

# Changements climatiques, quels enjeux pour demain

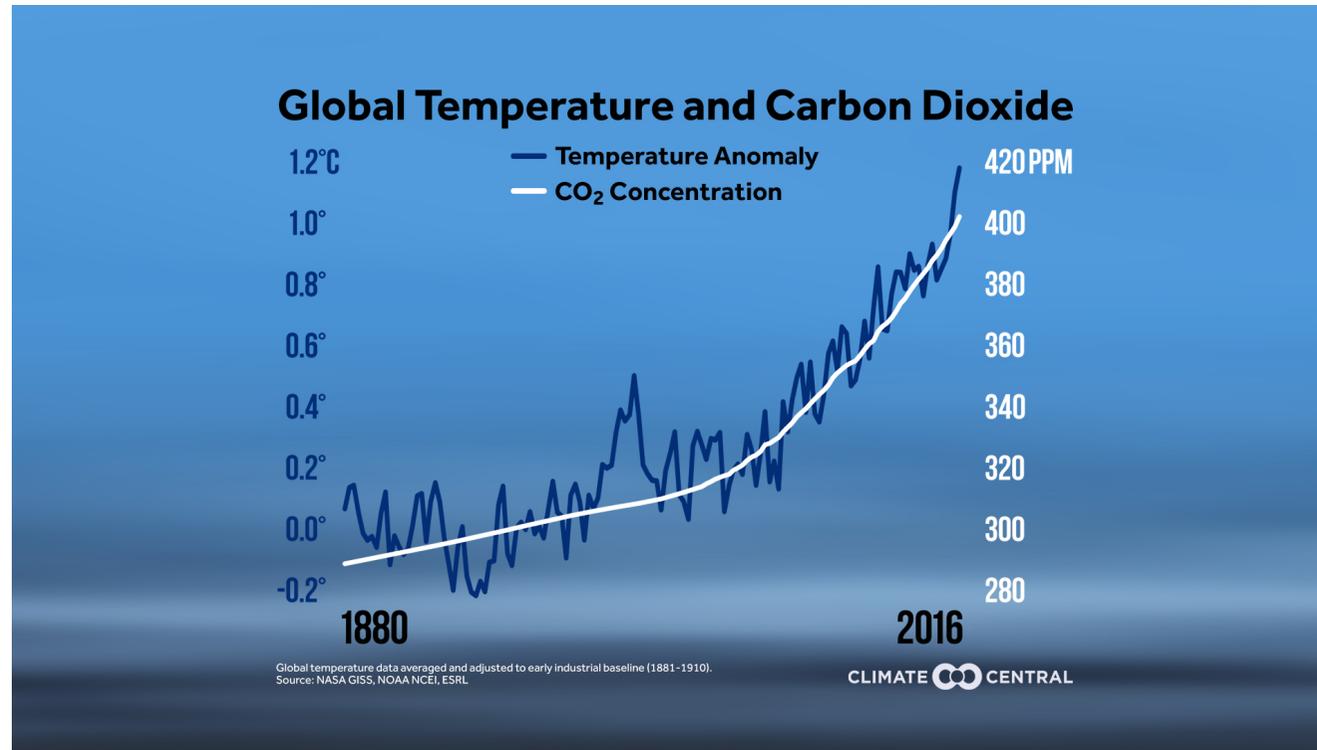


**Joël Guiot  
DR CNRS**

**CEREGE, Aix-en-Provence**

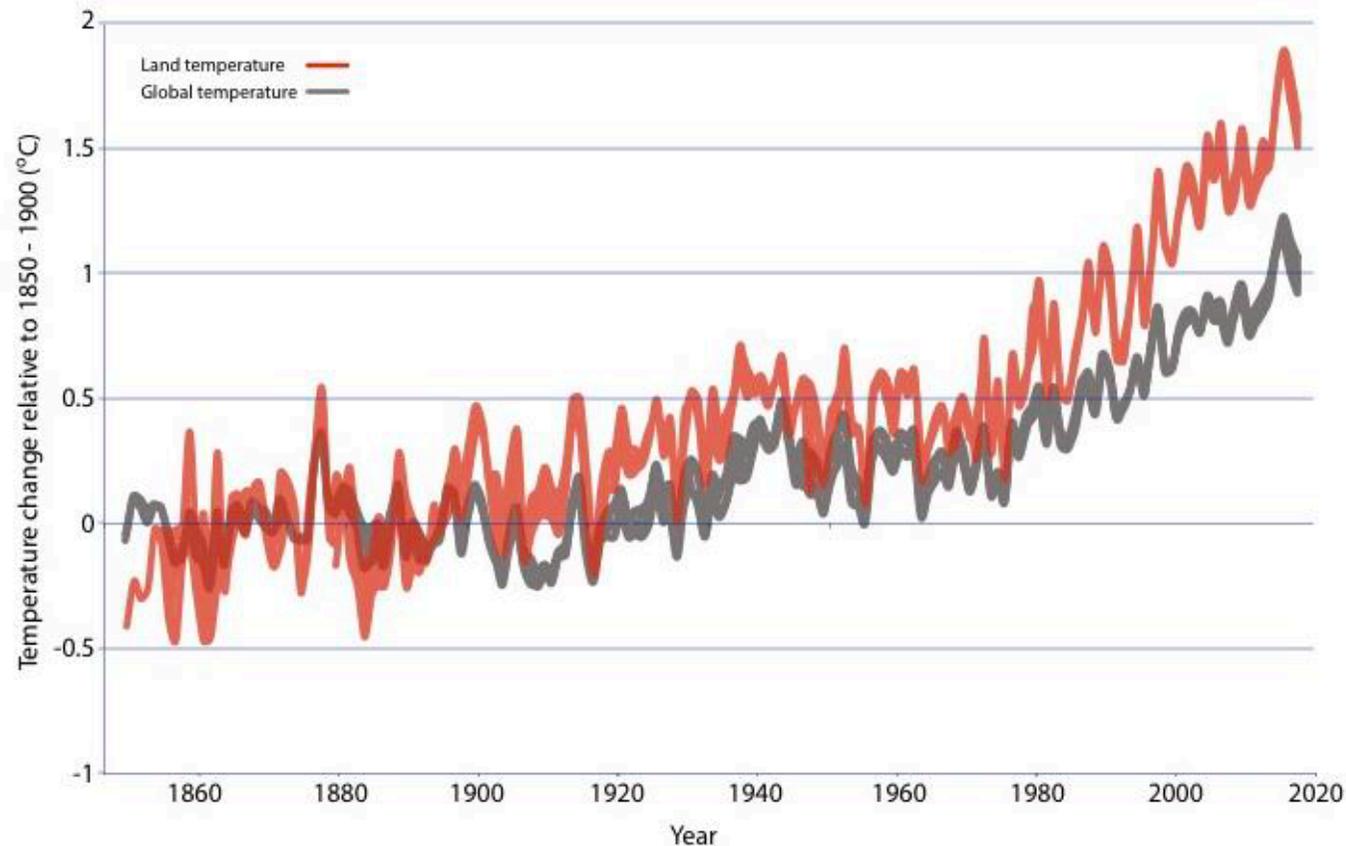
Mer de Glace, août 2019  
Alain Mazaud

# Le réchauffement global depuis 1880



- 2016 année la plus chaude – 2015, 2016, 2017, 2018 les 4 années les plus chaudes
- la T°C globale à dépassé les 1°C
- Début mai 2019, la teneur en CO2 de l'atmosphère a atteint un record 414 ppm, selon l'Observatoire de Mauna Loa, à Hawaï.

