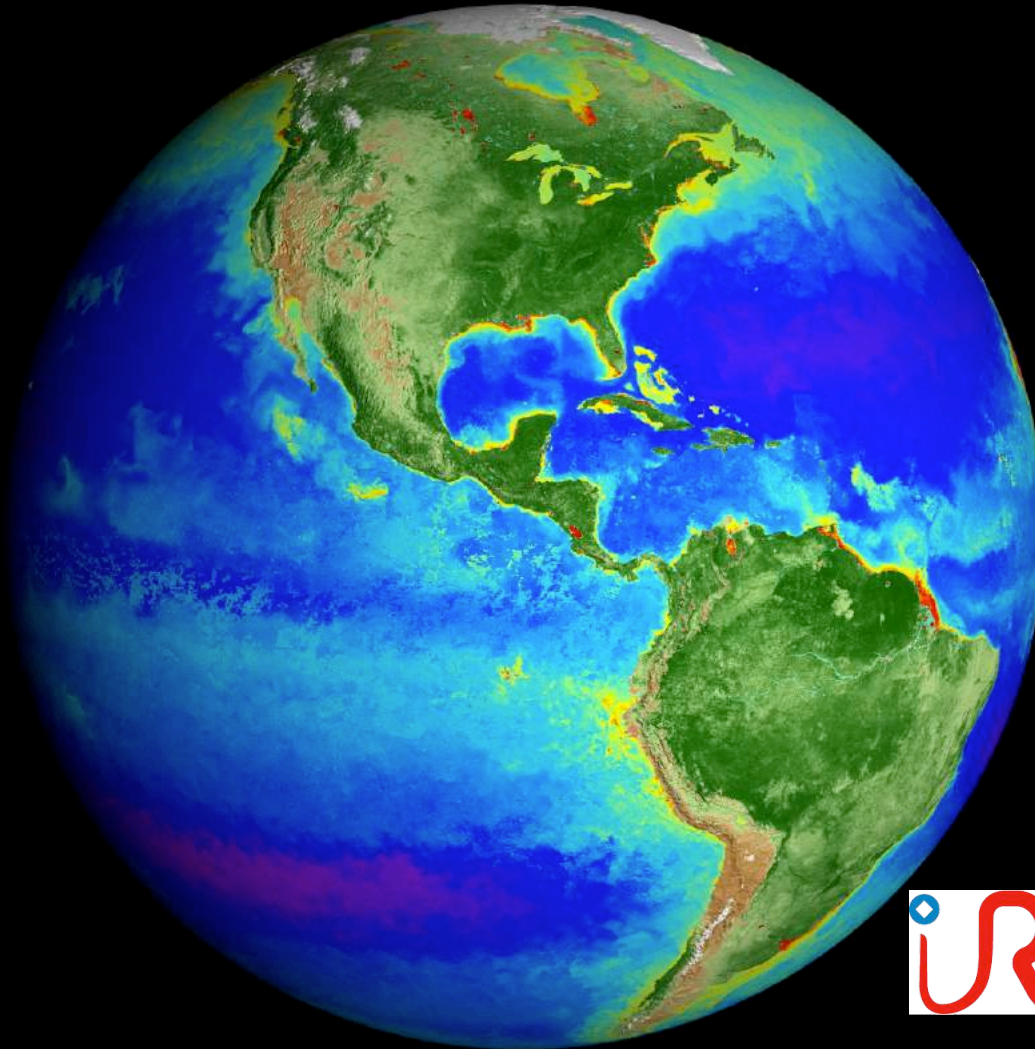


De la recherche sur le climat aux pratiques de la recherche pour le climat

Juliette Mignot



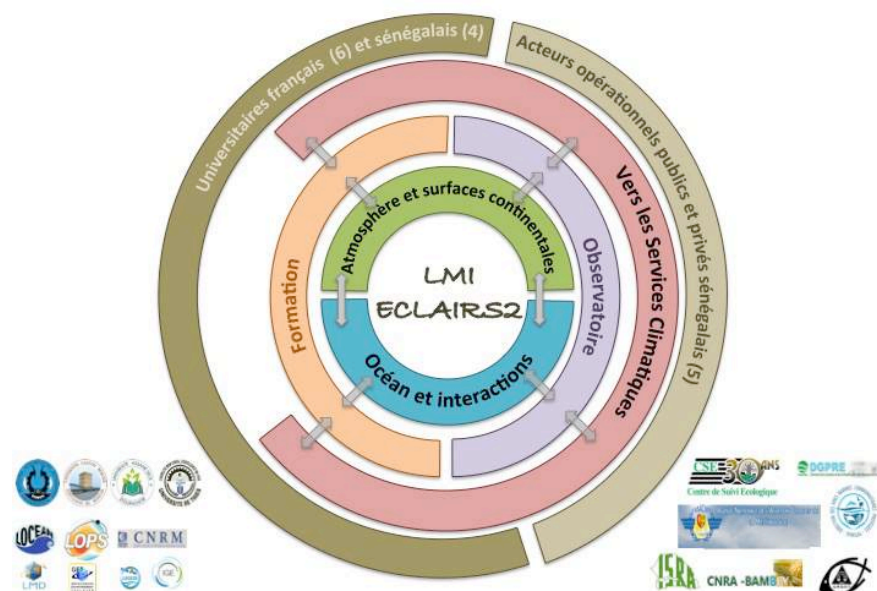
La recherche pour et avec les pays du Sud

Le laboratoire Mixte International ECLAIRS2: Projet de collaboration franco-sénégalais



Le climat, ses impacts et ses changements au Sénégal

Le système climatique sénégalais
Formation de jeunes chercheurs sénégalais
Coordination de la recherche

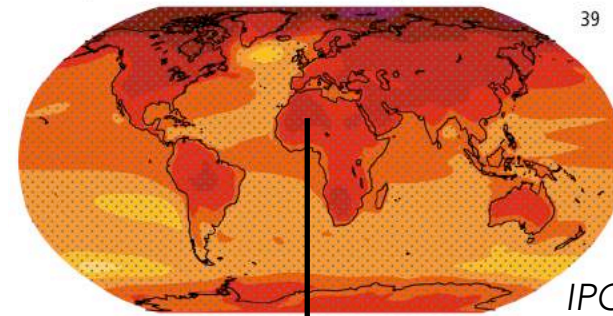


Réchauffement climatique et vulnérabilité en Afrique

Un quadruplement attendu de la population en 2100

...associé à un réchauffement climatique...

Différences des températures de surface entre [2081-2100] et [1986-2005]

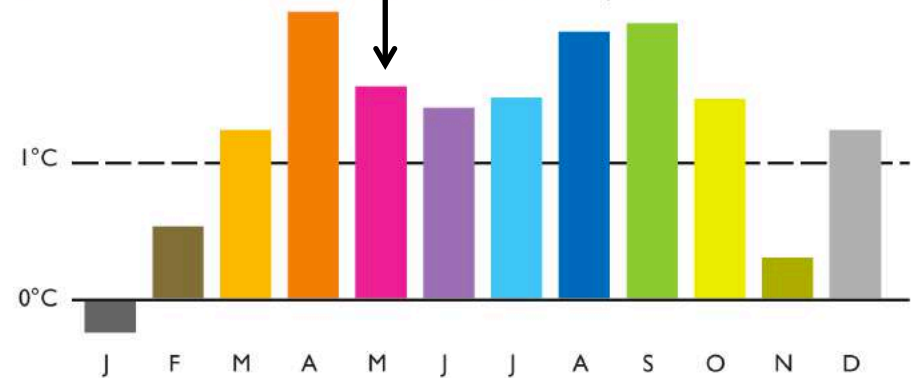


IPCC AR5, 2013

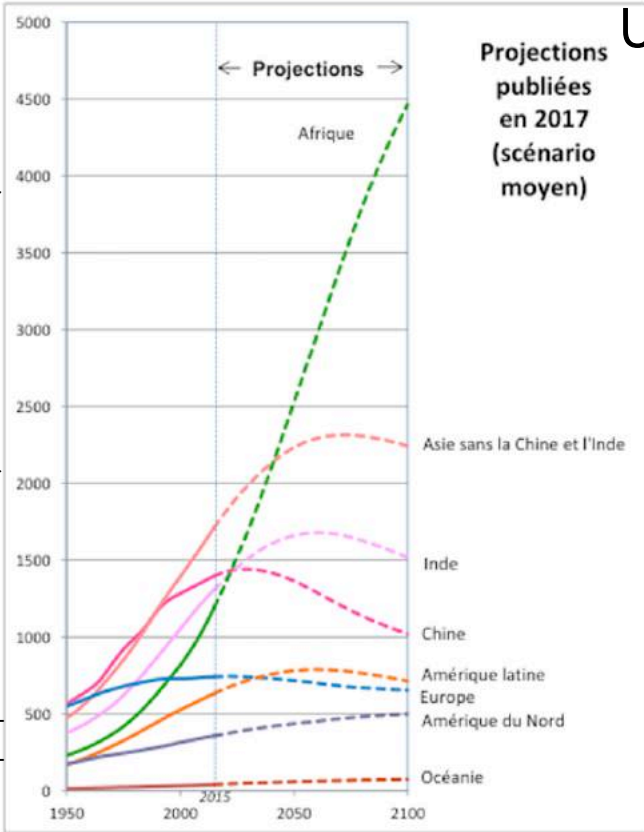


a)

