



# Bilan GES 2022

## Evolution des émissions entre 2017, 2019 et 2022

### Consommations électriques du bâtiment ISTerre Grenoble

*Bilan réalisé en Juillet-Aout 2023 par Patricia Romero Quineche, stagiaire 2<sup>ème</sup> année ENSE3  
encadrée par G. Sarret et Ph. Lesage*

# Sommaire

<b>Table des sigles</b>	<b>4</b>
<b>I. Périmètre organisationnel de la Personne Morale</b>	<b>5</b>
I.1. Le laboratoire et ses activités	5
I.2. Le périmètre organisationnel retenu	5
I.3. Le périmètre opérationnel défini	6
<b>II. Résultats du BGES 2022</b>	<b>7</b>
Résultats sans prise en compte des traînées	7
Résultats avec prise en compte des traînées	9
II.1. Achats	11
II.2. Déplacements professionnels	12
II.3. Déplacements domicile-travail	14
II.4. Consommations des bâtiments	16
II.5. Serveurs informatiques	16
II.6. Synchrotrons	16
II.7. Stations sismologiques	16
<b>III. Evolution entre 2017, 2019 et 2022 et analyse</b>	<b>16</b>
III.1. Evolution des émissions totales et par poste	16
III.2. Evolution des missions	18
III.3. Evolution des achats	19
III.4. Evolution des déplacements domicile-travail	20
III.5. Evolution de la consommation électrique	22
III.6. Evolution de la consommation liée à l'utilisation des synchrotrons	23
III.7. Conclusions	23
<b>IV. Pistes pour un plan de transition</b>	<b>25</b>
<b>Annexes</b>	<b>27</b>

## Remerciements

Nous remercions sincèrement François-Xavier Mevel, Jean-Noël Bouvier, Nathanäel et Jonathan Schaeffer, Ludovic Moreau, Philippe Genin, Laurent Azema, Bruno Lanson et tout le personnel de ISTerre pour leur aide et leur disponibilité.

# Table des sigles

**ADEME** : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

**BGES** : Bilan de gaz à effet de serre

**CNRS** : Centre national de la recherche scientifique

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**eCO<sub>2</sub>** : équivalent CO<sub>2</sub>

**GDR** : Groupement de recherche

**GES** : Gaz à effet de serre

**IRD** : Institut de recherche pour le développement

**ISTerre** : Institut des Sciences de la Terre

**kWh / MWh** : kilowatt-heure / Mégawatt-heure

**m<sup>2</sup>** : Mètre carré

**Shift** : Session de travail synchrotron d'environ 8 heures

**SUMMER** : Stockage Unifié Mutualisé Massif Évolutif et Réparti

**UGA** : Université Grenoble Alpes

**USMB** : Université Savoie Mont Blanc

**VAE** : Vélo à assistance électrique

# I. Périmètre organisationnel de la Personne Morale

## I.1. Le laboratoire et ses activités

L'Institut des Sciences de la Terre (ISTerre) est une unité mixte de recherche sous la tutelle du Centre National de Recherche Scientifique (CNRS), de l'Université Grenoble Alpes (UGA), de l'Université Savoie Mont Blanc (USMB), de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) et de l'Université Gustave Eiffel. Le laboratoire est consacré à l'étude physique et chimique de la Terre. Il étudie les grands systèmes liés à la Terre interne, en observant des éléments naturels, et en faisant des expérimentations et modélisations des phénomènes complexes.

ISTerre est divisé en deux sites : l'un à Grenoble et l'autre à Chambéry. Il comprend 307 salariés en 2022 (277 en 2019), parmi eux figurent des chercheurs, des doctorants et post-doctorants, ainsi que des ingénieurs et techniciens.

Le laboratoire exerce diverses activités. Les salariés effectuent de nombreuses missions de terrain afin de prélever des échantillons et collecter des données. D'autres déplacements ont pour but de participer à des jurys de thèse, des conférences et aussi des réunions de travail. Au sein de ses locaux, le laboratoire réalise aussi des expériences. Le serveur interne qui y était localisé a été déménagé dans le cluster mutualisé de l'UGA en 2021. Le calcul intensif est réalisé sur des calculateurs externalisés dans des centres de calcul. Certaines expériences sont réalisées sur des synchrotrons, et ISTerre assure également la maintenance de réseaux sismologiques.

**Site internet :** <https://www.isterre.fr/>

### Adresses :

#### Site de Grenoble :

ISTerre

OSUG-C (Maison des Géosciences)  
1381, Rue de la Piscine  
38400 Saint Martin d'Hères

#### Site de Chambéry :

ISTerre

Savoie Technolac  
24-28, Avenue du Lac d'Annecy - Bâtiment Belledonne  
73370 Le Bourget-du-Lac

## I.2. Le périmètre organisationnel retenu

Les Bilans de Gaz à Effet de Serre des années 2019 et 2022 ont été réalisés avec l'outil libre [GES1point5](#), développé par le GDR Labos1point5. Ce logiciel a été conçu spécialement pour la réalisation de BGES par des laboratoires (voir l'annexe, partie méthodologie).

On considère le site de Grenoble et celui de Chambéry, avec l'intégralité du personnel à l'exception des stagiaires.

## I.3. Le périmètre opérationnel défini

Les BGES de 2019 et de 2022 prennent en compte les émissions générées par les biens et les activités du laboratoire, pour les sites de Grenoble et de Chambéry, au sein de leurs bâtiments et aussi

par les activités professionnelles ayant lieu à l'extérieur de ces derniers. Ces activités sont les suivantes : achats dont matériel informatique, missions, déplacement domicile-travail, consommation des bâtiments, calculateurs externes, mesures au synchrotrons et maintenance des stations sismologiques.

Le bilan GES d'ISTerre suit la méthodologie de GES1point5, qui suit les directives de l'ADEME, se basant sur la dernière méthodologie de l'ADEME ([Version 5, juillet 2022](#)).

Le logiciel GES1point5 ne prenant pas en compte certains points, le traitement des émissions liées aux calculateurs externes, aux synchrotrons et aux stations sismologiques a été fait à part.

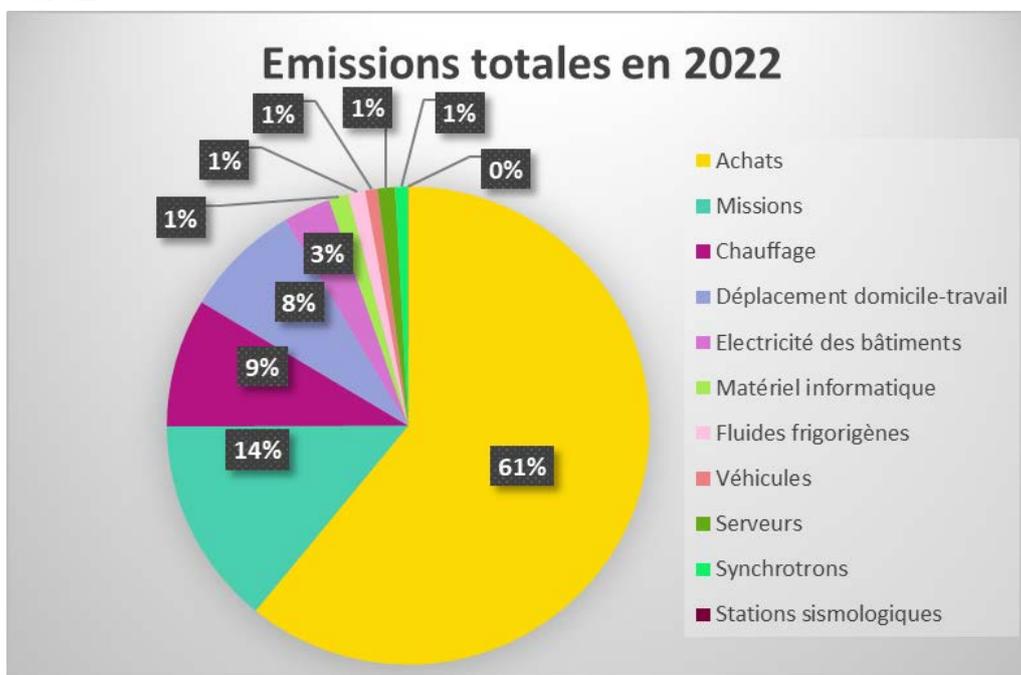
Concernant la prise en compte ou pas des traînées de condensation pour les trajets en avion: La réglementation française préconise, pour l'aviation, de prendre en compte les émissions de GES liées à la combustion et à l'amont du combustible, sans inclure les émissions liées aux traînées de condensation. Le consensus actuel est que le forçage radiatif de ces traînées est important, mais l'incertitude sur le facteur d'émission est de +/-70% (contre +/-10% sans traînées). Aussi, nous présentons les résultats sans prise en compte des traînées, sauf indication contraire.

Pour le BGES 2019, il manque les informations sur les déplacements domicile-travail, le bilan ne pourra donc pas être finalisé et soumis sur **GES1point5**.

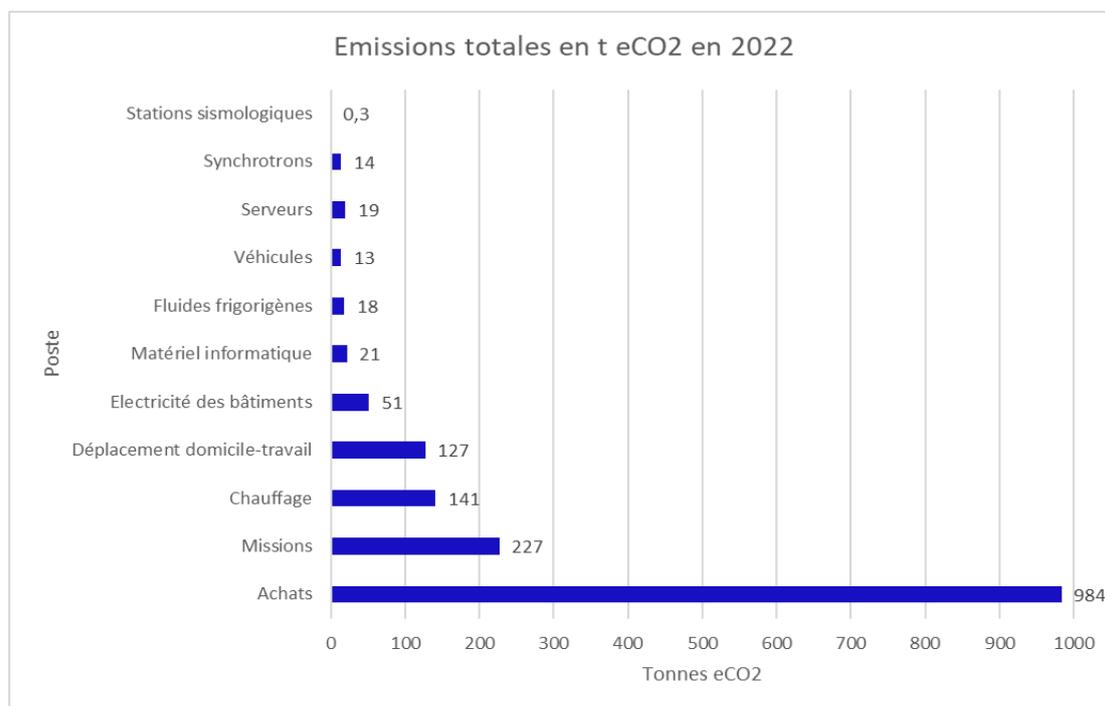
## II. Résultats du BGES 2022

### Résultats sans prise en compte des traînées

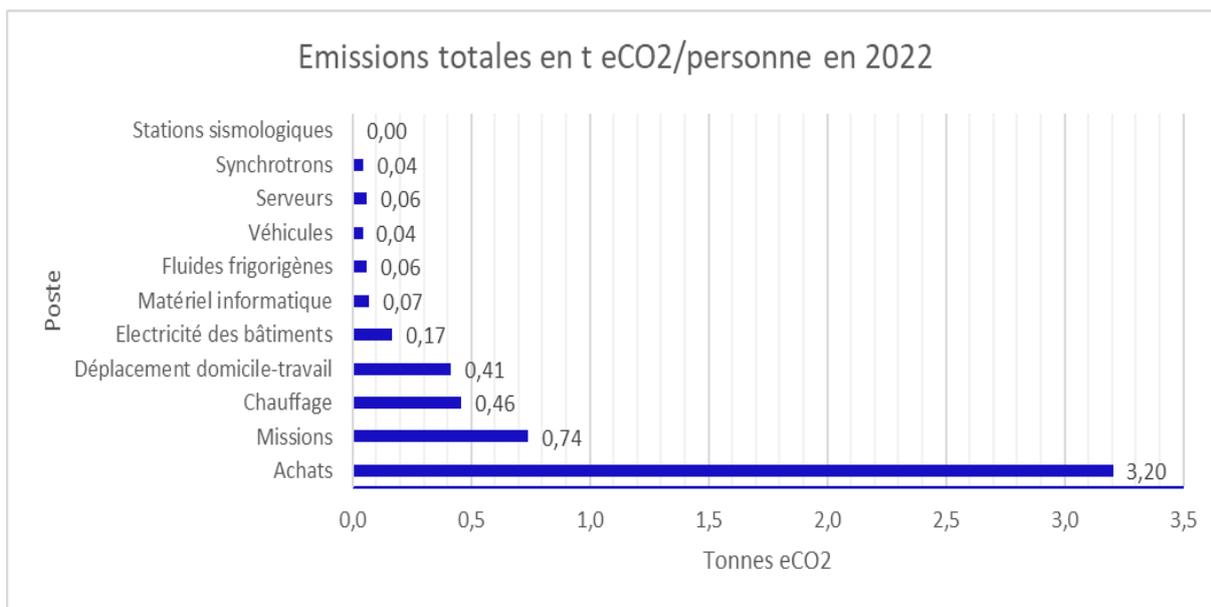
En prenant en compte les synchrotrons, serveurs et stations sismologiques, on obtient les résultats suivant :