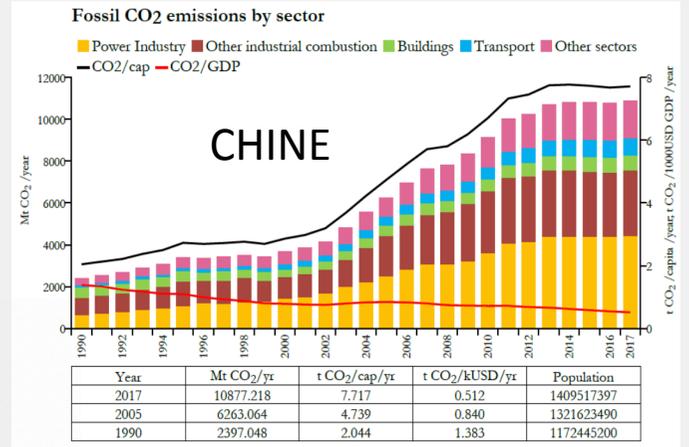
# Les continents se sont déjà réchauffés de 1.5°C



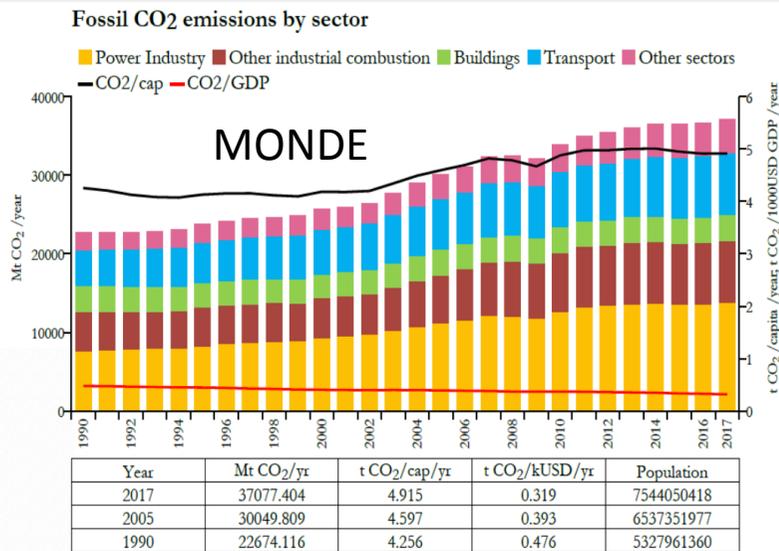
Les continents (en particulier les hautes latitudes) se réchauffent plus que les océans  
Cela s'accélère depuis les années 1980  
Alors qu'en moyenne globale (océans+continents) on vient de passer les 1°C de réchauffement,  
les continents viennent de passer les 1.5°C

# Le responsable: les activités humaines qui rejettent de plus en plus de carbone dans l'atmosphère

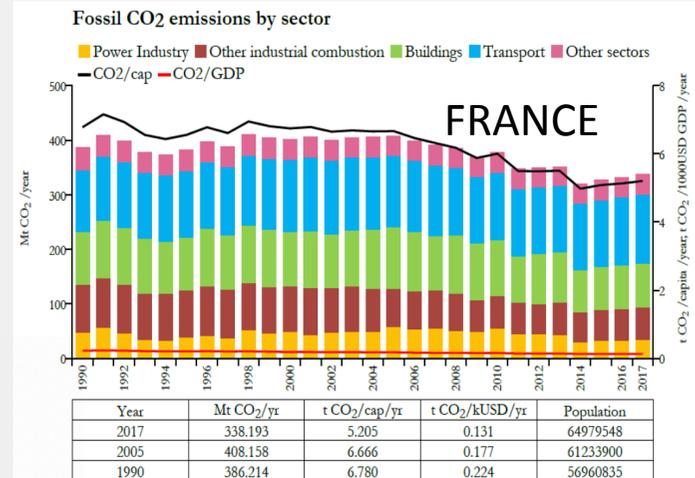
L'industrie est l'émetteur principal (à cause des énergies fossiles). En France c'est plutôt les transports (l'industrie a tendance à diminuer). Les changements d'occupation des sols jouent également un rôle (artificialisation des sols, agriculture, déforestation)



Emissions CO2 par secteurs Chine 1990 2017, source Commission Européenne

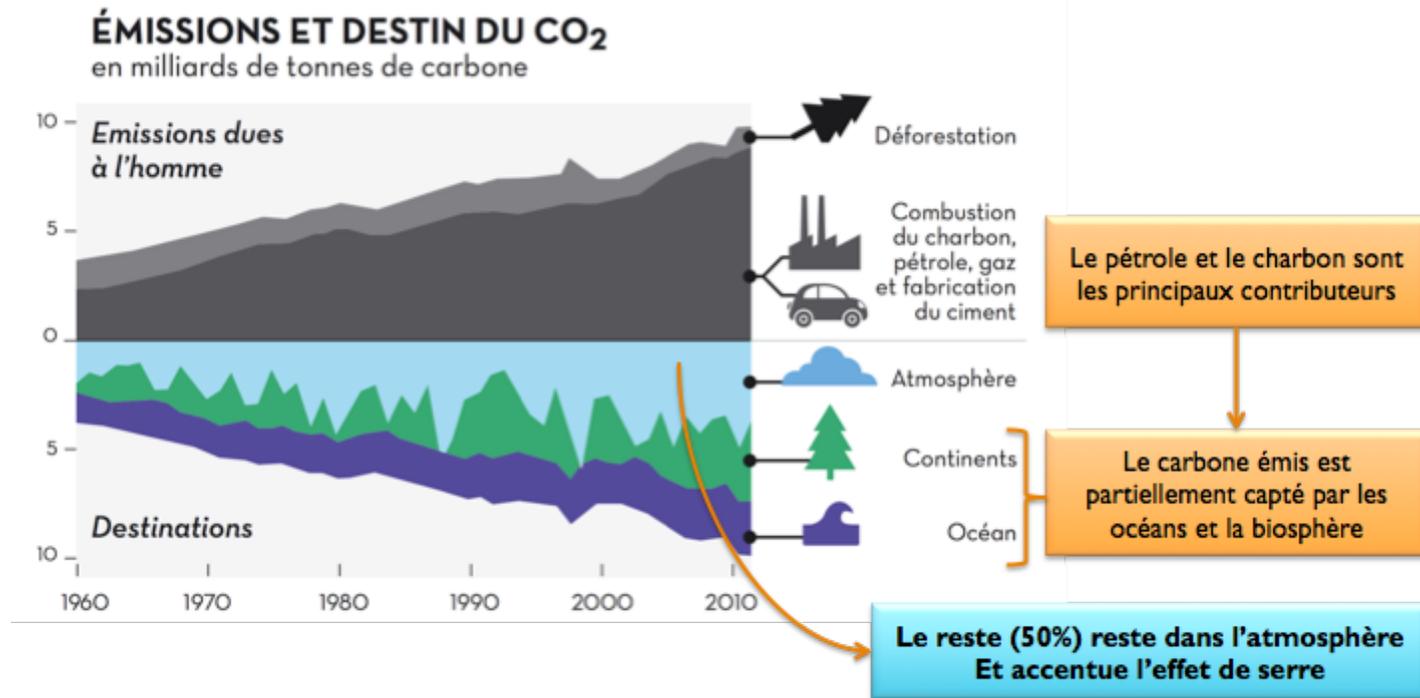


Emissions mondiales de CO2 provenant de carbone fossile (charbon, gaz, pétrole et fabrication du ciment). 1990 / 2017 source JRC Commission Européenne, rapport 2018.



