
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Élaboration du bilan carbone et du plan de transition bas carbone d'un laboratoire.

Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire
33 All. Ferdinand de Lesseps, 37200 Tours



Tuteur entreprise :
Dominique
ANDRIEU

Tuteur académique :
Hervé BAPTISTE

Victoria TRÉ-HARDY
IUT
2022-2023

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont participé au parfait déroulement de mon stage.

Ainsi, je remercie tout d'abord mon maître de stage Dominique Andrieu cartographe sein de la MSH pour son accueil, son aide et accompagnement tout au long de ces 3 mois et demi. Son expertise, sa patience et disponibilité m'ont permis de réaliser au mieux ma mission. Ses conseils avisés et retours constructifs ont été d'une grande aide pour moi.

Mes remerciements vont également à Lydia Seabra-Kermoal, secrétaire générale de la MSH, pour avoir organisé et veillé au bon déroulement de mon stage avec bienveillance et gentillesse.

Merci aussi à Claudie Vinet, responsable financière de la MSH, à Alain Ravaz, responsable informatique, à Adeline Vioux, responsable communication, à Bruno Nicolas, responsable télécommunication de l'université de Tours, à Anthony Maubert, membre de la Direction des Systèmes d'Information de l'université de Tours et à Grégoire Barghamian, pour leur aide précieuse dans mon travail.

Je tiens enfin à remercier toute l'équipe de la MSH pour leur accueil chaleureux et leur convivialité.

Table des matières

INTRODUCTION	4
Contexte.....	6
La MSH Val de Loire	6
MISSION ET DÉROULÉ	7
MÉTHODE BILAN CARBONE.....	8
Outil GES 1point5.....	8
Méthode Bilan Carbone [®] de l'ADEME	9
ÉSTIMATION DES EMISSIONS DE GES.....	9
Méthode de calcul générale	9
Détail des calculs par poste d'émissions	9
Bâtiment.....	9
Stockage des données.....	10
Achats.....	11
Matériel informatique.....	11
Déplacements professionnels.....	11
Mobilités domicile-travail	12
METHODOLOGIE.....	12
Périmètre organisationnel et temporel	12
Expression des résultats : unité et incertitudes.....	12
Quelques ordres de grandeur	13
PROFIL DES GES DE LA MSH	14
Empreinte carbone par secteurs	14
Facteurs d'émissions liés au bâtiment.....	14
Facteurs d'émissions liés aux déplacements	15
Facteurs d'émissions liés aux achats.....	21
Facteurs d'émissions liés au stockage des données	22
Bilan réglementaire	24
Synthèse.....	25
PLAN DE TRANSITION BAS CARBONE	26
Bâtiment	26
Rénovations énergétiques	26
Développer l'autoconsommation	27
Réduire le chauffage	27
Autres mesures	28
Déplacements professionnels.....	28
Favoriser le distanciel.....	28
Privilégier le train	29
Privilégier les transports en commun	31
Mettre en place le télétravail	32
Les achats : acheter mieux et moins.....	33
Une démarche de sobriété	33
Se tourner vers l'achat d'occasion	34

Le numérique	34
Synthèse des actions proposées	37
<i>REGARD CRITIQUE</i>	38
<i>RETOUR D'EXPERIENCE</i>	38
<i>ANNEXES</i>	40
<i>Bibliographie</i>	45

Liste des figures

Figure 1 : Émission (en t eCO ₂) du bâtiment par catégorie (source : la plateforme labos 1point5)....	14
Figure 2 : Émission par modes de déplacement (en t eCO ₂) (source : plateforme Labos 1point5).....	15
Figure 3 : Répartition en % du nombre de déplacements, des kilomètres et des émissions de GES par type de transport pour les missions de MSH en 2022 (source : Labos 1point5, MSH).	16
Figure 4 : Modes de transport utilisés sur une semaine pour se rendre au travail selon la distance à parcourir aller-retour (source : plateforme labos 1point5).	18
Figure 5 : Émissions de GES et kilomètres parcourus par modes de transport (source : plateforme Labo 1point5, MSH).	18
Figure 7 : Part de l'empreinte carbone des déplacements professionnels sur l'ensemble des déplacements (en %).	19
Figure 8 : Part de l'empreinte carbone des mobilités domicile-travail sur l'ensemble des déplacements (en %).	19
Figure 9 : Empreinte carbone du matériel informatique séparé en types de matériels (source : plateforme Labos 1point5).	20
Figure 10 : Empreinte carbone des achats de la MSH séparés en différentes catégories (source : plateforme Labos 1point5).	21
Figure 11 : Émissions des GES (en t eCO ₂) liées au stockage des données de la MSH dans le centre de données du site plat d'Étain.	22
Figure 12 : Comparaison des émissions de GES liées à la consommation électrique (sources : plateforme Labos 1point5, ADEME).	23
Figure 13 : Émissions de GES (en t eCO ₂) par catégories en prenant en compte l'empreinte carbone du stockage des données (source : plateforme Labos 1point5, ADEME).	24
Figure 14 : Émissions (en t eCO ₂) de GES de la MSH en 2022 par secteur (source : plateforme Labos 1point5, ADEME).	25
Figure 15 : Émissions de GES liées aux déplacements professionnels des membres de la MSH en 2022 en fonction des modes de transport utilisés (sources : plateforme Labos 1point5).	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : Consommation électrique en 2022 des serveurs de la MSH stockés dans le datacenter du site plat d'Étain.	10
Tableau 2 : Consommation électrique en 2022 du stockage des données de la MSH dans le datacenter du site plat d'Étain.	10
Tableau 3 : Coefficient multiplicateur par du mode de transport.	11
Tableau 4 : Caractéristiques des différents déplacements professionnels effectués par la MSH en 2022 par modes de transport.	16
Tableau 5 : Émissions dues aux déplacements professionnels de la MSH et de CITERES.	19
Tableau 6 : Émissions dues aux mobilités domicile-travail de la MSH et de CITERES.	19
Tableau 7 : Émissions des GES liées à la consommation électrique des données stockées dans le data center du site plat d'Étain.	22
Tableau 8 : Émissions des GES liées au système de refroidissement du centre de données du site plat d'Étain.	22
Tableau 9 : Conséquences de la réduction du chauffage sur les émissions de GES.	27
Tableau 10 : Comparaison de l'empreinte carbone d'une réunion de 3h à Paris réalisée en présentiel ou en distanciel.	29
Tableau 11 : Comparaison de l'empreinte carbone du train et de la voiture des 46 déplacements réalisés en voiture par les membres de la MSH.	29
Tableau 12 : Comparaison du temps, du coût et des émissions de GES de différents trajets en fonction du mode de transport utilisé.	29

Tableau 13 : Coût, durée et émissions de GES du trajet Paris/ Barcelone effectué en train ou en avion.	30
Tableau 14 : Émissions de CO2 lors d'un trajet domicile-travail de 12 km aller-retour en fonction du mode de transport.	31
Tableau 15 : Conséquences du nombre de jour en télétravail sur les émissions de GES.	32
Tableau 16 : Conséquences de la réduction des achats sur les émissions de GES.	33
Tableau 17 : Réduction des émissions de GES en diminuant les achats de 25% et en achetant 25% des biens d'occasion.	34

INTRODUCTION

Dans le cadre de ma formation, un stage de 3 mois est obligatoire.

Intéressée par les enjeux environnementaux actuels : réchauffement climatique, émissions de gaz à effet de serre... j'ai décidé de le réaliser à la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH VdL).

Laboratoire en sciences humaines et sociale, la MSH cherchait à estimer ses émissions de gaz à effet de serre pour ainsi élaborer un plan de transition bas carbone.

Pendant 3 mois et demi j'ai donc réalisé le bilan des émissions de gaz à effet de serre du laboratoire et travaillé sur la mise en place d'un plan de réduction de ces émissions.

Contexte

Dans un contexte d'urgence climatique, de plus en plus de lois sont mises en place pour réguler les émissions de gaz à effet de serre (GES) et contraindre les organisations à réduire leur impact sur le climat ou à le compenser.

Le décret d'application de la loi Grenelle 2 (n°2011-829 du 11 juillet 2011) sur le Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) et les Plans Climat-Energie Territoriaux (PCET) introduit dans le code de l'environnement (Livre II, titre II, chapitre IX, section 4) une section intitulée « Bilan des émissions de gaz à effet de serre et plan climat-énergie territorial ». Celle-ci reprend l'article 75 de la loi Grenelle qui généralise le principe d'élaboration de bilan d'émissions de gaz à effet de serre (GES) en obligeant notamment certaines entreprises à comptabiliser leurs émissions de GES tous les 3 à 4 ans.

En France, le concept de neutralité carbone est désormais intégré dans le droit afin de refléter les objectifs fixés par le pays en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ce principe de neutralité implique de minimiser autant que possible les émissions de gaz à effet de serre et de compenser intégralement les émissions restantes.

Dans le cadre de l'accord de Paris, la France s'est engagée à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 et à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 40% d'ici 2030 par rapport à 1990.

En 2020, le CNRS a invité ses unités à réaliser leur bilan d'émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, la moitié des laboratoires sous tutelle du CNRS ont fait ou sont en train de réaliser leur bilan carbone. L'objectif est d'élaborer un plan bas carbone afin de diminuer l'impact carbone de la recherche.

Par conséquent, le collectif Labos 1point5 a lancé l'outil GES 1point5 pour permettre aux laboratoires de s'emparer de leur empreinte carbone et d'en comprendre les postes principaux.

La MSH Val de Loire

La Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH VdL) est une Unité d'Appui et de Recherche (UAR) sous tutelle du CNRS, de l'Université de Tours et d'Orléans.

Proposant des activités de service, de logistique, de support et de soutien aux unités, elle fédère 22 laboratoires regroupant toutes les équipes de recherche en sciences humaines et sociales (SHS) de la région.

La MSH VdL déploie cinq axes de recherche transversaux :

- la ville et les études urbaines
- la monnaie et la finance

- les humanités environnementales avec la nature en tant qu'acteur et interlocuteur
- la mutation des normes
- les modèles, la modélisation et la simulation.

Les programmes scientifiques de la MSH VdL sont basés sur les activités de recherche des chercheurs membres. Chaque année, un appel à projets est lancé pour encourager l'émergence de nouvelles thématiques de recherche et permettre aux laboratoires membres de collaborer dans la conception de projets interdisciplinaires.

Cette fédération d'équipes en sciences humaines et sociales propose également un atelier numérique destiné à accompagner les chercheurs dans leurs programmes scientifiques. Ce service met à disposition des équipements informatiques ainsi que des chercheurs et des doctorants pour les aider à la réflexion et à l'organisation de leurs projets.

Consciente des défis environnementaux actuels et entraînée par cette dynamique récente d'estimation et de réduction de l'empreinte carbone de la recherche en France, la MSH souhaite ainsi réaliser son bilan carbone.

Celui-ci est calculé sur l'année 2022. Les 22 laboratoires fédérés par la MSH ne sont pas pris en compte dans le bilan. En effet, seule l'empreinte carbone des laboratoires de l'UAR est évaluée. Ils sont situés sur deux sites géographiques distincts, à Tours et à Orléans.

MISSION ET DÉROULÉ

Mon stage avait trois objectifs principaux : réaliser le bilan carbone de la MSH, analyser les résultats et proposer des pistes concernant l'élaboration d'un plan transition.

Avec une durée de 3 mois et demi, mon stage peut se diviser en 3 grandes étapes.

Tout d'abord, la **collecte des données**. En effet, j'ai commencé par me familiariser avec l'outil GES 1point5, qui m'a permis de réaliser le bilan carbone. Pour chaque poste d'émissions (déplacements, consommation énergétique, achats, ...), il a fallu recueillir des données auprès de différentes personnes. En effet, chaque catégorie nécessitait des contacts spécifiques, par exemple, le responsable du pôle énergie pour les informations sur la consommation énergétique du bâtiment ou le responsable de la gestion financière pour les données sur les achats et les déplacements. Cette première étape est un processus long avec des moments d'attentes.

La deuxième étape concerne le **calcul et l'analyse des émissions** de gaz à effet de serre. Au fur et à mesure de la collecte des données, il faut les traiter et les rentrer dans la plateforme Labos 1point5. Cela permet de calculer les émissions de gaz à effet de serre pour chaque catégorie spécifique. Ensuite, il faut procéder à une analyse approfondie de ces résultats afin de les expliquer et de les comprendre. L'objectif principal était de rendre ces valeurs numériques plus accessibles à l'ensemble des membres du laboratoire. Pour y parvenir, une approche de vulgarisation a été adoptée en présentant des ordres de grandeur, des équivalences ou en comparant les résultats avec ceux d'autres laboratoires. Il a fallu expliquer quelles activités spécifiques dans chaque catégorie contribuaient le plus aux émissions de gaz à effet de serre.

Enfin, la dernière étape de mon travail est tournée vers **l'élaboration d'un plan de transition bas carbone**. Grâce à l'analyse des résultats les postes les plus émetteurs ont été ciblés. En conséquence, des scénarios visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre dans ces différentes catégories sont développés. Ces scénarios mettent en évidence les effets des réductions de GES sur l'ensemble du

bilan carbone, les économies de CO2 réalisées, ainsi que les conséquences qui en découlent. L'objectif est de proposer des pistes de réflexion pour mettre en place un plan de transition vers une approche bas carbone.

L'ensemble de mon travail est, d'une part, retranscrit dans un rapport rassemblant les résultats, leur analyse et le plan de transition, et, d'autre part, synthétisé sous forme d'affiches le rendant plus accessible.

Enfin, j'ai aussi présenté oralement mon travail devant toute l'équipe et animé une séance de discussion autour de l'élaboration du plan transition bas carbone.

MÉTHODE BILAN CARBONE

Le Green House Gaz Protocol (GHG Protocol) est, à l'échelle mondiale, la méthode de calcul des bilans carbone la plus répandue. Ce protocole a pour rôle d'uniformiser à l'échelle internationale la réalisation du bilan carbone des organisations (privées et publiques). Ainsi, il établit des exigences et fournit des conseils pour le recensement des émissions de GES. En France, c'est la méthode du bilan carbone développée par l'ADEME qui est utilisée pour comptabiliser les émissions de GES.