*Figure 1 : répartition des émissions totales en 2022*

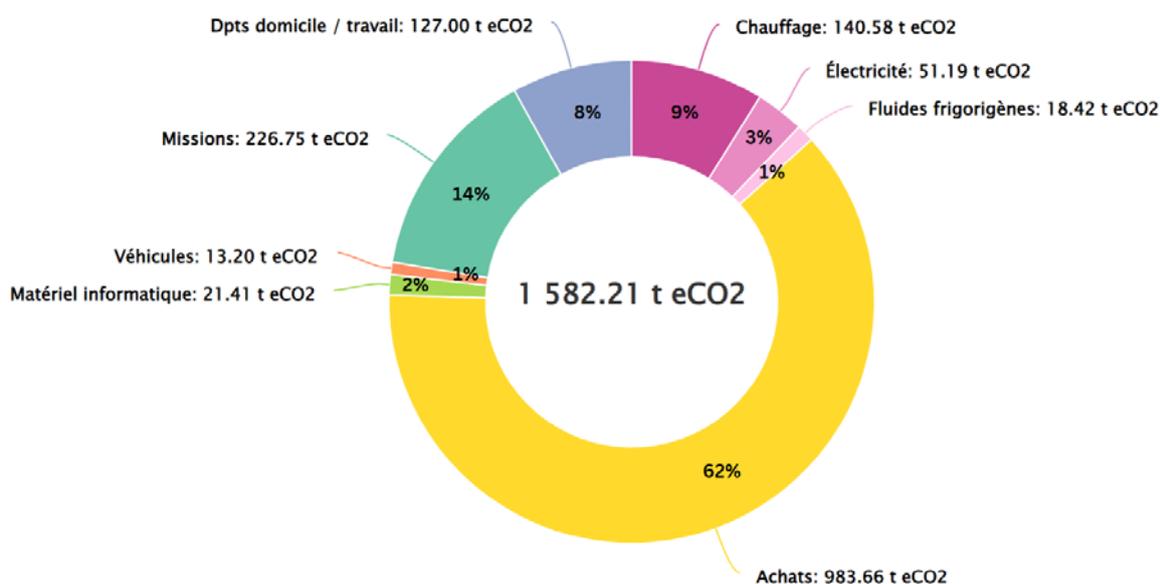


*Figure 2 : émissions en 2022*



*Figure 3 : émissions en 2022 en t eCO<sub>2</sub>/personne*

Voici les résultats donnés par le logiciel GES1point5 (donc sans la prise en compte des synchrotrons, serveurs et stations sismologiques) :



*Figure 4 : répartition des émissions en 2022 (sans les synchrotrons, serveurs et stations sismologiques)*

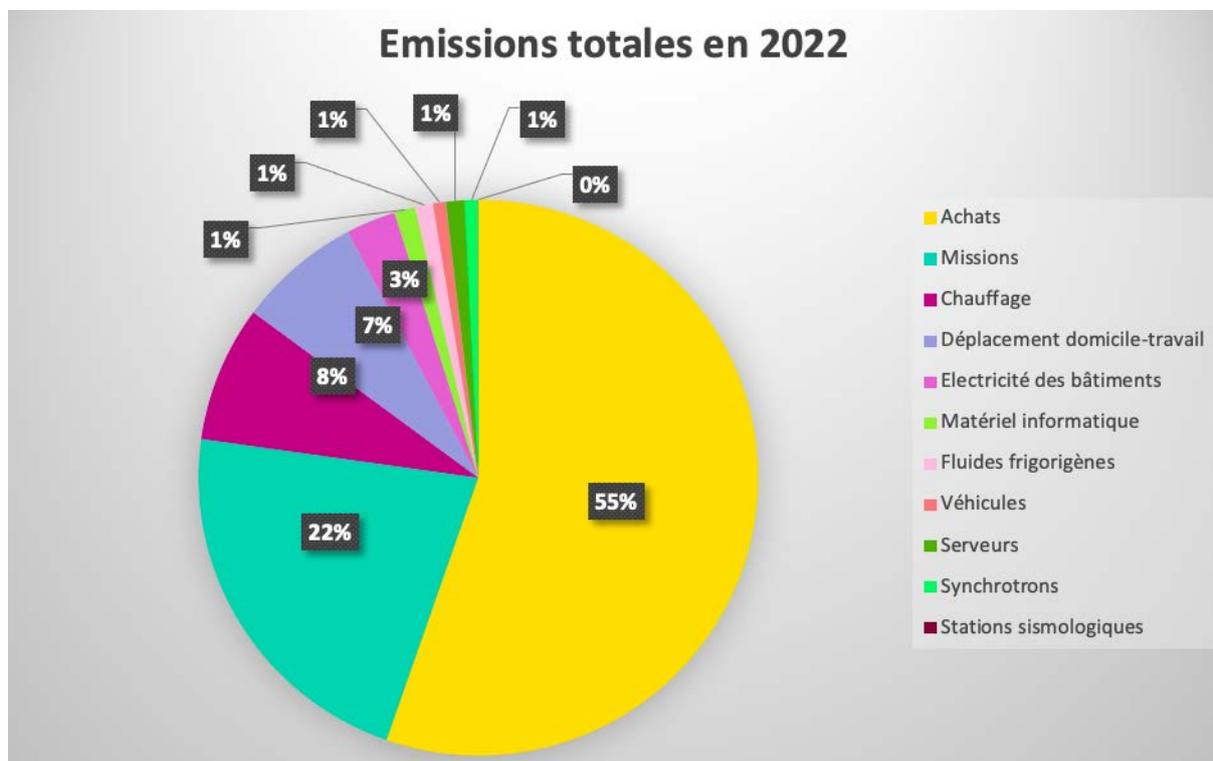
Pour récapituler, on obtient les valeurs suivantes :

	Emissions totales en t eCO <sub>2</sub>	Emissions en t eCO <sub>2</sub> /personne
Synchrotrons, serveurs et stations sismologiques non pris en compte	1582	5,15
Synchrotrons, serveurs et stations sismologiques pris en compte	<b>1615</b>	<b>5,26</b>

*Tableau 1 : Emissions en 2022*

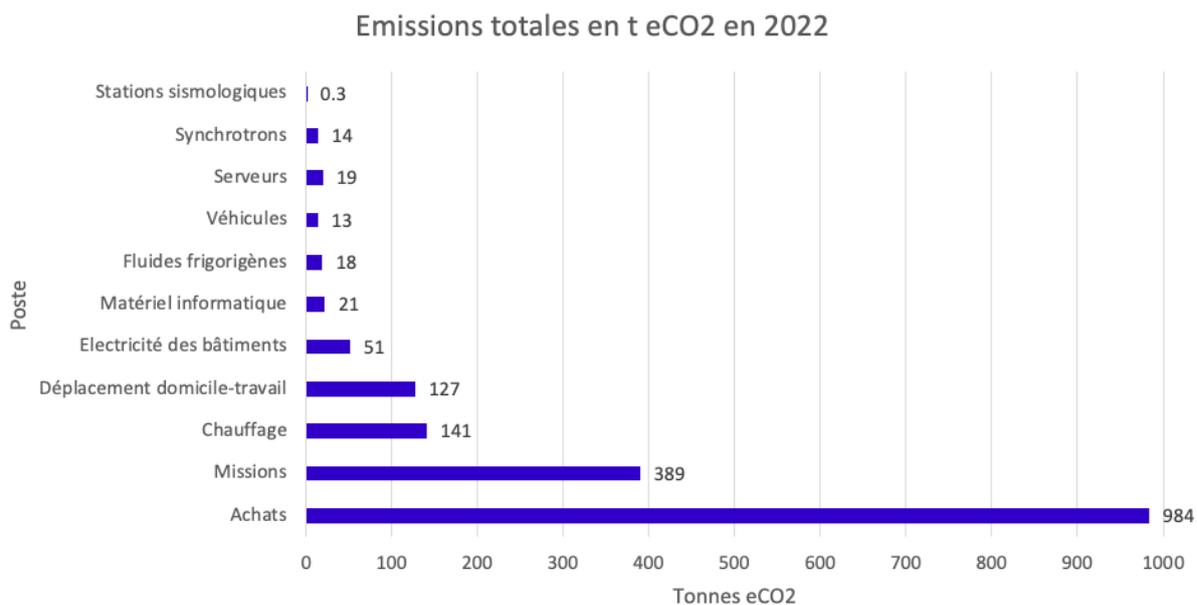
On a donc une **émission totale en 2022 de 1 615 t eCO<sub>2</sub>**, soit **5,26 t eCO<sub>2</sub> par personne**.

## Résultats avec prise en compte des traînées



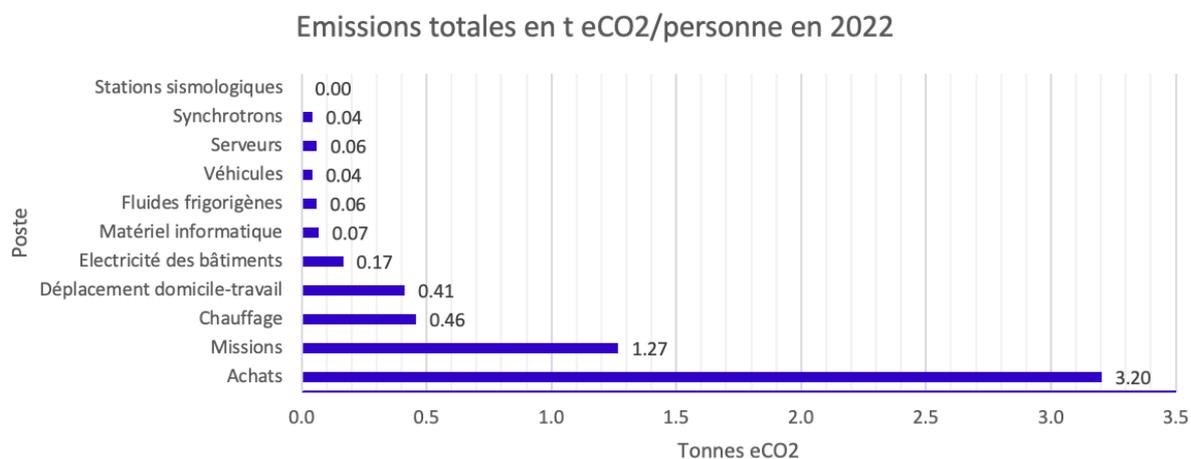
*Figure 5 : répartition des émissions totales en 2022 avec traînées*

Les missions passent de 14% des émissions totales à 22% quand on prend en compte les traînées.



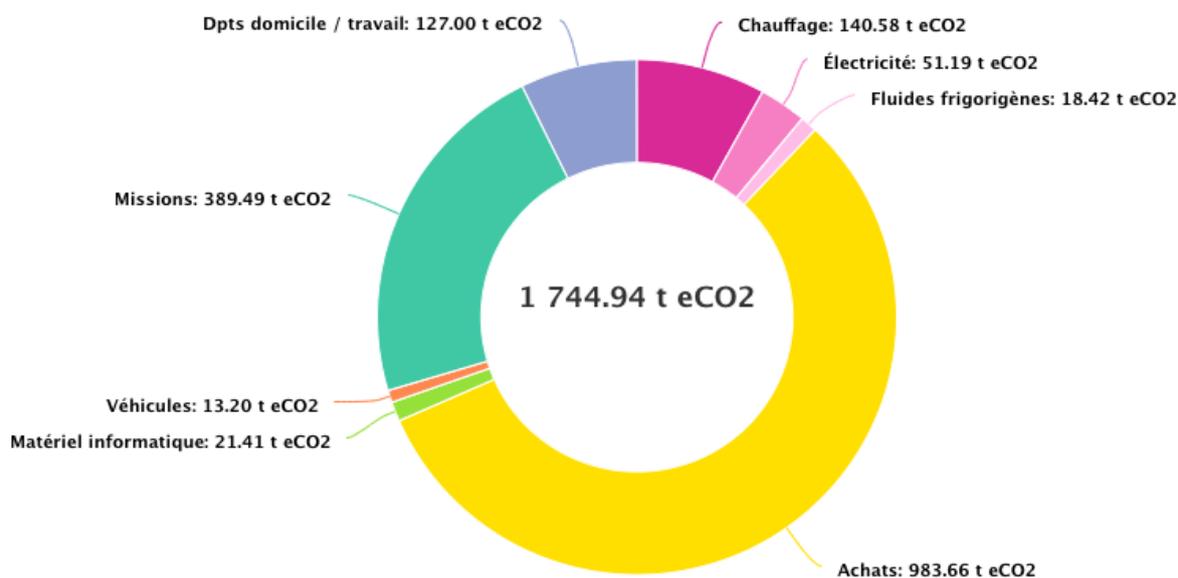
*Figure 6 : émissions en 2022 avec traînées*

Les missions passent donc de 227 à 389 t eCO<sub>2</sub> quand on prend en compte les traînées.



