

# Intégrer les enjeux environnementaux à la recherche en Physique

---

André Estevez-Torres

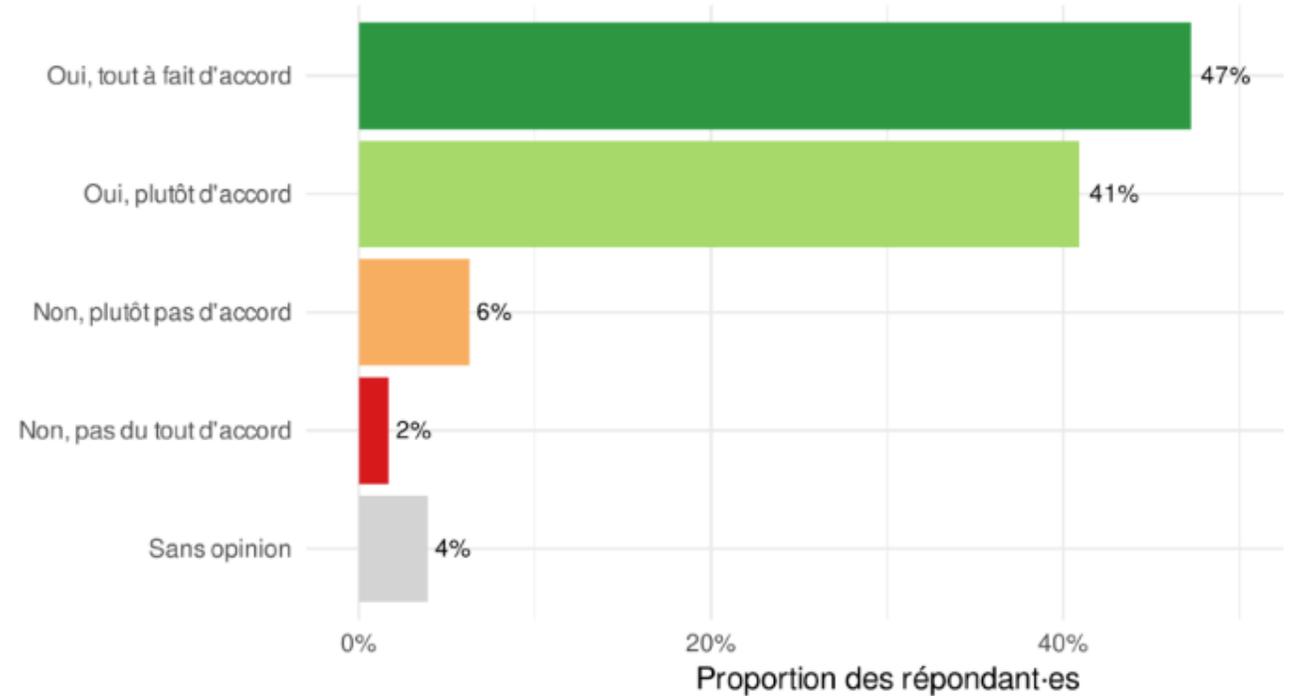
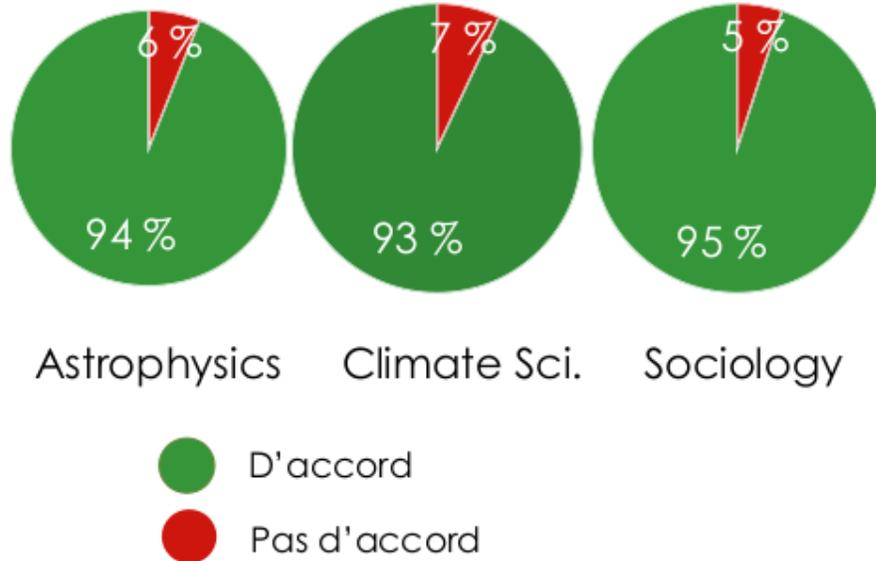
Guillaume Roux

Freddy Bouchet

Pablo Jensen

# Opinions dans la communauté (mi 2020)

- Pensez-vous que l'urgence climatique impose des changements profonds dans la pratique de nos métiers ?**



# Une réflexion engagée à de nombreux niveaux

*Initiée par les chercheuses et les chercheurs*

- au sein des **laboratoires**

**COLLECTIF LABOS-EN-TRANSITION**

- **GDR labo1point5**

*structuration en collectif, méthodologie, outils, séminaires, enseignements, groupes de travail...*

- **Collectifs** : Atecopol / Ecopolien, Fabrique des questions simples, JESER, ...



