

MIVEGEC
Impact de nos activités sur
l'environnement :

Estimation
du bilan carbone de l'unité
en 2019

Groupe MIVEGEC 1point5
20 mai 2020



Introduction

MIVEGEC s'est engagée depuis septembre 2019 dans une démarche de réflexion autour de l'impact de ses travaux sur l'environnement. Le principe : ne nous contentons pas d'expliquer au grand public ce qu'il faut faire pour moins polluer, protéger la biodiversité, lutter contre le changement climatique, ne nous restreignons pas à faire des efforts chez nous, mais essayons d'appliquer ces principes dans notre propre cadre de travail. Dans cette optique le groupe de travail « MIVEGEC 1 point5 » a été créé, nom choisi en référence au collectif national de scientifiques Labos 1point5 qui a initié ce type de démarche courant 2019¹. Notre groupe de travail a mis en place une liste de diffusion. Par ailleurs nous nous réunissons une fois par mois pendant 2h ; ce groupe est ouvert à toutes les nouvelles motivations, que vous souhaitiez participer ponctuellement ou en participant aux réunions, n'hésitez pas à nous rejoindre.

Un des premiers objectifs du groupe était de réaliser un bilan carbone des activités de l'unité. Ce travail répond à plusieurs attentes : avoir une idée globale de notre impact carbone professionnel ; diffuser l'information au sein de l'unité et sensibiliser nos collègues sur le sujet ; déterminer les points les plus impactants et estimer sur lesquels nous pouvons agir.

Nous avons rapidement pris conscience qu'il n'est pas possible d'établir un bilan complet et précis, d'une part parce que les données nécessaires sont inaccessibles ou très difficiles à mesurer, d'autre part parce que les indicateurs (conversion en équivalent CO₂) sont quelquefois non disponibles. Nous avons également contacté plusieurs sociétés spécialisées ; très peu ont répondu, l'unique devis obtenu s'élevait à 7000 euros ; cependant, dans le devis proposé, la partie la plus difficile et fastidieuse, à savoir la collecte de données, restait à notre charge, et les calculs proposés étaient basés sur les indicateurs de l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)^{a2}. Ces indicateurs sont cependant accessibles à tous gratuitement. Aussi il nous a paru plus intéressant de réaliser le bilan par nos propres moyens.

Nous avons donc choisi de réaliser un bilan sur la base de données récupérées en 2018-2019 et ramenées à un an. La méthodologie et la source des indicateurs choisis (souvent ceux de la base carbone de l'ADEME) sont détaillées par poste de production d'équivalent CO₂.

*Abréviations : les quantités de gaz à effet de serre émis sont calculées et exprimées en quantité de CO₂ émis produisant un effet de serre équivalent, d'après les indicateurs trouvés. Les unités sont donc des grammes ou kilogrammes ou tonnes équivalent CO₂ ; elles sont notées ici arbitrairement **g CO2e**, **kg CO2e**, **t CO2e**, car il n'existe pas de notation officielle.*

^a L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. C'est une agence de la transition écologique, engagée dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
SOMMAIRE.....	2
1) MOBILITE	3
a) <i>Missions.....</i>	<i>3</i>
b) <i>Déplacements domicile-travail.....</i>	<i>6</i>
c) <i>Déplacements locaux.....</i>	<i>8</i>
2) MATERIEL INFORMATIQUE	9
3) TRAFIC INTERNET.....	10
4) PLATEAU DE BIOINFO	10
5) LABORATOIRES.....	11
a) <i>Matériel</i>	<i>11</i>
b) <i>Achat d'équipement neuf.....</i>	<i>11</i>
c) <i>Maintenance</i>	<i>11</i>
d) <i>Consommable</i>	<i>11</i>
e) <i>Déchets</i>	<i>12</i>
6) BATIMENTS ET ENERGIE	14
a) <i>Electricité</i>	<i>14</i>
b) <i>Gaz.....</i>	<i>15</i>
c) <i>Construction bâtiments.....</i>	<i>15</i>
7) CANTINE	15
8) SYNTHESE ET ANALYSE	16
SOURCES.....	21
ANNEXES : TABLEAUX SUPPLEMENTAIRES	22
LISTE DES MEMBRES DU GROUPE MIVEGEC 1POINT5	24
REMERCIEMENTS	24

1) Mobilité

a) Missions

Nous évaluons ici l'impact carbone lié aux missions financées par l'unité, au niveau national et international.

Méthode

Obtention des données et classification. Nous avons récupéré les données des missions IRD en 2018 avec le logiciel MAPS³. Pour les autres instituts, nous n'avons pas pu récupérer les données ; cela aurait nécessité des opérations manuelles très longues et fastidieuses de la part des gestionnaires. Nous ne connaissons pas le volume de ces données.

De façon arbitraire, les missions d'agents MIVEGEC financées par d'autres unités ou d'autres sources sont exclues (elles ne sont pas quantifiables), tandis que les missions d'agents hors MIVEGEC financées par l'unité sont incluses (elles représentent 16% des missions analysées). Les déplacements locaux des personnels expatriés ou en mission ne sont pas pris compte, car ces données ne sont pas mesurables à ce jour. Le bilan carbone associé aux missions sera donc clairement sous-évalué, vu la spécificité des activités de l'IRD et de MIVEGEC.

Les missions ont été regroupées dans les catégories suivantes : administratif (jurys, recrutement, fonctionnement des instituts), réunion scientifique (réunion de projet ou de réseau, avec un nombre restreint de partenaires), congrès (congrès thématiques nationaux ou internationaux), formation (donnée ou reçue), terrain/affectation (récolte d'échantillons, missions courte ou longue durée, expatriation) ; autre (missions mal renseignées ou ne rentrant pas dans les catégories précédentes).

Moyens de transport et calculs de distances. Les indicateurs d'équivalence CO₂ sont ceux publiés par l'ADEME.

- Le *Train* produit 29 g CO₂e/km/passager en moyenne, 1^{re}/2^e classe non différenciées, avec un type de train indifférencié. La SNCF ne fournit pas la distance parcourue. Pour mesurer ces distances, nous avons évalué le circuit le plus court en train avec l'aide du site de la SNCF ; nous avons regardé le trajet routier qui passe au plus près de ce circuit et relevé la longueur indiquée par Mappy⁴ pour ce trajet.
- L'*Avion* produit 216 g CO₂e/km/passager, sans distinction de la classe du siège occupé ni du type d'avion. Nous avons utilisé les distances entre aéroports⁵, et lorsque les données n'étaient pas disponibles (notamment certains aéroports en Afrique ne sont pas toujours référencés), nous avons pris la distance inter-villes à vol d'oiseau⁶. Pour les vols intercontinentaux, lorsque les étapes du trajet n'étaient pas détaillées, nous avons ajouté une escale à Paris puis dans la capitale du pays de destination.
- La *Voiture* produit 259 g CO₂e/km/passager pour un véhicule de motorisation moyenne en France. Les distances parcourues ont été mesurées avec Mappy.

Au total 320 missions IRD ont été saisies pour 2018 ; 2 ont été retirées de l'analyse car des données étaient manquantes (mission mal saisie) ; une mission faisant intervenir des déplacements en bateau a été retirée car impossible à évaluer : 317 missions ont été analysées.

Analyse

La distance médiane parcourue par mission était 2063 km (aller-retour) (Fig. 1A). Les distances moyennes parcourues étaient 5417 km en avion, 481 km en train, 141 km en voiture. La distance annuelle parcourue par les agents MIVEGEC au cours de missions financées par l'IRD est de 1 265 874 km soit 3,29 fois la distance Terre-Lune ou 31,6 fois le tour de la Terre.

La moitié des missions étaient effectuées par les chercheurs titulaires ou post-docs (Fig. 1B). La durée moyenne des missions était de 12,6 jours (hors expatriation) (Fig. 1C). 23,3% des missions étaient des missions de terrain tandis que 75,8% étaient liées à de la communication (réunions administratives, scientifiques, formations, congrès) (Fig. 1D). Les missions ayant le plus souvent lieu sur un autre continent, le mode de transport très majoritaire était l'avion (71,3%, Fig. 1E). 159 personnes ont réalisé des missions IRD ; la répartition des missions par matricule (code attribué par l'administration à chaque agent) montre qu'un petit nombre d'agents (8) concentraient plus de 5 et jusqu'à 11 missions annuelles tandis que 76,7% se déplaçaient au maximum 3 fois par an (Fig. 1F).

