

# A serious game to build decarbonization scenarios in the astronomy academic community



## *Astronomers for Planet Earth Symposium 2022*

**Dr Fabien MALBET (University Grenoble Alpes / CNRS / OSUG / IPAG);**

Dr Sylvain DOUTÉ (Univ. Grenoble Alpes / OSUG / IPAG);

Dr Julien MILLI (Univ. Grenoble Alpes / OSUG / IPAG);

Dr Julien MONTILLAUD (Univ. Franche-Comté / UTINAM / OSU THETA);

Dr Henri-Claude NATAF (Univ. Grenoble Alpes / OSUG / ISTERre);

Dr Nicolas GRATIOT (Univ. Grenoble Alpes / OSUG / IGE);

Dr Nicolas CHAMPOLLION (Univ. Grenoble Alpes / OSUG / IGE);

Pascal BELLEMAIN (Univ. Grenoble Alpes / Gipsa-lab)



UNIVERSITÉ DE  
FRANCHE-COMTÉ



UGA  
Université  
Grenoble Alpes

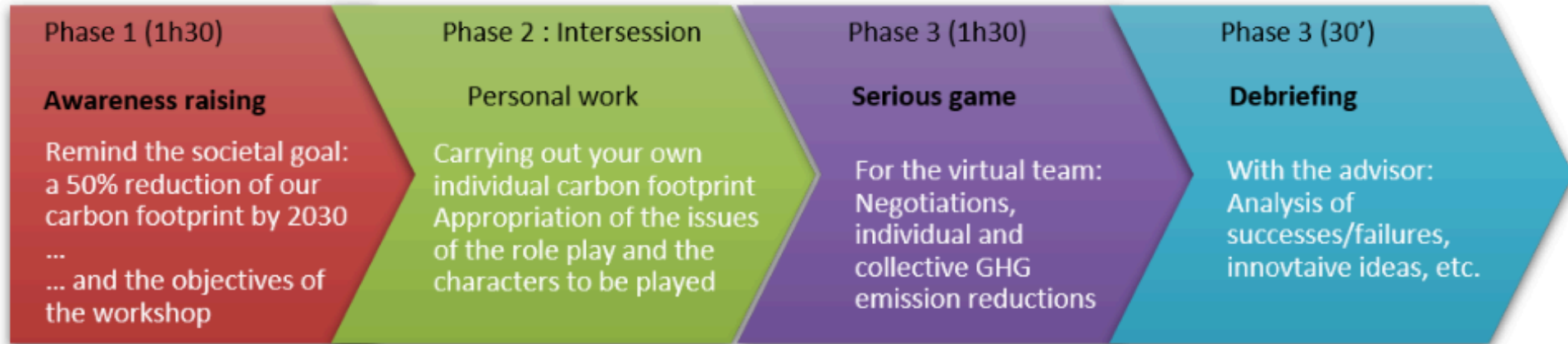


# Motivation

- About 200 states have committed to set stringent policies of greenhouse gas (GHG) emission reduction
- Defining a robust strategy of emissions reduction implies to accurately monitor GHG emissions.
- Monitoring is insufficient to lead to in-depth changes of our professional behavior.
- We need to not only alert but also change our professional practices.
- In the context of climate change, digital serious games have been used for almost forty years.
- Serious games create a sphere of thinking around a complex topic while maintaining a playful atmosphere.
- As players, participants then embody positions or roles that are not necessarily their own, and relate more easily with issues that do not concern them directly or by which they did not think they were concerned.

