

# La transition énergétique + Labos1point5

ou: Comment nous allons complètement changer la façon dont nous produisons et consommons l'énergie dans les 30 prochaines années.

**Freddy Bouchet, ENS de Lyon et CNRS.**

**Société Française d'Informatique, Lyon, février 2020.**



## Réduire l'empreinte de nos activités de recherche sur l'environnement

### À propos

Labos 1point5 est un collectif de membres du monde académique, de toutes disciplines et sur tout le territoire, partageant un objectif commun :

mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche scientifique sur l'environnement, en particulier sur le climat.

### Groupes de travail et de réflexion :

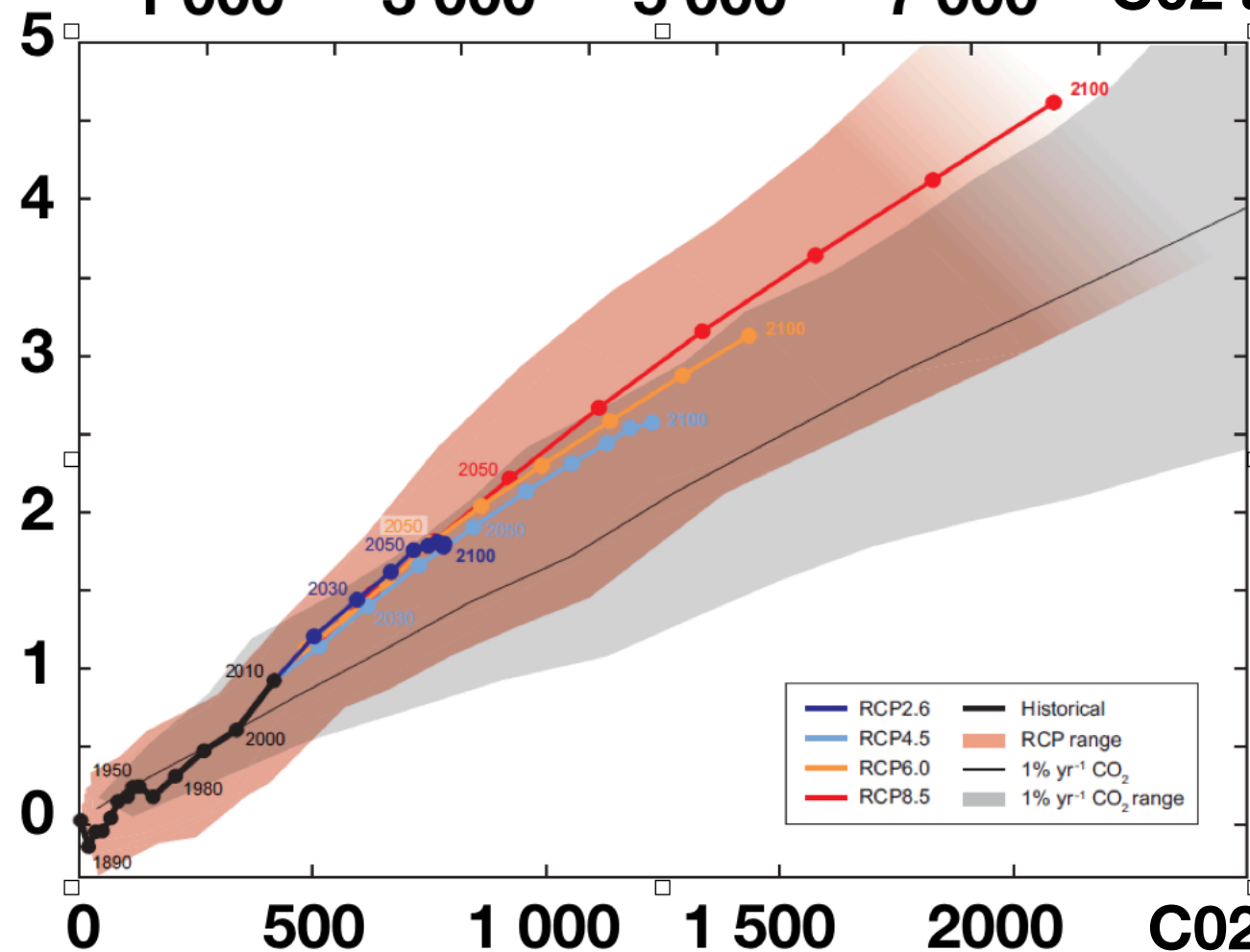
1. Empreinte carbone des laboratoires,
2. Enquêtes, représentations et pratiques,
3. Réflexions / think tank,
4. Communication / média / veille,
5. Technique,
6. Statuts et financement.

**I) Changements climatiques,  
impacts et objectifs de réduction  
des émissions de gaz à effet de  
serre**

# Lien entre émissions de gaz à effet de serre et température

T (°C)

1 000 3 000 5 000 7 000 CO2 anthropique depuis 1970  
(en Gt de CO2)



Anomalies de température en  
°C (par rapport à 1861-1880)  
en fonction des émissions  
anthropiques de CO2