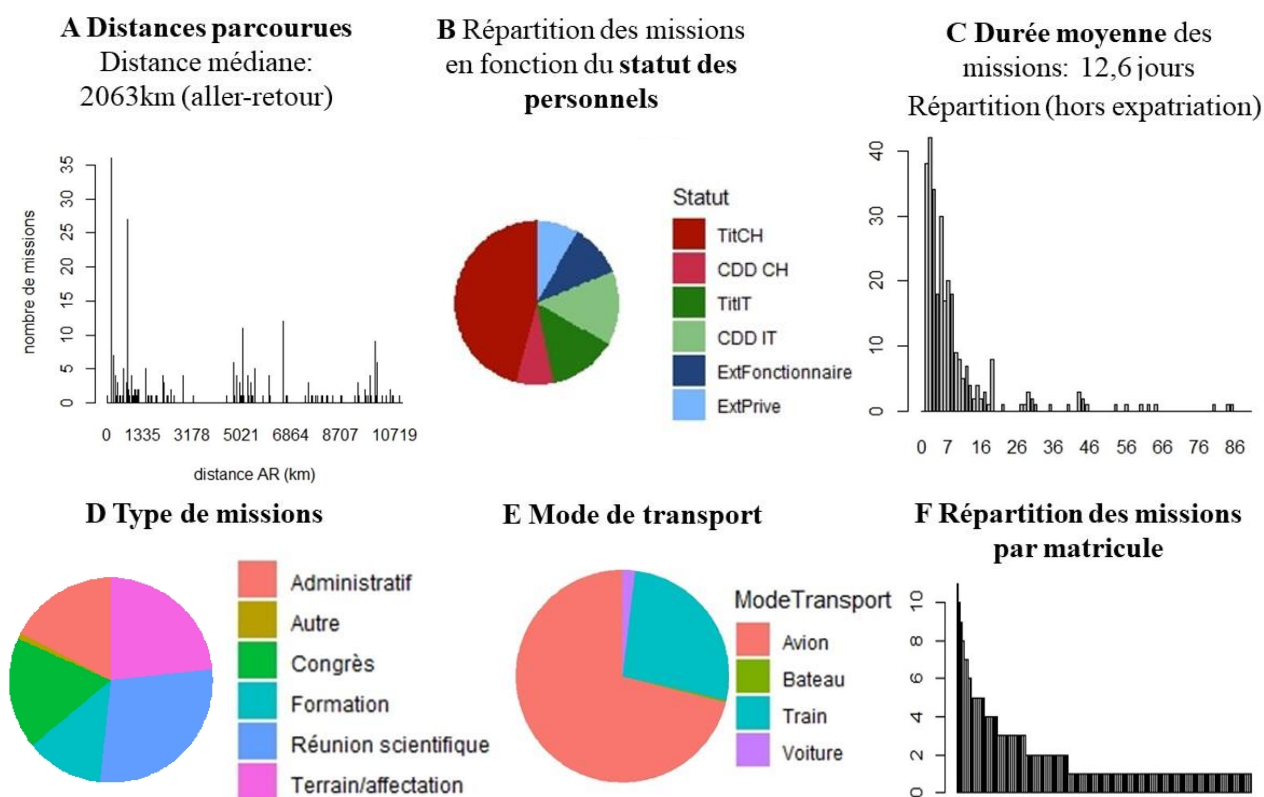


Figure 1. Description des missions réalisées au sein de MIVEGEC et financées par des budgets IRD.

Les émissions de CO₂e liées aux missions IRD étaient de 515,278 t CO₂e, avec une moyenne de 1625 kg CO₂e et une médiane de 891 kg CO₂e par mission. Les missions les plus impactantes étaient les missions de terrain (Fig. 2A, B). La majorité des émissions de CO₂e des missions de MIVEGEC étaient liées à l'utilisation de l'avion (Fig. 2C). L'impact d'une mission utilisant l'avion était très au-dessus des autres (Fig. 2D) et l'impact des missions utilisant l'avion représentait 99,45% de l'impact carbone global des missions. On a vu précédemment que les chercheurs titulaires étaient la catégorie de personnels réalisant le plus grand nombre de missions, ce sont également eux qui ont engendré le plus d'émissions de CO₂e globalement, mais les missions de cette catégorie de personnels n'ont pas eu plus d'impact en termes de CO₂e émis par mission (Fig. 2E, F).

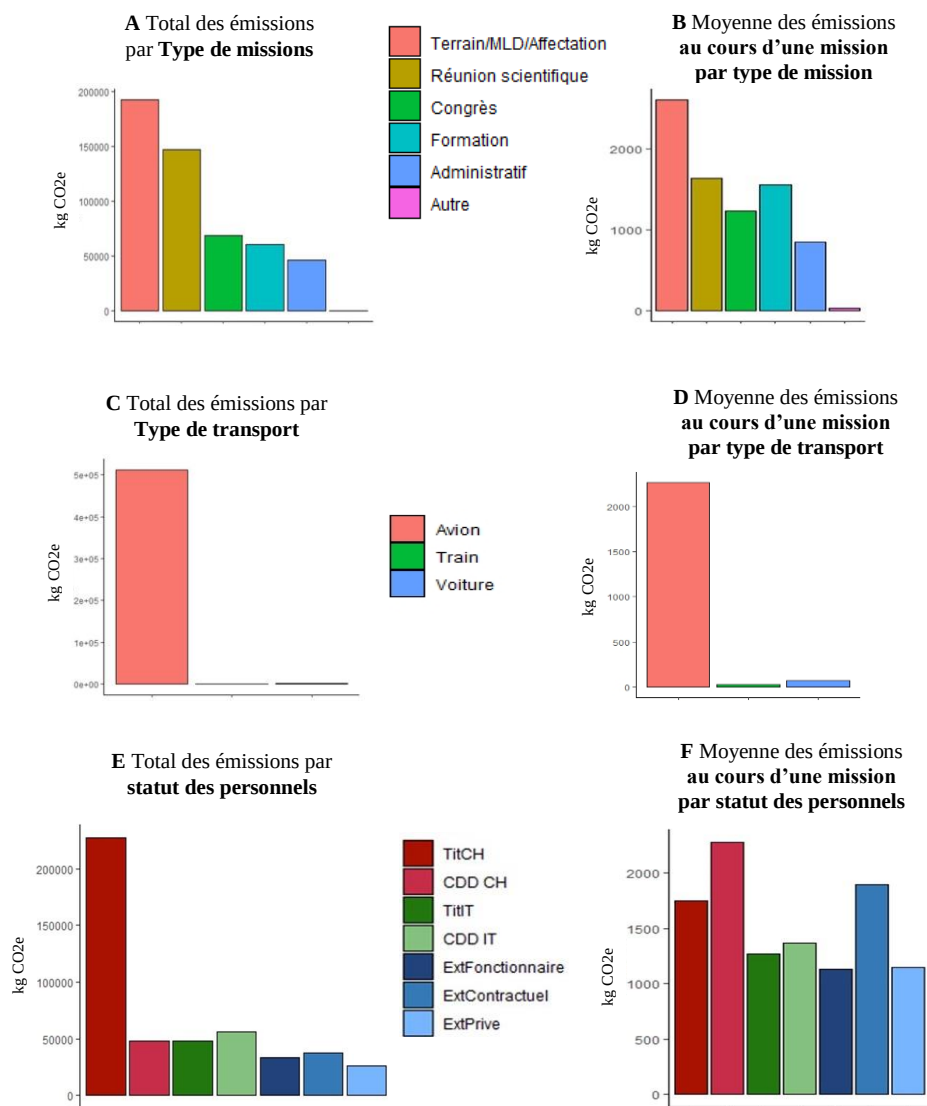


Figure 2. Analyse des émissions de CO₂e lors des missions IRD, par type de mission (A, B), par type de transport (C, D), par statut des agents (E, F). A, C, E indiquent le total par catégorie ; B, D, F indiquent la moyenne par mission et par catégorie. Les missions ou personnels notés « autres » n'ont pas été renseignés (données incomplètes).

Les agents ayant réalisé des missions IRD en 2018 ont émis 3241 [95% : 2578-3903] kg CO₂e chacune en moyenne. L'émission médiane était de 2134 kg CO₂e. La distribution des émissions de CO₂e par matricule montre une inégalité (**Fig. 3A**) confirmée avec la courbe de Lorenz (**Fig. 3B**), qui représente le pourcentage cumulé des émissions de CO₂e en fonction de la fraction cumulée des agents. En effet, 50% des agents ont produit 91,6% des émissions totales de l'unité (lignes bleues) ; 20% des agents ont produit 61,6% des émissions totales (lignes vertes) ; 10% des agents ont produit 40,5% des émissions totales (lignes rouges). Pour rappel, les agents n'ayant pas réalisé de mission IRD, ou pas de mission du tout, ne sont pas représentés ici.

Les données des missions réalisées sur d'autres budgets que l'IRD n'étaient pas disponibles. Parmi les missions IRD analysées ici, certaines ont pu être effectuées par des agents non IRD. Inversement les agents IRD ont pu effectuer des missions financées par le CNRS ou autre. Concernant les doctorants et stagiaires, ils ne sont pas comptabilisés en tant que tels dans les missions, et ils ont pu effectuer des missions sur des budgets IRD ou non IRD. Aussi nous avons choisi d'estimer les missions non IRD au prorata du nombre d'agents employés par chaque institut (**Tableau 1**). A noter,

le nombre d'agents calculé ainsi (175) ne correspond pas au nombre de personnels de l'unité (203 au 30/06/19).

