



*Bilan d'Émission de  
Gaz à Effet de Serre  
de l'UMR CITERES  
selon la méthode  
Labos1point5 pour  
l'année 2019*

Léonard GADOIN – Étudiant 4<sup>ème</sup> année Polytech Tours  
département Environnement et Aménagement

Stage réalisé du 13 avril au 19 août 2021 en distanciel

Encadré par José SERRANO – Enseignant chercheur, maître de  
conférence, Université de Tours, Laboratoire CITERES

UMR 7324 CITERES 33 ALLEE FERDINAND DE LESSEPS 37200 TOURS

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
<b>1) Principes du Bilan de gaz à effet de serre et facteurs d'émissions</b> .....	<b>4</b>
1.1 Le bilan GES : définition, principe et réglementation .....	4
1.2 Les différents postes d'émissions : les SCOPES. ....	5
1.3 Facteurs d'émissions et Base Carbone ©. ....	6
1.4 Calcul des émissions de Gaz à effet de serre_ .....	7
<b>2) État des lieux des méthodes de mesure des émissions de gaz à effet de serre</b> ....	<b>8</b>
2.1 La démarche de Labos1point5 .....	8
2.2 Autres méthodes d'évaluation de bilan GES .....	9
2.3 Comparaison Labos1point5 et Bilan Carbone .....	10
<b>3) Méthodologie mise en œuvre pour l'UMR CITERES</b> .....	<b>12</b>
3.1 Périmètre d'étude .....	12
3.1.a - Périmètre temporel : année 2019 comme année de référence .....	12
3.1.b - Périmètre organisationnel .....	12
3.2 Collecte de données .....	17
3.2.a - Les bâtiments .....	17
3.2.b - Déplacements professionnels .....	17
3.2.c - Déplacements domicile-travail .....	20
<b>4) Résultats</b> .....	<b>22</b>
4.1 Les bâtiments .....	22
4.2 Déplacements professionnels .....	23
4.3. Déplacements domicile-travail .....	27
4.4. Bilan réglementaire .....	29
<b>5) Pistes de réflexion et propositions</b> .....	<b>35</b>
1 - Adopter de nouvelles pratiques de travail .....	35
2 - Inciter à l'utilisation de transports plus écologiques .....	37
2.a - Mettre en place un ou des véhicule(s) électrique(s) en autopartage .....	37
2.b- Privilégier les déplacements professionnels en train plutôt qu'en avion .....	38
2.c - Utiliser des modes de transports écologiques .....	41
3 - Limiter la consommation d'énergie dans les bâtiments de l'UMR CITERES .....	42
4 - Partager et sensibiliser l'ensemble des acteurs de l'UMR CITERES à l'empreinte carbone .....	43
<b>Conclusion</b> .....	<b>45</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>46</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>51</b>

## Introduction

Dans notre société actuelle, nos modes de vie contemporains engendrent directement ou indirectement des émissions de gaz à effet de serre (GES), lié à l'utilisation d'énergies fossiles. Ces dernières émises en trop grande quantité ont un impact néfaste et amplifient de façon significative l'**effet de serre naturel de la planète**. Ces rejets liés aux activités humaines impliquent une augmentation non-négligeable des températures, ayant des conséquences dramatiques pour l'humanité et pour notre planète, développant ainsi des **dérèglements climatiques** qui se multiplient partout dans le monde (cyclones, ouragans, pluies diluviennes ou sécheresses intenses).

En 2014, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) explique dans son 5<sup>ème</sup> rapport le lien entre le réchauffement et des activités humaines. Des scénarios alarmants sont développés avec des températures pouvant atteindre 4°C à 5°C d'ici à 2100 avec de nombreuses conséquences environnementales (fonte des pôles, températures extrêmes, diminution des ressources en eau potable). Il est nécessaire, selon le GIEC, de réduire considérablement les émissions mondiales de GES de 40 à 70 % d'ici à 2050. (GIEC 2014).

Durant la COP21 de Paris en novembre 2015, un accord international est signé engageant 195 pays à réduire durablement leurs émissions GES. L'ambition finale est de stabiliser le réchauffement climatique en dessous de 2°C d'ici à 2100 par rapport à la température de l'ère préindustrielle. L'Union Européenne s'est engagée à atteindre l'objectif d'émettre aucune émission nette de GES d'ici à 2050, c'est-à-dire atteindre la neutralité carbone. En France, un plan pour le climat est établi avec un objectif de réduction d'au moins 55 % des émissions GES pour 2030. En 2019 les émissions françaises de GES ont baissé de 0,9 % par rapport à 2018, alors que l'objectif annuel est de -1,5 %, et devra être de -3,2 % à partir de 2024 (Rapport de l'association NégaWatt ; Novembre 2020 ; Objectif : 55 % de réduction de gaz à effet de serre en 2030 –).

Cette ambition climatique implique des changements profonds dans chaque secteur d'activité, c'est pourquoi la recherche scientifique est aussi concernée par l'urgence climatique et cela à plusieurs titres. Elle est tout d'abord à la source de la documentation des changements globaux et sources d'appels à l'action auprès des gouvernements et des populations via la publication de rapports ou de manifestes. Le plus grand appel à la mobilisation est le rapport signé par 15 364 scientifiques de 184 pays, en exposant les insuffisances des mesures prises et déclarant ainsi une urgence climatique sans précédent (World Scientists' Warning to Humanity : A Second Notice ; W. J. Ripple, C. Wolf, T.M. Newsome, M.Galetti, M. Alamgir, E.Crist, M.I. Mahmoud, W.F. Laurance, BioScience-December 2017 / Vol. 67 No. 12).

Dans un article du journal « le Monde » datant du 9 mars 2020, Céline Michault souligne le fait que « les scientifiques ne cessent d'alerter sur le réchauffement climatique et la nécessité de baisser nos émissions de gaz à effet de serre mais ne donnent pas l'exemple. Avec les voyages en avion pour se rendre aux congrès internationaux, les missions de terrain et les calculs informatiques, la recherche scientifique n'est pas l'activité la plus sobre ». D'autre part, l'épidémiologiste Kevin Jean souligne le fait que les chercheurs émettent en moyenne deux fois plus de gaz à effet de serre dans leur activité professionnelle qu'un citoyen européen. Pour ce dernier, le monde scientifique et académique se doit d'être exemplaire face à cet enjeu, et prône une cohérence entre le message d'alerte face à l'urgence climatique et les pratiques de la recherche. (Source : Webinaire « Empreinte environnementale de la recherche au Cnam »- 14.01.2021).

Le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) compte plus de 1 100 laboratoires en France. Les Unités Mixtes de Recherche (UMR) sont majoritairement associées à une université, une école supérieure ou bien avec un autre organisme de recherche. Ce sont des éléments clefs du paysage scientifique local. Le statut UMR est une marque de reconnaissance dans le monde de la recherche en France et à l'étranger. Les laboratoires universitaires français sont, pour 30% d'entre eux, des unités mixtes de recherche en partenariat avec le CNRS. (<https://www.cnrs.fr/>)

L'objectif scientifique principal de l'UMR 7324 Cités, TERritoires, Environnement et Sociétés (CITERES) est l'analyse des dynamiques spatiales et territoriales des sociétés.

Les cinq principaux domaines de recherche sont la recherche urbaine ; la recherche environnementale ; la recherche sur le patrimoine ; la recherche sur les rapports au(x) territoire(s) et enfin, la recherche sur les effets des recompositions sociales contemporaines.

Ces travaux portent sur une diversité d'aires culturelles et des périodes historiques et sont pluridisciplinaires (archéologie, histoire, anthropologie, sociologie, géographie, démographie, aménagement de l'espace, urbanisme). Les travaux de CITERES pour partie académique (ANR, Projets Européens...) sont également fortement destinés aux acteurs socio-économiques, aux initiateurs des politiques publiques, aux collectivités territoriales, aux professionnels, aux ONG etc...

Parallèlement, un collectif de chercheurs émerge, créant une réflexion et une dynamique pour mesurer, documenter l'empreinte carbone du monde de la recherche en France : Labos1point5. En développant un outil nommé GES 1point5, les laboratoires peuvent désormais calculer leur empreinte carbone pour ensuite trouver des pistes de réflexion et d'échanges pour réduire ces émissions de GES.

C'est dans ce contexte d'objectif de réduction de l'empreinte carbone que le laboratoire CITERES souhaite entreprendre une démarche afin de mieux inscrire le développement durable au sein de son fonctionnement et dresser son bilan de gaz à effet de serre à l'aide de l'outil GES 1point5. Cette démarche s'inscrit dans une politique de transition écologique menée par l'UMR CITERES sous la direction de Nora Semmoud. D'autres structures, comme le laboratoire "Imagerie et Cerveau" ainsi que l'institut Institut de Recherche sur la Biologie de l'Insecte (IRBI) basé à Tours, dressent également leurs bilans de gaz à effets de serre.

C'est durant le 2<sup>nd</sup> semestre de l'année 2021, rattaché à l'UMR CITERES et encadré par José Serrano, que le premier bilan de gaz à effet de serre de l'UMR 7324 CITERES sera élaboré.

La première semaine de la mission s'est déroulée à Tours, en région Centre-Val de Loire. L'encadrant José Serrano m'a présenté aux membres du laboratoire et fait visiter les locaux de l'UMR CITERES.

Due à la pandémie de Covid-19, la grande majorité du stage s'est déroulé en télétravail. L'ensemble des échanges avec le personnel de l'UMR s'est déroulé via des visio-conférences et courriels.

Les différents objectifs fixés sont les suivants :

- Faire un état des lieux et identifier les principaux postes d'émissions ;
- Dresser le bilan GES afin d'évaluer l'empreinte carbone de l'UMR ;
- Proposer une méthodologie pour l'évaluation du bilan GES et suivre son évolution au cours des années à venir ;
- Proposer des pistes de réflexion pour un futur plan d'action pour réduire les émissions GES ;

# 1. Principes du bilan d'émission de gaz à effet de serre et facteurs d'émissions.

## 1.1 Le bilan GES : définition, principe et réglementation.

Selon l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), un **Bilan d'Émission de Gaz à Effet de Serre (BEGES)** est l'évaluation de la quantité de gaz à effet de serre émise ou captée dans l'atmosphère sur une année par les activités d'une organisation ou d'un territoire (source : <https://www.bilans-ges.ademe.fr>).

En identifiant les principales sources d'émissions de gaz à effets de serre, **le Bilan de Gaz à effet de serre permet aux organismes de mesurer et de prendre conscience de leur empreinte carbone**. De plus, ce bilan permet de constituer une base de réflexion pour mettre en place un plan d'action. Ce dernier ayant pour but de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Un travail de réflexion et de concertation est ensuite mis en place en impliquant les salariés et/ou les partenaires. **Le Bilan de Gaz à Effet de Serre permet à une organisation de structurer sa politique environnementale, dans une démarche d'amélioration continue au cours du temps.**

Selon la loi Grenelle II et modifié par la loi de transition énergétique pour la croissance verte **Les entreprises de plus de 500 salariés (250 dans les territoires outre-mer), les collectivités de plus de 50 000 habitants et les établissements publics de plus de 250 employés doivent réaliser un bilan d'émission de gaz à effet de serre tous les 4 ans (3 ans pour les collectivités)**. La loi n° 2019-1147 relative à l'énergie et au climat, datant 8 novembre 2019, définit **une sanction de 10 000 € allant jusqu'à 20 000 € si une organisation soumise à la réglementation ne dresse pas et ne publie pas son bilan GES**. (Source : <https://www.bilans-ges.ademe.fr>).

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2016, les bilans GES doivent être transmis et publiés sur la plateforme Bilan GES gérée par l'ADEME (<http://www.bilans-ges.ademe.fr/>). Les organisations soumises à la réglementation doivent déclarer leurs émissions, et présenter la méthode utilisée pour mesurer ces émissions, leurs projets en lien avec le développement durable ainsi que le plan d'action de réduction des émissions. Une fois mis en ligne, le bilan sera visible par tous les internautes inscrits sur la plateforme.

La réalisation d'un bilan GES se base sur deux paramètres clefs, qui sont :

- **Les données d'activités**, qui correspondent à la quantité d'énergie nécessaire à l'exercice d'une activité d'une entité. Chaque donnée est attribuée à un poste d'émission appelé **SCOPE**. Par exemple, la consommation de chauffage d'un bâtiment.
- **Les facteurs d'émissions**, exprimés en Kilogramme ou Tonne-équivalent CO<sub>2</sub> (Kg CO<sub>2</sub>e ou t CO<sub>2</sub>e), fournissant la quantité de Gaz à Effet de Serre émise pour la production d'un combustible ou d'une activité.

## 1.2 Les différents postes d'émissions : les SCOPES.

Catégories d'émissions	n°	Postes
<b>SCOPE 1 / Emissions directes de GES</b>	1	Emissions directes des sources fixes de combustion
	2	Emissions directes des sources mobile à moteur thermique
	3	Emissions directes des procédés hors énergie
	4	Emissions directes fugitives
	5	Emissions issues de la biomasse (sols et forêts)
<b>SCOPE 2 / Emissions indirectes associées à l'énergie</b>	6	Emissions indirectes liées à la consommation d'électricité
	7	Emissions indirectes liées à la consommation de vapeur, chaleur ou froid
<b>SCOPE 3 / Autres émissions indirectes de GES</b>	8	Emissions liées à l'énergie non incluse dans les catégories "émissions directes de GES" et "émissions de GES à énergie indirectes"
	9	Achats de produits et de services
	10	Immobilisation des biens
	11	Déchets
	12	Transport de marchandise amont
	13	Déplacements professionnels
	14	Actifs en leasing amont
	15	Investissements
	16	Transport des visiteurs et des clients
	17	Transport des marchandises aval
	18	Utilisation des produits vendus
	19	Fin des produits vendus
	20	Franchise aval
	21	Leasing aval
	22	Déplacement domicile travail
	23	Autres émissions indirectes

Figure 1 : Nomenclature réglementaire des catégories, postes et sources d'émissions de GES source : ADEME ; Fiches pratiques pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre, Juin 2018, page 5

L'article R. 229-47 du code de l'environnement précise une distinction des émissions selon les trois catégories appelés **SCOPE**, définit de la manière suivante : (Source : <https://www.bilans-ges.ademe.fr>)

- **SCOPE 1**, définissant **les émissions directes de gaz à effet de serre**, en provenance des installations détenues ou contrôlées par l'organisation.
- **SCOPE 2**, regroupant **les émissions indirectes**, associées à la production d'électricité, de chaleur pour les activités de l'entité.
- **SCOPE 3**, rassemblant **les autres émissions indirectement produites** par les activités de l'organisation qui ne sont pas comptabilisées dans le SCOPE 2. Comme l'achat de matières premières, de services ou autres produits, les déplacements des salariés, le transport amont et aval des marchandises, la gestion des déchets par les activités de l'organisme, l'utilisation et la fin de vie des produits et services vendus, l'immobilisation des biens et équipements de productions...). Cette catégorie est en lien avec la réglementation de la Responsabilité Sociétale des Entreprises (RSE).

**L'addition des deux empreintes liées aux émissions directes (SCOPE 1) et indirectes liées à l'électricité, réseaux de chaleur, vapeur et froid (SCOPE 2) forme un Bilan d'émission de gaz à effet de serre réglementaire.** La réglementation française juge qu'il est optionnel de prendre en compte les émissions de GES du scope 3. Avec seulement les scopes 1 et 2, le bilan proposé sera partiel et ne reflètera qu'une partie de la réalité.

Cependant, la réglementation française conseille vivement de prendre en compte le troisième et dernier scope. Ainsi, le bilan de Gaz à Effet de Serre dressé sera plus précis. C'est en prenant en compte les scopes que des leviers d'actions seront plus pertinents pour réduire les émissions.

### 1.3 Facteurs d'émissions et Base Carbone ©.

À chaque donnée d'émission de chaque scope est associée un **facteur d'émission correspondant**. Ce dernier va permettre de calculer l'équivalent carbone, c'est-à-dire la consommation de CO<sub>2</sub> relative à d'un combustible, d'une activité ou d'un mode de transport.

Ces facteurs d'émission sont disponibles dans la **Base Carbone©**, qui est l'élément support pour l'élaboration d'un bilan d'émission de gaz à effet de serre. C'est une **base de données gratuite et publique de facteurs d'émissions**. L'ADEME en est administratrice, l'ensemble des facteurs d'émissions de la base carbone sont visibles sur le site : <https://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter>).

Pour comprendre ce qu'est un facteur d'émission, prenons un exemple via un élément de la Base Carbone®. Un facteur d'émission de la Base Carbone©, se présente de la façon suivante :

## Essence à la pompe (SP 95 - SP 98)

France continentale  
ADEME

2.79

kgCO<sub>2e</sub>/litre

[Voir la documentation](#)
[Masquer détails](#)

**Informations générales**

Catégorie: [Combustibles](#) > [Fossiles](#) > [Liquides](#) > [Usage source mobile](#) > [Usage routier](#)

Tags: [combustible liquide](#), [essence](#)

Réglementations: [Données de l'article 75 loi Grenelle II -1](#), [Données de l'article L1431.3 du code des transports](#)

Période de validité:   
 Incertitude: 10%

**Décomposition des valeurs**

	CO <sub>2f</sub>	CH <sub>4f</sub>	CH <sub>4b</sub>	N <sub>2</sub> O	Autre gaz	TOTAL	CO <sub>2b</sub>
Combustion	2.24	4.50E-3	0	0.0206	0	2.26	0.118
Amont	0.472	0.0373	0	0.0186	0	0.528	-0.118
<b>TOTAL</b>	<b>2.71</b>	<b>0.0418</b>	<b>0</b>	<b>0.0392</b>	<b>0</b>	<b>2.79</b>	<b>0</b>

\*On utilise ici les PRG du [4ème rapport du GIEC \(2006\)](#)

**Informations administratives**

Statut: Valide générique  
 Contributeur: ADEME

Agence de l'Environnement  
et de la Métrique de l'Énergie

Création: Octobre 2014  
 Mise à jour: Octobre 2014  
 Source:

Figure 2 : Facteur d'émission de l'essence à la pompe (SP 95- SP 98) en KgCo<sub>2</sub>/litre (Source : Manuel d'utilisation Base carbone ADEME)

Dans cet exemple, on peut retrouver le facteur d'émission lié à la consommation d'essence à la pompe (SP 95 – SP 98) avec les informations générales et les sources.

Après lecture des valeurs, on peut dire que la combustion d'un litre d'essence implique l'émission de 2,24 kg de CO<sub>2</sub> en sortie de pot d'échappement ou **2,26 kg de CO<sub>2</sub> équivalent**. On peut aussi lire que l'extraction, le raffinage, le transport et la distribution correspondant à la production en amont de ce litre d'essence aura engendré **0,528 kg de CO<sub>2e</sub>**.

Finalement, la consommation d'un litre d'essence à la pompe (SP 95 – SP 98) aura émis **2,79 kg de CO<sub>2</sub> équivalent**.

La Base Carbone<sup>®</sup>, s'organise en fonction des différents scopes :

Le Scope 1 est dédié pour les émissions directes et amont des combustibles, on retrouve les facteurs d'émissions liées à la combustion et indirectes liées à l'amont des combustibles c'est-à-dire avec l'extraction, le raffinage, le transport et la distribution. On retrouve les combustibles fossiles (dérivés du pétrole, gaz et charbon) et organiques (biomasse, biocarburant).

Le scope 2 est lié aux émissions indirectes, la Base Carbone<sup>®</sup>, fournit les estimations des émissions du kilowattheure électrique en fonction du moyen de production (nucléaire, thermique, éolien, photovoltaïque) ainsi que les émissions des réseaux de chaleur avec les émissions du kilowattheure thermique par régions françaises (France métropolitaine et DOM-TOM).

La Base Carbone<sup>®</sup> fournit pour le scope 3, les facteurs d'émissions indirectes pour le transport de marchandises et de personnes selon le mode de déplacement (routier, aérien, fret, ferroviaire...), l'achat de biens (papier, carton, minerais ...) et de services (restauration, télécommunication, courrier, édition...).

## **1.4 Calcul des émissions de Gaz à effet de serre.**

Pour une activité donnée, les émissions de Gaz à Effet de Serre sont calculées de la façon suivante :

$$\text{Émissions de gaz à effet de serre (tCO}_2\text{e)} = \text{Quantité d'activité émettrice de GES} * \text{Facteur d'émission de cette activité exprimée en équivalent CO}_2\text{ (eCO}_2\text{)}$$

Prenons pour exemple un véhicule diesel effectuant 1 000 km sur une année émet  $1\,000 * 0,190 = 1\,90$  kg eCO<sub>2</sub>, car le facteur d'émission d'un km parcouru par un véhicule diesel moyen français est de 0,190 kg eCO<sub>2</sub> (source Base Carbone ADEME juillet 2020 ; <https://www.labos1point5.org/ges-1point5>).

Le Bilan de Gaz à Effet de Serre d'une entité est donc la somme de l'ensemble des émissions de chaque scope :

$$\text{Émissions Totales GES (tCO}_2\text{e)} = \text{Émissions Scope 1 GES (tCO}_2\text{e)} + \text{Émissions Scope 2 GES (tCO}_2\text{e)} + \text{Émissions Scope 3 GES (tCO}_2\text{e)}$$

Il est important de souligner le fait que **le Bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES est un ordre de grandeur**. En effet, on note un certain degré d'incertitude pour les facteurs d'émissions. En fonction des facteurs retenus, l'incertitude peut aller de 5% (pour le gaz naturel par exemple) à 60% (pour le mode de transport ferroviaire par exemple).

**L'annexe n°1**, décrit l'ensemble des choix effectués en termes de choix de facteurs d'émissions pour chaque poste par *Labos 1point5*.

Une autre source d'incertitude provient des données d'activités. Il est possible que pour des données transmises, il y ait des approximations, comme la consommation de gaz naturel. Certaines pertes liées à l'extraction, le raffinage, le transport et la distribution ne sont pas prises en compte ou sont difficilement mesurables. De plus certaines données peuvent être sous-évaluées, comme pour les déplacements domiciles-travail. Il est rare d'avoir 100% de participation au questionnaire (détaillé dans la partie suivante). Cela implique une estimation approximative des émissions de gaz à effet de serres liée à ce poste d'émission. De plus comme nous l'avons vu dans la partie 2.3, étant donné que l'outil GES1point5 ne prend pas en compte le scope n°3, le bilan d'émissions de gaz à effet de serre est sous-évalué.

## 2. État des lieux des méthodes de mesure des émissions de gaz à effet de serre

### 2.1 La démarche de Labos1point5.

Pour dresser le bilan de Gaz à Effet de Serre de l'UMR CITERES, la méthode utilisée est proposée par le collectif Labos1point5 avec son outil de calcul d'émissions de gaz à effet de serre : GES1point5.

Fondé en mars 2019, Labos1point5 est un collectif de chercheurs provenant de toutes disciplines. La volonté de ce collectif est développée une démarche de transformation de la communauté scientifique française axée sur la réduction de son empreinte environnementale. Labos 1point5 a la volonté de former une réflexion et de faciliter les prises de décisions sur les actions permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités de recherches, à l'échelle du laboratoire et à l'échelle nationale. La **compréhension des dynamiques individuelles et collectives** et leur accompagnement font également l'objet de recherches au sein du collectif. **Le collectif a été pensé comme un espace à la fois scientifique et réflexif** sur la question de la transition écologique dans la recherche et dans les enseignements. (Source : <https://www.labos1point5.org>).

Le Groupement De Recherche (GDR) *Labos 1point5* est un dispositif soutenu par le CNRS, l'INRAE et l'ADEME. Le GDR est constitué d'une équipe de direction et d'un conseil scientifique. Ce dispositif permet une reconnaissance des travaux scientifiques du collectif. **Le GDR Labos 1point5 a pour objectif de structurer les activités de recherche sur l'empreinte carbone à l'échelle de la France.** Le GDR est organisé autour de trois thématiques :

- La mesure et la caractérisation de l'empreinte de la recherche publique en France concernant les émissions de Gaz à Effet de Serre ;
- L'étude de l'organisation et des pratiques de recherche en lien avec cette empreinte
- L'accompagnement et la facilitation de la mise en place de trajectoires de réduction au sein des laboratoires.