Les postes d'émissions de GES sont rassemblés par catégories. La norme ISO 14064-1 qui complète le GHG Protocol distingue six catégories d'émissions : 1) les émissions directes, 2) les émissions indirectes liées à l'énergie, 3) les émissions indirectes associées au transport, 4) les émissions indirectes associées aux produits achetés, 5) les émissions indirectes associées aux produits vendus et 6) les autres émissions indirectes de GES. On parle de scopes. Les scopes 1 et 2 correspondent respectivement à la 1^{er} et 2^{ème} catégorie, et, le scope 3, regroupe l'ensemble des 4 autres sources d'émissions. Seules les émissions des scopes 1 et 2 doivent être prises en compte de façon obligatoire. Le scope 3 est optionnel.

Le calcul du bilan carbone est axé sur quatre domaines spécifiques : les achats, le numérique, la mobilité et l'énergie. Deux méthodes ont permis son élaboration. D'une part, l'outil GES 1point5 est utilisé. Cette plateforme calcule automatiquement l'empreinte carbone de chaque secteur. D'autre part, pour estimer l'empreinte carbone des données de la MSH stockées dans un data center, c'est la méthode bilan carbone[®] de l'ADEME qui est utilisée.

Outil GES 1point5

Le groupement de recherche (GDR) Labos 1point5 est un dispositif soutenu par le CNRS, l'INRAE, l'ADEME et l'INRIA.

L'objectif de ce collectif Labos 1point5 est de mieux comprendre les postes d'émissions pour réduire l'empreinte carbone des activités de recherche. Ainsi, en mars 2019, le GDR a créé l'outil GES 1point5 pour permettre aux laboratoires de réaliser leur bilan carbone. Il leur offre la possibilité d'estimer leur empreinte carbone en construisant leur bilan de gaz à effet de serre selon le format réglementaire en France métropolitaine. En effet, il prend en compte, d'une part, les deux premières catégories (scope 1 et 2) avec l'aspect énergétique des bâtiments : consommation d'électricité, de chauffage, de fluide frigorigène. Puis, d'autre part, il tient compte d'une partie du scope 3 en intégrant les achats et les déplacements. Les émissions liées au transport des marchandises, à la gestion des déchets et aux produits vendus ne sont pas prises en compte.

Méthode Bilan Carbone[®] de l'ADEME

Une partie des émissions, liée au stockage des données n'est pas prise en compte par la plateforme Labos 1point5. Elle est ainsi calculée séparément avec la méthode du bilan carbone[®] de l'ADEME.

En effet, les données de la MSH sont stockées dans un autre bâtiment appartenant à l'université de Tours. Il s'agit du centre de données du site plat d'Étain.

Ainsi, l'estimation de l'empreinte carbone de ces données stockées, est réalisée manuellement avec la méthode de calcul de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) sans tenir compte de la plateforme Labos 1point5.

ÉSTIMATION DES EMISSIONS DE GES

Méthode de calcul générale

La plateforme Labos 1 point 5 reprend la méthode de calcul de l'ADEME.

Ainsi, chaque activité émettrice de gaz à effet de serre (GES) est évaluée selon la méthode suivante : la quantité de l'activité émettrice de GES est multipliée par le facteur d'émission spécifique à cette activité, exprimé en équivalent CO₂ (eCO₂).

Il existe deux facteurs d'émissions pour calculer les émissions de GES : le facteur d'émission physique et le facteur d'émission monétaire.

Le facteur d'émission physique est privilégié. Il précise la quantité de CO₂ émise par une unité consommée :

$$\text{Quantité GES} = \text{Quantité Consommée} \times \text{Facteur Émission Physique}$$

Le facteur d'émission monétaire, exprimé en CO₂e / € permet la mesure d'une quantité de CO₂ générée par un produit / service, à partir d'un prix :

$$\text{Quantité GES} = \text{Prix} \times \text{Facteur Émission Monétaire}$$

Détail des calculs par poste d'émissions

Bâtiment

Les émissions de GES générées par le bâtiment sont de trois ordres :

- les émissions liées au système de chauffage
- les émissions liées à la consommation d'électricité
- les émissions liées au système de refroidissement.

Ainsi, une partie des émissions concerne la consommation mensuelle de chauffage et d'électricité. Leur valeur dépend alors de la part de surface utile brute du laboratoire. En effet, pour les calculer il faut déterminer la consommation spécifique du laboratoire qui est souvent situé dans un bâtiment non dédié exclusivement à son activité. Pour cela, une multiplication de la consommation annuelle totale du bâtiment par la surface utile brute du laboratoire est effectuée. Ensuite, cette valeur est multipliée par le facteur d'émission du combustible utilisé.

$$\text{Quantité GES} = \text{Facteur d'émission} \times \text{Consommation mensuelle}$$

Les bureaux de la MSH se situent dans une partie du bâtiment de l'université de Tours. Les plans du bâtiment ont été utilisés afin de déterminer la surface utile brute totale du bâtiment et la surface utile brute des locaux occupés par la MSH.

La Surface Utile Brute comprend l'ensemble des pièces utilisées par la MSH : bureaux, stockages, sanitaires, ..., ainsi que les espaces de circulations horizontaux (couloirs).

Par ailleurs, les consommations de gaz communiquées sont exprimées en kWh PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur). Cependant, l'outil GES 1point5 requiert les données en kWh PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur). Le PCS et le PCI mesurent tous deux la chaleur de combustion pure, mais le PCS tient également compte de l'énergie calorifique libérée lors de la condensation de l'eau en fumée. Pour passer aux kWh PCI, les données ont donc été converties en utilisant un facteur de conversion de 1,11 pour le gaz naturel (annexe).

Les émissions liées au fluide frigorigène, gaz utilisé pour faire fonctionner les systèmes de climatisation, sont aussi estimées. Ces émissions dépendent du type de gaz utilisé ainsi que de la quantité de fuites de ce gaz sur l'année considérée. Cependant, les bureaux de la MSH ne sont pas équipés de systèmes de climatisation. Ces émissions ne sont donc pas estimées.

La consommation mensuelle de chauffage et d'électricité a été fournie par Grégoire Barghamian responsable du pôle énergie de l'université de Tours.

Stockage des données

Les données de la MSH sont stockées dans le centre de données de l'université de Tours situé sur le site plat d'Étain.

La plateforme Labos 1point5 n'intègre pas les émissions liées aux stockages des données. Ainsi, le calcul de l'empreinte carbone a été réalisé manuellement selon la méthode de l'ADEME.

Les émissions de GES sont de deux ordres : celles liées à la consommation d'électricité des serveurs et celles liées au système de refroidissement.

Tableau 1 : Consommation électrique en 2022 des serveurs de la MSH stockés dans le datacenter du site plat d'Étain.

	Nb total de VM Univ	Nb VM MSH	Stockage VM total Université	Stockage VM MSH (To)	Ratio moyen Univ/MSH	Puissance appelée université (W)	Puissance appelée MSH (W)	Consommation élec en 2022 MSH (kWh)
ESX (serveurs)	600	10	52	1	56	1470	26	5466,24

Tableau 2 : Consommation électrique en 2022 du stockage des données de la MSH dans le datacenter du site plat d'Étain.

	Stockage total Univ (To)	Stockage MSH (To)	Ratio moyen Univ/MSH	Puissance appelée Université (W)	Puissance appelée MSH (W)	Consommation élec en 2022 MSH (kWh)
Data (stockage)	172	15	18	2510	139	29223,36

Les données ont été fournies par Bruno Nicolas, responsable télécommunications datacenters et Anthony Maubert membre de la direction des systèmes d'information.

Achats

Le calcul des émissions dues aux achats de biens et de services est réalisé au moyen de facteurs d'émissions monétaires. Chaque achat est caractérisé par un couple code NACRE et un montant dépensé hors taxe. Ainsi, chaque code NACRE est associé à un facteur d'émission monétaire permettant de calculer les émissions de la façon suivante :

$$\text{Quantité GES} = \text{Facteur d'émission du code NACRES} \times \text{Montant de l'achat Monétaire}$$

Les facteurs d'émissions comprennent uniquement les phases de fabrication (incluant l'extraction des matières premières, l'assemblage, les emballages), de distribution (transport), et de fin de vie. Les émissions liées à la consommation électrique des équipements ne sont pas prises en compte car celles-ci sont supposées être déjà comptabilisées dans la consommation électrique des bâtiments.

Les données ont été fournies par Claudie Vinet, responsable gestion financière de la MSH.

Matériel informatique

Concernant les émissions du matériel informatique, c'est le coût de la fabrication de l'ensemble des équipements achetés en 2022 qui est pris en compte. La consommation électrique du matériel n'est pas intégrée car elle est déjà comptabilisée dans la consommation électrique des bâtiments.

Ainsi, pour chaque couple type-modèle d'équipement, les émissions sont calculées via :

$$\text{Quantité GES} = \text{Facteur d'émission de l'équipement} \times \text{Quantité}$$

La liste du matériel informatique acquis en 2022 a été fournie par Alain RAVAZ, responsable informatique de la MSH.

Déplacements professionnels

L'empreinte carbone des déplacements dépend de la distance parcourue et du mode de transport. En effet, les émissions d'un trajet sont calculées en multipliant la distance parcourue par le facteur d'émissions spécifique au mode de déplacement utilisé.

Pour le calcul de la distance d'un trajet, on utilise la distance à vol d'oiseau entre la ville de départ et la ville d'arrivée. Ensuite, cette valeur est multipliée par un coefficient multiplicateur qui varie en fonction du mode de transport utilisé (tableau 3).

Tableau 3 : Coefficient multiplicateur par du mode de transport

Modes de transport	Voiture	Train et RER	Métro	Bus et tramway
Coefficients multiplicateurs	1,3	1,2	1,7	1,5

Pour les déplacements en avion, 95km sont ajoutés à la distance à vol d'oiseau.

La liste des missions effectuées en 2022 a été fournie par Claudie VINET, responsable gestion financière de la MSH.

Mobilités domicile-travail

Les émissions de GES sont calculées par modes de déplacement, en multipliant la distance totale parcourue par le facteur d'émission correspondant au mode de déplacement utilisé.

Quantité GES = Facteur d'émission du mode de déplacement x Kilomètres parcourus

Lorsque plusieurs personnes covoiturent, les émissions sont réparties entre le nombre de personnes présentes dans le véhicule.

Les données ont été obtenues à l'aide d'un questionnaire envoyé à tous les membres de la MSH présents en 2022 leur demandant de renseigner leur moyen de transport ainsi que le nombre de kilomètres parcourus par jour.

METHODOLOGIE

Périmètre organisationnel et temporel

Le calcul du bilan carbone est axé sur quatre domaines spécifiques : l'énergie (scope 1 et 2), les achats, le numérique et le transport (scope 3). Ainsi, sont prises en compte les émissions liées à : la consommation d'électricité, de chauffage, de fluide frigorigène, aux déplacements domicile-travail et professionnels, aux achats et aux stockages des données.

Les émissions liées aux produits vendus, au transport des marchandises et à la gestion des déchets ne sont pas calculées.

La MSH n'a encore jamais estimé ses émissions de gaz à effet de serre. L'année 2022 est l'année de référence choisie. Toutes les données fournies correspondent donc à l'activité de la MSH en 2022.

Par ailleurs, ne sont pris en compte, pour le bilan carbone, que les laboratoires de l'UAR. Les 22 laboratoires fédérés par la MSH ont leur propre empreinte carbone qui n'appartient pas au bilan carbone de la MSH.

Concernant le périmètre géographique, la MSH est située sur deux sites distincts, à Tours et à Orléans. En 2022, la MSH compte 2 enseignants-chercheurs et 13 ITA.

Expression des résultats : unité et incertitudes

Le bilan carbone mesure la quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère issue des activités humaines. Il prend en compte six types de gaz, dont le dioxyde de carbone, principal gaz responsable du réchauffement climatique.