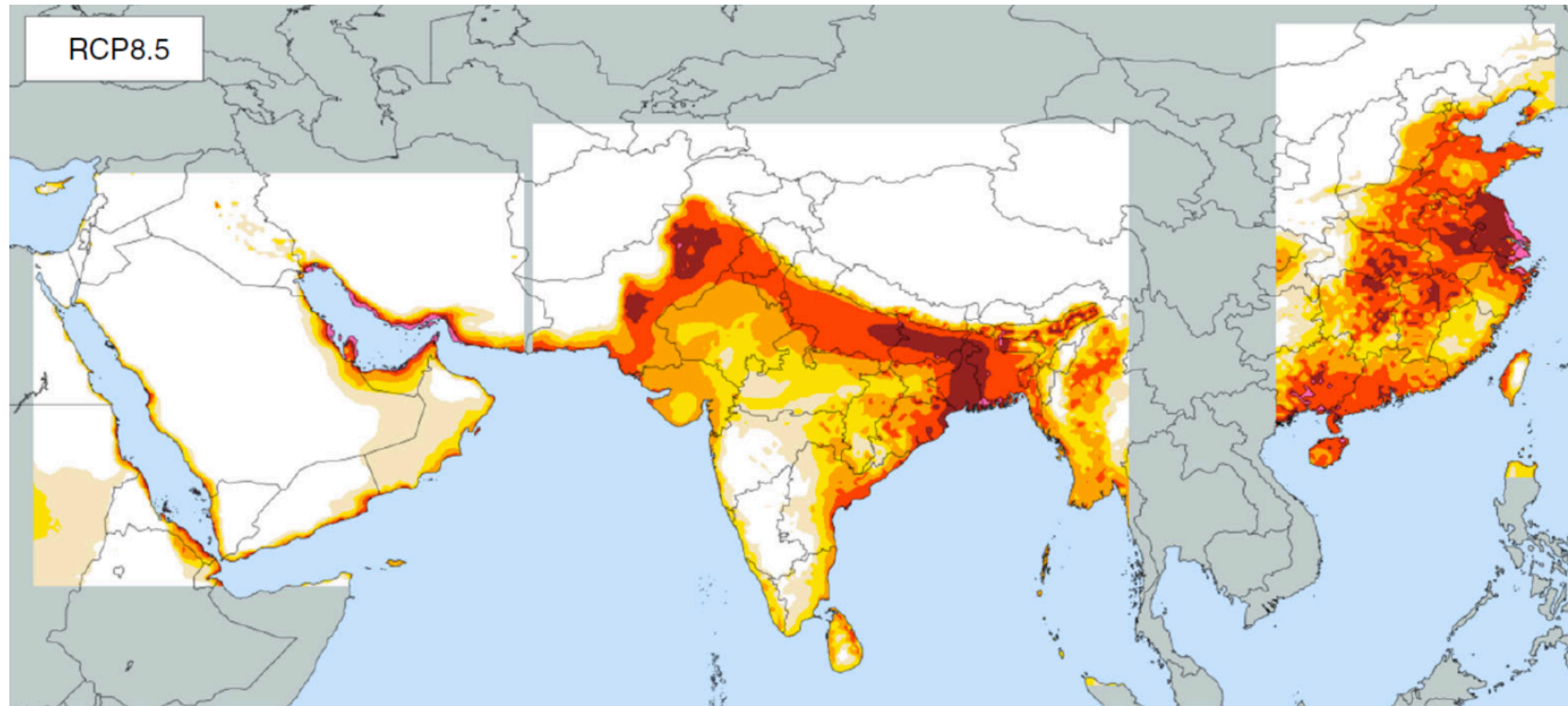
(GIEC, 2013)

On attend une croissance linéaire de la température avec les émissions cumulées de CO2.

Il existe une forte incertitude sur la relation CO2/température, de l'ordre de 50%.



# Impact potentiel du réchauffement climatique

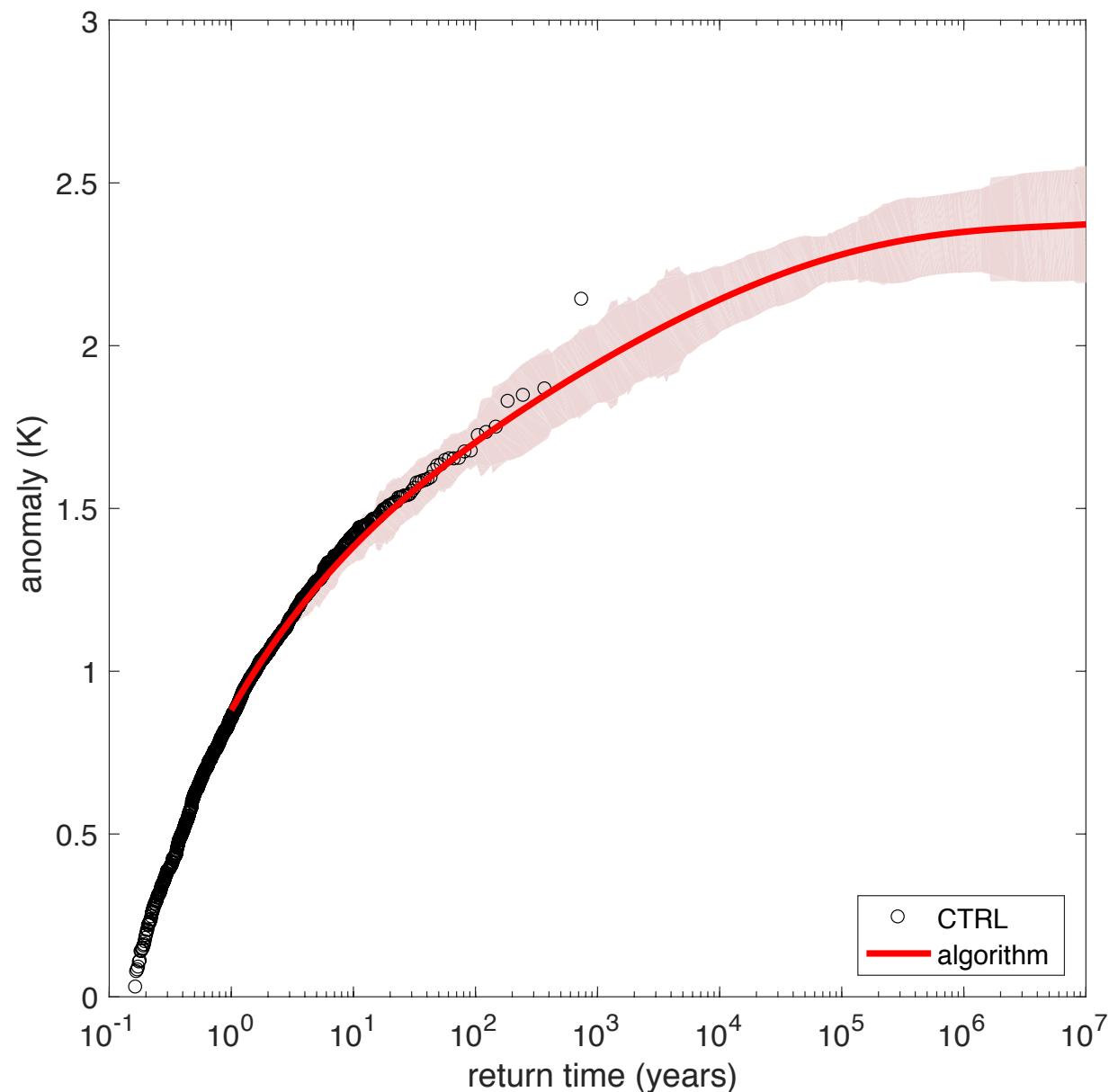


Température du corps mouillé maximale (rouge =31-32°C), en 2070, avec le scénario RCP8.5.

