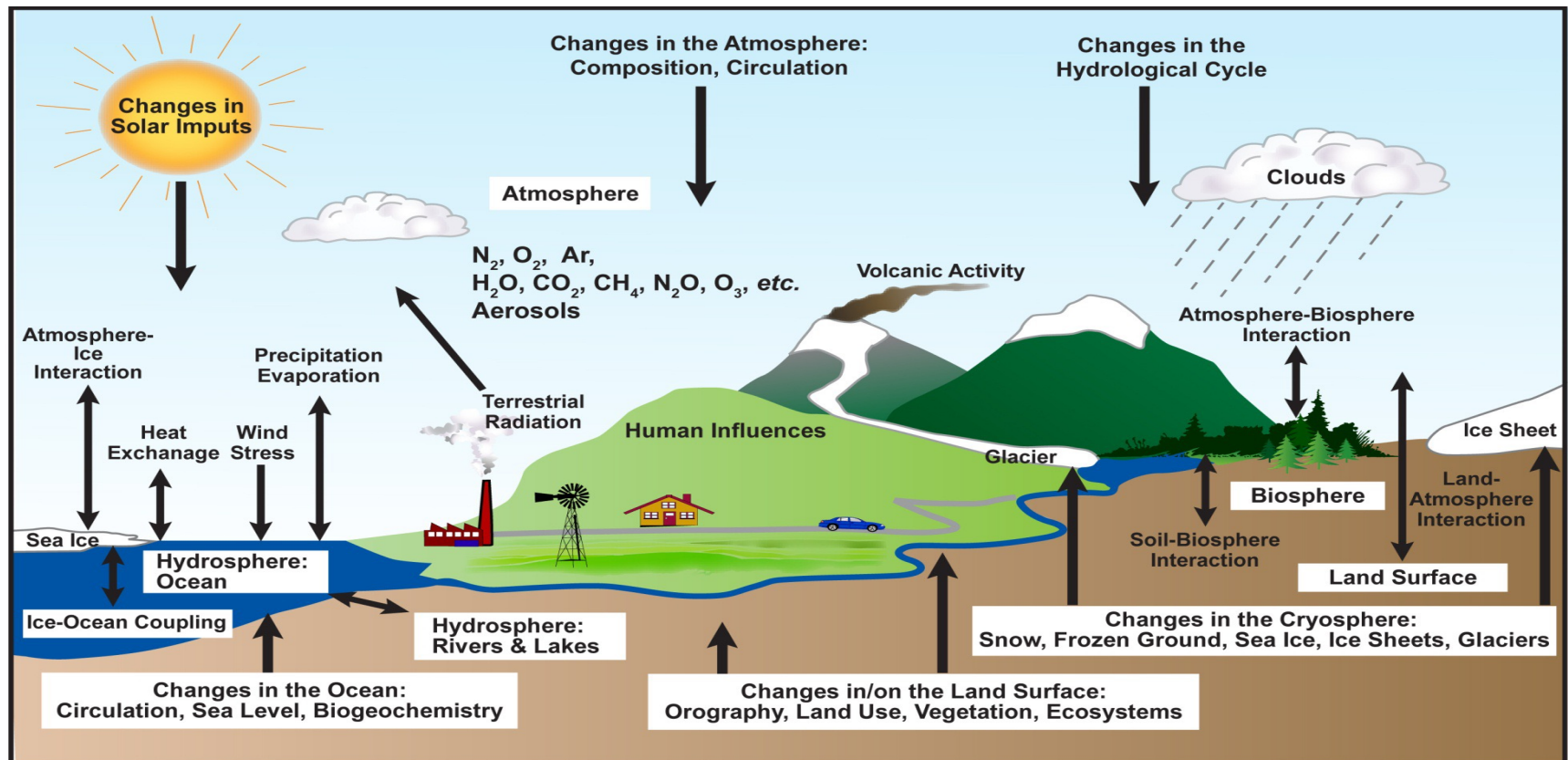


# Le climat : de nouveaux enjeux

*Hervé Le Treut*

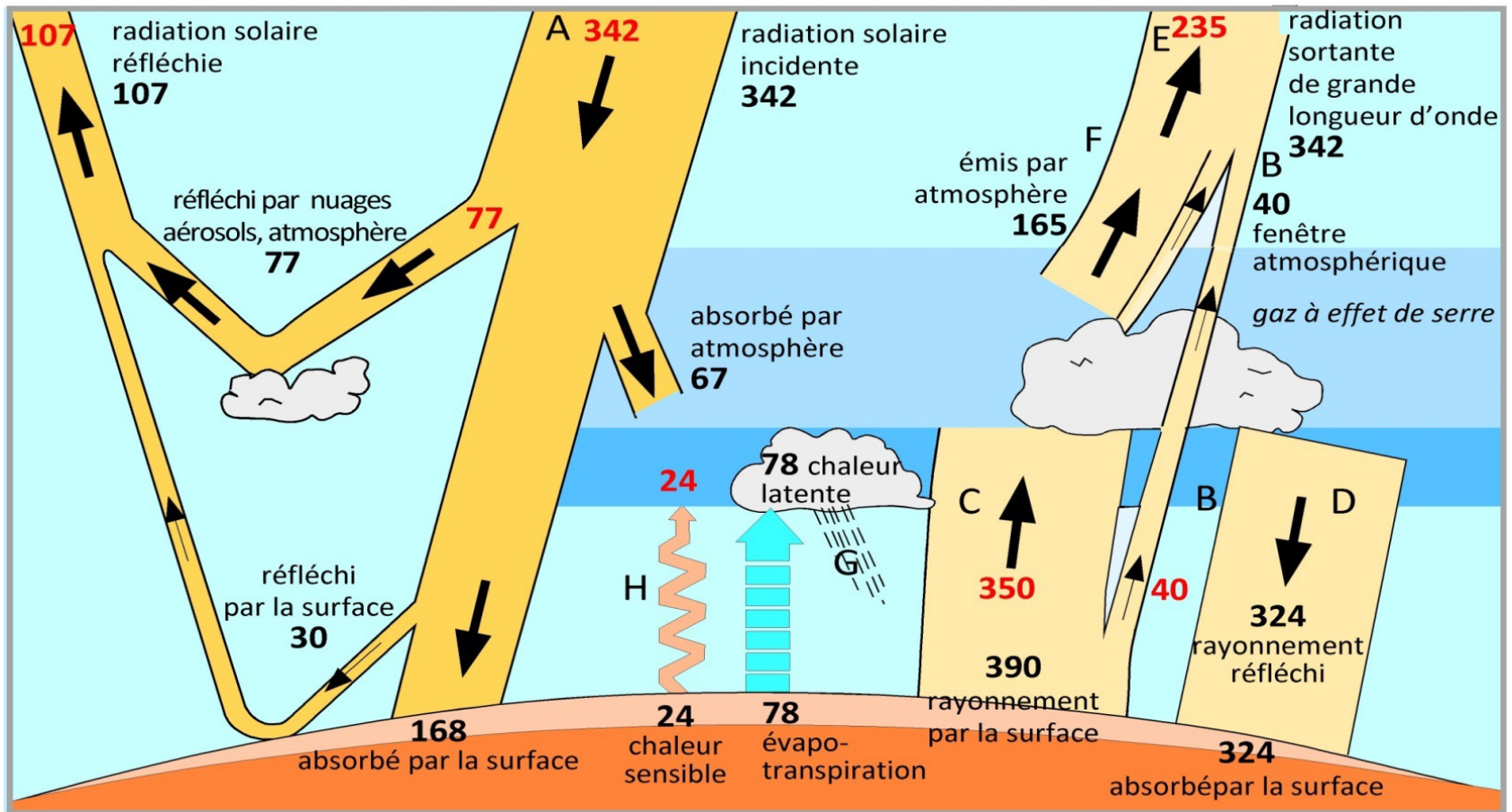


# Les différentes « sphères » du système climatique