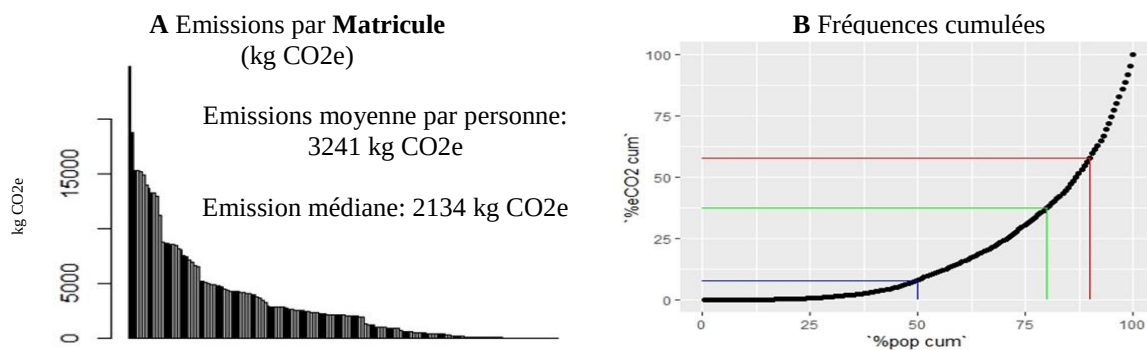


Figure 3. Analyse des inégalités dans les émissions de CO2e liées aux missions. A, Distribution par matricule. B, Courbe de Lorenz (effectifs cumulés).

Tableau 1. Emissions de CO2e liées aux missions en fonction de l'appartenance des personnels (au 30/06/19).

	Agents	t CO2e
IRD	94	515,278
CNRS	45	246,676*
UM	19	104,152*
Autres	17	93,189*
TOTAL	175	959,294

* valeurs estimées au prorata du nombre d'agents.

Les émissions d'CO2e liées aux missions des agents MIVEGEC étaient donc estimées à 959,3 t CO2e en 2018. C'est l'équivalent de 3 703 861 km parcourus en voiture.

En moyenne les agents de MIVEGEC ont donc produit chacun 4,7 t CO2e via leurs missions soit un peu moins de 5 allers-retours Paris-New York en avion par personne.

Limites

Les principales limites de notre estimation sont les approximations faites sur les trajets parcourus, le portail des missions n'étant pas toujours très bien renseigné ; l'extrapolation grossière faite pour les missions financées par d'autres budgets que ceux de l'IRD, les données réelles n'étant pas accessibles, en particulier nous ne savons pas si les agents ont les mêmes impératifs de déplacement selon leur appartenance (les agents CNRS ou Université de Montpellier n'ont probablement pas les mêmes impératifs) ; le risque de redondance dans notre calcul, lié au fait que des agents non IRD peuvent réaliser des missions sur des budgets IRD ; la non-évaluation des émissions liées aux déplacements locaux lors des missions (véhicule de terrain, etc...).

b) Déplacements domicile-travail

Nous évaluons ici l'empreinte carbone des déplacements domicile-travail.

Méthode

Les indicateurs utilisés sont ceux fournis par l'ADEME : voiture 259 g CO2e/km/passager, train 29 g CO2e/km/passager, autobus 167 gCO2e/km/passager. L'indicateur pour le tramway n'étant pas

disponible, nous avons ainsi assimilé la totalité des transports en commun à un déplacement en autobus ; sachant que le tramway n'arrive pas jusqu'au centre IRD, une partie au moins du trajet est effectivement réalisée en autobus. Pour le vélo ou la marche à pieds, les émissions carbone associées ont été considérées comme nulles. Lorsque plusieurs moyens de transport étaient utilisés (donc plusieurs cases cochées par le répondant), la moyenne des indicateurs correspondants a été faite ; par exemple, si l'utilisateur a coché « vélo » et « voiture », l'indicateur utilisé était : $259 / 2 = 129,5$ g CO₂e /km.

Les données de distance parcourues et modes de transport utilisés ont été recueillies par un questionnaire⁷ diffusé sur la liste de messagerie mivegec-mpl@ird.fr. 55 réponses ont été obtenues pour cette partie. Pour les personnes se déplaçant en voiture, la distance a été divisée par le nombre d'adultes présents dans le véhicule, pour tenir compte du covoiturage ; à noter, très peu de répondants ont déclaré faire du covoiturage. Lorsque la distance domicile-travail n'était pas renseignée pour des trajets effectués à vélo, la valeur des émissions carbone associées sont de toutes façons considérées comme nulles ; dans un cas la distance n'a pas été renseignée pour le mode de transport voiture : cette donnée a été retirée.

La valeur d'émissions carbone a été multipliée par 2 (aller-retour journalier), par le ratio 203/54 (total personnels MIVEGEC / nombre de réponses analysables), puis par 207 (252 jours ouvrés en 2019 - 45 jours de congés et RTT) et ; nous avons ainsi fait ainsi l'hypothèse que les non répondants ont les mêmes habitudes de déplacement que les répondants.

Analyse

La voiture était le moyen de transport le plus utilisé pour les déplacements domicile-travail dans environ 53% des cas ; puis venaient le vélo (21,9%) et les transports en commun (17,2%) ; 10,9% des répondants utilisaient alternativement plusieurs moyens de transport (**Figure 4**).

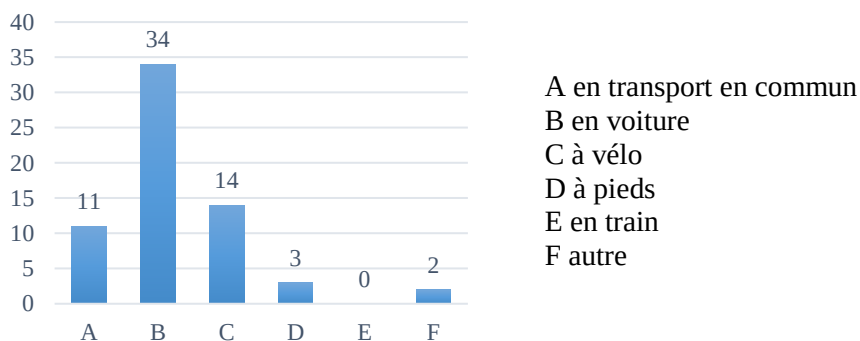


Figure 4. Modes de transports utilisés pour les déplacements domicile-travail, d'après le questionnaire diffusé dans l'unité MIVEGEC.

La distance moyenne domicile-travail était de 10,3 km ; cela représente 676 615 km parcourus chaque année par les agents MIVEGEC pour se rendre au travail. 2,9% des personnes réalisant le trajet domicile-travail en voiture ont répondu faire du covoiturage. Les émissions liées aux déplacements domicile-travail étaient de 205,9 kg CO₂e chaque jour pour 54 répondants (réponses détaillées dans le **Tableau S1**), soit 774 kg CO₂e/jour pour l'ensemble de MIVEGEC.

Les émissions annuelles liées aux déplacements domicile-travail des agents MIVEGEC étaient de 160,2 t CO₂e en 2019.

Limites

Les déplacements domicile-travail des agents en mission ou en expatriation sont mal analysés du fait de l'absence d'indicateurs adaptés (les chiffres fournis par l'ADEME concernant uniquement les véhicules circulant en France métropolitaine).

c) Déplacements locaux

On évalue ici l'impact des déplacements locaux, entre différents campus de Montpellier (Centre IRD, Païre, CHU, Université...).

Méthode

Seuls les déplacements inter-campus de Montpellier effectués régulièrement ont été pris en compte. Le nombre mensuel de déplacements inter-campus a été évalué via le questionnaire. La distance moyenne inter-campus a été évaluée arbitrairement à 3,3 km (vers la place Eugène Bataillon : 3,3 km ; vers le CHU St Eloi : 3,4 km ; vers le CNRS 1,9 km ; vers Occitanie 4,4 km ; vers Baillarguet 5,8 km ; vers Païre : 1,3 km). Les indicateurs de production de CO₂e pour le bus et la voiture sont ceux de l'ADEME, ou leur moyenne (voir section précédente). Le total des émissions de CO₂e annuelles a été multiplié par l'effectif total de MIVEGEC et divisé par le nombre total de répondants (55), puis multiplié par le nombre de mois travaillés ($207/21,67 = 9,55$ mois, soit le nombre de jours ouvrés annuels divisé par le nombre moyen de jours ouvrés par mois).

Tableau 2. Emissions liées aux déplacements inter-campus de Montpellier.