(Russo et al, 2017)

**Des centaines de millions de personnes vivent dans des régions qui seront inhabitables avant la fin du siècle, à cause de la chaleur, si le réchauffement climatique n'est pas stoppé.**

# Algorithme d'événements rares pour étudier les canicules extrêmes



Temps de retour pour une canicule sur l'Europe  
avec le modèle PLASIM

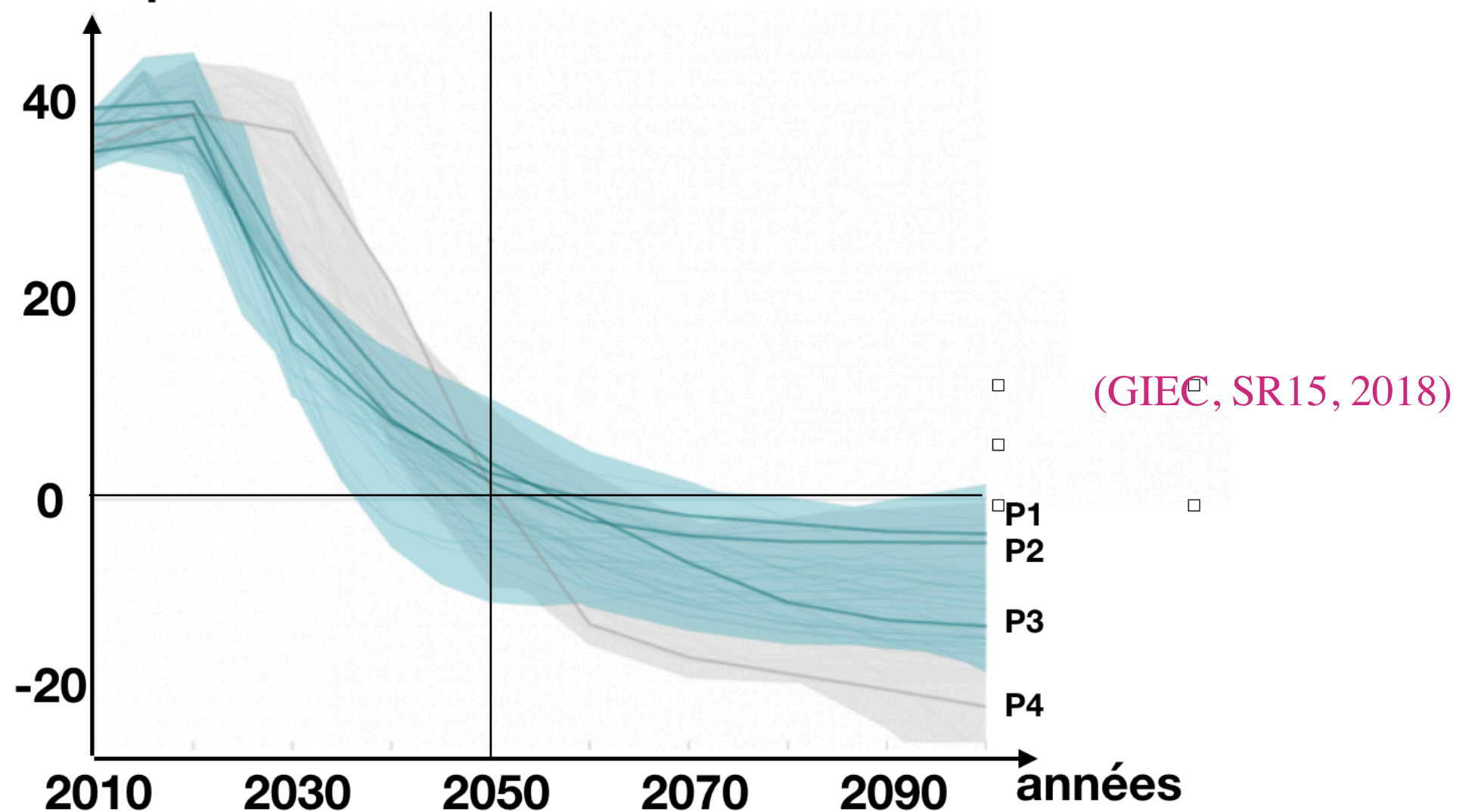
(Ragone, Wouters et Bouchet, PNAS, 2018)

Gain d'un facteur 100 à 1000 pour le temps de calcul des extrêmes dans un modèle de climat. Travail en cours: modèles du GIEC.

Projet en cours : étude des extrêmes de production d'énergies renouvelables, dans un scénario avec un taux de pénétration des énergies renouvelables intermittentes dans la production électrique de l'ordre de 70%.