Réchauffement 1950-2010, mois par mois



Guichard et al, 2015 3



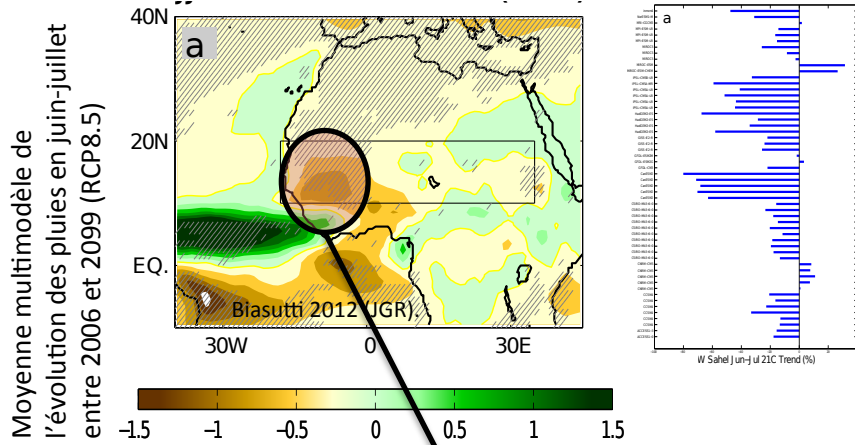
Données ONU – reproduit LeMonde.fr

... que l'on **observe** déjà

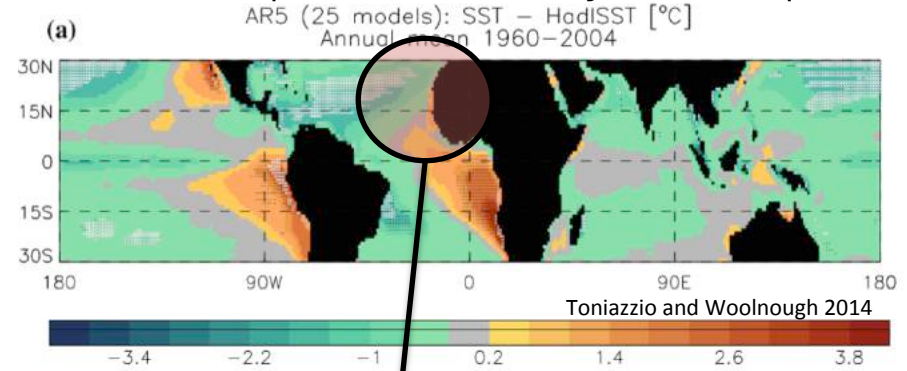
Augmentation de la température mensuelle de 1950 à 2010, calculée avec les **données** de la station météorologique d'Hombori au Sahel, en utilisant une régression linéaire

Façade sénégalaise: de forts enjeux scientifiques et sociétaux

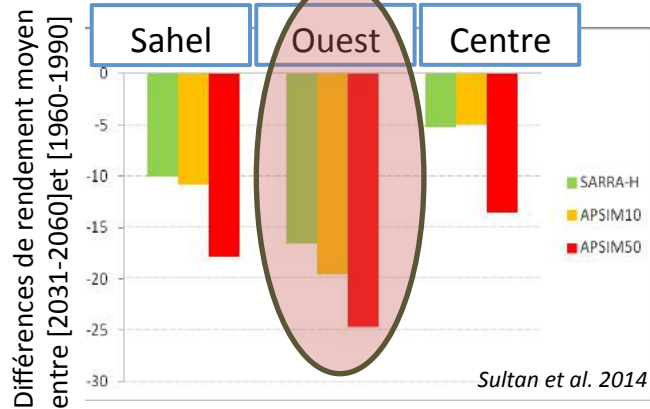
◆ Projections climatiques et incertitudes