Une équipe de développement a créé **un logiciel web gratuit : GES1point5**. Mis en place le 21 octobre 2019, **cet outil permet aux laboratoires de recherches d'estimer l'empreinte carbone et de construire un bilan gaz à effet de serre selon le format réglementaire en France métropolitaine et dans les départements Outre-Mer.**

**Cet outil a plusieurs objectifs : produire des connaissances, répertorier, diffuser et faire émerger des solutions.** C'est en documentant l'ensemble du processus, en évaluant les effets des options de réduction des émissions de gaz à effet de serre via cet outil web que le collectif peut mener en parallèle des études scientifiques en lien avec l'empreinte carbone de la recherche publique en France, ce qui constitue une première à l'échelle internationale.

Cet outil de diagnostic permet de stocker les bilans de gaz à effet de serre d'un même laboratoire au cours du temps. Cela permet également de suivre l'évolution de ces émissions ainsi de l'efficacité des actions mises en œuvre par le laboratoire pour réduire ses émissions.

Chaque laboratoire peut soumettre son bilan d'émission de gaz à effet de serre et ces données relatives pour participer à l'étude nationale de l'empreinte carbone de la recherche menée par Labos1point5.

Dans l'outil GES 1point5, l'empreinte carbone est calculée selon quatre sources d'émissions :

- L'empreinte carbone des bâtiments (consommations d'énergie et de fluides frigorigènes) ;
- L'empreinte carbone des missions (déplacements professionnels) ;
- L'empreinte carbone des déplacements domicile-travail ;
- L'empreinte carbone des véhicules possédés par le laboratoire.

### **L'outil GES 1point5 fournit un Bilan de gaz à effet de serre réglementaire en couvrant les scopes 1 et 2 et partiellement le scope 3.**

Les bilans GES finalisés seront rassemblés dans une base de données nationale et utilisés dans le cadre du GDR 1point5 pour **dresser**, pour la première fois, **un bilan national des émissions de gaz à effet de serre de la recherche publique en France** et également mener un travail statistique concernant la distribution des émissions de Gaz à effet de serre en fonction de certaines variables (discipline, statut des personnels).

Le collectif a la volonté d'ajouter de nouvelles fonctionnalités pour ainsi estimer avec davantage de précisions les émissions de gaz à effet de serre des laboratoires en France et dans les départements outre-mer. Les émissions indirectes de gaz à effet de serre liée notamment aux achats, aux déchets, aux transferts de données associées au télétravail, incluses dans le scope 3, ne sont pas encore prises en compte par l'outil GES 1point5. Ce 3<sup>ème</sup> poste d'émission est en cours de développement.

Une version 2.0 de l'outil, prévue en 2021, prendra en compte les achats et l'empreinte numérique. Puis viendra la version 3.0 avec l'ajout des infrastructures et des équipements de recherches.

## **2.2 Autres méthodes d'évaluation de bilan de gaz à effet de serre.**

Il existe différentes méthodes pour lister et déclarer ses émissions de gaz à effet de serre. Dans cette partie seront exposées les trois méthodes les plus utilisées : la norme ISO 14064, le GHG (GreenHouse Gas Protocol) et la méthode Bilan Carbone®.

Le **GHG Protocol (GreenHouse Gas)** est une méthode de comptabilisation datant de 1998 développée par le World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) et le World Resources Institutes (WRI). Depuis juillet 2014, une méthode dédiée aux territoires est mise à disposition : le Global Protocol for Community-scale GHG emissions.

À l'échelle mondiale, c'est la méthode la plus reconnue et la plus utilisée car elle a été normalisée internationalement. Son objectif est de permettre la cohérence entre les différentes normes et réglementations internationales, développer des standards de calcul acceptés à l'international. En fournissant des guides sectoriels, le GHG Protocol permet de réduire le temps et le coût requis pour élaborer des systèmes de comptabilisation et de déclaration des émissions de gaz à effet de serre pour les activités spécifiques des organismes. Le GHG Protocol prend en compte les six gaz à effet de serre du protocole de Kyoto de 1997, c'est-à-dire le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux, les hydrofluocarbones, les hydrocarbures perfluorés et l'hexafluorure de soufre. Cependant il existe d'autres GES comme par exemple le SO<sub>2</sub> du charbon et du pétrole ou encore l'oxyde d'azote de l'agriculture. Ces derniers ne sont pas comptabilisés car ils sont considérés difficiles à modéliser.

Le GHG Protocol a servi de base à l'élaboration de **la norme ISO 14064** mise en place en 2018 par l'ISO (International Organization for Standardization). C'est un référentiel qui certifie la quantification le suivi et le contrôle des réductions d'émissions. Cette norme est subdivisée en trois parties :

- ISO 14064-1 : Précisions et lignes directives pour la quantification et la déclaration des gaz à effet de serre,
- ISO 14064-2 : Précisions et lignes directives, au niveau de la surveillance et du reporting des réductions d'émissions des gaz à effet de serre.
- ISO 14064-3 : Précisions et lignes directives pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre.

**La méthode Bilan Carbone®** fait référence à une démarche de comptabilisation et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. C'est un véritable outil d'aide à la décision en termes de politique environnementale. La méthode Bilan Carbone permet de déclarer ses émissions de gaz à effet de serre dans le format imposé par les normes ISO 14064-1, 14064-2 et 14064-3.

Développée initialement par l'ADEME, puis reprise par l'association Bilan Carbone, la méthode Bilan Carbone © est un fichier Excel prenant en compte les gaz à effets de serre définis par le Groupe d'Expert Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC). La méthode Bilan carbone permet de dresser un diagnostic des émissions de gaz à effet sur une année donnée afin d'identifier les principaux postes les plus émetteurs de gaz à effet de serre et sert de base pour élaborer un plan d'action pour réduire ces émissions. L'outil est développé en plusieurs modules afin de l'adapter aux différentes structures (entreprises, collectivités, services et campus). Le Bilan Carbone® est un outil qui nécessite une formation et l'obtention d'une licence d'exploitation. En 2013, l'Association Bilan Carbone estime que plus de 8 000 Bilan Carbone® ont été réalisés. (Source : <https://www.associationbilancarbone.fr/>)

Il y a une forte ressemblance entre toutes ces méthodes d'évaluation de gaz à effet de serre mais avec certaines différences. Certaines méthodes prennent en compte l'ensemble des Scopes alors que d'autres en couvrent moins. Elles diffèrent aussi dans les choix des facteurs d'émissions. Par exemple, le facteur d'émissions lié à la consommation d'un litre d'essence à la pompe (SP 95 – SP 98) n'est pas forcément le même pour la méthode GHG Protocol et la méthode Bilan Carbone®.

	Méthode réglementaire	ISO 14064-1	Bilan Carbone®	GHG Protocol
<b>Origine</b>	France Article 75 - Loi ENE	Norme internationale ISO	France Association Bilan Carbone	USA – développée par le WBCSD et WRI
<b>Date</b>	2011	2018	2004.	1998
<b>Spécificités</b>	Couvre les Scopes 1 et 2 Méthode complémentaire dédiée aux collectivités (Patrimoines et compétences)	Principes généraux s'appliquant à l'ensemble des méthodes	Couvre l'ensemble des SCOPES Méthodes disponibles pour les Entreprises, les établissements publics, les collectivités (Patrimoine et compétences) et les territoires	Couvre l'ensemble des SCOPES Depuis 2014, méthode disponible pour les territoires (Global Protocol for Community)
<b>Liens</b>				

Figure 3 : Tableau des méthodes les plus utilisées en France pour évaluer un bilan de gaz à effet de serre (source <https://www.bilans-ges.ademe.fr/>)

## 2.3 Comparaison Labos1point5 et Bilan Carbone.

Le logiciel web open source GES 1point5 développé par labos1point5 est **un outil gratuit destiné aux laboratoires de recherches**. Cet outil permet d'estimer l'empreinte carbone et de construire un bilan gaz à effet de serre réglementaire. Le logiciel web est **simple, clair, facile à prendre en main, ne requiert pas de formation au préalable**. Le collectif met à disposition différents documents tutoriels. Il a la volonté de vulgariser et de rendre accessible l'élaboration des bilans de gaz à effet de serre.

La méthode Bilan Carbone nécessite une **formation ainsi qu'une licence**, allant 150 à 3 500 euros selon le statut de l'organisation (secteur public, entreprises, associations etc ...).

GES 1point5 permet également de sauvegarder les bilans GES d'un même laboratoire au cours du temps. C'est donc un outil de diagnostic et de suivi, alors que la méthode Bilan Carbone est conçue pour une seule année donnée. GES 1point5 est **un dispositif pour la recherche**. Il stocke les bilans de gaz à effet de serre de l'ensemble des laboratoires utilisant l'outil, alors que la méthode Bilan Carbone n'offre pas cette fonctionnalité.

Cependant cet outil a des faiblesses. En effet comme dit précédemment l'outil GES 1point5 fournit un bilan de gaz à effet de serre réglementaire en couvrant les scopes 1 et 2 et partiellement le scope 3. Le bilan ainsi dressé est sous-évalué vu que le scope 3 n'est pas encore pris en compte dans l'outil de calcul. De plus, lors de l'exploitation des données, **des bugs fréquents** (format de fichiers de données non reconnus) et des erreurs de programmation/codage dans l'outil sont présentes. Cependant, le collectif a mis en place un forum de discussions pour pouvoir échanger sur les problèmes rencontrés et les améliorations que les utilisateurs peuvent recommander.

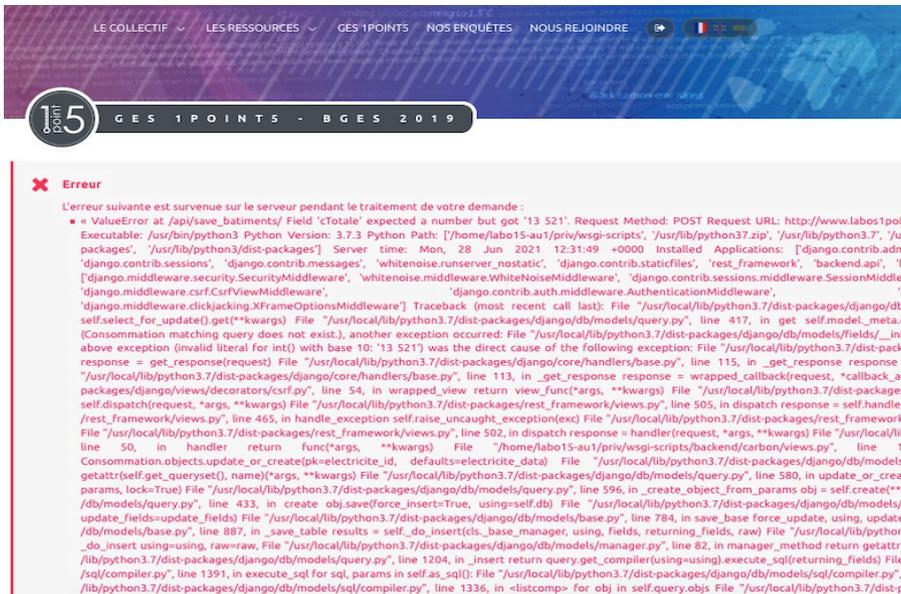


Figure n°4 : Capture d'écran d'un bug de l'outil GES 1point5

La méthode Bilan Carbone est finalement plus complète que l'outil GES 1point5. La méthode Bilan Carbone permet de prendre en compte l'ensemble des postes d'émissions. Alors que le 3<sup>ème</sup> scope est en cours de développement pour GES 1point5. Le bilan de gaz à effet de serre établi avec GES 1point5 donne un bilan de gaz à effet de serre réglementaire (les Scopes 1 et 2), mais **sous-évalué** vu que l'outil ne couvre pas le Scope 3.

**Le bilan de gaz à effet de serre obtenu avec la méthode Bilan Carbone sera davantage représentatif que le bilan de gaz à effet de serre obtenu avec l'outil GES 1point5.**

## 3. Méthodologie mise en œuvre pour l'UMR CITERES

### 3.1 Périmètre d'étude

Le périmètre d'étude permet d'avoir une vue d'ensemble des émissions, de faciliter la comparaison des futurs bilans d'émissions de gaz à effet de serre pour les années à venir. Ce seront les mêmes périmètres à considérer, d'où l'importance de bien les définir. En cas de changement de périmètre pour les années futures, le bilan d'émission de gaz à effet de serre devra être recalculé.

#### 3.1.a - Périmètre temporel : année 2019 comme année de référence

Pour réaliser le bilan GES de l'UMR CITERES, il est nécessaire de définir un **périmètre temporel**. Il est défini par l'année civile des données collectées (année de reporting) et l'année de référence considérée pour le bilan de gaz à effet de serre. Conformément à la norme ISO 14064-1, l'année de référence doit être postérieure à 1999.

Aujourd'hui, au sein de l'UMR CITERES, aucun bilan d'émission de gaz à effet de serre n'a été réalisé. Ce premier bilan d'émission de gaz à effet de serre servira de référence pour suivre les émissions du laboratoire au cours du temps. Concernant l'année de référence, **c'est l'année 2019 qui a été choisie**. L'année 2019 est la dernière année avant la pandémie de Covid-19 (1<sup>er</sup> trimestre 2020). Cette année est donc plus représentative en termes d'émissions de gaz à effet de serre que l'année 2020 ou 2021. Les nombreuses restrictions sanitaires ont fortement réduit les déplacements professionnels (en France et à l'étranger) et domicile-travail (confinement, télétravail), modifiant de façon significative les émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES.

#### 3.1.b - Périmètre organisationnel

Il est important de définir un périmètre **organisationnel** de l'étude, afin d'identifier les sources d'émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit de comprendre l'organisation au sein de l'UMR CITERES, et sur quoi travaillent les membres du laboratoire.

L'objectif scientifique principal de l'UMR 7324 Cités, TERritoires, Environnement et Sociétés (CITERES) est l'analyse des dynamiques spatiales et territoriales des sociétés.

Avec cinq principaux domaines de recherche interdisciplinaire : la recherche urbaine ; la recherche environnementale ; la recherche sur le patrimoine ; la recherche sur les rapports au(x) territoire(s) et la recherche sur les effets des recompositions sociales contemporaines.

Ces travaux portent sur une diversité d'aires culturelles et des périodes historiques et sont pluridisciplinaires (archéologie, histoire, anthropologie, sociologie, géographie, démographie, aménagement de l'espace, urbanisme). Les travaux de CITERES pour partie académique (ANR, Projets Européens...) sont également fortement destinés aux acteurs socio-économiques, aux initiateurs des politiques publiques, aux collectivités territoriales, aux professionnels, aux ONG etc. (Source : <http://citeres.univ-tours.fr/>)

Si l'objectif et le cœur de l'activité du laboratoire reste la production scientifique et les activités contribuant au rayonnement et à l'attractivité du laboratoire, les actions liées aux relations avec l'environnement sont importantes pour l'UMR CITERES, certaines équipes sont fortement engagées dans des partenariats locaux et nationaux avec des acteurs non académiques. Il peut s'agir d'acteurs publics (collectivités locales, agences spécialisées, structures d'expertises), mais aussi d'organisations de la société civile (associations engagées dans certaines thématiques, associations professionnelles) et plus rarement d'entités et d'entreprises privées (bureaux d'études spécialisés, entreprises). (Source : <http://citeres.univ-tours.fr/>).

Les modalités d'interactions sont nombreuses depuis l'enquête et l'observation jusqu'à la recherche appliquée en passant par la Co-construction de projets de recherche. Ces interactions font l'objet de différentes formalisations : réponses à des appels d'offres thématiques lancées par des ministères ou des collectivités locales, partenariats pour des programmes de recherche, expertises et prestations, participations des membres du laboratoire à des commissions spécialisées ou des conseils scientifiques d'entités publiques (PNR, Agences de l'eau). (Source : *Rapport Vague C : campagne d'évaluation 2016 - 2017 UMR CITERES Cites, territoires, environnement et sociétés* page 29)

Au travers de leurs contrats et projets, les membres de l'UMR CITERES travaillent à partir de recherches documentaires en bibliothèque ou en laboratoire. Ces derniers se déplacent souvent dans le cadre de leurs recherches pour de multiples raisons. En fonction de leur discipline, les méthodes et les pratiques diffèrent. Par exemple, les chercheurs en écologie ou en archéologie mènent souvent un travail sur le terrain en effectuant des relevés, prélèvements et analyses en laboratoire. Quant aux chercheurs en sociologie, en anthropologie, ces derniers procèdent davantage via des enquêtes, des entretiens et interviews. Les membres de l'UMR CITERES doivent donc souvent se déplacer afin d'avancer dans leurs travaux.

Les chercheurs de l'UMR CITERES participent également à la diffusion des connaissances scientifiques en publiant et en participant à des colloques ou des conférences en France comme à l'étranger. Il est important pour les membres de l'UMR CITERES de se rendre à ces événements. En effet, ces manifestations sont importantes pour la vie scientifique et pour faire avancer le progrès scientifique. Les chercheurs discutent, débattent à propos de leurs savoirs et leurs savoir-faire.

Un chercheur peut également avoir le **statut « enseignant-chercheur »**. En parallèle de son travail de recherche, ce dernier prend part à la vie d'un établissement d'étude supérieur, en élaborant des cours dans des modules d'enseignement, en prenant part à des jurys d'examens, en accompagnant la préparation des thèses de doctorants et en assurant le suivi des stages des étudiants. L'UMR CITERES regroupe des enseignants chercheurs de deux UFR de l'université de Tours (sociologie et géographie), d'un département de Polytech Tours (Aménagement et environnement) et de l'École des paysages de Blois (ENSNP). Parallèlement, l'UMR CITERES est subdivisée en quatre équipes de recherches : CoST, EMAM, LAT et DATE. Ces équipes, entre elles, font preuve de nombreuses actions transversales. L'organigramme de L'UMR 7324 CITERES est visible en **annexe n°2**.

### **L'équipe Construction Sociale et politique des espaces, des normes et des Trajectoires (CoST)**

*Responsable : Hélène Bertheleu*

L'équipe CoST s'intéresse au rapport entre espace, politique et normes sociales. Principalement constituée de sociologues et d'anthropologues, l'équipe entretient un débat actif avec les autres sciences sociales, la géographie notamment. Les réflexions sur l'articulation entre rapport à l'espace, au/x politique/s, aux normes sont développées selon des points de vue différents au sein de quatre axes de recherche : « formes d'engagement dans l'espace public » ; « normes, socialisation et trajectoires » ; « nouvelles frontières du travail et politiques publiques » ; « pratiques et politiques de l'espace ». 16 contrats sont en cours comme le projet AGIRE : actions collectives, engagements de proximité et gestion des déchets en région Centre-Val de Loire, débuté en 2017 et achevé en 2021. L'objectif central de cette recherche consiste à étudier le rôle des actions collectives et des engagements de proximité dans la mise en œuvre des objectifs de la politique régionale de gestion des déchets ménagers. Le questionnement se focalise sur le rôle des acteurs collectifs dans la prévention et la réduction des déchets, sur leur capacité à impliquer la population, et à participer à la construction d'un contexte de confiance vis-à-vis des politiques publiques. (Source : <http://citeres.univ-tours.fr/>).

### **L'équipe Monde arabe et Méditerranée (EMAM)**

*Responsable : Romeo Carabelli*

Réunissant des chercheurs dont les terrains d'investigation sont situés dans le monde arabe et le pourtour méditerranéen, EMAM est une équipe pluridisciplinaire au sein de laquelle sont représentés la géographie, l'histoire, l'aménagement et l'urbanisme, l'architecture, la sociologie, l'anthropologie, l'économie et la démographie. Elle étudie le Monde arabe perse ainsi que dans ses relations avec d'autres espaces, en particulier l'Europe méditerranéenne. L'équipe, qui est affiliée au Gis « Moyen-Orient et mondes musulmans », représente l'un des quatre pôles de la recherche sur le Monde arabe en France avec Paris, Strasbourg et Aix-Marseille, sa spécialisation majeure étant celle des études urbaines. À partir de ses terrains de référence, EMAM participe à la recherche en sciences sociales et historiques depuis trois entrées principales : « Identités, interculturalités, circulations », « Les configurations et figurations de la ville et de l'urbain », « Les dynamiques et recompositions politiques des territoires ». 22 contrats ont été achevés dont le projet PATRIMONDI, débuté en 2016 et achevé en 2019. Ce projet explore la façon dont les dynamiques de la patrimonialisation interfèrent avec les mobilités touristiques et les circulations mondiales (de personnes, d'idées, de capitaux, d'images). Le projet innove en abordant ensemble, et dans leur co-construction mutuelle, les dynamiques de la mondialisation, du patrimoine et du tourisme, traditionnellement conceptualisées dans des champs scientifiques distincts. La sélection de cinq biens emblématiques de la mondialisation du et par le patrimoine [trois biens inscrits sur la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO (Angkor, le Vieux Québec, Marrakech), un bien du patrimoine mondial immatériel inscrit sur la liste de l'UNESCO, 1 bien national produit de l'internationalisation (les concessions internationales de Tianjin)] vise à étudier les relations entre échelles (locale, nationale et mondiale) qui s'y construisent et qui les construisent (Source : <http://citeres.univ-tours.fr/>).

### **L'équipe Dynamique et Action Territoriales et Environnementales (DATE)**

*Responsable : José Serrano*

L'équipe DATE regroupe des enseignants-chercheurs en écologie, en géographie, en aménagement de l'espace-urbanisme, en sociologie mais aussi des ingénieurs, des architectes, des mathématiciens et informaticiens. Elle a pour projet scientifique l'intelligibilité des transformations des milieux naturels et des espaces aménagés et construits, telles qu'elles résultent de processus soit "spontanés", soit volontaires. Ce faisant, l'équipe cherche à conjuguer approches théoriques et critiques d'une part, concrètes ou opérationnelles d'autre part. Les travaux de recherche vont des inventaires et diagnostics de terrain jusqu'aux projets prospectifs en passant par l'analyse des dynamiques territoriales. L'équipe s'appuie sur la définition de trois thématiques majeures : « Dynamiques environnementales, enjeux et paysages », « Risques, vulnérabilités et résilience des territoires » et « Actions intentionnelles territorialisantes ».

Trente et un contrats sont en cours dont le projet TRANSADAPT qui concentre sur des initiatives locales de gestion des risques d'inondation. L'enjeu de la recherche est de comprendre ce que ces alternatives proposent comme leviers pour faciliter le changement vers des politiques de prévention des risques intégrées aux enjeux de développement. Parmi ces alternatives, le multi-usage des espaces inondables est un levier possible. TRANSADAPT s'intéresse à des cas d'études en Autriche, France, Irlande et Pays-Bas (Source : <http://citeres.univ-tours.fr/>).

### **Le Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT)**

*Responsable : Philippe Husi*

Le LAT regroupe des archéologues et des historiens. Il étudie les relations des sociétés pré-industrielles avec leur environnement et avec les multiples territoires dans lesquels elles inscrivaient leurs activités. Cette équipe privilégie la dimension évolutive des espaces habités et l'étude des rapports des sociétés à l'organisation des espaces, leurs pratiques et usages.

Ce laboratoire contribue au développement des sciences historiques de l'espace). Le projet est constitué de trois axes : « Villes et territoires », « Architecture et techniques de construction », « Flux, échanges et aires culturelles », et de trois thématiques transversales alimentées par les programmes des axes : « Alimentation », « Environnement », « Archéomatique ». 14 contrats sont en cours dont le projet

ModAThôm, débuté en 2017, avec une fin prévue en 2022. Ce projet est né d'une collaboration initiée depuis 2009 entre le Laboratoire Archéologie Territoires (CITERES) et la Mission archéologique française à Angkor Thom-(MAFA) de l'École Française d'Extrême Orient dirigée par J. Gaucher avec comme objectif d'initier l'étude de la céramique d'Angkor Thom issue des nombreuses fouilles réalisées par la MAFA depuis 15 ans. ModAThôm est un projet d'archéologie urbaine qui intéresse Angkor Thom, la « Grande Ville » (Cambodge), capitale du royaume Khmer entre le IX<sup>e</sup> et le XVI<sup>e</sup> siècle. Centre exemplaire, produit des conceptions brahmaniques et bouddhiques de la culture indienne et des modalités locales de leur appropriation par la culture cambodgienne, cette capitale constitue par sa géométrie, sa condition symbolique, son étendue, et son hydraulique urbaine l'un des sites urbains les plus emblématiques de l'histoire mondiale de l'urbanisme. La problématique centrale de ModAThôm consiste à proposer la construction d'un modèle explicatif de la formation du site urbain d'Angkor Thom, des conditions de sa naissance à celles de son abandon. (Source : <http://citeres.univ-tours.fr/>)

Avec ces différentes équipes, l'UMR CITERES est une UMR regroupant des chercheurs de domaines différents ayant ainsi des méthodes et pratiques de recherches différentes. Un chercheur en écologie ou en archéologie travaille essentiellement sur le terrain avec des relevés, fouilles etc. Alors qu'un chercheur en sciences humaines portera son activité sur des enquêtes, documentations ou observations.