# Le bilan carbone et les scénarios du GIEC

Gt de CO<sub>2</sub> par an

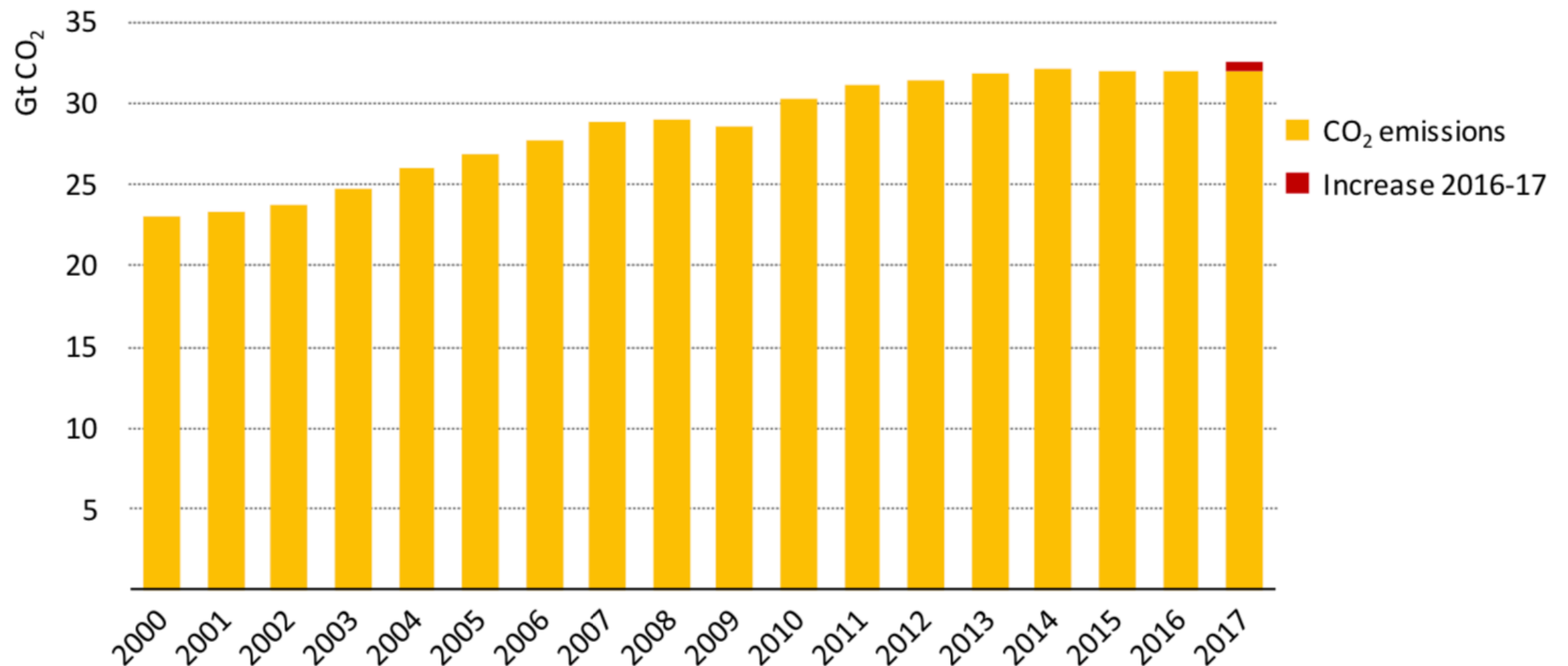


Ensemble de scénarios compatibles avec une stabilisation du réchauffement à 1,5°C

**Le budget carbone impose la neutralité carbone en 2050 environ et impose des émissions négatives ensuite si la trajectoire pour y parvenir n'est pas assez rapide.**

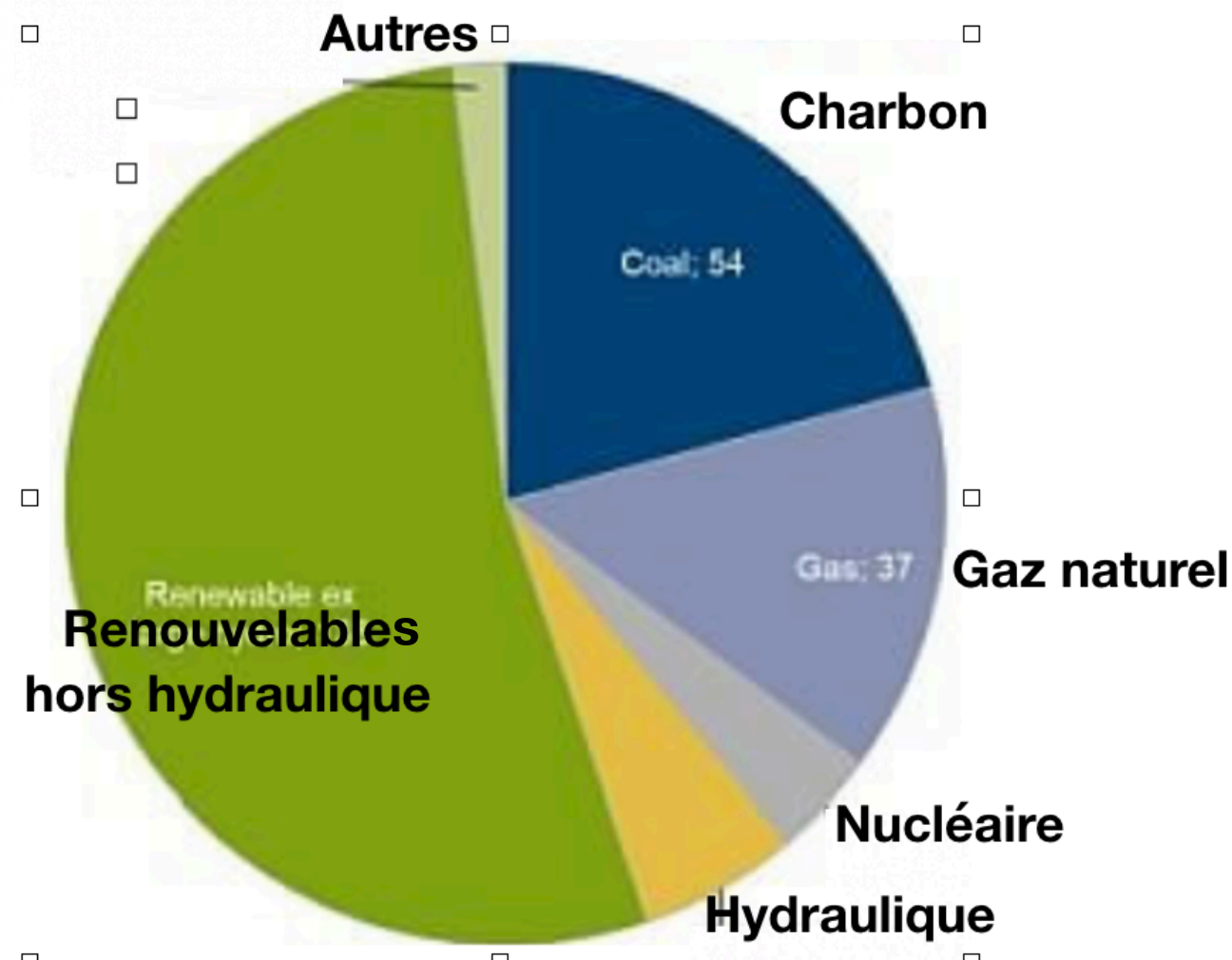
## **II) Tendances actuelles pour les émissions de gaz à effet de serre et la production d'énergie**

# Les émissions globale de CO2 se stabilisent-elles ?



Emissions globales de CO2 liées à l'énergie (AIE, 2018)