*Niveau institutionnel*

- **comité d'éthique du CNRS**

- groupe de travail du **Comité National** du CNRS sur la prise en compte dans l'évaluation

*C. Delacour & P. Jensen et al...*

- atelier « Impact des transitions écologique, énergétique, numérique sur la recherche dans les laboratoires »  
de la **prospective du l'Institut de Physique INP-CNRS**

*Ch. Arnold, S. Capponi, D. Débarre, G. Debregeas, E. Lacaze, L. Marty, S. Ravy, G. Roux => nombreuses auditions*

# Physique et contrainte environnementale: une question éthique et pragmatique

---

- Une question **éthique** :

« la **prise en compte des impacts environnementaux** de la recherche doit être considérée comme **relevant de l'éthique de la recherche** ».

Deux volets :

- i. « **réfléchir aux moyens de limiter l'empreinte** des pratiques de la recherche 'au quotidien' »
- ii. « **s'interroger sur l'empreinte environnementale des sujets de la recherche** ainsi que des voies pour les traiter »

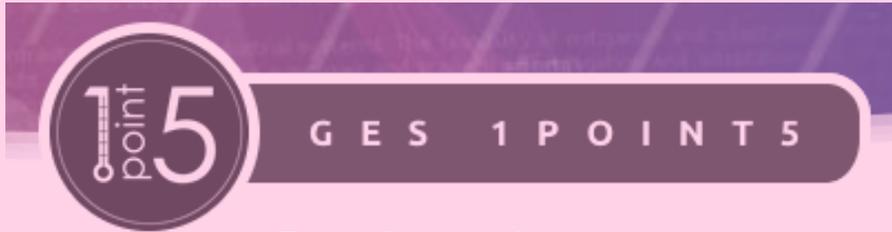
Avis du COMETS du 12 Déc, 2022

- Une question **pragmatique**:

- **adaptation / résilience** de nos recherches
- compétitivité et excellence, question du temps long.
- dystopie du « business as usual »

# Labos 1point5 : des outils numériques par et pour la recherche

## 1. Quantifier les émissions



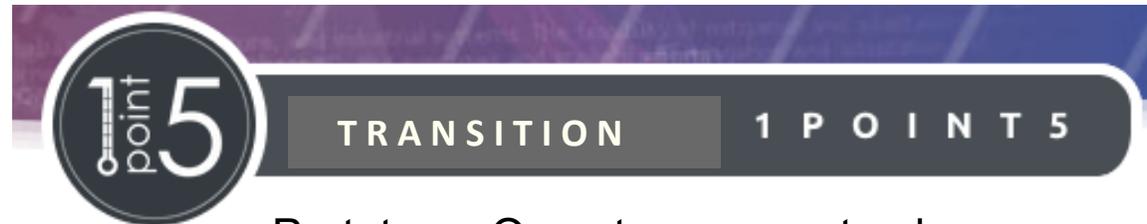
Depuis octobre  
2020

## 2. Quantifier les stratégies de réduction



Depuis avril  
2023

## 3. Mettre les labos en réseau



Prototype. Ouverture en septembre  
2023

<https://apps.labos1point5.org>

# GES 1point5, un outil plébiscité pour mesurer l'empreinte des labos

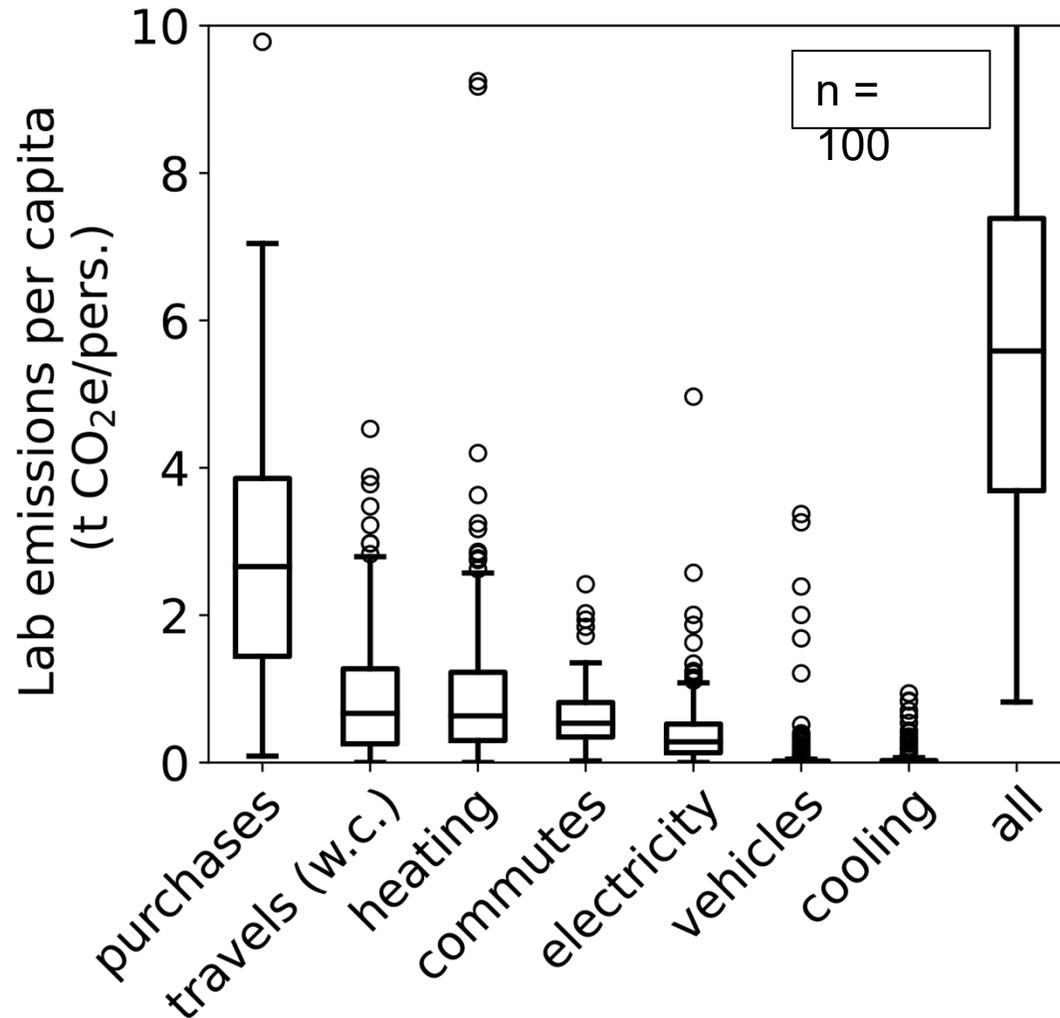
- **Un outil web**, gratuit, open-source pour les laboratoires
- **Une base de données sur l'empreinte des labos**
- Plébiscité en France : 770 labos l'utilisent (30 % des UMR)    Universités
- Périmètre :
  -  **Bâtiments** (électricité, chauffage)
  -  **Déplacements** (longue distance, domicile-travail)
  -  **Achats**
  -  **Matériel informatique**
  - Infrastructures de recherche (2023)**