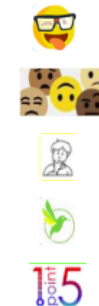
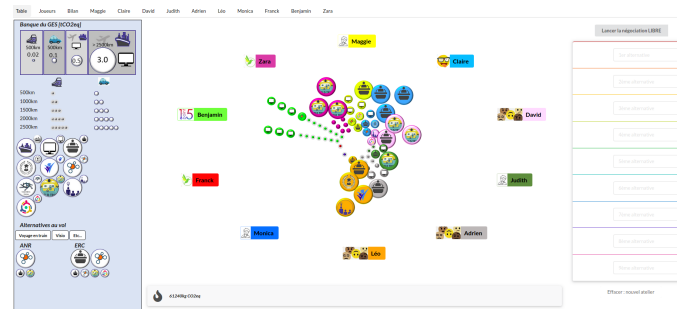
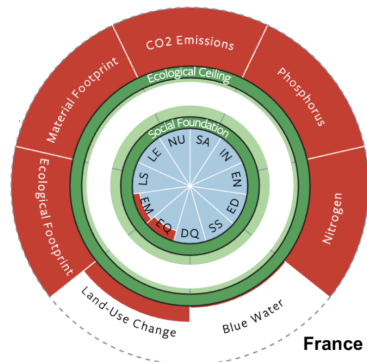
# The serious game « My Earth in 180 minutes »

To raise awareness on global warming and stress the importance of changing practices in research labs



## Timeline of the MaTerre180' Transition Support System

Awareness  
Connection  
Climate-Research



Serious game  
Open discussion without affect  
Simulation of carbon trajectory

<http://51.178.55.78/MT180/mt180.htm>

# Dissemination objectives

## to the whole research and education domains

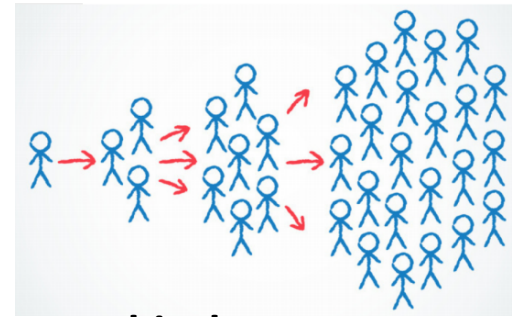
- Started with a game board focused on geophysical research
- Numerous scientific domains have been created and presented

## to the rest of the society

- Sponsorship by professionals from all sectors

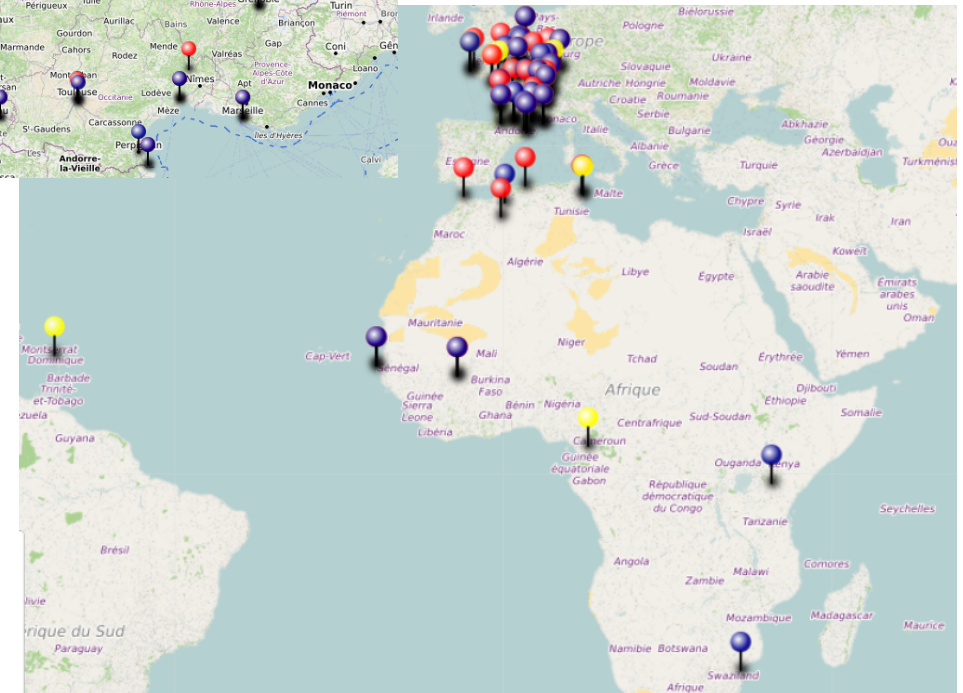
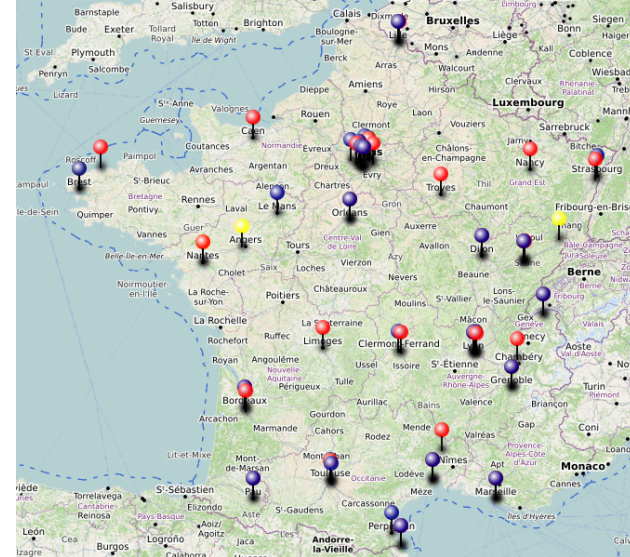
## toward the governing bodies