Emissions CO2 par secteurs France 1990 2017, source Commission Européenne

# Les sources et les puits principaux du CO<sub>2</sub>



26 janvier 2016/ Marseille

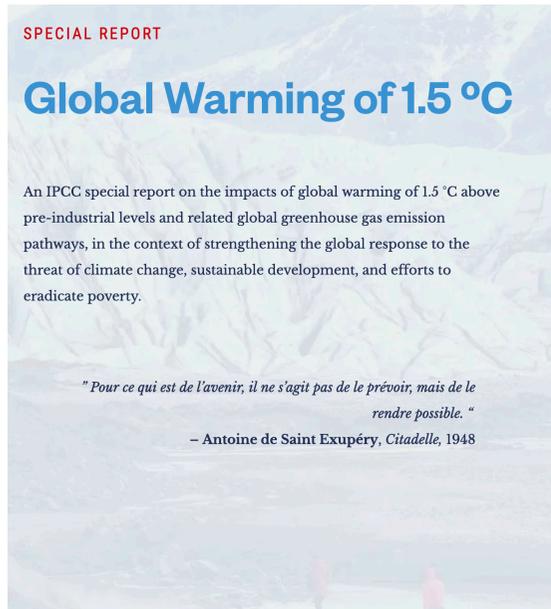
35

Les principales sources de CO<sub>2</sub> sont la consommation d'énergie fossile, la fabrication du ciment et la déforestation. Les principaux puits de CO<sub>2</sub> sont l'océan et la biosphère. La différence (en bleu clair) reste dans l'atmosphère

# Trois rapports spéciaux du GIEC commandés par l'ONU

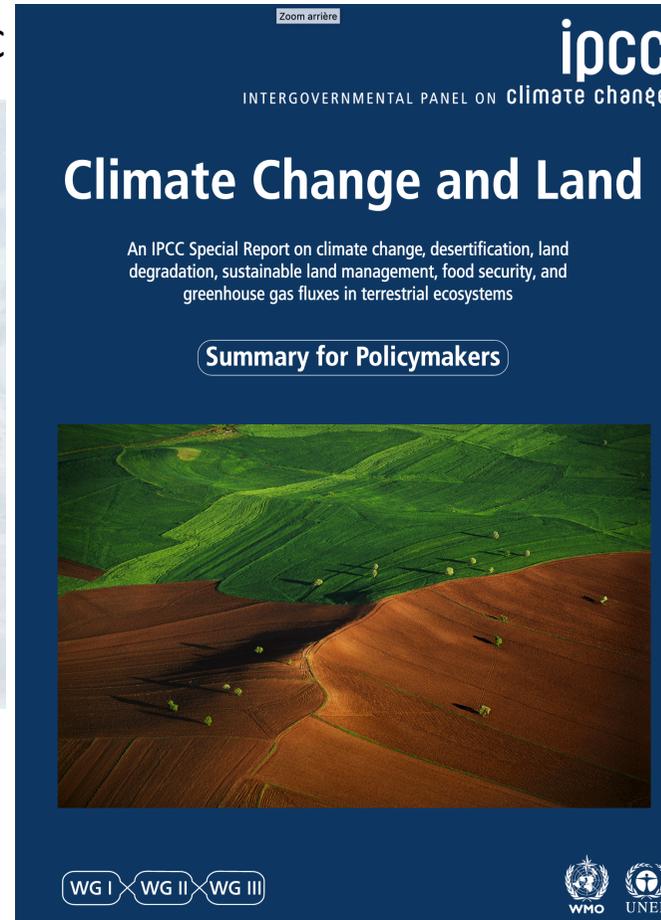
## SRLand: Terres émergées

SR1.5: Réchauffement de 1,5°C



91 scientifiques de  
40 pays  
Octobre 2018

1,5°C serait atteint vers  
2040  
Mais il est physiquement  
possible de ne pas le  
dépasser



107 scientifiques de 52 pays  
Aout 2019

SROCC: Océan et régions englacées



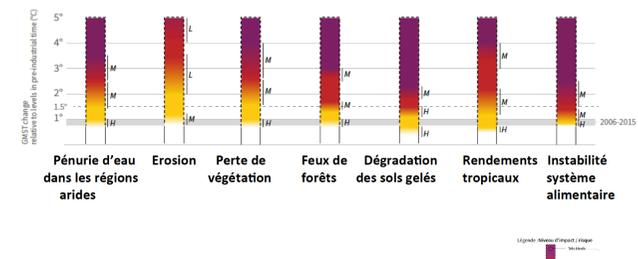
100 scientifiques de 30 pays  
Septembre 2019

# Les écosystèmes terrestres et les changements climatiques

- Les écosystèmes terrestre absorbent 22% des émissions anthropiques de CO<sub>2</sub>
- Un quart des terres sont dégradées, trois-quarts sont exploitées, les systèmes alimentaires contribuent pour 25 à 30% des émissions
- Depuis 1961,
  - l'utilisation des fertilisants a été multipliée par 8
  - Volume d'eau pour l'irrigation a doublé
  - Bois récolté a augmenté de 50%
- Les sols et la végétation seront moins performants pour le stockage de carbone avec des températures plus élevées



Risques pour les sociétés humaines et pour les écosystèmes liés aux processus de changements des terres induits par le changement climatique

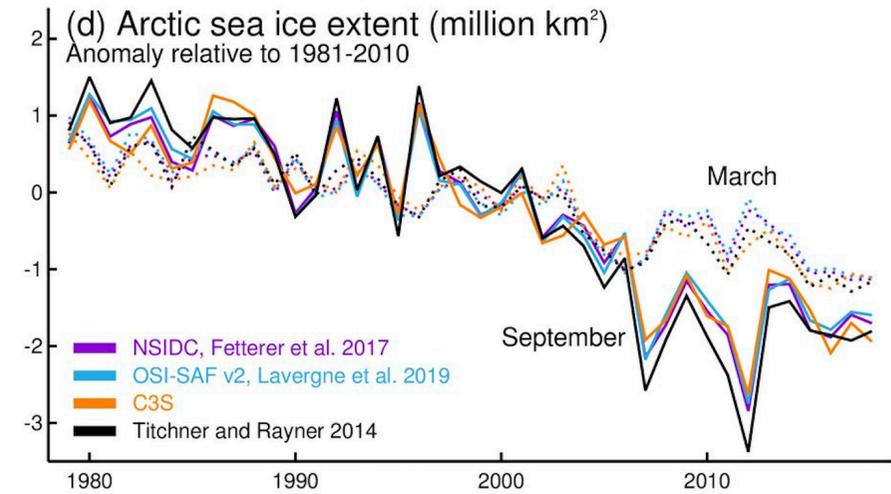
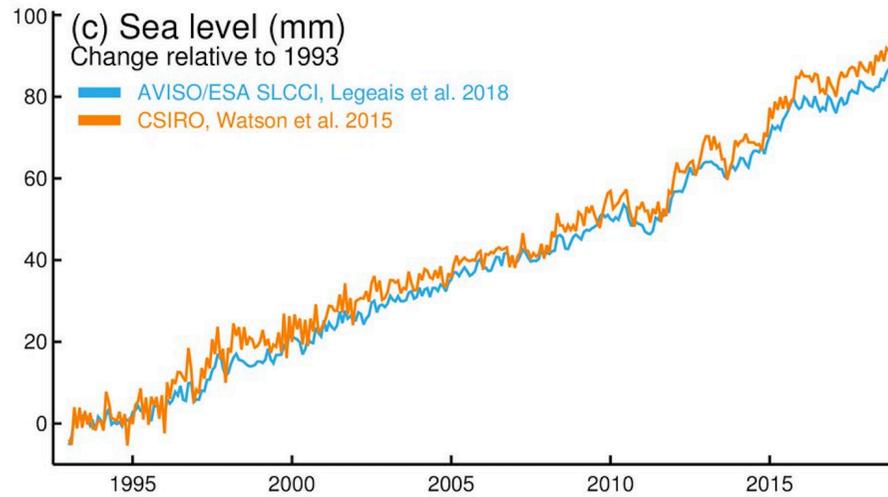


