



# Quel compromis pour l'astrophysique entre impact environnemental et bénéfices aux sociétés humaines ?

## Premiers résultats d'une enquête sociologique par entretiens.

---

Antoine Hardy<sup>1</sup>, **Mathieu Bouffard**<sup>2</sup>, Matteo Barsuglia<sup>3</sup>, Françoise Billebaud<sup>4</sup>, Nicolas Champollion<sup>5</sup>, Patrick Hennebelle<sup>6</sup>, Héroïse Méheut<sup>7</sup>, Marie-Laure Parmentier<sup>8</sup>, Patrick Petitjean<sup>9</sup>, Malgorzata Grybos<sup>10</sup>

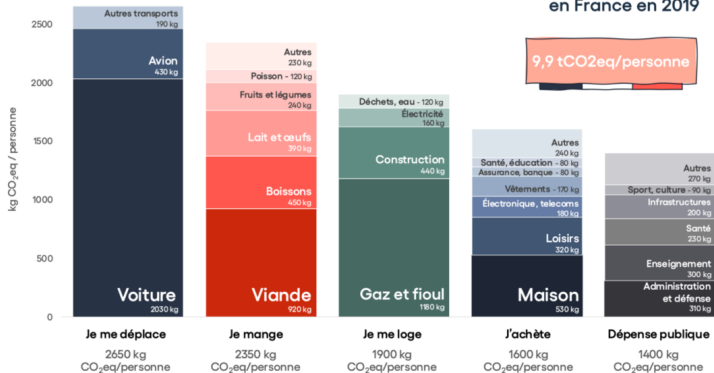
Présentation JS-NU 25/05/2025

<sup>1</sup>CED - Centre Émile Durkheim, Bordeaux ; <sup>2</sup>Laboratoire de Planétologie et Géosciences, Nantes ; <sup>3</sup>Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux, Univ. Bordeaux ; <sup>4</sup>Institut des Géosciences de l'Environnement, Grenoble, France ;

<sup>5</sup>Université de Limoges, E2Lim (UR 24 133) ; <sup>6</sup>Université Paris-Saclay, Université Paris Cité, CEA ; <sup>7</sup>Laboratoire Lagrange, Nice ; <sup>8</sup>IGF, Univ. Montpellier, CNRS, INSERM, Montpellier ; <sup>9</sup>Institut d'Astrophysique de Paris ;

<sup>10</sup>E2Lim, Université de Limoges

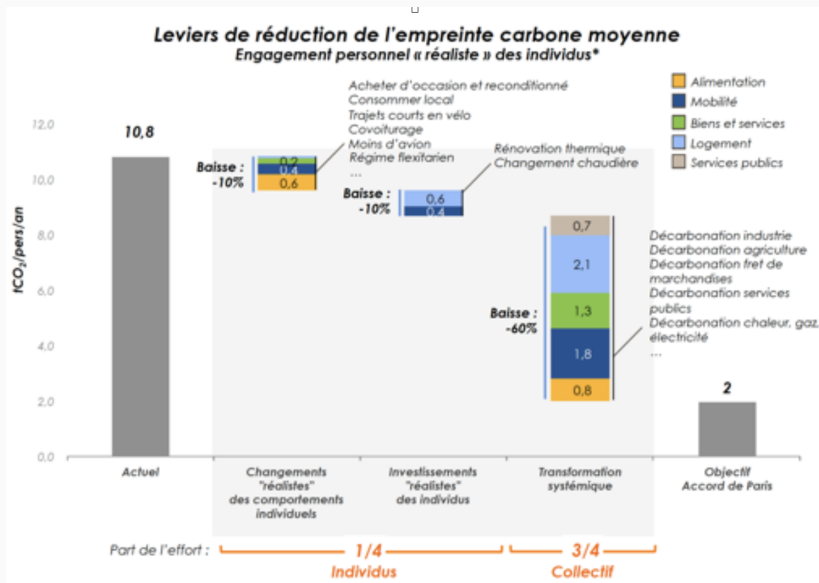
## Empreinte carbone moyenne en France en 2019



Gaz inclus : CO<sub>2</sub> (hors UTCATF France), CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, SF<sub>6</sub>, PFC, H<sub>2</sub>O (trainées de condensation).