*Figure 7 : émissions en 2022 en t eCO<sub>2</sub>/personne avec traînées*

Voici les résultats donnés par le logiciel GES1point5 (donc sans la prise en compte des synchrotrons, serveurs et stations sismologiques) avec les traînées :



*Figure 8 : répartition des émissions en 2022 avec traînées (sans les synchrotrons, serveurs et stations sismologiques)*

On obtient donc les valeurs suivantes :

	Emissions totales en t eCO <sub>2</sub>	Emissions en t eCO <sub>2</sub> /personne
Synchrotrons, serveurs et stations sismologiques non pris en compte	1745	5,68
Synchrotrons, serveurs et stations sismologiques pris en compte	<b>1778</b>	<b>5,79</b>

*Tableau 2 : Emissions totales en 2022 avec traînées*

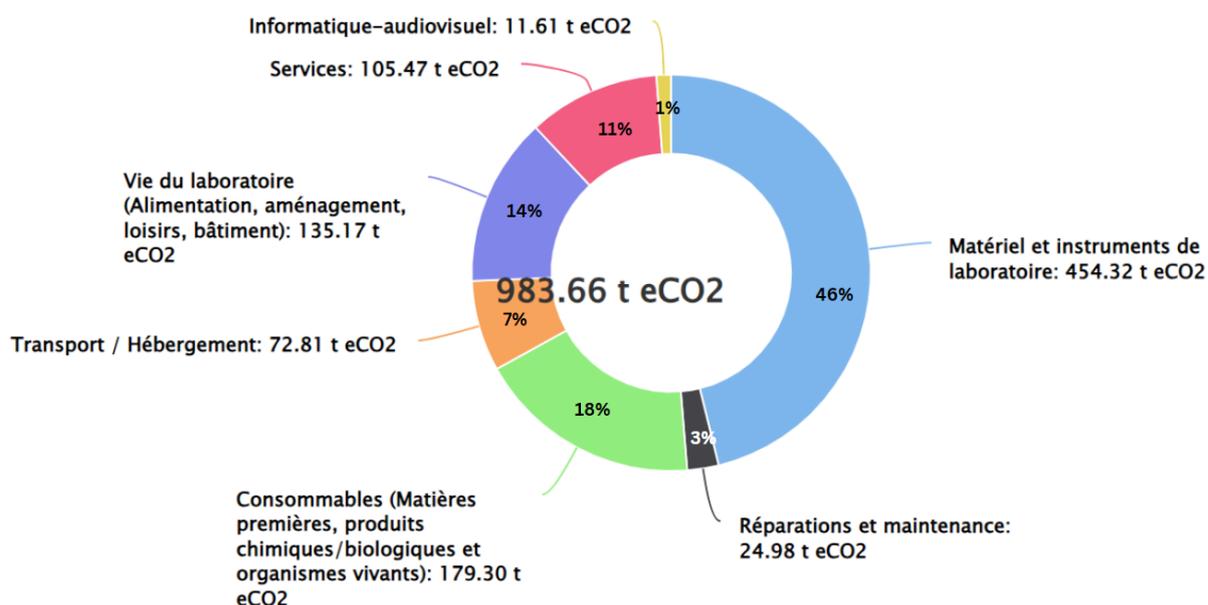
On a donc une **émission totale en 2022 de 1778 t eCO<sub>2</sub>**, soit **5,79 t eCO<sub>2</sub> par personne** quand on prend en compte les traînées. Ce qui correspond à une augmentation de 163 t eCO<sub>2</sub> par rapport à la valeur totale sans traînées.

## II.1. Achats

Les achats représentent 61% des émissions, pour un total de 2 841 353 € en 2022.

*Remarque : le montant donné ne prend pas en compte les éléments déjà pris en compte ailleurs (les frais de missions, les véhicules, la consommation d'électricité et de gaz, l'achat de matériel informatique, etc.).*

Comme on peut voir ci-dessous, cela provient pour moitié de l'achat de matériel et d'instruments de laboratoire :

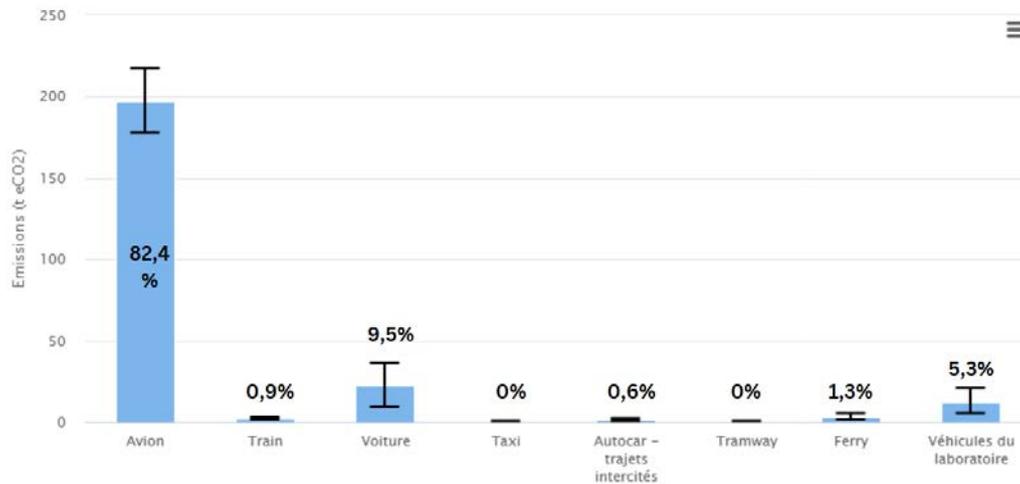


*Figure 9 : Répartition de l'empreinte carbone des achats en 2022*

*Remarque : dans le poste Transport / Hébergement, ce n'est pas le transport de personnes dans le cadre de déplacements professionnels qui est pris en compte. Celui-ci est déjà pris en compte dans les missions, donc pour éviter un double comptage il n'est pas considéré dans les achats. Le transport dont il s'agit est le transport de marchandises, de courrier, etc.*

## II.2. Déplacements professionnels

Les déplacements professionnels représentent 14% des émissions quand on ne prend pas en compte les traînées. La *figure 10* montre la répartition en fonction du mode de transport.

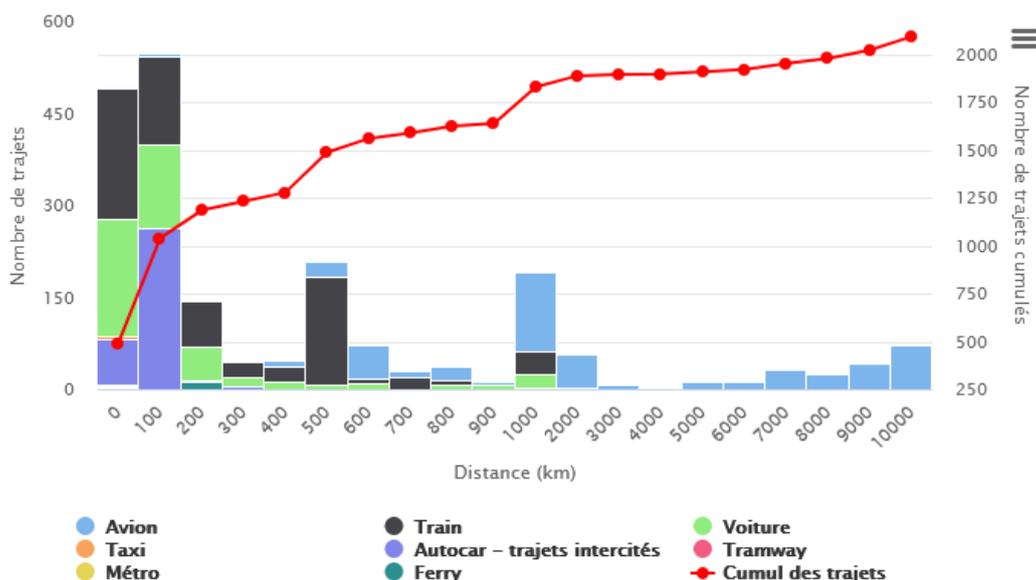


*Figure 10 : Émissions en fonction du mode de transport pour les déplacements professionnels en 2022*

L'avion correspond donc à l'élément le plus émetteur pour les missions du laboratoire.

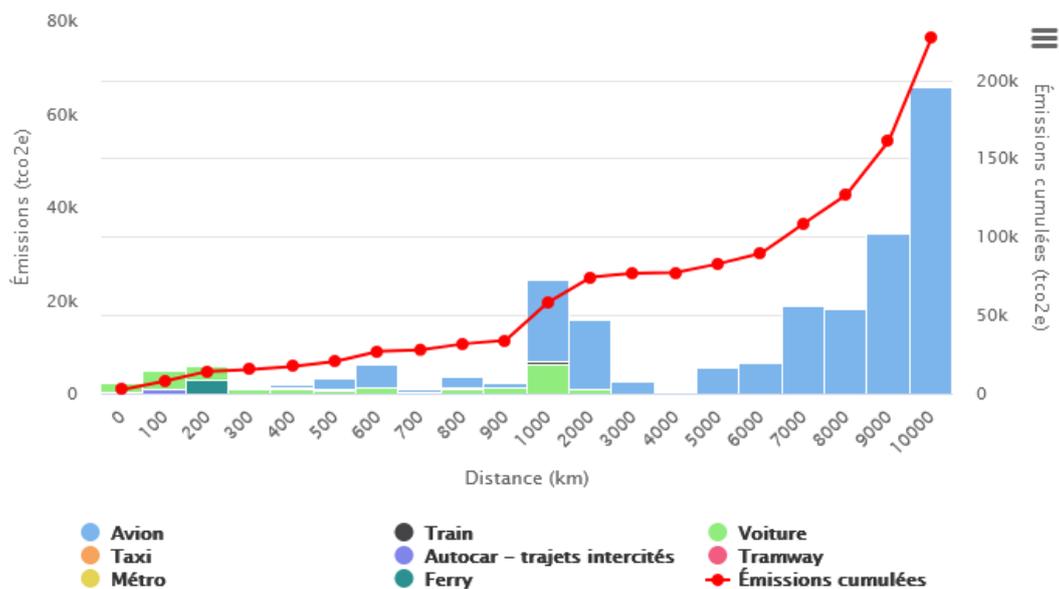
**Remarque :** les émissions des déplacements professionnels en prenant en compte les traînées sont présentées dans la figure annexe 7.

Les moyens de transport les plus utilisés pour des petites distances (inférieures à 600 km) sont la voiture, le train et le bus. L'avion est le seul mode de transport pour les trajets supérieurs à 2000 km, mais il est aussi utilisé pour des trajets entre 400 et 1000 km (par exemple Lyon-Ajaccio, Lyon-Munich).



*Figure 11 : Nombre de trajets pour les différents modes de transports en fonction de la distance parcourue*

En rouge le cumul du nombre de trajets tous modes de transport confondus. À noter qu'une mission est constituée d'au moins deux trajets (A/R), et éventuellement de destinations intermédiaires.