# L'océan, tampon et victime

- L'océan a récupéré 90% (depuis 1970) de la chaleur produite par l'augmentation des gaz à effet de serre
- L'océan stocke 25% du CO<sub>2</sub> chaque année
- Depuis 1993, le réchauffement de l'océan a doublé
- Déplacement des espèces marines depuis 1952=  $5,2 \pm 3,2$  km/an en surface,  $2,9 \pm 1,6$  km/an en profondeur
- Par l'absorption du CO<sub>2</sub>, l'océan s'est acidifié et a perdu de l'oxygène (perte de nutriments)
- Blanchiment du corail, impacts sur les organismes à coquille calcaire



# Le niveau des océans et la glace de mer



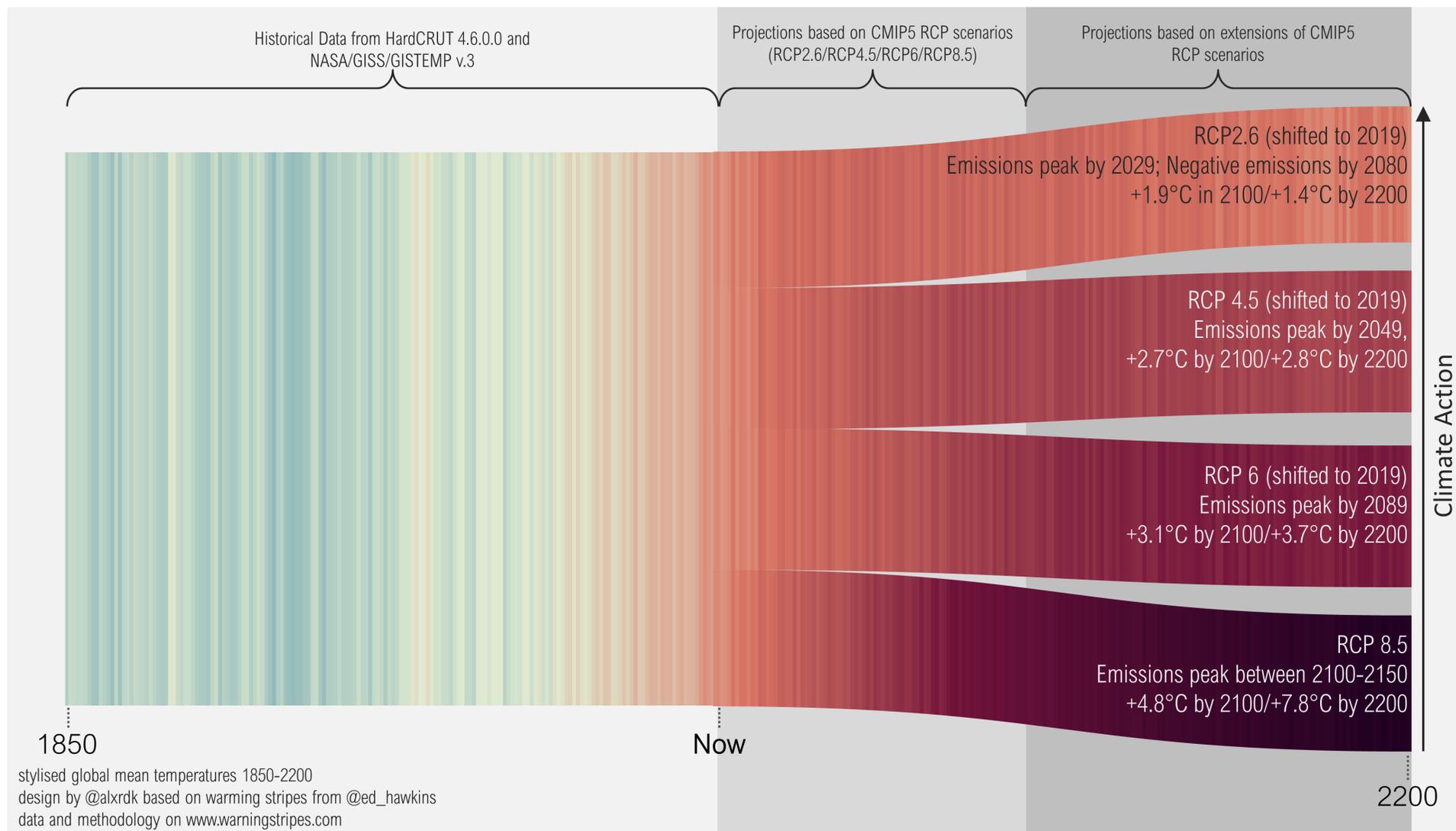
\*  $17 \pm 3$  cm/siècle  
sur 1901-2010  
 \*  $32 \pm 4$  cm/siècle  
sur 1993-2010  
 (moitié expansion  
thermique, moitié de la  
fonte des glace)



\* Fin d'été perte de 40%  
(sur 7 M km<sup>2</sup>) depuis 1980  
 \* Epaisseur glace arctique  
1,25 m vs 3.5 m en 1975