<https://labos1point5.org/ges-1point5>

J. Mariette et al, *Env. Res.* 2022

# L'empreinte des labos de recherche en France est dominée par les achats avec des fortes disparités entre labos



## A noter:

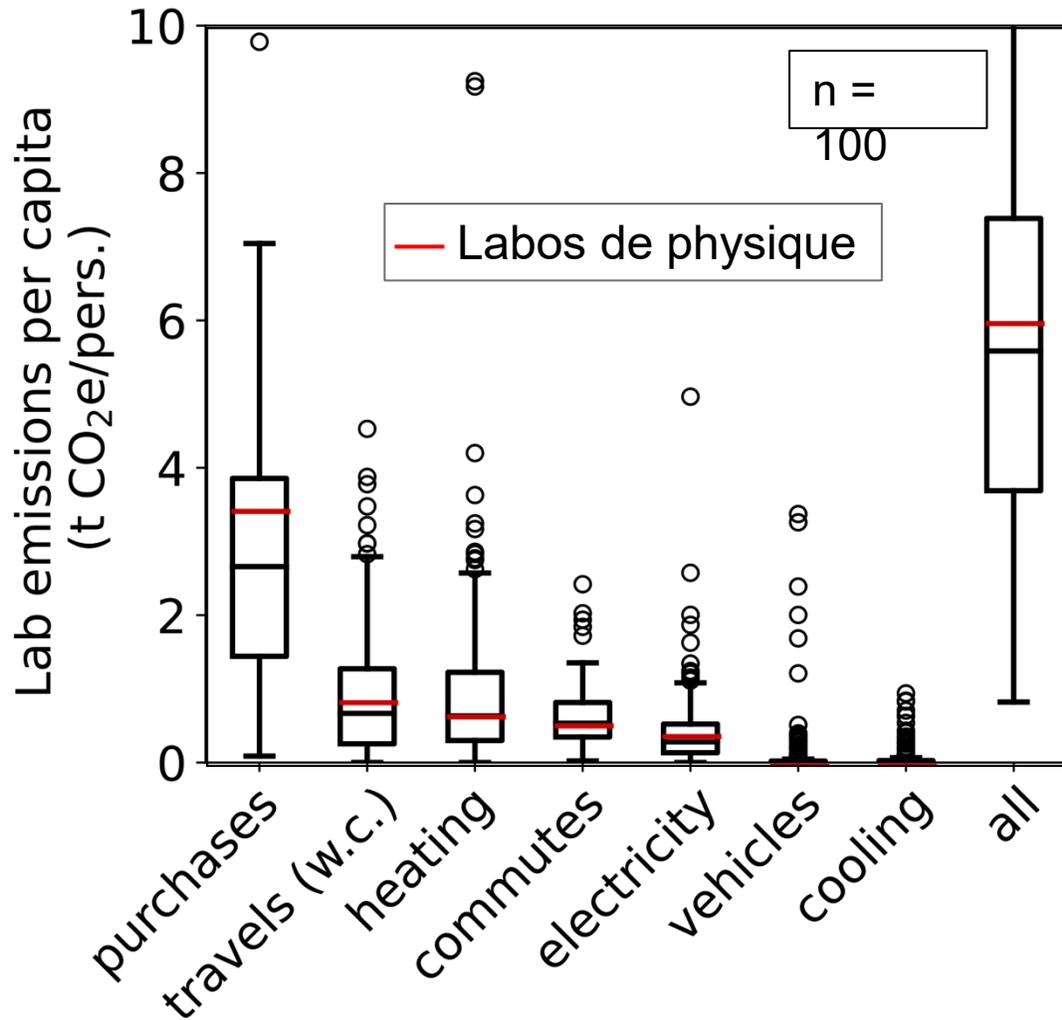
- Fortes hétérogénéités entre labos
- Sur-représentation des labos expérimentaux, peu de SHS
- Infrastructures non incluses
- Numérique pas complet