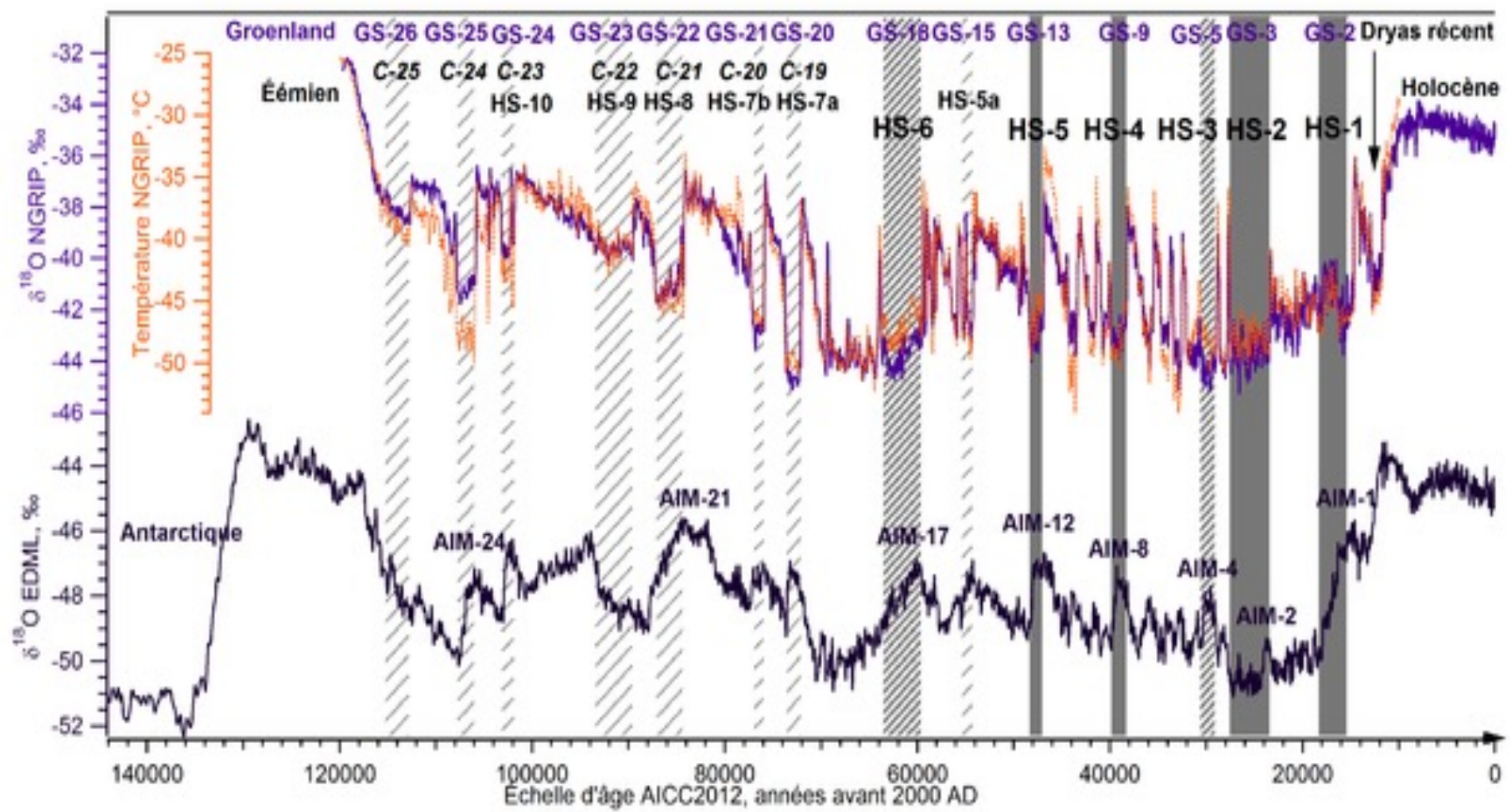
Atmosphère, Hydrosphère (dont Océan), Géosphère, Cryosphère, Biosphère  
(aussi: Noosphère – Vladimir Vernadski – Pierre Teilhard de Chardin)