# Evolution de la température selon la vigueur de notre action d'atténuation





# Les impacts et risques au niveau local

**Le GREC-Sud**

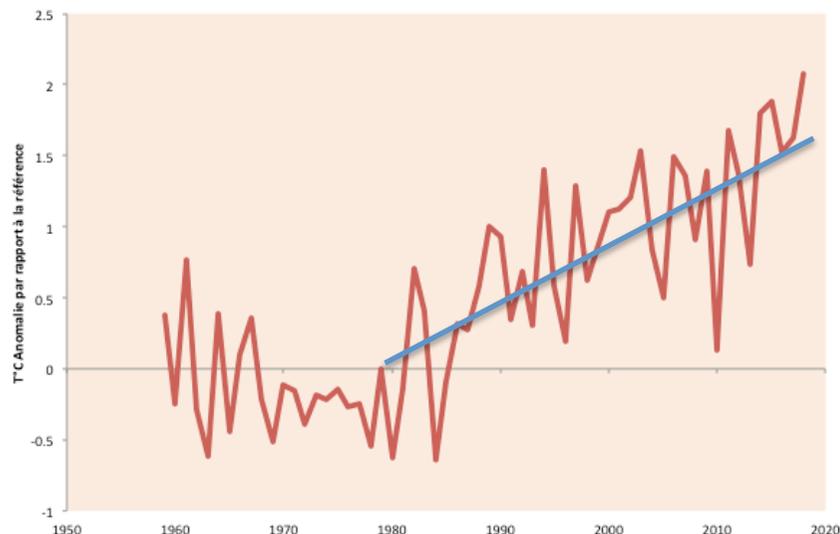
<http://www.grec-sud.fr>

# Le Groupe Régional d'Expert sur le Climat en Région Provence-Alpes-Côte d'Azur



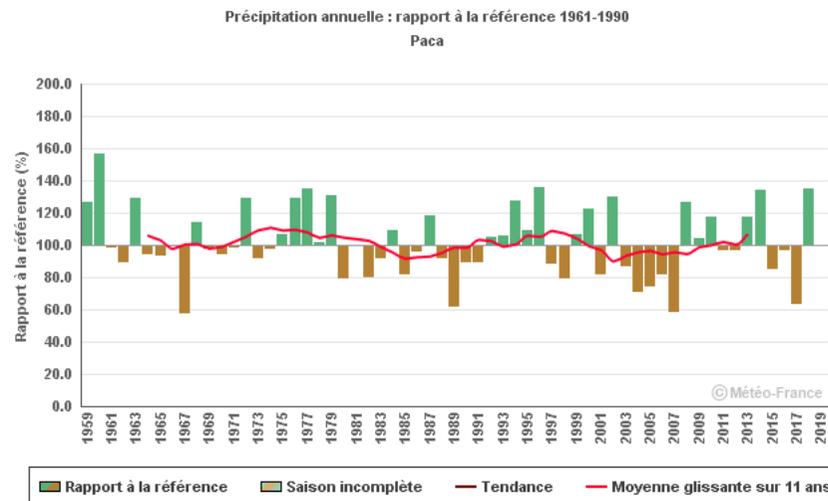
# Changement climatique en région Sud PACA

Evolution de la température moyenne annuelle en Région SUD

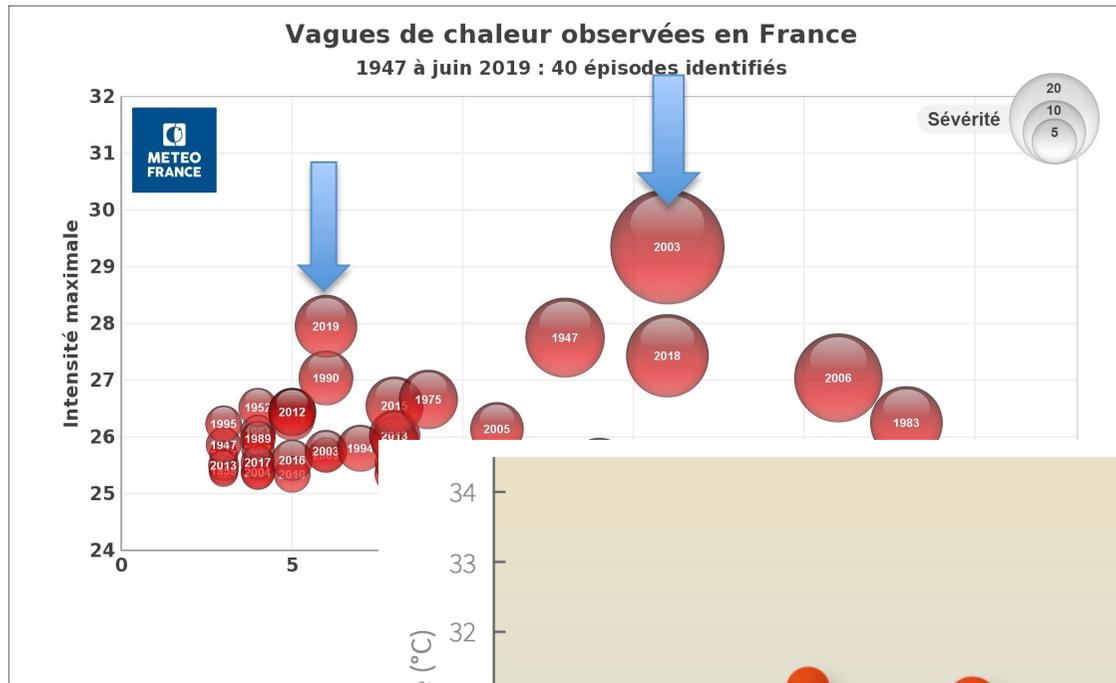


réchauffement: 0.4°C/10 ans  
Année 2018 la plus chaude  
Taux double du taux global  
On sera bientôt à +2°C

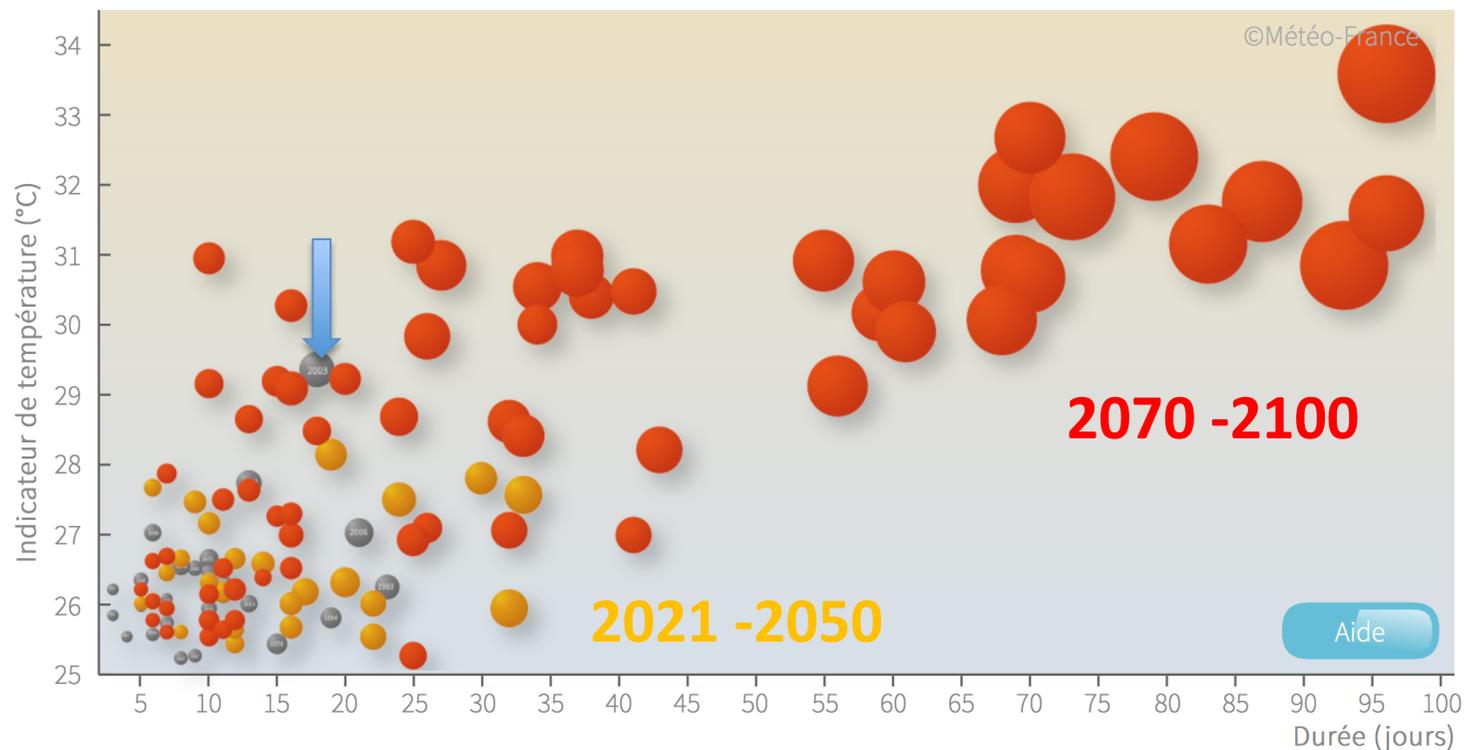
Précipitation totale annuelle région PACA