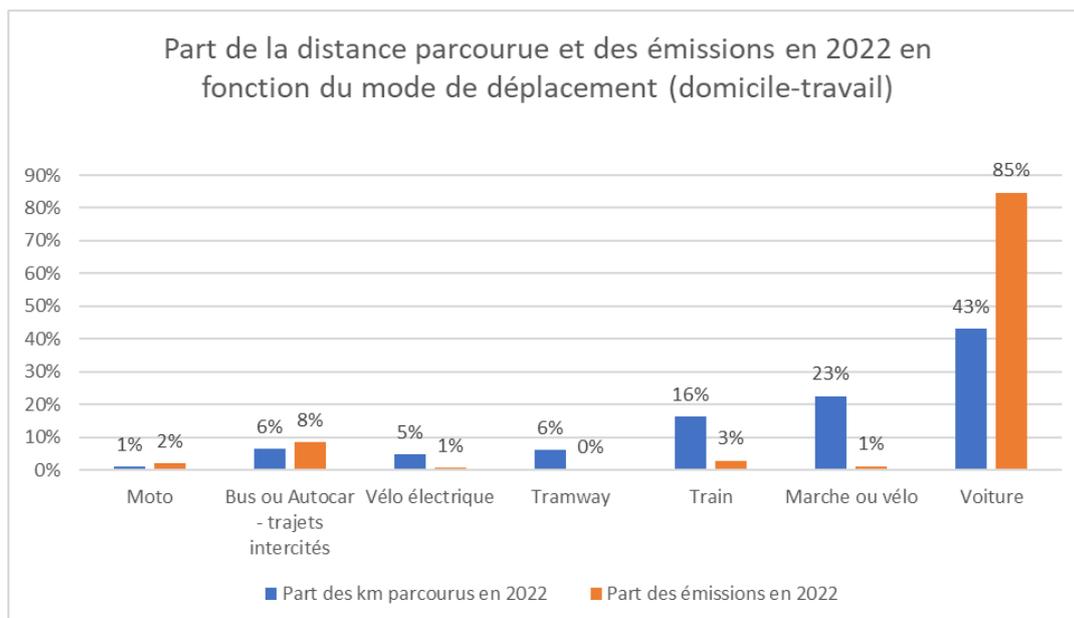


*Figure 12 : Émissions des trajets pour les différents modes de transports en fonction de la distance parcourue*

En rouge le cumul des émissions tous modes de transport confondus. À noter qu'une mission est constituée d'au moins deux trajets (A/R), et éventuellement de destinations intermédiaires.

### II.3. Déplacements domicile-travail

L'enquête de déplacement domicile-travail 2022 a atteint un taux de réponse de 64%, ce qui est acceptable. Voici quelques graphiques obtenus à partir des résultats. D'autres graphiques sont aussi disponibles en annexe.

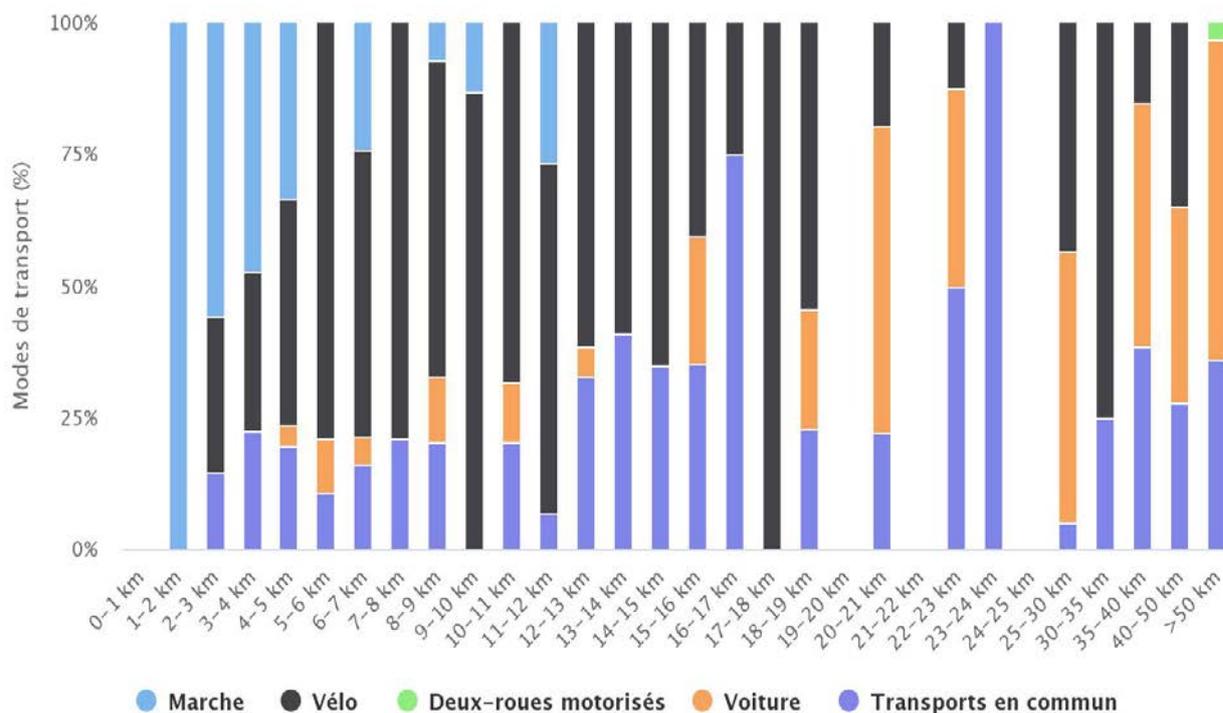


*Figure 13 : Part de la distance parcourue et part des émissions pour les déplacements domicile-travail en 2022*

Mode de déplacement	Part des km parcourus en 2022 (domicile-travail)	Part des émissions en 2022 (domicile-travail)	Émissions en 2022 en t eCO <sub>2</sub> (domicile-travail)
Voiture	<b>43%</b>	<b>85%</b>	107,56
Bus ou Autocar - trajets intercity	6%	8%	10,73
Train	17%	3%	3,79
Moto	1%	2%	2,42
Marche ou vélo	<b>23%</b>	<b>1%</b>	1,39
Vélo électrique	5%	1%	0,71
Tramway	6%	0%	0,41
<b>Total</b>	100%	100%	127,01

*Tableau 3 : Émissions et répartitions pour les déplacements domicile-travail en 2022*

Les déplacements en voiture représentent la grande majorité (85%) des émissions de GES des déplacements domicile-travail, alors qu'ils ne représentent que 43% du nombre de kilomètres parcourus pour ces déplacements. Les déplacements à pied ou à vélo représentent 23 % des kilomètres parcourus mais n'émettent presque pas de gaz à effet de serre (fabrication et maintien des vélos). Les déplacements en transport en commun constituent 29 % des kilomètres parcourus, avec un impact carbone faible (15% des émissions des déplacements domicile-travail).



*Figure 14 : Répartition des modes de transport en fonction de la distance pour les déplacements domicile-travail en 2022*

La voiture est prise avec plus de fréquence pour des plus grandes distances (à partir de 20 km). Pour des plus petites distances, la marche, le vélo et les transports en commun sont privilégiés.

## II.4. Consommations des bâtiments

L’empreinte carbone des bâtiments se divise en 9% des émissions totales pour le chauffage, 3% pour la consommation électrique, et 1% pour les fluides frigorigènes. Pour plus d’informations sur la consommation électrique du site de Grenoble, veuillez consulter le document dédié ([Consommation électrique - ISTERre Grenoble](#)).

## II.5. Serveurs informatiques

Les serveurs informatiques représentent 1% des émissions totales (voir annexe pour plus de détails), soit 19 tonnes eCO<sub>2</sub>.

*Remarque : Nous n’avons considéré que les émissions dues aux consommations électriques des serveurs, comme ce qui a été fait pour le BGES de 2017. On aurait pu choisir de prendre en compte :*

- La fabrication, le transport et l'utilisation des serveurs
- La maintenance du matériel
- La construction des datacenters
- L'administration de ce service

Dans ce cas, les émissions seraient beaucoup plus importantes. Pour donner un ordre d'idée, pour les émissions provenant uniquement de l'utilisation de Summer par RÉSIF en 2022, on passerait de 0,23 t eCO<sub>2</sub> à 14 t eCO<sub>2</sub>.

## II.6. Synchrotrons

En 2022 l'utilisation des synchrotrons a consommé 263 600 kWh, soit 27% par rapport à la consommation électrique du laboratoire (bâtiments de Grenoble et Chambéry confondus), et correspond à environ 1% des émissions totales.

## II.7. Stations sismologiques

Les 60 stations sismologiques considérées consomment sur un an 5 256 kWh au total (chacune a une puissance de 10W et fonctionne en continu). La consommation électrique du laboratoire (site de Grenoble et Chambéry confondus) étant à 592 859 kWh en 2019 et 983 966 kWh en 2022, cela représente respectivement 0,8% et 0,5%, ce qui est donc négligeable.

## III. Evolution entre 2017, 2019 et 2022 et analyse

Nous allons comparer les bilans GES pour 2017, 2019 et 2022. Les périmètres ne sont pas exactement identiques pour les trois années : Il manque le poste achats pour 2017, et le poste déplacements domicile-travail pour 2019. Nous ne pouvons donc pas comparer les bilans complets. Nous allons comparer les émissions totales avec les achats pour 2019 et 2022 (en supposant que les déplacements domicile-travail en 2019 sont identiques à ceux de 2022), et les émissions totales sans les achats et poste par poste pour les trois années.

### III.1. Evolution des émissions totales et par poste

Si on considère les émissions totales par personne sans les achats, on note une diminution croissante de 2017 à 2019 (*Tableau 4*). L'évolution est conforme à l'objectif de réduction de 50% des émissions d'ici 2030 (*Figure 15A*). Par contre, si on prend en compte les achats, on observe une hausse entre 2019 et 2022 (*Figure 15A*).

Année	Personnel d'ISTerre	Sans les achats			Avec les achats		
		Émissions en t eCO <sub>2</sub> sans achats	Émissions sans achats en t eCO <sub>2</sub> /personne	Evolution en % par an	Emissions en t eCO <sub>2</sub> avec achats	Émissions avec achats en t eCO <sub>2</sub> /personne	Evolution en % par an
2017	253	706	2,8		—	—	
2019	277	720	2,6	- 3.4	1 269	4,6	

2022	307	632	2,1	-10.4	1 615	5,3	+5.0
------	-----	-----	-----	-------	-------	-----	------

Tableau 4 : Comparaison des émissions totales avec et sans achats

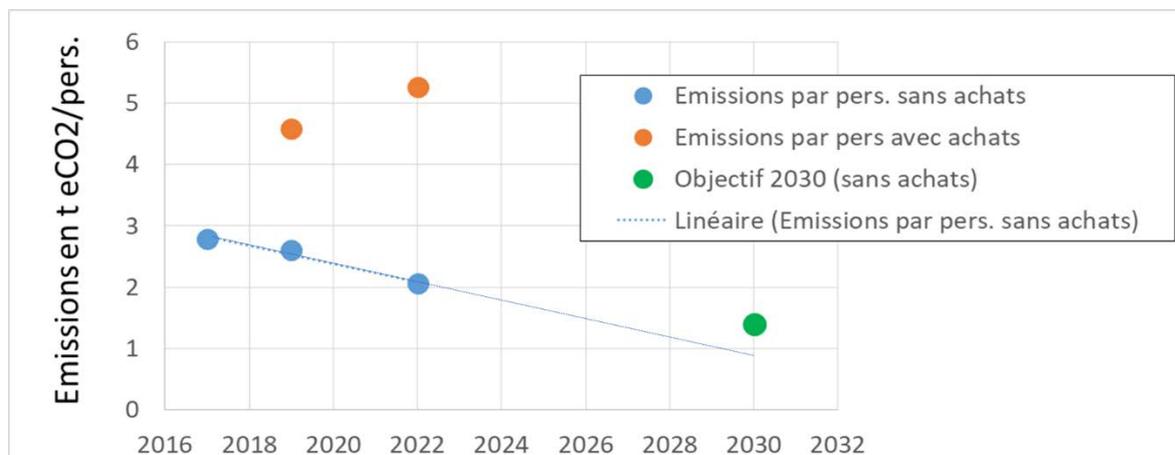
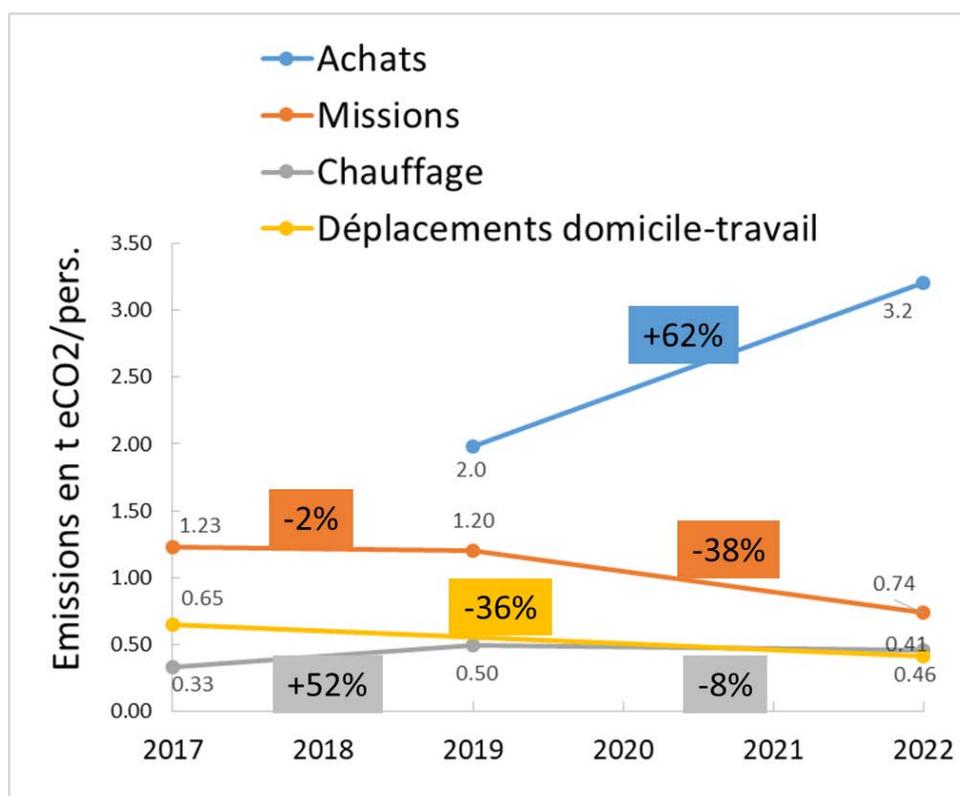