# Le système réel est (beaucoup) plus complexe



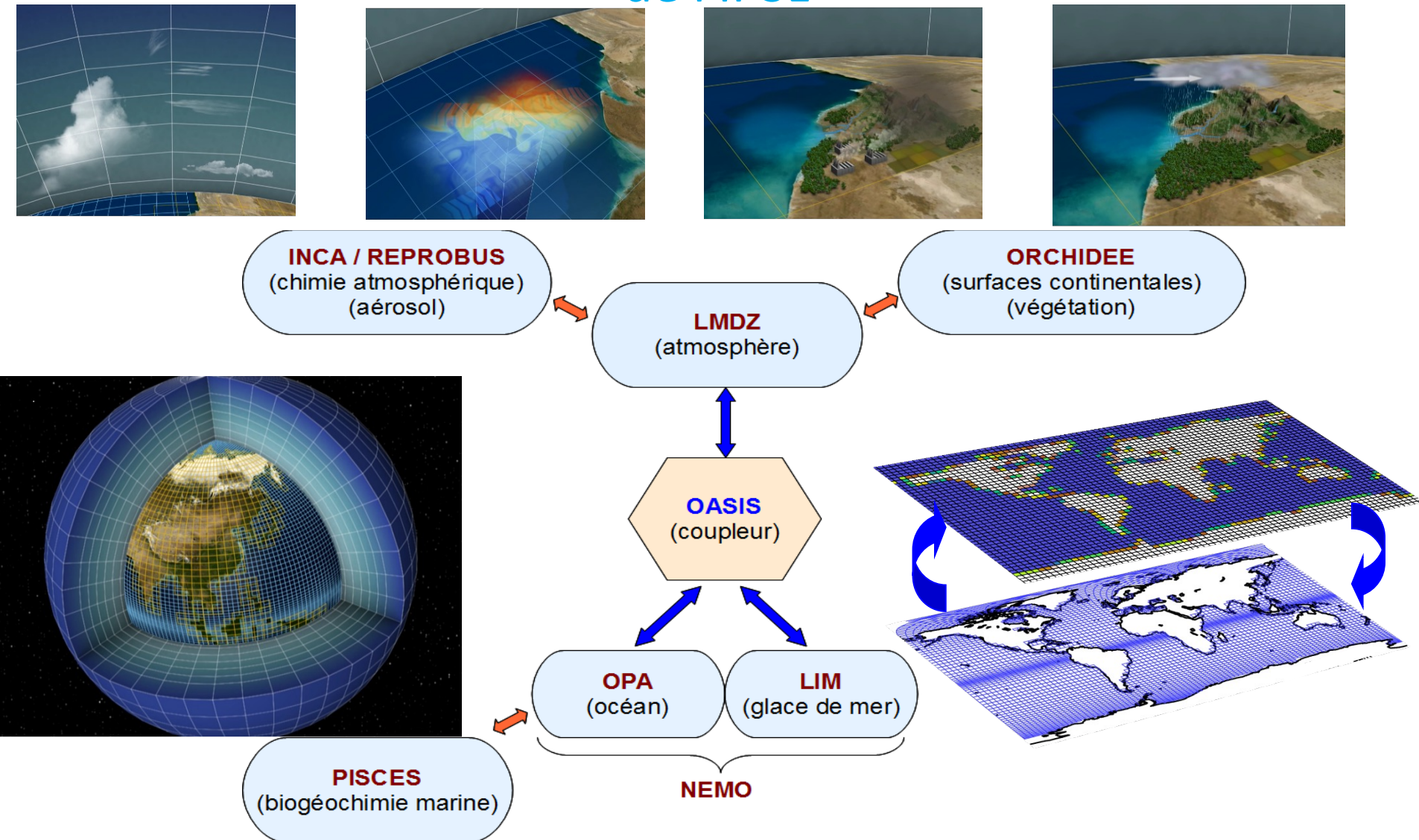
Evènements de Heinrich et de Dansgaard – Oeschger:  
des changements rapides des températures du Groenland , que l'on  
ne retrouve pas en Antarctique.

Un rôle de l'océan? Qui peut se manifester dans le futur?