# Les vagues de chaleur en France



Les canicules de 2003 et 2019 seront considérées comme fraîches à la fin du siècle et juste normales au milieu du siècle



■ vagues de chaleur observées (1947-2017)

● RCP 8.5 2021-2050

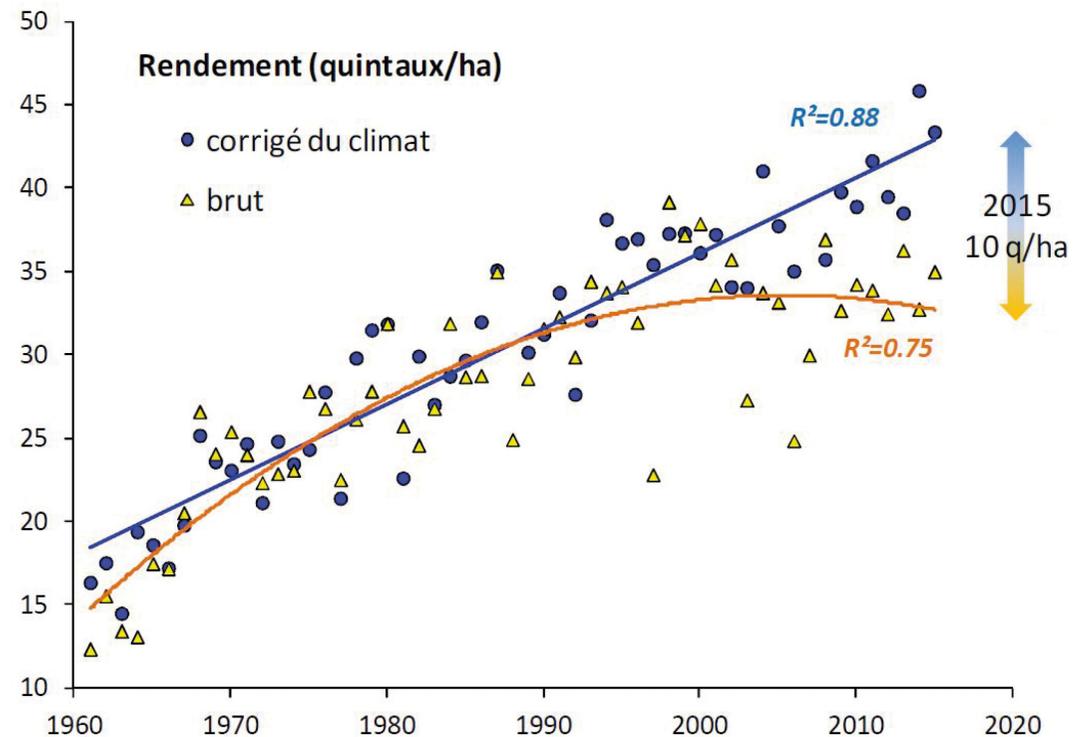
● RCP 8.5 2071-2100

# Diminution du rendement du blé dur dans le Sud-Est de la France

- le déficit hydrique de printemps



- les températures de l'air élevées en mai et juin pendant la formation du grain.



Evolution du rendement du blé dur dans le sud-est de la France  
(source : Stéphane Jézéquel, ARVALIS)

# Acidification des mers et océans

Chaque jour, un quart du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) émis par la planète est absorbé par l'océan, soit **26 millions de tonnes.**

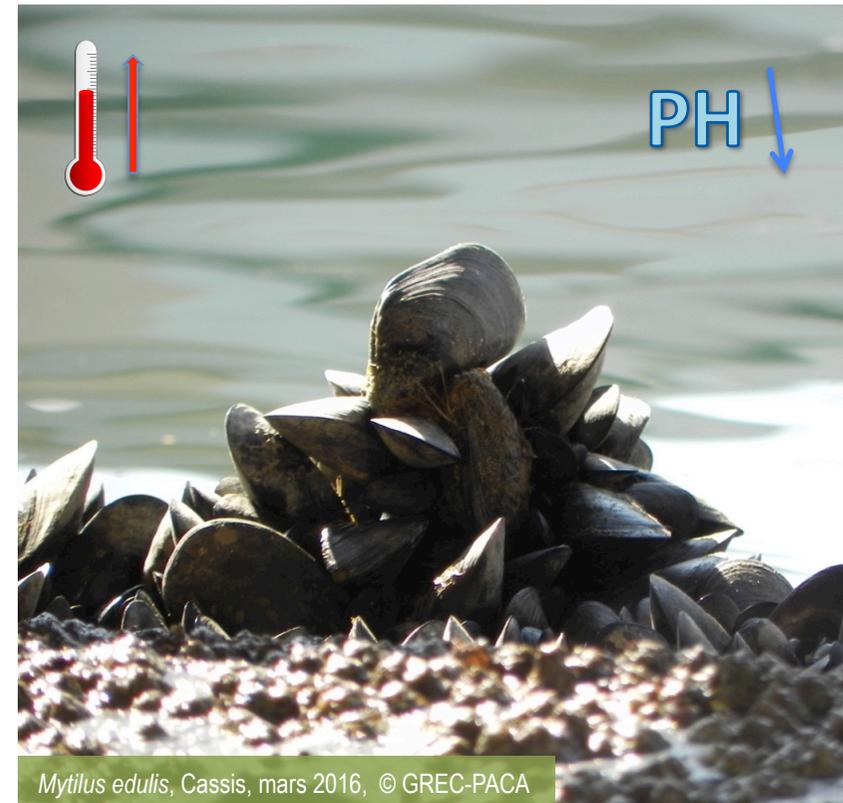


## ACIDIFICATION

Depuis 1995 l'acidité des mers et océans a augmenté de **10 %.**

### Evolution de l'acidité en unité PH

Scénario	Acidité
2010	-0.11
2100 RCP2.6	-0.14
2100 RCP 8.5	-0.40



L'acidification de la mer rend plus difficile la formation du squelette calcaire des mollusques bivalves et certains planctons.