Figure 15B: Évolution des émissions totales en t eCO<sub>2</sub>/personne, en prenant en compte ou non les achats, et comparaison avec l'objectif de réduction de 50% des émissions par rapport à 2017 (sans considérer les achats)



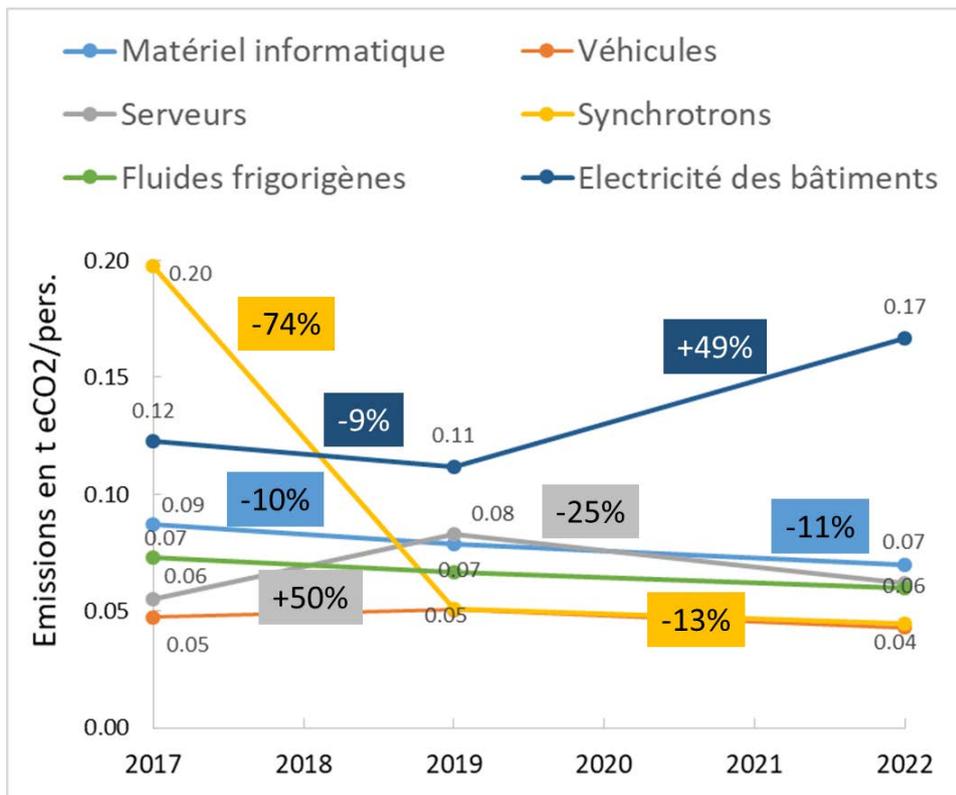


Figure 15B: Évolution des émissions par poste en t eCO<sub>2</sub>/personne, sur les postes principaux (en haut) et les postes mineurs (en bas)

La Figure 15 détaille les évolutions poste par poste. On note une hausse pour le poste achat (qui est le poste principal) entre 2019 et 2022, et pour l’empreinte carbone des bâtiments (électricité et chauffage) entre 2017 et 2022. Par contre, on note une diminution du poste mission entre 2019 et 2022, du poste déplacements domicile-travail entre 2017 et 2022, et du poste synchrotron.

## III.2. Evolution des missions

La baisse du poste missions s’explique par:

- une baisse du nombre (un peu plus de 750 missions en 2022 contre un peu plus de 1 200 en 2017)
- une évolution des modes de déplacements, avec un usage moindre de la voiture au profit du train pour les trajets < 300 km, et un usage moindre de l’avion au profit du train pour les trajets 1000-2000 km (Figure 16).

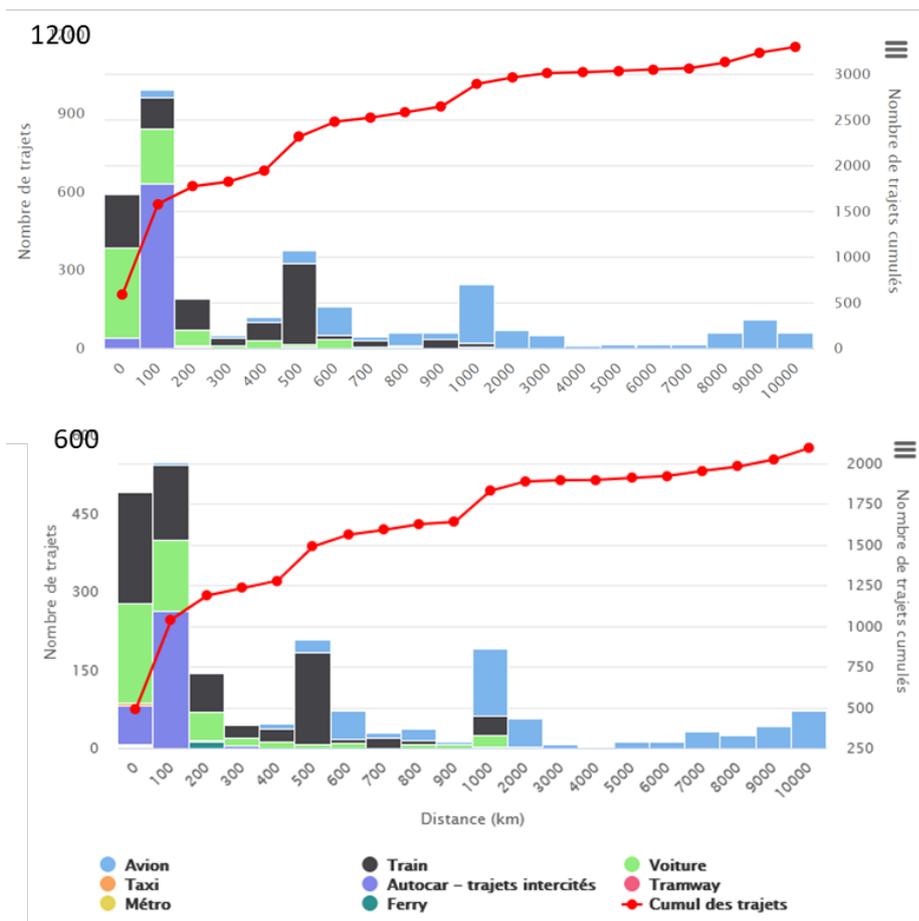
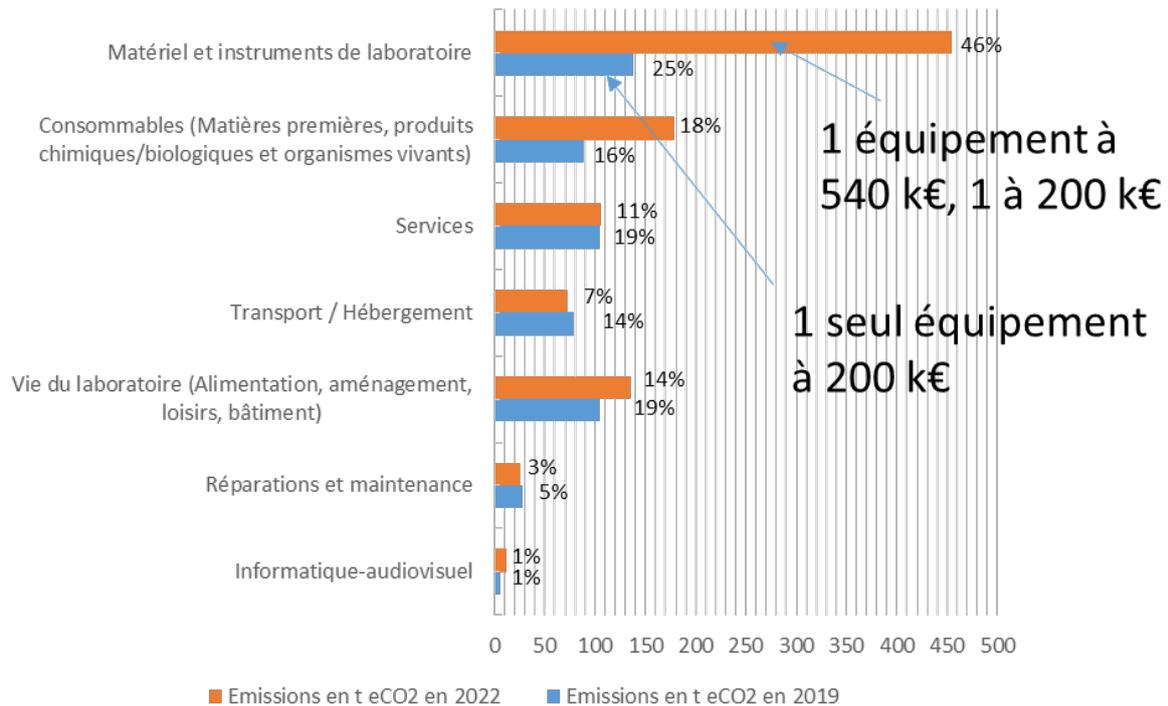


Figure 16 : Mode de déplacements en fonction de la distance des trajets en 2019 et 2022

### III.3. Evolution des achats

En t eCO<sub>2</sub> en 2019 et en 2022 on obtient les valeurs suivantes pour chaque catégorie :

## Comparaison des émissions en t eCO<sub>2</sub> en 2019 et 2022



*Figure 17 : Comparaison des émissions en t eCO<sub>2</sub> provenant des achats réalisés en 2019 et en 2022*

Le poste principal est l’achat de matériel et instruments de laboratoire. L’année 2022 peut être considérée comme une année “haute” en termes d’achats d’équipements, avec l’achat d’un équipement à 540 k€. Au total, les dépenses en équipement ont été multipliées par 3 entre 2019 et 2022, du fait de projets type ERC. Le second poste est l’achat de consommables, les trois suivants, qui ont des contributions proches, sont les services, les transports/hébergements et la vie du laboratoire. Les achats informatiques représentent seulement 1% des émissions.

### III.4. Evolution des déplacements domicile-travail

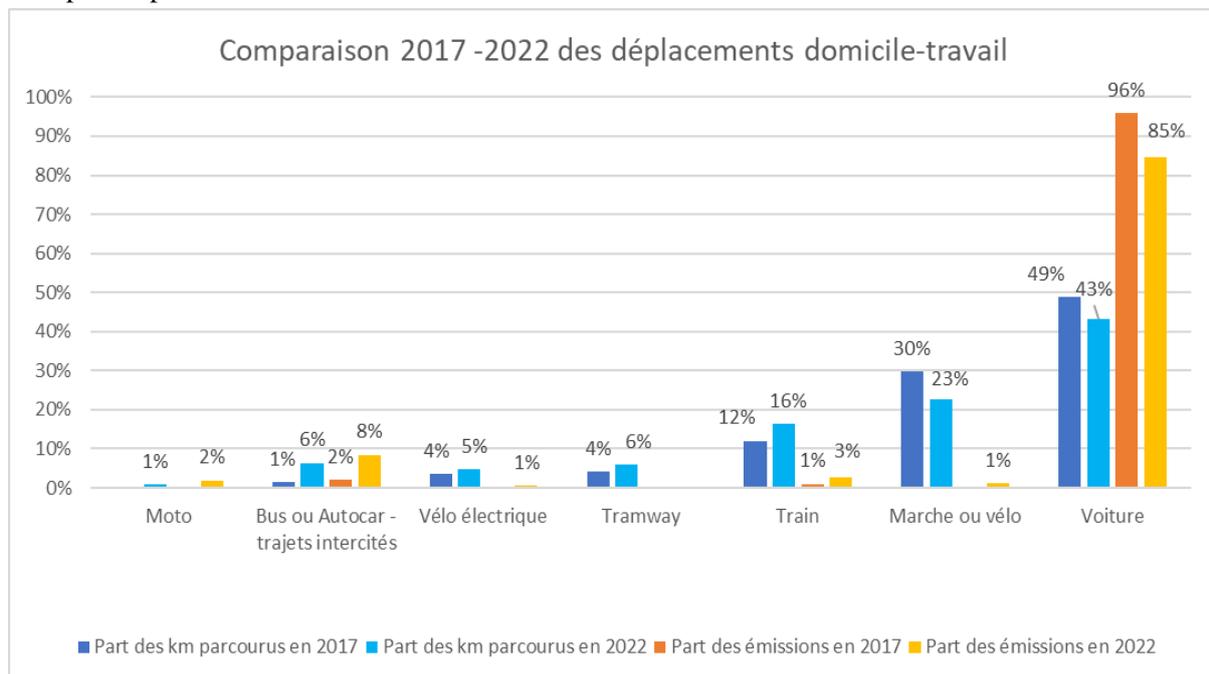
A noter, les enquêtes pour ce poste ont été faites en 2019 et 2023, pour les bilans 2017 et 2022. Donc les données représentent en réalité les pratiques de déplacement en 2019 et 2023. Par soucis de simplicité, on parle des données pour 2017 et 2022.