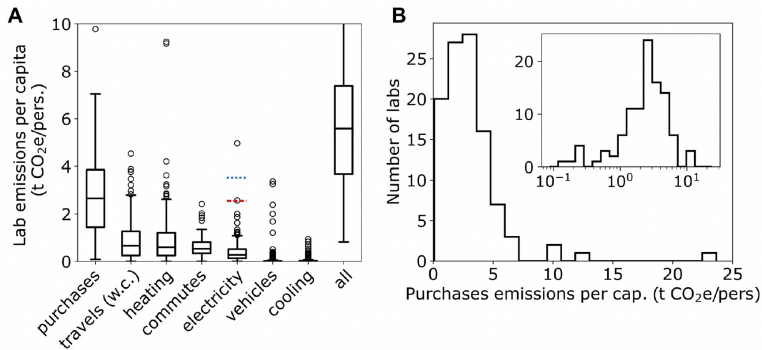
Source : MyCO<sub>2</sub> par Carbone 4 d'après le ministère de la Transition écologique, le Haut Conseil pour le Climat, le CITEPA, Agribalyse V3 et INCA 3.

<https://www.carbone4.com/publication-faire-sa-part>



**Comment repenser la recherche en astrophysique dans le contexte des grands enjeux planétaires ?**

# Une empreinte dominée par les missions spatiales et les grands instruments...



De Paepe et al., (2024).

En astrophysique, l'empreinte est dominée par les missions spatiales (Knödlseeder et al., 2024) et les grands observatoires (dos Santos Ilha et al., 2024).

⇒ Une réduction substantielle de l'impact environnemental de la recherche va assez rapidement impacter le "cœur de métier".

## Quel compromis entre la réduction et les apports positifs ?

- La recherche, dont celle menée en astrophysique, est susceptible d'apporter diverses contributions (Spaapen & van Droogeaux, 2011) aux sociétés humaines.
- **Quel est le juste compromis entre réduire au mieux l'impact environnemental de la recherche et conserver (voire amplifier) les apports positifs d'une recherche ou d'une discipline sur les sociétés humaines ?**
- Relève du champ des sciences sociales.
- Pour avancer : une **enquête qualitative** auprès des chercheurs.ses d'une discipline est un premier pas.
- **Problématiques spécifiques à chaque discipline.**  
⇒ 3 enquêtes en cours :  
astrophysique, biologie, numérique

# Qu'est-ce qu'une enquête qualitative ?

**Deux approches classiques et complémentaires en sciences sociales :**

<b>Enquête quantitative</b>	<b>Enquête qualitative (cette étude)</b>
Questionnaire écrit	Entretiens
Plusieurs centaines/milliers de personnes	Quelques dizaines de personnes
Représentativité statistique	Pas de représentativité statistique
Moins de finesse dans l'analyse des perceptions, opinions, etc.	Plus grande richesse dans la compréhension des représentations, des opinions, etc.

**Attention** : pas de forme d'objectivation, on n'accède qu'aux perceptions des personnes (ex : le fait que les personnes estiment que les trajets en avion sont moins fréquents ne rend pas cela vrai pour autant).

# Fonctionnement du groupe et méthode

Notre groupe = 1 sociologue, 5 astrophysicien.ne.s, 1 biologiste, 1 glaciologue, 1 biogéochimiste.

Né au sein du groupe réflexion de Labos1point5.

## Synergie dans l'interdisciplinarité.

Protocole (~ 2 ans de travail, article à soumettre à Nature Astronomy) :

### 1. phase préparatoire



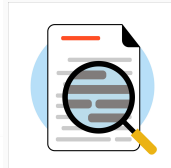
### 2. construction d'un questionnaire



### 3. réalisation des entretiens



### 4. retranscription et analyse



- 28 personnes interrogées (14H, 14F) travaillant en France et francophones.
- diversité de genre, statuts, âges, sous-disciplines



Tous les participants considèrent le changement climatique comme un problème grave de plus en plus vécu concrètement :

*“À Lyon on crève de chaud, littéralement”*

(H, 40-49 ans, CR, formation stellaire, numérique)

—

*“Enfin l'impact il devient visible, c'est-à-dire que la fumée, elle était chez moi et on a failli être évacué, donc ça devient tout d'un coup beaucoup plus concret quoi.”*