Pour dresser le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES, il est important de savoir l'effectif que nous définissons pour estimer les émissions de gaz à effet de serre. **Il ne sera pris en compte dans le bilan d'émission de gaz à effet de serre uniquement les membres permanents**, c'est-à-dire les chercheurs et enseignants-chercheurs, ingénieurs, techniciens, personnels administratifs et doctorants/post-doctorants.

On exclut donc les stagiaires, les membres associés/és ainsi que les visiteurs/personnes en séjour dans l'effectif. Les contractuels/membres associés, les structures associées et la sous-traitance en lien avec les activités de l'UMR CITERES ne sont pas prises en compte dans le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES. Tous ces organismes indépendants à l'UMR CITERES devront établir leur bilan de gaz à effet de serre de manière autonome. Comme les Centres d'Expertise et de Transfert de l'Université (CETU) Elmis (Expertise, transfert, ingénierie et connaissance sociale, spécialisées dans la réalisation d'enquêtes sociologiques) et Etics (Ingénierie pour la compréhension et la restauration des cours d'eau et zones humides).

Selon le récapitulatif total des membres du laboratoire CITERES, transmis par l'équipe de gestion, en 2019, l'UMR CITERES regroupait 208 membres permanents dont :

- 112 chercheurs et enseignants-chercheurs ;
- 10 Ingénieurs, techniciens, administratifs (ITA) ;
- 86 doctorants/post-doctorants ;

## **3.2 Collecte de données**

Les personnes référentes pour l'obtention des données nécessaires pour chaque poste ont été listées dans **l'annexe n°4**. Je tiens à remercier ces personnes, car leurs aides ont été précieuses pour l'élaboration du bilan d'émission de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES.

### **3.2.a - Les bâtiments**

Ce poste regroupe les émissions associées principalement liées à la consommation de chauffage, d'électricité et de fluides frigorigènes. Les sources d'émissions proviennent majoritairement de l'utilisation d'énergie nécessaire pour consommer de l'électricité ainsi que produire de la chaleur et du froid. L'ensemble des bâtiments occupé par l'UMR CITERES est chauffé au gaz naturel. À l'exception du bâtiment Watt qui possède un chauffage électrique.

### *Paramètres clés identifiés*

- Liste des implantations des membres de l'UMR CITERES ;
- Surface Utile Brute en m<sup>2</sup> ;
- Type de chauffage ;
- Consommation annuelle d'électricité, exprimée en kWh ;
- Consommation de gaz naturel en kWh PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) ;

Au niveau des structures bâties pour le bilan d'émissions de gaz à effet de serre, **il ne sera pris en considération uniquement les parties de bâtiments dédiées aux activités de recherche et au service support du laboratoire. C'est-à-dire les installations occupées par des membres de l'UMR CITERES comme les bureaux, salles de réunions et les espaces dédiés à héberger du matériel.** Par conséquent, les salles d'enseignement relatives au Département Aménagement et Environnement (DAE) de Polytech Tours, de l'École Nationale Supérieure de la Nature et du Paysage (ENSNP) de Blois, ainsi que celles des Unités de Formation et de Recherche (UFR) de géographie et de sociologie ne sont pas prises en compte dans la Surface Utile Brute (SUB) occupée par l'UMR CITERES. Ces espaces dédiés à l'enseignement sont sous la responsabilité des composantes universitaires qui devront faire leur bilan d'émissions de gaz à effet de serre de manière autonome.

Il a fallu définir l'ensemble des surfaces utiles occupées par l'UMR CITERES. Pour connaître les implantations des membres des différentes équipes de recherches du laboratoire dans les différents bâtiments, chaque directeur d'équipe a été sollicité par mail afin de communiquer l'ensemble des implantations des membres de l'équipe sur le pôle immobilier, sous la forme de tableau.

Les étiquettes énergétiques sont des notations pour quantifier si un bâtiment ou logement émet peu ou beaucoup d'émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie (électricité et chauffage). Les classes vont de A à G, A étant la meilleure note et G la plus mauvaise.

Les consommations de gaz naturel communiquées sont données en kWh. Cependant, l'outil GES 1point5 demande de saisir les consommations en kWh PCI (Pouvoir Calorifique inférieur). Ce dernier indique la quantité de chaleur qu'il va libérer lors de la combustion par unité de volume ou de masse. Il a fallu donc convertir les consommations de gaz naturel fournies en kWh en kWh PCI. Le tableau de conversion, avec les facteurs de conversion pour les différentes énergies est visible à **l'annexe 3**.

Au niveau des fluides frigorigènes, nous avons besoin de connaître leurs types (par exemple : R410a, NF3, SF6) ainsi que leurs consommations, qui correspondent à la quantité de fluides frigorigènes qui a fuité dans les installations. En 2019, aucune fuite de fluides frigorigènes dans les bâtiments occupés par l'UMR CITERES n'a été signalée selon le responsable pôle énergie du service technique de l'immobilier. Il n'y a donc pas de consommation de fluides frigorigènes pour l'année 2019.

Les données nécessaires ont été demandées au responsable pôle énergie du service technique de l'immobilier (Grégoire BARGHAMIAN). Plusieurs fichiers de données ont été transmis :

Le bilan énergétique 2016-2019 fournit les indicateurs de performance énergétique ainsi que la consommation d'électricité et de chaleur pour l'ensemble des bâtiments de l'université de Tours.

Localisation		Quantité Fluides										Montant P1							
Pôle Immobilier	Bâtiment	Surface m² SHON	Occupants moyenne	Elec kWh ef	Chaleur kWh utile	Eau m³	Indicateur de performance énergétique			Indicateur GES		Elec € TTC	Chaleur € TTC	TICGN € TTC	Gaz € TTC	Eau € TTC	Total € TTC		
							TEC	LENER	TITP	TOT	CO2eq							CO2eq	
BLOIS	Abbé Grégoire	1 194	50	29 327	56 653	25	47	111	B	13	B	3 760 €	2 513 €	- €	- €	- €	6 273 €		
	Chocolaterie	6 858	250	297 835	308 550	2 608	43	45	157	C	14	B	40 153 €	13 689 €	3 413 €	- €	8 572 €	65 828 €	
	Clouseau	7 222	220	35 456	-	-	49	0	127	C	4	A	6 975 €	- €	- €	- €	6 975 €		
	Jean Jaurs	7 680	580	135 697	305 000	921	18	40	85	B	11	B	22 886 €	13 531 €	3 374 €	- €	3 049 €	42 841 €	
	Sous Total Pôle	16 455	1 100	498 315	670 203	3 529	30	41	119	C	12	B	73 774 €	29 733 €	7 414 €	- €	11 622 €	122 543 €	
	GRANDMONT	Botanique	41	0	10 034	-	-	247	0	638	F	21	C	1 910 €	- €	- €	- €	1 910 €	
		CERTEM Plus	2 259	30	858 404	281 727	108	380	125	1 105	G	61	E	110 047 €	- €	- €	22 526 €	325 €	133 899 €
		Grandmont-D	852	10	69 086	110 490	191	81	130	339	D	37	D	9 256 €	4 901 €	1 222 €	- €	545 €	14 924 €
		Grandmont-E	2 809	230	236 165	140 970	1 231	84	50	267	D	19	C	28 222 €	6 253 €	1 560 €	- €	3 516 €	39 551 €
		Grandmont-E1-E2	6 130	850	180 889	352 425	1 583	30	57	134	C	16	B	21 617 €	15 632 €	3 899 €	106 €	4 520 €	45 774 €
Grandmont-F		2 828	880	81 767	262 890	1 185	29	93	168	C	24	C	9 771 €	11 661 €	2 308 €	- €	3 383 €	27 724 €	
Grandmont-G		2 711	220	240 551	375 285	461	89	138	367	E	40	D	28 746 €	16 646 €	4 152 €	- €	1 317 €	50 860 €	
Grandmont-H		858	20	32 647	43 815	324	38	51	149	C	15	B	3 901 €	1 943 €	486 €	- €	925 €	7 254 €	
Grandmont-I		4 161	170	567 489	424 795	1 062	136	102	454	E	35	D	67 816 €	18 942 €	4 699 €	103 €	1 935 €	94 494 €	
Grandmont-J		2 874	250	298 939	326 728	731	104	114	382	E	35	D	35 724 €	14 492 €	3 615 €	- €	2 088 €	55 919 €	
Grandmont-J1		130	0	48 470	-	24	374	0	966	G	31	D	5 792 €	- €	- €	- €	69 €	5 861 €	
Grandmont-K		505	50	26 301	51 435	86	52	102	236	D	24	C	3 143 €	2 281 €	569 €	- €	245 €	6 238 €	
Grandmont-L		6 228	650	495 175	449 010	1 288	80	72	277	D	28	C	59 174 €	19 916 €	4 967 €	323 €	6 979 €	88 060 €	
Grandmont-P		216	50	6 543	20 955	107	30	97	175	C	25	C	782 €	929 €	232 €	- €	305 €	2 248 €	
Grandmont-R		3 779	100	83 366	374 000	467	22	99	156	C	25	C	9 962 €	16 589 €	4 130 €	- €	1 935 €	32 021 €	
Grandmont-S		53	3	14 153	-	1	266	0	686	F	22	C	1 691 €	- €	- €	- €	2 €	1 693 €	
Grandmont-T		48	0	801	17 145	6	17	360	404	E	86	E	96 €	760 €	190 €	- €	17 €	1 063 €	
Grandmont-U		120	0	27 464	-	16	228	0	588	F	19	C	3 282 €	- €	- €	- €	45 €	3 327 €	
Grandmont-V		524	40	6 918	156 210	78	13	298	332	D	71	E	827 €	6 929 €	1 728 €	- €	224 €	9 708 €	
Grandmont-X		245	5	29 803	73 811	117	209	517	1 055	G	138	F	3 562 €	3 274 €	1 728 €	- €	335 €	9 897 €	
Grandmont-Y		12 950	1 205	1 341 324	1 708 724	3 980	104	132	399	E	40	D	160 290 €	75 792 €	18 909 €	2 235 €	11 367 €	268 588 €	
Grandmont-Y1		1 531	40	616 660	696 000	837	403	455	1 494	G	140	F	73 692 €	30 872 €	7 700 €	- €	2 391 €	114 654 €	
Grandmont-Z		58	0	146	-	3	0	6	6	A	0	A	17 €	- €	- €	- €	17 €		
Sous Total Pôle	51 808	4 800	5 273 095	5 866 415	13 882	102	113	376	E	35	D	638 320 €	247 715 €	61 782 €	25 293 €	39 668 €	1 012 779 €		
Grandmont-W	3 397	320	80 534	217 622	122	24	64	125	C	17	C	12 309 €	8 873 €	2 408 €	1 130 €	389 €	25 107 €		
Jean Luthier-A	2 244	100	39 974	144 018	140	19	67	115	C	17	C	5 211 €	6 388 €	1 593 €	- €	412 €	13 604 €		
Jean Luthier-B	322	0	5 970	20 955	13	19	67	116	C	17	C	778 €	929 €	232 €	- €	37 €	1 976 €		
Jean Luthier-C	2 071	150	38 191	140 970	153	18	68	116	C	17	C	4 978 €	6 253 €	1 560 €	- €	449 €	13 239 €		

Figure n°5 : Capture d'écran du bilan énergétique 2016-2019 pour chaque bâtiment de l'université de Tours

Le fichier renseignant les surfaces utiles par pôle immobilier pour l'année 2019, nous permettra de sélectionner chaque salle, bureaux ou autres locaux utilisés par l'UMR CITERES. Ainsi, on obtient une approximation de la Surface Utile Brute (SUB) en m2 occupée par l'UMR CITERES en m2 pour chaque bâtiment.

Pôle Immobilier	Site	Bâtiment	Niveau	Local N°	Désignation du local	Informations complémentaires	Classification Université	Classification France Domains	Classification MESR	Dénomination ADE Campus	Capacité	Nombre de poste de travail = Effectif physique	E.T.P.T	Composantes ou Présidence et Services Communs et Centraux	Occupants du local	Surface Utile (à partir des plans)	Surface utile par local hors local technique contribuant au fonctionnement intrasèque du bâtiment, et hors locaux SHS (France Domains)	Surface utile par bâtiment hors local technique contribuant au fonctionnement intrasèque du bâtiment, et hors locaux SHS (France Domains)	Surface de Plancher par bâtiment
Portails	Wat	Wat	R+1		Circulation	TONS ET HALL D'ACCUEIL										54,93			
Portails	Wat	Wat	R+1		Circulation 02	TONS ET HALL D'ACCUEIL										4,24			
Portails	Wat	Wat	R+1		Escalier	TONS ET HALL D'ACCUEIL										4,37			
Portails	Wat	Wat	R+1		Palier	TONS ET HALL D'ACCUEIL										23,87			
Portails	Wat	Wat	R+1		SANITAIRES	SANITAIRES										3,84			
Portails	Wat	Wat	R+1		SANITAIRES F	SANITAIRES										3,72			
Portails	Wat	Wat	R+1		Ses	TONS ET HALL D'ACCUEIL										4,38			
Portails	Wat	Wat	R+1	1002	Accueil	CIALE ET CULTURELLE	Autres locaux	SUB - Surface sp	Vie sociale et culturelle							12,14	12,14	368,79	383,43
Portails	Wat	Wat	R+1	1100	Plateau technique de traitement	RECHERCHE	Recherche	SUB - Surface sp	Recherche			8		MSH	CITERES equ. LA	75,66	75,66		
Portails	Wat	Wat	R+1	1101	Plateau technique de traitement	RECHERCHE	Recherche	SUB - Surface sp	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	54,69	54,69		
Portails	Wat	Wat	R+1	1102	Bureau Océanopt	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	11,25	11,25		
Portails	Wat	Wat	R+1	1110	Bureau Océanopt	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	12,92	12,92		
Portails	Wat	Wat	R+1	1120	Secrétariat	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Administration					MSH	CITERES equ. LA	24,37	24,37		
Portails	Wat	Wat	R+1	1130	Bureau Directeur	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	20,98	20,98		
Portails	Wat	Wat	R+1	1140	Bureau	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	26,73	26,73		
Portails	Wat	Wat	R+1	1150	Bureau	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	24,19	24,19		
Portails	Wat	Wat	R+1	1160	Bureau	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche					MSH	CITERES equ. LA	20,11	20,11		
Portails	Wat	Wat	R+1	1170	Plateau technique de traitement	RECHERCHE	Recherche	SUB - Surface sp	Recherche			8		MSH	CITERES equ. LA	28,84	28,84		
Portails	Wat	Wat	R+1	1180	Salle de réunion	RECHERCHE	Recherche	SUN - Surface de	Recherche			40		MSH	CITERES equ. LA	57,11	57,11		

Figure n°6 : Capture d'écran du fichier renseignant les surfaces utiles pour chaque bâtiment

Les bâtiments retenus pour estimer les émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES sont rassemblés dans le tableau suivant :

Bâtiment	Adresse	Équipe présente	Surface utile brute totale (en m2) (*)	Surface utile brute occupée par Citeres (m2) (*)	Part occupé par Citeres (%)(*)
Lesseps	33 et 35 allées Ferdinand Lesseps 37200 Tours	CoST- DATE- EMAM	4029	372	9
Watt	40 rue James watt 37000 Tours	LAT	467	369	79
Tanneurs bâtiment C	3 rue des Tanneurs 37041 Tours	CoST	9 532	166	2
Site Grammont bâtiment D	Avenue Monge. 37200 Tours	DATE	784	220	28
Site Chocolaterie IUT Blois	15 rue de la chocolaterie 41000 Blois	ENSNP	5 750	187	3

Tableau 1 : Bâtiments occupés par le laboratoire CITERES ;

(\*) Sources : Bilan énergétique 2016-2019, Tableau surface utile pôle immobilier 2019

Une fois l'ensemble des données récoltées, les données ont été saisies dans l'outil GES labos1point5 dans l'onglet « bâtiment ».

### **3.2.b - Déplacements professionnels**

Ce poste regroupe les émissions associées aux déplacements professionnels du personnel avec des moyens de transport qui ne sont pas sous le contrôle de l'UMR CITERES. Les sources d'émissions proviennent majoritairement de l'utilisation d'énergie nécessaire à ce transport. Dans le calcul, *Labo1point5* inclut aussi les émissions dites « amont » de l'énergie (extraction, transport, raffinage et distribution). L'ensemble des incertitudes liées aux facteurs d'émissions et les choix par labos1point5 sont visibles dans l'**annexe n°1**.

Le but de ce poste est de quantifier les émissions de gaz à effet de serre liés aux déplacements professionnels. Dans la répartition des émissions de gaz à effet de serre en France en 2019, le secteur des

transports est le secteur le plus émetteur avec 31 % des émissions totales (Source : CITEPA, rapport Secten 2020). Le but de ce poste est d'identifier quel est le mode de transport le plus utilisé par les membres de l'UMR CITERES et connaître le motif de déplacement le plus fréquent. Dans ce poste d'émission, **il ne sera pris en compte que les déplacements professionnels financés par le laboratoire**. Si un organisme extérieur invite un membre de l'UMR CITERES, en prenant en charge ces déplacements, les émissions liées à ce déplacement sont alors rattachées à l'organisation invitante. À l'inverse, lorsque l'UMR CITERES organise un évènement en prenant en charge les déplacements, toutes les émissions de ces invités sont alors prises en compte dans les émissions de l'UMR CITERES.

La base de données source des déplacements professionnels est un fichier Excel avec l'ensemble des missions de l'année 2019 élaboré par l'équipe de gestion de l'UMR CITERES. Ce fichier, basé sur des factures de déplacement, contenait une multitude d'informations, séparé en deux classes : une pour les missions relatives à l'université et une pour les missions relatives au CNRS. Cela donnera dans la partie diagnostique, deux analyses différentes. Les informations disponibles sont différentes en fonction de leur classification, pour les missions CNRS, les motifs de déplacements ne sont pas disponibles.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Exercic	Créé par	Date début	Date début	Date fin de	Date début	Date fin de	Matricul	Nom de l agent	N° déplacement	Programme di	Montant toté	N° de cycle complabi	Lieu de la mission
1	2019	FROMIAU	04/03/2019	10/03/2019	15/03/2019			14927	BERTRAND MORANDI	21059	V DFOR_99	866,36	620626	Brive la Gaillarde-Sarlat-la Canédat-Cah
2	2019	FROMIAU	18/04/2019	23/04/2019	23/04/2019			14927	BERTRAND MORANDI	22400	V DFOR_99	71,90	621938	Couffy-Meunes-St aigan-st georges Jch
3	2019	FROMIAU	13/05/2019	20/05/2019	23/05/2019			14927	BERTRAND MORANDI	23031	V DFOR_99	551,07	625380	Coutas-Vendroire-Limoges
4	2019	PGRENECHE	29/05/2019	04/06/2019	05/06/2019			14927	BERTRAND MORANDI	23699	V DFOR_99	346,58	626391	FIRBEIX - BRANTOME-BUSSIERE GAL
5	2019	FROMIAU	06/06/2019	12/06/2019	14/06/2019	10/06/2019	12/06/2019	14927	BERTRAND MORANDI	23935	V DFOR_99	620,12	625385	Bourg en Bresse et alentours
6	2019	FROMIAU	25/10/2019	25/10/2019	28/10/2019			14927	BERTRAND MORANDI	27148	V DFOR_99	87,25	628717	Paris
7	2019	FROMIAU	02/12/2019	12/12/2019	15/12/2019			14927	BERTRAND MORANDI	28127	V DFOR_99	4,00	631282	PARIS
8	2019	GABILLON	23/01/2019	19/01/2019	22/01/2019			14928	MARIO CARRIER	31710	W DCOW_01	123,25	627978	TOURS
9	2019	FROMIAU	25/01/2019	04/02/2019	10/02/2019			14943	JAIMÉ VERA ALPUCHE	19885	W DAGI_01	594,90	619717	Strasbourg
10	2019	FROMIAU	11/02/2019	22/02/2019	24/02/2019			15005	LUCIE ELIE	20425	V DRAN_01	379,05	620511	Montpellier
11	2019	VALIDE	21/02/2019	01/03/2019	02/03/2019			15005	LUCIE ELIE	20689	V DRAN_01	62,40	623879	PARIS
12	2019	FROMIAU	22/03/2019	12/04/2019	21/04/2019			15005	LUCIE ELIE	21626	V DRAN_01	573,98	622256	Montpellier
13	2019	FROMIAU	27/05/2019	03/06/2019	03/06/2019			15005	LUCIE ELIE	23626	V DRAN_01	0,00	627857	PARIS
14	2019	FROMIAU	25/06/2019	03/07/2019	03/07/2019			15005	LUCIE ELIE	24536	V DRAN_01	68,00	627658	Paris
15	2019	VALIDE	05/04/2019	19/03/2019	19/03/2019			15022	VICTOR RACINET	22139	W DRT2_01	15,25	620848	LA BOHALLE
16	2019	VALIDE	10/04/2019	15/04/2019	19/04/2019			15022	VICTOR RACINET	22255	W DRT2_01	64,80	622047	ST MATHURIN SUR LOIRE
17	2019	VALIDE	30/04/2019	25/04/2019	25/04/2019			15022	VICTOR RACINET	22692	W DRT2_01	15,25	621968	ST MATHURIN SUR LOIRE
18	2019	LOULLIER	14/02/2019	15/02/2019	15/02/2019			15028	DAMIEN HEMERAY	62022	W DBPO_01	24,20	619562	Tours
19	2019	LOULLIER	25/02/2019	10/03/2019	21/03/2019			15049	ALLISON BAIN	32150	W DLAT_21	1 158,71	621373	Tours
20	2019	LOULLIER	02/05/2019	03/06/2019	06/06/2019			15058	NATHANAELE LE VOGUER	22718	W DLAT_21	306,00	625739	Amsterdam (PAYS BAS)
21	2019	LOULLIER	09/10/2019	23/10/2019	23/10/2019			15058	NATHANAELE LE VOGUER	26736	W DLAT_21	27,80	628542	orléans
22	2019	LOULLIER	05/11/2019	27/11/2019	27/11/2019			15058	NATHANAELE LE VOGUER	27321	W DLAT_21	33,60	630407	orléans
23	2019	PGRENECHE	26/02/2019	08/03/2019	08/03/2019			15070	JEREMIE RIQUIER	32191	W DEMU_01	240,45	620479	Tours
24	2019	PGRENECHE	25/03/2019	12/07/2019	18/07/2019	11/07/2019	18/07/2019	15079	MICHAEL MAKARY	21685	W DTER_01	1 810,93	627919	TORONTO
25	2019	PGRENECHE	24/06/2019	18/07/2019	07/09/2019			15079	MICHAEL MAKARY	24525	W DTER_01	652,05	628537	LE CAIRE (Egypte)
26	2019	LOULLIER	19/07/2019	09/07/2019	09/07/2019			15089	KLERVIE BAKYONO	25282	W DSAL_01	15,25	626236	chinon - st mathurin
27	2019	PGRENECHE	05/03/2019	08/03/2019	08/03/2019			15094	ISABELLE COMBROUX	62316	W DEMU_01	428,74	620636	TOURS
28	2019	PGRENECHE	14/03/2019	12/03/2019	12/03/2019			15095	LOIC SALAUN	21385	W DCOT_01	71,49	620749	Chambord
29	2019	PGRENECHE	14/03/2019	26/03/2019	27/03/2019			15095	LOIC SALAUN	21386	W DCOT_01	56,24	620750	Chambord
30	2019	PGRENECHE	14/03/2019	28/03/2019	29/03/2019			15095	LOIC SALAUN	21387	W DCOT_01	142,98	620742	Chambord
31	2019	PGRENECHE	14/03/2019	01/04/2019	02/04/2019	01/04/2019	01/04/2019	15095	LOIC SALAUN	21388	W DCOT_01	71,49	620743	Chambord
32	2019	PGRENECHE	03/04/2019	03/04/2019	03/04/2019			15095	LOIC SALAUN	22038	W DCOT_01	71,49	620744	Chambord
33	2019	PGRENECHE	24/04/2019	18/04/2019	18/04/2019			15095	LOIC SALAUN	22502	W DCOT_01	72,23	623237	Chambord
34	2019	PGRENECHE	13/03/2019	18/03/2019	19/03/2019	18/03/2019	18/03/2019	15096	MATHILDE CHAMPIGNY	21314	W DEMU_01	2,00	620653	ANGERS
35	2019	PGRENECHE	18/03/2019	19/03/2019	19/03/2019	19/03/2019	20/03/2019	15096	MATHILDE CHAMPIGNY	21459	W DEMU_01	232,94	620208	ST JEAN DE LA CROIX
36	2019	PGRENECHE	29/03/2019	28/03/2019	28/03/2019			15096	MATHILDE CHAMPIGNY	21864	W DEMU_01	116,47	621325	ST JEAN DE LA CROIX