Les émissions en t eCO<sub>2</sub> par personne ont fortement diminué (l’émission totale des déplacements a diminué, passant de 164 à 127 t eCO<sub>2</sub>, alors que les effectifs d’ISTerre ont augmenté en passant de 253 à 307) :

Année	Émissions dues aux déplacements domicile-travail en t eCO <sub>2</sub> par an	Émissions dues aux déplacements domicile-travail en t eCO <sub>2</sub> par personne et par an
2017	164	0,65
2022	127	0,41

*Tableau 5 : Comparaison des émissions dues aux déplacements domicile-travail*

Le graphique suivant regroupe les comparaisons de part de distance parcourue par moyen de transport et part d'émissions.



*Figure 18 : Comparaison des parts de distances parcourues et des part des émissions pour les déplacements domicile-travail en 2017 et en 2022*

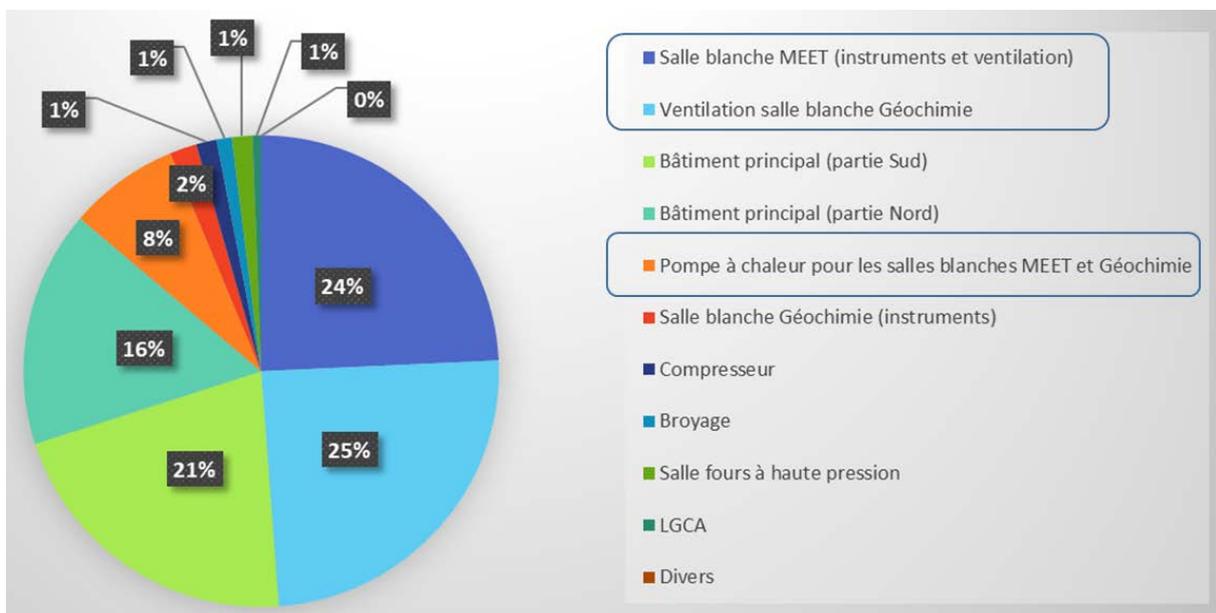
En 2022 le personnel parcourt plus de kilomètres en transport en commun et en vélo électrique qu'en 2017, et l'utilisation de la voiture a diminué de 8% par rapport à 2017 (8% moins de km parcourus en voiture en 2022 par rapport à 2017). Par contre, les déplacements à pied ou en vélo ont légèrement baissé.

### III.5. Evolution de la consommation électrique des bâtiments

Consommation électrique en kWh				
Type de consommation	2017	2019	2022	Variation de 2022 par rapport à 2019
Bâtiment ISTerre Grenoble	572 529	561 405	953 393	70%
Bâtiments ISTerre Chambéry	30 197	31 454	30 573	-3%

*Tableau 6 : Consommation électrique des bâtiments en kWh en 2017, 2019 et 2022*

La hausse de 49% des émissions de CO2 pour le poste électricité des bâtiments (figure 15) s'explique par la hausse de la consommation électrique du bâtiment de ISTerre à Grenoble. En effet, la consommation de ce bâtiment a augmenté de 70% de 2019 à 2022. Ceci est dû surtout à la construction de la salle blanche Géochimie et de la salle MEET en 2020. Ces salles sont équipées de sorbonnes d'extraction, d'une centrale de traitement d'air et d'une pompe à chaleur, et sont très énergivores. Elle représentent plus de la moitié de la consommation du bâtiment OSUG C comme le montre la Figure 19.



*Figure 19: Répartition des consommations électriques du bâtiment OSUG C (ISTerre Grenoble) en 2022. Les postes entourés en bleu correspondent au fonctionnement de la salle blanche Géochimie et de la salle MEET.*

L'impact dû à la consommation électrique des serveurs externes utilisés par ISTerre est resté du même ordre de grandeur (14 tonnes en 2017, contre 23 tonnes en 2019 et 19 tonnes en 2022).

### III.6. Evolution de la consommation liée à l'utilisation des synchrotrons

Ci-dessous figurent les résultats de la consommation des synchrotrons. Les détails de calcul sont présentés en annexe.

Année	Consommation électrique des synchrotrons en kWh
2017	868 200
2019	272 100
2022	263 600

*Tableau 7 : Consommation électrique des synchrotrons en kWh en 2017, 2019 et 2022*

La consommation électrique due aux synchrotrons a été quasiment divisée par 3.2 entre 2017 et 2019, et est restée stable entre 2019 et 2022. Plusieurs acteurs peuvent expliquer cette baisse drastique:

le mode de calcul a évolué entre 2017 et 2019 (toutes les sessions ont été prises en compte en 2017, alors que seulement les sessions avec un membre d'ISTerre comme "main proposer" ont été prises en compte en 2019 et 2022 pour éviter les doubles comptages).

Le taux de réponse a été plus faible en 2019 et 2022.

On a donc probablement une surestimation en 2017, et une sous estimation en 2019 2022

Un autre effet a pu jouer, la fermeture de l'ESRF en 2019 2020.

### III.7. Conclusions

Les évolutions principales sont :

- Pour les missions : moins de déplacements et une utilisation moindre de l'avion, avec cependant de nombreux trajets en avion pour les distances < 1000 km.
- Une diminution de la voiture pour les déplacements domicile-travail au profit des transports en commun et du vélo électrique. La marche et le vélo musculaire diminuent légèrement.
- Une forte augmentation des consommations du bâtiment ISTerre entre 2019 et 2022 du fait de l'installation de nouvelles salles expérimentales.
- Une forte augmentation des achats entre 2019 et 2022, qui est probablement conjoncturelle (trois fois plus d'équipements achetés en 2022).
- Les achats représentent plus de 60% des émissions, ce qui rend les évolutions des autres postes moins visibles sur le bilan total.

## IV. Pistes pour un plan de transition

Le laboratoire ISTerre s'est engagé dans une voie de réduction, à travers une charte et un règlement écoresponsabilité. Dans ce document, des pistes sont proposées, en tenant compte de ce qui existe déjà. Ces pistes seront à discuter au sein du laboratoire.

### Achats

- La **mutualisation, l'achat d'occasion, la location** sont des pistes à explorer pour tous les équipements scientifiques.
- Les **projets d'achat d'équipement** pourraient être **discutés collectivement** en amont des dépôts de projets.
- Un estimatif du bilan carbone devrait être inclus dans chaque projet déposé.
- Une **sensibilisation** à l'empreinte carbone des consommables pourrait être faite.

### Déplacements professionnels

- Faciliter la **visioconférence** :  
Les salles de réunion sont toutes équipées pour la visioconférence. Des sessions de formation à l'utilisation du matériel pourraient être réalisées pour former tous les personnels qui le souhaitent. Des espaces pour une ou deux personnes pourraient être aménagés pour faciliter les réunions en visio sans déranger les collègues.
- Inciter les personnels à **louer des véhicules électriques** lorsque c'est possible, pour les déplacements nécessitant un véhicule. Cela est possible via le contrat Citiz mis en place au laboratoire.
- Eviter l'organisation de congrès/workshops dans des lieux éloignés/difficilement accessibles
- Exiger que les plateformes de réservation permettent facilement les **réservations de train** en Europe. Actuellement les agents doivent acheter eux-mêmes les billets en train et demander ensuite un remboursement.
- **Regrouper / rationaliser les déplacements** : Une personne peut regrouper plusieurs missions, mais la mutualisation peut aussi se faire entre personnels, par exemple pour qu'une équipe soit représentée par une seule personne à une conférence.

### Déplacements domicile-travail

- Favoriser les **déplacements en vélo ou en vélo à assistance électrique (VAE)** :  
Il existe des aides financières de l'État et des employeurs (voir l'intranet ISTerre et de l'UGA). L'agrandissement ou la construction d'un garage à vélo sécurisé est un point clé, demandé depuis plusieurs années. La demande est croissante avec l'augmentation des VAE et vélos cargos.
- Favoriser l'**autopartage et le covoiturage** pour les agents n'ayant pas d'autre choix que d'utiliser la voiture :  
Diffuser des informations sur les applications d'autopartage dans l'agglomération et au-delà.  
Faire une cartographie des lieux d'habitation des agents pour éventuellement proposer aux agents de se grouper pour du covoiturage.  
Indiquer aux agents où se trouvent des stations d'autopartage.

## Chauffage au gaz naturel

(Ces mesures sont du ressort de l'université)

- Mieux adapter les dates de mise en route et d'arrêt du chauffage au gaz.
- Installer des thermostats pour adapter la température en fonction de chaque pièce/bureau (nous avons eu l'aval de l'UGA récemment pour faire cette installation nous même).
- Améliorer l'isolation des bâtiments.

## Consommation électrique

- Demander à l'UGA une régulation des puissances d'extraction et de chauffage de la salle blanche installée en 2020.
- Eteindre les ordinateurs et les écrans quand l'agent n'est pas présent à ISTerre (hors raison qui justifierait de laisser son ordinateur allumé).

## Climatiseurs

- Remplacer les plus vieux climatiseurs par des plus récents

## Serveurs informatiques externalisés

- Former les utilisateurs à l'optimisation de leurs codes afin de diminuer les heures de calcul.
- Envoyer une alerte aux utilisateurs lorsque leurs données n'ont pas été utilisées après une durée à définir.

## Parc informatique

Il existe déjà plusieurs mesures. Nous utilisons les garanties les plus longues possibles, les personnels sont incités à conserver leurs équipements le plus longtemps possible, ils sont informés de l'empreinte carbone du matériel au moment du devis, les postes informatiques doivent être rendus à la fin d'une thèse ou d'un contrat pour être réutilisés.

## Synchrotrons

- Optimiser l'utilisation du temps de faisceau :  
Le temps de faisceau demandé pour chacun des projets doit être réfléchi en fonction des besoins réels pour ne pas surestimer le nombre de shifts demandés (sessions de 8 heures).
- Favoriser le partage des données acquises :  
Partager ses spectres de référence pour éviter que chacun ne les enregistre à nouveau.

# Annexes

## Méthodologie

Nous avons estimé l’empreinte CO<sub>2</sub> de ISTerre pour les années 2019 et 2022, afin de comparer ces dernières. Nous n’avons en effet pas considéré les données de 2020 et 2021 car les informations ont beaucoup été modifiées par le COVID. Nous estimons qu’en 2022 les données se sont assez stabilisées par rapport aux années à venir.

Les résultats de ce deuxième BGES sont comparés à celui du premier, qui portait sur 2017, et le but est de trouver des solutions pour pouvoir réduire les émissions au sein du laboratoire.