◆ Des biais persistants et systématiques



◆ Enjeux agricoles



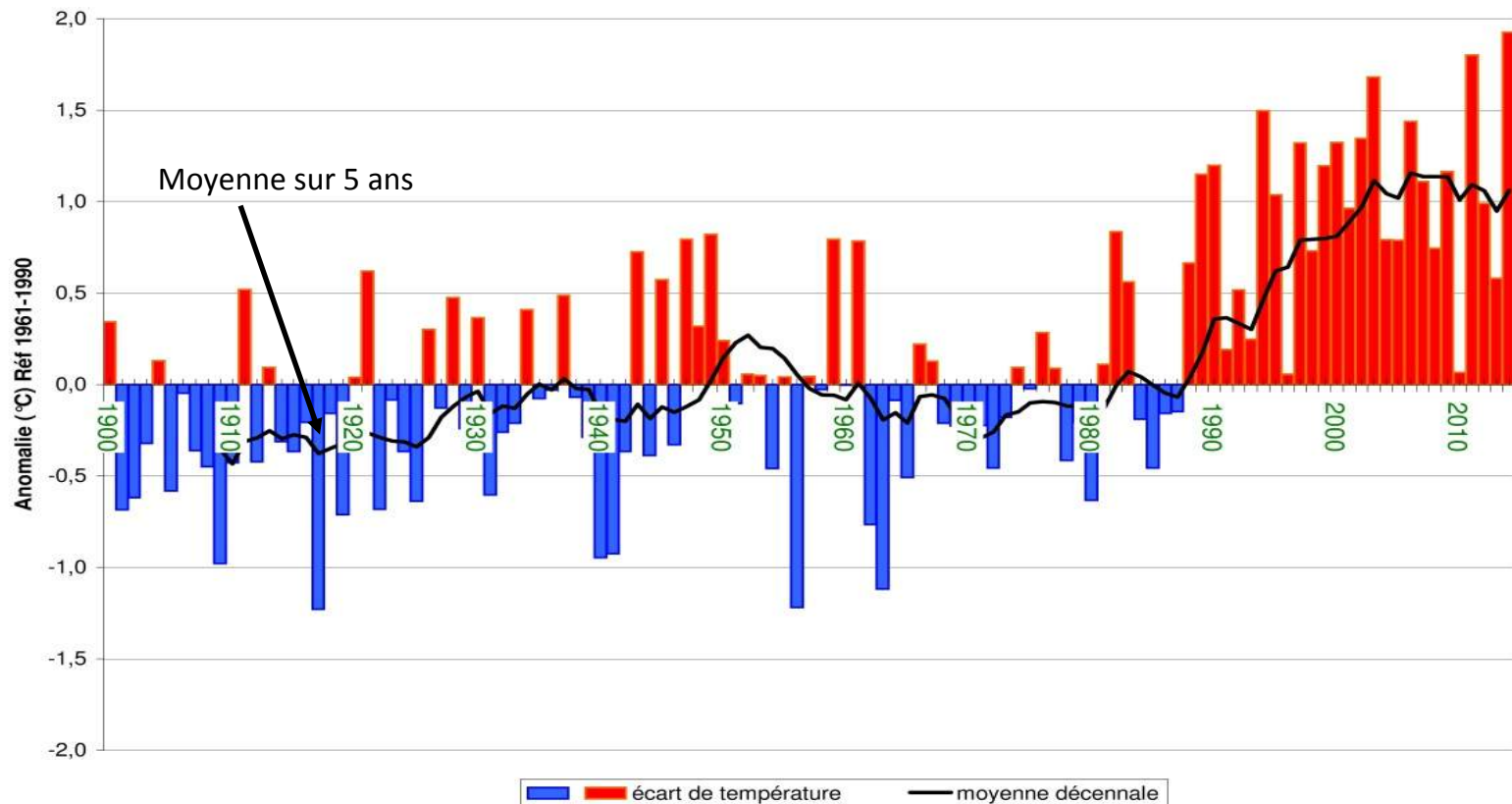
◆ Enjeux halieuthiques





Institut
Pierre
Simon
Laplace

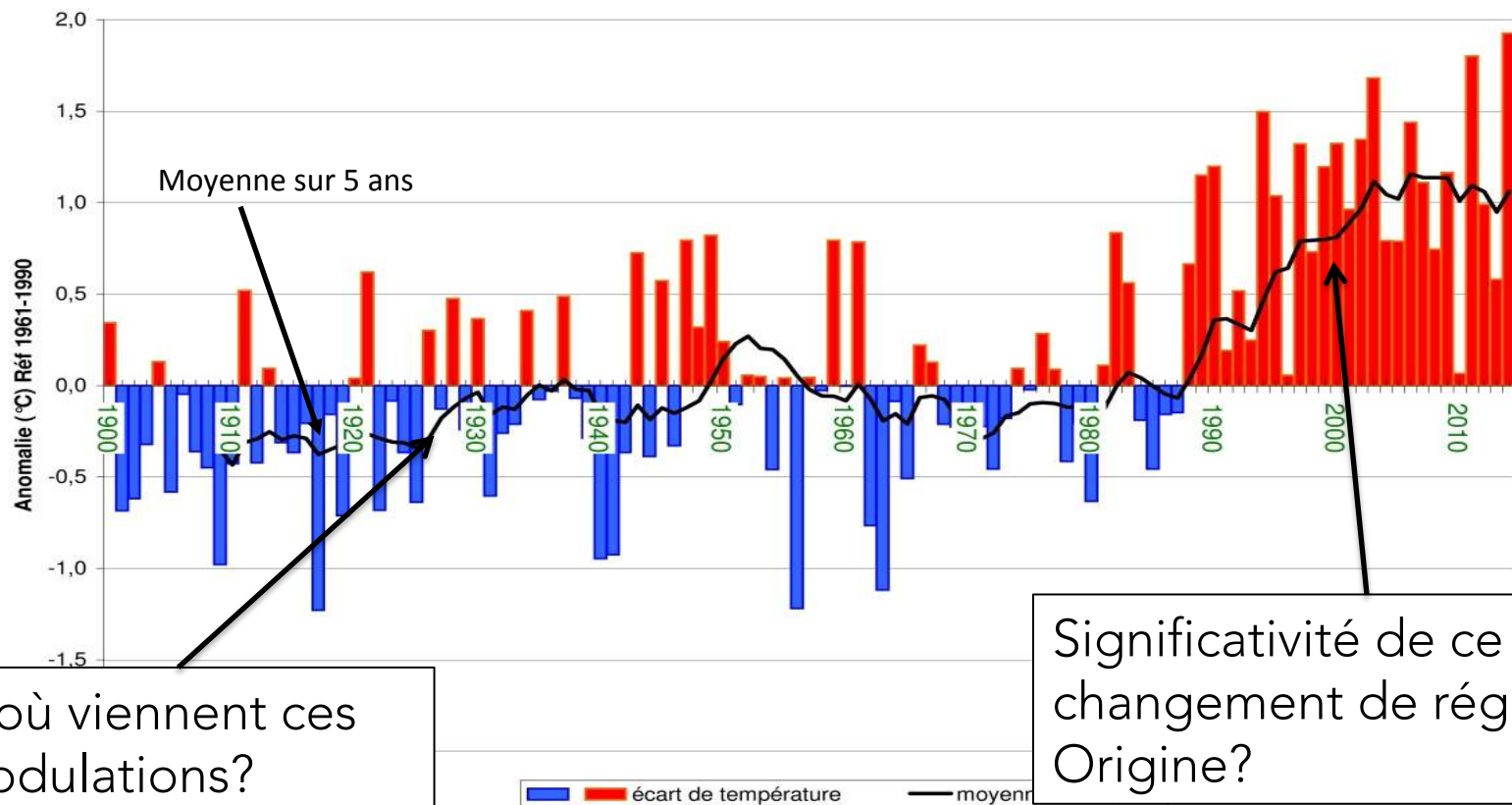
Histoire des températures en France





Institut
Pierre
Simon
Laplace

Histoire des températures en France

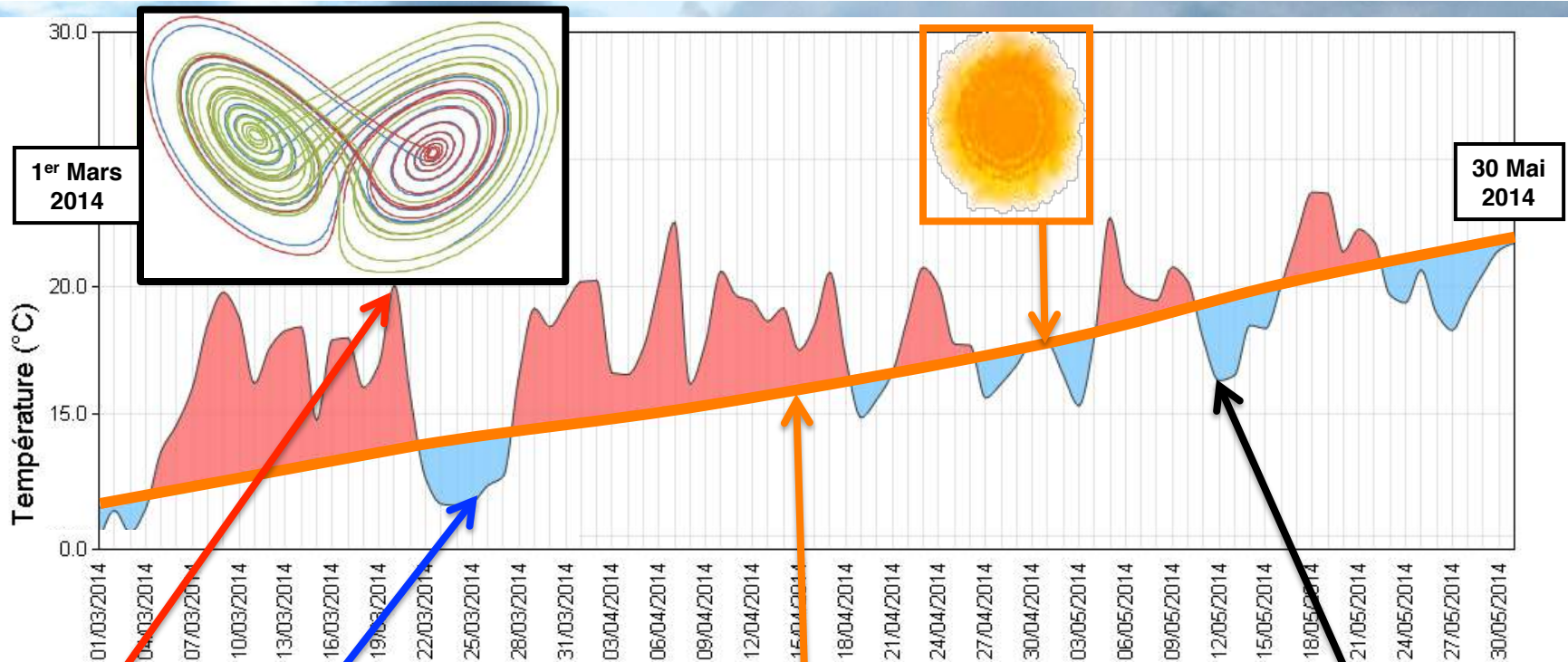


D'où viennent ces modulations?

Significativité de ce changement de régime?
Origine?

Variabilité: histoire d'un forçage et d'un papillon

Evolution des températures maximales quotidiennes en France du printemps 2014



Chaos météorologique:
Modulation par la
variabilité interne

+

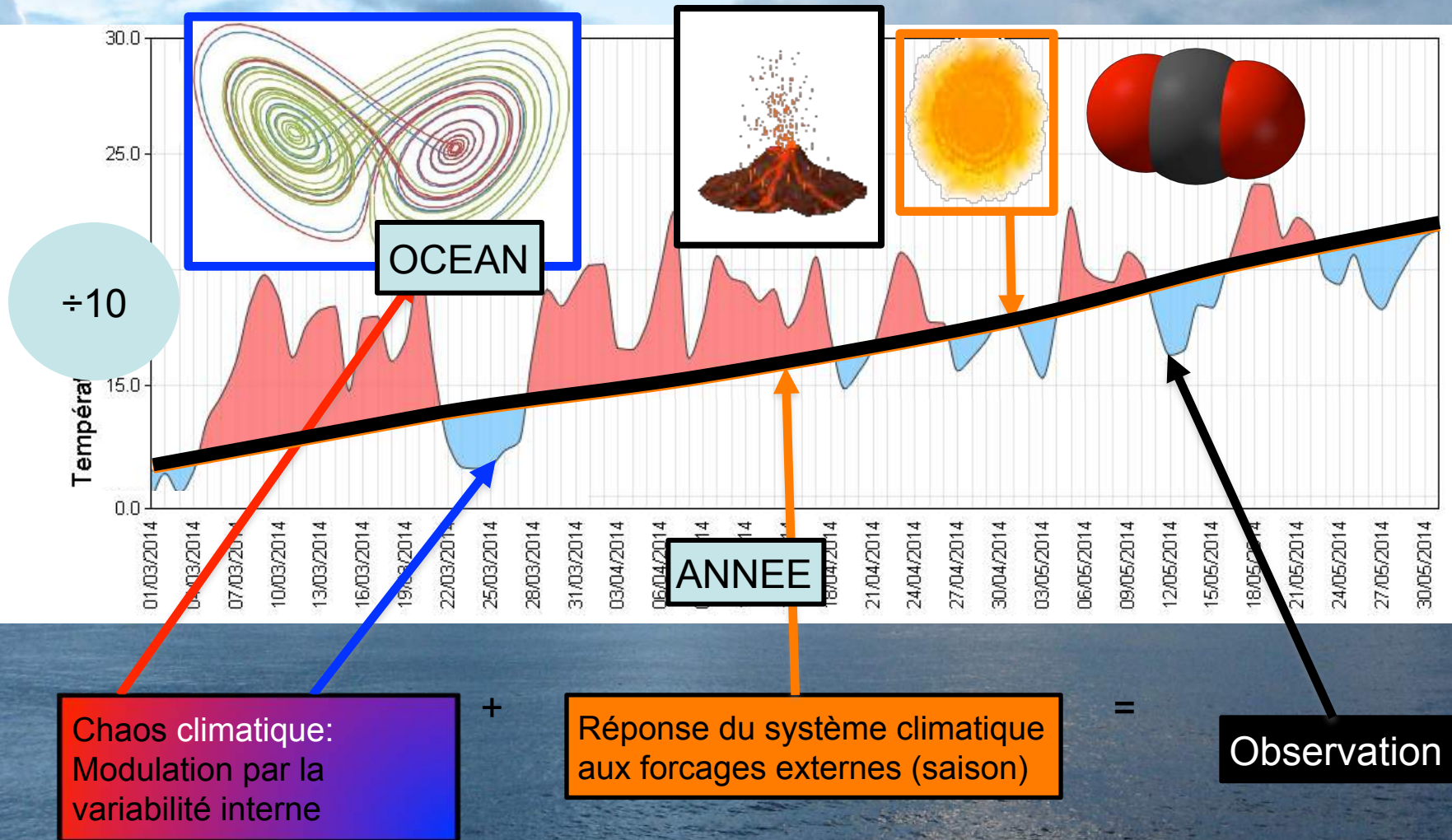
Réponse du système climatique
aux forçages externes (saison)
estimée sur une période de 30 ans

=

Observation

Variabilité: histoire de forçages et de papillons

Par exemple, anomalies annuelles de température annuelle globale



Qu'est-ce que le climat ?