- Presentation to the CNRS national sustainable development committee
- Presentation at the Universe Science institute at CNRS
- But also toward other Research organisations



**Geographical dissemination**

*Mostly the French-speaking communities*



# A game board for « Astronomy & Planets »

## History

- First version of the ASTRO game board proposed by J. Montillaud
- Project finalized at Institute for Planetology and Astrophysics in Grenoble (IPAG) by S. Douté, F. Malbet and J. Milli in April 2022
- Tests conducted at the IPAG lab days with 3 sessions (15 participants) in May 2022
- Another session was proposed at the higher level of Observatory of Grenoble (OSUG) on June 31, 2022

## Features

- A virtual team of 10 persons in planetology / exoplanets
- With 3 domains: 1) space instrumentation, 2) laboratory work, and 3) simulations/observations/data analysis
- Astro-specific activities:
  - observation nights estimated at 10 t CO<sub>2</sub>eq/night or ~ the carbon cost of a night with a VLT UT, (Knoedlseder+2022)
  - instrumental equipment footprint.
- Initial GHG emission assessment of 97 t CO<sub>2</sub>eq for the team or 9.7 t CO<sub>2</sub>eq/persons
- There are 3 permanent positions, 2 postdocs, 2 students, 2 engineers and 1 administrative staff
- 50% women and 50% men





# « Astrophysics and Planets » characters (1/3)

-> space instrumentation / observation

 **Clarisse** Astrophysique et planètes  
Chercheuse, senior  
★★★★★  
Observations spatiales (comètes et poussières du système solaire)  
10295kg CO2eq  
  
*On est encore loin de l'égalité femme-homme en astrophysique et il est indispensable que des femmes remarquables montrent l'exemple. J'ai eu une bonne visibilité cette année avec un talk invités à l'IAU en Corée et un autre à SPIE à Montreal. Je suis PI d'une mission spatiale sélectionnée par l'ESA pour explorer le système solaire, dont le décollage est prévu dans 3 ans. J'envisage maintenant de déposer une ERC adG pour la fin d'année afin de préparer et exploiter au mieux les résultats.*

 **Sophie** Astrophysique et planètes  
Post-doctorante  
★★★  
Instrumentation et expérience spatiale  
11504kg CO2eq  
  
*Avec Clarisse, on a développé un nouveau concept de détecteur pour une mission spatiale en développement. Les tests cryogéniques auront bientôt lieu à la NASA. Le projet d'ERC de Clarisse en cours de montage repose d'ailleurs beaucoup sur ces travaux et ça me motive beaucoup. Cette année j'ai eu un talk invité à Sydney et un autre accepté à l'IAU en Corée. J'espère que ça me permettra enfin de décrocher un poste, À thèse+6 c'est maintenant ou jamais !*