# Les énergies renouvelables prennent le pas sur les fossiles



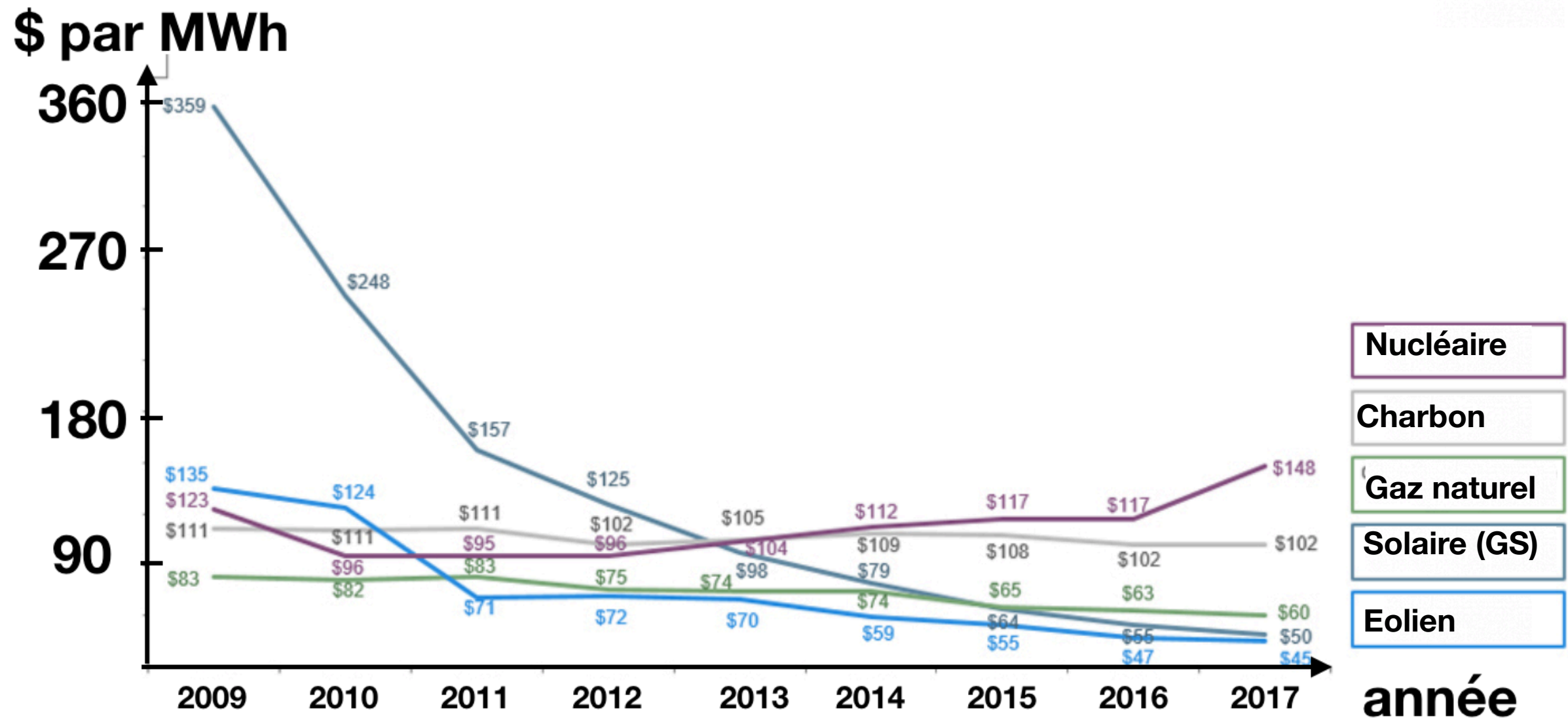
**Nouvelles capacités de production d'électricité ajoutées entre 2016 et 2017.**

(Frankfurt school, UNEP Centre, global trends in renewable energy finance, 2017)

**Les énergies renouvelables prennent irrémédiablement la place des sources de production fossiles, dans les nouvelles installations. Le nucléaire reste négligeable.**



# Les moins chers : le solaire photovoltaïque et l'éolien



Evolution des coûts actualisés de production de l'électricité (Lazard, 2017)

Les coûts du solaire ont été divisés par 2 tous les 3 ans.

# Conclusion II). Ce que nous avons réalisé pour les émissions et l'énergie.

1. Nous avons plus ou moins **stabilisé les émissions de gaz à effet de serre** grâce aux politiques d'efficacité énergétique. Ces politiques ne suffiront pas pour les objectifs futurs.
2. **Nous avons rendu les énergies renouvelables matures, techniquement et économiquement.** Elles sont la source potentielle de diminutions très importantes des émissions de CO2 dans le futur.
3. **Ces progrès techniques et scientifiques majeurs et essentiels ne suffiront pas.** Il est temps que nos sociétés changent plus en profondeur.

# **III) La transition énergétique - horizon 2050**

# Sobriété ou technologie ? Bougie ou destruction de la planète ?

- Tous les scénarios de transition énergétique actuels, compatibles avec la neutralité carbone, nécessitent une diminution importante de la consommation d'énergie et donc des changements de l'organisation de nos sociétés.
- Dans tous les scénarios, la technologie joue un rôle fondamental.
- Les trois mots clés seront :
  1. Sobriété énergétique.
  2. Efficacité énergétique.
  3. Changement de technologies, d'usage, ou compensation des émissions.

# Le scénario P1 du GIEC

**Le scénario P1 du GIEC (SR15, 2018) est le plus souhaitable (prudent) de ceux mis en exergues (pas de géo-ingénierie).**

**En 2050 (global):**

- 93 % de réduction des émissions de CO2 globales par rapport à 2010.
- 32% de réduction de la demande en énergie.
- 77% de la production d'électricité est renouvelable.
- Le charbon (énergie primaire) a été réduit de 97%.
- Le pétrole a été réduit de 87%. Le gaz de 74% (part renouvelable ?).
- Le nucléaire est multiplié par 1.5 (reste marginal).
- Emissions de CO2 de l'agriculture diminuées de 33%.
- Pas de stockage de carbone.

# La transition énergétique

- Sobriété et efficacité énergétique (diviser par 2 la consommation énergétique).
- 70% à 100% d'énergie renouvelable. Gestion de la variabilité, équilibre électricité-gaz renouvelable, hydrogène renouvelable, etc.
- Electrification des transports (transport en commun, véhicules électrique, hydrogène et carburants renouvelables).
- Disparition des carburants fossiles.
- Changement de modèle agricole.



# Conclusions

- Nous avons tous les outils nécessaires pour changer fondamentalement notre façon de produire l'énergie et pour atteindre la neutralité carbone en 2050.
- Cette transition impliquera des changements profonds de nos sociétés, qui sont autant de défis à relever.
- La technologie, par exemple la révolution du numérique jouera un rôle majeur, mais ne suffira pas par elle-même pour résoudre le problème. Il faut mettre en place des politiques de sobriété ciblées.
- Des millions de personnes sont engagées dans ces transitions depuis des années, et malgré les défis à venir, nous avons toutes les raisons d'être optimistes.

## Réduire l'empreinte de nos activités de recherche sur l'environnement

### À propos

Labos 1point5 est un collectif de membres du monde académique, de toutes disciplines et sur tout le territoire, partageant un objectif commun :

mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche scientifique sur l'environnement, en particulier sur le climat.