C'est la moyenne du « temps » météorologique, pendant une saison, des années, siècles, millénaires

Le climat vous dit quels vêtements acheter,
La météo vous dit quels vêtements porter.

L'évolution récente du climat

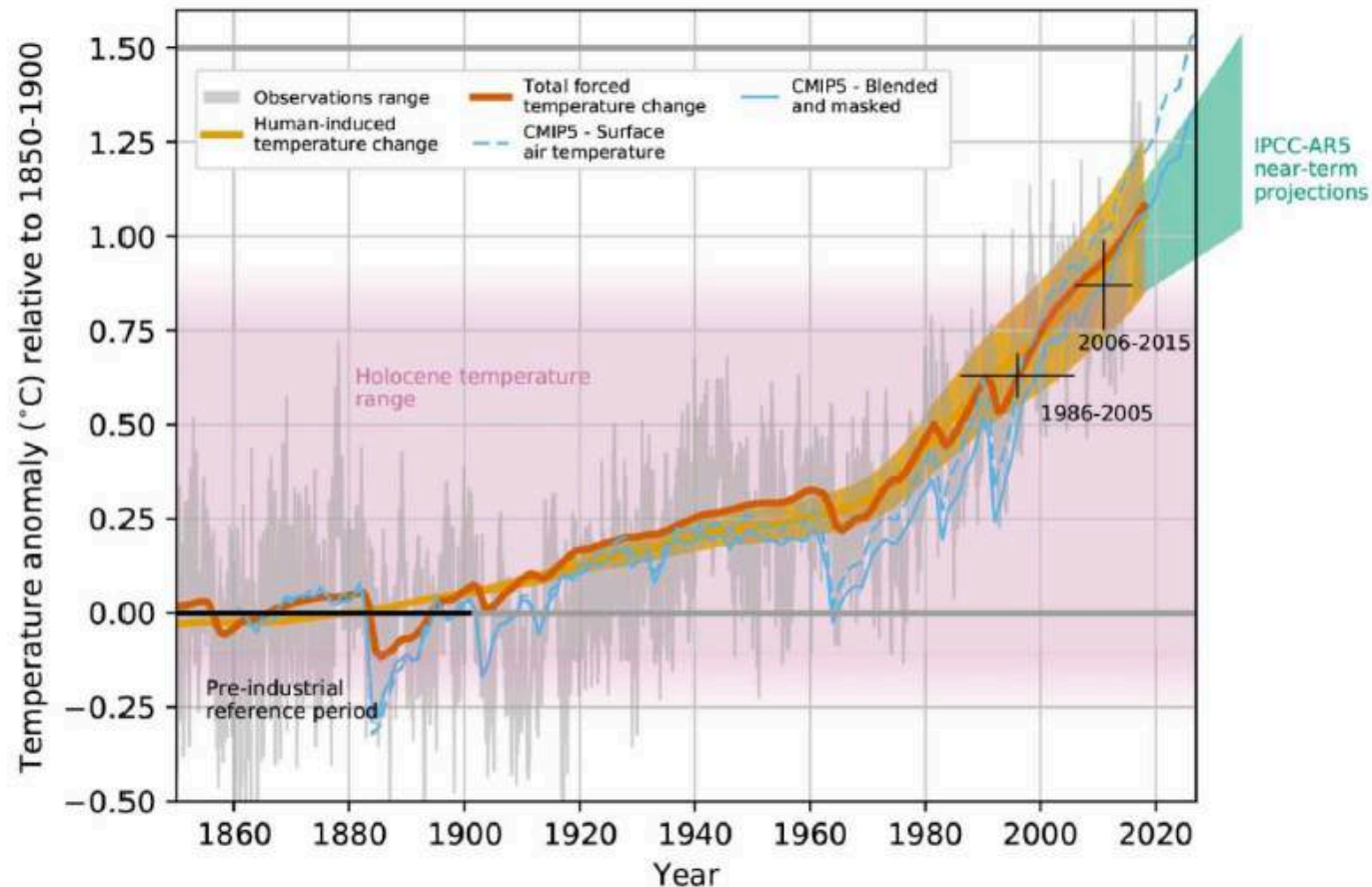
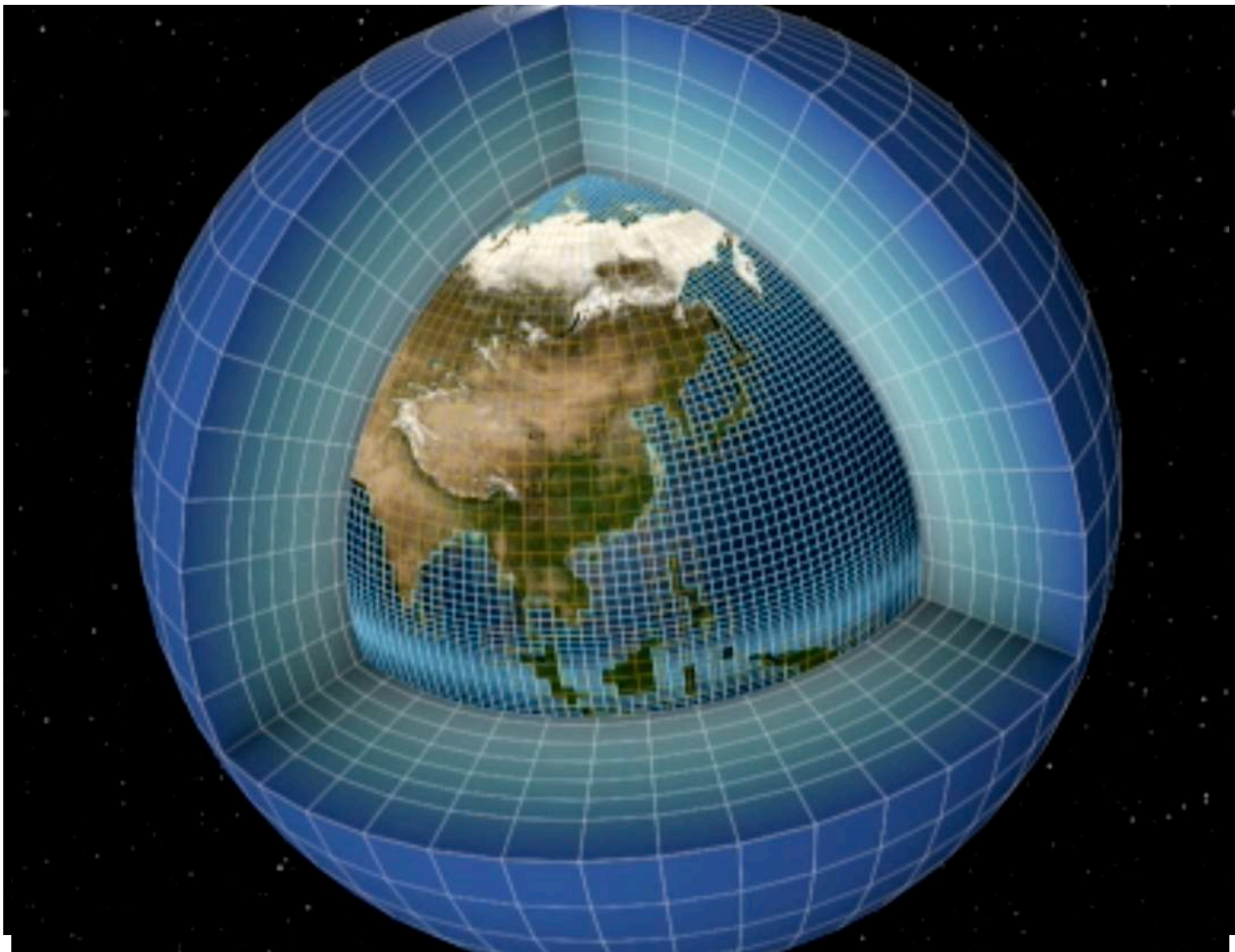