~ 10<sup>3</sup> t CO<sub>2</sub>e / an par laboratoire

~ 6.5 t CO<sub>2</sub>e / an par personne

~ 10<sup>6</sup> tonnes pour le secteur

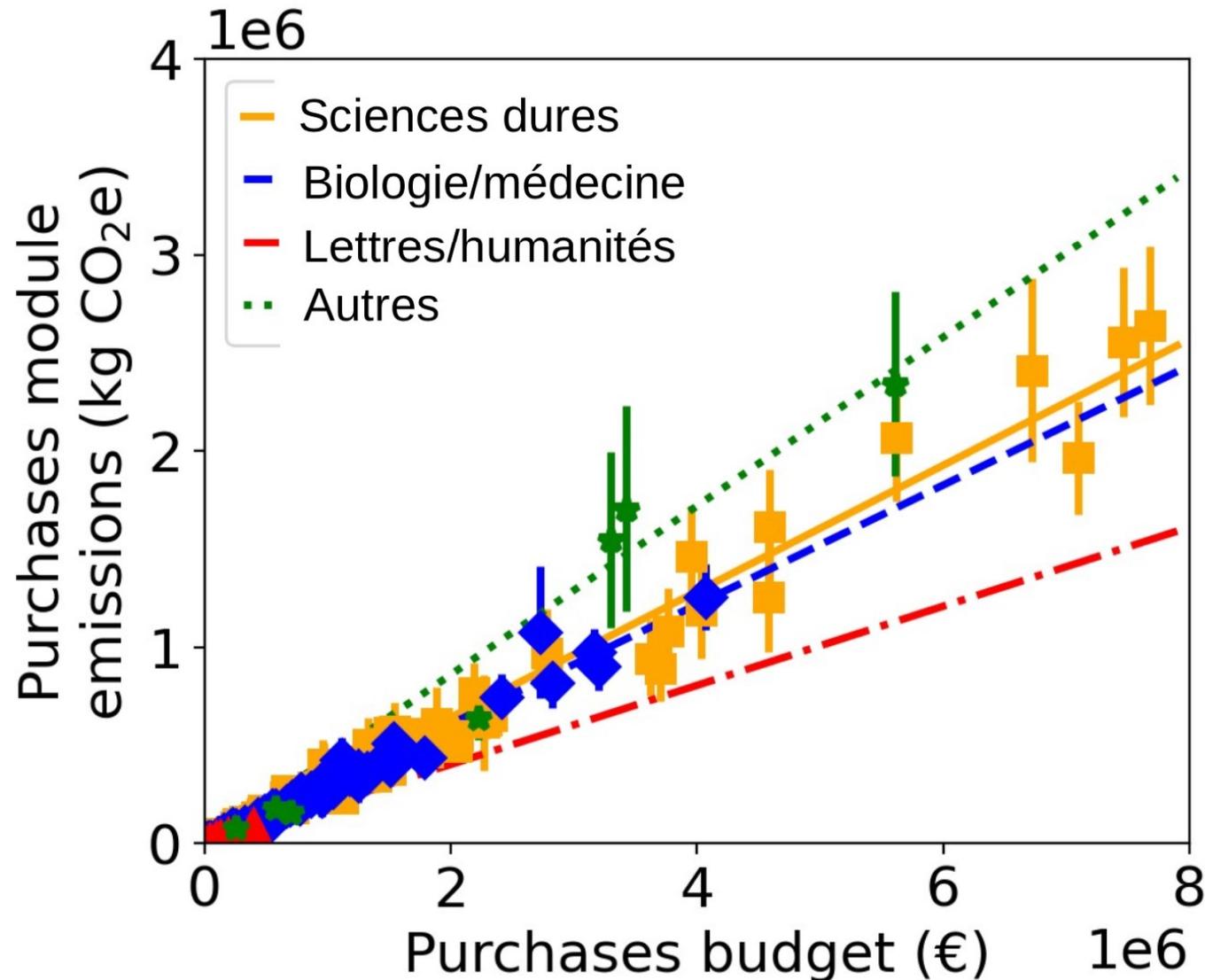
# L'empreinte des labos de recherche en France est dominée par les achats avec des fortes disparités entre labos



	Empreinte carbone (TeqCO <sub>2</sub> /pers.)
<b>Moyenne par Français (2017)</b>	11 ± 1 <sup>a,b</sup>
<b>Moyenne par Terrien (2018)</b>	5.8 ± 0.8 <sup>c,d</sup>
<b>Objectif 2°C</b>	2 <sup>a</sup>
<b>Labo Jean Perrin (2019)</b>	5 ± 1
<b>Labo Océanographie</b>	9
<b>Australian astronomer</b>	37 ± 9 <sup>e</sup>
<b>CNRS staff</b>	14

~ 10<sup>3</sup> t CO<sub>2</sub>e / an par laboratoire  
 ~ 6.5 t CO<sub>2</sub>e / an par personne  
 ~ 10<sup>6</sup> tonnes pour le secteur