 **Victoria** Astrophysique et planètes  
Doctorante  
★★★  
Analyse de données (comètes)  
29394kg CO2eq  
  
*Je termine ma 3ème année de thèse sous la direction de Clarisse. L'ambiance est plutôt cool, et Clarisse m'envoie observer à Hawaï régulièrement avec un télescope infrarouge ! Ça dépote et l'île est géniale pour la plongée ! En plus on s'est mis au machine learning pour l'analyse des données, ça promet des merveilles ! Clarisse m'a présenté à des collaborateurs à Berkeley, je crois que c'est bien parti pour un post-doc, il me tarde !*

 **Benjamin** Astrophysique et planètes  
Ingénieur de recherche  
★★★★★  
Instrumentation, analyse système  
5925kg CO2eq  
  
*Je suis l'ingénieur système de la mission ESA de Clarisse, pour étudier le système solaire. Avec mon expérience et mes compétences en systèmes embarqués, mécatronique et photonique, je supervise une équipe d'ingénieurs et techniciens sur le projet appartenant à 5 laboratoires français et européens. Le changement climatique? J'y suis conscient bien sûr, mais en tant qu'astronomes et ingénieurs, c'est notre mission de faire avancer les connaissances scientifiques et réaliser les meilleurs instruments. Et je veux bien faire un effort mais vu les gaspillages en isolation des bâtiments et les pertes en fluides frigorigènes, je ne pense pas que mes efforts ne changent grand chose !*

Senior Scientist  
10.3t CO2eq

Senior Postdoc  
11.5t CO2eq

PhD student (3rd yr)  
29.4t CO2eq

Research Engineer  
5.9t CO2eq

# « Astrophysics and Planets » characters (2/3)



-> *laboratory work / planetology*

 **Monica** Astrophysique et planètes  
Astronome Adjointe  
★★★★  
Planétologie expérimentale (petits corps du système solaire)  
8577kg CO2eq  
  
*J'ai obtenu mon poste d'astronome adjointe il y a 4 ans après un post-doc dans un prestigieux labo américain. J'en suis revenu avec milles idées de recherche en tête et j'ai bien l'ambition de construire une infrastructure expérimentale bien équipée à rayonnement international. Pour cela j'ai la chance de travailler avec Zara qui assure le développement des instruments. Ma carrière est bien partie mais je m'inquiète du dérèglement climatique. Je fais des efforts : je mange végétarien et je voyage à vélo. Au labo j'aimerais aussi mettre en oeuvre de nouvelles pratiques pour diminuer nos émissions de gaz à effet de serre.*

Junior Astronomer  
8.5t CO2eq

 **Zara** Astrophysique et planètes  
Ingénieur d'études  
★★★★  
Conception d'instruments de laboratoire et de dispositifs expérimentaux  
10128kg CO2eq  
  
*J'aime bien travailler avec Monica qui a toujours des projets en tête. Elle me donne l'occasion d'exercer ma créativité et mon ingéniosité pour la construction des dispositifs expérimentaux. Je suis en charge des achats et de la relation avec les fournisseurs. Je viens au travail tous les jours en voiture car j'habite une maison à la campagne. J'angoisse un peu : le prix du gazol ne fait qu'augmenter et puis je sais bien que je pollue.*

Engineer  
10.1t CO2eq

 **Adrien** Astrophysique et planètes  
Doctorant  
★★★★  
Expériences de laboratoire en planétologie  
2285kg CO2eq  
  
*Je suis content de démarrer ma thèse. Enfin je vais pouvoir vivre mes rêves de découvertes scientifiques et de voyages à l'étranger. Car j'espère bien que Monica me permettra d'aller en conférence présenter mes résultats. Je veux voir du pays et c'est important de se faire connaître, de rencontrer des sommités. C'est que je pense déjà à mon post-doc*

PhD student (1st yr)  
2.3t CO2eq

# « Astrophysics and Planets » characters (3/3)

-> *simulations / observations / data analysis*

 **Maxime** Astrophysique et planètes  
Chercheur junior, Maître de conférence  
★★★★★  
Simulation et calcul (formation des planètes, astéroïdes et comètes)  
4041kg CO<sub>2</sub>eq  
  