Figure 1.2: Evolution of global mean surface temperature (GMST) over the period of instrumental observations. Grey line shows monthly mean GMST in the HadCRUT4, NOAA, GISTEMP and Cowtan-Way datasets, expressed as departures from 1850–1900, with line thickness indicating inter-dataset range. All observational datasets shown represent GMST as a weighted average of near surface air temperature over land and sea surface temperature over oceans. Human-induced (yellow) and total (human- and naturally-forced, orange) contributions to these GMST changes

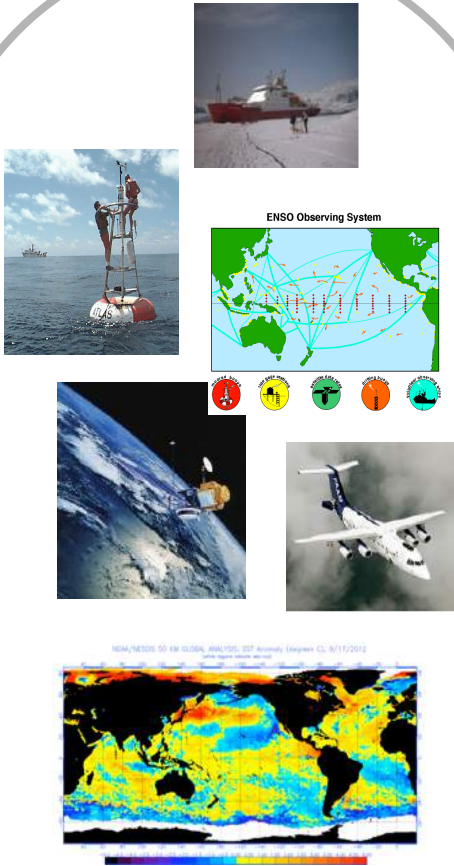
Les modèles de climat: simulateurs du système terre



Crédits: P. Brockmann et L. Fairhead (IPSL)

Les modèles de climat: simulateurs du système terre

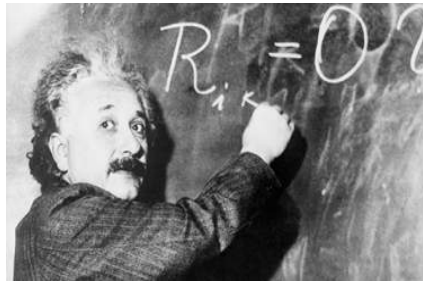
Observations



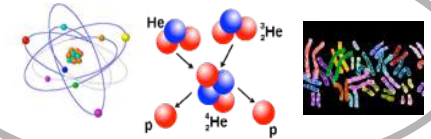
Programme informatique qui simule le climat

- outil de compréhension
- Explorer les futurs possibles

Scientifique



Lois de la physique,
chimie, biologie,...



$$\frac{\partial T}{\partial t} = -\nabla \cdot (T \mathbf{U}) + D^T + F^T$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = -\nabla \cdot (S \mathbf{U}) + D^S + F^S$$

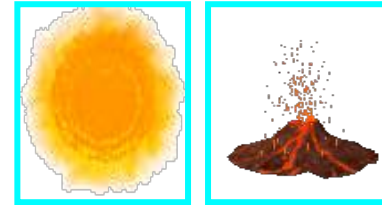
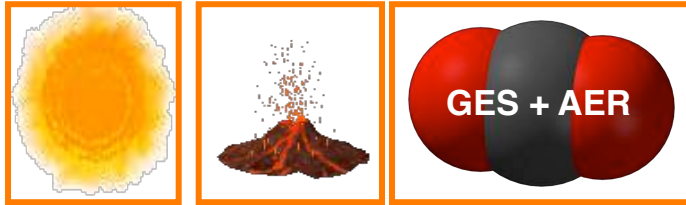
$$\rho = \rho(T, S, p)$$

Equations

Super calculateur

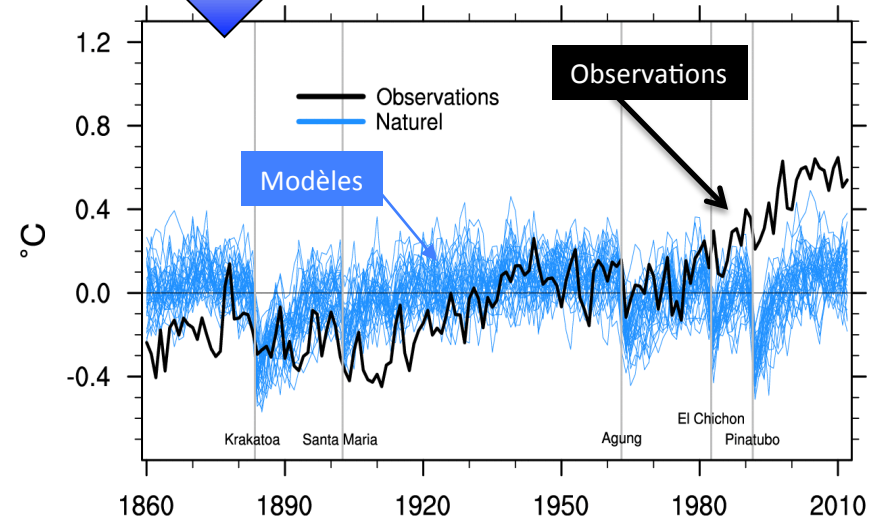
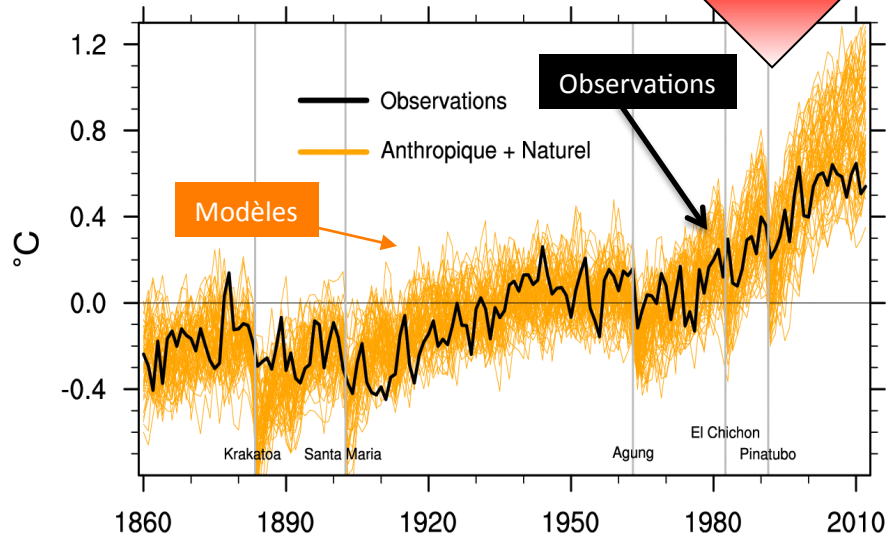


Origine du réchauffement récent



Tous les forçages = naturels + ceux liés aux activités humaines

Forçages naturels (soleil et volcans)



Le réchauffement observé depuis 1960 ne peut s'expliquer que par l'effet de l'activité humaine (rejets de gaz à effet de serre, déforestation,...)