Figure n°6 : Capture d'écran du fichier source transmis par l'équipe de gestion de l'UMR CITERES, non exploitable par l'outil GES1point5

A	B	C	D	E	F	G
mission	Pays départ	Ville départ	Lieu de la mission	PAYS DESTINATION	Motif	Type transport
1	FR	Tours	Brive la Gaillarde	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
2	FR	Tours	Couffy	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
3	FR	Tours	Limoges	FR	Rech. en équipe, collaboration	Voiture
4	FR	Tours	FIRBEIX	FR	Visite, contact pour projet	Voiture
5	FR	Tours	Bourg en Bresse	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
6	FR	Tours	Paris	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
7	FR	Tours	PARIS	FR	Autres	Train
8	FR	Tours	Paris	FR	Enseignement dispensé	Train
9	FR	Tours	Strasbourg	FR	Enseignement dispensé	Train
10	FR	Tours	Montpellier	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Train
11	FR	Tours	PARIS	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
12	FR	Tours	Montpellier	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Train
13	FR	Tours	PARIS	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
14	FR	Tours	Paris	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
15	FR	Tours	LA BOHALLE	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
16	FR	Tours	ST MATHURIN SUR LOIRE	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
17	FR	Tours	ST MATHURIN SUR LOIRE	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
18	FR	Tours	ORLEANS	FR	Colloques et congrès	Train
19	FR	Tours	Québec	CA	Colloques et congrès	Avion
20	FR	Tours	Amsterdam	NL	Rech. doc. ou sur terrain	Avion
21	FR	Tours	Orléans	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
22	FR	Tours	Orléans	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
23	FR	Tours	Paris	FR	Rech. en équipe, collaboration	Train
24	FR	Tours	TORONTO	CA	Colloques et congrès	Avion
25	FR	Tours	LE CAIRE	EG	Rech. doc. ou sur terrain	Avion
26	FR	Tours	Chinon	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
27	FR	Tours	Orléans	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Train
28	FR	Tours	Chambord	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
29	FR	Tours	Chambord	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
30	FR	Tours	Chambord	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
31	FR	Tours	Chambord	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
32	FR	Tours	Chambord	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
33	FR	Tours	Chambord	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
34	FR	Tours	ST JEAN DE LA CROIX	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
35	FR	Tours	ST JEAN DE LA CROIX	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture
36	FR	Tours	Montjean sur Loire	FR	Rech. doc. ou sur terrain	Voiture

Figure n° 7 : Capture d'écran du fichier missions exploitables par l'outil GES1point5 après traitement et uniformisation

Il y a eu ensuite un travail de traitement des données. Il a fallu réorganiser ce fichier pour que l'outil GES 1point5 puisse exploiter ces données. Cette étape a consisté à conserver les informations nécessaires et uniformiser les données présentes dans ce fichier pour pouvoir ensuite les saisir dans GES 1point5. Cette étape a nécessité environ 3 semaines de travail. Au total, 1102 missions ont été triées, uniformisées et saisies dans GES 1point5.

Le fichier mission doit s'organiser de la manière suivante pour être exploitable par GES 1point5 :

- « # Mission » : correspondant au numéro de la mission allant de 1 à n ;
- « Date de départ » : une date au format jj/mm/aaaa ;
- « Ville de départ » : la ville de départ du déplacement ;
- « Pays de départ » : le pays de départ du déplacement référencé avec son code ISO-3166. La norme ISO définit des codes pour référencer la quasi-totalité des pays du monde (exemple : FR pour la France, GB pour le Royaume-Uni, CA pour le Canada etc...) ;
- « Ville de destination » : la ville de destination du déplacement ;
- « Pays de destination » : le pays de destination du déplacement avec son code ISO-3166 ;
- « Mode de déplacement » : cette colonne peut prendre une valeur parmi ["Avion", "Train", "Voiture", "Taxi", "Bus", "Tramway", "RER", "Métro", "Ferry"] ; si plusieurs modes de transports sont utilisés pour une même mission, on sélectionne le mode de transport qui représente la plus grande distance parcourue ;
- « Nombre de personnes dans la voiture » : désigne le nombre de personnes présentes dans le cas d'un déplacement en voiture ou en taxi ;
- « Aller / Retour » : « OUI » si l'aller et le retour sont identiques, sinon « NON » ;
- « Motif du déplacement » : cette colonne permettra à l'outil de faire des statistiques d'émissions basées sur le motif du déplacement. Cette colonne peut prendre une valeur parmi ["Recherches documentaires et/ou sur terrain", "Colloque-Congrès", "Recherche en équipe et collaboration", "Enseignement", "Visite, contact pour projet", "Acquérir de nouvelles connaissances & techniques", "Autre"] ;

- « **Statut de l'agent** » : Cette colonne peut prendre une valeur parmi ["Chercheur.e-EC", "ITA", "Doc-Post doc", "Personne invitée"]. Elle permettra par la suite à l'outil GES 1point5 de faire des statistiques d'émissions basées sur les statuts des agents.

Pour les bilans de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES qui seront dressés dans les années à venir, il serait judicieux d'informer l'équipe de gestion de la forme prérequis du fichier mission pour être exploitée par GES 1point5. Si les données missions sont déjà uniformisées dès leurs créations, cela représentera un gain de temps considérable.

Des choix d'attributions ont été faits en fonction des informations disponibles sur le motif du déplacement professionnel.

Pour la « Recherche en équipe et collaboration », cela correspond aux réunions, aux entretiens et séminaires. Les « visites, contact pour projet » correspondent aux rencontres, aux déplacements pour créer des réseaux ou encore des présentations et/ou discussions pour de futurs projets.

Les « recherches documentaires et/ou sur terrain » sont les déplacements liés à des relevés, mesures et prélèvements. La valeur « Acquérir de nouvelles connaissances et techniques » correspond à des formations (prise de parole en public, modélisation, numérique etc...). Les « Enseignements » correspondent à des déplacements pour donner des cours dans des cursus universitaires, des études sur le terrain avec les étudiants, Puis la valeur « Autres » correspond à des jurys de thèses, restitutions, vernissages, inaugurations, journées thématiques etc...

Pour certaines missions, il a eu des difficultés car les informations manquaient dans certaines missions pour pouvoir les classer. Ces dernières ont donc été associées aux motifs de déplacements « autres ».

### **3.2.c - Déplacements domicile-travail**

Les émissions liées aux déplacements domicile-travail sont principalement issues de l'énergie nécessaire pour transporter les membres de l'UMR CITERES jusqu'à leur lieu de travail. Cela concerne uniquement les véhicules non possédés par l'UMR CITERES. Les émissions de l'énergie liées à l'extraction, le transport, le raffinage, la distribution ainsi que celles liées à la fabrication du matériel roulant seront prises en compte dans les calculs de *Labos1point5*.

Le but de ce poste est de quantifier les émissions de gaz à effet de serre des déplacements domicile-travail quotidiens, de connaître le mode de transport le plus utilisé par les membres de l'UMR CITERES pour se rendre sur leurs lieux de travail et d'identifier en parallèle le mode de transport le plus émetteur de gaz à effet de serre.

Pour récolter des données de déplacement, une enquête spécifique sur les déplacements domicile-travail a été menée à l'aide d'un formulaire type, créée par *labos1point5*, depuis le site <https://framaforms.org>, disponible en anglais et en français. Dans ce formulaire, seuls les trajets liés à l'activité au sein de l'UMR CITERES sont pris en compte. Les trajets à caractère personnel comme le dépôt des enfants à l'école ou encore les courses alimentaires ne sont pas pris en compte dans l'enquête. L'intégralité du formulaire est visible à **l'annexe n°5**.

#### Paramètres clés identifiés :

- Nombre total de jours travaillés par membre par semaine ;
- Nombre d'aller-retour par employé par jour ;
- Mode de transport le plus utilisé ;
- Nombre de kilomètres parcourus ;
- Type d'énergie utilisée par les véhicules motorisés (essence, électricité) ;
- Nombre de personnes dans les véhicules motorisés.

L'enquête a été diffusée durant les mois de mai et juin 2021. Le questionnaire a été envoyé deux fois individuellement à chaque membre de l'UMR CITERES (chercheurs et enseignants-chercheurs, Ingénieurs, techniciens, administratifs, doctorants/post-doctorants) sous la forme d'un mail groupé avec une semaine d'intervalle. Puis une demande a été faite avec une relance, auprès de chaque directeur d'équipe et auprès des responsables des doctorants de faire passer le questionnaire au sein de leurs équipes pour avoir davantage de réponses. Au total, 4 relances ont été nécessaires pour avoir un taux de réponse de 61 %.

<b>Profession</b>	<b>Nombre de participants</b>	<b>%</b>
Chercheur.e ou enseignant.e chercheur.e	64	50,4 %
Personnel d'appui à la recherche, secrétariat, technicien.ne, assistant.e	19	15 %
Doctorant.e ou postdoctorant.e	44	34,6 %
Total	127	100

Tableau 2 : Résultat du questionnaire déplacement domicile-travail par catégories professionnels.

<b>Équipes (2021)</b>	<b>Nombre de permanents (*)</b>	<b>Nombre de doctorants (*)</b>	<b>Total</b>	<b>Nombre de réponses</b>	<b>% de personnes de l'équipe ayant répondu</b>
CoST	36	23	59	34	57 %
EMAM	20	25	45	16	35 %
DATE	31	46	77	40	51 %
LAT	42	13	55	29	52 %
ADMIN, GESTION, AUTRES	10		10	8	61 %
Total	139	107	246	127	

Tableau 3 : Résultat questionnaire déplacement domicile-travail  
(\*) source (<http://citeres.univ-tours.fr/>)

Ce formulaire a certaines limites. Il peut y avoir des approximations dans les réponses. Un changement d'adresse peut entraîner l'utilisation d'un nouveau mode de transport (le vélo ou la marche s'il y a un rapprochement entre le lieu de travail et le domicile) ou encore l'acquisition d'un nouveau véhicule. Ces variables peuvent avoir un impact sur la volonté des membres à répondre au questionnaire, car ils n'arrivent peut-être pas à juger et renseigner les données les plus représentatives pour leur déplacement domicile-travail.

De plus, l'enquête a été diffusée durant les mois de mai et juin 2021, alors que le bilan d'émission de gaz à effet de serre porte sur l'année 2019. Certains membres ne pouvaient pas répondre car ces derniers ne faisaient pas partie de l'UMR CITERES en 2019, réduisant ainsi le taux de participation. Il faut noter que certains membres télé-travaillent depuis leur domicile de manière permanente et ne voient pas l'intérêt de répondre au formulaire de déplacement domicile-travail, vu qu'ils ne se déplacent pas. Aucune option de réponse n'est disponible à ce sujet dans le formulaire élaboré par Labos1point5.

Je m'attendais à plus d'implication et de réponse de la part des membres de l'UMR pour ce projet de bilan d'émissions de gaz à effet de serre. Cependant après avoir parcouru le forum de discussions mis en place par GES 1point5, les autres laboratoires de recherches utilisant ce même questionnaire obtiennent un taux de réponse entre 50 et 60 %. Le taux de réponse de l'UMR CITERES est donc très légèrement au-dessus de la moyenne des taux de réponse (61%).

Le résultat du questionnaire doit être exporté dans l'outil GES 1point5 sous le format Texte délimité (.csv). Ce fichier résultat est directement téléchargeable depuis la rubrique « résultats » du site <https://framaforms.org> où les participations et soumissions du questionnaire sont stockés. Puis, il faut déposer le fichier résultat en .csv dans la partie « déplacement domicile-travail » de GES 1point5 pour que l'outil puisse calculer les émissions de gaz à effet de serre et établir des statistiques.

## 4. Résultats

### 4.1 Les bâtiments

Bâtiments	Surface utile brute totale (en m2)	Surface utile brute occupée par Citeres (m2) (*)	Part occupée par Citeres (%) (*)	Consommation totale de chauffage du bâtiment en Gaz naturel (kWh PCI) (*)	Consommation totale d'électricité du bâtiment (KWh) (*)	Étiquette GES (*)
Lesseps	4029	372	9,2	303 479	151 854	B
Watt	467	369	79	0 (car chauffage électrique)	11 379	A
Tanneurs Bâtiment C	9 532	166	1,7	1 234 015	459 103	C
Grammont Bâtiment D	784	220	28	115 159	69 086	D
IUT Blois - Chocolaterie	5 750	138	2,4	342 491	297 835	B
<b>Total</b>	20 562	1 265	6,1	1 995 144	989 257	

Tableau 4 : Consommations annuelles 2019 de chauffage et d'électricité pour la part de la surface utile brute occupée par l'UMR CITERES ;

(\*) Sources : Bilan énergétique 2016-2019 et Tableau surface utile pôle immobilier 2019

On remarque que le bâtiment consommant le plus de chauffage et d'électricité est le bâtiment Tanneurs Bâtiment C, dû sûrement à sa grande superficie (1<sup>er</sup> en termes de surface utile brute). C'est également la 2eme plus grande implantation de l'UMR CITERES, avec 28% de la SUB occupée par le laboratoire.

Le bâtiment Watt, occupé à 79 % par l'UMR CITERES est le bâtiment avec la plus faible consommation d'électricité (classe GES A) démontrant ainsi une grande performance énergétique. Ce dernier doit avoir une meilleure isolation et moins de pertes d'énergies que le bâtiment Tanneurs Bâtiment C,

Le total des émissions de gaz à effet de serre des bâtiments occupés par l'UMR CITERES selon l'outil GES1point5 est estimé à **25 122 ± 1439** kg eCO<sub>2</sub> Dont 21 473 ± 1074 kg eCO<sub>2</sub> sont liées à la consommation de chaleur et 3649 ± 365 kg eCO<sub>2</sub> liées à la consommation d'électricité.

## **4.2 Déplacements professionnels**

Les membres de l'UMR CITERES sont amenés à se déplacer autour du monde pour participer à des colloques, des réunions etc... Ces déplacements font partie de leur métier mais représentent de fortes émissions de gaz à effet de serre. Grâce à ces déplacements, les membres de l'UMR CITERES se créent des réseaux, développent de nouveaux projets et exposent leurs travaux. On compte 988 missions universitaires pour l'année 2019, parmi ces déplacements, 80 missions s'effectuent à l'étranger (8%). Puis, on comptabilise 114 missions CNRS dont 15 missions sont des déplacements à l'étranger (13%).

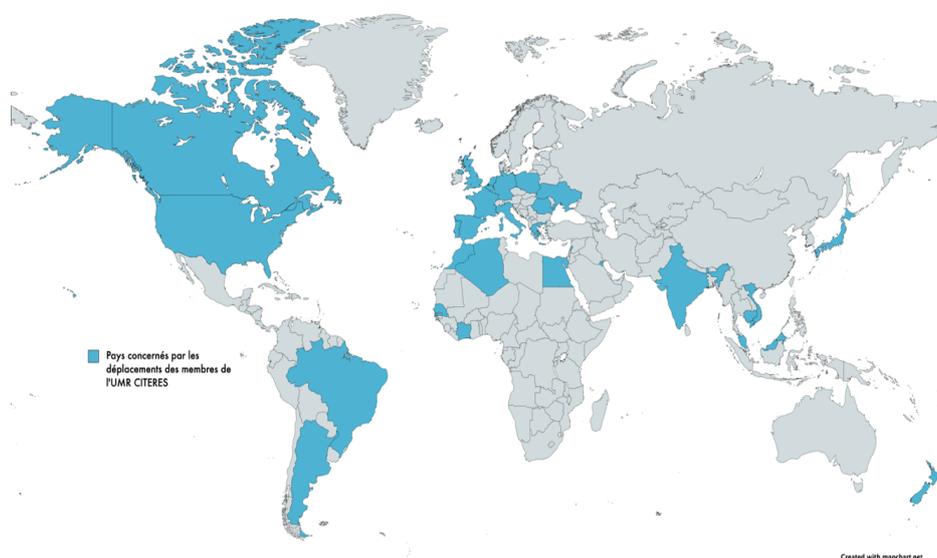


FIGURE 8 : CARTE DES PAYS CONCERNES PAR LES DEPLACEMENTS PROFESSIONNELS DES MEMBRES DE L'UMR CITERES EN 2019 SOURCE : FICHER GESTIONNAIRE DEPLACEMENTS PROFESSIONNELS 2019

En triant l'ensemble des données des déplacements professionnels, nous pouvons dresser les tableaux et figures suivantes :

<b>Motifs de déplacements</b>	<b>Nombre de missions</b>	<b>%</b>	<b>Avion</b>	<b>Train</b>	<b>Voiture</b>	<b>Bus</b>	<b>Nombre de déplacement à l'étranger</b>	<b>Nombre de déplacement à l'étranger (%)</b>
Colloques et congrès	113	11,5	34	57	22	0	27	24 %
Recherche en équipe, collaboration	138	13,9	7	69	62	0	5	4 %

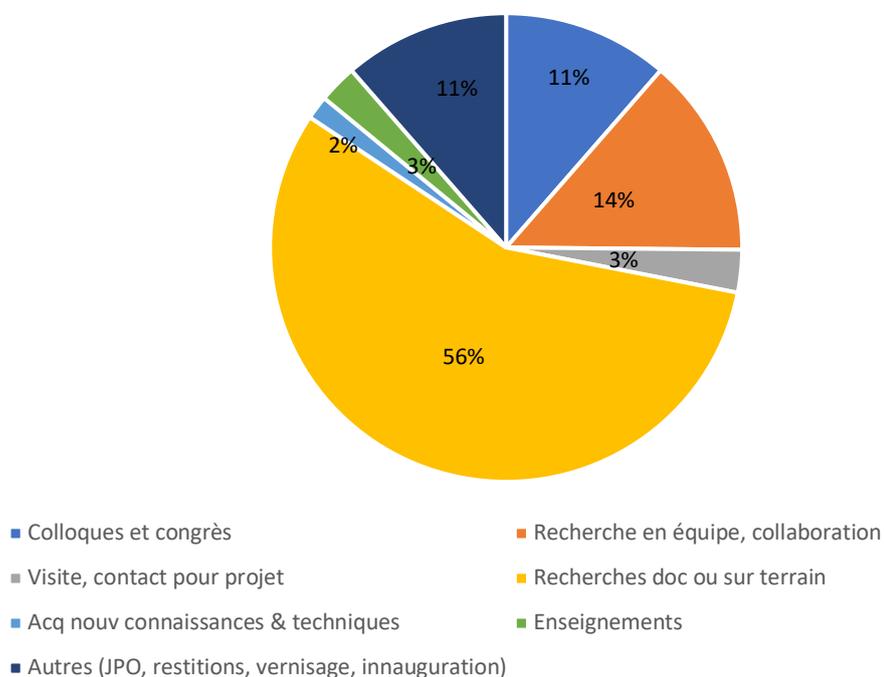
Visite, contact pour projet	31	3,1	5	10	16	0	5	16 %
Recherches documentaires et/ou sur terrain	553	55,9	25	126	397	5	25	5 %
Acquérir de nouvelles connaissances & techniques	15	1,6	0	11	4	0	0	0
Enseignements	26	2,7	6	15	5	0	6	23 %
Autres (jury de thèse, restitutions, vernissage, inauguration)	112	11,3	11	66	35	0	12	11 %
<b>Total</b>	<b>988</b>	<b>100</b>	<b>88</b>	<b>354</b>	<b>541</b>	<b>5</b>	<b>80</b>	

Tableau 5 : Nombre de missions universitaires par motifs de déplacement

<b>Mode de déplacement</b>	<b>Nombre de missions</b>	<b>%</b>	<b>A l'étranger</b>
Avion	15	13	15
Train	90	79	0
Voiture	9	8	0
Bus	0	0	0
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>100</b>	<b>15</b>

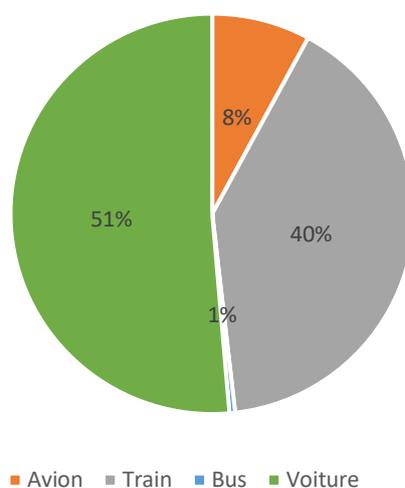
Tableau 6 : Nombre de missions CNRS par modes de déplacement

**Figure n°9 : Répartition des missions université par motif de déplacement**



Puis, en rassemblant les données pour les missions relatives à l'université et celles relatives au CNRS, nous obtenons, pour l'ensemble des déplacements professionnels, le diagramme ci-dessous traduisant la répartition de ces déplacements par mode de transport :

**Figure n°10 : répartition des déplacements professionnels par mode de transport pour l'ensemble des missions en 2019**



Grâce à ces résultats, on remarque que la voiture est le mode de transport le plus utilisé par les membres de l'UMR CITERES (51%) dans le cadre de leur déplacement professionnel. On peut expliquer l'utilisation préférentielle de la voiture plutôt qu'un autre mode de transport pour plusieurs raisons. En partant directement depuis son véhicule, le chercheur n'a pas de temps d'attente aux arrêts des transports en commun. Ce qui permet d'avoir une certaine souplesse dans les déplacements et de réduire le temps de déplacement. Un chercheur qui doit se rendre dans le cadre d'un projet dans un lieu isolé, difficile d'accès ou mal desservi par les moyens de transports (bus, tram, train) se voit contraint de s'y rendre en voiture. De plus la voiture est plus pratique que le train ou les transports en commun pour déplacer du matériel nécessaire pour des installations, enquêtes, mesures et échantillonnages. De plus, pour certains parcours, le trajet en voiture est plus économique qu'en train.

L'utilisation du bus pour les déplacements professionnels est anecdotique, représentant seulement 1% pour les déplacements professionnels. Ce sont des déplacements professionnels de type « terrain » au sein de la région Centre-Val- de Loire, à destination de Saint Cyr sur Loire et Chartres.

On peut supposer que le bus ne propose pas une offre de transport répondant aux besoins des membres de l'UMR CITERES, sûrement dû à la non-déserte d'espace isolé ou d'un temps de transport trop long.

Concernant les déplacements en avion, on remarque que 94% de ces déplacements sont les déplacements professionnels à l'étranger. Seulement 5 déplacements professionnels à l'étranger sont effectués en train (en Italie, Allemagne et Suisse).

On remarque que les recherches documentaires et/ou sur terrain représentent la principale activité du laboratoire (56%). Dans cette même catégorie de déplacement, c'est la voiture qui est le mode de transport le plus utilisé (71%). Le train est le deuxième mode de transport le plus utilisé pour ce motif de déplacement (23%). Les recherches documentaires et/ou sur terrain représentent 36% des déplacements en trains pour l'ensemble des motifs de déplacements du laboratoire.