	Fréquence /mois	Mode de transport	ADEME (g CO ₂ e/km)	Distance/ mois (km)	kg CO ₂ e/ mois
Participant 1	5	transports en commun/à pieds	83,5	33	2,756
Participant 2	35	transports en commun/à pieds	83,5	231	19,289
Participant 3	15	voiture	259	99	25,641
Participant 4	10	voiture	259	66	17,094
Participant 5	4	voiture/transports en commun	213	26,4	5,623
Participant 6	3	à pieds	0	19,8	0,000
Participant 7	16	vélo	0	105,6	0,000
Participant 8	8	voiture	259	52,8	13,675
Participant 9	10	voiture	259	66	17,094
Participant 10	25	voiture	259	165	42,735
Participant 11	1	voiture	259	6,6	1,709
Participant 12	6	vélo	0	39,6	0,000
Participant 13	4	transports en commun	167	26,4	4,409
Participant 14	5	transports en commun	167	33	5,511
total/mois:	147			970,2	155,5 kg CO₂e/mois
total/an:	1404			9265,41	1,485 t CO₂e/an
total/an/MIVEGEC:	5181			34198	5,482 t CO₂e/an

Analyse

Parmi les 55 répondants au questionnaire, 14 effectuent régulièrement des trajets inter-campus, à hauteur de 147 trajets inter-campus chaque mois (**Tableau 2**). Cela représente 970,2 km/mois ou 9265 km/an. **A l'échelle de MIVEGEC, la distance annuelle parcourue était de 34 198 km, pour 518 trajets inter-campus ; les émissions associées étaient de 5,5 t CO₂e.**

Limites

Les déplacements locaux des personnels expatriés ou en mission sont assimilés à ceux des agents MIVEGEC affectés au Centre IRD de Montpellier ; les missions de terrain, probablement très coûteuses, n'étant pas évaluées.

2) Matériel informatique

Nous évaluons ici l'empreinte carbone liée à l'achat de matériel informatique de bureau des agents MIVEGEC (à la fabrication de ce matériel seulement, pas à sa consommation, qui elle, est évaluée dans le paragraphe 6 « Energie et Bâtiment »).

Méthode

Les indicateurs d'équivalence carbone sont ceux fournis par l'ADEME.

Les données ont été recueillies par le questionnaire⁸. 55 personnes ont répondu à la question correspondante. Une imprimante multifonction du centre IRD a été attribuée à MIVEGEC. Chaque occurrence d'imprimante personnelle a été divisée par le nombre d'utilisateurs déclarés. Lorsque les répondants ont indiqué posséder une imprimante personnelle, sans préciser sa nature, par défaut nous avons comptabilisé l'appareil comme imprimante à jet d'encre (le moins coûteux sur le plan environnemental, afin de faire une évaluation *a minima*) ; c'était le cas pour 3 répondants.

L'amortissement du matériel informatique de bureau est de 5 ans d'après les données comptables⁹ ; ici nous avons arbitrairement ajusté ces valeurs en fonction d'une durée de vie des appareils qui nous paraît plus proche de la réalité. Les valeurs d'empreinte carbone de chaque type d'équipement ont été divisées par l'amortissement pour obtenir la part annuelle.

Le total des émissions obtenu est multiplié par le nombre de membres de MIVEGEC et divisé par le nombre de répondants au questionnaire.

Analyse

Les émissions de CO₂e liées à l'achat de matériel informatique de bureau des agents MIVEGEC étaient de 11 t CO₂e en 2019 (Tableau 3).

Limites

Le calcul n'inclut pas le matériel informatique commun mis en place par le centre IRD, réseaux, serveurs, routeurs, les ordinateurs présents dans les labos, les disques durs externes et clefs USB.

Tableau 3. Emissions de CO2e liées à l'achat de matériel informatique de bureau des personnes ayant répondu au questionnaire.

	nombre	amortissement (ans)	ADEME (kg CO2e/unité)	Emissions (kg CO2e/an)
ordinateurs portables	46	7	156	1025,1
ordinateurs fixes	13	7	169	313,9
écrans	54	10	222	1198,8
téléphones	41	10	17	69,7
vidéoprojecteur	1	5	94	18,8
imprimante jet d'encre*	3,62	10	88,2	31,9
imprimante laser*	2	10	197	39,4
imprimante multifonction	1	10	2935	293,5

* pour chaque imprimante, le nombre d'unités a été divisé par le nombre d'utilisateurs déclarés.

3) Trafic internet

On évalue ici l'impact des mails envoyés en 2019.

Méthode

L'indicateur utilisé est celui de l'ADEME (19 g CO2e/Mo).

Les données d'envoi de mails ont été obtenues à l'aide du questionnaire ; il n'existe pas de moyen de mesurer le trafic de MIVEGEC de façon globale, à ce jour.

Analyse

35 personnes ont traité cette question. 1 personne a donné une valeur correspondant à une partie seulement de l'année. 7 personnes ont fourni des valeurs aberrantes (incompatibles avec l'utilisation régulière, même minimale, d'une messagerie). 27 réponses ont donc pu être analysées.

Les données d'envoi de messages électroniques correspondent ainsi à 13 053 Mo pour 27 personnes, soit en moyenne 483 Mo par personne. **L'envoi de mails des agents MIVEGEC a donc représenté environ 98 139 Mo en 2019 et les émissions de CO2e associées étaient de 1,865 t CO2e.**

Limites

Nous avons évalué seulement l'impact numérique lié à l'envoi de mails, ce qui ne représente qu'une très petite partie de notre consommation numérique totale (commandes, gestion, recherches diverses, consultation de la biblio, soumission d'articles,...) ; à l'heure actuelle il n'existe pas de technique permettant de mesurer notre empreinte liée à l'utilisation d'internet de façon générale. La DDUNI réfléchit à développer des outils adaptés.

4) Plateau de bioinfo

Nous évaluons ici l'empreinte carbone de l'unité liée à l'utilisation de la plateforme iTROP.

Les informations ont été communiquées par Ndomassi Tando. La plateforme possède 3 serveurs, l'amortissement est estimé à 10ans. L'ADEME ne fournit pas d'indicateur pour ce type de serveur ; nous avons choisi d'utiliser les informations de la base de données EcoInfo du CNRS¹⁰ qui fournit les données pour un serveur de type R740, différent de ceux du plateau, ce qui permet une évaluation

grossière. Selon cette base, la fabrication d'un serveur de ce type produit 1060 kg CO₂e auquel il faut ajouter 200 kg CO₂e pour son transport. Le nombre d'heures d'utilisation en 2019 était de 692 591,25 h au total, et 240 707,64 h pour MIVEGEC soit 34,75%.

Ainsi **la part de MIVEGEC de l'empreinte liée à la fabrication et l'installation des 3 serveurs du plateau est** : $(3 \times (1060+200)/10) \times 34,75\% = \mathbf{131 \text{ kg CO}_2\text{e/an.}}$

A titre d'information, nous avons également calculé l'empreinte énergétique liée à l'utilisation de la plateforme, sans la comptabiliser toutefois car elle est incluse dans la dépense énergétique globale liée au bâtiment (paragraphe 6). Le responsable du plateau estime la dépense énergétique à 29438 W soit 28882 kg CO₂e selon les indications du constructeur. **L'empreinte énergétique liée à l'utilisation du plateau par les agents MIVEGEC est donc de :**

$28\,882 \times 34,75\% = \mathbf{10,036 \text{ t CO}_2\text{e/an.}}$

On peut noter que cette part est très supérieure à celle liée à la fabrication du matériel.

5) Laboratoires

a) Matériel

Il paraît irréaliste de calculer l'impact carbone lié à la fabrication de l'ensemble du matériel possédé par MIVEGEC, les indicateurs n'étant pas disponibles pour les appareils du laboratoire, à l'exception des congélateurs -20°C : 415 kg CO₂e/unité (ADEME). MIVEGEC possède 50 congélateurs sur le Centre de Montpellier et nous avons choisi un amortissement de 15ans. L'impact carbone annuel lié à la fabrication des congélateurs de MIVEGEC est donc de $(50 \times 415)/15 = 1,383 \text{ t CO}_2\text{e.}$

b) Achat d'équipement neuf

Concernant l'achat de nouveaux équipements, les dépenses étaient de 72 914,78 Euros en 2019 ; selon l'ADEME, **l'impact associé à l'achat de matériel neuf est de 700 kg CO₂e/kEuro, soit 51,040 t CO₂e.** L'amortissement n'est pas connu/défini pour l'ensemble des équipements achetés. Etant donné que l'impact des équipements déjà acquis les années précédentes ne peut pas être évalué (partie a), on peut compter en 2019 la totalité de l'impact dû aux achats d'équipements réalisés cette année.

c) Maintenance

Les dépenses liées à la maintenance du matériel étaient de 24 089,63 kEuros, et selon l'ADEME, l'impact associé à la maintenance est de 390 kg CO₂e/kEuro, **soit 9,395 t CO₂e en 2019.**

d) Consommable

Nous évaluons ici l'impact du consommable jetable courant de laboratoire.

Méthode

Les indicateurs utilisés sont ceux fournis par l'ADEME, pour chaque type de matière première principale. Les calculs ne tiennent pas compte :

- Des traitements de surface éventuels et coûts de fabrication associés
- Du coût associé à la stérilisation des produits
- Des emballages individuels

- Du transport des colis

Nous avons relevé les quantités commandées dans l'UGAP, principal fournisseur pour ce type de produits. Les quantités incluent les commandes réalisées sur le fonctionnement général. Les poids de chaque type de produits sont ceux donnés par le fournisseur ; lorsque l'information n'était pas disponible, nous avons pris le poids d'un produit équivalent chez un autre fournisseur.