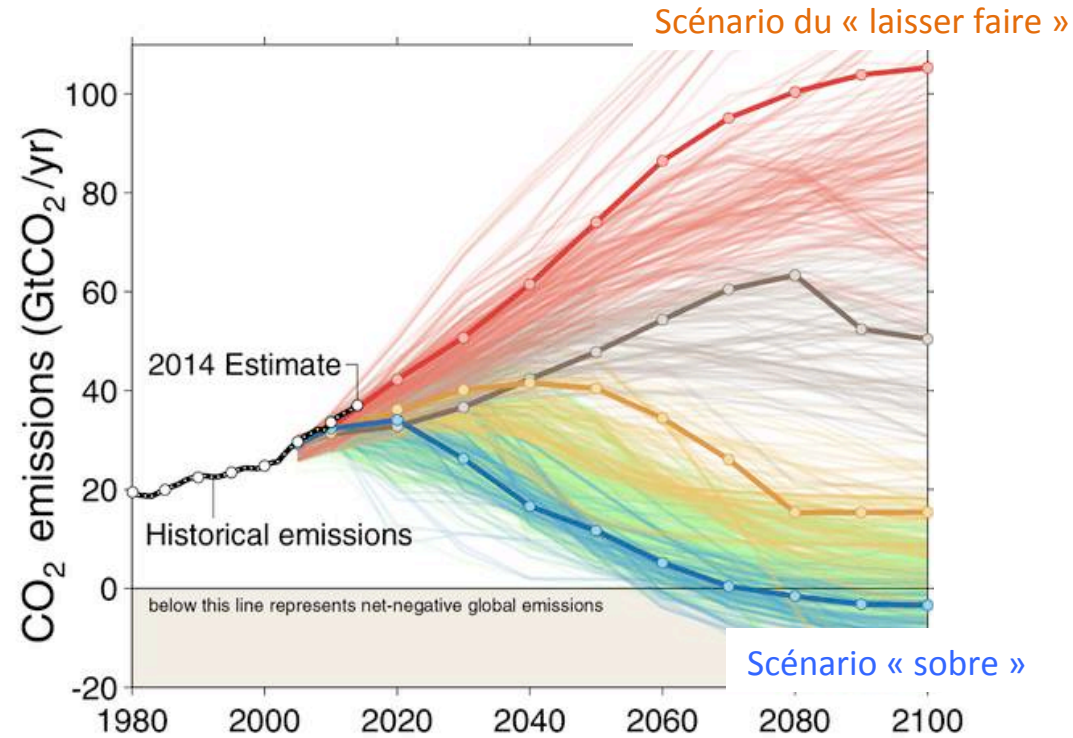
Voyage dans le futur

Prévision



Probabilité d'occurrence

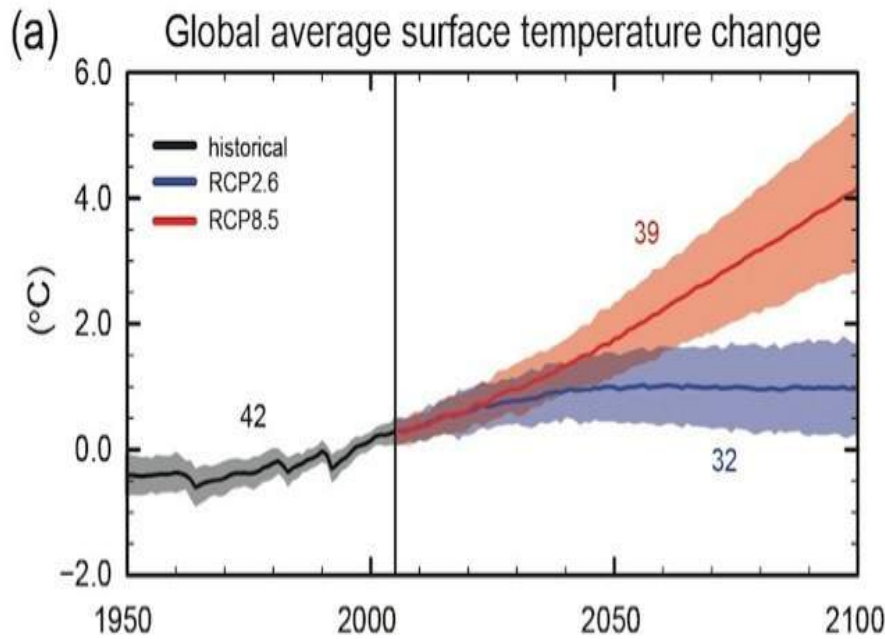
vs. Projection



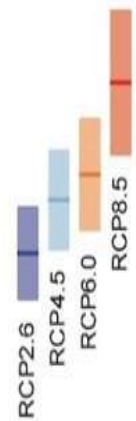
Probabilité d'occurrence, en fonction d'un scénario d'émission de gaz à effet de serre

Plusieurs niveaux de risque

L'avenir est entre nos mains



Mean over
2081–2100



On ne fait rien de significatif
(Scénario du laisser faire): + 3-5 C

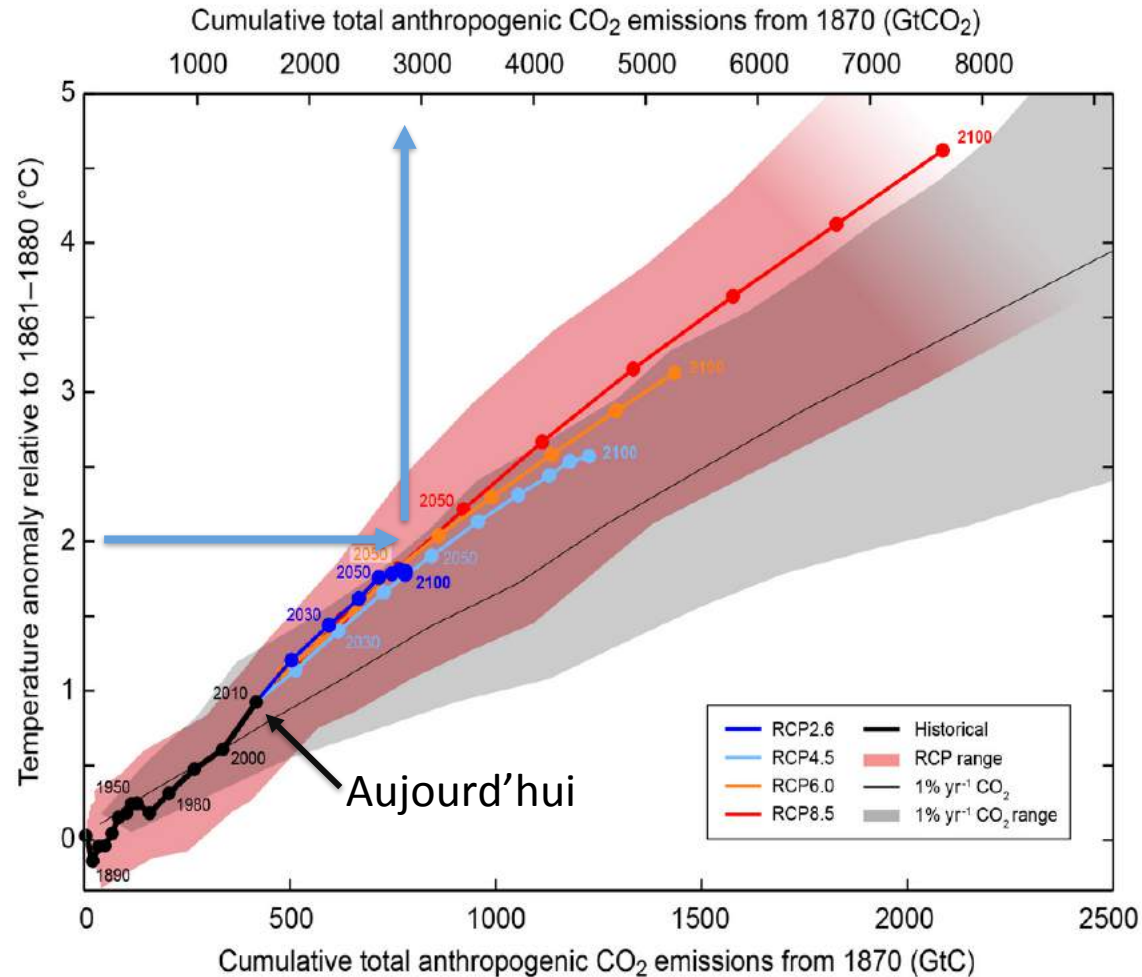
On agit de façon radicale
maintenant (Scénario sobre)
+ 0.9-2.3 C

GIEC (2013)



L'avenir est entre nos mains: émissions vs réchauffement

Relation simple entre émissions cumulées et réchauffement



Rester sous 2°C
demande de ne pas
émettre plus de 3000
Gt de CO₂

Nous en avons déjà
émis 2000 Gt

Il reste donc 1000 Gt à
émettre, soit 20% des
réserves connues de
charbon, pétrole et
gaz

Notre science dans l'actualité

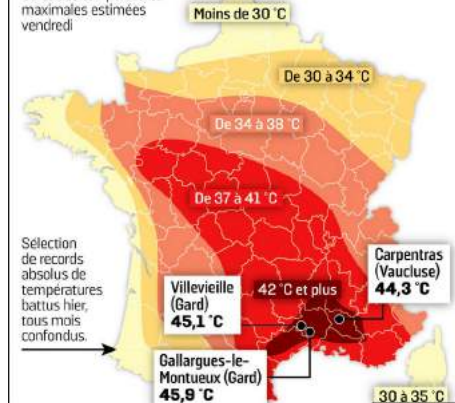
Labos point 15



COP21 • CMP11
PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

Encore des records battus

Carte des températures maximales estimées vendredi



Notre science dans l'actualité



COP21·CMP11

PARIS 2015

UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE




HAUT CONSEIL
pour le CLIMAT

Accord de Paris – ratifié en 2017.

Article 2: Les parties s'engagent à contenir d'ici 2100 le réchauffement climatique bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et si possible de poursuivre leurs efforts pour limiter la hausse des températures à 1.5°C.

Rapport 1.5 du GIEC – octobre 2018

Ne pas dépasser 1.5°C implique une baisse des émissions de 45% environ par rapport à 2010 d'ici 2030 , et une quasi-neutralité carbone en 2050.



1^{er} rapport en juin 2019: Les objectifs fixés ne sont pas atteints sur 2015-2018 et la réduction des émissions est 2 fois trop lente pour la réalisation de ces objectifs.

“What's the use of having developed a science well enough to make predictions if, in the end, all we are willing to do is stand around and wait for them to come true ?”