### Groupes de travail et de réflexion :

1. Empreinte carbone des laboratoires,
2. Enquêtes, représentations et pratiques,
3. Réflexions / think tank,
4. Communication / média / veille,
5. Technique,
6. Statuts et financement.

**1 600 membres**  
**Des centaines de labos**



**Tamara Ben Ari**



**Olivier Berné**

## Face à l'urgence climatique, les scientifiques doivent réduire leur impact sur l'environnement

**TRIBUNE** - Un collectif de chercheurs de diverses disciplines, Labos 1point5, s'est créé pour promouvoir des pratiques de recherche plus sobres et construire une autre éthique de la recherche

**A**près plusieurs décennies d'un patient travail de recherche scientifique, le lien entre activités humaines, changement climatique, et dégradations de la biosphère est aujourd'hui clairement établi et documenté à l'échelle mondiale. Les travaux de prospective montrent qu'il existe un risque très important que la situation devienne irréversible dans de nombreux socioécosystèmes – au moins à moyen terme –, si nous poursuivons sur la trajectoire actuelle. Face à cette urgence environnementale, nous ne pouvons pas continuer à produire, consommer et nous déplacer comme

décidé de nous fixer un objectif simple : amorcer ou poursuivre le changement de nos pratiques professionnelles afin de réduire rapidement notre impact sur l'environnement, en cohérence avec les objectifs de l'Accord de Paris. Si certains redoutent que ce processus ouvre la voie à une limitation des libertés individuelles ou à une réduction de la qualité de la recherche, nous voyons au contraire dans ce moment historique l'opportunité d'une transformation positive et profonde de nos pratiques, de collaboration, de partage des données ainsi que des modes d'évaluation de nos travaux.

**CETTE  
TRANSFORMATION  
NE POURRA PAS  
S'OPÉRER SANS  
RUPTURE AVEC  
LE MODÈLE ACTUEL  
DE PRODUCTION  
ET DE DIFFUSION  
DES SAVOIRS  
ACADÉMIQUES**

numériques – ainsi que les activités d'observation. Certaines initiatives sont étendues à l'utilisation d'autres ressources (eau, papier) ou aux déchets. Une vocation importante de notre collectif est de faciliter ces initiatives par le partage d'informations, d'outils et de résultats. Nous rappellerons aussi nos institutions à leurs obligations légales en la matière (notamment celle de réaliser un bilan carbone complet).

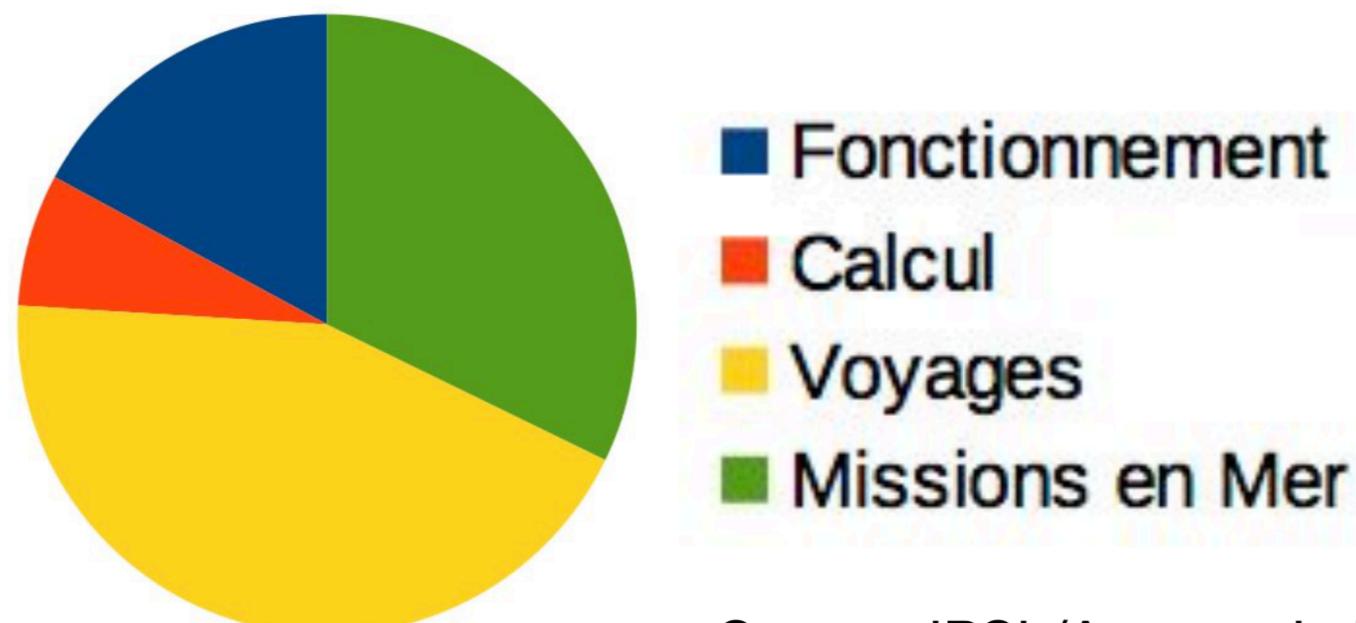
Cet état des lieux permettra, dans un deuxième temps, d'identifier les leviers sur lesquels nous pouvons et devons agir pour favoriser l'émergence de modes de travail sobres. Nous poursuivons

**Tribune dans le Monde en mars 2019 (signée par 50 chercheurs)**



# Impact de la recherche scientifique sur le réchauffement climatique

- Exemple d'un laboratoire étudié dans le cadre de Labo1.5. : 9 tonnes de CO<sub>2</sub>e par an et par personne.
- 1 aller/retour Paris/Los Angeles : 2 à 4 tonnes de CO<sub>2</sub>e.
- Emissions totales des français en 2017 : 10,5 tonnes de CO<sub>2</sub>e par an.
- Objectifs pour un français moyen, pour atteindre la neutralité carbone en 2050 : de 1 à 1,5 tonnes de CO<sub>2</sub>e par an.