De nombreux produits consommables courants n'ont pas été comptabilisés car il n'existe pas d'indicateur associé (aiguilles, filtres, scotch, blouses jetables, gants, savon, désinfectant, etc...). De même l'évaluation n'inclue pas la totalité des commandes réalisées par l'unité (kits, réactifs, produits chimiques) car les indicateurs associés n'existent pas.

Concernant les solvants, seuls les produits pour lesquels les indicateurs existent sont comptabilisés. Il n'est pas tenu compte du degré d'alcool, ni de la qualité (grade biologie moléculaire ou alcool ménager), car un seul indicateur moyen est disponible.

Analyse

Les émissions liées à l'achat de consommable de laboratoire ont été estimées à 6,807 t CO₂e pour 2019 (Tableau 4). Les données détaillées sont présentées en annexe dans le **Tableau S2**.

Tableau 4. Emissions liées à l'achat de consommable courant de laboratoire, par matière première principale.

Matière première principale	Poids (kg)	Impact carbone (kg eCO ₂)
Polystyrène	888,6	2514,6
Polypropylène	1425,9	2851,7
Polymères de l'éthylène	37,6	206,9
Aluminium	12,1	94,7
Verre	866,5	1091,8
Papier	124,3	114,3
Carton	208,7	81,4
Solvants	41	60,2
TOTAL	3,605 t	6,807 t CO₂e

Limites

Seule une partie des achats de consommable peut être évaluée, et l'impact lié à la fabrication de ces produits spécifiquement pour le laboratoire (stérilisation, emballage, ...) n'est pas pris en compte. L'impact des activités des agents affectés hors centre IRD de Montpellier est mal pris en compte, d'autant que certains réactifs et consommables sont livrés sur le Centre IRD de Montpellier avant d'être expédiés par les équipes sur les sites. L'estimation de l'impact carbone du consommable est donc largement sous-estimée.

e) Déchets

Les déchets produits sont les suivants :

- Ordures ménagères
- Plastique recyclable
- Papier, cartons recyclables
- Piles, batteries

- Cartouches d'encre et toners
- Néons
- Déchets électriques
- Déchets chimiques
- DASRI (Déchets biologiques)
- Encombrants

Seuls les DASRI produits sur le Centre IRD de Montpellier ont pu être quantifiés, avec l'aide du Pôle Hygiène et Sécurité (**Tableau 5**). Les autres déchets ne sont pas quantifiables ; la facture liée au traitement des déchets chimiques ne mentionne pas les volumes traités.

L'ADEME donne des masses volumiques de 180 g/L pour des DASRI non emballés (donc en sacs) et 300 g/L pour des DASRI en boîtes (septopacks)¹¹. Les taux de remplissages des divers contenants sont estimés à 95% du volume maximal.

Tableau 5. Quantité de DASRI évacués par le Centre IRD de Montpellier en 2019.

	Nombre enlèvements	Poids individuel (kg)	Poids total (kg)
septopack 30L	20	8,55	171
septopacks 50L	450	14,25	6413
GRV (bennes)780L	72	133,38	9603
TOTAL			16187

Les DASRI sont évacués du Centre à titre global et la quantité de déchets produits par chaque unité n'est pas connue. Bien que chaque unité contribue différemment en raison de ses activités, nous avons choisi d'attribuer à MIVEGEC une part au prorata du nombre de personnels :

NUTRIPASS	40	
INTERTRYP	7	
DIADE	92	
IPME	98	
TRANSVIHMI	90	
MIVEGEC	203	soit 38,3%

Selon l'ADEME, l'impact carbone lié à l'enlèvement et au traitement des DASRI est de 934 kg CO₂e/t. Aussi, l'impact carbone lié au traitement des DASRI produits par MIVEGEC en 2019 était :

$$16,187 \times 38,3\% \times 934 = 5,790 \text{ t CO}_2\text{e.}$$

Au bâtiment Païre, en 2019, 28 septopacks de 50 L ont été enlevés pour un poids de 200 kg, soit 187 kg CO₂e.

A ce jour la production de DASRI liée aux activités des personnels affectés au site CHU reste difficile à quantifier car leur gestion n'est pas indépendante de celle des services du CHU. On peut l'évaluer au prorata du nombre de personnels bien que les activités soient très variables d'un site à l'autre, soit $(5790 + 187) \times 15 / (203 - 15) = 477 \text{ kg CO}_2\text{e}$

Au total les émissions liées à la production de DASRI par MIVEGEC s'élevait à 6,45 t CO₂e en 2019.

6) Bâtiments et Energie

a) Electricité

Nous évaluons ici l'impact carbone lié à la consommation d'électricité totale de MIVEGEC sur le Centre IRD de Montpellier, incluant la consommation due aux activités de laboratoire et de bureau, numérique, clim, etc.

Méthode

Selon l'ADEME, l'impact carbone d'1 kWh est de 0,0571 kg CO₂e en France.

Nous avons évalué la part due à MIVEGEC de la consommation totale du Centre au prorata de la surface occupée, soit directement (surface de bureaux et labos occupés par MIVEGEC), soit indirectement, en attribuant à MIVEGEC une part des locaux communs ou des bureaux de l'administration au prorata du pourcentage de personnels scientifiques du Centre IRD.

Analyse

Les surfaces ont été calculées sur la base des plans du Centre IRD. La surface attribuée à MIVEGEC sur le Centre IRD est à 1278 m². La surface commune est 1380,62 m², dont nous avons attribué 38,3% à MIVEGEC au prorata du personnel scientifique (voir ci-dessus) soit 528,8 m². La surface de labos partagés entre MIVEGEC et Intertryp est de 64,37 m² soit 50% = 32,2 m² pour MIVEGEC. La surface totale attribuée à MIVEGEC est donc de 1839,1 m².

La consommation électrique totale du Centre IRD en 2019 était de 3 019 000 kWh pour 6500 m² au total, soit 464,46 kWh/m² (A noter, dans un DPE ce serait classé G¹²).

La consommation électrique attribuée à MIVEGEC était donc de 854 196 kWh, soit un impact carbone de 48,775 t CO₂e en 2019.

Concernant le bâtiment Païre, les chiffres de 2018 ont pu être obtenus. La consommation réalisée était de 32 182 kWh, soit 1,838 t CO₂e/an.

L'évaluation de la consommation électrique liées aux activités des agents MIVEGEC sur le site du CHU est en cours.

Avec les données connues à ce jour, **l'impact carbone lié à la consommation d'électricité de MIVEGEC était donc de 50,6 t CO₂e en 2019.**

A noter, la consommation théorique des appareils réfrigérants de MIVEGEC (réfrigérateurs, congélateurs -20°C, -80°C) de MIVEGEC est de 4,224 t CO₂e par an, selon les données des fabricants (voir portail des ressources de MIVEGEC¹³), soit presque 10% de notre impact annuel global. Or on sait que la consommation réelle des appareils varie beaucoup en fonction de l'entretien des appareils et du dégivrage en particulier (augmentation de 30% pour 0,5cm de givre sur un congélateur ménager¹⁴). Nous avons donc un rôle actif à jouer pour maîtriser l'impact carbone lié à la consommation électrique.

Limites

Le calcul n'inclut pas la consommation électrique des personnels MIVEGEC affectés hors du Centre IRD de Montpellier, trop difficile à mesurer.

Par ailleurs, nous n'avons pas différencié la consommation électrique selon usage : on sait que la conversion d'1 kWh en CO₂e n'est pas la même selon le type d'appareil électrique utilisé¹⁵. Il n'était pas possible de faire des mesures différentielles.

b) Gaz

Nous évaluons ici l'impact carbone de l'unité lié à la consommation de gaz naturel, principalement due au chauffage.

Méthode

Selon l'ADEME, l'impact carbone d'1m³ de gaz naturel est de 2,2 kg CO₂e. Nous avons calculé la part de la consommation de gaz annuelle du Centre à MIVEGEC sur la base de la surface occupée, comme précédemment. Il n'y a pas de consommation de gaz sur le site Païre et celle du site CHU n'est pas encore connue à ce jour.

Analyse

La consommation du Centre IRD de Montpellier était de 160 000 m³ en 2019 soit 24,6 m³/m². **La part de MIVEGEC en consommation de gaz était donc de 45 270 m³ soit 99,6 t CO₂e.**

Au total, l'impact carbone de MIVEGEC lié à sa consommation d'énergie est de 150,2 t CO₂e en 2019.

c) Construction bâtiments

Selon l'ADEME, l'impact carbone lié à la construction d'un bâtiment est de 650 kg CO₂e/m² pendant la phase d'amortissement ; à noter, ce chiffre est donné pour un bâtiment de bureaux, et il n'existe pas d'indicateur spécifique pour les bâtiments hébergeant des laboratoires de recherche. Selon l'IRD, l'amortissement d'un bâtiment est de 50 ans sur le plan comptable¹⁶ ; nous ne connaissons pas la date de construction du bâtiment du Centre IRD et supposons qu'il a moins de 50ans. En considérant la surface attribuée à MIVEGEC de 1839 m², l'impact carbone de l'unité lié à la construction du bâtiment du Centre IRD de Montpellier est de 23,908 t CO₂e/an ; pour le site Païre, la surface est de 785 m² et l'impact associé de 10,205 t CO₂e/an. L'évaluation du site CHU est en cours.