**Le développement inexorable d'un problème mal compris**

# Un outil numérique: le modèle couplé "Système Terre" de l'IPSL



Source: J.-L. Dufresne

# Quelques dates:

**1955: Premiers soupçons**

**1957: Observatoire du Mauna Loa**

**1972: Sommet de la Terre Stockholm**

**1979: rapport Charney à l'Académie  
des Sciences américaine**

**1980: Programme Mondial de Recherche  
sur le Climat**

**1988: GIEC**

**1992: Sommet de la Terre à Rio**

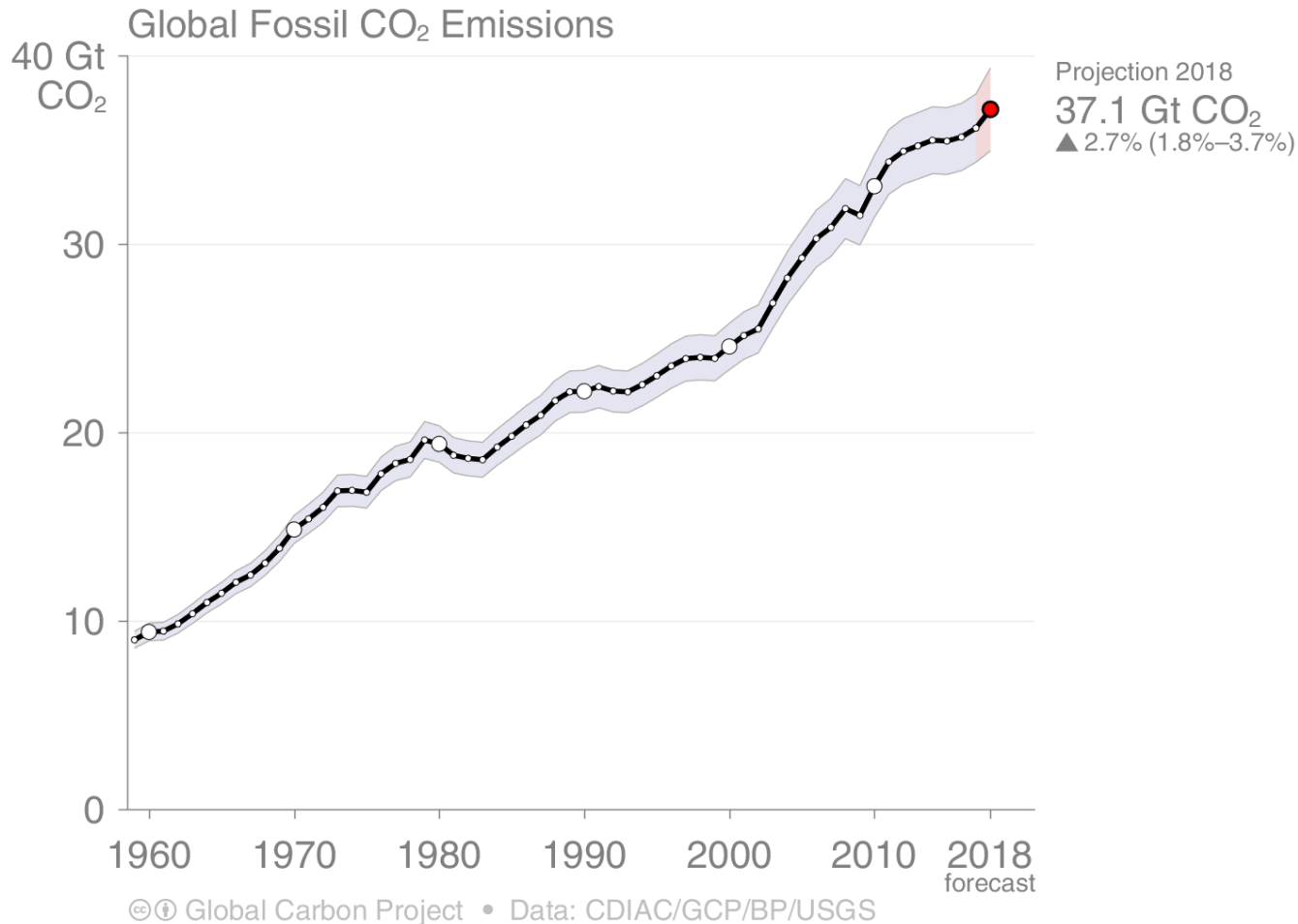
**Accord Cadre des Nations Unies sur le changement climatique**

**1997: Protocole de Kyoto (entrée en vigueur: 2005)**

**2015: COP21, accord de Paris**

# Global Fossil CO<sub>2</sub> Emissions

Global fossil CO<sub>2</sub> emissions have risen steadily over the last decades.  
The peak in global emissions is not yet in sight.



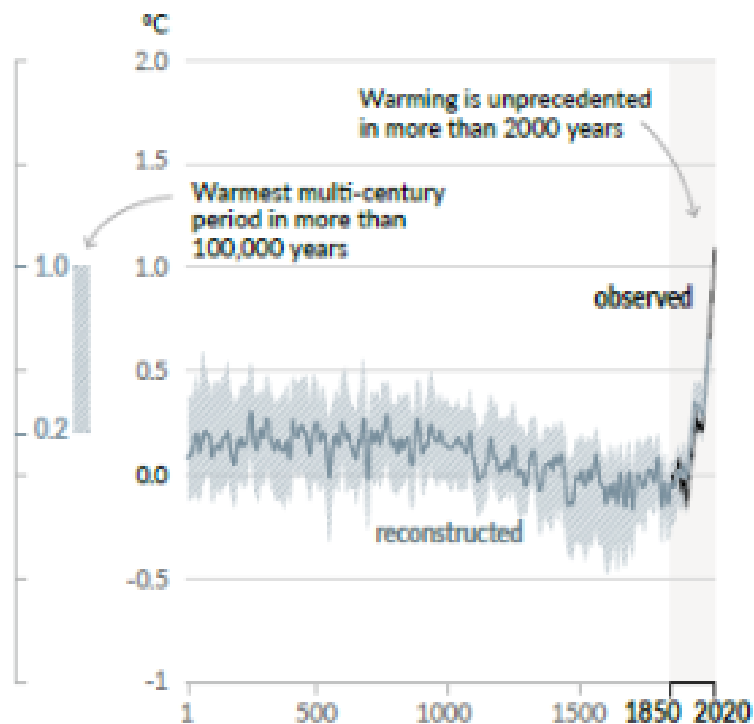
Estimates for 2015, 2016 and 2017 are preliminary ; 2018 is a projection based on partial data.

Source: [CDIAC](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)

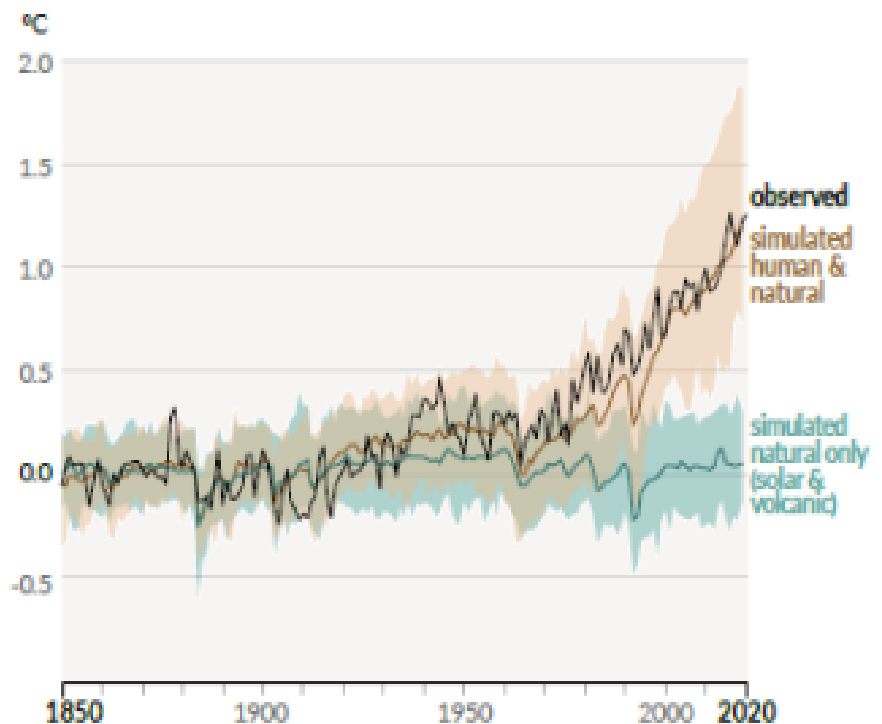
# Human influence has warmed the climate at a rate that is unprecedented in at least the last 2000 years