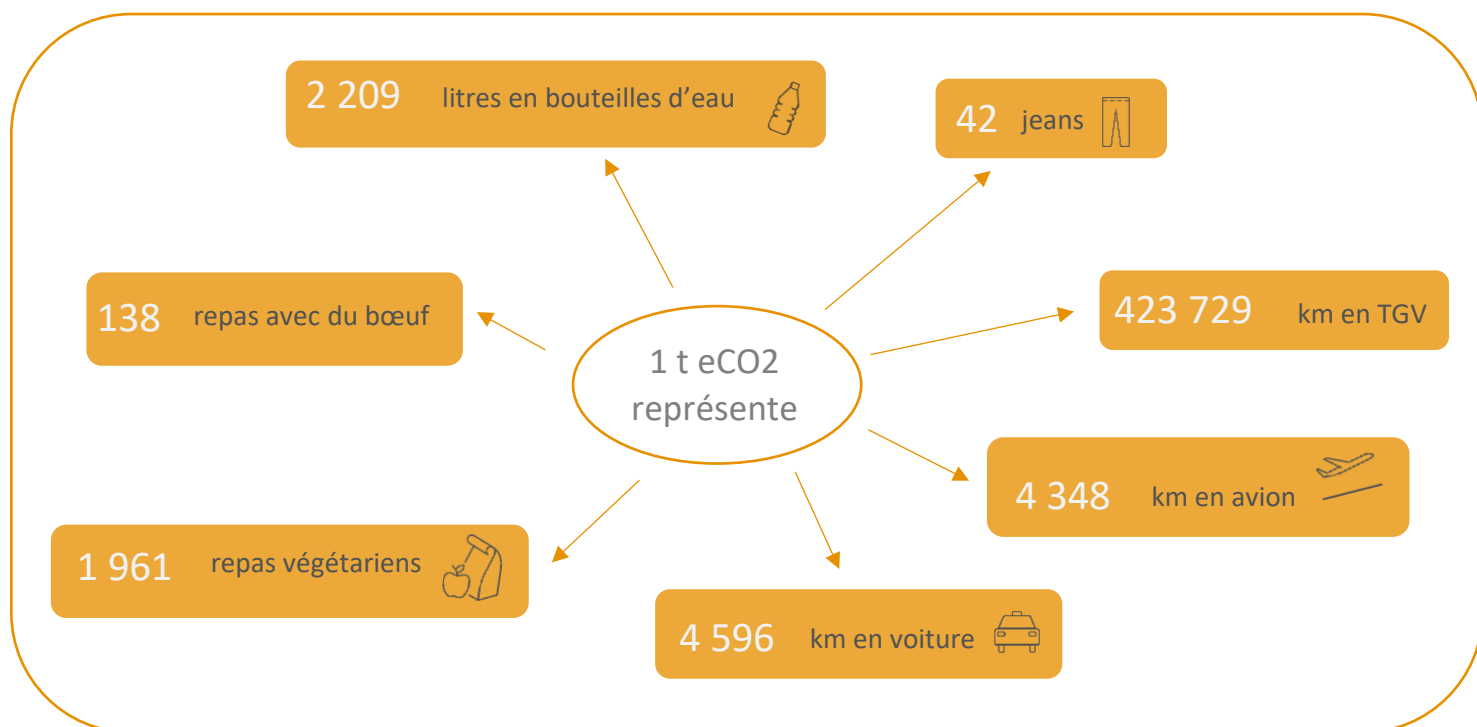
Chaque gaz se distingue par sa capacité à absorber l'énergie et par sa durée de vie dans l'atmosphère. Ainsi, le Bilan Carbone est exprimé en "tonnes équivalent CO₂" (t eCO₂). Il s'agit de la quantité de gaz à effet de serre émise ayant le même impact sur le réchauffement climatique que la quantité correspondante de dioxyde de carbone. Cette unité permet donc de faciliter la comparaison des émissions de différents gaz à effet de serre en les convertissant en équivalents CO₂.

Les résultats obtenus sont impactés par deux types d'incertitude.

Tout d'abord, l'incertitude portant sur les facteurs d'émissions affecte les résultats du bilan carbone. Elle correspond à la probabilité que la valeur du poste d'émissions ne s'écarte pas plus de X% de la valeur réelle. Pour chaque facteur d'émission l'ADEME a alors estimé cette incertitude.

Par ailleurs, s'ajoute aussi l'incertitude relative à la donnée d'activité. La donnée d'activité correspond au nombre de consommation d'un poste d'émissions. Ainsi, son incertitude indique le degré de précision du mode de collecte.

Quelques ordres de grandeur



Équivalence des émissions d'une tonne équivalent CO₂ (source : ADEME).

PROFIL DES GES DE LA MSH

Le bilan carbone se divise en 5 grandes catégories : la partie énergétique avec l’empreinte carbone liée aux bâtiments, les déplacements, les achats, le matériel informatique et le stockage des données. Les 4 premières thématiques sont donc estimées à l’aide de la plateforme GES 1point5 et concernant l’empreinte carbone du stockage des données, elle est calculée à part, manuellement, avec la méthode de l’ADEME.

Empreinte carbone par secteurs

Facteurs d’émissions liés au bâtiment

Dans le cadre du bilan carbone, la consommation énergétique des bâtiments est prise en compte.

La MSH est présente sur deux sites distincts, à Tours et à Orléans. Une partie de ses bureaux est située dans des bâtiments de l’université d’Orléans, tandis que la majorité se trouve à l’université de Tours.

Ainsi, seules les consommations des parties des bâtiments utilisées par la MSH pour ses activités sont prises en compte, notamment les bureaux, les salles de réunion et les espaces de stockage occupés par les membres de la MSH.

Les données de consommation énergétique fournies concernent l’ensemble du bâtiment de l’université, et la consommation énergétique spécifique à la MSH est calculée en fonction de la proportion de la surface utile brute occupée par la MSH.

En ce qui concerne les deux bureaux de la MSH situés à Orléans, dont la superficie totale est d’environ 10 m², en l’absence d’informations sur la consommation énergétique des bâtiments de l’université d’Orléans et compte tenu de la petite taille des bureaux, il a été convenu d’inclure directement les 10 m² de locaux dans la superficie de la MSH à Tours.

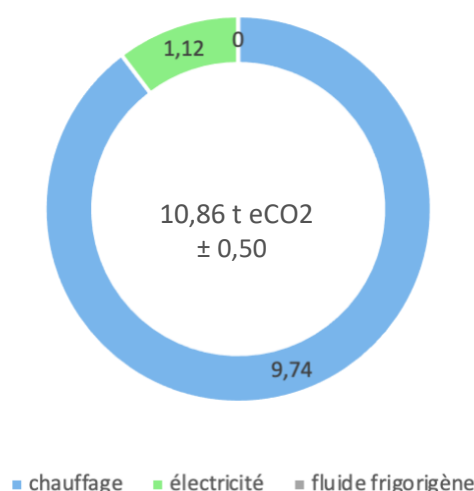
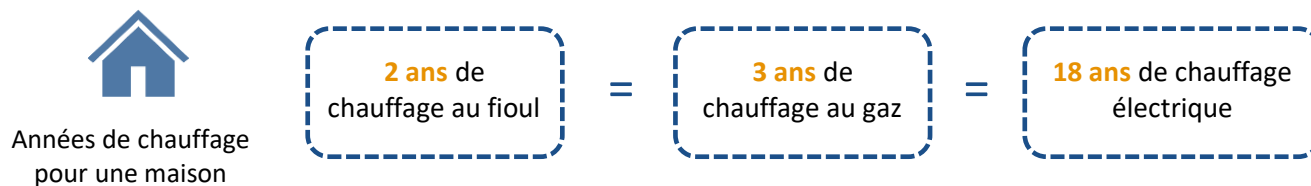


Figure 1 : Émission (en t eCO2) du bâtiment par catégorie (source : la plateforme labos 1point5).

L’empreinte carbone des bâtiments représente 16% de la part totale de l’empreinte de la MSH (figure 1).

Avec 10,86 t eCO2 par an, le chauffage représente 90% de cette empreinte carbone.

En effet, la MSH se chauffe au gaz naturel, beaucoup plus émetteur que le chauffage électrique



Les émissions liées au fluide frigorigène sont nulles car la MSH n'est pas équipée d'un système de climatisation.

Le bâtiment LESSEP à Tours est classé A. Il est donc très bien isolé et consomme peu d'énergie pour être chauffé.

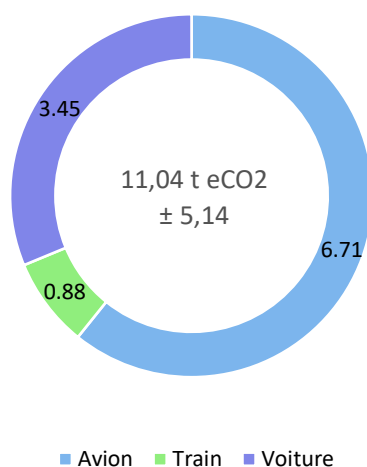
Facteurs d'émissions liés aux déplacements

Les déplacements effectués par les scientifiques, ingénieurs et administratifs de la MSH, sont le deuxième poste d'émissions de gaz à effet de serre de l'organisme. Représentant 19% des émissions du bilan carbone, ils se divisent en deux catégories : les déplacements professionnels et les mobilités domicile-travail.

Déplacements professionnels

Les membres de la MSH sont amenés à se déplacer en France majoritairement mais aussi à l'étranger pour des réunions, colloques, conférences, travaux de recherches... Ces déplacements représentent 15% de l'empreinte carbone de la MSH.

L'année 2022 compte 273 déplacements professionnels, soit plus de 200 000 km parcourus.



Distance parcourue (en km) sur l'année 2022 pour les trajets professionnels.

Figure 2 : Émission par modes de déplacement (en t eCO2) (source : plateforme Labos 1point5).

Le train est le mode de transport largement privilégié. En effet, sur l'ensemble des déplacements, 81% ont été effectués en train alors que seulement 2% ont été effectués en avion et 17% en voiture.

Les voyages en avion dominent les émissions. Les 42 000 kilomètres parcourus par les airs représentent 61 % des émissions, contre 7 % pour les 142 000 kilomètres parcourus en train.

Tableau 4 : Caractéristiques des différents déplacements professionnels effectués par la MSH en 2022 par modes de transport.

MODES DE DEPLACEMENT	Avion	Voiture	Train
Nombre de déplacements	5	46	222
Kilomètres parcourus	41 956	16 013	142 262
Émissions (en t eCO2)	6,71 ± 4,70	3,45 ± 2,07	0,88 ± 0,23

Source 1 : MSH, Labos 1point5.

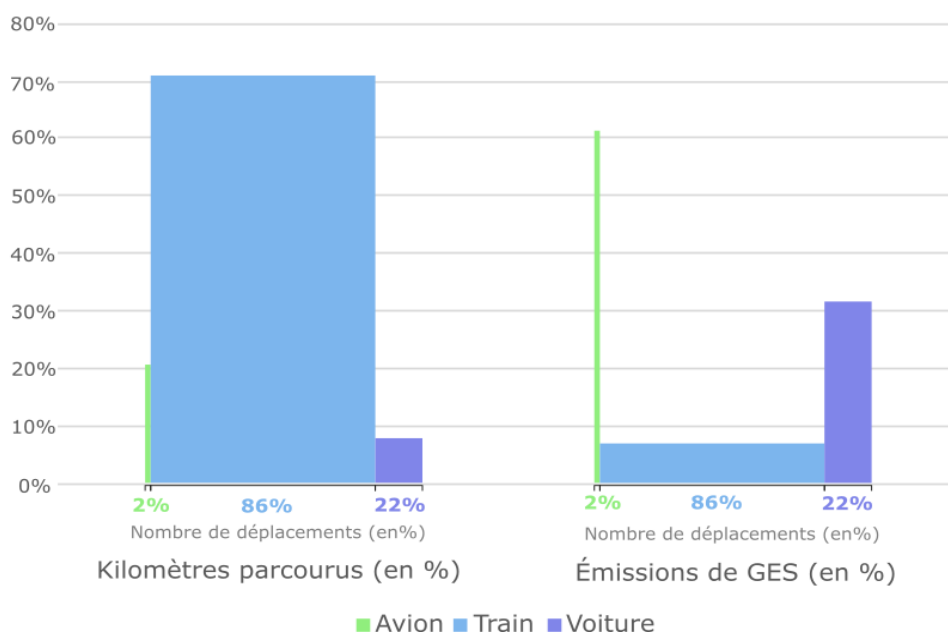
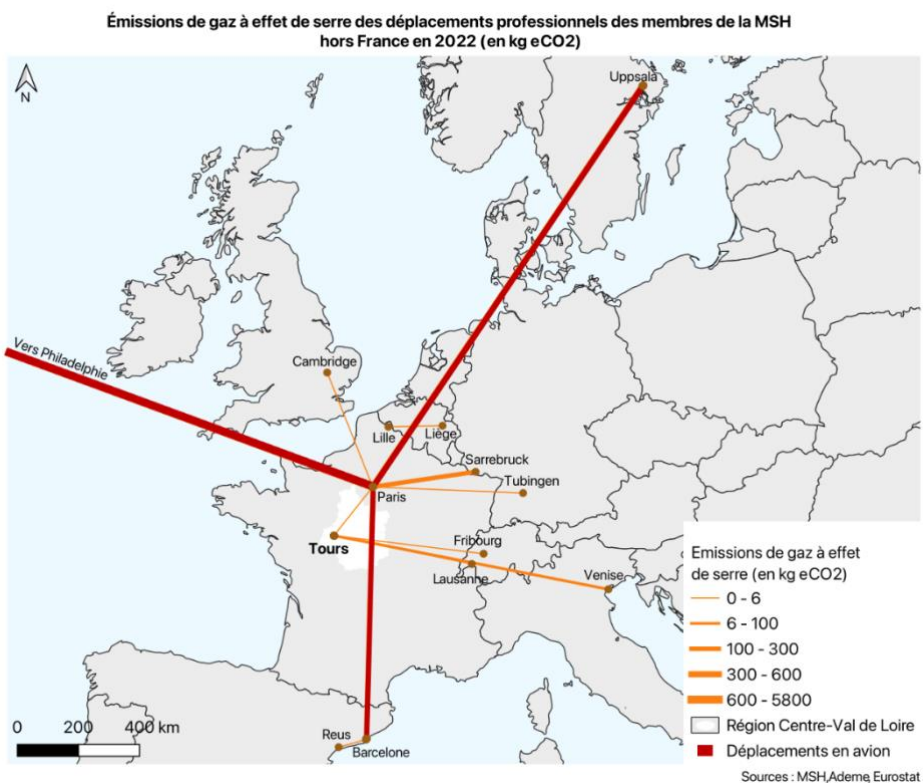
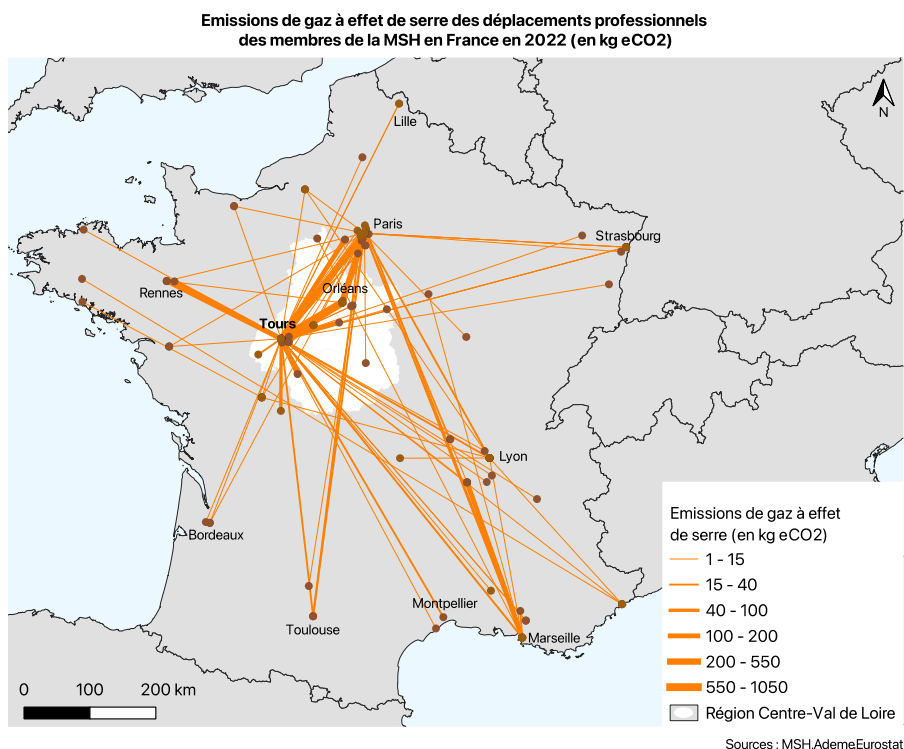


Figure 3 : Répartition en % du nombre de déplacements, des kilomètres et des émissions de GES par type de transport pour les missions de MSH en 2022 (source : Labos 1point5, MSH).