(H, 40-49 ans, DR, physique spatiale, observations)

**Tous déclarent avoir adopté des changements de pratiques divers dans leur quotidien** (alimentation, consommation, modes de transport, ...), **ainsi que dans la sphère professionnelle** (surtout trajets en avion), **pas toujours pour des raisons environnementales** :

*“Par rapport à l'environnement, il y a énormément de progrès qui ont été faits parce qu'il y a 20 ans, quand on avait du temps d'observation à Hawaï, les gens se déplaçaient pour aller observer 3 nuits, par exemple. [...] À l'époque, je pense que personne n'avait ces éléments en tête, mais maintenant ça serait extrêmement choquant. Et en fait depuis se sont développées pour 20000 raisons, budgétaires, organisationnelles, etc. des observations [pour lesquelles] le pilote qui demande l'observation ne se déplace plus, tout est fait à distance. Il y a des gens sur place qui exécutent. Ça par exemple, c'est assez vertueux.”*

(F, 50-59 ans, observations, missions spatiales)

Une majorité de répondant.e.s mentionnent une évolution des pratiques dans le temps, avec le COVID vu comme point de bascule :

*“J’ai pris beaucoup l’avion avant le COVID, essentiellement pour des déplacements professionnels, peut-être 5-6 allers-retours par an. Et depuis le COVID, quasiment pas.”*

(F, 30-39 ans, CR, structure de l’univers, théorie)

**Le discours appelant à une réduction rapide et massive des émissions de l'astrophysique est minoritaire.**

Le domaine de l'astrophysique est souvent défendu par une **mise en “balance” avec d'autres activités ou même d'autres sous-disciplines.**

Beaucoup ont une **vision binaire**, associant la réduction à un arrêt complet des activités.

*“Disons qu’il y a un plus gros impact à dire, on va fermer les multinationales qui extraient du pétrole que de dire il faut arrêter la recherche en astronomie pour réduire l’effet du changement climatique quoi.”*

(H, 30-39 ans, CR, exoplanètes, théorie)

—

*“Est-ce qu’on sélectionne ce qu’on doit faire, mais comment vu que chacun a ses propres priorités, par exemple, moi je m’en moque complètement de la planétologie mais il y a des gens pour qui c’est absolument fondamental.”*

(F, ~ 40-49 ans, DR, trous noirs, observations)

Certains envisagent un ralentissement...

*“Je suis pas sûre que ça changerait l'humanité si on ralentissait l'accroissement de nos connaissances.”*

(F, 30-39 ans, CR, structure de l'univers, théorie)

... mais la plupart ont du mal à envisager une réduction car considèrent leur travail comme essentiel :

*“On peut se poser la question, est ce qu'on veut d'autres expériences et. Ouais bon bah pour moi oui, on veut toujours d'autres expériences pour aller chercher d'autres. Ben d'autres domaines, c'est ça la recherche. Par exemple Einstein Telescope, qui n'est même pas encore financé. C'est vraiment pour je sais pas, une dizaine, une vingtaine d'années, mais ça sera si jamais il sera construit ça sera une nouvelle expérience et donc il aura accès à d'autres objets pas accessibles maintenant. Et donc pour moi, c'est la science. Pour moi c'est pas là où il faut couper...”*

(F, 30-40 ans, MCf, galaxies, numérique)

Beaucoup de discours expriment un tiraillement et la difficulté d'un compromis :

*“Voilà, est-ce que est-ce que est-ce qu'on doit arrêter la science et la science fondamentale pour des raisons écologiques quoi ? C'est plus ça la question que je pose, est-ce qu'on doit arrêter d'envoyer des satellites pour étudier les choses qu'on étudie, qui sont selon moi extrêmement importantes et intéressantes ? Elles ont pas un intérêt direct pour sauver la planète mais la science de manière générale pour moi, est capable de le faire donc. Donc, j'estime qu'on est, qu'on doit pas. Enfin, comment dire à l'heure actuelle, je me dis que. Il est impardonnable d'arrêter toutes les sciences fondamentales juste pour. Y a pas juste pour sauver la planète, mais. Comment le dire ? On peut pas tout arrêter. Il faut il faut il faut lever le pied, il faut moins consommer, il faut...”*

(H, 40-49 ans, DR, physique spatiale, observations)

Beaucoup d'hésitations et de formules de la compromission comme “en même temps”, “mais”, etc.