## Changes in global surface temperature relative to 1850-1900

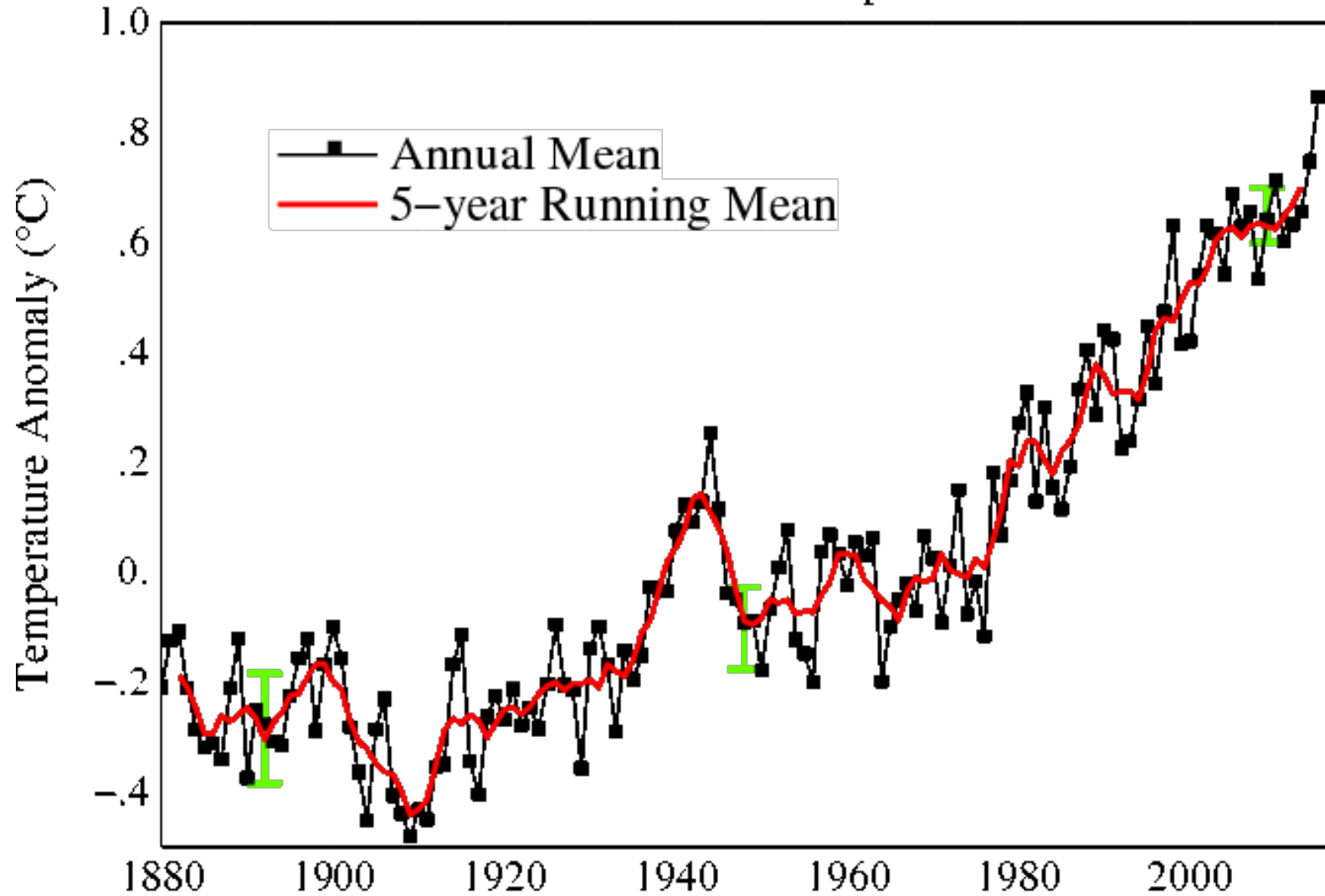
a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and observed (1850-2020)



b) Change in global surface temperature (annual average) as observed and simulated using human & natural and only natural factors (both 1850-2020)