Sherwood Rowland, *Nobel Laureate 1995, CFCs and ozone*
(quoted by Gavin Schmidt, *first AGU Climate Communication Prize, 2011*)

Octobre 2018: le groupe Climaction du LOCEAN

Un groupe de formation interne pour apprendre à communiquer sur le climat

Un groupe de travail autour de notre empreinte carbone et nos pratiques de recherche

Une AG IPSL pour évaluer les volontés des chercheurs et les pistes de travail

-> mandat de la direction de l'IPSL pour une feuille de route sur la réduction de nos émissions

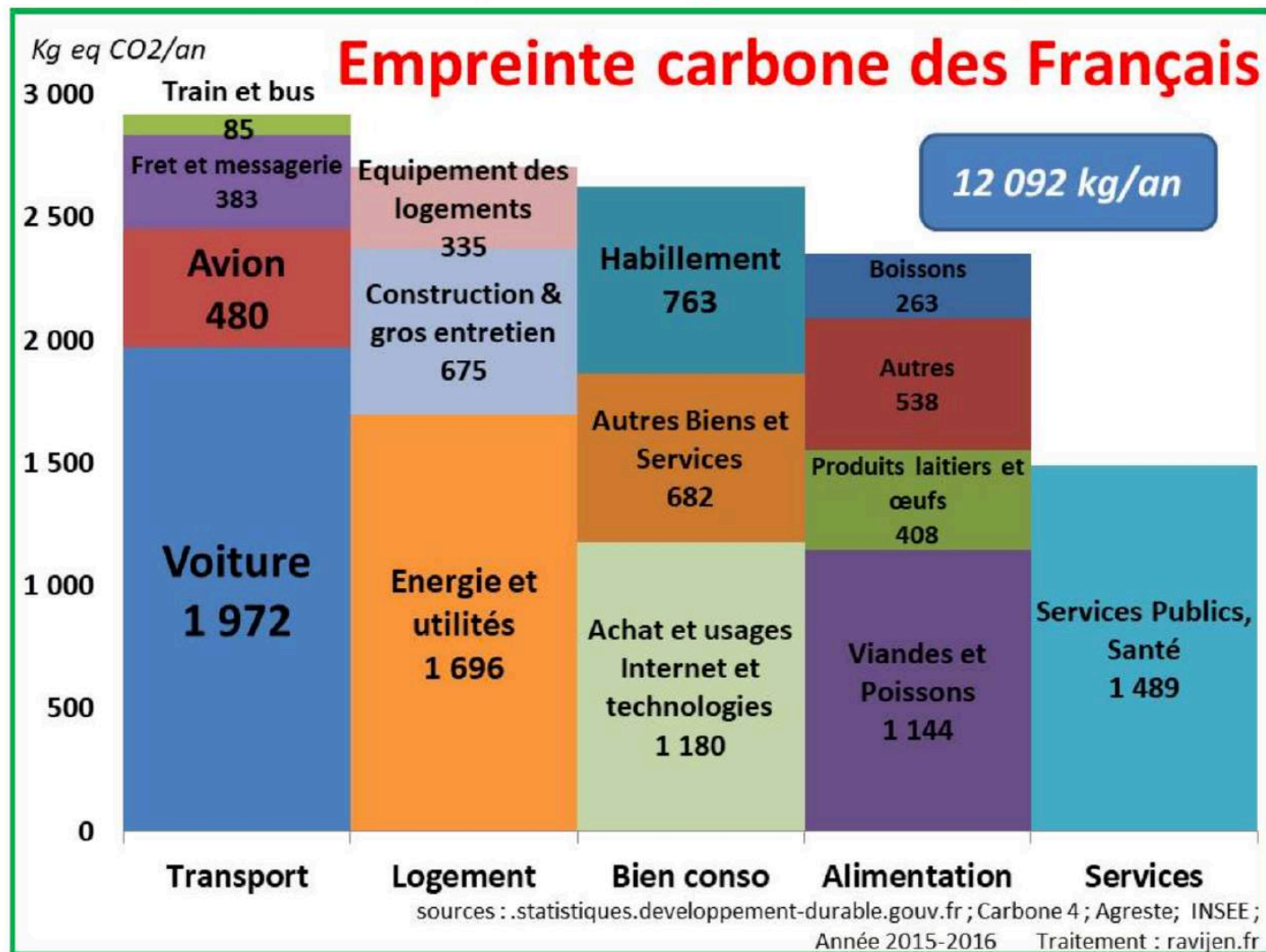
Une retraite de 2 jours (novembre 2019) pour faire émerger des propositions et alimenter cette feuille de route.

L'empreinte carbone

- L'empreinte carbone d'une activité humaine est une mesure des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique
- Elle dépend des facteurs d'émissions de intrants liés à cette activité, et en particulier des facteurs d'émission des sources d'énergie utilisées
- Elle s'exprime en CO₂e
- Cet indicateur ne concerne que l'impact climatique, et pas l'épuisement des ressources, la pollution, ou la destruction des milieux et de la biodiversité -> Empreinte écologie

L'empreinte carbone des français

12 Tonnes de CO2 par Français ! (en moyenne)



Exemple de calculateur en ligne: <http://avenirclimatique.org/micmac/index.php>

L'empreinte carbone du LOCEAN?

175 personnes (chercheurs, étudiants, personnel)

Tutelles CNRS, IRD, SU, MNHN

Spécificités de nos activités:

- Campagnes en mer

- Modélisation du climat

- Voyages dans les ays du sud (IRD)

L'empreinte carbone du LOCEAN ?

Ce qui été pris en compte:

Déplacements (train et avion), sur crédits labo
campagnes en mer

Consommation super-calculateurs

Déjeuner des chercheurs

Locaux (amortissement infrastructure, chauffage, mobilier, travaux, entretien)

Matériel (téléphonie, informatique, imprimantes, papier)

moyens analytiques (laboratoires chimie)

Mails,

Déchets

Ce qui n'a pas pris en compte:

Déplacements non payés sur crédits labo

Utilisation de produits d'observation satellite

Matériel de labo

Plateaux repas, buffets lors de réunion

Internet

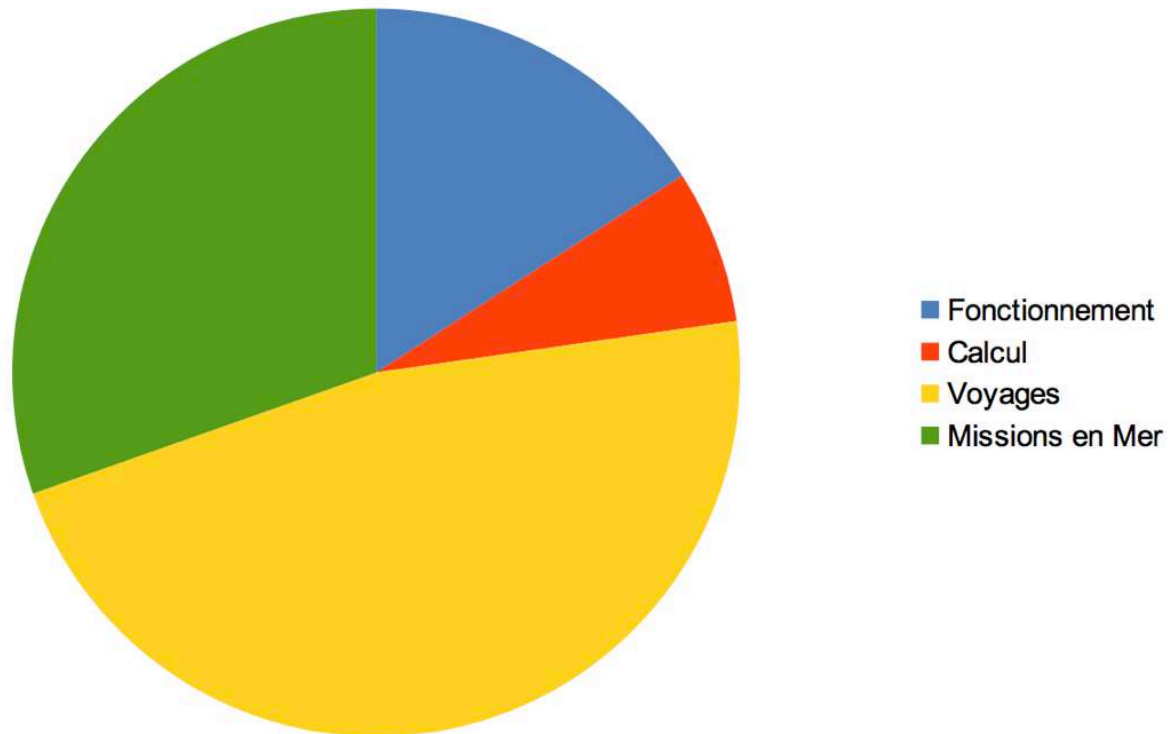
Trajets travail-domicile

L'empreinte carbone du LOCEAN

Bilan:

L'empreinte totale est de 1579 tCO₂e (9 tCO₂e/pers)

Les deux postes principaux sont les voyages et les missions en mer



Missions : éléments de méthodologie

- L'information est plus ou moins difficile à obtenir. Facile pour l'IRD par MAPS, plus difficile pour le CNRS et SU. Dans ce cas, il faut demander aux tutelles de demander l'info aux voyagistes.
- Si le moyen de transport n'est pas accessible, hypothèse 700 km en train, plus en avion. Pas très sensible à l'hypothèse (<5%).
- Train : 30 g CO₂e/km ; avion : 210 g CO₂e/km pour longue distance (> 3000 km) et 290 gCO₂e/km pour autre. Fourchette assez conservative pour l'avion.
- Pour l'avion, les facteurs d'émission vont de 200 g CO₂e/km pour les gros porteurs long-courrier à 450 g CO₂e/km pour les petits porteurs courte-distance
- Utilisation d'outils python fournis par le collectif labos1.5