Pour certain.e.s l'impact social est faible :

*“Tout petit. Tout petit, y'a des gens quand même que ça intéresse quand ils lisent des choses ou qu'ils voient la nuit des étoiles ou qu'ils vont à des conférences ou qu'ils apprennent tout d'un coup que on a découvert quelque chose, une nouvelle comète ou je sais pas quoi ça... Je pense que ça fait rêver donc c'est quelque chose qui touche un peu le public, maintenant est-ce que le public va vraiment chercher à comprendre... en grande majorité non mais...”*

(F, 60+ ans, retraitée, observations/missions)

Pour d'autres il est très important...

**Les discours concernant “l'utilité” sociale perçue par les répondants concernent 4 grandes catégories :**

1. Applications industrielles et technologiques.
2. Faire passer le message qu'il n'y a pas de planète B.
3. Rôle de l'astrophysique pour éduquer et sensibiliser à la crise climatique.
4. Question du positionnement de l'humain dans l'univers et question des origines.



## Applications industrielles et technologiques :

*“Quand on voit l'histoire, l'astrophysique a souvent été à la pointe donc j'aime bien faire remarquer que Newton a inventé la première loi de la physique pour comprendre le mouvement des planètes. Que la spectroscopie les premiers spectres ont été observés dans le soleil, que l'hélium a été détecté dans le soleil, que ben, les réflexions sur l'énergie nucléaire, la transmission nucléaire, elles ont été commencées quand on a essayé de comprendre la source d'énergie du soleil, donc il y a souvent des questions. évidemment, les réflexions sur l'univers et cetera. Donc la relativité, c'était aussi finalement une mesure liée au mouvement de la terre qui a amené à sa découverte. Et ce n'était pas dans ce but là, mais clairement, les questions qui, a priori, pouvaient paraître complètement abstraites et sans aucun intérêt, ont en fait entraîné des révolutions conceptuelles. Donc ça a eu des impacts forts sur la société. Il y a un besoin quand même de la société, il y a aussi donc il y a ce côté utile. Bon, il y a quand même une utilité réelle évidemment mais, c'est plutôt le spatial que l'astrophysique. Mais toutes les télécommunications actuellement ne pourraient plus se faire sans satellite. Le web a été inventé au CERN.”*

—

*“Alors là, à cette question je pense que ma réponse est essentiellement non ou très faible. Bon évidemment bon on peut toujours mettre en avant quelques contributions indirectes de l'astrophysique à certains progrès techniques mais même là est ce que c'est vraiment l'astrophysique, bon il y a bien sûr la relativité générale dans le GPS les choses comme ça, mais la relativité générale c'est juste de la physique hein c'est pas de l'astrophysique. Donc mise à part pour la connaissance générale et faire rêver les gens, l'impact réel sur la société à mon avis il est très faible.”*

## Faire passer le message qu'il n'y a pas de planète B :

*“Peut-être la seule chose que... dans laquelle moi je m'investis qui me semble important côté astro, c'est que de porter le message que il n'y a pas de planète B. Parce que un des messages c'est de dire ben attention il faut préserver la planète, ça va rendre la vie humaine, et même la vie tout court difficiles sur la planète hein, la planète va pas disparaître mais toute forme de vie risque d'être un peu problématique si on ne fait pas attention. Et je pense qu'un des regards qu'on peut avoir en tant qu'astronome c'est de dire ben écoutez... de dire à la communauté humaine euh ben y a des, d'autres planètes, donc ça c'est un sujet sur lequel je travaille hein, y a plein d'autres planètes on s'est aperçu dans les 30 dernières années ça a explosé, que y a des planètes sûrement de type habitable etc. mais y a aucune qui est accessible... et donc... ça renforce encore plus le besoin de... de faire attention à ce qu'on fait et...”*

## Rôle de l'astrophysique pour éduquer et sensibiliser à la crise climatique:

*“Je pense que les problèmes d'environnement, il faut des scientifiques derrière ils pour y réfléchir, pour prendre y a énormément de de gens qui pourraient travailler dessus. Il faut que ces gens soient formés et donc je pense que tout scientifique y contribue.”*