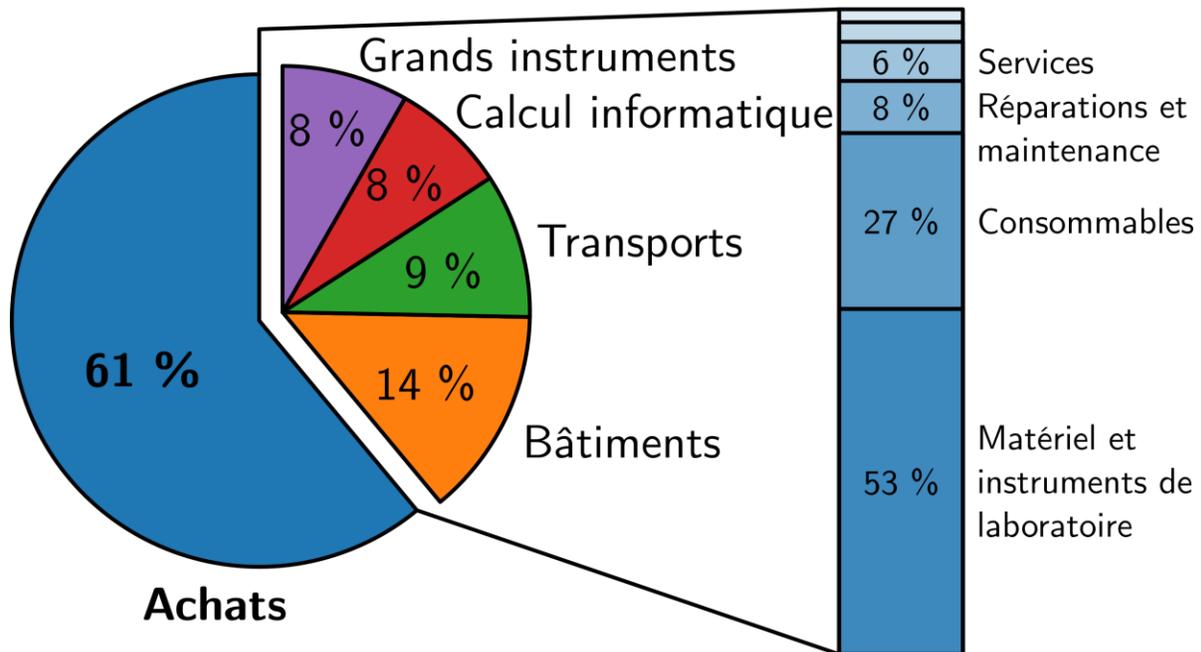
# L'empreinte des achats est proportionnelle au budget avec des différences entre disciplines



Domain	Slope (kg CO <sub>2</sub> e/€)	R <sup>2</sup>
Sciences and technology (ST)	0.32	0.97
Life and health sciences (LHS)	0.30	0.97
Human and social sciences (HSS)	0.20	0.96
Support	0.43	0.96
All	0.33	0.96