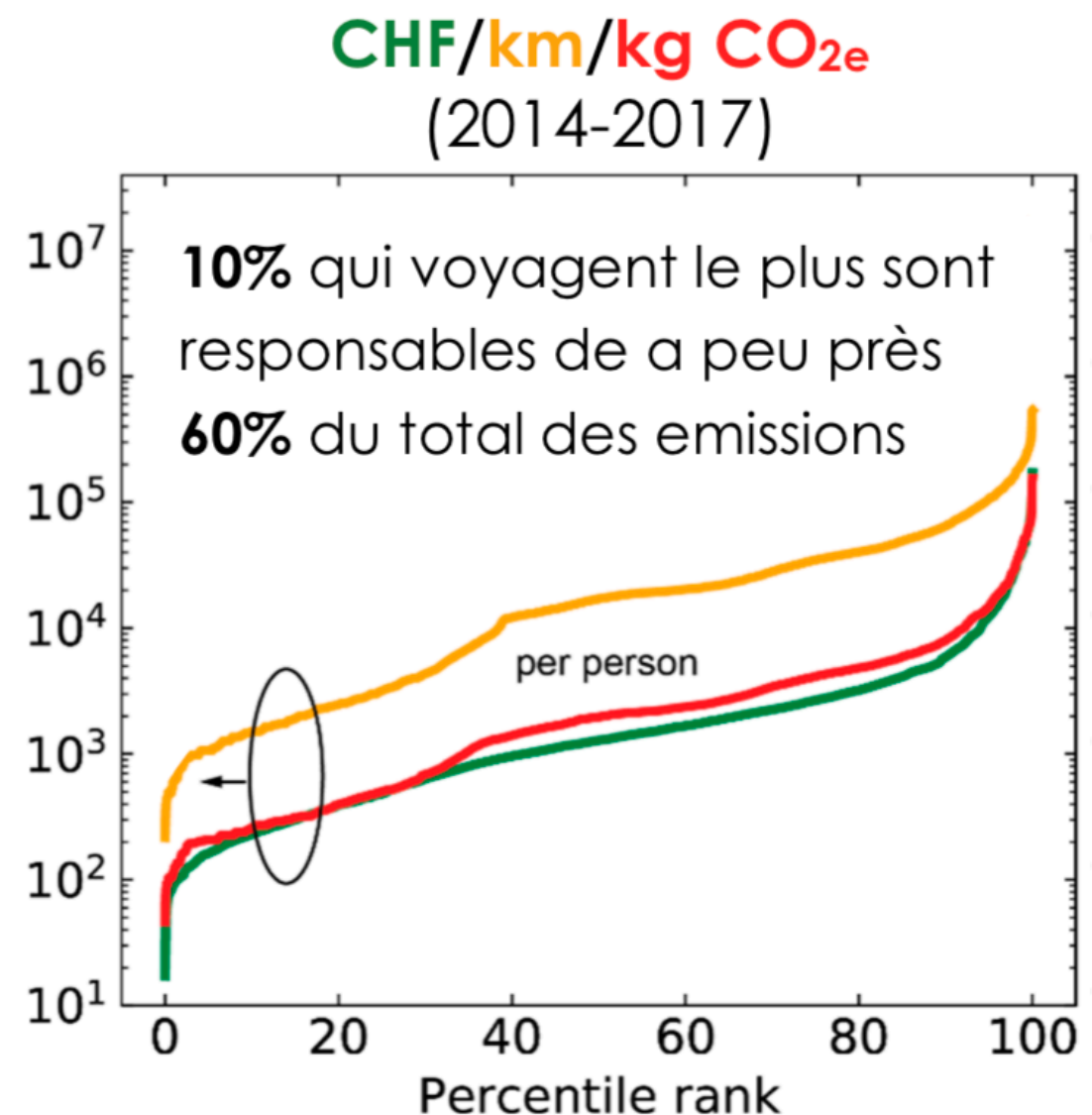
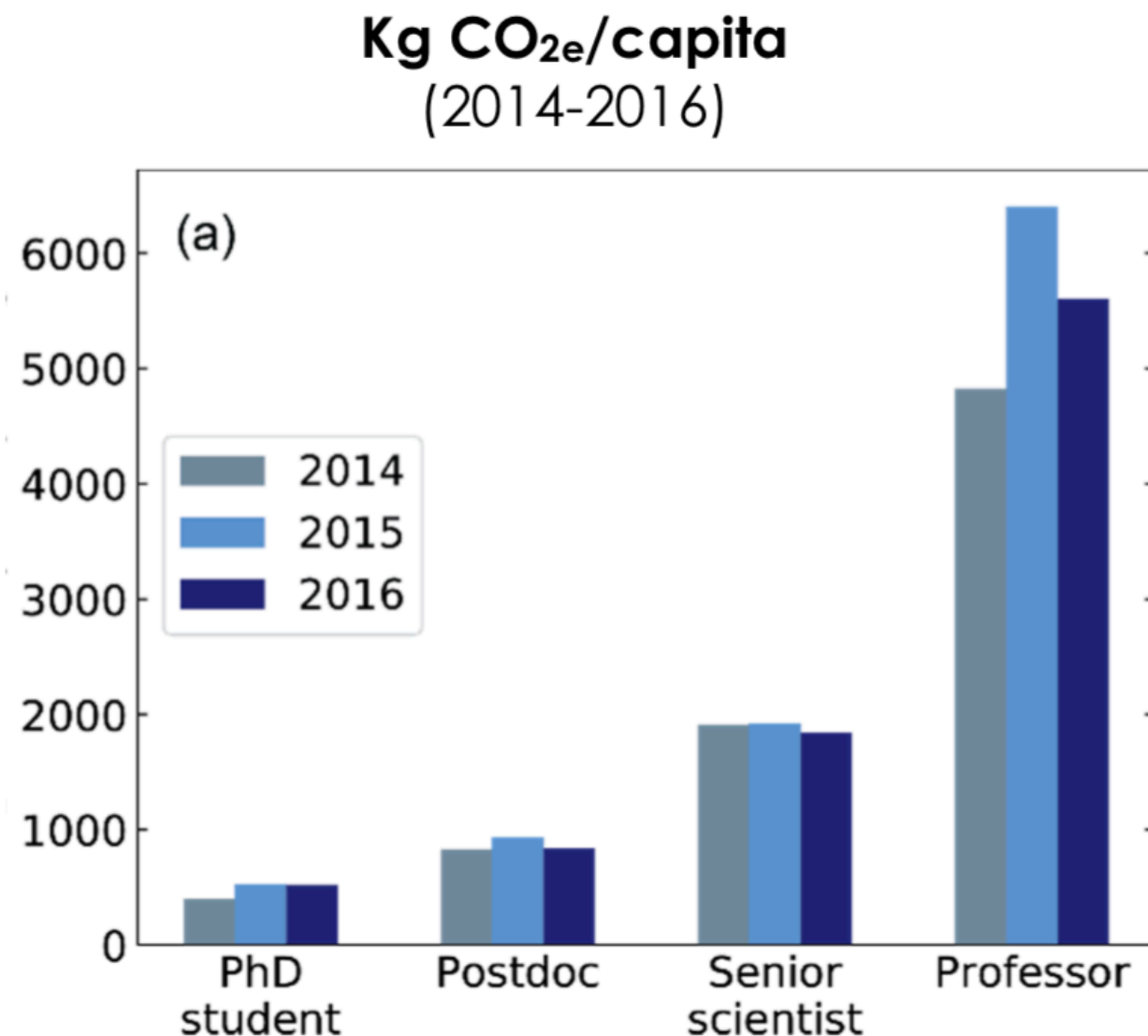
Source: IPSL/Anonym Lab

Exemple de répartition des émissions dans un laboratoire français.