**En 2100, il sera très difficile de cultiver des moules en Méditerranée nord-occidentale**

# Erosion côtière



La hausse du niveau des mers plus  
l'augmentation probable de la  
fréquence et de l'intensité des  
tempêtes et des vagues de  
submersion



**Diminution et disparition  
des plages**

**Relocalisation des biens  
privés**

**protection des espaces naturels  
littoraux**

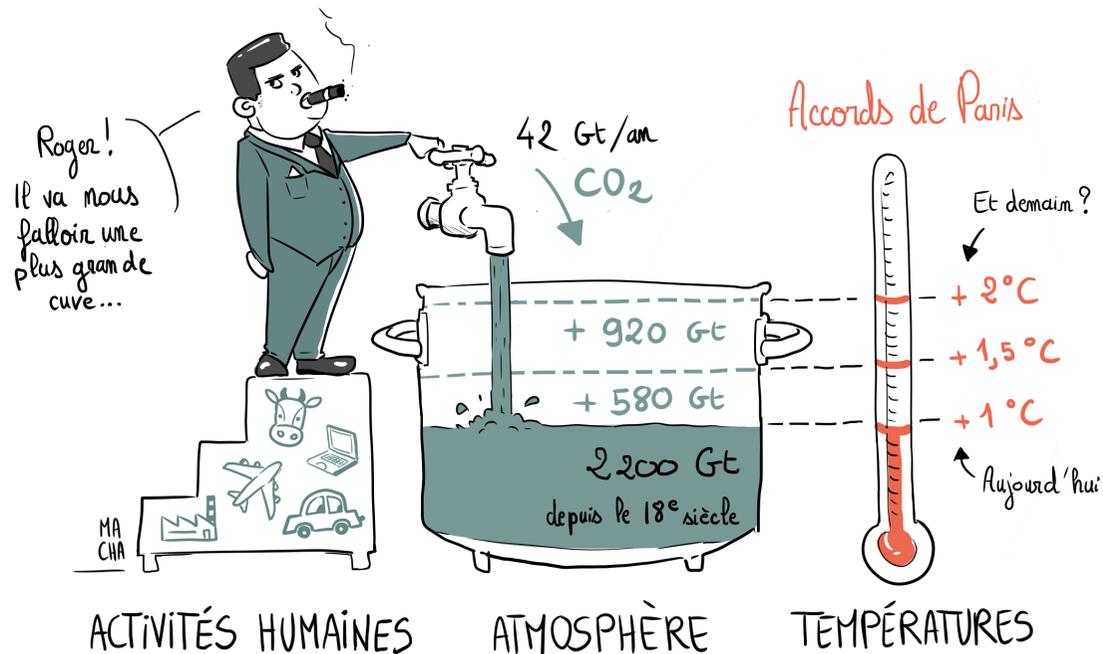
# compatibles avec 1,5°C de réchauffement global



Il faut une politique vigoureuse de réduction des émissions  
Un changement de modèle de société basée sur la sauvegarde de l'environnement et la justice sociale  
La finance pour le climat  
Les gros pollueurs doivent montrer l'exemple  
Mais chacun aussi doit faire sa part

# GAZ À EFFET DE SERRE

Ce qu'il nous reste à émettre ...



ACTIVITÉS HUMAINES

ATMOSPHÈRE

TEMPÉRATURES

\* 1 Gt = 1 000 000 000 t

La bonne nouvelle: la cuve n'est pas encore pleine!  
La mauvaise: il ne faut plus attendre!

Dessin de Macha Bellinghery

- Depuis la révolution industrielle, nous avons émis un cumul de 2200±320 Gt de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>);
- 580 Gt (420 à 840 Gt) pour limiter le réchauffement global à +1.5°C (intervalle de 33 à 67%);
- 1500 Gt (1170-2030 Gt) pour +2°C (Table 2.2. SR1.5).
- Si on tient compte de l'effet de rétroactions comme celui du pergélisol, il faut enlever 100 Gt.
- **Pour contenir le réchauffement global à +1.5°C, les émissions de CO<sub>2</sub> devraient atteindre le "net zéro" vers 2050 [2075 pour 2°C]**

# Emissions de gaz à effet de serre de la France

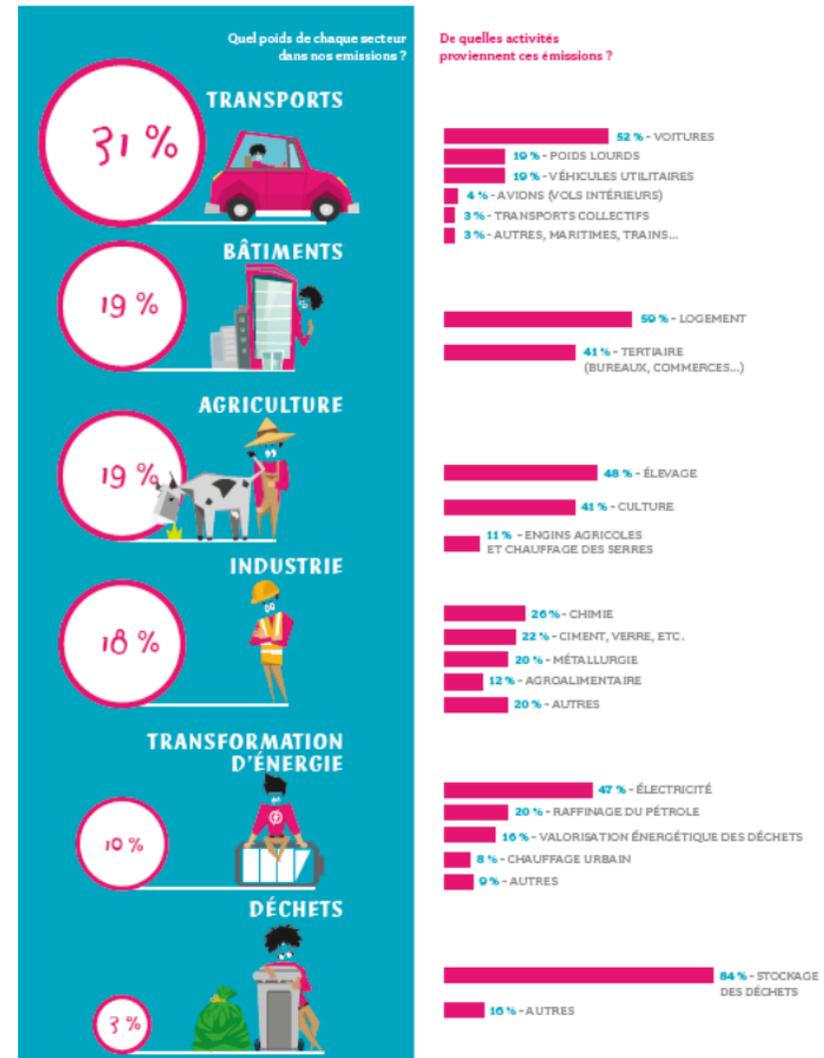


## Emissions nationales :

6,6 tonnes équivalent-CO<sub>2</sub> / personne / an

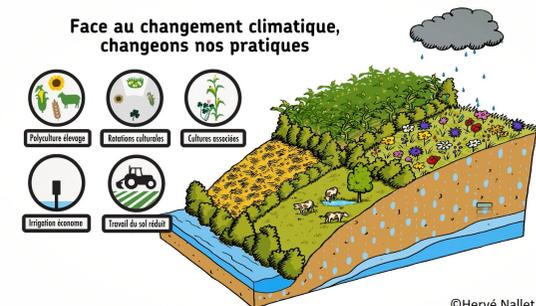
## Empreinte carbone des Français :

11 tonnes équivalent-CO<sub>2</sub>/ personne/an  
(20% de plus entre 1995 et 2015)