L'impact carbone de MIVEGEC lié à la construction des bâtiments de recherche est de 34,1 t CO₂e/an, avec les données disponibles à l'heure actuelle.

Limites

Il n'existe pas d'indicateur permettant d'évaluer l'impact carbone associé à l'entretien annuel d'un bâtiment recherche.

7) Cantine

Nous évaluons ici l'impact carbone de MIVEGEC lié à la prise des repas à la cantine du Centre IRD de Montpellier.

Méthode

Les données ont été recueillies à l'aide du questionnaire diffusé à MIVEGEC⁸.

Pour chaque répondant, l'impact carbone hebdomadaire des repas pris à la cantine a été calculé à l'aide des indicateurs de l'ADEME suivants :

Repas avec bœuf : 7,26 kg CO₂e
Repas avec poulet : 1,58 kg CO₂e
Repas moyen : 2,04 kg CO₂e
Repas végétarien : 0,51 kg CO₂e.

Nous avons évalué les repas végétaliens comme des repas végétariens, l'ADEME ne fournissant pas d'indicateur spécifique pour les repas végétaliens. L'ADEME ne fournit pas non plus d'indicateur pour les repas avec porc ou poisson, que nous avons donc choisi d'inclure dans la catégorie « repas moyen ».

Nous avons ensuite calculé le bilan annuel en divisant l'impact hebdomadaire par 5 puis en multipliant par 207 (nombre de jours ouvrés - congés).

Comme nous ne tenons pas compte des repas non pris à la cantine, l'impact carbone de MIVEGEC est obtenu en divisant le chiffre obtenu ci-dessus par le nombre total de répondants et en multipliant par l'effectif total de l'unité.

Analyse

55 personnes ont répondu au questionnaire, dont 51 personnes qui ont répondu manger une ou plusieurs fois par semaine à la cantine. Les repas pris chaque semaine étaient : 44 repas avec bœuf, 58,5 repas avec poulet, 55,5 repas végétariens, 79 repas autres ; soit un impact de 601,335 kg CO₂e/semaine pour 55 personnes.

L'impact carbone de MIVEGEC pour les repas pris à la cantine était de 91,9 t CO₂e en 2019.

Limites

De façon arbitraire, nous avons choisi de n'évaluer que l'impact lié à la prise de repas à la cantine du Centre IRD de Montpellier et pas les repas personnels ou pris ailleurs. Le calcul est basé sur des indicateurs moyens et ne prend pas en compte l'origine des produits achetés par la cantine (local ou pas, bio ou pas), les méthodes de préparation et de conservation, les quantités, etc...

8) Synthèse et analyse

Les émissions de carbone liées aux activités scientifiques de MIVEGEC s'élèvent à 1489 t CO₂e par an, sur la base des données analysées pour les années 2018 et 2019 (Tableau 6). C'est l'équivalent des émissions produites pour le chauffage d'un village de 1500 habitants en une année. A titre de comparaison, l'unité IRD LOCEAN a produit le chiffre de 2170 t CO₂e¹⁷. Cependant, d'une part, les émissions sont très différentes selon le type d'activités de chaque laboratoire, d'autre part, les méthodes de calcul et les approximations faites sont très différentes. Il n'existe pas à ce jour de méthode standardisée pour réaliser le bilan carbone d'un laboratoire ; peu de laboratoires le font, et moins encore publient les chiffres obtenus.

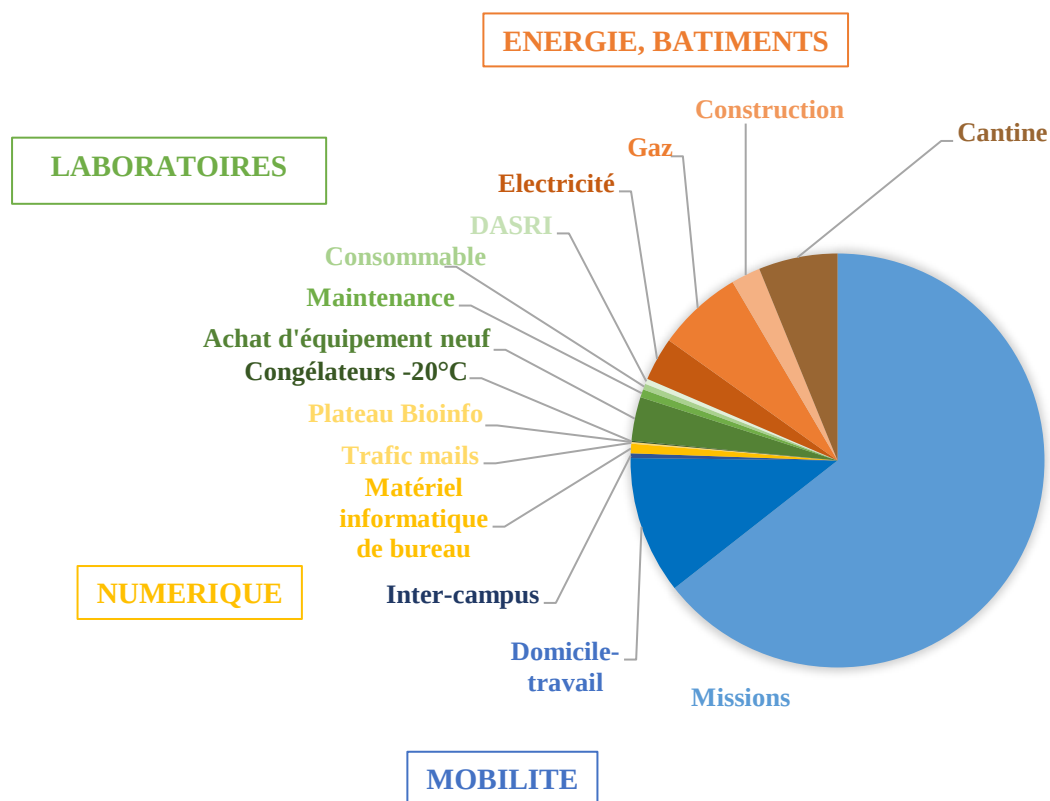
Les émissions ramenées au nombre de membres de l'unité MIVEGEC s'élèvent à 7,3 t CO₂e/personne. A titre de comparaison, un Français produit chaque année 11,2 t CO₂e dans sa vie quotidienne⁸.

Si le nombre moyen de publications de MIVEGEC s'élève à 116/an, **l'impact carbone d'une publication de l'unité représente 12,8 t CO₂e.**

Tableau 6. Bilan carbone de MIVEGEC: synthèse (t CO₂e).

Déplacements	Missions	Avion	954,062
		Train	4,417
		Voiture	0,815
	Domicile-travail		160,240
	Inter-campus		5,482
Matériel informatique de bureau			11,04
Trafic mails			1,865
Plateau Bioinfo			0,131
Laboratoires	Congélateurs -20°C		1,383
	Achat d'équipement neuf		51,040
	Maintenance		9,395
	Consommable		6,807
	DASRI		6,454
Bâtiments	Electricité		50,612
	Gaz		99,595
	Construction		34,113
Cantine			91,886
TOTAL			1489,337

Le poste ayant l'impact carbone le plus élevé est celui des missions (nationales ou internationales) (**Fig. 5**). Il représente 64,4% des émissions totales de l'unité.

**Figure 5. Répartition des émissions annuelles de gaz à effet de serre de MIVEGEC (CO₂e).**

Quelques chiffres marquants :

- ❖ La distance annuelle parcourue par les agents MIVEGEC au cours de missions financées par l'IRD est de 1 265 874 km soit 3,29 fois la distance Terre-Lune ou 31,6 fois le tour de la Terre.
- ❖ Seules 23,3% des missions IRD sont des missions de terrain.
- ❖ 10% des agents sont responsables de 40,5% des émissions liées aux missions de l'unité.
- ❖ Les déplacements inter-campus dans Montpellier représentent une distance annuelle de 34 198 km, pour 5181 trajets.
- ❖ L'empreinte énergétique annuelle liée à l'utilisation des 3 serveurs du plateau de bioinfo est 7,7 fois supérieure à l'empreinte liée à sa fabrication et son installation.
- ❖ L'unité achète 3,6 t de consommable (pipettes, gants, tubes, papier...) chaque année.

Limites

Des indicateurs et méthodes manquent pour mesurer notre production réelle au plus près. De nombreuses données ne sont pas accessibles (notamment les missions autres que celles financées par l'IRD) ; les postes correspondants ont été soit estimés soit non évalués. L'empreinte carbone des personnels expatriés ou en mission est mal évaluée (hormis le déplacement entre Montpellier et le lieu d'affectation) car les indicateurs utilisés concernent la France métropolitaine et n'ont pas de validité ailleurs. D'autre part certaines mesures sont difficiles à réaliser (consommation des véhicules de terrain, activités de laboratoire, matériel).