—

*“On est des pionniers dans le partage des données et donc de montrer qu'on peut progresser pas uniquement dans la compétition où on maintient nos choses secrètement, mais qu'en partageant on avance [...] pour moi, l'astronomie et pionnière pour montrer. Que que que voilà, on a un objectif qui touche à des échelles de temps et d' espace qui justement, c'est le défi d'aujourd'hui pour réchauffement climatique, c'est de toucher les échelles de temps et l'espace auquel on n'est pas habitué et et donc les les réponses qui sont sociales. Pour moi, c'est justement d'être un fer de lance dans cette capacité de créer ensemble”*

—

*“Je donne des cours en licence, donc j'ai un amphi de 500 personnes, de 500 étudiants en première année et c'est une sorte d'introduction aux sciences de l'univers. Dans l'introduction, en sciences de l'univers, je leur parle évidemment de l'atmosphère, je leur parle des gaz à effet de serre et donc j'essaie aussi de sensibiliser et de donner des faits et de donner des publications. Enfin aux étudiants. Et je me dis que par l'éducation, c'est important aussi de pouvoir passer les messages et qu'en tant qu'enseignant, on a un rôle de de ce côté-là et que ce n'est pas forcément fait partout. Donc je sais que dans les amphis y a grand silence et ensuite des questions sur ces problématiques”*

## Question du positionnement de l'humain dans l'univers et question des origines :

*"les questionnements autour des... de ce qui nous entoure de ce qu'on voit la nuit typiquement, des étoiles, des galaxies, de l'univers, des origines de la vie, plein de ces thèmes-là, fascinent toujours autant toutes les populations mondiales, la population française mais comme les autres, et sur les quelques événements de communication au public que je peux faire y a toujours cette fascination et cet intérêt énorme, et qui permet aussi de se projeter et d'être un peu au-delà d'un monde un peu matérialiste peut-être qu'on peut vivre quotidiennement. Et je pense que rien que pour ça la recherche en astrophysique a une valeur énorme pour nos concitoyens et pour l'humanité en général"*

—

*"Ça fait partie, je trouve du tissu culturel de l'humanité. C'est très clair que toutes les cultures qu'on connaît, je crois à ma connaissance, ont toujours des représentations et des questions liées à l'astrologie, aux étoiles, en tout cas à l'astrophysique, c'est-à-dire des interrogations sur la place de la terre dans l'univers. Donc il y a un besoin qui est comparable à celui de l'art pour moi."*

## Les individus sont encastrés dans des dynamiques collectives qui structurent fortement leurs pratiques :

*“On est encore en train d'analyser les données de mission passées. Mais en même temps, on est déjà en train de réfléchir au design et aux objectifs scientifiques des missions futures et on a l'ESA, la NASA qui ont leur calendrier de mission, qui reviennent de manière récurrente très souvent. [...] Est-ce qu'il y a besoin d'avoir une récurrence aussi élevée dans les appels d'offres de missions, sachant que ça coûte très cher et qu'on sait quand même qu'il y a encore beaucoup de données qui sont pas encore totalement analysées ? Donc il y aurait, de mon point de vue, une bonne raison d'y aller un peu plus mollo sur la récurrence des missions au niveau des agences spatiales.”*

(H, 40-49 ans, DR, physique spatiale, observations)

—

*“On travaille sur des projets qui sont un peu plus courts, parce qu'il faut qu'on publie à des échelles de temps plus courtes parce qu'on doit déjà penser au prochain post-doc. Donc on a une recherche qui est un peu... je sais pas, de la Fast Research quoi”*

(F, 30-49 ans, postdoc, structure de l'univers, numérique)

- Les personnes interrogées sont très préoccupées par le changement climatique qui est considéré comme un problème grave nécessitant une action urgente.
- Certains changements de pratique ont déjà été réalisés ou sont en cours.
- Plusieurs contributions sociales de la recherche en astrophysique sont envisagées par les participants.
- Les astrophysicien.nes envisagent difficilement des changements de pratiques plus profonds en raison de facteurs structurels multiples mais aussi de la perception de l'utilité de leur discipline par rapport à d'autres secteurs.
- Il est nécessaire d'appréhender ces questions au-delà des individus, à un niveau collectif, national et international.
- D'autres études seront nécessaires pour objectiver les différentes contributions de la recherche en astrophysique perçues par les participant.e.s.