Source : **Labos 1.5**

**Priorités : 1) Voyages 2) Infrastructures (bâtiments) 3) Calcul.**

# Peu de voyages contribuent à une grande partie de l'impact



**Etude sur les missions de l'EPFL (n = 3300)**

**(Ciers et col., Sustainability, 2018)**

## Bilan carbone Labos 1point5

Objectif : disposer d'un outil générique de calcul et de collecte des données, en ligne, libre et gratuit pour tous les labos

BGES de « 1<sup>er</sup> niveau » :

- consommations d'énergie des bâtiments et des véhicules des labos
  - déplacements lors des missions des agents
  - déplacements domicile-travail des agents
- => n'inclus pas le numérique, ni les outils de recherche

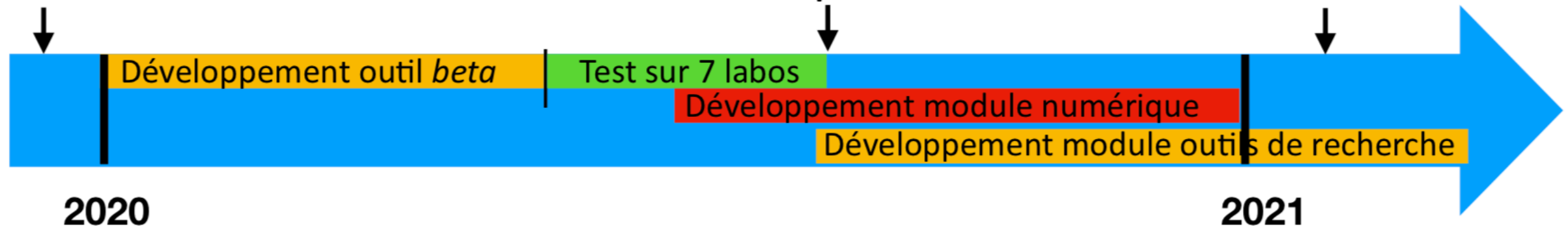
Sources des données :

- Collecte auprès des fournisseurs d'énergie /service patrimoine
- Extractions des missions à partir des logiciels de gestion (un logiciel / tutelle)
- Enquête déplacement domicile-travail
- Base Carbone de l'Ademe pour les facteurs d'émission + estimations propres

Dec 2019 : Protocole finalisé

Mai 2020 : Déploiement outil v1

??? Déploiement v2



# Action dans les laboratoires : un exemple parmi beaucoup d'autres, à l'ENS de Lyon

## Propositions de l'UMPA (labo de maths de l'ENS de Lyon) :

1. S'informer et prendre conscience, un premier pas vers la **sobriété** :
  - A. Tenir le compte des émissions labo,
  - B. Informations sur les ordres de grandeur des émissions pour les trajets classiques en fonction des différents modes de transport.
2. Etre **efficaces** :
  - C. Privilégier les voyages en train,
  - D. Conférences virtuelles, multisites, usages des réseaux sociaux, conférences à faible émission en carbone,
  - E. Voyages longs et couplés.
3. Faire **évoluer** nos tutelles et nos agences de financement et **compenser** :
  - F. Prise en considération de l'impact écologique des projets,
  - G. Compenser les émissions de carbone liées à nos voyages,
  - H. En proportion, moins d'argent pour les événements qui nécessitent des voyages intercontinentaux.



# Ce qui est important pour aider Labo1.5

- Nous rejoindre
- Soutiens des collègues et des laboratoires.
- Soutiens pour obtenir les données auprès des tutelles.
- Soutiens logistique et en terme de moyens des tutelles.

# **IV) Impact du numérique**

# Impacts énergétiques du numérique



(Crédit photo:  
Nicola Jones,  
Nature, 09/2018)

## Références :

- Andrae, A., Edler, T, *Challenges*, 6, 117–157 (2015).
- Digitalization and Energy, Agence Internationale de l'Energie (AIE) (2017).
- - Lean ICT -, pour une sobriété numérique, The Shift Project, 09/2018.

# Ordres de grandeur des consommations énergétiques du numérique

- **20 000 TWh** : consommation mondiale annuelle d'électricité (24.973 TWh en 2016, IEA).
- **2 000 TWh** : utilisation d'électricité annuelle par les technologies numériques (de la fabrication à l'usage).
- **200 TWh** : consommation mondiale annuelle d'électricité par les centres de données (data centers) (194 TWh in 2014, IEA).
- **200 TWh** : consommation mondiale annuelle d'électricité par les réseaux de données (185 TWh in 2015, IEA).
- **20 TWh** : usage d'électricité pour le Bitcoin (mi-2018).

# Evolution de l'utilisation d'énergie par les technologies numériques

- Part du numérique dans les **émissions de gaz à effet de serre** : 2.5% en 2013, 3.7% en 2018 (environ 450 millions de tonnes de CO2 en plus) (rapport du Shift project, 2018).
- **Empreinte énergétique** du numérique : 9% d'augmentation par an (rapport du Shift project, 2018)
- **Intensité énergétique du numérique par unité de PIB** : 4% d'augmentation par an (contre -1.8% pour l'ensemble de l'économie). Augmentation de 37% de 2010 à 2018 (rapport du Shift project, 2018).

# Les technologies numériques font-elles décroître la consommation d'énergie ?

- 2 000 TWh : utilisation d'électricité annuelle par les technologies numériques (de la fabrication à l'usage).
- 12% de gains d'efficacité globaux à travers toute l'économie de 2000 à 2017 soit 18 000 TWh par an (AIE, Energy Efficiency, 2018).
- Gains d'efficacité liés au numérique :  $0,5\% \times 18\,000 = 90\text{ TWh}$  (très approximatif).
- Pour l'instant, clairement NON.

Quelles sont les conditions pour que ce vœux pieux devienne une réalité dans un avenir proche ?