*J'enseigne à l'université depuis une dizaine d'années. Je suis en train de paralléliser mon code de simulation, un des meilleurs dans mon domaine, pour qu'il tourne sur des moyens de calcul nationaux de dernière génération. Je vais une fois par an en conférence et je profite de l'interruption pédagogique pour un séjour de travail d'un mois à Santa Barbara. Je viens tous les jours à l'université à vélo.*

Assistant Professor  
4t CO<sub>2</sub>eq

 **Franck** Astrophysique et planètes  
Post-doctorant  
★★★★★  
Observations (disques circumstellaires)  
12737kg CO<sub>2</sub>eq  
  
*Je suis observateur sur les instruments au Chili. Je suis content car pendant la pandémie j'ai pu me débrouiller pour faire mes observations à distance et diminuer mon impact. Les simulations de Franck me permettent d'interpréter ces données. Je commence à passer les concours dans la recherche. Le samedi je marche pour le climat. J'anime le groupe d'éco-responsabilité du labo avec Léo et Monica. Je télé-travaille deux jours par semaine.*

Junior postdoc  
12.7t CO<sub>2</sub>eq

 **Léo** Astrophysique et planètes  
Gestionnaire  
★★★★★  
Services communs  
2136kg CO<sub>2</sub>eq  
  
*Zélé, je sais gérer les appels d'offre supérieurs à 50k€ ou créer des dynamiques pour mutualiser les équipements. Je vois passer beaucoup de missions longue distance en avion et cela m'effraie par rapport à l'évolution du climat.*

Administrative staff  
2.1t CO<sub>2</sub>eq



# An example of emission reduction trajectory

	Decrease (%)		Initial	Phase 1 Free negotiation			Grants obtained			Phase 2 Guided negotiation		
			Kg CO2eq	Decrease	After	%	Gain	After	%	Decrease	After	%
<b>Travels</b>												
Field trip	-8 160	-50,7 %	16085	-3860	12225	-24 %	500	12725	3,1 %	-4800	7925	-50,7 %
Conference	-7 765	-40,4 %	19243	-2236	17007	-11,6 %	500	17507	2,6 %	-6029	11478	-40,4 %
Institutional mtg	-3 359	-90,6 %	3709	0	3709	0 %		3709	0 %	-3359	350	-90,6 %
Training	-304	-31,7 %	959	0	959	0 %		959	0 %	-304	655	-31,7 %
Jury (PhD,...)	-34	-10,5 %	323	0	323	0 %		323	0 %	-34	289	-10,5 %
Other experiments	0	0 %	542	0	542	0 %		542	0 %	0	542	0,0 %
Projects	+1 372	34,6 %	3963	0	3963	0 %	3000	6963	75,7 %	-1628	5335	34,6 %
<b>Computing</b>												
Simulations	+1 450		0	0	0	0 %	1000	1000		450	1450	
<b>Purchase</b>												
Telescope time	-7 950	-50,00 %	15900	-7950	7950	50,00 %		7950	0 %	0	7950	-50,0 %
Consumables	0	0 %	3750	0	3750	0 %		3750	0 %	0	3750	0,0 %
Computers	0	0 %	1548	0	1548	0 %		1548	0 %	0	1548	0,0 %
<b>Total</b>	<b>-44 750</b>	<b>-46,1 %</b>	<b>97022</b>	<b>-14046</b>	<b>82976</b>	<b>-14,5 %</b>	<b>5000</b>	<b>87976</b>	<b>5,2 %</b>	<b>-35704</b>	<b>52272</b>	<b>-46,1 %</b>

# Report of the first ASTRO session at IPAG

- Goal of -50% reduction of GHG emission difficult to reach without touching the core business.