Par ailleurs, pour les données obtenues grâce au questionnaire, nous avons extrapolé les résultats des répondants à l'ensemble des agents MIVEGEC, ce qui est probablement faux, notamment car nous pouvons imaginer que les répondants sont globalement des personnes qui se sentent le plus concernées par le sujet et adoptent également davantage des pratiques (de déplacement, d'alimentation, ...) moins polluantes.

Globalement, le bilan carbone calculé ici est donc certainement largement sous-estimé.

Pour le prochain bilan carbone, nous pourrions choisir d'utiliser les outils du collectif Labos 1point5, qui a pour objectif de créer une application à cet effet cette année. L'outil est en phase de test/amélioration dans des laboratoires pilotes. Il est probablement basé sur les mêmes indicateurs que nous avons utilisés et n'en inclura pas forcément davantage. Toutefois il pourra faciliter le travail et permettra une comparaison avec les laboratoires utilisant la même méthode.

Propositions

Forts de ce bilan carbone, que pouvons-nous faire pour réduire notre impact environnemental ? Il paraît au premier abord pertinent de s'attaquer aux postes les plus impactants, mais pas seulement. En effet, malgré la bonne volonté de chacun, certains postes resteront incompressibles car intimement liés au cœur des activités de recherche de MIVEGEC. A l'inverse, de petits gestes du quotidien peuvent alléger la facture. L'impact carbone est l'affaire de tous et de chacun en particulier. Voici quelques suggestions, reprises dans la Charte verte de MIVEGEC qui sera proposée à l'ajout au règlement intérieur de l'unité.

Sur le plan de l'énergie :

- Nous pourrions faire des mesures de débit électrique pour voir en particulier si la consommation réelle de nos réfrigérateurs/congérateurs correspond à la consommation théorique fournie par les fabricants. Cela permettrait de prendre mieux conscience de l'impact de leur entretien (dégivrage régulier) sur notre facture électrique.
- Le dégivrage des congérateurs -20°C, communs en particulier, mériterait d'être mieux organisé.
- Le rangement et le tri de vieux échantillons/réactifs permettraient d'économiser de la place et éviter d'acheter de nouveaux congérateurs.
- A charge de chacun d'éteindre la lumière dans les salles/labos/couloirs/communicubes vides ; de surveiller le réglage des radiateurs et climatiseurs et de se responsabiliser sur l'usage qui en est fait.

Au laboratoire :

- Certains consommables plastiques pourraient être remplacés par de la verrerie (hors L2/L3).
- Une gestion plus rigoureuse des stocks de consommables, réactifs et produits chimiques permettrait d'éviter le gaspillage et l'accumulation de produits périmés.
- La mutualisation des achats de certaines références permet d'économiser et limiter le gaspillage.
- Concernant le matériel, le suivi des appareils achetés et la maintenance pourrait être plus rigoureux ; les outils existent notamment avec le portail des ressources, qui n'est malheureusement pas toujours bien renseigné et peut-être pas connu de tous dans l'unité. Pour cela il est important que les responsabilités soient bien définies.
- A chacun de se responsabiliser en éteignant les appareils non utilisés. Les économies passent aussi par un état d'esprit plus collectif et moins individualiste.

Au bureau :

- La part de **consommation numérique** peut être limitée en évitant les pièces jointes trop volumineuses, en évitant de répondre à une liste si une seule personne est concernée, en réduisant les onglets ouverts inutilement sur internet, en triant ses mails, en vidant régulièrement la corbeille, les messages envoyés et le fichier « téléchargements ».

Concernant les missions, poste lourd dans le bilan carbone, sont difficiles à restreindre car liées de façon intrinsèque aux thématiques de recherche de l'IRD. Voici quelques propositions :

- Chacun pourrait limiter la participation aux congrès vraiment importants, et choisir certains congrès dans l'année. Un compte-rendu pourrait être effectué en séminaire interne au retour.
- Dans la mesure du possible, certaines visio-conférences pourraient être favorisées pour les réunions au niveau national/international^a.
- Pour les déplacements en métropole, choisir le train de préférence. Pour les déplacements hors métropole, choisir le train pour le pré-acheminement.
- Demander aux tutelles un soutien pour permettre/faciliter le calcul du bilan carbone des missions. Des modifications du portail des missions pourraient permettre d'avoir un calcul automatique du bilan carbone des missions.

^a Note : la visio est-elle moins polluante que le déplacement ? Un exemple : aller-retour Montpellier-Paris pour 1 passager : Voiture = 395 kg CO₂e > Avion = 265 kg CO₂e > Train = 44 kg CO₂e > Visio 2 h = 3 kg CO₂e. Le calcul pour les transports est réalisé selon l'ADEME. Le calcul pour la visio inclut l'énergie consommée et l'amortissement des appareils utilisés, selon Quantis¹⁸. Quantis est une société Suisse qui aide les entreprises à travailler sur leur impact environnemental.

A noter, à titre d'exemple, l'initiative du laboratoire LOCEAN (projet communiqué en conférence du 22/01/20): après le constat que les déplacements, aériens en particulier, représentent la majeure partie de son empreinte carbone, ils ont décidé de fixer un objectif de réduction de 40% à 10 ans. Aussi, la direction de l'unité a imposé un quota annuel par personne : chaque membre choisit ses missions annuelles de façon à ne pas dépasser son seuil de CO₂e émis. Ce quota pour 2020 est proche des émissions moyennes par personne en 2019 et est réduit peu à peu, chaque année, pour atteindre l'objectif voulu en 2030.

Conclusions

La réalisation du bilan carbone permet de mieux se rendre compte des différents postes impactants dans les activités de l'unité. Les missions représentent sans surprise un poids prépondérant ; c'est vrai dans tous les laboratoires et encore plus à l'IRD en raison de l'activité spécifique de l'institut vis-à-vis des pays du sud. A noter, il s'agit ici d'un bilan carbone, qui par définition n'inclut pas l'impact lié à l'exploitation de matières premières rares, ni la consommation d'eau, ni la pollution engendrée autre que la production de CO₂e. Cela signifie donc que nos efforts ne doivent pas se limiter à la réduction de l'impact carbone.

Une liste de propositions a été faite à l'issue du bilan. Nous proposons de les recenser dans une Charte verte à ajouter au règlement intérieur. La réduction de l'impact carbone de nos activités est tout à la fois une responsabilité collective de l'unité et une responsabilité individuelle. A chacun des membres de l'unité de modifier ses propres gestes (certains quotidiens) pour qu'ensemble nous fassions diminuer notre bilan carbone le plus rapidement possible.

Sources

1. Labos 1point5. <https://labos1point5.org/>
2. Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Centre de ressources sur les bilans de gaz à effet de serre <https://www.basecarbone.fr/>.
3. IRD. MAPS. <https://maps.ird.fr>.
4. Mappy. <https://fr.mappy.com/itineraire>.
5. Distances entre aéroports. <https://www.ephemeride.com/atlas/distanceaeroport/0>.
6. Distance entre villes. Calcul de distances <https://fr.distance24.org>.
7. Mivegec 1point5. Questionnaire 'impact carbone de Mivegec'. https://www.mivegec.ird.fr/images/stories/Intranet_files/Mivegec1point5/Questionnaire_avril_2020.pdf (2020).
8. Baude, M. L'empreinte carbone des français reste stable. (2020).
9. IRD. La gestion des biens immobilisés. Guide pratique <https://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjnPm2vMLoAhUozIUKHXicD4MQFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fannuaire.ird.fr%2Fcontent%2Fdownload%2F13711%2F105059%2Fversion%2F2%2Ffile%2FGuide%2Bpratique%2Bde%2Bla%2Bgestion%2Bdes%2Bimmobilisations.pdf&usg=AOvVaw0UayIc98yR5Zmmxwq-f8Vm>.
10. CNRS. EcoInfo. Aide pour évaluer le critère n°2 du référentiel défini par l'HCERES pour les évaluations des unités de recherche <https://ecoinfo.cnrs.fr/2019/04/02/hceres-section-developpement-durable/>.
11. ADEME. Activités de soins à risque infectieux des patients en autotraitement (DASRI). https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjhwIz51b3pAhUwyYUKHVx1B78QFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.sinoe.org%2Fdocuments%2Fdownload%2FidDoc%2F1108&usg=AOvVaw0Vg_8MwOIIF2OAZg7xDHl3 (2011).
12. ADEME. La transition énergétique pour la croissance verte. Le Diagnostic de performance énergétique <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-diagnostic-performance-energetique.pdf>.
13. Abate, L. Portail des Ressources MIVEGEC. Consommation théorique du Centre IRD site Lavalette <http://bioinfo-web.mpl.ird.fr/qhsmivegec/afficheequipement/fichedeveieexistantconso.php>.
14. ENGIE. 10 éco-gestes frigo et congélateur pour réduire votre consommation <https://particuliers.engie.fr/economies-energie/conseils/les-eco-gestes-au-quotidien/eco-geste-frigo-congelateur.html>.
15. Décrypter l'énergie. Quel est le contenu en CO2 du kWh électrique? <https://decrypterlenergie.org/decryptage-quel-est-le-contenu-en-co2-du-kwh-electrique>.
16. IRD. La gestion des biens immobilisés. Guide pratique.
17. Lévy, C. et al. Première restitution du groupe de travail du LOCEAN: 'Le LOCEAN et le changement climatique: contributions à l'émergence d'une culture bas-carbone'. (2019).
18. Bochatay, D. Sustainable metrics. Empreinte environnementale d'une visioconférence https://www.epfl.ch/schools/sv/wp-content/uploads/2019/09/EPFL_EmpreinteCarboneVisioConfrence_Resultats_20190523.pdf (2019).