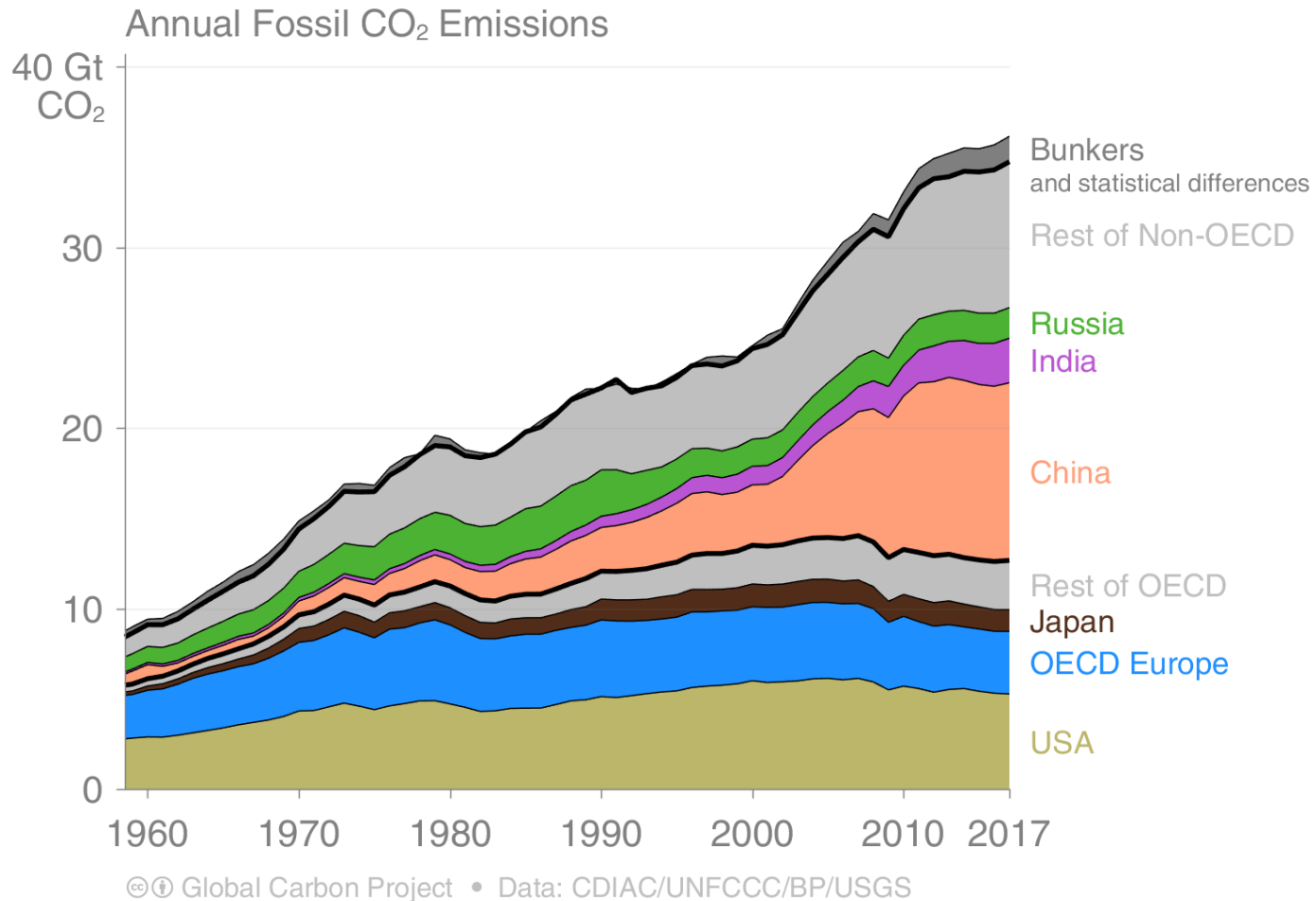
## Global Land–Ocean Temperature Index



Le réchauffement global (Nasa)

# Breakdown of global fossil CO<sub>2</sub> emissions by country

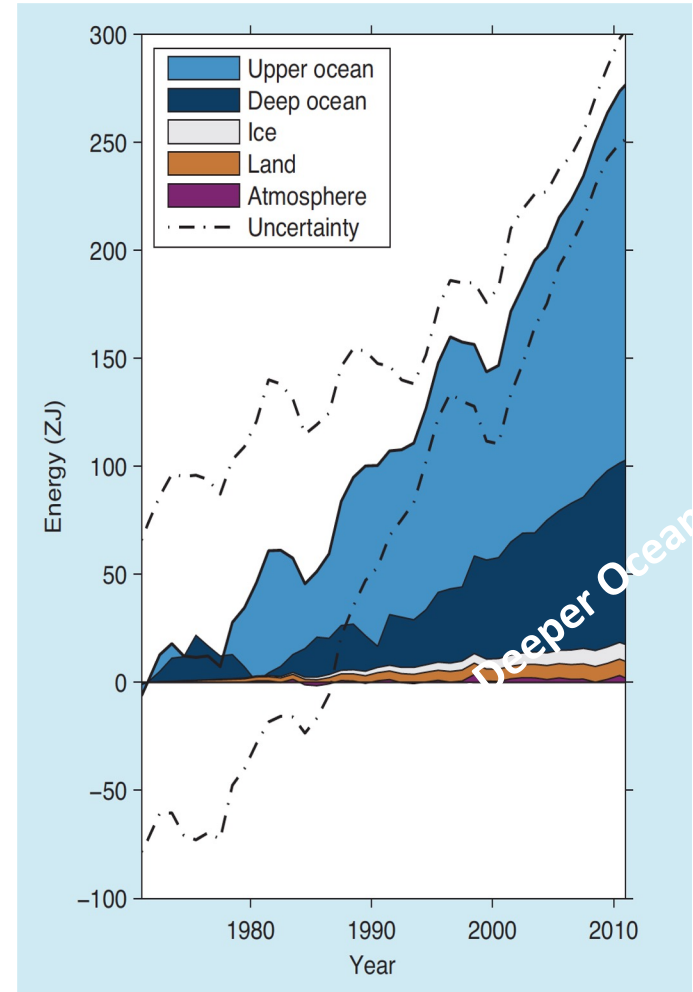
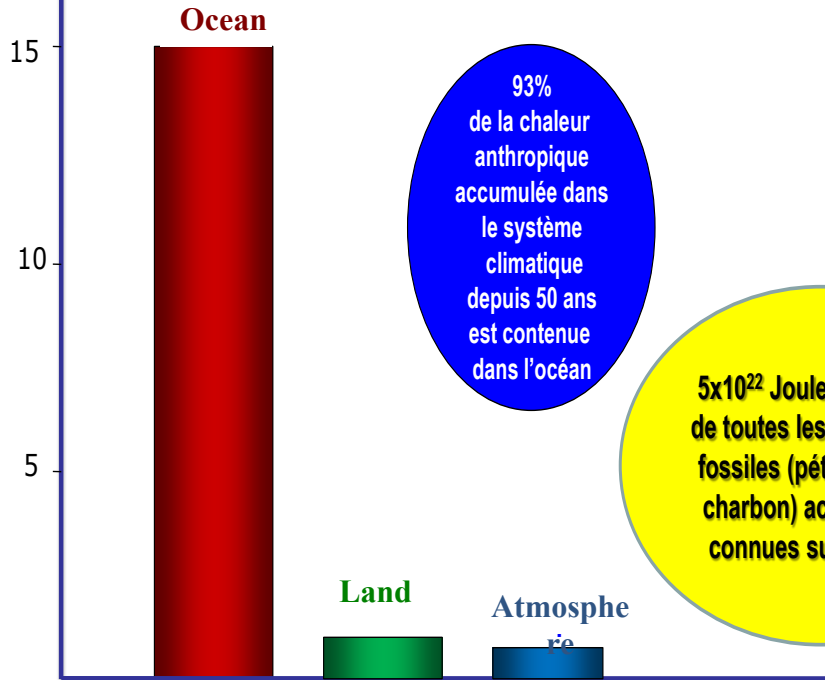
Emissions in OECD countries have increased by 5% since 1990, while those in non-OECD countries have more than doubled