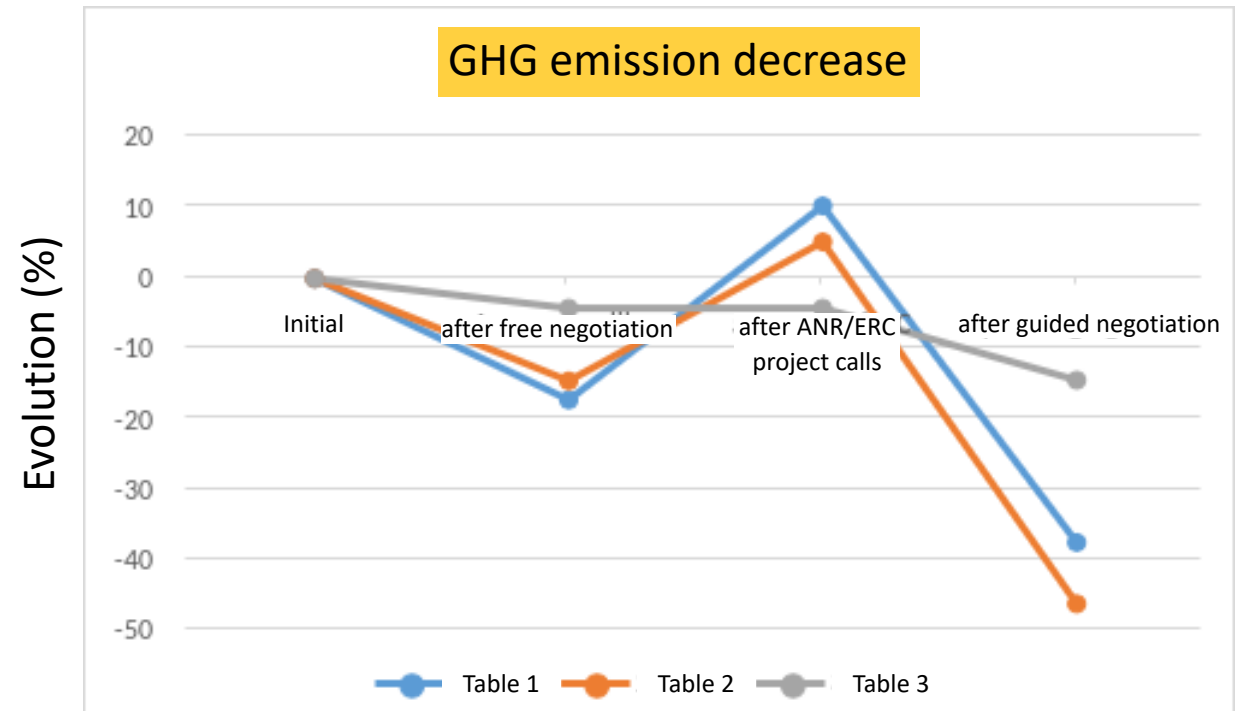
## Effective suggestions:

- Systematic replacement of plane to train for missions < 2000 km
- Switch from face-to-face meetings to video for work meetings
- Use of archived data rather than new data
- Extend the lifetime of equipment
- Mutualize of long-distance travels
- Cancellation of telescope nights is considered unrealistic as an individual initiative by 2 of the 3 teams.

## More globally:

Feedback in front of the entire lab was interesting to stimulate debate on the carbon footprints and GHG emission reduction commitments.