Ainsi, l'avion, représentant 2% des déplacements est responsable de 60% des émissions (figure 3).

Parmi les 273 déplacements, presque 95% ont été effectués au sein de la France.
En effet, 6% de ces mobilités étaient à l'étranger dont 81% en Europe : Espagne, Italie, Allemagne, Suisse... Les seuls trajets hors Europe concernent les Etats-Unis avec des déplacements à Philadelphie.



Mobilités domicile-travail

Les déplacements domicile-travail de la MSH représentent 3% des émissions de gaz à effet de serre du bilan carbone.

Les transports en commun sont majoritairement privilégiés. A partir de 20km aller-retour, c'est la voiture qui est utilisée (figure 4).

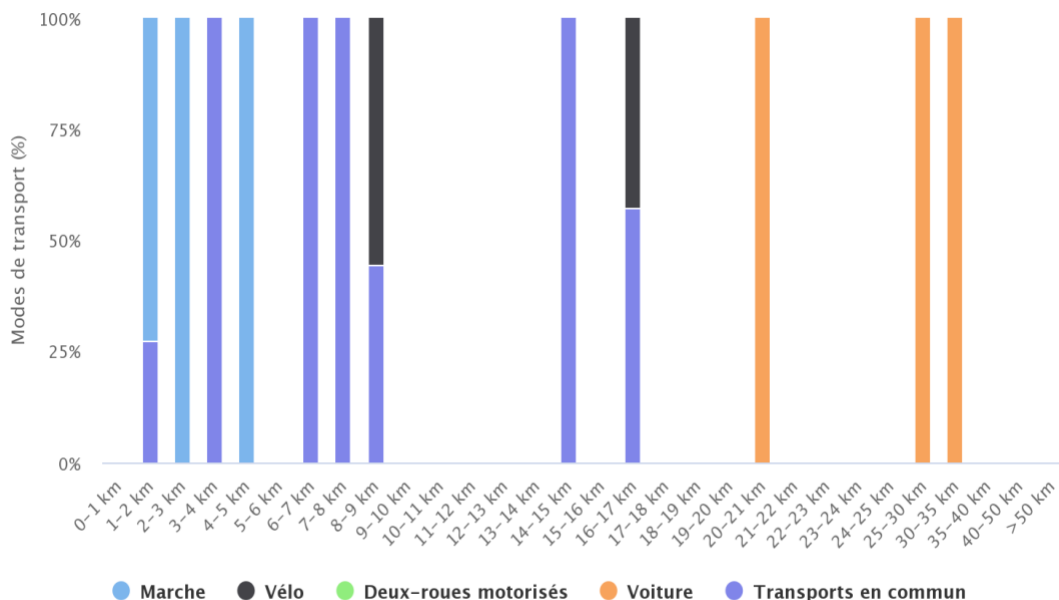


Figure 4 : Modes de transport utilisés sur une semaine pour se rendre au travail selon la distance à parcourir aller-retour (source : plateforme labos 1point5).

Le tramway et la voiture sont les modes de transport les plus utilisés par les membres de la MSH pour parcourir de longues distances (figure 5). En 2022, chacun représente environ 40% de la distance totale parcourue. Cependant, les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas équivalentes entre les deux modes de transport : la voiture émet 1,88 t eCO₂, soit près de 30 fois plus que le tramway qui n'émet que 0,005 t eCO₂ (figure 6).

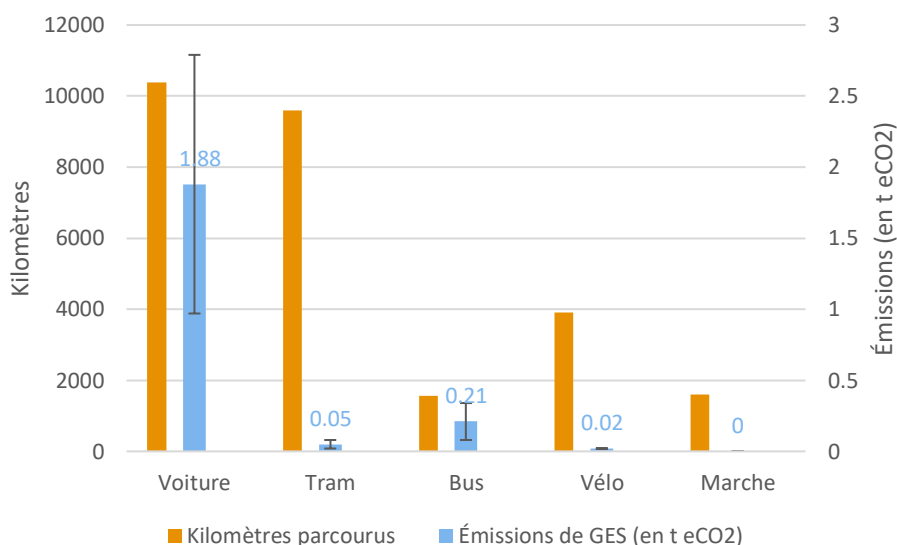


Figure 5 : Émissions de GES et kilomètres parcourus par modes de transport (source : plateforme Labo 1point5, MSH).

Comparaison avec l'UMR CITERES

L'objectif de cette partie est de situer l'empreinte carbone de la MSH par rapport à d'autres organismes de recherche. Ainsi, les émissions de GES des déplacements sont comparées à l'empreinte carbone des déplacements d'un autre laboratoire situé à Tours : CITERES. Cependant, cette comparaison reste à prendre à titre indicatif car l'UMR CITERES et la MSH n'ont pas la même activité de recherche.

Le laboratoire CITERES, Cités, Territoires, Environnement et Société est une Unité Mixte de Recherche (UMR). Son objectif est d'analyser les dynamiques spatiales et territoriales des sociétés. Fédéré par la MSH, le laboratoire travaille sur 5 axes principaux : études urbaines, recherche environnementale, travaux sur le patrimoine, sur le territoire et sur les effets des recompositions sociales contemporaines.

Le laboratoire a ainsi réalisé, à l'aide de la plateforme Labos 1point5, son bilan carbone pour l'année 2019.

Tableau 5 : Émissions dues aux déplacements professionnels de la MSH et de CITERES.

LABORATOIRE	UMR CITERES	MSH
Empreinte carbone des déplacements professionnels (en t eCO ₂)	104,618	10,95
Part en % sur l'ensemble des déplacements	48	83
Effectif du laboratoire	208	15
Ratio de l'empreinte carbone des déplacements professionnels sur l'effectif du laboratoire (en t eCO ₂ / pers)	0,5	0,7

Source 2 : Plateforme Labos 1point5, Bilan carbone de CITERES.

Tableau 6 : Émissions dues aux mobilités domicile-travail de la MSH et de CITERES

LABORATOIRE	UMR CITERES	MSH
Empreinte carbone des déplacements domicile-travail (en t eCO ₂)	113, 173	2,16
Part en % sur l'ensemble des déplacements	52	16
Effectif du laboratoire	208	15
Ratio de l'empreinte carbone des déplacements domicile-travail sur l'effectif du laboratoire (en t eCO ₂ / pers)	0,5	0,1

Source 3 : Plateforme Labos 1point5. Bilan carbone de CITERES.

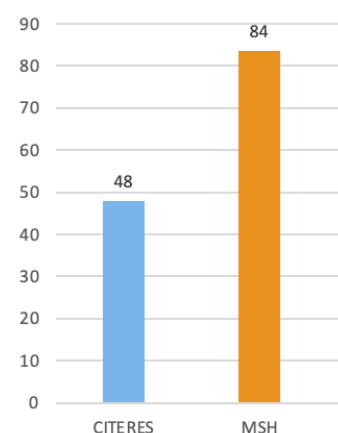


Figure 6 : Part de l'empreinte carbone des déplacements professionnels sur l'ensemble des déplacements (en %).

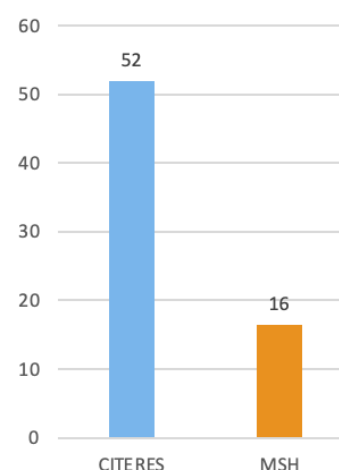


Figure 7 : Part de l'empreinte carbone des mobilités domicile-travail sur l'ensemble des déplacements (en %).

L'empreinte carbone des déplacements professionnels de la MSH est presque 10 fois inférieure à celle de l'UMR CITERES. Cependant, si cette valeur est comparée à l'effectif du laboratoire, alors CITERES a

une empreinte carbone 30% inférieure à celle de la MSH. En effet, chaque membre du laboratoire de CITERES génèrerait 0,5 t eCO₂, tandis que pour la MSH, il génèrerait 0,7 t eCO₂ (tableau 2).

Concernant les mobilités domicile-travail, la MSH représente moins de 2% de l'empreinte carbone de CITERES (tableau 3).

Facteurs d'émissions liés au matériel informatique

La mesure des émissions de gaz à effet de serre liées au matériel informatique se concentre uniquement sur les émissions générées par la fabrication et le transport de ces équipements. Les aspects liés à la consommation électrique et à l'utilisation sur le long terme ne sont pas inclus dans ce calcul, car ils sont déjà pris en compte dans l'évaluation des facteurs d'émissions du bâtiment.

En 2022, la MSH a acheté 4 ordinateurs portables, une souris et un clavier, qui ont engendré une empreinte carbone de 1,2 t eCO₂ (figure 9). Cette empreinte représente 2% du bilan carbone total de la MSH.

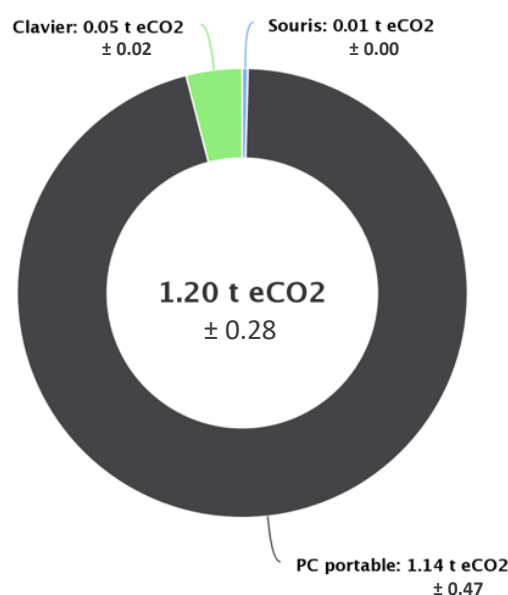


Figure 8 : Empreinte carbone du matériel informatique séparé en types de matériels (source : plateforme Labos 1point5).

La fabrication d'appareil informatique présente une forte empreinte carbone. Par exemple, l'empreinte carbone d'un ordinateur portable est de 285 kg eCO₂, soit l'équivalent de 285 trajets Paris/Tours aller-retour réalisés en TGV et de 13 effectués en TER. Concernant les ordinateurs fixes, ils ont une empreinte carbone encore plus importante avec une valeur presque 3 fois supérieure à celle d'un ordinateur portable.



Facteurs d'émissions liés aux achats

La plateforme GES 1point5 prend en compte l'impact environnemental de tous les biens et services achetés en 2022 par la MSH en utilisant leur code NACRE. Chaque code NACRE est associé à un facteur d'émissions monétaire qui permet d'estimer l'empreinte carbone du produit en fonction de son coût d'achat. Les facteurs d'émissions considérés incluent les phases de fabrication, de distribution et de fin de vie, mais ne prennent pas en compte les émissions liées à la consommation électrique des équipements, qui sont déjà incluses dans la consommation électrique des bâtiments.

Les achats sont le premier poste d'émission de gaz à effet de serre de la MSH pendant l'année 2022. Ils représentent 61% du bilan carbone, soit 44 t eCO₂. Ils sont répartis en 5 catégories suivant leur code NACRE.

La catégorie « hébergement/transport » regroupe les émissions de gaz à effet de serre associées aux logements des membres de la MSH lors de leurs déplacements professionnels.

La catégorie « réparation et maintenance » concerne les travaux effectués pour améliorer ou réparer divers éléments, tels que les installations, équipements ou infrastructures de la MSH.

La catégorie « service » englobe l'ensemble des émissions liées aux activités de recherche de la MSH, notamment la réalisation de salons, d'expositions, de foires, la production de documents, les travaux de communication, l'impression d'ouvrages, l'achat de goodies, l'appel à des prestataire pour la création d'applications ou de site web, les subventions données aux laboratoires membres...