### *Logiciel utilisé : GES1point5*

L’outil en libre accès, GES 1point5, développé par Labos 1point5, a été créé pour deux objectifs :

- Réaliser des études scientifiques sur l’empreinte carbone de la recherche publique française (métropole et DOM-TOM). En effet, ce logiciel a été conçu par des chercheurs, et pour des chercheurs : il permet d’effectuer des BGES de laboratoires de recherche en France.
- Permettre de réfléchir à des solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre provenant de la recherche, à l’échelle du laboratoire mais aussi à l’échelle nationale.

Ce logiciel est très facile à utiliser, transparent et didactique en ce qui concerne la méthodologie, qui est détaillée dans le site dédié (<https://apps.labos1point5.org/ges-1point5>), et il est actualisé en fonction de la réglementation et des données nouvelles (facteurs d’émissions actualisés, etc...).

### *Données traitées séparément*

Le logiciel GES1point5 est encore en développement et ne prend pas en compte certains postes comme les émissions liées aux calculateurs externes, aux synchrotrons et aux stations sismologiques. Ces points ont donc été pris en compte à part sur un document Excel.

La méthode d’estimation de ces données suit ce qui a été fait lors du BGES de 2017 du laboratoire. Pour plus de détails, voir le document méthodologique du BGES 2017, disponible sur le site de ISTerre ([Méthodologie BEGES ISTerre](#)).

### *Hypothèses supplémentaires*

#### Voitures

Le nombre de kilomètres parcourus à chaque déplacement avec les véhicules administratifs était noté sur les carnets de bord de chaque véhicule. Nous avons pu retrouver les valeurs pour une des voitures (Dangel), mais pas pour les trois autres. Nous avons donc utilisé des valeurs estimées, proches de celles utilisées pour l’année 2017, soit 20 000 km chaque an pour les voitures de Grenoble et 6 000 km par an au total pour les voitures de Chambéry.

#### Missions - informations manquantes

ISTerre étant sous cinq tutelles différentes, on a autant de fichiers pour chaque élément à renseigner sur GES1point5. La plus grande difficulté a été de traiter les missions, car notamment pour

celles gérées par les universités il manquait des informations. Nous avons donc dû émettre des hypothèses sur le mode de déplacement en fonction de la ville de départ et la ville d'arrivée et du motif qui était renseigné. Les hypothèses retenues se basent sur l'ensemble d'informations collectées auprès du personnel de ISTerre, mais aussi sur les fichiers pour lesquels on avait toutes les informations. Ce sont les hypothèses suivantes :

- Pour les trajets en avion, on ajoute systématiquement un trajet en navette (bus) A/R Grenoble-Lyon ou Chambéry-Genève.
- Les missions de terrain en France se font avec un véhicule administratif.
- Pour les trajets en France, on suppose qu'ils sont faits en train sauf si :
  - Le trajet se fait en moins de 1h30 en voiture et la destination est mal desservie par le train (dans ce cas on suppose qu'il a été fait en voiture)
  - ou
  - La durée du trajet en voiture est de moins de la moitié de celle en train (dans ce cas on suppose qu'il a été fait en voiture).

### Fluides frigorigènes

N'ayant pas réussi à obtenir de nouvelles informations, les émissions considérées pour les années 2019 et 2022 ont été reprises du BGES 2017, pour un total de 18 t eCO<sub>2</sub> émis par an.

### Serveurs

Le premier BGES ayant été fait en 2019, on considère que les émissions estimées par celui-ci sont assez proches des valeurs nécessaires pour le BGES de 2019. On reprend donc les informations qui n'ont pas pu être obtenues (consommation Winter par RÉSIF en 2019).

Pour CIMENT, n'ayant qu'une valeur sur cinq ans, nous avons choisi de considérer une moyenne sur cinq ans pour 2019 et 2022.

### Achats et dépenses hors tutelles (Floralis)

Certains achats et certaines missions de ISTerre sont gérés par le groupe Floralis. Les fichiers que nous avons obtenus ne contenant pas assez d'informations pour être exploités et entrés dans le logiciel GES1point5, nous avons décidé de ne pas les prendre en compte. Leur part dans le bilan global reste toutefois inférieure à 10% (9% des achats totaux en 2019 et 10% en 2022, et 4% des missions en 2019 et 7% en 2022).

## Synchrotrons - détails des valeurs

Nous avons repris les mêmes valeurs de conversion du dernier BGES (portant sur 2017, réalisé en 2019). La méthodologie est la même (voir [Méthodologie BEGES ISTerre](#)). On obtient les résultats suivants :

CONSOMMATION ÉLECTRIQUE SYNCHROTRONS	2019
--------------------------------------------	------

Nom du synchrotron	Grenoble	Soleil (Paris)	Alba (Barcelone)	Diamond (Angleterre)	Autres	Total
Nombre de shifts ISTERre	0	39	36	6	39	120
Consommation électrique d'un shift (en kWh)	2 400	2 200	2 300	2 300	2 300	
Consommation électrique d'ISTERre totale (en kWh)	0	85 800	82 800	13 800	89 700	<b>272 100</b>

*Tableau annexe 1 : Consommation électrique des synchrotrons en 2019*

CONSOMMATION ÉLECTRIQUE SYNCHROTRONS	2022					
Nom du synchrotron	Grenoble	Soleil (Paris)	Alba (Barcelone)	Diamond (Angleterre)	Autres	Total
Nombre de shifts ISTERre	81	21	0	0	10	112
Consommation électrique d'un shift (en kWh)	2 400	2 200	2 300	2 300	2 300	
Consommation électrique d'ISTERre totale (en kWh)	194 400	46 200	0	0	23 000	<b>263 600</b>

*Tableau annexe 2 : Consommation électrique des synchrotrons en 2022*

Serveurs externes - détails des valeurs

EMISSION TOTALE LIÉES AUX SERVEURS INFORMATIQUES	2019	2022
SERVEURS EXTERNALISÉS	Emissions (en t eCO2)	Emissions (en t eCO2)
ISTerre		
Serveurs de stockage Summer	2,05	2,73
Serveurs virtuels Winter	0,23	0,23
DSIM (ex SIMSU)	0,87	1,30
Serveurs physiques au DC-IMAG	0,18	0,18
RéSIF		
Serveurs de stockage Summer	0,17	0,23
Serveurs virtuels Winter	0,26	0,42
DSIM (ex SIMSU)	0,12	0,18
Serveurs physiques au DC-IMAG	0,18	0,18
<b>SOUS TOTAL EMISSIONS (en t eCO2)</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

CALCULATEURS EXTERNALISÉS		2019				2022			
		Nombre total d'heures de calcul	Consommation électrique d'une heure de calcul (en kWh)	Consommation électrique totale (en kWh)	Emissions (en t eCO2)	Nombre total d'heures de calcul	Consommation électrique d'une heure de calcul (en kWh)	Consommation électrique totale (en kWh)	Emissions (en t eCO2)
ISTerre									
Serveurs de calculs régionaux	Ciment				9,7				9,7

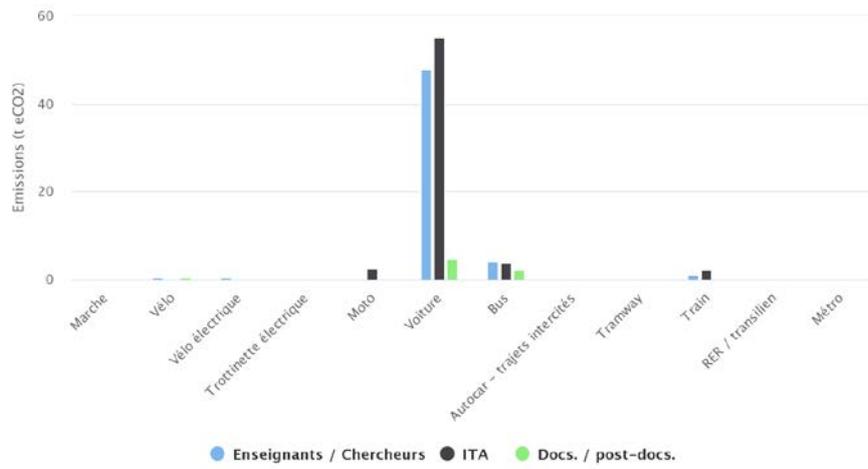
Serveurs de calculs nationaux	CINES	3 182 449	0,0090	28 642	1,5	0	0,0090	0	0,0
	IDRIS (Turing)	1 709 000	0,0050	8 545	0,4	0	0,0050	0	0,0
	IDRIS (Jean-Zay CSL)	0	0,0053	0	0,0	2 205 841	0,0053	11 691	0,6
	IDRIS (Jean-Zay V100 heures en h.gpu)	0	0,2590	0	0,0	11 457	0,2590	2 967	0,2
	TGCC (IRENE-SKYLAKE)	1 344 345	0,0103	13 877	0,7	0	0,0103	0	0,0
	TGCC (IRENE-KNL)	22 069 544	0,0056	122 786	6,4	0	0,0056	0	0,0
	TGCC (IRENE-ROME)	0	0,0050	0	0,0	11 382 352	0,0050	57 223	3,0
	TGCC (IRENE-V100 heures en h.gpu)	0	0,4820	0	0,0	57	0,4820	27	0,0
<b>SOUS TOTAL EMISSIONS (en t eCO2)</b>	173 850			18,8	71 909			13,5	

<b>TOTAL ÉMISSIONS SERVEURS INFORMATIQUES (en t eCO2)</b>	<b>23</b>	<b>19</b>
-----------------------------------------------------------	-----------	-----------

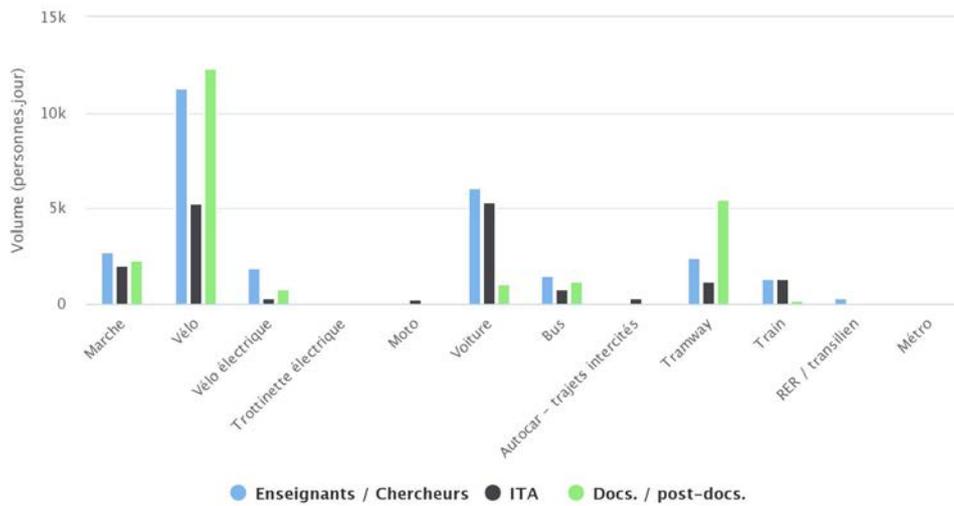
*Tableau annexe 3 : Émissions provenant des serveurs informatiques en 2019 et 2022*

# Déplacements domicile-travail

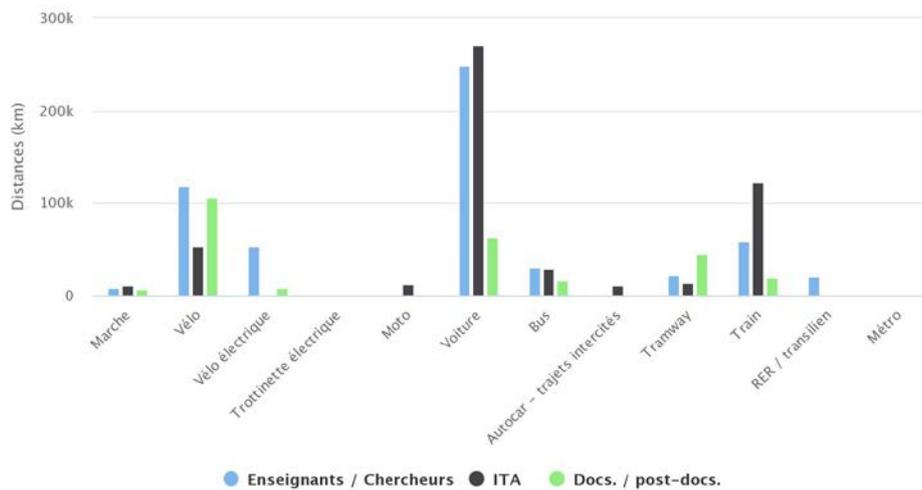
Autres graphiques extraits de GES1point5