L'empreinte carbone du LOCEAN

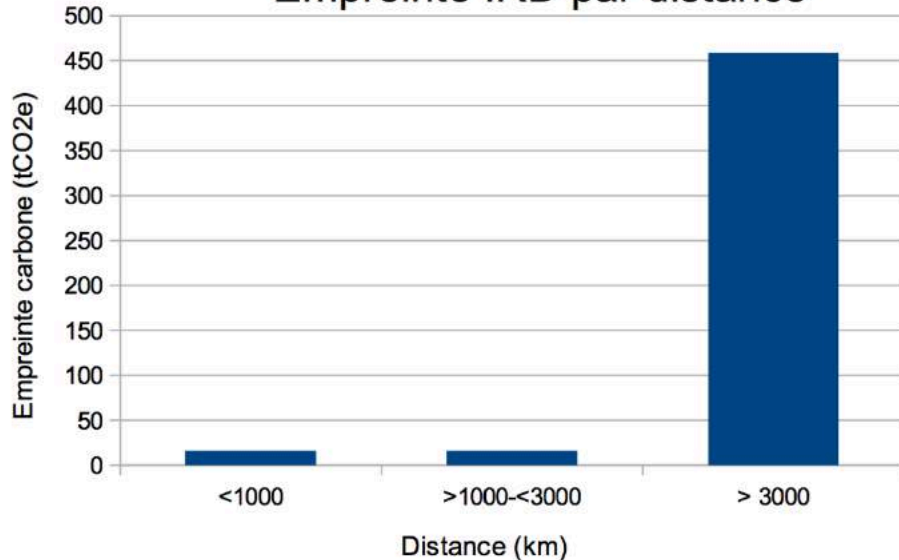
Mission IRD+CNRS+SU

616 voyages en avion, 677 voyages en train

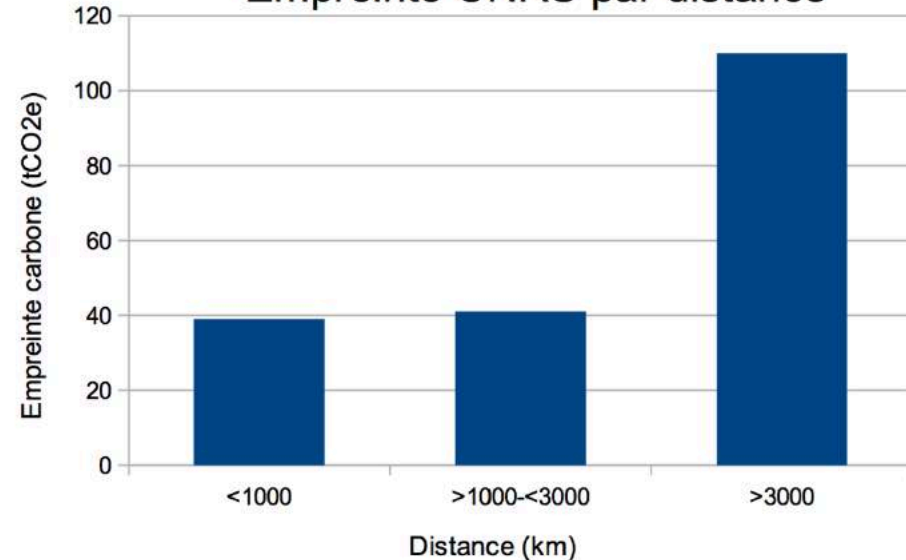
Empreinte carbone 740tCO₂e, dont 720tCO₂e pour l'avion

80% de l'empreinte est liée aux voyages moyenne et longue distance

Empreinte IRD par distance

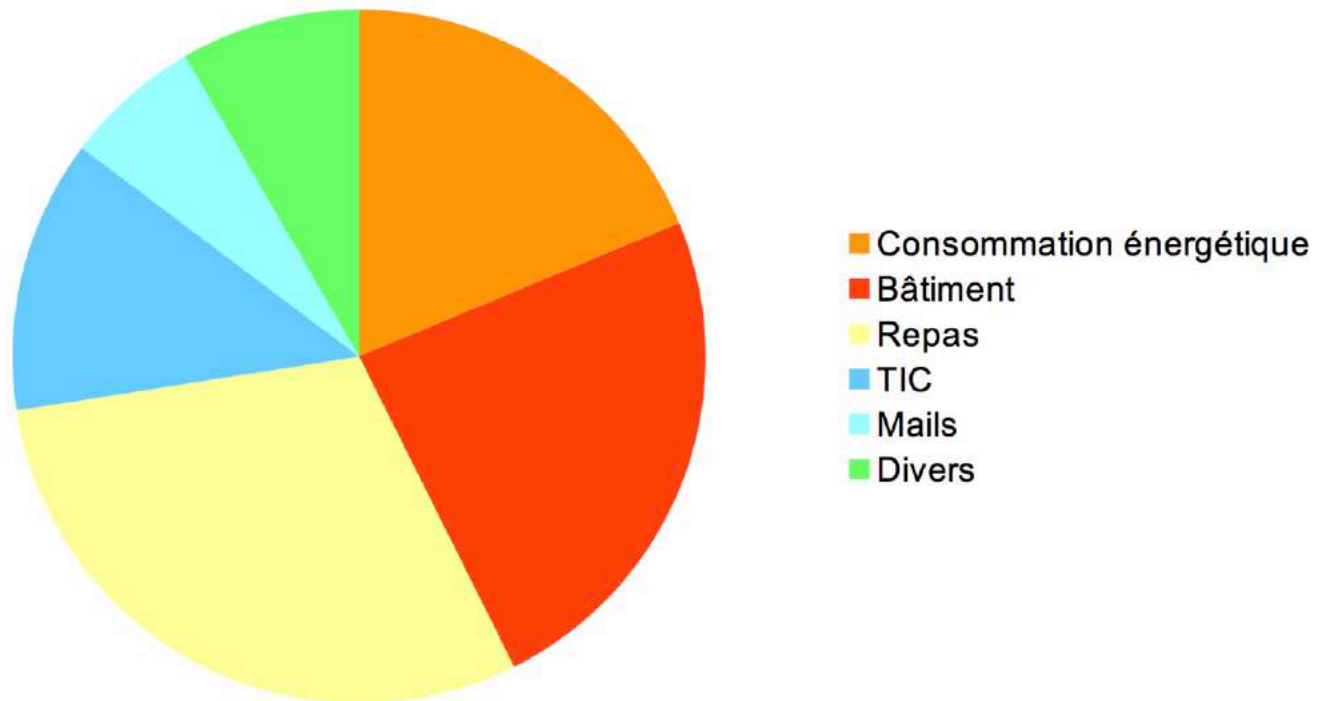


Empreinte CNRS par distance



L'empreinte carbone du LOCEAN

Fonctionnement: distribution par poste



Calcul intensif

- Quantification du calcul intensif sur les trois centres nationaux (TGCC, IDRIS et CINES) et sur le mésocentre de l'IPSL
- Inclut le calcul en lui-même, le stockage et le refroidissement
- Estimation pour l'ensemble de l'IPSL, puis part LOCEAN calculée à partir de sa contribution numérique (12 % des personnels IPSL)
- IPSL = 200 millions d'heures de calcul (moitié pour CMIP6), soit une empreinte totale de 872 tCO₂e. Pour le mésocentre, c'est 54 tCO₂e.
- **Empreinte totale du calcul pour le LOCEAN : 108 tCO₂e**

Et alors?

Réflexions et lignes directrices pour la suite

- Les gros postes pointent vers deux spécificités importantes du labo: le partenariat avec le Sud et les campagnes en mer
- Une AG IPSL pour évaluer les volontés des chercheurs et les pistes de travail, suite à un questionnaire autour des motivations et de l'état de conscience de chacun.
-> mandat de la direction de l'IPSL pour une feuille de route sur la réduction de nos émissions
- Une retraite de 2 jours (novembre 2019) pour faire émerger des propositions et alimenter cette feuille de route.

Un objectif de moyen terme de -50% en 2030?

- Il s'agit de la transition que notre communauté appelle à mener, et c'est notre part dont on discute ici.
- La réduction de nos empreintes n'est pas vue comme une fin en soi ... et tout ne peut pas se jouer à cette échelle
- S'appuyer sur nos savoirs-faire et démarches scientifiques (quantification de nos empreinte, "expérience de transition").
- S'appuyer sur l'esprit collectif et contribuer à le renforcer (cercle vertueux pour la réduction de l'empreinte)
→ rôle des Conseils de Laboratoire, liens au sein de l'écosystème des acteurs en transition, dialogue avec les tutelles ...
- Protéger les personnels et la science dans cette adaptation (évolution des critères d'évaluations/recrutements; faire émerger des "domaines/activités protégés")
- Appui d'un chargé chargé de mission "transition IPSL" (chiffrage, veille, accompagnement, dialogue avec les tutelles/Labos1.5/...)

Pour aller plus loin



www.ipcc.ch



<https://labos1point5.org>



<https://climactions.ipsl.fr>