La catégorie « informatique-audiovisuel » regroupe toutes les émissions liées aux achats d'équipements numériques utilisés au sein de la MSH.

En ce qui concerne la catégorie « vie du laboratoire », elle regroupe les achats relatifs à l'alimentation, aux fournitures et au mobilier de la MSH.

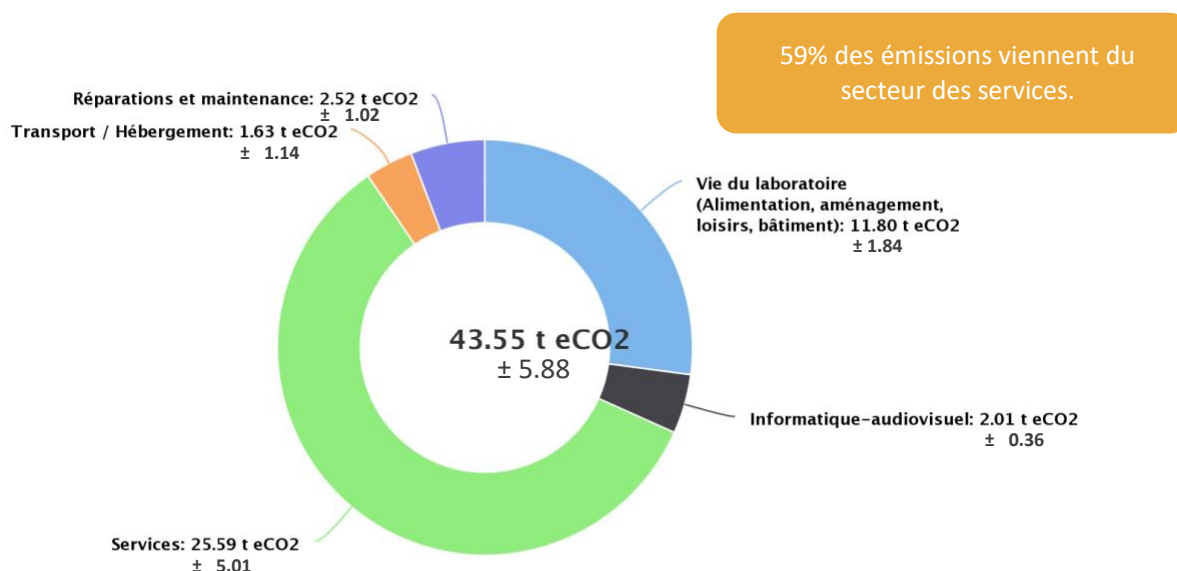


Figure 9 : Empreinte carbone des achats de la MSH séparés en différentes catégories (source : plateforme Labos 1point5).

Facteurs d'émissions liés au stockage des données

Les données de la MSH sont hébergées dans un data center. Situé sur le site plat d'Étain, il appartient à l'université de Tours.

L'empreinte carbone de ces données n'est pas intégrée à la plateforme Labos 1point5. Le calcul est fait manuellement afin d'avoir une idée de l'ordre de grandeur des émissions de GES du stockage des données de la MSH. Ainsi, deux paramètres sont pris en compte dans le calcul : la consommation électrique des serveurs hébergeant les données de la MSH (tableau 4) et les émissions de leur système de refroidissement (avec le fluide frigorigène) (tableau 5).

Tableau 7 : Émissions des GES liées à la consommation électrique des données stockées dans le data center du site plat d'Étain.

	Puissance appelée data center (en W)	Puissance appelée MSH (en W)	Consommation élec en 2022 MSH (en kWh)	Émissions de GES (en t eCO ₂)
ESX (serveurs)	1470	26	5466	0,28 ±0,03
Data (stockage)	2510	139	29223	1,52 ±0,15
TOTAL	3980	165	34689	1,8 ±0,18

Source 4 : Anthony Maubert, Direction des Systèmes d'Information. Bruno Nicolas, Responsable Télécommunications. ADEME.

Tableau 8 : Émissions des GES liées au système de refroidissement du centre de données du site plat d'Étain.

Surface Utile Brute (SUB) du centre de donnée (en m ²)	Part de la SUB occupée par les données de la MSH (en %)	Quantité estimée de fuites du fluide frigorigène (en kg)	Émissions de GES (en t eCO ₂)
60	4	10	0,79 ±0,24

Source 5 : Anthony Maubert, Direction des Systèmes d'Information. Bruno Nicolas, Responsable Télécommunications. ADEME.

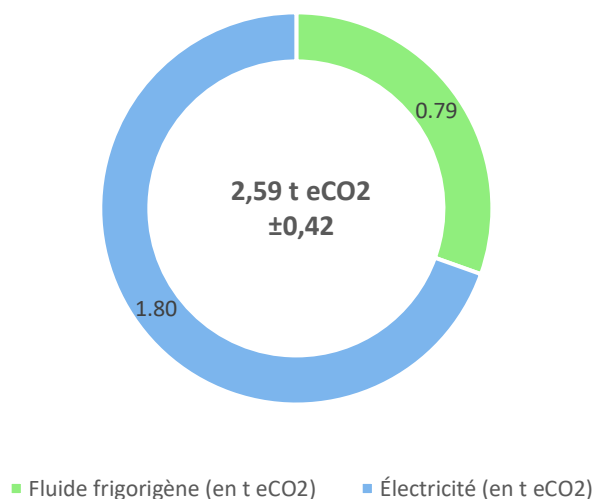


Figure 10 : Émissions des GES (en t eCO₂) liées au stockage des données de la MSH dans le centre de données du site plat d'Étain.

Le liquide de refroidissement utilisé est le R410a.

Avec 1,8 t eCO₂, les émissions liées à la consommation électrique du centre de données sont 1,6 fois plus importantes que celles de la MSH (1,12 t eCO₂) (figure 12).

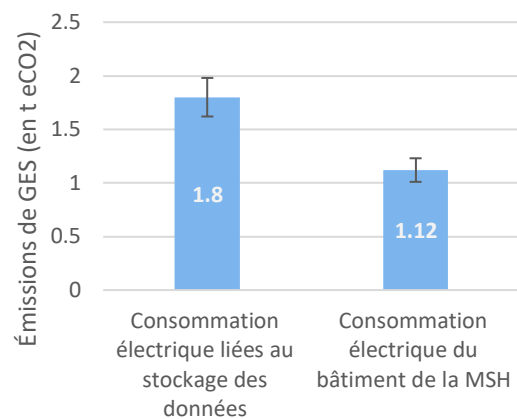


Figure 11 : Comparaison des émissions de GES liées à la consommation électrique (sources : plateforme Labos 1point5. ADEME).

Bilan réglementaire

Le Bilan GES doit obligatoirement prendre en compte les scopes 1 et 2, c'est-à-dire les émissions directes de gaz à effet de serre et les émissions indirectes associées à l'énergie.

Le scope 3 (autres émissions indirectes non liées à l'énergie consommée) est optionnel mais sa réalisation est vivement recommandée par l'ADEME puisqu'il représente souvent la grande majorité des émissions de GES d'une structure.

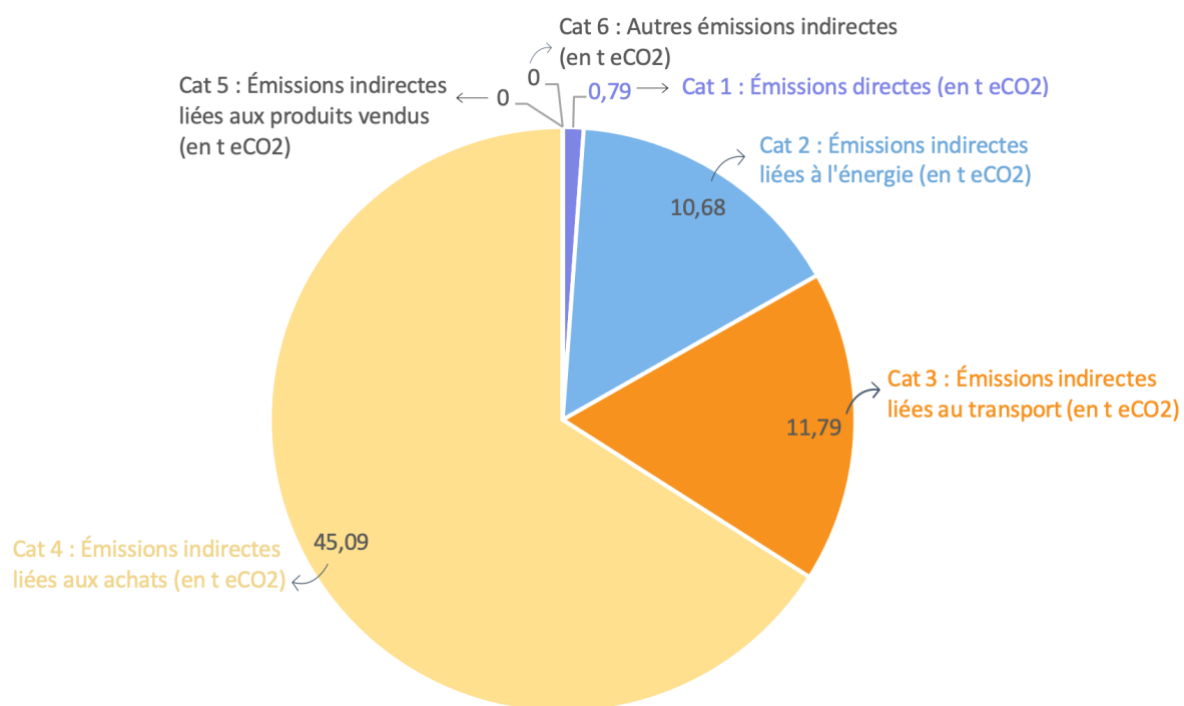


Figure 12 : Émissions de GES (en t eCO2) par catégories en prenant en compte l'empreinte carbone du stockage des données (source : plateforme Labos 1point5, ADEME).

Scope 1 (catégorie 1) : Émissions directes de gaz à effet de serre (chaudières, déplacements des véhicules, N2O, pertes de gaz frigorigènes).

0 t eCO2*

0,79 t eCO2**

Scope 2 (catégorie 2) : Émissions indirectes de gaz à effet de serre liées à la consommation d'électricité ou de chaleur (consommation d'électricité, réseau de vapeur, de chaleur)

8,88 t eCO2*

10,68 t eCO2**

Scope 3 (catégories 3, 4, 5, 6) : Autres émissions indirectes (déplacements domicile-travail, déplacements des fournisseurs, des visiteurs, déplacements autres que les véhicules, achats de produits ou services, immobilisations de biens).

56,88 t eCO2*

56,88 t eCO2**

*sans les émissions de GES liées au stockage des données

**avec les émissions de GES liées au stockage des données

Synthèse

Finalement, en 2022, l'empreinte carbone totale de la MSH est, en prenant en compte le stockage des données, de 71,4 t eCO₂ (± 12,3), soit une empreinte carbone de 4,8 t eCO₂ par membre.

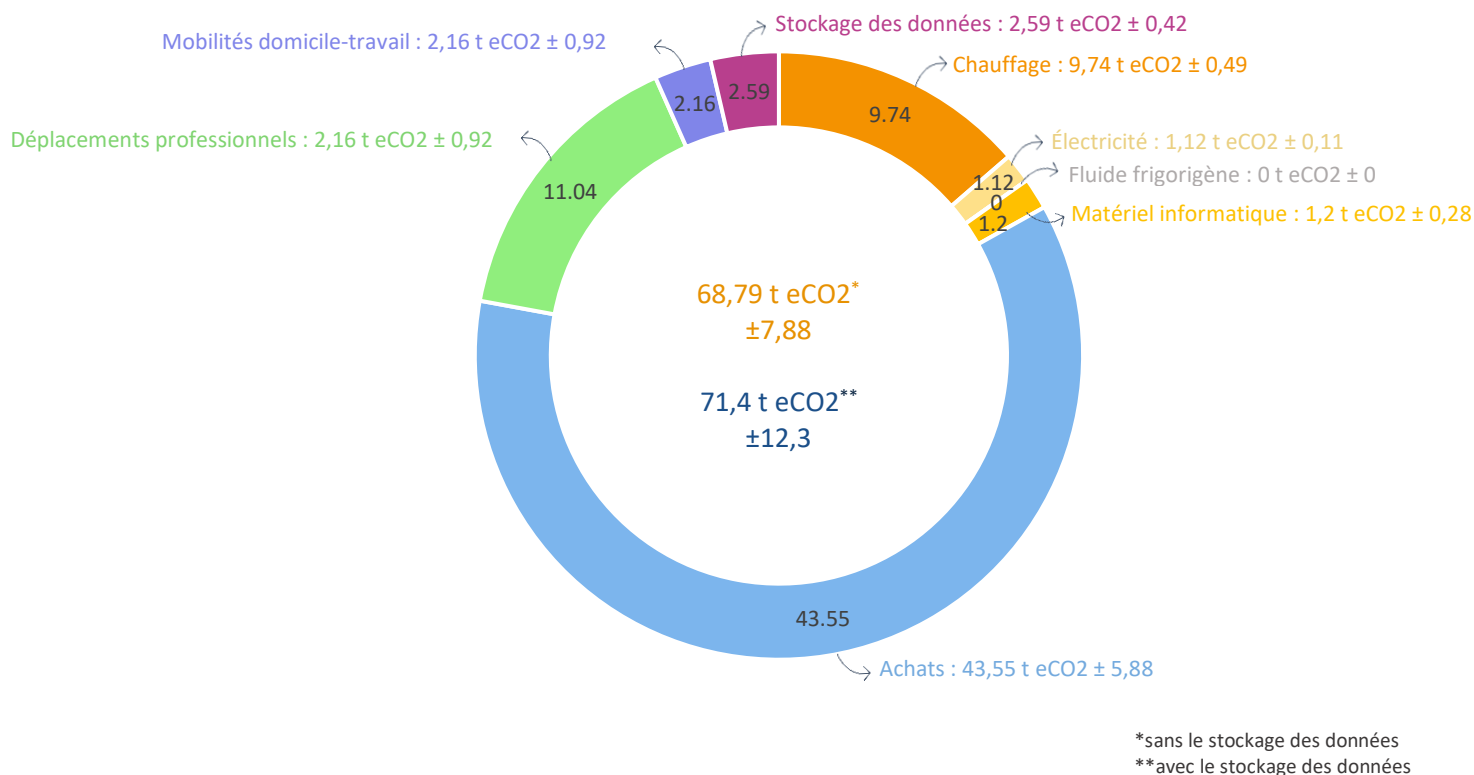


Figure 13 : Émissions (en t eCO₂) de GES de la MSH en 2022 par secteur (source : plateforme Labos 1point5, ADEME).