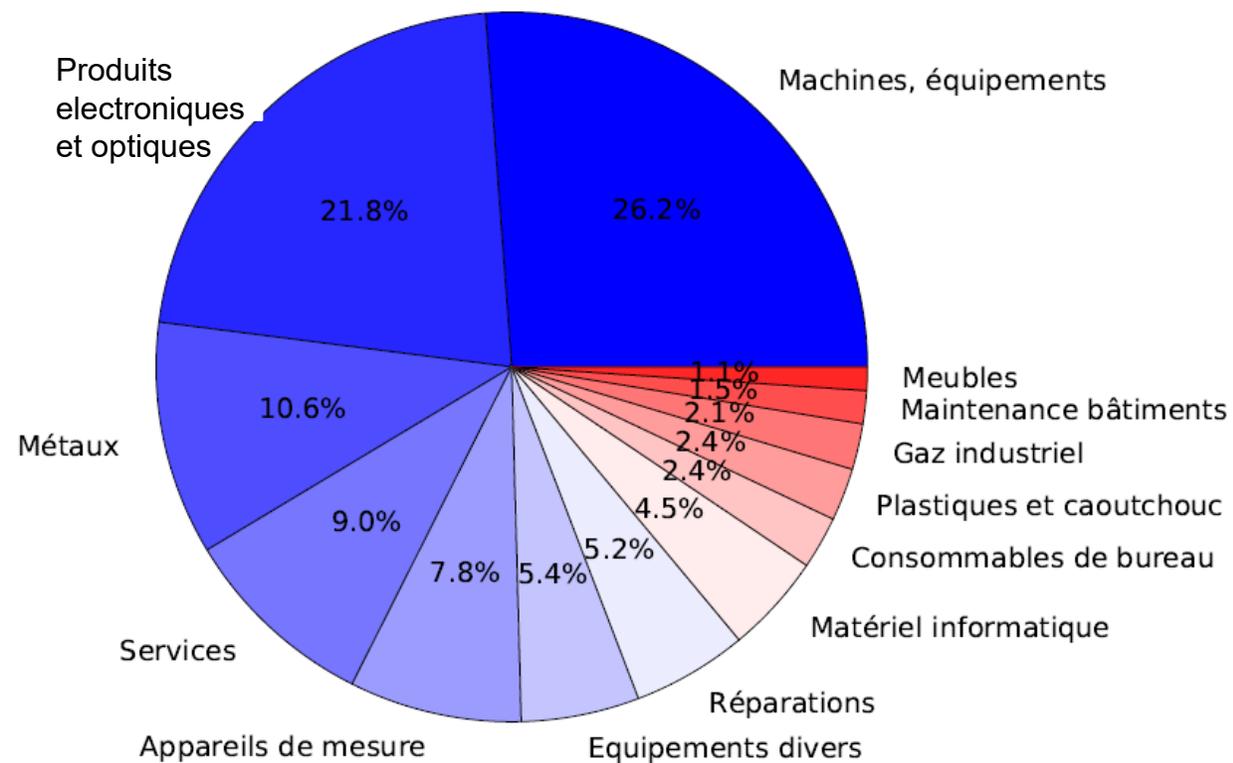
# Manips: le poids des achats

**IMPMC 8,4 tCO<sub>2</sub>e/an/pers**



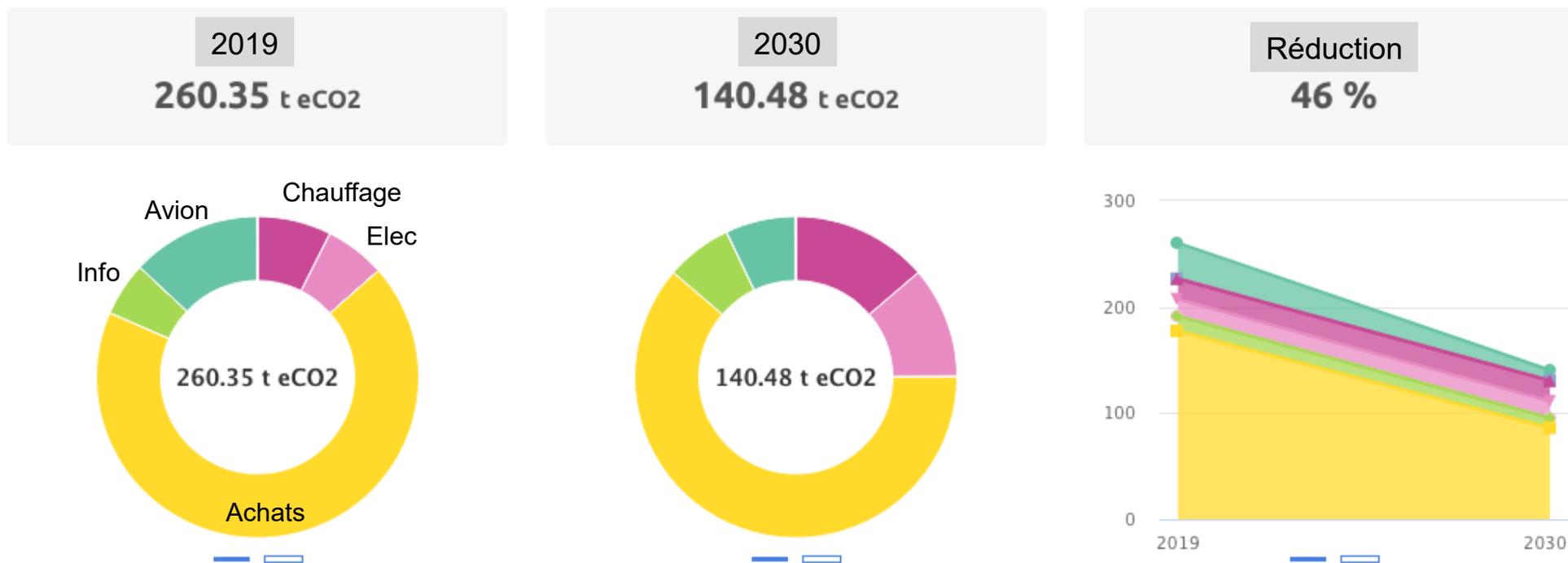
Groupe climaction IMPMC, 2021

**Institut Néel 8 tCO<sub>2</sub>e/an/pers  
(6,7 tCO<sub>2</sub>e/an/pers pour les achats)**



O. Cepas et al. I. Néel, 2021

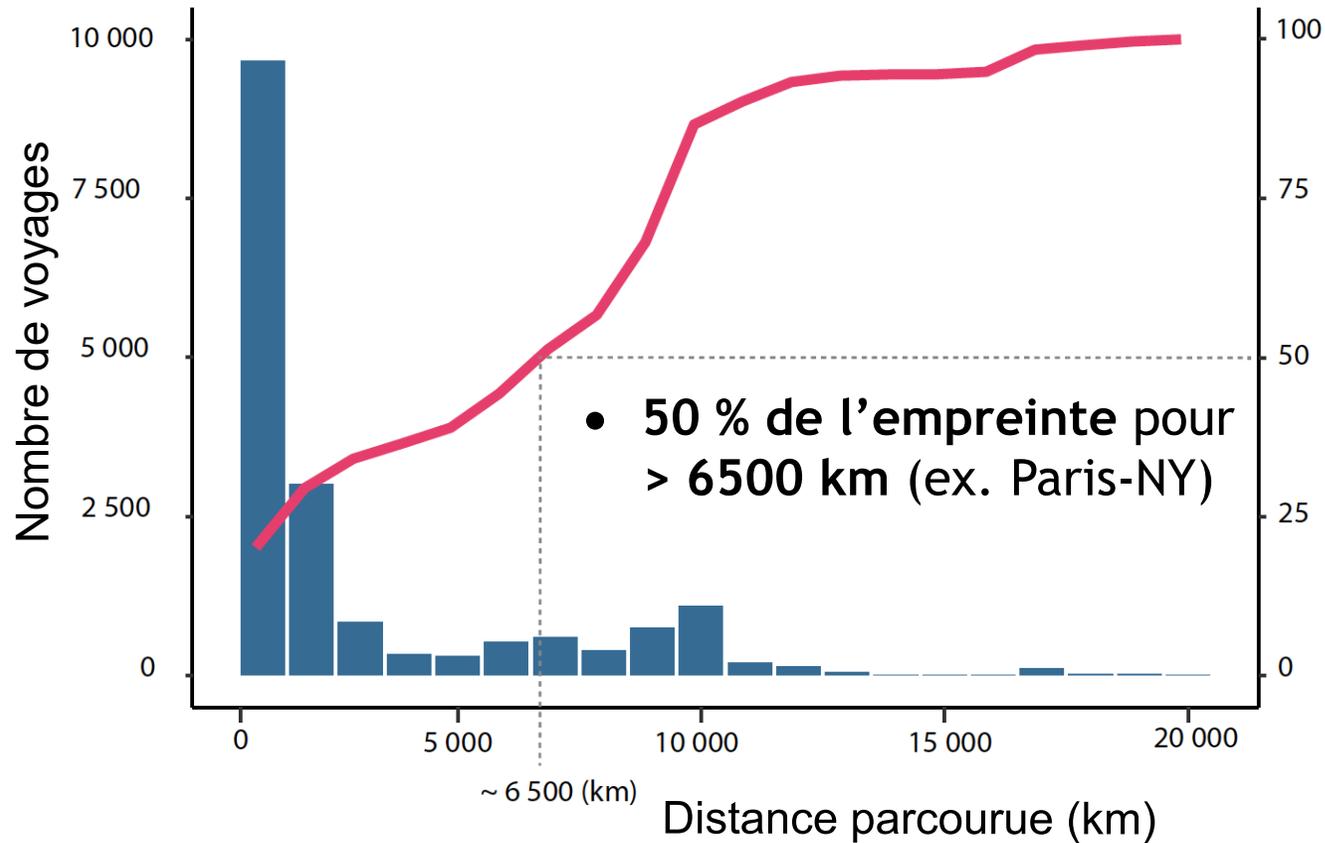
# Un chemin de réduction possible: l'exemple du LJP