Les colloques et congrès représentant 11% de l'activité de l'UMR CITERES, sont les motifs de déplacements professionnels où nous remarquons la plus forte utilisation de l'avion. En effet les colloques et congrès représentent 39% des déplacements en avions pour l'ensemble des motifs de déplacements du laboratoire.

Après avoir saisi les 1102 missions (université et CNRS) dans GES 1point5, l'outil calcule les émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble des déplacements professionnels des membres de l'UMR CITERES pour l'année 2019.

Nous obtenons donc avec GES 1point5, les figures suivantes :

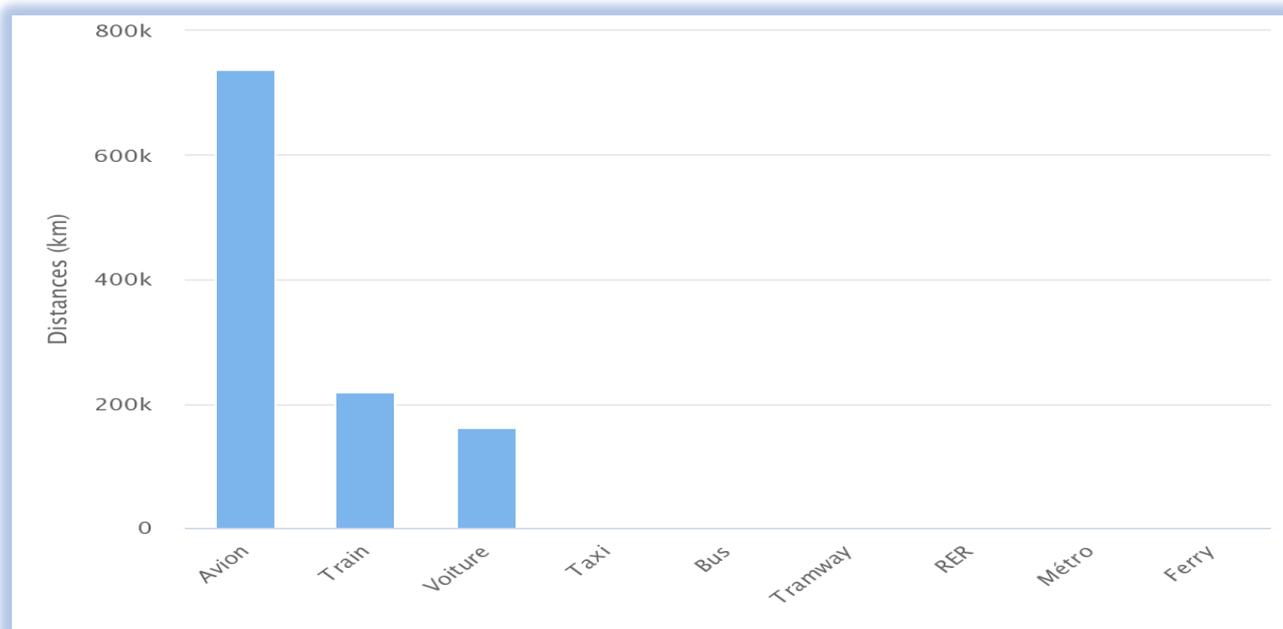


FIGURE 11 : DISTANCES PARCOURUES PAR MODE DE TRANSPORT UTILISES PAR LES MEMBRES DE L'UMR CITERES EN 2019

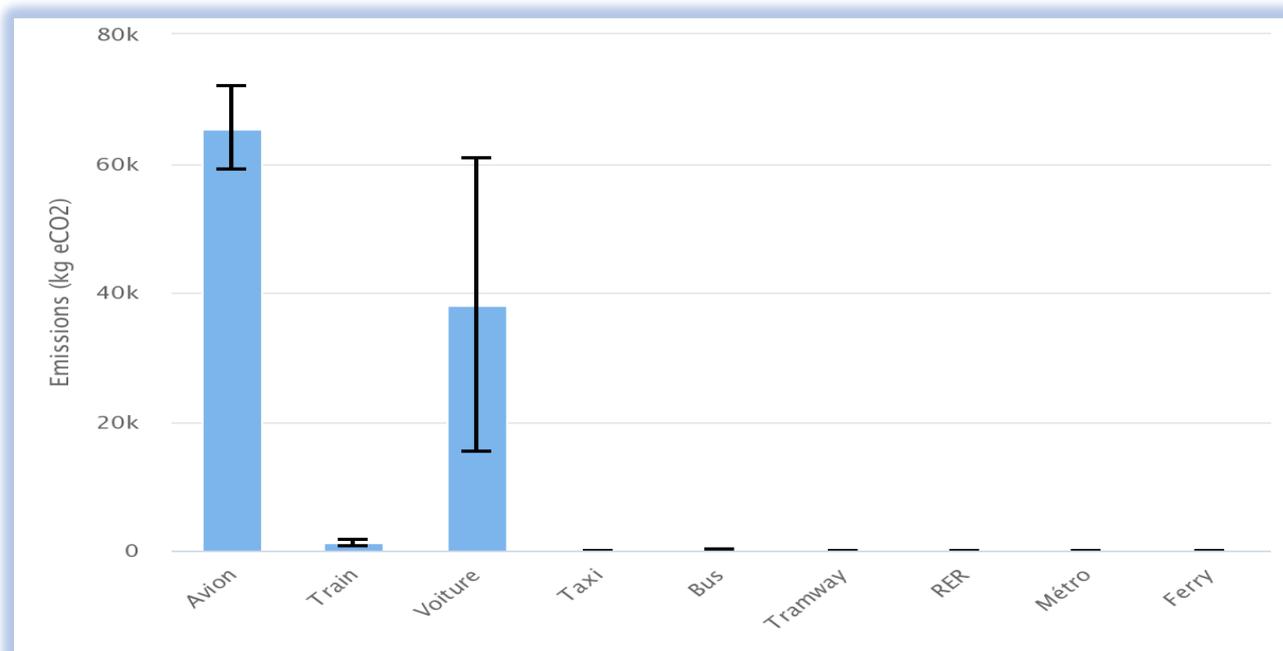


FIGURE 12 : EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE PAR MODE DE TRANSPORT UTILISES PAR LES MEMBRES DE L'UMR CITERES EN 2019

Les incertitudes liées aux facteurs d'émissions pour chaque mode de transport sont représentés par un trait noir.

On remarque que l'avion est le mode de transport qui compte le plus de distances parcourues (+ de 700 000 km) et qui rejette le plus de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (+ de 60 000 kg eCO<sub>2</sub>). En parallèle, le train rejette peu de gaz à effet de serre malgré le nombre de kilomètres parcourus (moins de 20 000 kg eCO<sub>2</sub> pour 200 000 km) par rapport à la voiture (+ de 30 000 kg eCO<sub>2</sub> pour moins de 200 000 km).

Nous pouvons ainsi tirer plusieurs conclusions :

- L'avion et la voiture sont les modes de transports qui émettent le plus de gaz à effet de serre ;
- Les colloques et congrès et les recherches documentaires et/ou sur terrain représentent 68 % des déplacements en avion et 77 % des déplacements en voiture ;
- Les activités les plus émettrices de gaz à effet de serre sont donc les colloques et congrès et les recherches documentaires et/ou sur terrain ;
- Les recherches documentaires et/ou sur terrain représentent la principale activité du laboratoire (56%) mais où l'utilisation de la voiture est la plus importante (73%) ;
- Les colloques et congrès représentant 11% de l'activité de l'UMR CITERES mais où l'utilisation de l'avion est la plus importante (39%) ;
- Le nombre de kilomètres parcourus en voiture est faible, ce sont des déplacements de proximité ;

### 4.3. Déplacements domicile-travail

Au total, 127 membres de l'UMR ont répondu aux questionnaires relatifs au déplacement domicile-travail soit un taux de réponse de 61 %.

Nous obtenons avec Labos 1point5 les résultats suivants :

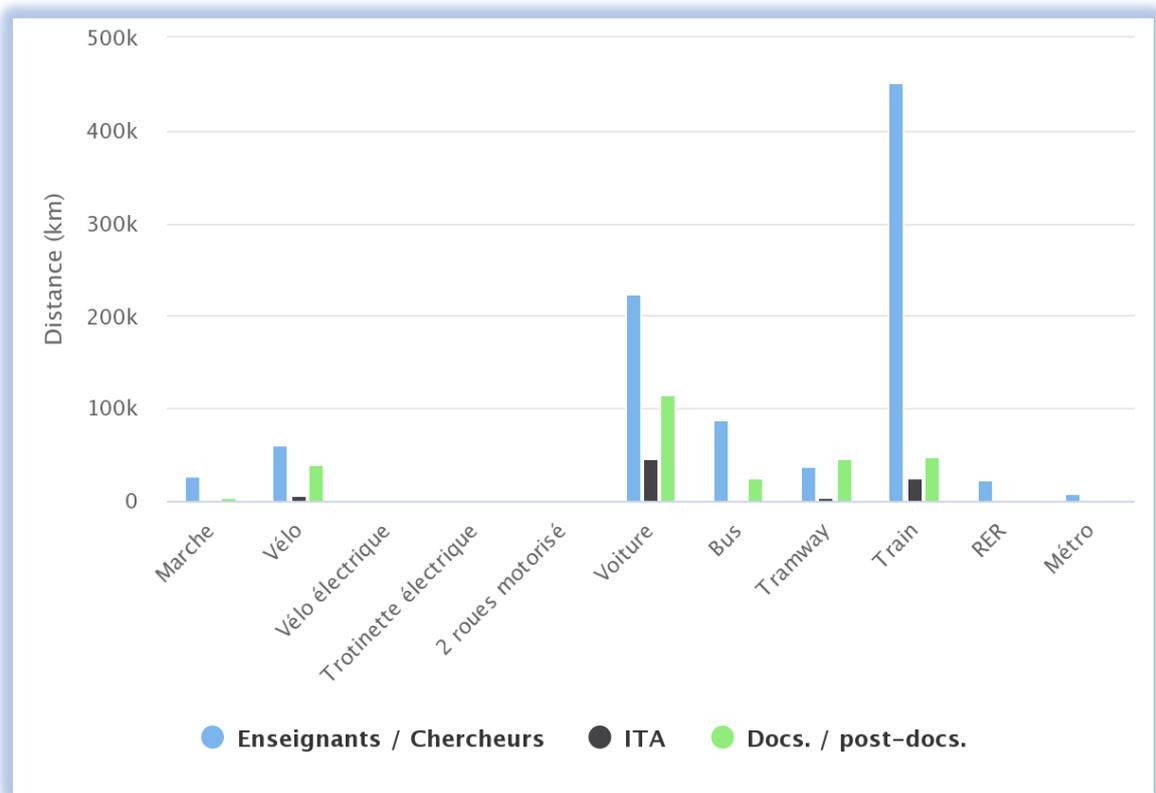


FIGURE 13 : DISTANCE PARCOURUE POUR CHAQUE MODE DE TRANSPORT PAR STATUT POUR LES DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL EN 2019

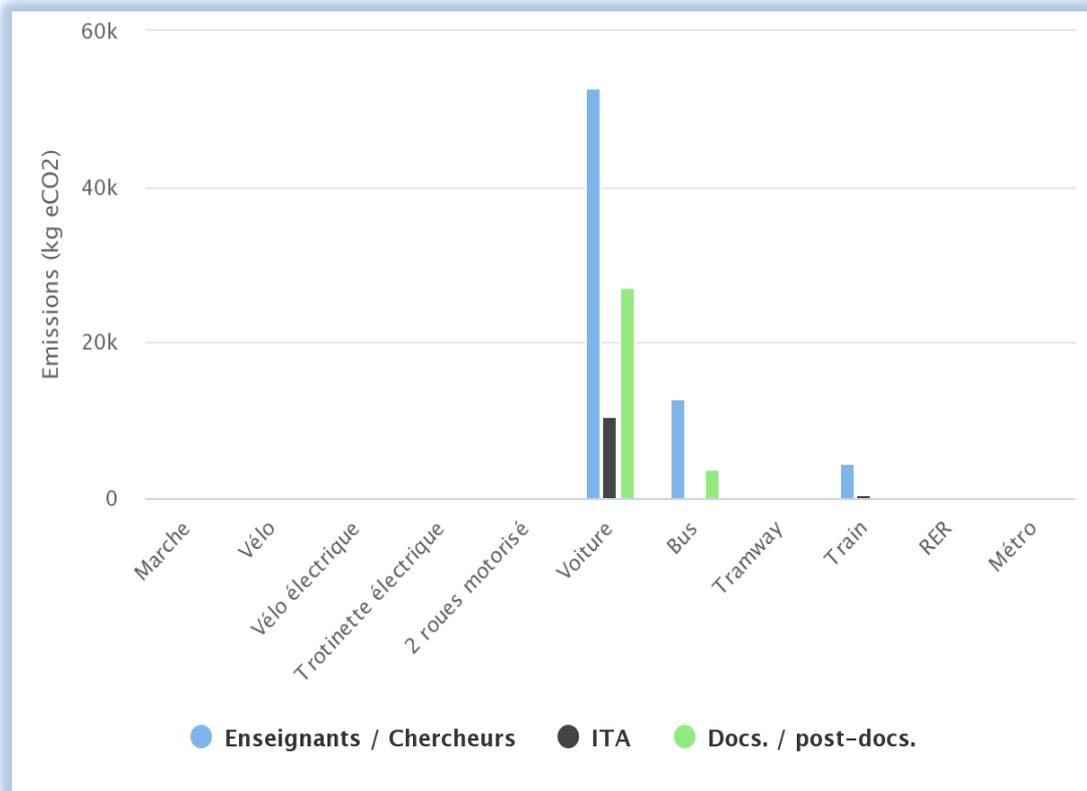


FIGURE 14 : ÉMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE PAR MODE DE DEPLACEMENT AU SEIN DE L'UMR CITERES POUR LES DEPLACEMENTS DOMICILE-TRAVAIL EN 2019

On remarque que le train est le mode de transport qui compte le plus de kilomètres parcourus (+ de 400 000 km) mais qui rejette peu de gaz à effet de serre (- de 20 000 kg eCO<sub>2</sub>).

Le mode de transport qui rejette le plus de gaz à effet de serre est la voiture (+ de 40 000 kg eCO<sub>2</sub>).

On peut souligner le fait qu'aucun ingénieur, technicien, administratif (ITA) ne se rend au travail à pied ou en bus, très peu d'entre eux utilisent le vélo ou le tramway.

On peut voir sur la figure 14, que les ingénieurs, techniciens, administratifs, représenté en noir, sont les membres qui émettent le moins de gaz à effet de serre (- de 20 000 kg eCO<sub>2</sub>). L'enseignant-chercheur représenté en bleu, est le profil de membre qui émet le plus de gaz à effet de serre (+ de 40 000 kg eCO<sub>2</sub>).

On remarque que le mode de transport le plus utilisé pour les trajets domicile-travail est la voiture. On peut noter que ce sont les enseignants-chercheurs qui utilisent plus le train et le RER pour se rendre à l'UR CITERES devant les doctorants/post-doctorants. Ces derniers habitent dans des communes hors de l'agglomération tourangelle ou hors de la région Centre-Val-de Loire comme Vendôme, Potiers, Angers, Rennes on encore Paris. Selon l'encadrant, certains membres se rendent à Tours pour des raisons diverses (enseignement, terrain, réunions etc.) et parcourent ainsi des distances importantes.

#### 4.4. Bilan réglementaire

Après avoir saisi les données pour les postes relatifs aux bâtiments, aux déplacements domicile-travail et professionnels, GES 1point5 calcule et compile les émissions des différents postes pour fournir le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES.

L'empreinte carbone totale de l'UMR CITERES est de : **242 914 ± 98 825 kg eCO<sub>2</sub>**.

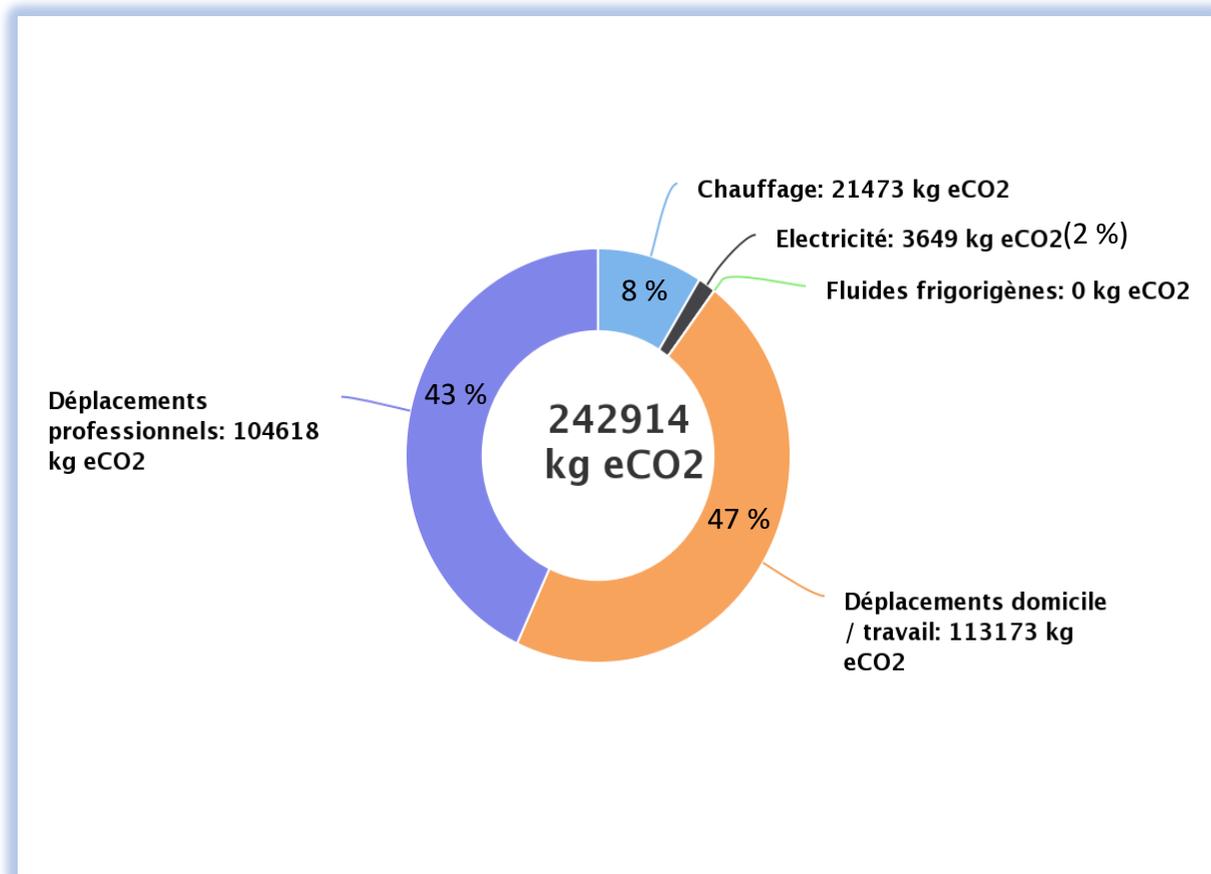


FIGURE 15 : REPARTITION DES EMISSIONS EN KG ECO2 AU SEIN DE L'UMR CITERES POUR L'ANNÉE 2019 POUR LES 4 POSTES D'ÉMISSIONS DE LABOS1POINT5

L'empreinte carbone des déplacements est le poste le plus émetteur de GES représentant **89,66 %** de l'empreinte totale du laboratoire soit **217 791 ± 97 386 kg eCO2**.

Les émissions relatives aux déplacements professionnels représentent 104 618 kg eCO2 soit 48%. Concernant les émissions relatives aux déplacements domicile-travail, cela représente 113 173 kg eCO2 soit 52%.

Les émissions liées aux bâtiments représentent **25 122 ± 1439 kg eCO2 soit 10,34 %** des émissions totales. Les émissions indirectes liées à la consommation de chaleur, vapeur ou de froid représentent 21 473 kg eCO2 soit 85%. Les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité représentent 3 649 kg eCO2 soit 15%.

Après avoir dressé le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES nous pouvons conclure que :

- Le poste lié aux déplacements émet le plus de gaz à effet de serre (presque 90% du bilan) ;
- Les émissions relatives aux déplacements domicile-travail sont plus importantes que les émissions relatives aux déplacements professionnels (47% pour les déplacements domicile-travail et 43 % pour les déplacements professionnels) ;
- La voiture est le mode de transport qui émet le plus de GES pour le poste déplacements domicile-travail ;

- L'avion est le mode de transport qui émet le plus de GES pour le poste déplacements professionnels ;
- Les colloques et congrès sont les motifs de déplacements professionnels où on remarque la plus forte utilisation de l'avion ;
- Le chauffage représente 85% des émissions de GES pour le poste lié aux bâtiments.

Comparons le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES avec celui de l'UMR 1253 IBRAIN. Ce laboratoire, localisé à Tours, est spécialisé en imagerie médicale, neurosciences et génétique, avec un plus petit effectif que l'UMR CITERES. Ce dernier a aussi dressé son bilan grâce à l'outil GES1point5. Ce laboratoire est composé de 183 personnes comprenant :

- 87 enseignants-chercheurs ;
- 60 doctorants/post-doctorants ;
- 36 ingénieurs et techniciens ;

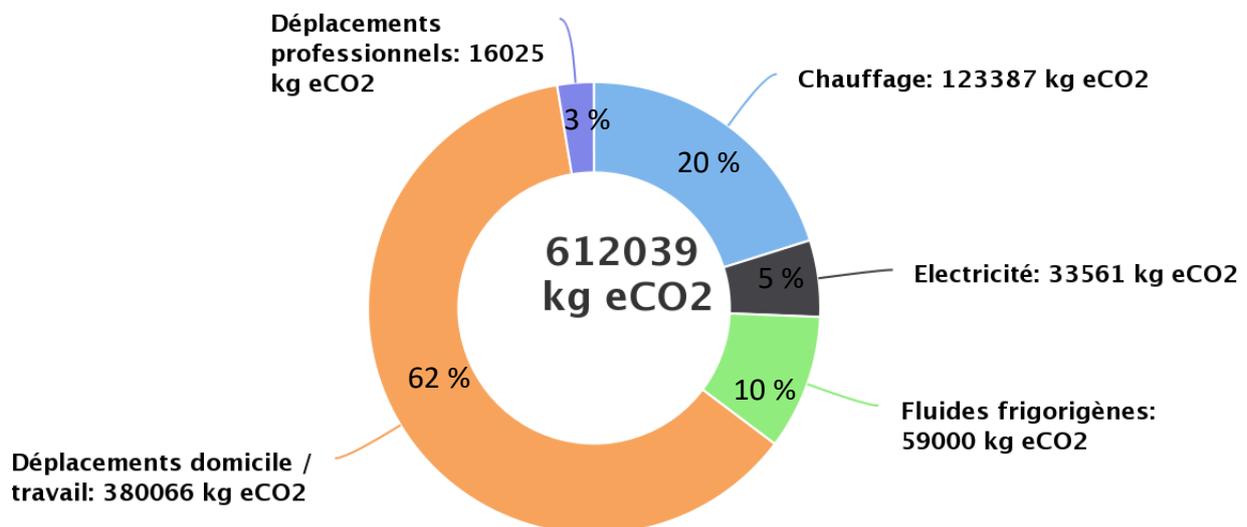


FIGURE 16 : DIAGRAMME DE LA REPARTITION DES EMISSIONS EN KG ECO2 AU SEIN DU LABORATOIRE IBRAIN POUR L'ANNÉE 2019 (AUTEUR : EDDIE LEROUX)

Nous pouvons ainsi remarquer un point commun entre les bilans respectifs des deux laboratoires. Le poste d'émissions consacré aux déplacements domicile-travail est le poste qui émet le plus de gaz à effet de serre. Cela représente 62 % du bilan total pour l'UMR IBRAIN et 47 % du bilan total pour l'UMR CITERES.

Cependant, ces deux laboratoires ayant des domaines d'études et des outils de recherches différents, on observe des différences en termes d'émissions pour les autres postes.