Ainsi, en 2022, la MSH a produit autant de GES que :

- 330 000 km parcourus en voiture individuelle à moteur thermique
- 2 300 smartphones ou 440 ordinateurs portables fabriqués
- 18 trajets aller-retour Paris/ New-York réalisés en avion
- 8 français sur une année (8,9 t eCO₂ par français par an).

PLAN DE TRANSITION BAS CARBONE

Afin de diminuer l'impact de la recherche, les laboratoires travaillent sur l'élaboration d'un plan de transition. Ainsi, cette section propose des pistes pour réduire l'empreinte carbone de la MSH. Ce plan s'axe autour des 4 thématiques prises en compte dans le bilan : l'énergie, les mobilités, le numérique et les achats. Il s'appuie sur l'outil scénario 1point5 proposé par la plateforme Labos 1point5.

En effet, scénario 1point5 est un outil de scénarisation. Il permet d'explorer les effets induits par la mise en place d'un ensemble de mesures proposées.

Il a pour but d'explorer les futurs possibles afin d'accompagner les laboratoires dans l'élaboration de ce plan transition en les éclairant sur les décisions et les actions à mettre en œuvre.

Quinze mesures, plus ou moins pertinentes pour la MSH, sont proposées par scénario 1point5. Les pistes de réflexion pour ce plan transition ne sont pas toutes tirées de la plateforme scénario 1point5.

PROPOSITIONS	DÉLAI
Désigner une personne au sein de la MSH chargée de suivre régulièrement le bilan carbone d'une année à l'autre. Cette personne sera également en charge de coordonner la mise en œuvre des mesures visant à réduire l'empreinte carbone de la MSH.	Prioritaire (3 ans)
Définir les objectifs, les moyens et un horizon temporel pour les atteindre.	Prioritaire (3 ans)
Consacrer un budget spécifique à la mise en place du plan de transition pourrait permettre de faciliter et d'anticiper sereinement les premières actions à mener.	Prioritaire (3 ans)

Bâtiment

Émissions : 10,86 t eCO₂ ±0,5

16% du bilan carbone

Quatre mesures sont proposées par la plateforme scénario 1point 5.

- « Système de chauffage » : elle simule l'impact du changement du système de chauffage des bâtiments occupés par le laboratoire.
- « Isoler les bâtiments » : elle modifie la classe énergétique des bâtiments occupés par le laboratoire.
- « Réduire le chauffage » : elle réduit la température de consigne de chauffe des bâtiments occupés par le laboratoire.
- « Autoconsommation d'électricité » : elle définit une quantité d'énergie électrique renouvelable auto-consommée par le laboratoire en MWh par an.

Rénovations énergétiques

Pour améliorer l'empreinte carbone des bâtiments de la MSH, il faut réduire la consommation de chauffage et d'électricité. Ainsi, des opérations de rénovation énergétique ont lieu. La loi Climat et résilience vise à encourager ces rénovations du parc immobilier et à sortir du marché les logements énergivores appelés passoires énergétiques classés F et G selon le Diagnostic de Performance Énergétique (DPE).

Le bâtiment de la MSH étant déjà classés A, il n'est pas directement concerné par cette loi.

Par ailleurs, le bâtiment de la MSH situé à Tours est actuellement chauffé au gaz naturel, une source d'énergie qui émet jusqu'à 6 fois plus de gaz à effet de serre que le chauffage électrique. Ainsi, envisager le remplacement du chauffage au gaz par un système de chauffage électrique pourrait être une solution.

Mesure : se raccorder à un réseau de chaleur urbain biomasse.

Réduction sur le bilan carbone de 13%

Le raccordement à un réseau de chaleur urbain biomasse pourrait aussi être un moyen de diminuer le bilan carbone de 13%. En effet, la métropole de Tours est déjà engagée dans la transition énergétique et développe un nouveau réseau de chaleur biomasse sur l'Ouest de son territoire.

Cependant, les locaux de la MSH appartiennent aux universités de Tours et d'Orléans. Ainsi, la MSH ne possède par les leviers d'action nécessaire pour entreprendre des projets de rénovation énergétique.

Développer l'autoconsommation

Mesure : installation de panneaux photovoltaïques.

Réduction sur le bilan carbone de 2%

La consommation électrique de la MSH représente 1,6% du bilan carbone.

L'autoconsommation est définie comme le fait de consommer sa propre production électrique. Installer des panneaux photovoltaïques sur le toit du bâtiment pour répondre au besoin énergétique de la MSH diminuerait alors son empreinte carbone.

Il faudrait alors estimer la superficie de panneaux photovoltaïques nécessaire pour répondre à ses besoins énergétiques ainsi que le coût de tel travaux.

Réduire le chauffage

Mesure : diminuer le chauffage de 2°C.

Réduction sur le bilan carbone de 2%

Le chauffage représente 14% du bilan carbone de la MSH.

Il est possible de diminuer la température du chauffage de quelques degrés. Réduire le chauffage de 2°C permet de diminuer le bilan carbone de la MSH de 2% (**tableau 6**).

Tableau 9 : Conséquences de la réduction du chauffage sur les émissions de GES.

Réduction du chauffage	-0°C	-1°C	-2°C	-3°C	-4°C	-5°C
Émissions du chauffage (en t eCO2)	9,74	9,06	8,37	7,69	7,01	6,33
Part des émissions du chauffage dans le bilan carbone	14,2%	13,3%	12,4%	11,5%	10,6%	9,7%
Réduction du bilan carbone	0%	1%	2%	3%	4%	5%

Source 6 : Plateforme Labos 1point5.

Autres mesures

La mise en place d'autres actions simples au sein des locaux de MSH permettrait aussi de réduire sa consommation énergétique et diminuer ainsi son empreinte carbone.

Voici une liste d'actions et gestes simples et concrets pouvant réduire la consommation énergétique :

- Éteindre l'éclairage à l'intérieur des bâtiments lors des périodes de fermeture
- Améliorer l'efficacité de l'éclairage en déployant des LED ou des éclairages basse consommation, ainsi qu'une gestion en fonction de la présence
- Baisser le chauffage à 16°C pour les espaces inoccupés.

Déplacements professionnels

Émissions : 11,04 t eCO ₂ ±5,14	15% du bilan carbone
--	----------------------

Quatre mesures sont proposées par la plateforme scénario 1point 5. Elles sont majoritairement tournées vers l'utilisation de l'avion.

- « Quota collectif annuel » : elle fixe une distance annuelle maximale totale parcourue en avion par tous les personnels du laboratoire.
- « Limiter l'avion » : une distance maximale autorisée pour un trajet en avion est imposée.
- « Remplacer l'avion » : il est possible de choisir la distance en dessous de laquelle tous les trajets en avion sont remplacés par le train.
- « Remplacer l'avion en France » : la MSH n'est pas concernée par cette mesure car aucun des déplacements réalisés en France n'a été effectué en avion.

L'ensemble des mesures proposées par la plateforme Labos 1point5 sont axées sur les déplacements en avion, or, ces déplacements ne représentent que 2% des déplacements des membres de la MSH. Parmi eux, seulement un aurait pu être substitué par un autre mode de transport. Ainsi, dans le cas de la MSH, les quatre mesures présentées par Labos 1point5 ne sont pas pertinentes.

Favoriser le distanciel

Mesure : supprimer 25% des déplacements professionnels et les substituer par du distanciel.	Réduction sur le bilan carbone de 4%
---	--------------------------------------

Selon l'ADEME, une heure de visioconférence par semaine avec un ordinateur portable émet 0,008 kg eCO₂. Par conséquent, si une réunion de 3 heures nécessite un déplacement d'environ 400 kilomètres aller-retour (équivalent à un Paris/ Tours), son empreinte carbone s'élève à 0,97 kg eCO₂ pour un déplacement en train à grande vitesse (TGV), tandis que si la réunion se tient à distance, l'empreinte carbone est de 0,024 kg eCO₂.

Ainsi, en plus de diminuer le temps de trajet et de présenter un avantage financier, la tenue de la réunion à distance permet de réduire significativement l'empreinte carbone (tableau 7).

Tableau 10 : Comparaison de l'empreinte carbone d'une réunion de 3h à Paris réalisée en présentiel ou en distanciel.

Mode de travail	Distance parcourue aller-retour : Paris-Tours	Temps de trajet aller-retour	Prix	Mode déplacement	Émissions (kg eCO2)	Réduction présentiel/distanciel
Présentiel	410 km	3h	70€	TGV	0,968	-97%
	410 km	4h30	40€	TER	12,136	-99%
Distanciel	0 km	0h	0€		0,024	

Source 7 : SNCF, ADEME.

Privilégier le train

Mesure : remplacer les déplacements en voiture par le train.	Réduction sur le bilan carbone de 4,7%
--	--

Pour réduire l'empreinte carbone des déplacements professionnels, il est essentiel de minimiser autant que possible ces déplacements en favorisant les réunions à distance.

Cependant, lorsqu'il n'y a pas d'alternative, il est recommandé de privilégier le mode de transport ferroviaire.

Ainsi, si les 46 déplacements réalisés en voiture sur l'année 2022 avaient été réalisés en train, leur empreinte carbone aurait diminué de presque 95% en passant de 3,45 t eCO2 à 0,2 t eCO2 (tableau 8).

Tableau 11 : Comparaison de l'empreinte carbone du train et de la voiture des 46 déplacements réalisés en voiture par les membres de la MSH

Mode de déplacement	Voiture	Train
Distance aller-retour (km)	13739,78	12682,87
Émissions (t eCO2)	3,45 ±2,07	0,2 ±0,12

Source 8 : ADEME, MSH.

En plus d'avoir une empreinte carbone plus faible, les trajets en train sont généralement plus rapides et moins coûteux (tableau 9).

Tableau 12 : Comparaison du temps, du coût et des émissions de GES de différents trajets en fonction du mode de transport utilisé.

Ville de départ	Ville d'arrivée	Temps		Coût		Émissions en kg eCO2		Diminution voiture/train (en %)
		Voiture	Train	Voiture	Train	Voiture	Train	
Tours	Paris	2h30	1h20	52€	30€	58,00 ±34,8	3,92 ±2,35	-93%
Tours	Orléans	1h10	1h20	26€	21€	31,00 ±18,6	2,07 ±1,24	-93%

Source 9 : ADEME, SNCF.

Concernant l'avion, certains déplacements ne peuvent être remplacés par le train. En effet, pour se rendre aux Etats-Unis par exemple, la traversée de l'océan Atlantique empêche toutes alternatives à l'avion.

Mesure : privilégier dès que possible le train.	Réduction sur le bilan carbone de 5%
---	--------------------------------------

Sur l'année 2022, sur les 5 déplacements effectués en avion, un seul aurait ainsi pu être réalisé en train. Il s'agit du trajet Paris/ Barcelone. Le réaliser en train diminuerait le bilan carbone de 0,6%.

Tableau 13 : Coût, durée et émissions de GES du trajet Paris/ Barcelone effectué en train ou en avion.

Ville de départ	Ville d'arrivée	Temps		Coût		Émissions en kg eCO2		Réduction totale du bilan carbone (trajet aller-retour)
		Avion	Train (TGV)	Avion	Train	Avion	Train (TGV)	
Paris	Barcelone	1h45	7h	130€	100€	239 ±167	2,55 ±0,5	0,6%

Source 10 : ADEME, SNCF.

Par conséquent, remplacer tous les déplacements en voiture par des trajets en train et, lorsque c'est possible, opter pour des voyages en train plutôt qu'en avion, réduirait l'empreinte carbone des déplacements professionnels d'un peu plus de 30%.

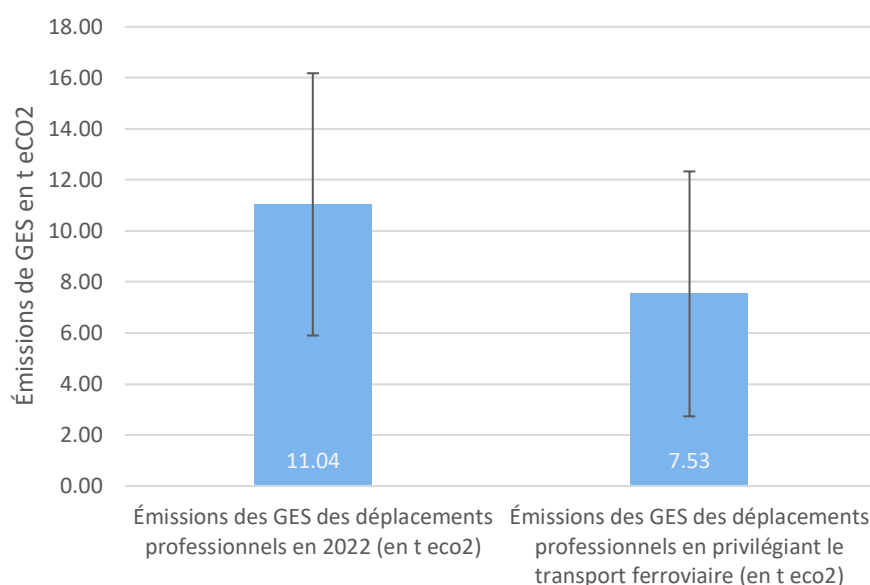


Figure 14 : Émissions de GES liées aux déplacements professionnels des membres de la MSH en 2022 en fonction des modes de transport utilisés (sources : plateforme Labos 1point5).