Annexes : Tableaux supplémentaires

Tableau S1. Emissions liées aux déplacements domicile-travail.

	Mode de transport	Nb passagers adultes	distance (km)	ADEME (g CO2e/km)	kg CO2e/jour
Répondant 1	voiture	1	2	259	1,036
Répondant 2	voiture	1	13	259	6,734
Répondant 3	voiture	1	30	259	15,54
Répondant 4	voiture	1	4	259	2,072
Répondant 5	voiture	1	4	259	2,072
Répondant 6	transports en commun	1	10	167	3,340
Répondant 7	voiture	1	9	259	4,662
Répondant 8	voiture	1	6	259	3,108
Répondant 9	transports en commun	1	6	167	2,004
Répondant 10	vélo	1	NA	0	0
Répondant 11	voiture	1	12	259	6,216
Répondant 12	transports en commun/voiture	1	6	213	2,556
Répondant 13	voiture	2	7	259	1,813
Répondant 14	voiture	1	40	259	20,720
Répondant 15	voiture	1	3,2	259	1,658
Répondant 16	voiture	1	3	259	1,554
Répondant 17	voiture	1	10	259	5,180
Répondant 18	transports en commun/vélo	1	6,5	84	1,086
Répondant 19	voiture	1	25	259	12,95
Répondant 20	voiture	1	6	259	3,108
Répondant 21	transports en commun	1	1,6	167	0,5344
Répondant 22	vélo	1	NA	0	0
Répondant 23	vélo	1	NA	0	0
Répondant 24	voiture	1	12	259	6,216
Répondant 25	voiture/vélo/autre	1	8	86	1,381
Répondant 26	transports en commun	1	4	167	1,336
Répondant 27	transports en commun	1	3	167	1,002
Répondant 28	voiture	1	30	259	15,540
Répondant 29	voiture	1	12	259	6,216
Répondant 30	voiture	1	2	259	1,036
Répondant 31	transports en commun/autre	1	3	84	0,501
Répondant 32	vélo	1	NA	0	0
Répondant 33	voiture	1	10	259	5,180
Répondant 34	voiture	1	40	259	20,720
Répondant 35	vélo	1	NA	0	0
Répondant 36	voiture/vélo	1	7,5	130	1,943
Répondant 37	voiture/vélo	1	5	130	1,295
Répondant 38	transports en commun	1	12	167	4,008
Répondant 39	vélo	1	NA	0	0
Répondant 40	vélo	1	NA	0	0
Répondant 41	voiture	1	NA	259	NA
Répondant 42	à pieds	1	NA	0	0
Répondant 43	voiture	1	5	259	2,590
Répondant 44	voiture	1	20	259	10,360
Répondant 45	voiture	1	5	259	2,590
Répondant 46	transports en commun	1	6	167	2,004
Répondant 47	voiture	2	8	259	2,072
Répondant 48	voiture	1	10	259	5,180
Répondant 49	voiture	1	4	259	2,072
Répondant 50	voiture	1	6	259	3,108
Répondant 51	vélo	1	NA	0	0
Répondant 52	vélo	1	NA	0	0
Répondant 53	transports en commun	1	10	167	3,340
Répondant 54	vélo	1	NA	0	0
Répondant 55	voiture	1	16	259	8,288
total		54	10,3		205,9 kg CO2e/j

Tableau S2. Emissions liées à l'achat de consommable courant de laboratoire, par matière première principale.

Polystyrène (PS)		ADEME: 2830 kg CO2e/t	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Pipettes sérologique	19500	11,15	217,4
Boîtes de Pétri	3740	14,3	53,5
Anse d'inoculation 10µL	600	1,226	0,7
Grattoirs cellules 25cm	200	0,916	0,2
Flacons de culture (poids pour T75)	6080	62,63	380,8
Plaques de culture	2654	60	159,2
réservoir pour multicanaux	300	21	6,3
Ecouvillons plastiques	2000	15	30
Ecouvillon plastiq sté bout viscosé	2000	15	30
Pipette aspiration 2ml sté	1600	6,5	10,4
TOTAL	888,6 kg	soit	2514,6 kg CO2e
Polypropylène (PP)		ADEME: 2000 kg CO2e/t	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Pointes micropipettes	399208		456,5
Pointes filtres	270688	1,39	376,7
Pointe sans filtre	128520	0,62	79,8
Distribution - combitips	600	31,75	19,1
Cryotubes	15450	2,72	42,0
Microtubes (dont tubes Qbit)	116150	0,84	97,6
Tubes (à centrifuger) 15-50	16300	9,81	159,9
Tubes plastiques autres (droso - hématocrite...)	8300	2	16,6
Plaques PCR	930	40	37,2
Barettes tubes PCR	8595	0,1	0,7
Seringues	2675	20	53,5
Sac/sachets déchets (hors sacs jaunes)	2500	34,52	86,3
TOTAL	1425,9 kg	soit	2851,7 kg CO2e
Polymères de l'éthylène (PET)		ADEME: 5500 kg CO2e/t	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Film plastique	1200	0,1	0,12
Pipettes de transfert 3ml	2000	12,5	25
Pipettes pasteur 3ml	1000	12,5	12,5
TOTAL	37,6 kg	soit	206,9 kg CO2e
Aluminium		ADEME: 7803 kg CO2e/t	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Film aluminium	1000	0,1	0,1
Rouleaux aluminium (30cm x 150m)	7	1,72	12,04
TOTAL	12,1 kg	soit	94,7 kg CO2e
Verre		ADEME: 1,26 kg CO2e/kg	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Lames microscopie (et lamelles)	38192	21	802,0
Pipettes pasteur 150 mm cot	250	2	0,5
Tubes Hemolyse verre boro	4000	16	64,0
TOTAL	866,5 kg	soit	1091,8 kg CO2e
Papier		ADEME: 0,919 kg CO2e/kg	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Bobine papier	336	370	124,32
TOTAL	124,3 kg	soit	114,3 kg CO2e
Carton		ADEME: 390 kg CO2e/t	
	Nb	poids/unité (g)	poids total (kg)
Boîtes vides	2819	74,02	208,7
TOTAL	208,7 kg	soit	81,4 kg CO2e
Solvants		ADEME: 1467 kg CO2e/t	
	Volume (L)	poids/unité (g)	poids total (kg)
Ethanol	52	789	41,0
TOTAL	41,0 kg	soit	60,2 kg CO2e
TOTAL CONSOMMABLE		3,605 t soit	6,807 t CO2e

Liste des membres du groupe MIVEGEC 1point5

(par ordre alphabétique des noms de famille)

Luc	Abate ^{1,2}	Mathieu	Giraudeau
Samuel	Alizon	Flora	Gouzerh
Céline	Arnathau	Nada	Kuk
Patrick	Bastien ⁵	Lison	Laroche
Pierre	Becquart	Manon	Lounnas
Fanni	Borveto	Eve	Miguel
Vanina	Boue ²	Valérie	Noël
Philippe	Boussès	Pascale	Perrin ⁵
Justine	Boutry	Anne	Poinsignon ⁵
Nacho	Bravo ⁵	Massilva	Rahmoun ⁵
Hélène	Broutin ¹	Franck	Remoue
Cécile	Cassan ^{1, 2, 3, 4}	Marie	Rossignol
Isabelle	Conclois	Virginie	Rougeron
Sylvie	Cornélie	Olivier	Roux
Stéphane	Duchon	Bethsabée	Scheid
Patrick	Durand ^{2, 5}	Christine	Sidobre
Dominique	Faugère ²	Frédéric	Simard ¹
Mathieu	Fritz	Arthur	Talman
Rémy	Froissart ^{1, 5}	Alba	Toranvilarrubias
Déborah	Garcia ^{1, 2}	Hubert	Zamble

Implication particulière dans la réalisation du bilan :

¹ Méthodologie

² Collecte de données

³ Analyse

⁴ Rédaction du rapport

⁵ Relecture critique du rapport

Remerciements

Merci à Patrick Garcia, Katia Grucker, Audrey Ravat, Anthony Remblier, Ndomassi Tando, Fabrice Thomas-Ferre, pour nous avoir fourni des données ou aidé à les obtenir. Merci à Josquin Daron pour l'aide à l'analyse des données (R).