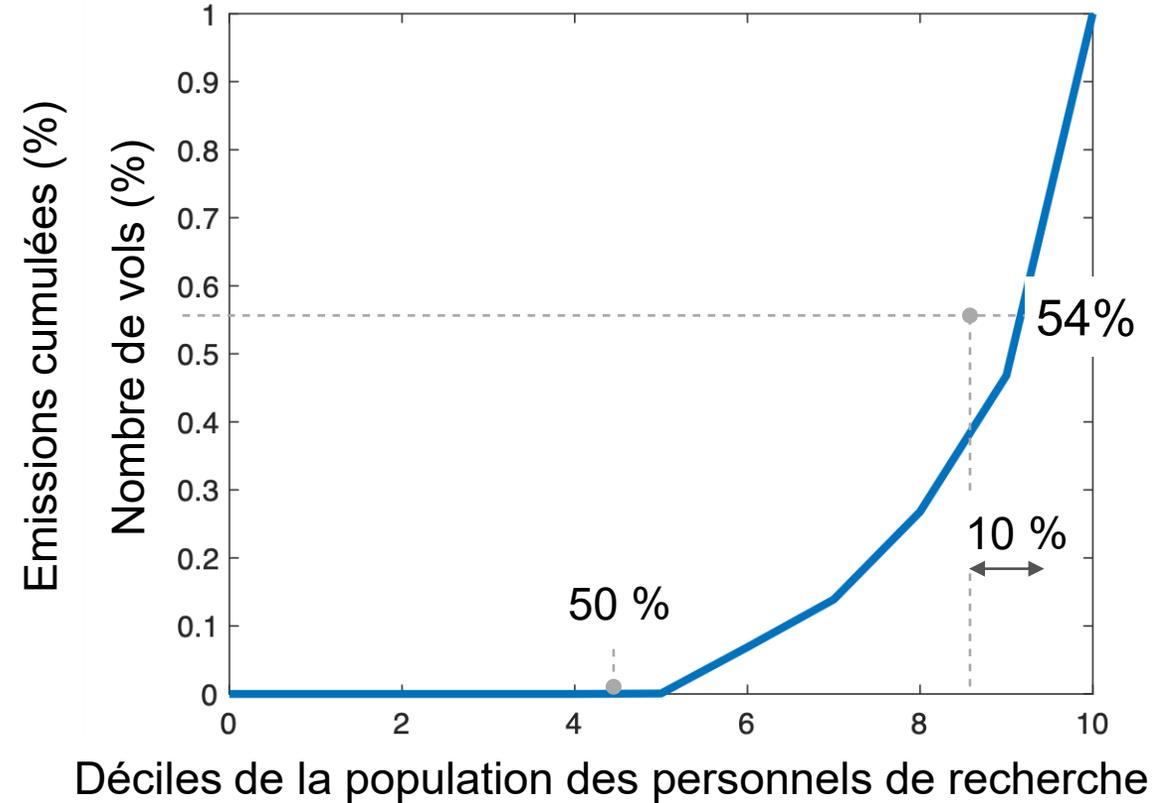
- +50 % durabilité équipements et informatique
- +25 % d'achats d'occasions
- 25 % de réduction des achats
- 50 % de km en avion

# L'empreinte des voyages est dominée par les vols long-courrier, avec des fortes inégalités

## Empreinte dominée par les vols long-courrier



## Inégalités entre personnels



# Exemples d'estimations de facteurs d'émissions

## Calcul numérique

2,5 à 5 g / cœur / heure

GENCI : 4 tCO<sub>2</sub>e / projet / an

Jusqu'à 50 tCO<sub>2</sub>e pour gros projet

## Stockage de données

10 à 30 kgCO<sub>2</sub>e / To / an

## Visio

7 à 70 gCO<sub>2</sub>e / heure / personne

## ordi portable

200-500 kgCO<sub>2</sub>

## Fluides (Néel)

Azote liq. : 0,025 kgCO<sub>2</sub>e / L

Hélium liq. : 0.2-0.26 kgCO<sub>2</sub>e / L

Eau : 14 000 m<sup>3</sup>



## Grands instruments (données IMPMC)

ESRF : 0,2 - 0,7 tCO<sub>2</sub>e / ligne/ jour

Soleil : 0,05 tCO<sub>2</sub>e / ligne / jour

ILL : 0,26 tCO<sub>2</sub>e / ligne / jour

## Exemple du C2N

électricité ~12 GWh dont 50% pour salle blanche/climatisation manips

Traitement et climatisation d'air neuf: ~500 000 m<sup>3</sup>/h

Taux de renouvellement d'air neuf - salle Blanche : 0,25 à 3 fois le volume /min

- ELECTRICITE : 1 100 MWh / MOIS, été/hiver.

- GAZ : > 6 000 MWh / AN, hiver ..... => 2300 MWh / AN depuis 2022.

- EAU DE VILLE : 1 100 m<sup>3</sup> / SEMAINE .... => réduit à 280 m<sup>3</sup>/semaine depuis 2022.

- He liquide : > 5000 l / AN, ..... => 1000 l / AN depuis 2023.