On remarque que la consommation d'électricité est plus importante pour le laboratoire IBRAIN (33 561 kg eCO2) que pour le laboratoire CITERES (3649 kg eCO2). Concernant les déplacements professionnels, on remarque que les membres de l'UMR CITERES émettent plus gaz à effet de serre que les membres du

laboratoire IBRAIN (113 173 kg eCO<sub>2</sub> contre 16 025 kg eCO<sub>2</sub>). On peut expliquer cette différence par le fait que ces deux UMR ont des domaines scientifiques différents, l'un en sciences sociales et l'autre dans le médical. De plus, l'UMR IBRAIN utilise des équipements de recherches qui consomment beaucoup d'électricité pour leur fonctionnement comme des scanners et microscopes, présents au sein du laboratoire.

Au niveau des émissions liées aux chauffages et aux fluides frigorigènes, nous pouvons constater un fort écart entre les bilans des deux laboratoires. (182 387 kg eCO<sub>2</sub> pour IBRAIN et 21 473 kg eCO<sub>2</sub>). Les deux UMR n'évoluent pas dans les mêmes bâtiments. Le laboratoire IBRAIN est localisé au pôle immobilier Tonnelles. Quand on regarde dans le Bilan énergétique 2016-2019 pour chaque bâtiment de l'université de Tours, on remarque que pour le pôle immobilier Tonnelles, 4 de ces bâtiments ont des étiquettes énergétiques faibles (F, E et G). Ce genre d'étiquette énergétique traduit une faible performance énergétique, avec des pertes thermiques importantes souvent liées à une mauvaise isolation. Cela peut impliquer une consommation de chauffage plus importante que dans un bâtiment avec une étiquette énergétique performante (A ou B) ; ce qui explique ainsi une plus forte émission de gaz à effet de serre liée à la consommation de chauffage.

## 5. Pistes de réflexion et propositions.

Cette partie a pour but de proposer différentes pistes de réflexions et alternatives pour permettre à l'UMR CITERES de réduire ces émissions de gaz à effet de serre dans le futur.

### 1 - Adopter de nouvelles pratiques de travail

Pour réduire le nombre de déplacement domicile-travail, le développement de la visioconférence et le travail à distance peuvent être une bonne solution pour diminuer les émissions de gaz à effet de serre. En travaillant directement depuis leur domicile, les membres de l'UMR CITERES ne se déplacent pas, réduisent par conséquent le bilan d'émission de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES.

Comparons maintenant le présentiel impliquant un déplacement en train et le télétravail, depuis le domicile sur un ordinateur.

Prenons l'exemple d'un déplacement professionnel à Paris, ville la plus présente dans les déplacements professionnels en France (147 déplacements soit 16%).

Mode de travail	Présentiel (trajet en train)	Distanciel
<b>Prix</b>	80 € Aller-retour (Source <a href="https://www.oui.sncf/">https://www.oui.sncf/</a> )	Variable selon les applications De 0 à 200€/an
<b>Temps de déplacement aller-retour</b>	3 heures	0
<b>Empreinte carbone de la réunion</b>	<b>18 ± 11 kg eCO<sub>2</sub></b> (Source : GES 1point5)	0,157 kg eCO <sub>2</sub> (Source : Obringer et al. 2021)

Tableau 7 : Comparatif du travail en présentiel et à distance pour un déplacement professionnel pour un projet à Paris

On remarque que **le mode de travail à distance via le télétravail permet de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre**. Le télétravail représente des avantages économiques ainsi qu'un gain de temps vu que le membre ne se déplace pas. Cependant ce mode de travail a certaines limites comme le risque d'isolement, une diminution du lien social avec les autres collègues ou encore le difficile équilibre entre la vie personnelle et professionnel.

Bien que le télétravail puisse permettre de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre, la solution d'imposer 100% de télétravail aux membres du laboratoire n'est pas envisageable. Il s'agirait de trouver un équilibre entre ces deux modes de travail.

Dans un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre, il sera astucieux de mettre en place deux jours de télétravail obligatoire pour les membres de l'UMR CITERES. Si les membres de l'UMR considèrent que le télétravail est un mode de travail qui leur convient et leur correspond, ils pourront télétravailler autant de jours qu'ils le souhaitent mais avec l'obligation de venir au laboratoire au moins un jour en présentiel pour éviter le risque d'isolement et maintenir le lien social avec les collègues. La mise en place de 2 jours minimum de télétravail permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au poste des déplacements domicile-travail, poste occupant 47% du bilan de l'UMR CITERES.

Il faudrait donc alterner entre un mode de travail en présentiel et à distance, c'est-à-dire faire du travail hybride.

Pour chaque motif de déplacement professionnel que nous avons vu précédemment dans la partie 3.2.b), il s'agirait de favoriser au maximum, lorsque cela est possible, le mode de travail à distance. Il s'agirait d'impliquer et mener une réflexion avec les membres du laboratoire concernés, pour savoir ce qui peut être faisable à distance ou non.

Certains déplacements professionnels sont incontournables, par exemple les recherches sur le terrain imposent le travail en présentiel. Pour les enseignements, est-ce vraiment raisonnable qu'un enseignant-chercheur fasse le déplacement en train depuis Paris pour seulement 2h de cours par semaine ? Les cours magistraux peuvent se dérouler en télétravail, mais les travaux pratiques peuvent se dérouler en présentiel pour maintenir une interaction entre les étudiants entre eux et avec leur enseignant. La question des jurys et des examens en distanciel peut être aussi débattue. Concernant les collaborations et les contacts, il faut privilégier dans un premier temps des échanges à distance pour faire connaissance et voir si la collaboration peut se faire, plutôt que de parcourir des milliers de kilomètres en avion sans avoir la certitude d'une collaboration future.

<b>Motifs de déplacements professionnels</b>	<b>Mode de travail à privilégier</b>
Recherches sur terrain	Présentiel
Enseignement	Présentiel pour les travaux pratiques A distance pour les cours magistraux
Visite, contact pour projet	Visite en présentiel Contact pour projet à distance en distanciel
Acquérir de nouvelles connaissances & techniques	Hybride

Colloque-Congrès	Hybride
Autres (restitutions, inauguration etc ...)	Hybride

Tableau n°8 : Propositions de nouvelles pratiques de travail pour chaque motif de déplacement professionnel

Pistes de réflexion :

- Sensibiliser les membres de l'UMR CITERES à propos de l'empreinte carbone de leurs déplacements domicile-travail et de l'empreinte carbone de la visioconférence
- Privilégier les visioconférences au lieu de se déplacer quand cela est possible ;
- Mettre en place collectivement un nombre minimum de jours en télétravail.

## **2 - Inciter à l'utilisation de transports plus écologiques**

### **A – Mettre en place un ou des véhicule(s) électrique(s) en auto-partage**

L'auto-partage est un système dans lequel une organisation permet à plusieurs personnes d'utiliser un véhicule commun plutôt que de disposer d'une voiture personnelle qui reste l'essentiel de son temps au parking, l'utilisateur d'auto-partage dispose d'une voiture uniquement pour la durée de son besoin. Le reste du temps, la voiture est utilisée par d'autres membres. (Source : <https://www.techno-science.net>)

Comparons les émissions de gaz à effet de serre pour un véhicule thermique et un véhicule électrique :

<b>Motorisation</b>	Thermique	Électrique
<b>Fabrication</b>	400	836
<b>Utilisation</b>	1800	120
<b>Total</b>	<b>2200</b>	<b>956</b>

Tableau 9 : Comparaison des Émissions de GES en kgCO<sub>2</sub>e pour 10 000 kilomètres parcourus en France (source : <https://www.hellocarbo.com> )

On remarque que l'utilisation d'un véhicule avec une motorisation électrique permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'environ 56%. De plus, au niveau administratif, la mise en place de véhicules à partager permettra un meilleur suivi des distances parcourues et de la consommation électrique. Une flotte de véhicules en auto-partage peut être mise en place au niveau de l'UMR CITERES ou plus largement au niveau de l'université de Tours, mutualisée avec les autres laboratoires.

Dans le cadre du plan de relance, le gouvernement français a mis en place un bonus écologique pour les professionnels. Ce bonus est présenté comme une aide financière pour l'achat ou à la location d'un véhicule peu polluant (neuf ou d'occasion) pour les véhicules électriques. Ce dispositif de bonus est

applicable depuis le 1<sup>er</sup> juin 2020 et jusqu'au 31 décembre 2021. (Source : <https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/profils/entreprises/bonus-ecologique>)

Le programme ADVENIR propose une aide à l'acquisition de bornes électriques dans son entreprise. En 2021, le taux d'aide total est fixé à 30%. (Source : <https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance>).

Pistes de réflexion :

- Identifier les membres du laboratoire qui ont besoin fréquemment d'une voiture dans le cadre de leurs activités via le biais d'une enquête en interne (fréquence, destination) ;
- En fonction du nombre de membres, déterminer le nombre de véhicules nécessaires ;
- Déterminer quel(s) véhicule(s) électrique(s) répondant le mieux aux besoins des membres ;
- Mutualiser cette flotte de véhicules avec les autres UMR ;

**B - Privilégier les déplacements professionnels en train plutôt qu'en avion**

Au niveau des déplacements professionnels, le défi consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre des chercheurs sans réduire les collaborations nationales et internationales ainsi que la qualité de leur recherche. Nous avons pu remarquer que le train rejette bien moins de gaz à effet de serre que l'avion (cf. partie 5.3).

La piste de réflexion est donc la suivante : privilégier les voyages en train lorsque que cela est possible pour les déplacements professionnels en Europe.

Faisons une comparaison entre un transport en train et un transport en avion vers différentes grandes villes européennes concernées par les déplacements professionnels des membres du laboratoire en 2019.

Destination (au départ de Paris)	Temps de déplacement en avion avec un rajout de 3h pour se rendre à Paris et à l'aéroport depuis Tours (source : <a href="https://www.momondo.fr/">https://www.momondo.fr/</a> )	Émissions de gaz à effet de serre en kg eCO2 (source : GES 1point5)
Venise	5h	<b>246 ± 25</b>
Londres (au départ de Tours)	1h30	<b>124 ± 12</b>
Munich	5h	<b>275 ± 27</b>
Barcelone	4h30	<b>261 ± 26</b>
Bruxelles	5h	<b>101 ± 10</b>
Genève	4h	<b>143 ± 14</b>

Amsterdam	4h	<b>148 ± 15</b>

Tableau 10 : temps de déplacement et émissions de gaz à effets de serre pour des déplacements en avion depuis Paris dans plusieurs grandes villes d'Europe visitées par les membres de l'UMR CITERES en 2019

Destination (au départ de Tours)	Temps de déplacement en train (source : <a href="https://www.oui.sncf/">https://www.oui.sncf/</a> )	Émissions de gaz à effet de serre en kg eCO2 (source : GES 1point5)	Réduction des émissions GES par rapport à l'avion	Temps de déplacement par rapport à l'avion
Venise	17h	<b>99 ± 59</b>	-59%	+12h
Londres	5h	<b>41 ± 25</b>	-66%	+3h30
Munich	8h	<b>95 ± 57</b>	-65%	+3h
Barcelone	9h	<b>60 ± 36</b>	-77%	+4h30
Bruxelles	4h	<b>39 ± 19</b>	-61%	-1h
Genève	6h	<b>37 ± 23</b>	-74%	+2h
Amsterdam	5h	<b>56 ± 34</b>	-62%	+1h

Tableau 11 : temps de déplacement et émissions de gaz à effets de serre pour des déplacements en train depuis Tours dans plusieurs grandes villes d'Europe visitées par les membres de l'UMR CITERES en 2019

En comparant ces deux modes de transports pour des mêmes destinations, **on remarque que le train permet de réduire en moyenne d'environ 66% les émissions de gaz à effet de serre par rapport à un trajet en avion.**

Cependant, le temps de déplacement en train est plus long qu'en avion malgré le temps de déplacement pour se rendre à l'aéroport parisien. C'est donc la limite de ce report, au-delà de plus d'une demi-journée en temps de déplacement, le déplacement en train n'est pas effectuable. En effet, le trajet est trop long et fatigant pour le chercheur.



Figure 17 : Carte du réseau de train européen avec les temps de déplacements entre les différentes grandes gares (Source : <http://www.rendlemanhome.com>)

De plus, en 2019, 8 déplacements professionnels a été effectuée en avion à destination de Marseille. À l'avenir, il faudra limiter au maximum les déplacements en avion en France métropolitaine. Il est possible de se rendre à Marseille autrement qu'en avion. Il sera donc préférable de privilégier le covoiturage et le train, qui sont des modes de transports émettant moins de gaz à effet de serre que l'avion mais qui en termes de temps de déplacement sont plus long.

Pistes de réflexion :

- Sensibiliser les membres de l'UMR CITERES à propos de l'empreinte carbone de l'avion et du train ;
- Limiter au maximum les vols intérieurs en France métropolitaine pour les déplacements professionnels ;
- Limiter la voiture personnelle pour les déplacements et privilégier le covoiturage et le train ;
- Lorsqu'un déplacement doit avoir lieu en Europe, favoriser le trajet en train lorsque le temps de déplacement est inférieur à une demi-journée
- Financer des cartes avantages pour bénéficier de réduction sur les billets de train.

## **C - Utiliser des modes de transports écologiques**

La loi d'orientation des mobilités ou loi LOM a mis en place le Forfait Mobilités Durables (FMD) pour promouvoir l'utilisation des modes doux pour les déplacements quotidiens du domicile jusqu'au lieu de travail. (Source : <https://www.ecologie.gouv.fr/faq-forfait-mobilites-durables-fmd>) Pour les transports en commun public, **la loi LOM oblige l'employeur à prendre en charge 50% de l'abonnement pour l'ensemble de ces salariés.**

<b>Modes de transports</b>	<b>Émissions pour 15 km (gCO2e)</b>	<b>Comparées à un trajet solitaire en véhicule thermique</b>
Métro	86	-97%
Vélo électrique	330	-90%
Bus électrique	330	-90%
Trottinette électrique	374	-88%
Covoiturage classique thermique (À partir de 2 personnes dans le véhicule)	1095	-67%

*Tableau n°12 : Émissions de CO<sub>2</sub> d'un trajet domicile-travail A/R de 15 km en fonction du mode de transport (source : <https://www.hellocarbo.com>)*

Si les moyens économiques le permettent, il sera intéressant pour l'UMR CITERES de financer au-delà des 50% obligatoires pour les abonnements de transports publics. En effet, avec ce financement, cela représentera pour les membres du laboratoire un avantage financier d'utiliser les transports en commun plutôt que leur voiture personnelle.

Ainsi les membres sont davantage incités à prendre les transports en commun et cela fera diminuer les émissions de gaz à effet de serre de l'UMR CITERES.

De plus, dans le cadre de cette réglementation, L'UMR CITERES peut prendre en charge les frais pour les déplacements domicile-travail avec les modes de transport doux suivants :

- Le vélo électrique ou classique ;
- Les véhicules en location ou en libre-service (scooters ou trottinettes électriques) ;
- Le covoiturage (passager ou conducteur)

La prise en charge des abonnements des modes de transports doux prend la forme d'une allocation forfaitaire nommée « forfait mobilités durables », exonérée de cotisations et contributions sociales, dans **la limite de 500 € par an et par salarié à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2021.** (Source : <https://www.urssaf.fr>).

### Pistes de réflexion :

- Sensibiliser les membres de l'UMR sur les émissions des différents modes de transports ;
- Prendre en charge les abonnements de transport en commun au-delà des 50% prévus par la loi LOM ;
- Mettre en place le forfait mobilités durables pour les modes de transports doux ;
- Développer un service de covoiturage en interne.

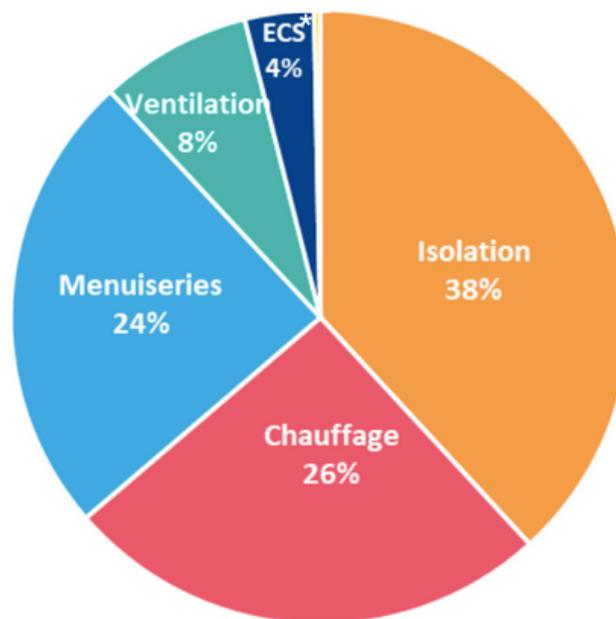
### **3 - Limiter la consommation d'énergie dans les bâtiments de l'UMR CITERES**

Nous l'avons vu précédemment dans la partie diagnostic, les bâtiments occupés par l'UMR CITERES sont en grandes parties des bâtiments appartenant au pôle immobilier de l'université de Tours.

Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées aux bâtiments, il faut réduire la consommation d'électricité et de chauffage des bâtiments.

Cela peut s'opérer grâce à des opérations de rénovations énergétiques en lien avec le projet de loi Climat et résilience qui s'adressent principalement aux bâtiments jugés comme des « passoires énergétiques », ayant des étiquettes énergétiques faibles (F ou G).

Cependant l'ensemble des bâtiments occupés par le laboratoire CITERES ont des étiquettes énergétiques allant de A à D. Cela n'empêche pas de pouvoir œuvrer pour améliorer la performance énergétique de ces bâtiments.



*Figure 18 : diagramme de la répartition des travaux de rénovation énergétique les plus fréquemment réalisés en France (Source : Achitecteo.com) \*ECS : Eau Chaude Sanitaire*

Cependant l'UMR CITERES ne possède pas les leviers d'actions nécessaires pour entreprendre un tel projet de rénovation énergétique. Ces bâtiments ne sont pas la propriété de l'UMR CITERES mais de l'université de Tours. Le laboratoire peut cependant soumettre son souhait de vouloir améliorer la performance énergétique des bâtiments qu'il occupe dans un objectif de réduction d'émissions de gaz à effet de serre.

Cependant en interne, l'UMR CITERES peut agir. Au sein de ces espaces où le laboratoire en est l'un des principaux occupants comme le bâtiment Watt ou Lesseps par exemple. Il s'agirait de programmer des actions simples avec l'équipe d'entretien et de gestion. Si l'ensemble de ces actions sont faites au sein de l'UMR CITERES, cela permettra de réduire dans un premier temps sa consommation énergétique, de réaliser des économies et de baisser ses émissions de gaz à effet de serre dans un second temps.

Voici un ensemble de bonnes actions recommandées par l'ADEME pour réduire la consommation d'énergie au sein des entreprises :

- Programmer une température maximale de 19° la journée en hiver ;
- Améliorer l'éclairage en déployant des éclairages basse consommation
- Renoncer à la climatisation dans les locaux quand la température n'excède pas 30° en respectant un écart maximal de 10° par rapport à la température extérieure ;
- Réduire ou arrêter les systèmes audiovisuels non indispensables ;
- Réduire la consommation des appareils informatiques : paramétrer la veille des ordinateurs, éteindre complètement les écrans la nuit.

#### **4 - Partager et sensibiliser l'ensemble des acteurs de l'UMR CITERES à l'empreinte carbone et au bilan d'émissions de gaz à effet de serre.**

Pour réduire l'empreinte carbone du laboratoire, il faut informer et sensibiliser tous les acteurs de l'UMR CITERES.

##### **Au niveau de l'équipe de direction :**

Il faut souligner le fait qu'il est préférable de privilégier la méthode Bilan Carbone pour dresser les futurs bilans de gaz à effet de serre. Comme vu dans la partie 2.3, Les bilans obtenus avec cette méthode seront bien plus complets et plus représentatifs qu'avec la méthode du collectif labos1point5. Le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'année 2019 de l'UMR CITERES dressé avec GES1point5 est sous-évalué. Si l'UMR CITERES souhaite dresser de manière plus précise son bilan d'émission de gaz à effet de serre, la méthode bilan carbone sera à privilégier.

##### **Au niveau de l'équipe de gestion :**

Comme nous l'avons vu dans la partie 3.2.B), les fichiers de données nécessaires pour dresser le bilan d'émissions de gaz à effet de serre ont dû être retravaillés pour être exploités par l'outil GES1point5.

Il serait donc judicieux de consacrer du temps avec l'équipe de gestion au sujet du format prérequis des données pour que l'outil GES 1point5 puisse les exploiter.

C'est en discutant ensemble sur la forme requise du fichier missions, c'est-à-dire la manière dont le fichier doit s'organiser avec le pays de départ avec sa norme ISO, le Motif du déplacement comme nous l'avons décrit dans la partie 3.2.B.

Après cet échange, le fichier mission, élaboré par l'équipe de gestion, sera alors directement prêt à être exploitées dès sa création. Cette action permettra d'économiser un temps non négligeable pour la personne qui élaborera le bilan d'émissions de gaz à effet de serre pour le laboratoire CITERES avec l'outil GES 1point5 dans les années à venir.

##### **Au niveau de l'ensemble de l'UMR :**

L'ensemble des acteurs de l'UMR CITERES doit être conscient de l'empreinte carbone du laboratoire et savoir quelles sont les sources les plus émettrices de gaz à effet de serre dans leurs pratiques.

Il s'agirait d'impliquer et de sensibiliser les membres de l'UMR dans cet objectif commun de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Associations et événements émergent en France pour informer et amener la population à se sentir concerner par les problèmes environnementaux comme la Fondation Surfrider, la Fondation Nicolas Hulot ou encore les fresques du climat.

Du 13 septembre au 1er octobre, l'Université de Tours animera la 1ère édition de la Rentr'Ecolo. Le but de cet évènement est de sensibiliser et de faire prendre conscience aux étudiants, enseignants et personnels,

du défi que représente le changement climatique et les enjeux de la transition écologique, à travers des animations et débats.

Durant cette période, il sera intéressant de proposer une table ronde avec les membres de l'UMR CITERES. En présentant dans un premier temps, la démarche du collectif Labos1point5 concernant la réduction des impacts des activités de la recherche scientifique sur l'environnement en France ainsi que le bilan d'émissions de gaz à effet de serre de l'année 2019.

Puis par la suite, des échanges et débats peuvent avoir lieu pour avoir une réflexion sur l'impact de la recherche en France sur l'environnement et sur les solutions à envisager pour réduire ces émissions de gaz à effet de serre. C'est en ayant une participation active entre tous les acteurs de l'UMR CITERES (doctorants, chercheurs, personnel administratif et ingénieurs) que des solutions pourront émerger collectivement pour réduire les émissions dans les pratiques scientifiques.

En parallèle, il existe des gestes du quotidien faciles pour faire diminuer l'empreinte carbone.

On les nomme les gestes éco-responsables. Ce sont des actions simples, il serait facile d'afficher des panneaux d'informations dans les parties communes (couloirs, toilettes cafétéria), bureaux ou salles de réunion de CITERES laboratoire.

Ces derniers pourront ainsi sensibiliser les utilisateurs et les amener à pratiquer des gestes éco-responsables du quotidien.



Figure n°19 : Exemple type d'affichages pour la sensibilisation aux gestes écoresponsables (Source : Université de Bordeaux).

## Conclusion

Le 1<sup>er</sup> bilan de gaz à effet de serre du laboratoire CITERES a été dressé avec l'outil GES 1point5 créé par le collectif de chercheurs labos1point5 ayant pour objectif de développer une démarche de transformation de la communauté scientifique française axée sur la réduction de son empreinte environnementale.

L'empreinte totale du laboratoire mesurée est estimée à **217 791 ± 97 386 kg eCO<sub>2</sub>**.

L'empreinte carbone des déplacements est le poste le plus émetteur de GES représentant **89,66 %** des émissions totales.

Les émissions liées aux bâtiments représentent **25 122 ± 1439 kg eCO<sub>2</sub> soit 10,34 %** des émissions totales.

L'outil GES1point5 ne prend pas en compte le scope n°3 (achat de matériel et de services, gestion des déchets...).

Ainsi, le bilan d'émissions de gaz à effet de serre est sous-évalué mais permet d'avoir un ordre de grandeur.