## Result of the 3 game tables

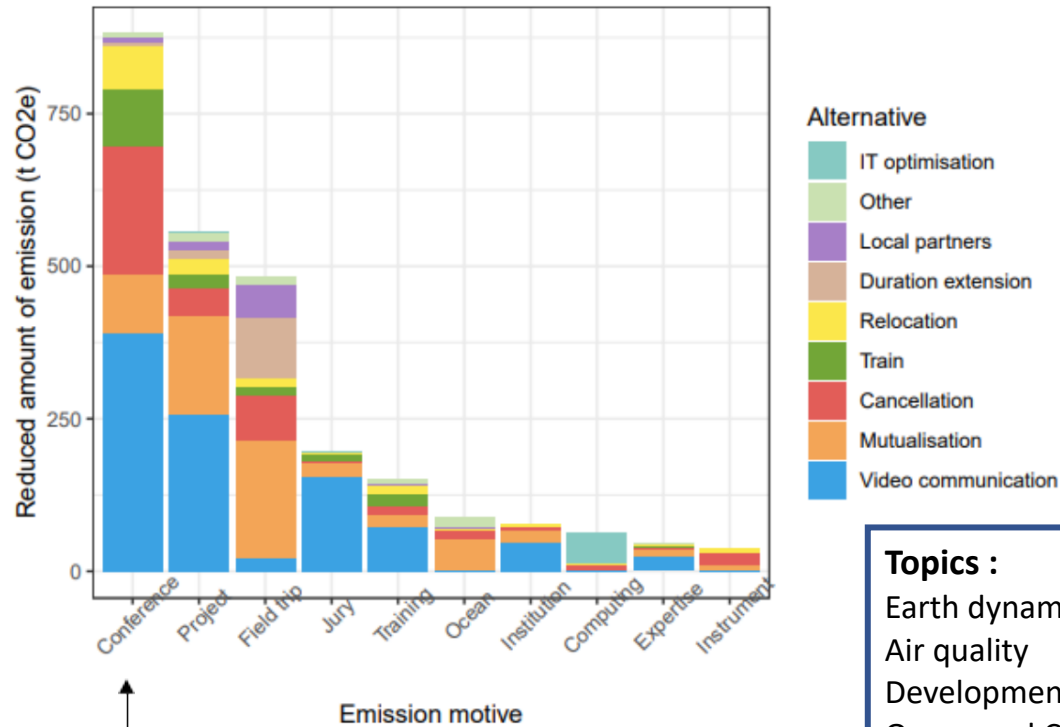


# At a larger scale: scenario analysis

Gratiot et al. (submitted)

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03563246>

*A transition support system to build decarbonization scenarios in the academic community*



## Topics :

Earth dynamics  
 Air quality  
 Development and Environment  
 Ocean and Climate  
 Water resources  
 Technology and transition  
 Environment  
 Climatology  
 Informatics  
 International joint laboratory  
 Geophysics  
 Society and environment

Conferences = most powerful leverage in our simulations

Video conferencing = quasi-systematic and most rapidly proposed reflex

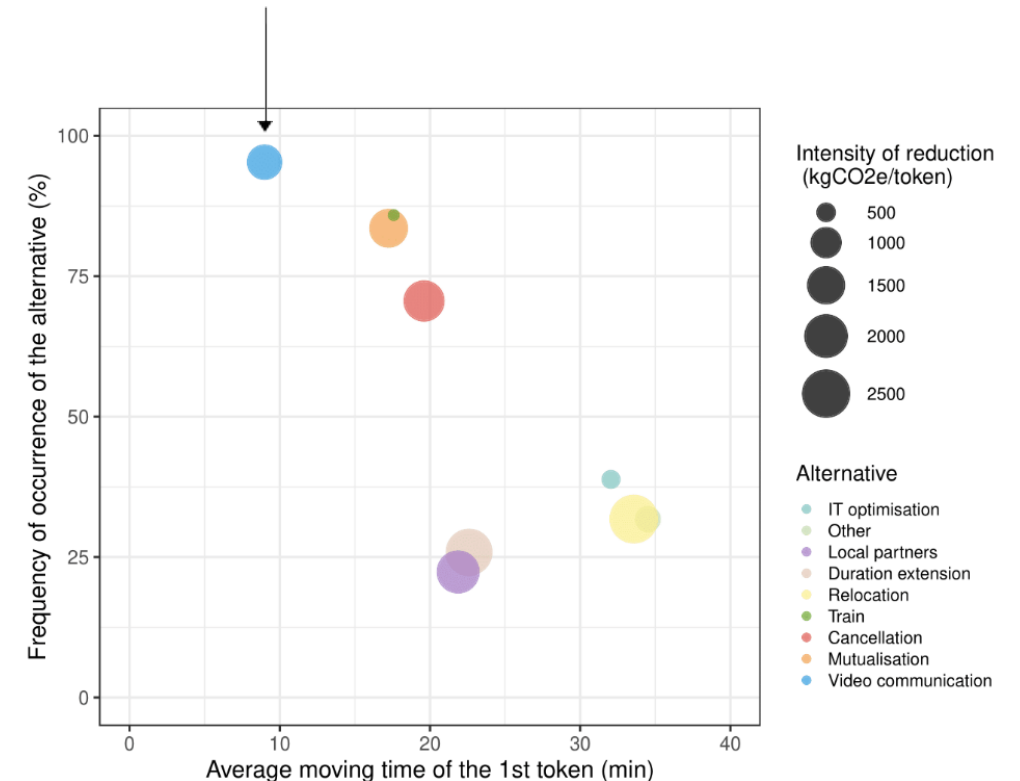


Fig 9. Spontaneity of the different alternatives sized by reduction intensity.