# SRLand 2019: les solutions basées sur la nature

- Afforestation, reforestation, bioénergies avec capture de carbone et stockage (BECCS)
- Déforestation, destruction des zones humides = 15% des émissions
- Pertes agricoles et déchets alimentaires (25% de la production) = 8-10% des émissions
- Agroforesterie, meilleure gestion des feux = réduction des émissions + stockage
- Amélioration des sols par l'agroécologie pour stocker le carbone (4‰)
- Régimes alimentaires basés sur les céréales, fruits et légumes de saison = 10 à 100 fois moins émetteurs que les régimes basés sur la viande (ruminants + rizières = 50% des émissions de méthane)
- La plupart des solutions « nature » ont des retombées positives sur la santé et la biodiversité; elles réduisent les températures extrêmes pendant l'été
- Importance de la petite échelle: les solutions BECCS à grande échelle auront des effets négatifs clair (il faut 5 M km<sup>2</sup> de boisement pour limiter la température à 2°C, soit 8x France)
- Ces solutions doivent donc venir en appui aux solutions de réduction des émissions



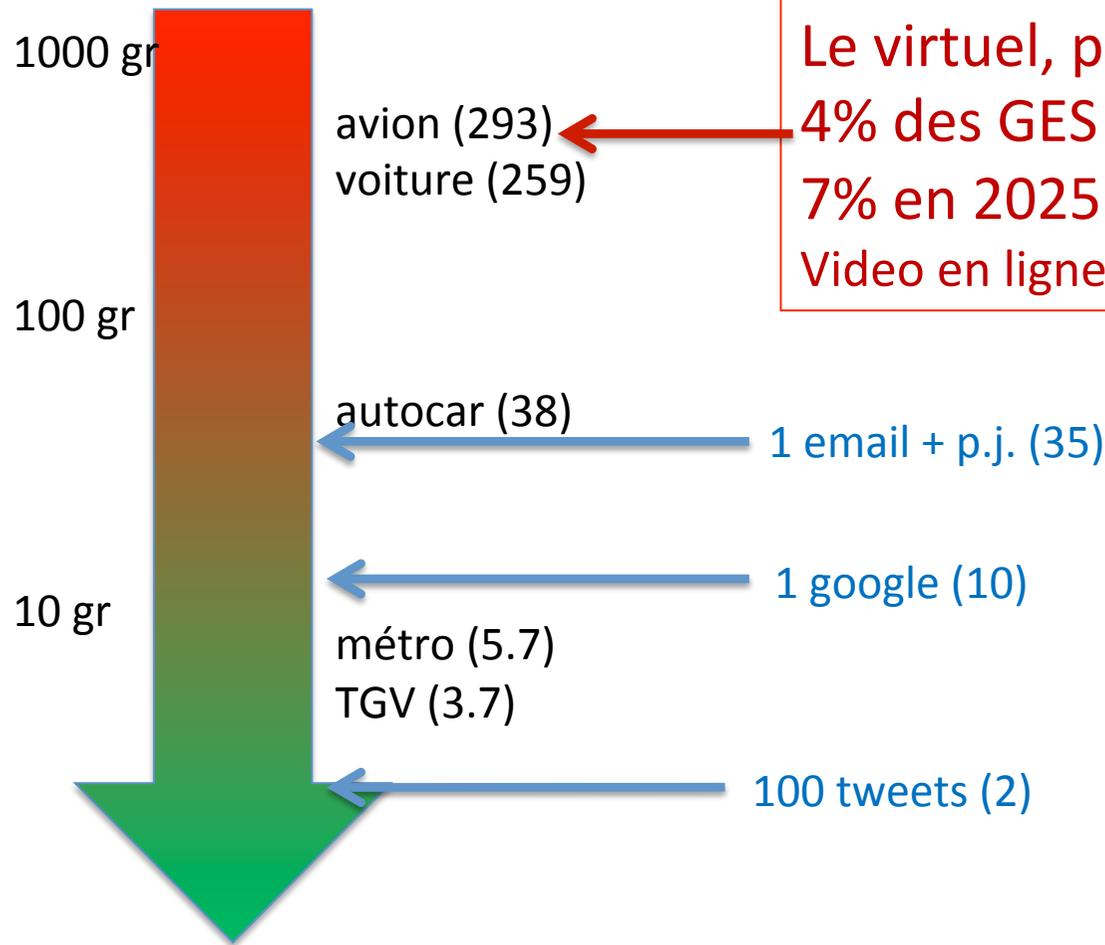
# Atténuer versus laisser faire: un très bon investissement

- On a besoin de 18% de la surface globale pour séquestrer 12GT CO<sub>2</sub>/an dans les forêts !!! (on émet 40 GT/an)
- Les forêts comme source d'énergie: risque de perte de forêts primaires et prairies
- Alternativement, boisement et restauration des écosystèmes naturels, changement de régime alimentaire; cela peut améliorer la biodiversité et séquestrer jusque 26GtC
- **Maintenir +1.5°C couterait 71-150 trillions \$ jusque 2050 mais réparer les dommages en couterait 496 (pour un réchauffement de +3.7°C), soit 3 à 7 fois plus**
- Donc, sur les prochaines décennies, agir devrait coûter 1/4 de la non action

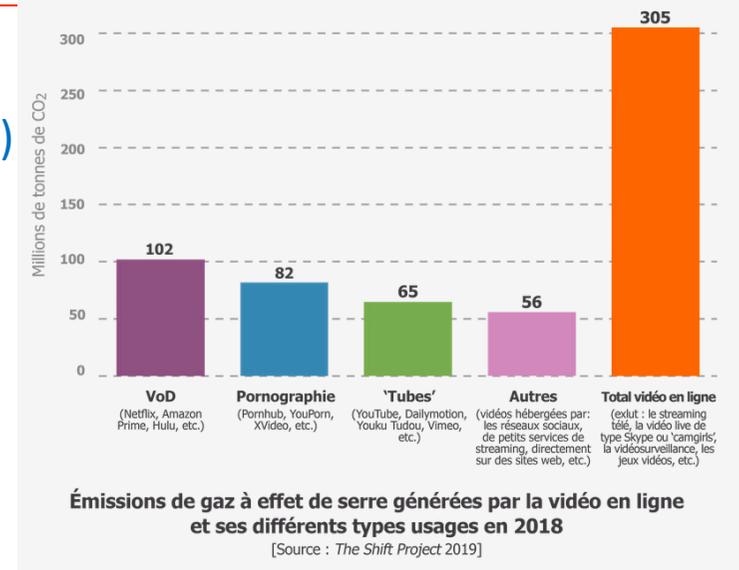
# Solutions au niveau individuel

Emission de CO2 (transport en gr/km/personne)

Données ADEME  
The Shift Project



**Le virtuel, pas si sobre que ça!**  
 4% des GES globaux = transport aérien  
 7% en 2025 = transport voitures  
 Video en ligne 60% des flux de données



**CHOISIR ENTRE L'UTILE ET LE MOINS UTILE**

# QUELLES POLITIQUES PUBLIQUES ?

## Atténuation

Réduire les émissions de gaz à effet de serre

- **Encourager le développement des énergies renouvelables** (éolien, solaire, bois...)
- **Favoriser les transports en commun et la multimodalité**, y compris pour le transport de marchandises
- **Développer l'économie circulaire** : éviter les dépenses d'énergie inutiles, recycler...
- **Réduire son utilisation numérique**
- **Renforcer la capacité de stockage et de séquestration CO<sub>2</sub> dans les sols**

## Adaptation

Limiter les effets des changements climatiques

- **Adaptation des pratiques agricoles** choix des cultures (résistance au stress hydrique...)
- **Miser sur une sylviculture adaptative** gérer le risque incendies, encourager l'agroforesterie...
- **Planifier les territoires sur le long terme**
- **Développer les outils juridiques** répondant aux contraintes de l'adaptation et de l'atténuation