# Enjeux « ressources matérielles et résilience »

## Infrastructures

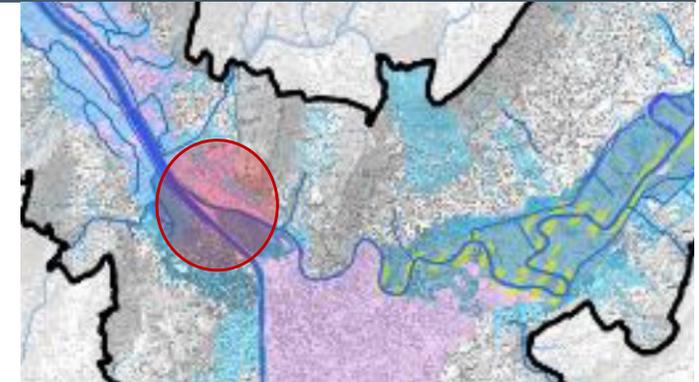
- tension budgétaire rénovation / neuf
- risque catastrophes naturelles
- risque de *mal-adaptation* sur la climatisation (salles blanches, datacenter)

## Approvisionnement – pénuries (disponibilité / coût)

- énergie – électricité / gaz
- eau
- Hélium, éléments rares,...

**Achats** : qualité, garantie, réemploi, réparation, marchés publiques, livraisons...

**Sauvegarde des données numériques** : quantités ? stratégies ? durée de vie ?



**Aléa inondation le long de l'Isère amont, de l'Isère aval, du Drac, de la Romanche et de la Fure**

- Zones inondables
- Crues historiques, risques de remontées de nappe et de refoulement par les réseaux

# Enjeux « ressources humaines »

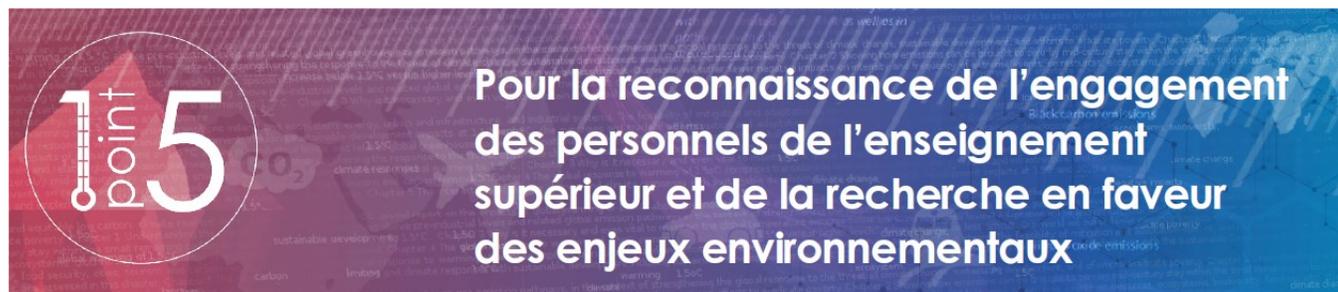
---

## Attractivité et « sens »

- personnel des laboratoires
- jeunesse, futur.e.s chercheur.ses

## Reconnaissance du travail sur l'intégration des enjeux écologiques

- évaluation (CoNRS, ITA...)
- nouvelles missions - compétences
- dimension collective



## Accompagnement

- tension budgétaire : recrutements vs équipements vs missions
- changement de thématique, interdisciplinarité

# Enjeux « pratiques de la recherche »

---

Un **lien** profond entre **sujets de recherche** et **instruments / pratiques** de la recherche.

Des **pratiques parfois contradictoires vis-à-vis des enjeux écologiques**

- levée de verrous techniques, miniaturisation, gains d'efficacité énergétique,...
- course au gigantisme, effets rebonds, choix énergivores, une complexification, duplication des projets...



Le **changement de pratiques du laboratoire** comme « **objet de recherche** »

Une **société sobre** nécessitera le développement d'une **science sobre**.

Partir de la contrainte pour développer une « **science frugale** », « à une tonne CO<sub>2</sub>e » : une contrainte créative, économie de moyens et minimalisme.

Dans quels **nouveaux imaginaires / récits** projeter les pratiques de la recherche ?

# Enjeux « politique de recherche »

---

**La démarche scientifique est politiquement neutre, pas le choix des sujets de recherche.**

## Typologie de projets

- Croissance verte & techno-centrés | post-croissance – interdisciplinaire
- *Blanc* mais frugal | *Blanc* mais non frugal



## Typologie de financements pour un changement structurel

- *pilotage* : récurrent laboratoire | appel à projet par agences
- *ciblage* : individuel | collectif, compétitif | coopératif

## Quelle gouvernance dans « la fin de l'abondance » ?

- nécessité de **cohérence et pratiques démocratiques** à tous les niveaux.
- sortir du « **régime de la promesse** » et développement des débats critiques au sein de la communauté et avec la société.
- sensibilisation des chercheur.ses aux enjeux du **rôle de la technique dans la société**.

# Conclusions sur l'empreinte de la recherche

---

- ▶ L'empreinte d'un labo est dominée par: i) les **achats** scientifiques, ii) le **chauffage** et iii) **l'avion** et les déplacements pendulaires en **voiture**.
- ▶ **Réduire l'empreinte** des achats et de l'avion **remet en cause des aspects fondamentaux des métiers de recherche**.
- ▶ **Le laboratoire semble être une bonne échelle** pour appréhender l'impact environnemental de la recherche, engager la discussion et penser à des moyens de le réduire.
- ▶ **Les institutions** doivent permettre un cadre de financement et de gouvernance **cohérent et efficace avec les enjeux écologiques**.