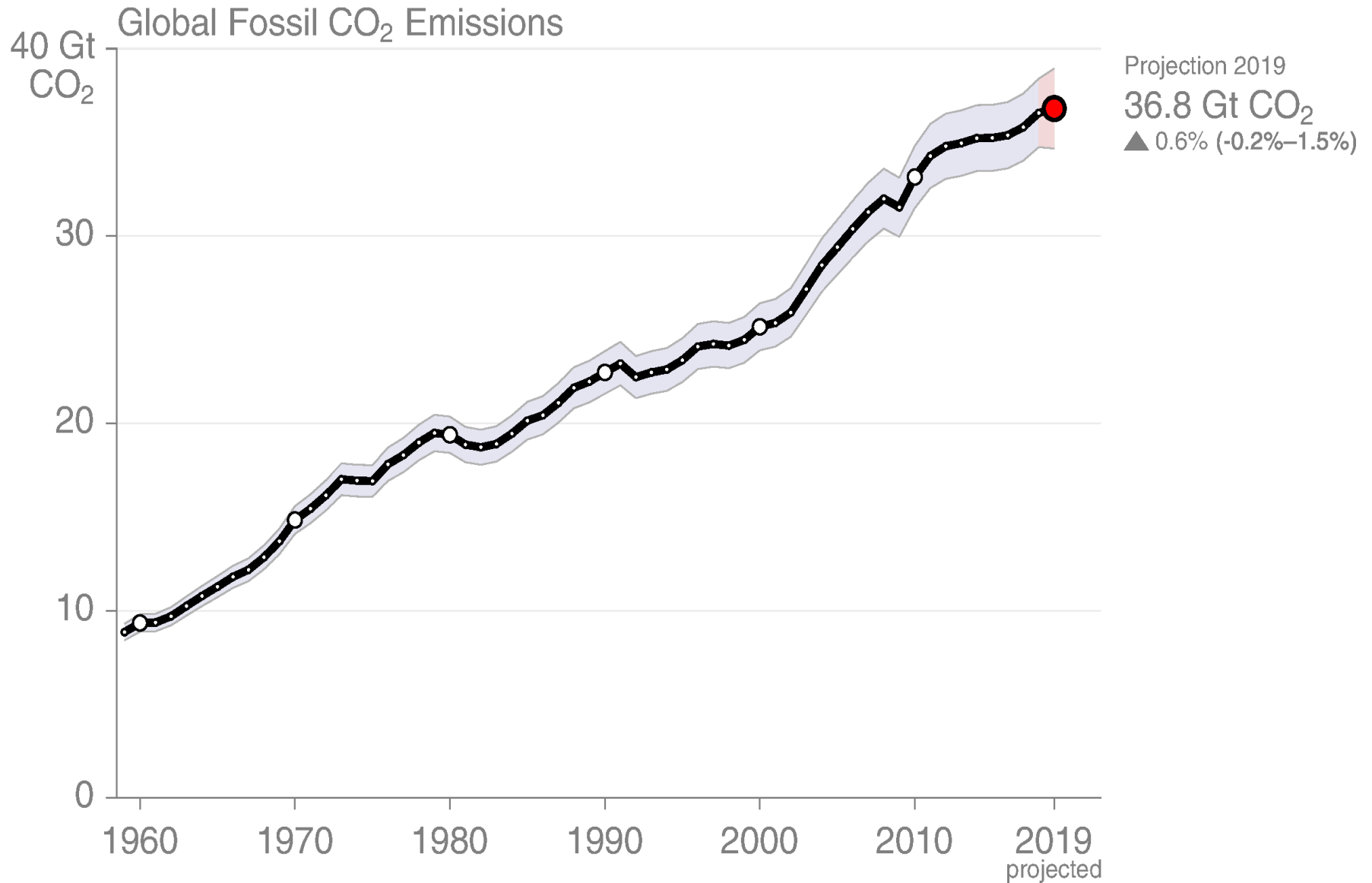
# L'Océan : Le réservoir de l'énergie d'origine anthropique