Il est préférable de privilégier à l'avenir la méthode Bilan Carbone pour fournir un bilan de gaz à effet de serre plus complet et plus représentatif.

Pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre, le laboratoire doit sensibiliser ses membres vis-à-vis de son empreinte carbone.

De plus, plusieurs pistes de réflexions peuvent être concertées et débattues avec l'ensemble des acteurs de l'UMR CITERES dans un objectif commun de réduction de l'empreinte carbone du laboratoire : privilégier des modes de travail à distance, inciter ses salariés à se rendre au travail en utilisant des modes de transport doux et en finançant des abonnements divers.

Les scientifiques alertent sur l'importance de baisser nos émissions de gaz à effet de serre face à l'urgence climatique.

Paradoxalement, ces derniers voyagent beaucoup et participent eux aussi au réchauffement climatique.

Pour obtenir un poste, des financements ou des publications, les chercheurs sont incités à avoir une hyper mobilité, afin d'élargir leur réseau et opportunités de projet de recherche (Décryptage de publications scientifiques sur l'empreinte environnementale des activités de recherche N°1 - *Étudier la mobilité durable...des autres ?* 10 décembre 2020 par labos1point5).

Cette urgence climatique ne serait-elle pas l'occasion de questionner le mode de fonctionnement de la recherche en France ?

Il est urgent de trouver le bon rapport entre produire des connaissances et protéger notre planète.

## Bibliographie

150 membres de la Convention Citoyenne pour le Climat. (2021). *Les propositions de la convention citoyenne pour le climat* (N° 1 ; p. 460).

*Actualité technologique et scientifique*. (s. d.). Techno-Science.net. Consulté 14 août 2021, à l'adresse <https://www.techno-science.net/>

ADEME - (s. d.). *Documentation Base Carbone*. Consulté 20 mai 2021, à l'adresse [https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD\\_DOC\\_FR/index.htm?passage du pcs au pci.htm](https://www.bilans-ges.ademe.fr/documentation/UPLOAD_DOC_FR/index.htm?passage%20du%20pcs%20au%20pci.htm)

ADEME - *Site Bilans GES*. (s. d.). Consulté 2 mai 2021, à l'adresse <https://www.bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/decouverte/siGras/1>

Archives des #Réduire. (s. d.). *Carbo*. Consulté 14 août 2021, à l'adresse <https://www.hellocarbo.com/blog/reduire/>

Association négaWatt. (2020). *Objectif : 55 % de réduction de gaz à effet de serre en 2030* (p. 15).

*Chercher en laboratoire | CNRS*. (2017, septembre 28). Consulté 25 mai 2021, à l'adresse <https://www.cnrs.fr/fr/chercher-en-laboratoire>

Citepa. (2020). *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France* (p. 459). [https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa Rapport-Secten\\_ed2020\\_v1\\_09072020.pdf](https://www.citepa.org/wp-content/uploads/Citepa_Rapport-Secten_ed2020_v1_09072020.pdf)

DECADT, T. (2016, septembre 27). *Un mois, un éco-geste : En juin, j'imprime en noir et blanc et en recto-verso*. <https://www.u-bordeaux.fr/>. <http://www.u-bordeaux.fr/Actualites/De-l-universite/Un-mois-un-eco-geste-en-juin-j-imprime-en-noir-et-blanc-et-en-recto-verso>

Dureuil, L. (2011). *Les intérêts et les limites d'un Bilan Carbone® Patrimoine et Services pour une Ville : Le cas de la Ville de Troyes*. 86.

*Empreinte environnementale de la recherche au Cnam—14.01.2021—YouTube*. (s. d.). Consulté 1 septembre 2021, à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=kxXCzpdGHH8&t=156s>

*FAQ : Le forfait mobilités durables (FMD)*. (s. d.). Ministère de la Transition écologique. Consulté 14 août 2021, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/faq-forfait-mobilites-durables-fmd>

*Forfait mobilités durables—Urssaf.fr*. (s. d.). Consulté 14 août 2021, à l'adresse <https://www.urssaf.fr/portail/home/employeur/calculer-les-cotisations/les-elements-a-prendre-en-compte/les-frais-professionnels/les-frais-de-transport/trajet-domicilelieu-de-travail/prise-en-charge-facultative-des/forfait-mobilites-durables.html>

Kerebel, C. (2021). *Bilan Carbone de l'Université de Tours* (p. 109).

*La loi d'orientation des mobilités*. (s. d.). Ministère de la Transition écologique. Consulté 14 août 2021, à l'adresse <https://www.ecologie.gouv.fr/loi-d-orientation-des-mobilites>

Labos1point5. (s. d.). *1point5 | Transformer la recherche collectivement*. Consulté 19 avril 2021, à l'adresse <https://www.labos1point5.org/>

Labos1point5. (2020). *Décryptage de publications scientifiques sur l'empreinte environnementale des activités de recherche ; N°1—Etudier la mobilité durable... Des autres ?* <https://www.labos1point5.org/les-decryptages>

Lagueux-Beloin, A. (2021, mai 26). *Visioconférence : Éteindre sa caméra, c'est bon pour le climat*. Unpointcinq. <https://unpointcinq.ca/agir/visioconference-eteindre-sa-camera-climat/>

Mariette, J., Blanchard, O., Berné, O., & Ari, T. B. (2021). An open-source tool to assess the carbon footprint of research. *ArXiv:2101.10124 [Cs]*. <http://arxiv.org/abs/2101.10124>

Mayer, N. (s. d.). « *Pour combattre le réchauffement climatique il faut s'attaquer à la source : La surexploitation de la planète* », alertent des scientifiques. Futura. <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/climatologie-combattre-rechauffement-climatique-il-faut-attaquer-source-surexploitation-planete-alertent-scientifiques-69220/>

Mayer, N. (2021, août 1). « *Pour combattre le réchauffement climatique il faut s'attaquer à la source : La surexploitation de la planète* », alertent des scientifiques. Futura. <https://www.futura-sciences.com/planete/actualites/climatologie-combattre-rechauffement-climatique-il-faut-attaquer-source-surexploitation-planete-alertent-scientifiques-69220/>

MEYERS, C. (2019). *Bilan Carbone de l'UCLouvain : Méthodologie, résultats et plan d'action*.

Michaut, C. (2020, mars 9). Les scientifiques cherchent à réduire leur empreinte carbone. *Le Monde*.

[https://www.lemonde.fr/sciences/article/2020/03/09/les-scientifiques-cherchent-a-reduire-leur-empreinte-carbone\\_6032392\\_1650684.html](https://www.lemonde.fr/sciences/article/2020/03/09/les-scientifiques-cherchent-a-reduire-leur-empreinte-carbone_6032392_1650684.html)

Obringer, R., Rachunok, B., Maia-Silva, D., Arbabzadeh, M., Nateghi, R., & Madani, K. (2021). The overlooked environmental footprint of increasing Internet use. *Resources, Conservation and Recycling*, 167, 105389. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105389>

Pachauri, R. K., Meyer, L. A., & Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat. (2015). *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse*.

URSSAF (s. d.). *Prise en charge obligatoire des frais de transport en commun*. (s. d.). Urssaf.fr. Consulté 14 août 2021, à l'adresse <https://www.urssaf.fr/portail/home/employeur/calculer-les-cotisations/les-elements-a-prendre-en-compte/les-frais-professionnels/les-frais-de-transport/trajet-domicilelieu-de-travail/prise-en-charge-obligatoire-des.html>

Reporterre, A.-R. K. (s. d.). *Des scientifiques mettent en cause leur empreinte écologique*. Reporterre, le quotidien de l'écologie. Consulté 3 mai 2021, à l'adresse <https://reporterre.net/Des-scientifiques-mettent-en-cause-leur-empreinte-ecologique>

Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., Mahmoud, M. I., Laurance, W. F., & 15,364 scientist signatories from 184 countries. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*, 67(12), 1026-1028. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix125>

Tissandier, P., & Mariani-Rousset, S. (2019). Les bénéfices du télétravail : Mobilité modérée : réduction du stress et des émissions de gaz à effets de serre. *Revue francophone sur la santé et les territoires*. <https://doi.org/10.4000/rfst.397>

Tp, P. P. C. (2012). *Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur les incertitudes des Bilans Carbone© sans avoir jamais osé le demander*. 3.

UMR 7324 Cités, territoires, environnement et sociétés. (s. d.). *Vague C : campagne d'évaluation 2016—2017* (p. 69).

WATRINET, E. (2021, février 10). Forfait Mobilité Durable : Le guide pour décarboner vos trajets domicile - travail. *Carbo*. <https://www.hellocarbo.com/blog/reduire/forfait-mobilite-durable/>

# Annexes

## Annexe 1 : Récapitulatif des choix effectués concernant les facteurs d'émission

Olivier Aumont, Odile Blanchard, Emmanuel Lellouch juillet  
2020

### Note préalable :

Dans le fichier des facteurs d'émissions (FE), un facteur d'émission « Amont » correspond aux émissions en amont de la combustion du combustible, c'est-à-dire celles liées à l'extraction, transport, raffinage, production, distribution du combustible. Dans le cas de l'électricité, les émissions liées au transport et à la distribution font partie de l'amont.

Un facteur d'émission « Fabrication » correspond aux émissions générées par la fabrication de l'équipement consommateur d'énergie (véhicule, ...).

### Electricité

#### Choix effectués :

FE mix moyen, consommation, France continentale : valeur de la Base Carbone. Sa valeur change chaque année.

FE mix moyen, consommation dans les DOM-TOM : valeurs de la Base Carbone pour les données existantes.

Répartition entre le FE « combustion à la centrale » et le FE « amont + émissions fugitives » de Tahiti et de la Polynésie française hors Tahiti : la même que celle de la Martinique.

Pour la Nouvelle-Calédonie : FE de la Guadeloupe

Pour Wallis et Futuna et pour les Terres Australes et Antarctiques françaises : FE de Saint-Pierre et Miquelon

#### *Justification du FE électricité pour la France continentale*

Dans son découpage par usage, la Base Carbone fournit un FE « usage : autres (BTP, recherche, armée, etc...) consommation ».

Cependant, suite à un échange avec la responsable des FE de la Base Carbone à l'Ademe, sa réponse a été (5/03/2020) :

« Je vous confirme qu'il serait plus pertinent d'utiliser le facteur d'émission moyen pour vos labos et non le FE « autre ». Cette catégorie est très « fourre-tout » et les centres de recherche concernés sont les gros centres de recherche non couverts par les études nationales d'enquête du CEREN, du type du centre ITER. »

Justification des choix effectués pour les FE électricité manquant pour certains DOM-TOM

Mix de prod électrique des DOM-TOM						
	Réunion (2018)	Guadeloupe (2018)	Martinique (2015)	Polynésie française (2017)	Nouvelle Calédonie (2017)	
<b>Fossiles</b>	64%	79%	93%	71%	83%	
dont charbon	36%	26%			31%	
dont fioul		53%	93%		51%	
dont fioul + gazole	28%			71%		
dont kérosène					1%	
<b>ENR</b>	36%	21%	7%	29%	17%	
dont hydro	20%	2%		24%	14%	
dont PV		6%	5%	5%	1%	
dont éolien		3%			2%	
dont bagasse	7%	3%				
dnt géothermie		6%				
dont autres ENR	9%	1%	2%			
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%	
<b>Facteurs émission source Base C Ademe</b>	<b>Réunion</b>	<b>Guadeloupe</b>	<b>Martinique</b>	<b>Tahiti</b>	<b>Nouvelle Calédonie</b>	<b>Polynésie française hors Tahiti</b>
<b>FE total kgeCO2/kWh</b>	0,7800	0,7021	0,8395	0,1390	nc	0,2560
FE combustible	0,7010	0,6120	0,7160	nc	nc	nc
FE amont + émissions fugi	0,0790	0,0901	0,1235	nc	nc	nc
Part (amont + em fug) / to	10%	13%	15%			
nc = non connu						
Sources des mix électriques :						
<a href="http://regions-france.org/actualites/en-direct-des-regions/reunion-lhydraulique-star-mix-electrique/">http://regions-france.org/actualites/en-direct-des-regions/reunion-lhydraulique-star-mix-electrique/</a>						
<a href="https://www.guadeloupe-energie.gp/chiffre-cles-de-lenergie/4375-2/">https://www.guadeloupe-energie.gp/chiffre-cles-de-lenergie/4375-2/</a>						
<a href="https://www.service-public.pf/sde/wp-content/uploads/sites/15/2020/02/BEPF_2017_website_online.pdf">https://www.service-public.pf/sde/wp-content/uploads/sites/15/2020/02/BEPF_2017_website_online.pdf</a>						
<a href="https://www.enercal.nc/sites/portail/files/le_systeme_electrique_caledonien_bilan_2017_1.pdf">https://www.enercal.nc/sites/portail/files/le_systeme_electrique_caledonien_bilan_2017_1.pdf</a>						
<a href="https://www.edf.mq/edf-en-martinique/les-engagements-edf-en-martinique/nos-energies">https://www.edf.mq/edf-en-martinique/les-engagements-edf-en-martinique/nos-energies</a>						

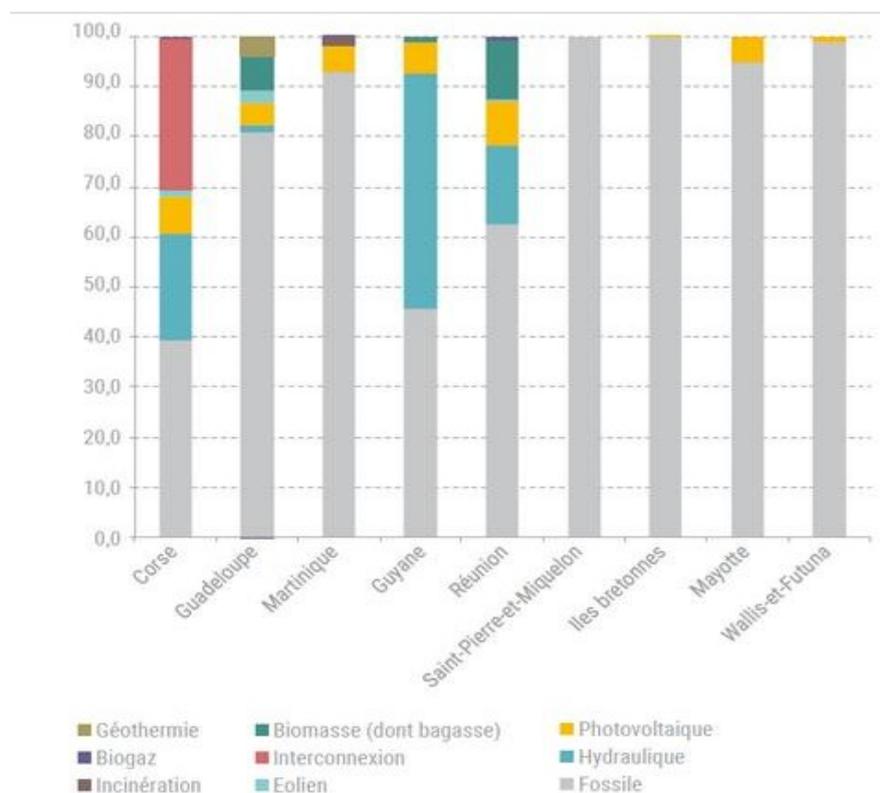
Pour Tahiti et la Polynésie française hors Tahiti, il manque la décomposition du FE total en 2 FE dans la Base Carbone : FE combustion à la centrale et FE amont + émissions fugitives.

Comme les FE "amont (+ émissions fugitives)" sont essentiellement ceux de l'amont des combustibles, le DOM qui a un mix électrique fossile le plus proche de celui de la Polynésie française est la Martinique, avec 100% de fioul dans ses fossiles, comme la Polynésie. Donc pour Tahiti et pour la Polynésie française hors Tahiti, nous prenons la répartition FE combustion à la centrale et FE amont + émissions fugitives de la Martinique, soit respectivement 85% et 15%.

Il manque les FE électricité pour la Nouvelle Calédonie dans la Base Carbone. Comme le mix de production électrique de la Nouvelle Calédonie est relativement proche de celui de la Guadeloupe, nous prenons les FE de la Guadeloupe pour ceux de la Nouvelle Calédonie.

Il manque les FE électricité pour Wallis et Futuna et pour les Terres Australes et Antarctiques françaises dans la Base Carbone. Le mix électrique de ces territoires étant proche de ou égal.

100% de fossiles diesel, nous prenons le FE de St-Pierre & Miquelon car le mix électrique de St-Pierre & Miquelon est de 100% fossiles diesel. Voir les sources ci-dessous  
 Mix électrique des DOM, 2016



Source : <https://www.cre.fr/Transition-energetique-et-innovation-technologique/soutien-a-la-production/transition-energetique-dans-les-zni>

Electricité fossile à Wallis & Futuna : 100 % gazole ; source : <http://www.wallis-et-futuna.gouv.fr/content/download/6141/41421/file/PPE%20pour%20les%20C3%AEles%20Wallis%20et%20Futuna.pdf>

Electricité fossile à Saint Pierre & Miquelon : 100 % gazole ; source [https://www.edf.pm/sites/default/files/SEI/producteurs/st-pierre-et-miquelon/edf\\_sei\\_bp2017\\_saint-pierre-et-miquelon.pdf](https://www.edf.pm/sites/default/files/SEI/producteurs/st-pierre-et-miquelon/edf_sei_bp2017_saint-pierre-et-miquelon.pdf)

Electricité fossile dans les TAAF : 100% gazole : <https://taaf.fr/collectivites/presentation-des-territoires/la-terre-adelie/>

## Voiture

Choix effectué : prise en compte dans les FE des émissions amont des combustibles et des émissions de la fabrication des véhicules, car les émissions liées à la fabrication ne sont pas négligeables par km parcouru (contrairement à l'avion). Ces émissions liées à la fabrication sont mêmes prépondérantes (à 80%) dans le cas de véhicules électriques.

Jusqu'à juin 2020, la Base Carbone donnait les FE liés à la fabrication des voitures. Ces FE ont été supprimés de la Base Carbone lors de la révision des FE transport par km parcouru (juillet 2020), sauf pour les véhicules électriques et les véhicules hybrides.

Nous avons décidé de les garder dans GES1point5 car il nous paraît important d'avoir une approche empreinte globale cohérente entre tous les véhicules.

Valeurs des FE combustion et amont: celles de la Base Carbone.

Empreinte fabrication des véhicules GPL et GNV : même empreinte que les véhicules essence et diesel : 0,04 kgeCO<sub>2</sub>/ km (qui sont les FE archivés de la Base Carbone pour ces 2 types de véhicules)

Les émissions liées aux infrastructures routières ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

## Motos

Des facteurs d'émission sont fournis dans la Base Carbone pour 2 types de motos : < 250 cm<sup>3</sup> et > 250 cm<sup>3</sup>.

Nous souhaitons retenir un seul facteur d'émission pour les motos, sinon la collecte des données en serait très compliquée.

A titre conservateur, nous retenons donc le FE le plus élevé, c'est-à-dire celui des motos de plus de 250 cm<sup>3</sup>.

Comme pour les voitures, jusqu'à juin 2020, la Base Carbone donnait le FE lié à la fabrication des motos. Ce FE a été supprimé de la Base Carbone lors de la révision des FE transport par km parcouru (juillet 2020). Nous avons décidé de le garder dans GES1point5 car il nous paraît important d'avoir une approche empreinte globale : nous retenons le FE fabrication archivé pour les motos de moins de 750 cm<sup>3</sup> en zone urbaine

## Bus

Bus d'agglos de moins de 100 000 hab (assimilé à autobus urbain province du guide des facteurs d'émissions Ademe 2010<sup>1</sup>) : 137 geCO<sub>2</sub>/pass.km pour la combustion et l'amont + 9 g eCO<sub>2</sub> pour les émissions fabrication. Total : 146 geCO<sub>2</sub>/pass.km

Bus d'agglos de 100 à 250 000 hab (assimilé à autobus urbain province de Ademe 2010) : 146 g eCO<sub>2</sub> pour la combustion et l'amont + 10 geCO<sub>2</sub> pour les émissions fabrication.  
Total : 156 g eCO<sub>2</sub> / pass.km

Bus d'agglos de + de 250 000 hab (assimilé à autobus Ile de France de Ademe 2010) : 129 g eCO<sub>2</sub> pour la combustion et l'amont + 6 geCO<sub>2</sub> pour les émissions fabrication. Total : 135 g eCO<sub>2</sub> / pass.km

Justification : la Base Carbone ne prend pas en compte les émissions de la fabrication des bus, alors que celles-ci ne sont pas négligeables : entre 3,8% (bus Ile de France) et 12,8% (minibus) des émissions dans la version 2010 des FE Ademe.

<sup>1</sup> Ademe, 2010. Bilan Carbone entreprises et collectivités, Guide des facteurs d'émission, version 6.1, p.25.

D'où ajout aux FE des bus de la Base Carbone actuelle la composante fabrication, en prenant les pourcentages des émissions dues à la fabrication donnés dans Ademe 2010 :

- bus d'agglos de moins de 100 000 hab et bus d'agglos de 100 à 250 000 hab (assimilés à autobus urbain province de Ademe 2010) : 93,8% des émissions totales pour la combustion et l'amont, 6,2 % des émissions totales pour la fabrication
- bus d'agglos de + de 250 000 hab (assimilé à autocar interurbain de Ademe 2010) : 95,4% des émissions totales pour la combustion et l'amont, 4,6 % des émissions totales pour la fabrication

## Train

Considérer que les FE du train en France sont valables aussi pour les trains en Suisse.

FE en France des trajets en train < 200km : 10 g eCO<sub>2</sub> /pass.km de consommation d'énergie+ amont + 8 g eCO<sub>2</sub> /pass.km pour la fabrication = 18 g eCO<sub>2</sub> / pass.km

FE en France des trajets en train >= 200 km (= trajets effectués en TGV) : 1,73 g eCO<sub>2</sub> /pass.km de consommation d'électricité, arrondi à 2g + 1 g eCO<sub>2</sub> /pass.km pour la fabrication = 3 g eCO<sub>2</sub> / pass.km

Pour un trajet exclusivement international, FE retenu : 35g eCO<sub>2</sub>/pass.km de consommation d'énergie + 2 g eCO<sub>2</sub> /pass.km pour la fabrication = 37 g eCO<sub>2</sub>/pass.km

Pour un trajet mixte en France et international, FE retenu : 15g eCO<sub>2</sub>/pass.km de consommation d'énergie + 1 g eCO<sub>2</sub> /pass.km pour la fabrication = 16 g eCO<sub>2</sub>/pass.km

Justification de ces FE

### **FE des trains roulant exclusivement en France :**

Pour les FE du train en France + Suisse, nous prenons 200 km comme limite inférieure pour les trajets en TGV : tous les déplacements inférieurs à 200 km sont effectués soit en TER, soit en train « Intercité » / grandes lignes. Tous ceux supérieurs ou égaux à 200 km le sont en TGV (ou trains équivalents, en Suisse).

- ***FE liés à la fabrication des trains***

Dans la Base Carbone, les FE des trains en France n'incluent pas les émissions liées à la fabrication des trains ni celles des infrastructures non encore amorties ou à entretenir.