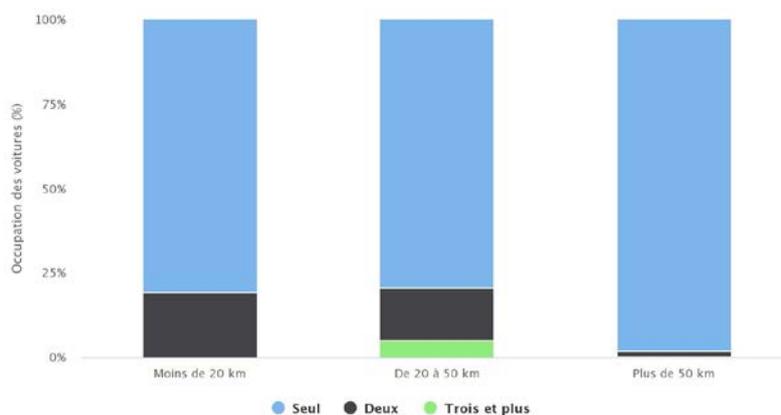
*Figure annexe 1 : Émissions des déplacements domicile-travail en 2022*



*Figure annexe 2 : Volume des déplacements domicile-travail en 2022*

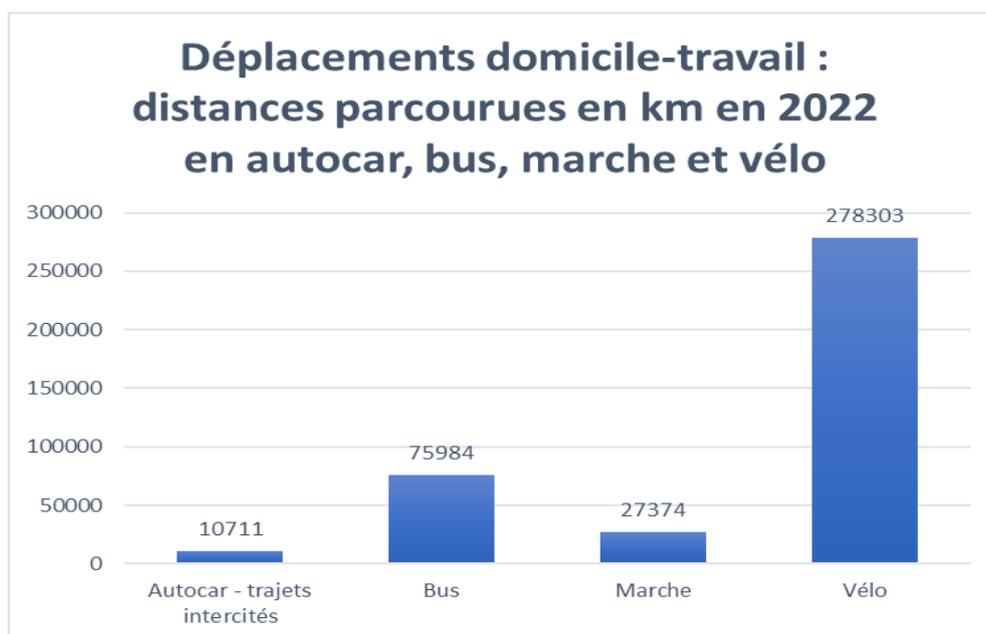


*Figure annexe 3 : Distances parcourues pour les déplacements domicile-travail en 2022*



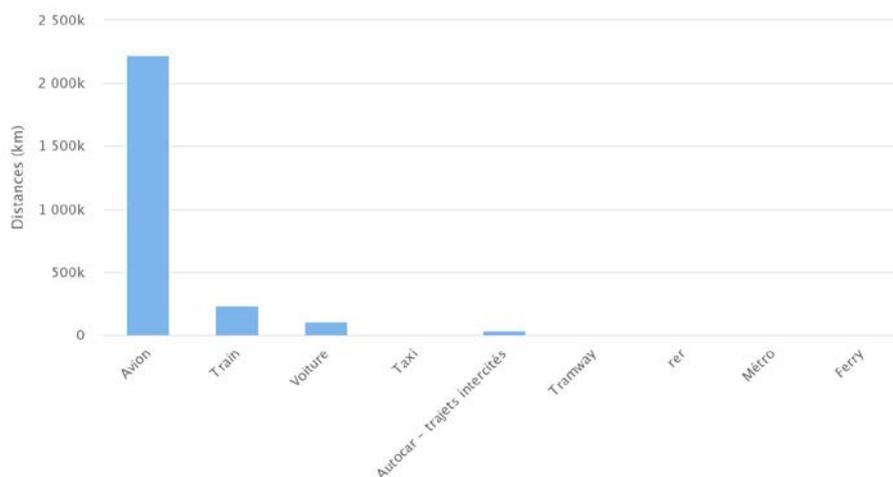
*Figure annexe 4 : Émissions des déplacements domicile-travail en 2022*

Distances parcourues en 2022 - distinctions pas présentes en 2017



*Figure annexe 5 : Distances en autocar, bus, marche et vélo pour les déplacements domicile-travail en 2022*

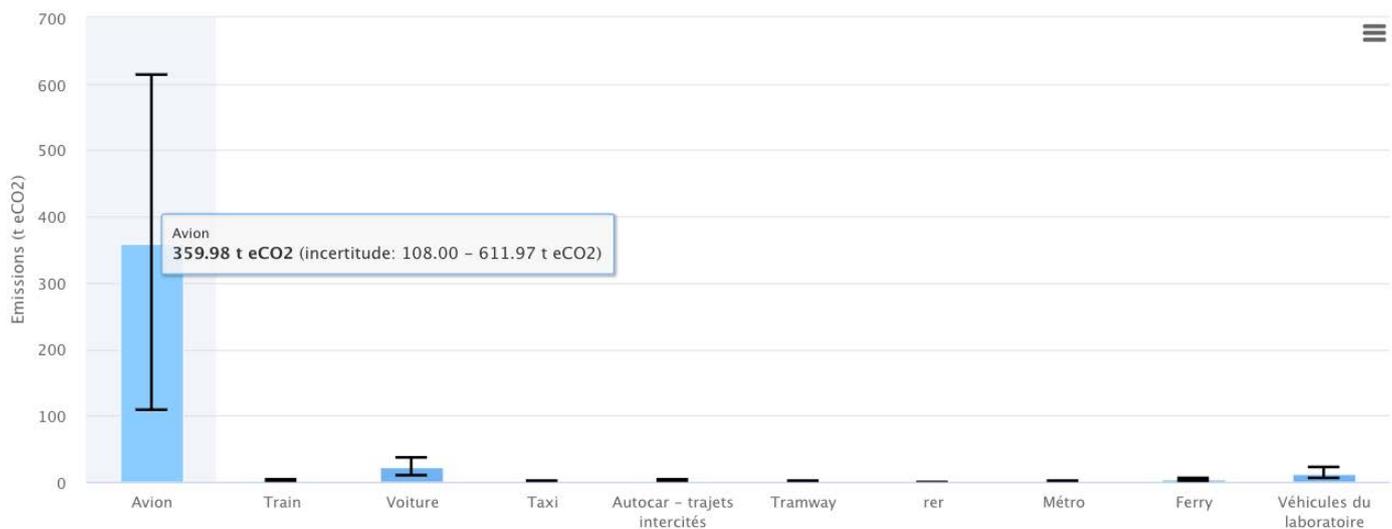
## Déplacements professionnels



*Figure annexe 6 : Distances parcourues pour les déplacements professionnels en 2022*

	Avion	Train	Voiture	Taxi	Autocar - trajets intercity	Tramway RER Métro	Ferry
Part de distance totale de ces déplacements en 2022	85,10 %	9,07 %	4,04 %	0,01 %	1,66 %	0%	0,12 %
Part de distance totale de ces déplacements en 2017	83%	7,5%	7,5%	0%	2%	0%	0%

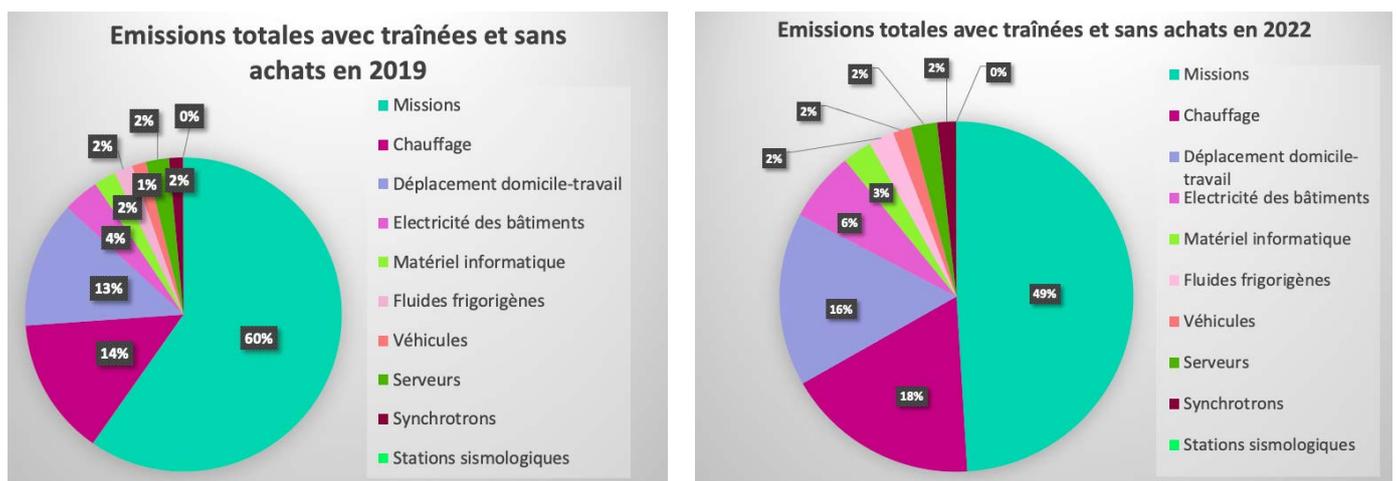
*Tableau annexe 4 : Part de distance des déplacements professionnels en 2017 et 2022*



*Figure annexe 7 : Émissions avec traînées en fonction du mode de transport pour les déplacements professionnels en 2022*

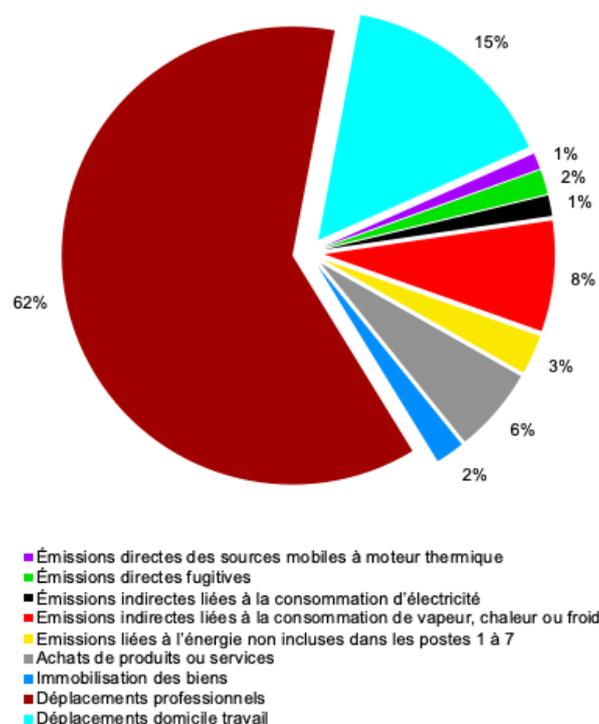
**Remarque :** les incertitudes sont très grandes pour les valeurs avec traînées: +/-70%. En réalité, la barre d'erreur vers le bas devrait être plus courte et s'arrêter vers 220 t eCO2, qui correspond à la valeur haute de la barre d'erreur du calcul sans traînées.

## Comparaisons des émissions totales avec traînées et sans achats



*Figure annexe 8 : Émissions totales avec traînées et sans achats en 2019 et 2022*

**Part des émissions de GES en fonction des postes d'émissions pour l'année de référence 2017**



*Figure annexe 9 : Émissions totales avec traînées et sans achats en 2017 (image provenant du BGES de 2017 de ISTerre)*

La part d'émissions des missions a donc diminué, passant de 62% en 2017 (avec traînées et sans achats), à 49% en 2022.

L'électricité des bâtiments a quant à elle beaucoup augmenté, passant de moins de 1% à 6%.

## Liens utiles et sources d'informations

ADEME - Bilans GES - <http://www.bilans-ges.ademe.fr/>

Labos 1point5 - « Réduire l'empreinte de nos activités de recherche sur l'environnement » - <https://labos1point5.org/>

### BGES de ISTerre de 2017

<https://www.isterre.fr/french/l-institut/engagement-eco-responsable/article/bilan-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-ges.html>