PROPOSITIONS	FAISABILITÉ
Localiser les évènements (formations, cérémonies, réunions) dans des sites accessibles en train ou transports en commun et privilégier les visioconférences dès que possible.	Moyenne
Déplacements plus raisonnés : faire des missions plus longues, grouper les objectifs, optimiser le temps passé sur place en cumulant les activités, que ce soit des observations sur terrain, des rencontres, des conférences...	Moyenne
Interdire l'avion lorsqu'une alternative en train de moins de 5h est possible.	Moyenne
Instaurer un quota carbone pour les déplacements par personne dégressif dans le temps.	Difficile
Mettre en place, pour chaque membre de la MSH, un suivi de l'empreinte carbone au moyen d'un calculateur développé en interne.	Difficile
Rembourser les tarifs en véhicule personnel au prix de tarif ferroviaire de 2nd classe pour privilégier le train	Moyenne

Mobilités quotidiennes

Émissions : 2,16 t eCO₂ ±0,92

3% du bilan carbone

Quatre mesures sont proposées par la plateforme scénario 1point 5.

- « Électrification des voitures » : elle consiste à électrifier une fraction des voitures thermiques utilisées pour les déplacements domicile-travail des membres du laboratoire.
- « Favoriser le covoiturage » : elle modifie le nombre de passagers par semaine par déplacement en voiture en prenant en compte la fréquence hebdomadaire de covoiturage.
- « Remplacer la voiture » : à partir d'un % de km parcourus, la voiture est remplacée par un mode de transport alternatif.
- « Développer le télétravail » : elle fixe un nombre minimum de jours télétravaillés par personne en prenant en compte la fréquence hebdomadaire de télétravail.

L'empreinte carbone des mobilités domicile-travail est très faible. La majorité des déplacements sont réalisés en transports commun, à vélo ou à pied. Il est ainsi difficile de réduire significativement ces émissions.

Privilégier les transports en commun

En moyenne, les membres de la MSH parcourent 12,5 km par jour. Ce trajet, effectué seul en voiture à moteur thermique, émet 2,7 kg eCO₂.

Tableau 14 : Émissions de CO₂ lors d'un trajet domicile-travail de 12 km aller-retour en fonction du mode de transport.

	Émissions pour 12,5km (en kg eCO ₂)	Comparaison avec un trajet seul en voiture thermique
Tramway	0,04 ±0,02	-98%
Vélo électrique	0,14 ±0,07	-95%
Trottinette électrique	0,31 ±0,16	-89%
Bus	1,61 ±0,97	-41%
Moto	2,40 ±1,44	-12%

De nombreuses mesures ont déjà été mises en place par l'université de Tours afin de valoriser des modes de transports plus écologiques (vélo, marche, transports en commun).

Tout d'abord, selon la loi d'orientation des mobilités (loi LOM), les employeurs sont tenus de financer au moins 50% du coût des titres d'abonnement pour les transports publics. Ainsi, la MSH prend en charge 50% du prix de l'abonnement aux transports en commun.

De plus, le syndicat des mobilités de Touraine travaille en partenariat avec Klaxit pour favoriser le covoiturage. En effet, des avantages sont proposés au passager comme au conducteur, qui, par exemple, est rémunéré pour chaque trajet effectué.

Par ailleurs, la loi LOM a instauré le Forfait Mobilités Durables (FMD). Ce forfait, permet aux personnes covoiturant régulièrement pour se rendre au travail, de bénéficier d'un montant de 100 à 300 € par an.

L'université valorise aussi les modes de transports doux comme le vélo en répartissant des stations de réparation sur ses campus.

Par ailleurs, l'université a pour projet de mettre en place une plateforme de covoiturage afin de développer cette pratique en interne. Le recensement de l'ensemble des trajets faciliterait alors les démarches et pourrait permettre aux quelques membres de la MSH venant en voiture de covoiturer car actuellement, aucun d'eux ne pratique le covoiturage.

Mettre en place le télétravail

Mesure : mettre en place 2 jours de télétravail par semaine.

Réduction sur le bilan carbone de 1%

Depuis la crise sanitaire du Covid-19, le télétravail est devenu largement répandu. De nombreuses organisations offrent la possibilité à leurs employés de travailler à distance certains jours de la semaine. En plus de diminuer le temps de trajet, le télétravail présente de nombreux avantages comme la réduction du stress, une meilleure concentration et productivité.

À la MSH, plusieurs membres ont déjà adopté cette pratique et travaillent depuis chez eux un ou plusieurs jours par semaine.

Cependant, la majorité des membres de la MSH habitent à proximité des bureaux et utilisent ainsi des modes de transports doux (transports en commun, vélo, marche). Ainsi, imposer des jours de télétravail influencerait peu le bilan carbone (**tableau 12**).

Tableau 15 : Conséquences du nombre de jour en télétravail sur les émissions de GES.

Nombre de jour de télétravail	0	1	2	3	4	5
Émissions de GES des déplacements domicile/travail (en t eCO ₂)	2,16	2,15	1,48	0,99	0,49	0
Réduction du bilan carbone (en %)	0%	0%	1%	1,7%	2,4%	3,1%

Source 11 : Plateforme Labos 1point5.

Augmenter les jours télétravaillés à 2 par semaine, diminuerait le bilan carbone de 1%.

Par ailleurs, la pratique du télétravail n'est pas tout le temps préférable et sobre en carbone. En effet, elle peut conduire à de nouvelles consommations énergétiques au domicile (chauffage, éclairage, ...), et à une augmentation de l'utilisation de flux de données internet. En plus d'augmenter la consommation énergétique personnelle de l'employé, son bureau reste chauffé pendant ses jours de télétravail, ce qui entraîne une émission de deux fois plus de gaz à effet de serre.

Le flex office pourrait alors être aussi envisagé. Il s'agit de ne plus attribuer un bureau à chaque employé. Ainsi, chaque jour, les membres de la MSH peuvent être amenés à changer de bureau. Cela permet de faire des économies d'énergie en ne chauffant que certains bureaux.

Les achats : acheter mieux et moins

Émissions : 43,55 t eCO₂ ±5,88

61% du bilan carbone

Deux mesures sont proposées par la plateforme scénario 1point 5.

- « Réduire les achats » : cette mesure réduit la quantité de biens et de services achetés par le laboratoire.
- « Achat d'occasion » : elle consiste à basculer une partie des achats neufs en achats d'occasion.

Le secteur des achats représente plus de la moitié du bilan carbone de la MSH. Divisé en différentes catégories, c'est celle des services qui est la plus émettrice. Pour réduire leur impact il faudrait acheter mieux et moins. Attention, cette manière de consommer réduit les dépenses. Cependant, ces crédits dégagés peuvent alors être utilisés pour d'autres usages induisant une nouvelle émission de GES. Ainsi, libérer une partie du budget pour d'autres activités pourrait diminuer l'efficacité des mesures.

Une démarche de sobriété

Mesure : réduire les achats de 25%.

Réduction sur le bilan carbone de 16,5%

Il s'agit ici de chercher à réduire la quantité de tout ou d'une partie des biens et des services achetés par la MSH. Diminuer les achats du laboratoire nécessite ainsi de repenser les pratiques de recherche. Cela peut consister notamment à développer l'économie circulaire et à faciliter la cession, le prêt ou le don d'équipements et de matériels entre unités, laboratoires.

Tableau 16 : Conséquences de la réduction des achats sur les émissions de GES.

Réduction des achats	Émissions des achats (en t eCO ₂)	Réduction des émissions
0%	43,55	0%
10%	39,11	6,4%
25%	32,6	15,9%
30%	30,42	19,1%

Source 12 : Plateforme Labos 1point5.

PROPOSITIONS	FAISABILITÉ
Initiatives en faveur de la mutualisation et du regroupement des achats (pour réduire l'impact des livraisons) entre les laboratoires de la ville ou même l'université.	Moyen
Mutualisation des consommables (papier, commande logiciel).	Moyen

Se tourner vers l'achat d'occasion

Mesure : acheter 25% d'occasion.	Réduction sur le bilan carbone de 1%
----------------------------------	--------------------------------------

Acheter mieux signifie chercher à intégrer les dimensions environnementales et sociales dans toutes les étapes du processus d'achat. Il s'agit notamment de privilégier les produits issus de la filière du recyclage. D'ailleurs, allonger la durée de vie du matériel en achetant d'occasion, permet de réduire la quantité de déchets produits.

Le matériel acheté d'occasion a une empreinte carbone liée à sa fabrication qui est nulle par définition. En effet, seul le primo-acheteur se voit attribuer cette empreinte carbone, et ceci dans son intégralité afin d'éviter les double-comptages.

Jusqu'à présent, la MSH n'était pas autorisée à acheter d'occasion. Cependant, récemment, des mesures sont prises afin de rendre ces achats possibles.

Tableau 17 : Réduction des émissions de GES en diminuant les achats de 25% et en achetant 25% des biens d'occasion.

Émissions des achats en 2022	Émissions avec 25% d'achats en moins et 25% d'occasion	Diminution sur le bilan carbone 2022
68,79 t eCO ₂	57,38 t eCO ₂	16,6%

Le numérique

Émissions : 1,2 t eCO ₂ ±0,28	2% du bilan carbone
--	---------------------

Une seule mesure est proposée par la plateforme scénario 1point 5.

- « Durabilité du matériel informatique » : elle permet d'augmenter la durée de vie de X% du matériel informatique acheté par le laboratoire.

La MSH renouvelle son matériel informatique quand celui-ci est âgé d'au moins 7 à 8 ans et qu'il ne fonctionne plus convenablement. De plus, tout le matériel informatique qui est dégradé mais encore fonctionnel est cédé à une association travaillant en collaboration avec l'université de Tours : Informatique Participative. Cette association se charge de le réparer et de l'offrir à faible coût à des personnes ou étudiants en situation de précarité.

La MSH ne renouvelle donc pas régulièrement l'ensemble de son parc informatique. Elle prolonge déjà la durée de vie de son matériel au maximum, ne le remplaçant que lorsqu'il ne fonctionne plus. Par conséquent, la mesure proposée par la plateforme Labos 1point5, qui consiste à allonger la durée de vie du matériel informatique, n'est pas applicable à la MSH.

Concernant les copieurs, ils sont tous mutualisés avec l'université. Dans le bâtiment de la MSH, il y en a actuellement trois, principalement utilisés par la MSH et CITERES. En septembre 2023, l'un des copieurs sera retiré, laissant ainsi deux copieurs : un pour chaque laboratoire (la MSH et CITERES). Il serait envisageable de n'en laisser qu'un seul pour l'ensemble du bâtiment. Cependant, certains secteurs d'activité dépendent fortement de l'imprimante, ce qui rendrait difficile le fait de n'en conserver qu'un seul.

Synthèse des actions proposées

Postes	Solutions	Réduction sur le bilan carbone (en %)	Économies CO2 (en t eCO2)	Délai	Faisabilité
BÂTIMENT - 10,86 t eCO2 - 16% du bilan carbone					
Bâtiment	Baïsser le chauffage à 16°C pour les espaces inoccupés.				
	Remplacer le chauffage au gaz par un système de chauffage électrique.				
	Se raccorder à un réseau de chaleur urbain biomasse.	13%	9,3	Long	Difficile
	Installer des panneaux photovoltaïques pour favoriser l'autoconsommation.	2%	1,4	Moyen	Difficile
	Diminuer le chauffage de 2°C.	2%	1,4	Rapide	Facile
DEPLACEMENTS PROFESSIONNELS - 11,04 t eCO2 - 16% du bilan carbone					
Déplacements	Localiser les évènements (colloques, cérémonies, réunions) dans des sites accessibles en train ou en transports en commun et privilégier les visioconférences dès que possible.				
	Déplacements plus raisonnés : faire des missions plus longues, grouper les objectifs, optimiser le temps passé sur place en cumulant les activités que ce soit des observations sur terrain, des rencontres, des conférences...				
	Mettre en place, pour chaque membre de la MSH, un suivi de l'empreinte carbone au moyen d'un calculateur développé en interne.				
	Instaurer un quota carbone pour les déplacements par personne dégressif dans le temps.				
	Privilégier dès que possible le train à la voiture et à l'avion.	5%	3,4	Rapide	Facile
	Réaliser 25% des déplacements professionnels en distanciel.	4%	2,9	Rapide	Moyen
MOBILITÉS QUOTIDIENNES - 2,16 t eCO2 - 3% du bilan carbone					
Déplacements	Développer le flex office.				
	Mettre en place une plateforme de covoiturage avec l'Université de tours.				
	Mettre en place 2 jours de télétravail par semaine.	1%	0,7	Rapide	Facile
ACHATS - 43,55 t eCO2 - 63% du bilan carbone					
Achats	Initiatives en faveur de la mutualisation et du regroupement des achats (pour réduire l'impact des livraisons) entre les laboratoires de la ville ou même l'Université.				
	Réduire les achats de 25%.	16,50%	11,8	Moyen	Difficile
	Acheter 25% d'occasion.	1%	0,7	Moyen	Moyen

REGARD CRITIQUE

Le bilan carbone établi, fournit une estimation des émissions de dioxyde de carbone générées par la MSH, permettant ainsi d'avoir une idée de leur ampleur. Cependant, il convient de noter que le résultat obtenu représente une estimation globale en raison de plusieurs facteurs d'incertitude. En plus des incertitudes liées aux facteurs d'émissions, la méthode utilisée avec la plateforme Labos 1point5 est incomplète, et la collecte des données peut parfois manquer de précision.

En effet, la plateforme Labos 1point5 est toujours en cours d'amélioration. Le bilan d'émissions de GES est qualifié de « premier niveau ». Il représente les émissions de sources communes à priori à tous les laboratoires, mais de nombreuses autres sources d'émissions méritent d'être prises en compte dans l'outil en fonction des activités spécifiques des laboratoires (comme les déchets, le stockage des données...). L'amortissement des achats effectués n'est aussi pas pris en considération.