Cela dit, les émissions liées à la fabrication des trains ne sont pas négligeables si on se réfère à l'étude ci-dessous :

	Consommation énergétique [g.eqCO2/voy.km]	Amortissement construction [g.eqCO2/voy.km]	Usure de l'infrastructure [g.eqCO2/voy.km]	Total [g.eqCO2/voy.km]
<b>Autorail X 73 500</b>	172,3	12,9	7,2	192,4
<b>Autorail XGC tri caisse</b>	102,1	8,7	4,8	115,6
<b>Automotrice tri caisse</b>	11,4	8,1	4,5	23,9
<b>TGV Réseau</b>	5,6	1,7	2,6	9,9
<b>TGV Duplex</b>	3,7	1,1	1,8	6,6

Source du tableau ci-dessus :

[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89missions\\_de\\_CO2\\_des\\_transports\\_ferroviaires\\_en\\_France](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89missions_de_CO2_des_transports_ferroviaires_en_France)

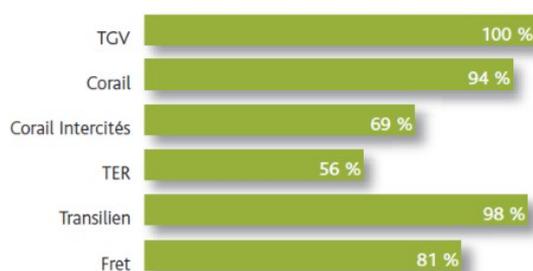
Les émissions de fabrication des trains contribuent dans une proportion de 7% à 17% dans le total des émissions par pass-km . C'est pourquoi, nous proposons de tenir compte des émissions liées à la fabrication des trains, comme nous l'avons fait pour les bus. Compte tenu du tableau ci-dessus, nous retenons les FE suivants pour la fabrication des trains français :

- 8 g eCO2 /pass.km pour la fabrication des TER, des trains inter-cités et grandes lignes
- 1 g eCO2 /pass.km pour la fabrication des TGV
  - **FE liés aux consommations d'énergie des trains (électricité ou diesel)**

**Pour les trajets inférieurs à 200 km**, nous retenons un FE des consommations d'énergie des trains de 10 g eCO2 / pass-km, basé sur les éléments partiels trouvés :

- nous n'avons pas trouvé de données de trafic TER & trains hors TGV réparti en passagers-kms trains électrifiés versus trains diesel
- le FE des trains Intercités est de 5,29 g eCO2 /pass.km, celui des TER 24,8g eCO2 /pass.km, celui des Transiliens 4,1g eCO2 /pass.km (valeurs 2019 de la Base Carbone mises à jour en juillet 2020)
- les proportions de kms de voies électrifiées pour les trains Corail, Corail Intercités, TER et Transiliens sont les suivantes :

**Répartition de l'électrification par modes  
de transport ferroviaire (grande vitesse, Corail, TER, urbain, fret)**



*Illustration : électrification par type d'activité ferroviaire (source : SNCF)*

Source : Simian B., 2018. Rapport final sur le verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France, p.39

[https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions\\_services/cge/verdissement\\_flotte\\_ferroviaire.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/verdissement_flotte_ferroviaire.pdf)

- Nous faisons l'hypothèse que les trajets effectués par les membres des labos sont majoritairement sur les lignes électrifiées (qui sont les lignes les plus fréquentées), par rapport aux lignes non électrifiées (en zones peu densément peuplées).

**Pour les FE des consommations d'électricité des TGV (tous trajets >=200 km) :** la Base Carbone (mise à jour juillet 2020) indique 1,73 g eCO<sub>2</sub>/pass-km. Nous l'arrondissons à 2g eCO<sub>2</sub>/pass-km

**FE des consommations d'énergie des trains effectuant partiellement ou totalement leur**

**trajet à l'étranger**

Source des estimations ci-dessous : note interne d'Emmanuel Lellouch (2019) La Base

Carbone affiche les valeurs suivantes dans sa mise à jour de juillet 2020

Pays	gCO <sub>2</sub> e/ voyageur.km
Allemagne	66,8
Autriche	23,5
Belgique	48,4
Danemark	114
Espagne	51,4
Finlande	45,2
Grèce	66,2
Irlande	38,8
Italie	31,7
Luxembourg	39,7
Norvège	40
Pays bas	76,3
Portugal	61,5
Royaume Uni	75
Suède	12,9
Suisse	3,74

La moyenne des pays limitrophes (Allemagne, Belgique, Pays-Bas, Royaume-Uni ; exception la Suisse) est de 67 g eCO<sub>2</sub>/pass.km c'est-à-dire au moins 30 fois plus que le TGV. Néanmoins, cette table représente une moyenne sur tous les types de trains. Si on se limite à un « TGV étranger », i.e. l'ICE allemand, on peut estimer sa consommation à 34 g eCO<sub>2</sub> / pass.km, i.e. plus de 15 fois plus que le TGV français. Si on admet qu'un Thalys, Eurostar ou Aléo fait typiquement 3/5 de son trajet en France, et 2/5 à l'étranger, et qu'on adopte 2 g eCO<sub>2</sub> / km pour la France, le FE pour l'un de ces trains est de  $\frac{3}{5} * 2 + \frac{2}{5} * 34$ , soit de 14,8 g eCO<sub>2</sub> / pass.km arrondi à 15 g eCO<sub>2</sub> / pass.km.

La moyenne sur tous les pays des valeurs dans le tableau ci-dessus est de 50 g eCO<sub>2</sub>/pass.km.

- nous adoptons un chiffre de 15 g eCO<sub>2</sub> / pass.km pour les liaisons à grande vitesse mixtes vers les pays voisins.

- pour les trajets en train en Europe entièrement hors de France/Suisse, nous prenons 35 g eCO<sub>2</sub>/pass.km. Cette valeur est sans-doute sous-estimée pour les trains locaux, mais suppose pour simplifier que les distances en train sont grandes et qu'on utilise donc des TGV étrangers type ICE.

A ces FE liés aux consommations d'énergie des trains à l'étranger, nous ajoutons les FE liés à la fabrication des trains, en prenant l'hypothèse de 2 g eCO<sub>2</sub>/ pass.km pour les trajets uniquement à l'étranger et 1g eCO<sub>2</sub>/ pass.km pour les trajets mixtes France-international. En effet, les trains empruntés par les membres des labos quand ils se déplacent à l'étranger sont a priori le plus souvent les trains à grande vitesse équivalents aux TGV français. Pour les trajets exclusivement à l'étranger, nous faisons l'hypothèse que les taux de remplissage sont un peu moins importants que les TGV français et qu'ils ne sont pas duplex (FE fabrication de 1,7 g pour les TGV non duplex, contre 1,1 g eCO<sub>2</sub>/ pass.km pour les duplex). Pour les trajets mixtes, nous faisons l'hypothèse que ces trains ont le même taux de remplissage que les TGV en France et sont majoritairement des duplex.

Les émissions liées aux infrastructures ferroviaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

#### RER, tramway, métro

Nous faisons l'hypothèse que le nombre de passagers-kms en RER et métro est avant tout réalisé en Ile de France et que celui en tramway est avant tout effectué en province. De ce fait, dans la Base Carbone nous prenons les FE du RER transilien et du Metro Ile de France pour tout ce qui concerne les déplacements en RER et en métro, quelle que soit la ville ; pour le tramway, quelle que soit la ville, nous prenons les FE moyens du tramway des autres villes que Paris.

Nous retenons par ailleurs 1 g eCO<sub>2</sub> /pass.km pour la fabrication des RER, metros et tramways, en faisant l'hypothèse d'un taux de remplissage similaire à celui des TGV et d'émissions de GES similaires pour la fabrication de tous ces types de trains (cf partie ci- dessus sur les FE liés à la fabrication des trains).

Les émissions liées aux infrastructures ferroviaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

## Avion

Prise en compte des FE de la Base Carbone (version juillet 2020) sans les traînées, pour les 3 types de trajets : court, moyen et long courrier

Fabrication des avions non prise en compte dans les FE des trajets avion car considérée comme marginale, cf p.47-48 du guide Ademe 2010.

Estimation des distances : distances orthodromiques entre 2 villes + 95 km (conformément à la réglementation : « la distance entre deux aéroports doit être calculée en ajoutant 95 kilomètres à la distance orthodromique"). (Distance non calculée par rapport aux aéroports car nous n'avons pas toujours l'info sur l'aéroport qui a été emprunté.)

Justification du choix effectué pour les FE : exclusion des émissions des traînées de condensation, car la réglementation BGES invite à se référer au document Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018. *Informations GES de prestations de transports, guide méthodologique*. Septembre. Dans ce document, p. 119, les facteurs d'émission pris en compte n'incluent pas les traînées : ce sont les valeurs des FE de la Base Carbone avant mise à jour juillet 2020, correspondant aux FE « combustion et amont » et excluant les émissions fugitives (traînées de condensation).

Pour la référence des distances orthodromiques, [www.geonames.org/](http://www.geonames.org/) et [www.world-airport-codes.com](http://www.world-airport-codes.com) donnent des résultats identiques.

Les émissions liées aux infrastructures aéroportuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

## Vélo et VAE

Vélo : fabrication + maintenance : 5 g eCO<sub>2</sub>/ km ; consommation d'énergie (humaine) non prise en compte.

Vélo à assistance électrique : 9 g eCO<sub>2</sub> liés à la consommation d'électricité (émissions « amont ») + 7 g eCO<sub>2</sub> pour la fabrication et maintenance.

Source de ces FE :

<http://www.avem.fr/actualite-est-ce-que-le-vae-est-polluant-5861.html>

« Fabrication et maintenance » abrégées en « Fabrication » dans le tableau des FE dans un souci d'harmonisation du libellé des FE.

Incertitude sur ces FE : en l'absence d'informations propres au vélo, valeur de l'incertitude proposée à 70% (comparable à celle des véhicules hybrides)

## Trottinette électrique

FE retenu : 61 g eCO <sub>2</sub> / pass.km
---

Une étude a publié l'estimation du FE d'une trottinette à Paris :

Arcadis, 2019. *Extrait de l'étude portant sur l'impact environnemental des trottinettes électriques*. Étude de cas dans le contexte parisien. Novembre.

0.65g/pass.km pour la consommation énergétique (émissions « amont »)  
60.5g/pass./km pour la fabrication  
2.5 geqCO<sub>2</sub>/pass..km pour la fin de vie  
Soit un total de 64gCO<sub>2</sub>e/pass.km

Dans un service de location, il faut en plus ajouter le transport et la collecte pour recharge soit 42g/km/pass. On atteint donc 106gCO<sub>2</sub>e/pass.km dans le cas d'une utilisation en libre service.

L'hypothèse retenue dans GES 1point5 est que ceux qui vont régulièrement travailler en trottinette en ont une chez eux. Nous ne tiendrons donc pas compte des émissions liées à la collecte des trottinettes en libre service.

Par ailleurs, dans la Base Carbone, les FE liés à la fin de vie des véhicules ne sont pas pris en compte. Donc nous ne les prenons pas en compte non plus.

Une publication scientifique aboutit à des résultats très proches pour les FE :  
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab2da8/pdf>

Incertitude sur ces FE : en l'absence d'informations propres à la trottinette, valeur de l'incertitude proposée à 70% (comparable à celle des véhicules hybrides)

## Ferry passagers :

FE des ferrys pour des trajets de jour : 979 g eCO <sub>2</sub> / pass-km , dont 839 g eCO <sub>2</sub> / pass-km combustion HFO / MDO et 140 g eCO <sub>2</sub> / pass-km amont combustibles HFO/MDO
---

Hypothèse : les trajets effectués dans le cadre des missions des agents sont des trajets courts, qui sont effectués de jour.

Dans la mise à jour de juillet 2020 des FE transport dans la Base Carbone, les FE ci-dessus sont archivés comme obsolètes mais il n'y a pas d'autres valeurs. Nous retenons ces facteurs en attendant une nouvelle mise à jour de la Base Carbone.

Fabrication des navires non prise en compte dans le FE car « les émissions de fabrication sont "dans l'épaisseur du trait" comparées aux émissions d'utilisation, et sont en tout état de cause inférieures à la marge d'erreur liée au taux de remplissage et surtout à la vitesse du bateau, qui est prépondérante dans la consommation globale sur le trajet. » (p. 64 guide Ademe 2010)

Les émissions liées aux infrastructures portuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Bateaux :

FE utilisés : ceux de la Base Carbone, en fonction du carburant

FE fabrication des navires, hypothèse retenue en l'absence d'autres informations : prise en compte des émissions de fabrication négligeable, à l'image de celle des ferrys.

Les émissions liées aux infrastructures portuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Navires pour les campagnes de recherche en mer (campagnes océanographiques)

FE des navires utilisés pour les campagnes en mer : FE de combustion de 984 kgeCO<sub>2</sub>/jour-mer, FE amont de 177 kgeCO<sub>2</sub>/jour-mer, FE fabrication des navires négligeable

Le FE pertinent pour les campagnes océanographiques n'est pas le nombre de km effectués mais le temps passé à bord. Le FE est exprimé en gCO<sub>2</sub>/jour-en mer. Donc, 3 personnes passant 10 jours en mer représentent 30 jours-mer. Le FE moyen de la flotte océanographique (obtenu par des discussions avec GENAVIR, l'opérateur de la flotte océanographique française) est estimé à 984 kgCO<sub>2</sub>/jour-mer.

Il se base sur la consommation journalière (environ 10m<sup>3</sup> de fioul par jour en moyenne) divisée par le nombre maximum de scientifiques embarqués (30 pour les navires hauturiers en moyenne), soit 0.3m<sup>3</sup>/scientifique/jour, ou encore 300 litres / scientifique par jour.

Conversion en gCO<sub>2</sub>/scientifique par jour ou gCO<sub>2</sub>/jour-mer : le facteur d'émission du HFO est de 3.64 kg CO<sub>2</sub>e/kg. La densité moyenne du HFO est de 900 g/l (entre 800 et 1010). C'est plus élevé que ce que préconise l'ADEME qui utilise la valeur minimale de la densité du HFO (800 g/l). Donc, on a un facteur de conversion de 3.28 kgCO<sub>2</sub>e/litre (amont et consommation). Donc 300 l/personne par jour donne un FE de 984 kgCO<sub>2</sub>e/personne par jour en mer.

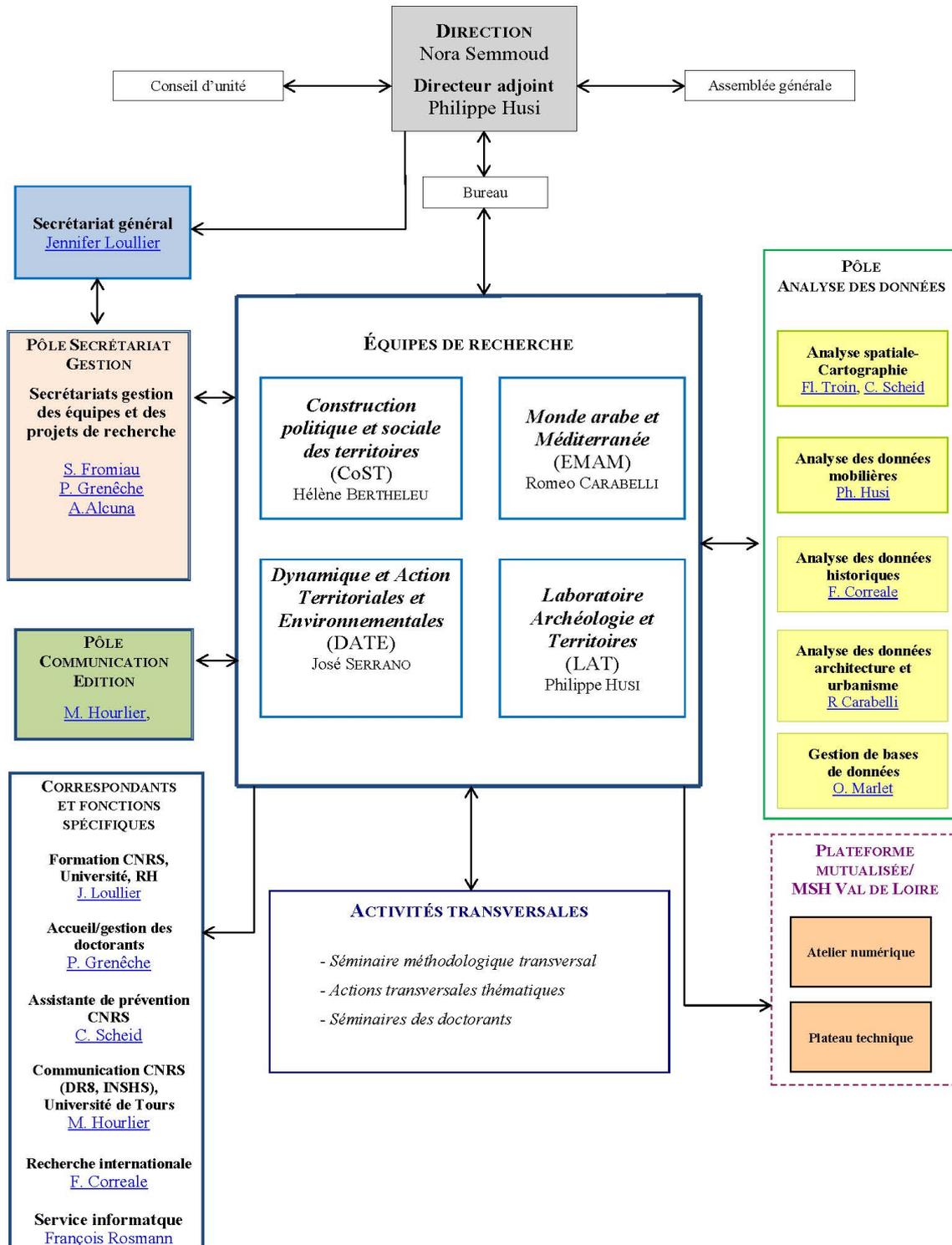
C'est une sous-estimation car on ne tient pas compte des transits (les trajets des navires pour se rendre d'un point à un autre hors campagne océanographique) par manque d'info. De même, on suppose que les navires sont pleins en scientifiques. C'est la plupart du temps le cas mais pas toujours.

FE amont, hypothèse retenue en l'absence d'autres informations : 18% du FE combustion, ce ratio de 18% de FE amont / FE combustion étant celui du fioul lourd HFO

FE fabrication des navires, hypothèse retenue en l'absence d'autres informations : prise en compte des émissions de fabrication négligeable, à l'image de celle des ferrys.

## Annexe 2 :

### Organigramme UMR 7324 CITERES



ORGANIGRAMME DE L'UMR 7324 CITERES ; SOURCE : [HTTP://CITERES.UNIV-TOURS.FR/](http://citeres.univ-tours.fr/)

### ANNEXE 3 :

<b>Tableau des unités de comptage pour les différentes énergies</b>			
<b>Unité de comptage</b>	<b>PCS (1)</b>	<b>Conversion PCS en PCI</b>	<b>PCI (2)</b>
1 kWh électrique	1	divisé par 1.00	1
1 litre de fioul domestique	10.667	divisé par 1.07	9.97
1 kWh (PCS) de gaz naturel	1	divisé par 1.11	0.9
1 kg de gaz propane (GPL)	13.8	divisé par 1.09	12.66
1 m3 de gaz propane (GPL)	25.9	divisé par 1.09	23.7
1 kg de gaz butane (GPL)	13.7	divisé par 1.09	12.56
1 m3 de gaz butane (GPL)	33.5	divisé par 1.09	30.45
1 kg de charbon (moyenne)	9.245	divisé par 1.04	8.889
1 stère de bûches de bois*	1865	divisé par 1.11	1680
1 tonne de granulés de bois*	5106	divisé par 1.11	4600
1 tonne briquettes de bois*	5106	divisé par 1.11	4600
1 tonne de plaquettes bois*	2442	divisé par 1.11	2200
1 tonne de vapeur (moyenne)	697	divisé par 1.00	697

(1) Pouvoir calorifique supérieur (kWhpcs)

(2) Pouvoir calorifique inférieur (kWhpci)

SOURCE: [HTTPS://WWW.PICBLEU.FR](https://www.picbleu.fr)

#### ANNEXE 4 :

Localisation bureaux, laboratoires	Jose SERRANO, chef d'équipe DATE Roméo CARABELLI, chef d'équipe EMAN Philippe HUSI, chef d'équipe LAT Hélène BERTHELEU ; chef d'équipe CoST Nicolas LEGAY, Enseignant-chercheur Sabine GREULISH, Enseignant-chercheur
Données missions	Jennifer LOULLIER, Secrétaire générale <b>Séverine FROMIAU</b> ; Personnel BIATSS,
Consommation d'électricité et de chauffage	Grégoire BARGHAMIAN ; Responsable Pôle énergie, Service Technique de l'Immobilier Université de Tours
Surface bâtiment	Grégoire BARGHAMIAN ; Responsable Pôle énergie, Service Technique de l'Immobilier Université de Tours
Communication mail enquête domicile-travail	Muriel HOURLIER, responsable pôle communication et édition Jose SERRANO, chef d'équipe

*Légende : Tableau résumant les personnes référentes pour l'obtention des données*

## Annexe 5:

# UMR Citeres Enquête déplacements domicile / travail



Déplacements domicile / travail

Switch to  English

### Préambule relatif à la protection des données (RGPD)

La présente enquête s'inscrit dans le travail d'élaboration du bilan gaz à effet de serre des laboratoires de recherche avec l'outil GES 1point5 développé par le collectif Labos 1point5.

Votre participation à cette recherche consistera à répondre à un questionnaire (durée : environ 3 minutes) sur vos déplacements domicile-travail, de manière à pouvoir estimer ensuite les émissions de GES globales du laboratoire dues aux déplacements domicile-travail du personnel.

Avant de décider de participer à cette recherche, prenez le temps de lire les informations suivantes. Vous déciderez de participer ou non à cette recherche. Et, si vous acceptez de participer, vous pouvez également ne pas répondre à toutes les questions qui vous sont posées ou arrêter de répondre à tout moment sans avoir à vous justifier.

#### Vous êtes \*

- chercheur.e ou enseignant.e chercheur.e
- personnel d'appui à la recherche, secrétariat, technicien.ne, assistant.e
- doctorant.e ou postdoctorant.e

#### Vous êtes dans l'équipe \*

- CoST
- EMAM
- DATE
- LAT
- Admin, gestion, autres

Le « **lieu de travail** » mentionné dans les questions suivantes correspond à **l'endroit où vous effectuez votre recherche ou votre travail d'appui à la recherche.**

*Exemple : Si vous enseignez dans un lieu et si vous effectuez votre recherche dans un autre lieu, il s'agit de prendre en compte votre lieu de recherche.*

**En 2019, en moyenne, lorsque vous n'étiez pas en congés, combien de jours par semaine vous êtes-vous rendu.e à votre lieu de travail ? \***

- Sélectionner -



**En 2019, quand vous vous êtes rendu.e à votre lieu de travail, en moyenne, combien d'ALLERS-RETOURS PAR JOUR avez-vous effectués entre votre domicile et votre lieu de travail ? \***

- Sélectionner -



Intéressons-nous à votre **TRAJET ALLER LE PLUS FRÉQUENT EN 2019** : quelle distance parcouriez-vous entre votre domicile et votre lieu de travail ? (En km) \*

Si vous ne connaissez pas les distances, vous pouvez vous référer par exemple à <https://www.qwant.com/maps>

**Merci de NE PAS prendre en compte les éventuels points de passage (boulangerie, dépôt des enfants à l'école, ...)**

**Arrondissez au nombre entier le plus proche. \***

**En 2019, quels modes de transport utilisiez-vous pour CE TRAJET ALLER LE PLUS FRÉQUENT ? \***

- Marche à pied
- Vélo
- Vélo à assistance électrique
- Trottinette électrique
- Deux-roues motorisé (moto, scooter y compris à plusieurs sur le véhicule)
- Voiture (y compris covoiturage)
- Bus
- Tramway
- Train
- Train Transilien dont RER
- Metro

**En 2019, combien de kilomètres parcouriez-vous pour chaque mode de transport utilisé pour ce trajet ALLER LE PLUS FRÉQUENT? \***

Si vous ne connaissez pas les distances, vous pouvez vous référer par exemple à <https://www.qwant.com/maps>.

Pour les transports en commun, référez-vous aux distances en voiture.

Marche à pied (km) : \*

Vélo (km) : \*

Vélo à assistance électrique (km) : \*

Trottinette électrique (km) : \*

Deux-roues motorisées, i.e., moto, scooter, y compris à plusieurs sur le véhicule (km) : \*

Voiture (km) : \*

Bus (km) : \*

Tramway (km) : \*

Train (km) : \*

Train Transilien dont RER (km) : \*

Metro (km) : \*

**En 2019, vous utilisiez un deux-roues motorisé. Combien de personnes étaient sur le véhicule en moyenne ? Comptez-vous dans les personnes. \***

- 1  
 2

**En 2019, vous utilisiez une voiture. Combien de personnes étaient présentes en moyenne dans le véhicule ? Comptez-vous dans les personnes. \***

- Sélectionner -



**Quelle est la motorisation de la voiture que vous utilisiez le plus en 2019? \***

- Sélectionner -