# Conclusion

## Limits of the results:

- 85 mixed tables, concerned audience (convinced in advance),
- some important emission items missing (topic-dependent)

## Strong institutional support in France:

- CNRS, IRD, IGE, CIRAD, OSUG,
- Universities (UGA Grenoble, UB Dijon, UFC Besançon)

## Perspectives:

- Need to test the method on a larger scale, with a general public
- Willing to produce impact paths
- Multi-disciplinary analysis (cognitive sciences, human and social sciences, environmental studies, ...)
- Adaptation of the tool to other cultures (Vietnam, USA, ...)
- Visualization challenges
- ...

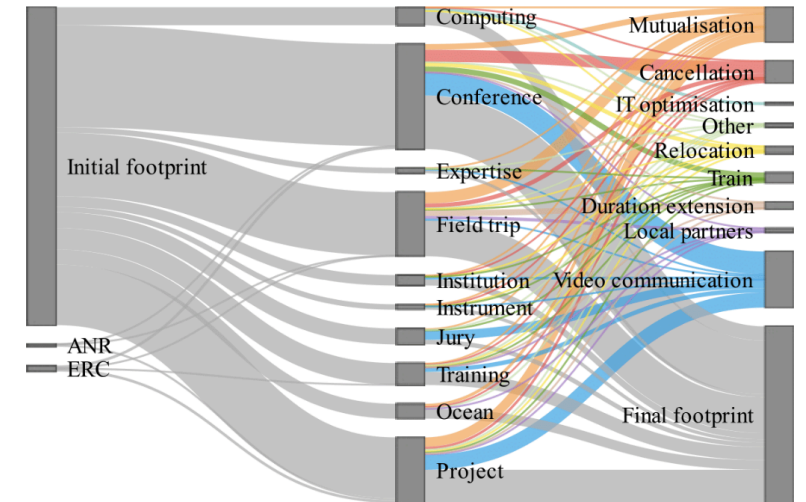
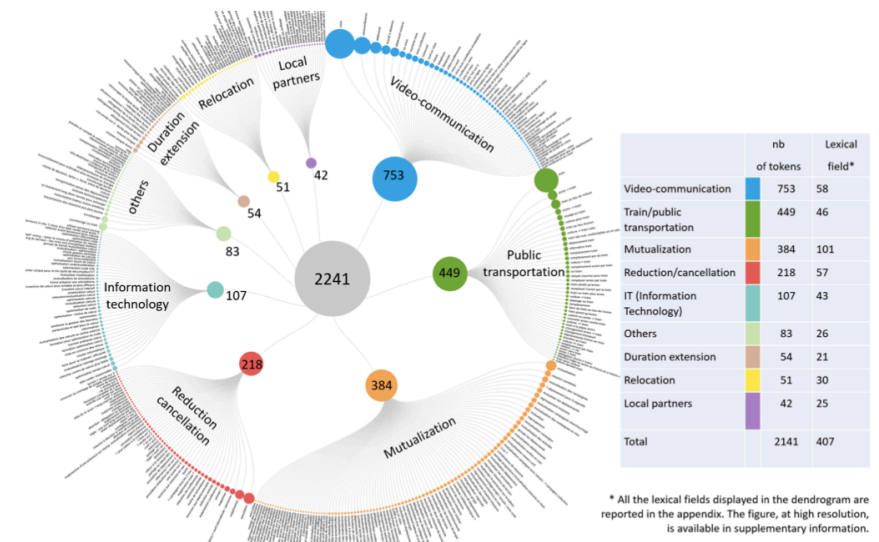


Fig 8. Distribution of the GHG emissions from the role-play initial balance to the selected alternatives and the final balance. On this Sankey diagram, the initial distribution of



More information on <https://materre.osug.fr/> (mostly in French)