Par ailleurs, l'empreinte carbone du bâtiment dépend de la valeur de la consommation énergétique de la MSH, qui est déduite de la surface utile brute occupée par le laboratoire. Cependant, la valeur soumise est une estimation et la véritable consommation reste inconnue.

Concernant les achats, les émissions par type sont peu détaillées. Les facteurs d'émissions par code NACRE ne sont pas accessibles. Sans ces valeurs il est alors difficile de déterminer quels achats émettent le plus afin de les cibler pour élaborer le plan transition.

De plus, il est problématique qu'un seul facteur d'émission soit attribué à un code NACRE. En réalité, un même code NACRE peut être utilisé pour un large éventail de produits potentiellement très différents, ayant ainsi des empreintes carbones divergentes. Cette simplification ne tient pas compte des variations significatives d'émissions entre les produits associés à un même code.

Enfin, les valeurs d'émissions liées aux achats manquent de nuance. En effet, elles ne prennent pas en compte la provenance ni la qualité du produit, ce qui peut conduire à des évaluations erronées de leur impact réel sur l'environnement. Par exemple, un produit acheté localement en France peut avoir la même empreinte carbone, voire être supérieure à celle d'un produit similaire fabriqué en Chine avec des matériaux de moins bonne qualité, ayant probablement une empreinte carbone plus élevée.

Ces lacunes dans les données et les évaluations des émissions liées aux achats soulignent la nécessité d'une approche plus nuancée et détaillée pour prendre des décisions éclairées dans l'élaboration du plan de transition vers une approche bas carbone.

RETOUR D'EXPERIENCE

Au cours de ce stage, j'ai dû faire face à quelques difficultés. Tout d'abord, la première étape relative à la récolte des données s'est révélée être un processus assez long, marqué par des délais d'attente entre chaque réponse. Cela signifiait que, lors des premières semaines, mon avancement dépendait en partie de la réactivité des autres parties prenantes. J'alternais ainsi entre des périodes très chargées, avec une multitude de données à traiter et à analyser, et des périodes plus calmes, où j'attendais les informations nécessaires.

De plus, certaines données se sont avérées particulièrement difficiles à récolter. Notamment, concernant l'université d'Orléans, malgré nos efforts, nous n'avons pas obtenu de retour. Il m'a fallu trouver des solutions et alternatives.

Cependant, ce stage, très enrichissant, m'a permis de mettre en œuvre et développer plusieurs de mes compétences.

Tout d'abord, étant responsable de ma mission, j'ai dû faire preuve d'une grande autonomie pour m'organiser et mener à bien mon travail dans les délais impartis. Cette expérience m'a appris à instaurer une rigueur et une méthodologie de travail, me permettant ainsi de progresser de manière structurée et efficace.

Par ailleurs, j'ai également eu l'occasion de développer mes compétences en communication. La nature de ma mission m'a amené à entrer en contact avec de nombreuses personnes pour collecter les données nécessaires, mais aussi pour élaborer le plan de transition. Cette interaction avec différentes parties prenantes m'a permis de perfectionner mes capacités à collaborer avec autrui, à comprendre les besoins de chacun et à m'adapter aux différentes situations.

Ce stage, a par ailleurs été une véritable opportunité pour étoffer mes connaissances et mettre en pratique les notions apprises lors de ma formation. J'ai eu l'occasion d'appliquer la méthode de calcul du bilan carbone de l'ADEME, d'utiliser l'outil QGIS pour réaliser des cartes et de travailler sur le data center du site plat d'Étain, qui était également le sujet de mon Projet de Fin d'Études (PFE). Ces expériences m'ont permis à la fois de consolider mes connaissances existantes et d'acquérir de nouvelles compétences.

La visite du centre de données a d'ailleurs été particulièrement enrichissante, car elle m'a permis de mieux comprendre son fonctionnement, notamment en ce qui concerne le système de refroidissement et la gestion de la chaleur fatale dégagée. Des connaissances s'avérant utiles pour mon sujet de PFE.

Au cours de mon stage, j'ai aussi développé la capacité de rendre des livrables clairs, synthétiques et répondant aux exigences du projet. J'ai compris l'importance de transmettre des résultats de manière accessible à tous, en utilisant un langage compréhensible par l'ensemble des parties prenantes.

Durant mon stage, j'ai également appris à m'adapter à différentes situations et à faire preuve de flexibilité. Lorsque des difficultés ou des obstacles se présentaient, j'ai su demander des conseils, faire des relances en cas d'absence de réponses et trouver des alternatives et des solutions pour continuer à avancer dans mon travail.

En somme, ce stage m'a offert une réelle opportunité de mettre en pratique mes compétences, d'enrichir mes connaissances et de développer des qualités essentielles dans le monde professionnel. Je tiens à remercier toute l'équipe pour son soutien et son accompagnement tout au long de cette expérience enrichissante.

ANNEXES

Unité de comptage	PCS (1)	PCS en PCI	PCI (2)
1 kWh électrique	1	divisé par 1.00	1
1 litre de fioul domestique	10.65-11.86	divisé par 1.07	9.96
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

Annexe 1 : Conversion PCS en PCI

Catégorie	Sous catégorie	Unité	Année	Facteur d'émission	Unité eqCO2	Incertitude
Fluides frigorigènes	R410a	kg	2015	1924	kg eCO2/kg	30%
Électricité	Electricité France continentale	kWh	2022	0.052	kg eCO2/kWh	10%
Véhicules	Voiture Essence	km	2018	0.2234	kg eCO2/km	60%
Véhicules	Voiture Diesel	km	2018	0.2121	kg eCO2/km	60%
Visioconférence	Réunion distanciel ordinateur portable (basse définition, wifi)	h		0,008	kg eCO2/h	
Transports	Avion court courrier (< 1000km)	km	2022	0.1416	kg eCO2/km	10%
Transports	Voiture Electrique	km	2020	0,1034	kg eCO2/km	60%
Transports	Vélo électrique	km	2020	0,0249	kg eCO2/km	50%
Transports	Avion moyen courrier (< 1001-3500 km)	km	2022	0,1027	kg eCO2/km	10%
Transports	Avion long courrier (> 3500 km)	km	2022	0,0833	kg eCO2/km	10%
Transports	Ferroviaire TGV > 200 km	km	2021	0,0033	kg eCO2/km	20%
Transports	Ferroviaire TGV < 200 km	km	2019	0,018	kg eCO2/km	60%
Transports	Train international	km	2019	0,037	kg eCO2/km	60%
Transports	Train mixte France et international	km	2019	0,016	kg eCO2/km	60%
Transports	rer	km	2019	0,0094	kg eCO2/km	20%
Transports	Tramways =< 250000 habitants	km	2018	0,005	kg eCO2/km	60%
Transports	Tramways > 250000 habitants	km	2018	0,0033	kg eCO2/km	60%
Transports	Bus > 250000 habitants	km	2021	0,129	kg eCO2/km	60%
Transports	Bus 100000-250000 habitants	km	2021	0,137	kg eCO2/km	60%
Transports	Bus < 100000 habitants	km	2021	0,146	kg eCO2/km	60%
Chauffage	Gaz naturel	kWh PCI	2022	0,24	kg eCO2/km	5%
Chauffage	Gaz propane	kWh PCI	2019	0,2717	kg eCO2/km	5%
Chauffage	Fioul domestique	kWh PCI	2014	0,3243	kg eCO2/km	5%
Chauffage	Biométhane	kWh PCI	2020	0,0444	kg eCO2/km	20%

Annexe 2 : Facteurs d'émissions

BILAN GAZ A EFFET DE SERRE

A quoi ça sert ?



- **Quantifier les émissions** de gaz à effet de serre d'une organisation
- **Identifier les postes d'émissions** les plus significatifs et les leviers d'action
- Établir une **stratégie bas carbone**

Sur quel périmètre ?

- Année de référence : **2022**
- Périmètre organisationnel : **UAR 3501** (2 sites : Tours et Orléans)

Quels postes d'émissions sont pris en compte ?



DÉPLACEMENTS



CONSOMMATION
D'ÉNERGIE



ACHATS



MATÉRIEL
INFORMATIQUE

Comment le calculer ?



Données
d'activité



Facteurs
d'émissions



Volume d'émissions
exprimées en tonne
équivalent CO2 (t eCO2)



9 t eCO2
par Français
en moyenne

Quelques ordres de grandeurs

1 961

Repas
végétariens

2 209

bouteilles
d'un litre d'eau

138

Repas avec
du boeuf

6 ordinateurs
portables
fabriqués

1 t eCO2
représente

 **4 348 km** en avion

 **4 596 km** en voiture

 **423 729 km** en TGV

V Tré-Hardy, 2023

BILAN GAZ A EFFET DE SERRE 2022

Maison des Sciences de l'Homme
Val de Loire



Volume total
d'émissions
71,4 t eCO₂
± 12,3

4,8 t eCO₂
par membre
de la MSH

Accords de Paris
pour la neutralité
carbone en 2050
2 t eCO₂/ pers

61%



59%

Activité de recherche :
communication,
services, prestations...

37%

Vie du laboratoire,
matériel, réparation et
maintenance

4%

Hébergement



GAZ
72%



STOCKAGE DES DONNÉES
20%



ÉLECTRICITÉ
8%

19%



**CONSOMMATION
D'ÉNERGIE**

15%



273
missions



AVION
42 000 km



VOITURE
16 000 km



TRAIN
142 000 km

61%

32%

7%

MOBILITÉS DOMICILE-TRAVAIL

3%

87% des émissions lors des
déplacements domicile - travail
sont dus à la voiture.



2%

MATÉRIEL INFORMATIQUE



V Tre-Hardy, 2023

Annexe 4 : Affiche synthétique bilan carbone page 2.

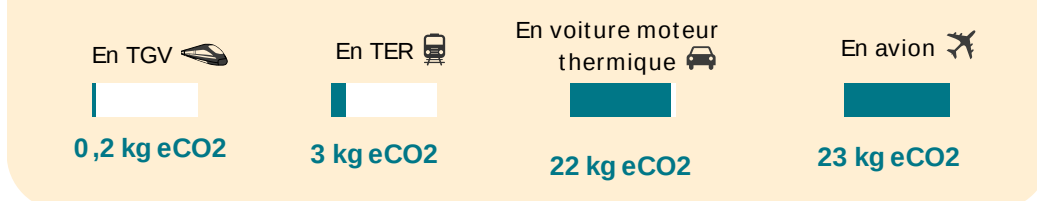
BILAN GAZ A EFFET DE SERRE



Privilégier les réunions en distanciel 

Privilégier le train à l'avion et à la voiture

Empreinte carbone selon le mode de transport pour 100 km



1 ordinateur fixe fabriqué

= 3 ordinateurs portables fabriqués

= 15 smartphones fabriqués

= 40 trajets Paris-Tours en TER
400 trajets Paris-Tours en TGV



Bibliographie

- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires. L’empreinte carbone de la France de 1995 à 2021. [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/lempreinte-carbone-de-la-france-de-1995-2021#:~:text=Ramenée%20à%20l%27ensemble%20de,CH4%20et%207%20%25%20de%20N02>> (19/05/2023)
- INSEE. Émissions de gaz à effet de serre par habitant en 2020. [en ligne]. Disponible sur : < https://www.insee.fr/fr/outil-interactif/5367857/europe/90_DDE/92_DEV/92I_FigureE1> (05/06/2023)
- ADEME. Bilan de GES. [en ligne]. Disponible sur : < <https://bilans-ges.ademe.fr/bilans>> (20/05/2023)
- Université de Tours. Bilan(s) carbone : les laboratoires passent le cap. [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.univ-tours.fr/l-universite/nos-valeurs/transition-ecologique/ressource-energie/le-bilan-carbone>> (24/04/2023)
- Ministère de la transition écologique. Méthode pour la réalisation des bilans d’émissions gaz à effet de serre. [en ligne]. Disponible sur : < https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/methodo_BEGES_decli_07.pdf> (3/05/2023)
- Ministère de la transition écologique. Frais de transport des salariés : quelles sont vos obligations ?. [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.economie.gouv.fr/entreprises/frais-transport-salaries>> (03/07/2023)
- ADEME. Calculez l’empreinte carbone de vos usages numériques. [en ligne]. Disponible sur : < <https://agirpoulatransition.ademe.fr/particuliers/bureau/numerique/calculez-lempreinte-carbone-usages-numeriques>> (07/07/2023)
- CNRS. Transition bas carbone : un plan ambitieux pour le CNRS. [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/transition-bas-carbone-un-plan-ambitieux-pour-le-cnrs>> (07/07/2023)
- CNRS. Plan de transition du CNRS – Sensibiliser, former et valoriser. [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/plan-de-transition-du-cnrs-sensibiliser-former-et-valoriser>> (07/07/2023)
- CNRS. GdR Labos 1point5 : Analyser et réduire l’empreinte carbone de la recherche. [en ligne]. Disponible sur : < <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/gdr-labos-1point5-analyser-et-reduire-lempreinte-carbone-de-la-recherche>> (07/05/2023)



Victoria Tré-Hardy
2022-2023

MSH VDL, estimation de son empreinte carbone : Élaborer le bilan d'émissions de GES et le plan de transition bas carbone d'une Unité d'Appuie et de Recherche (UAR).

Résumé : Mon stage de 3 mois et demi s'est déroulé à la Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire (MSH VdL), laboratoire en sciences humaines et sociales. Ma mission était d'élaborer leur bilan d'émissions de gaz à effet de serre, de l'analyser et de proposer un plan de transition bas carbone.

Mots Clés : Gaz à Effet de Serre (GES), émissions, quantification, réduction, amélioration, stratégie.

Maison des Sciences de l'Homme Val de Loire :
33 All. Ferdinand de Lesseps, 37200 Tours

Tuteur entreprise :
Dominique Andrieu
Cartographe

Tuteur académique :
Hervé Baptiste