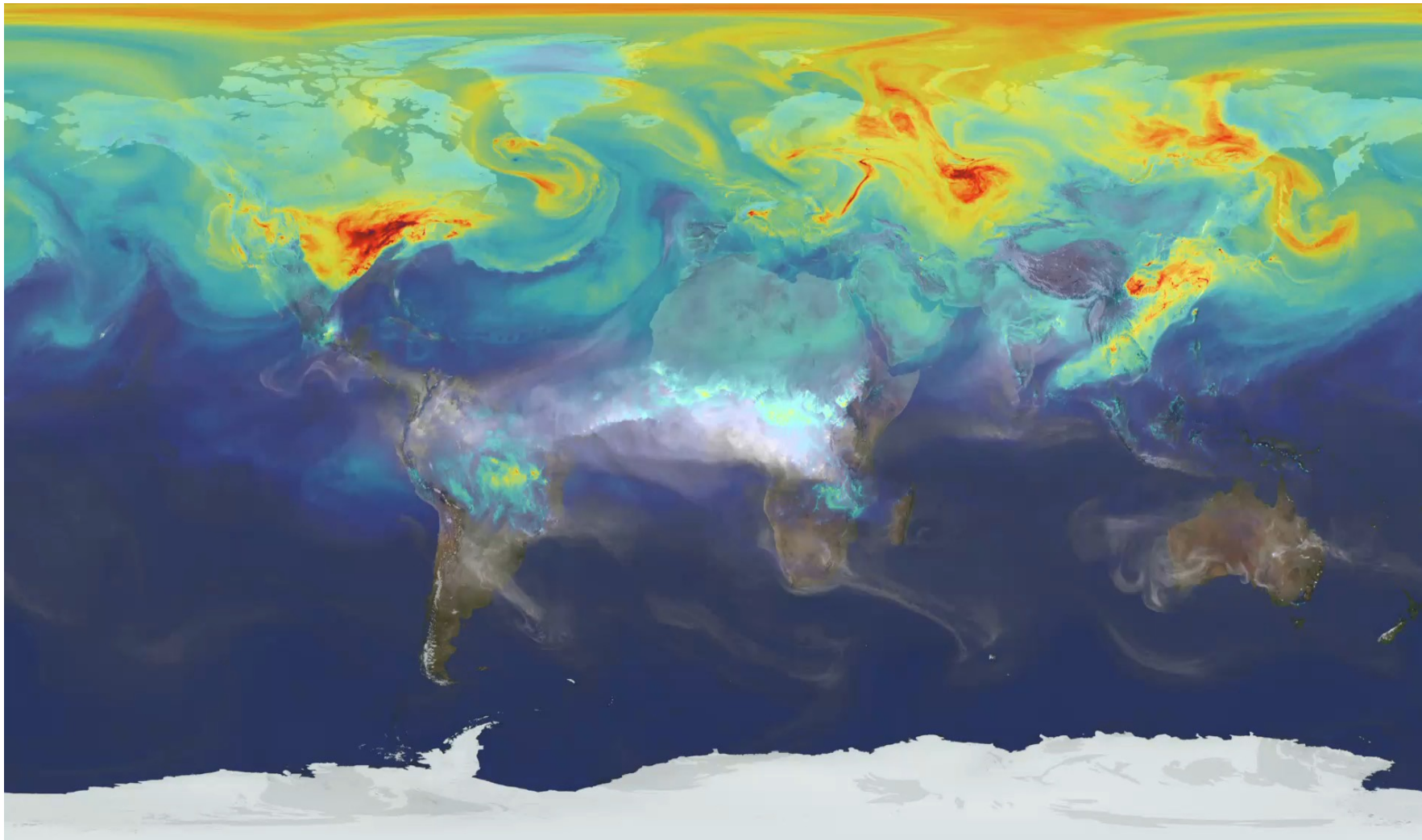
## Chaleur stockée dans les différents réservoirs du système climatique (50 dernières années)

Contenu thermique  
( $10^{22}$  Joules)



# Global Fossil CO<sub>2</sub> Emissions

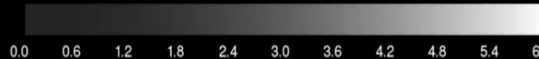




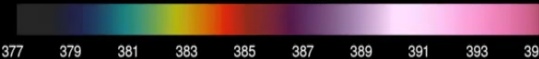
2006 / 01 / 01

Global Modeling and Assimilation Office

Carbon Monoxide Column Abundance [ $1.0 \times 10^{18}$  molec  $\text{cm}^{-2}$ ]



Carbon Dioxide Column Concentration [ppmv]



— Emissions nettes

● Combustibles fossiles et industrie

● Agriculture, foresterie et autres usages des sols

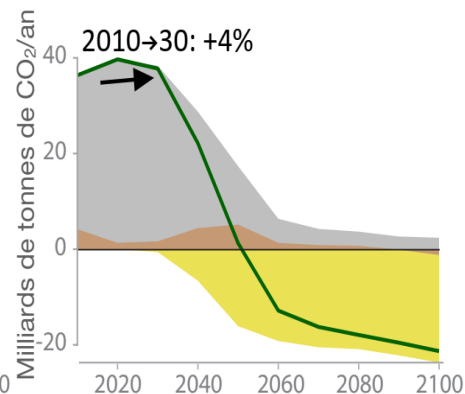
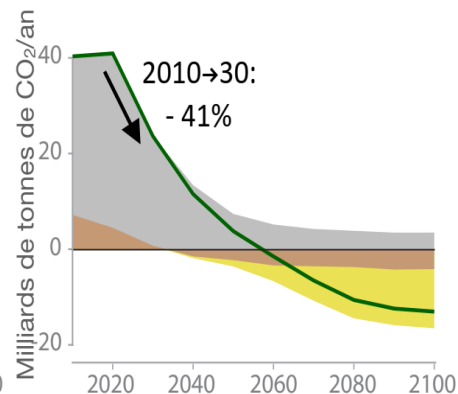
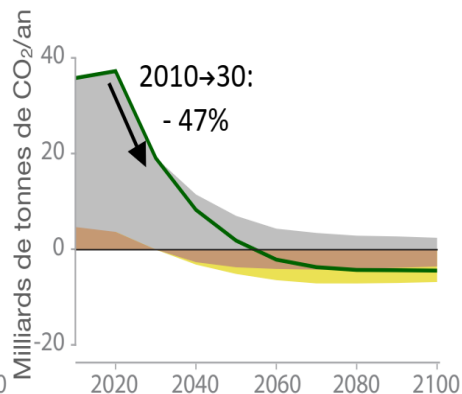
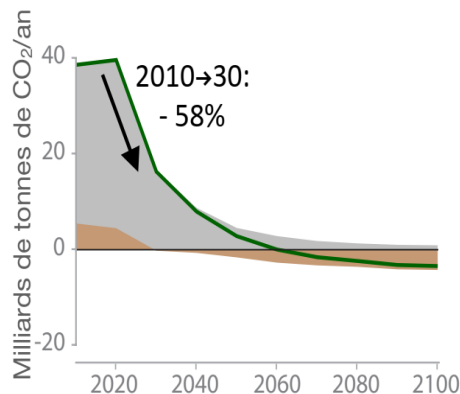
● Bioénergie avec captage et stockage du dioxyde de carbone (BECCS)

Scénario P1

Scénario P2

Scénario P3

Scénario P4



50% de chances de maintenir le réchauffement sous 1.5°C

Dépassement significatif de 1.5°C puis retour à 1.5°C

- réduction de la demande énergétique dans un contexte d'innovation et d'augmentation du niveau de vie, en particulier dans les pays du Sud,
- aucun (re)captage de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, sauf par le reboisement. En particulier pas de bioénergie + stockage du carbone (BECCS).

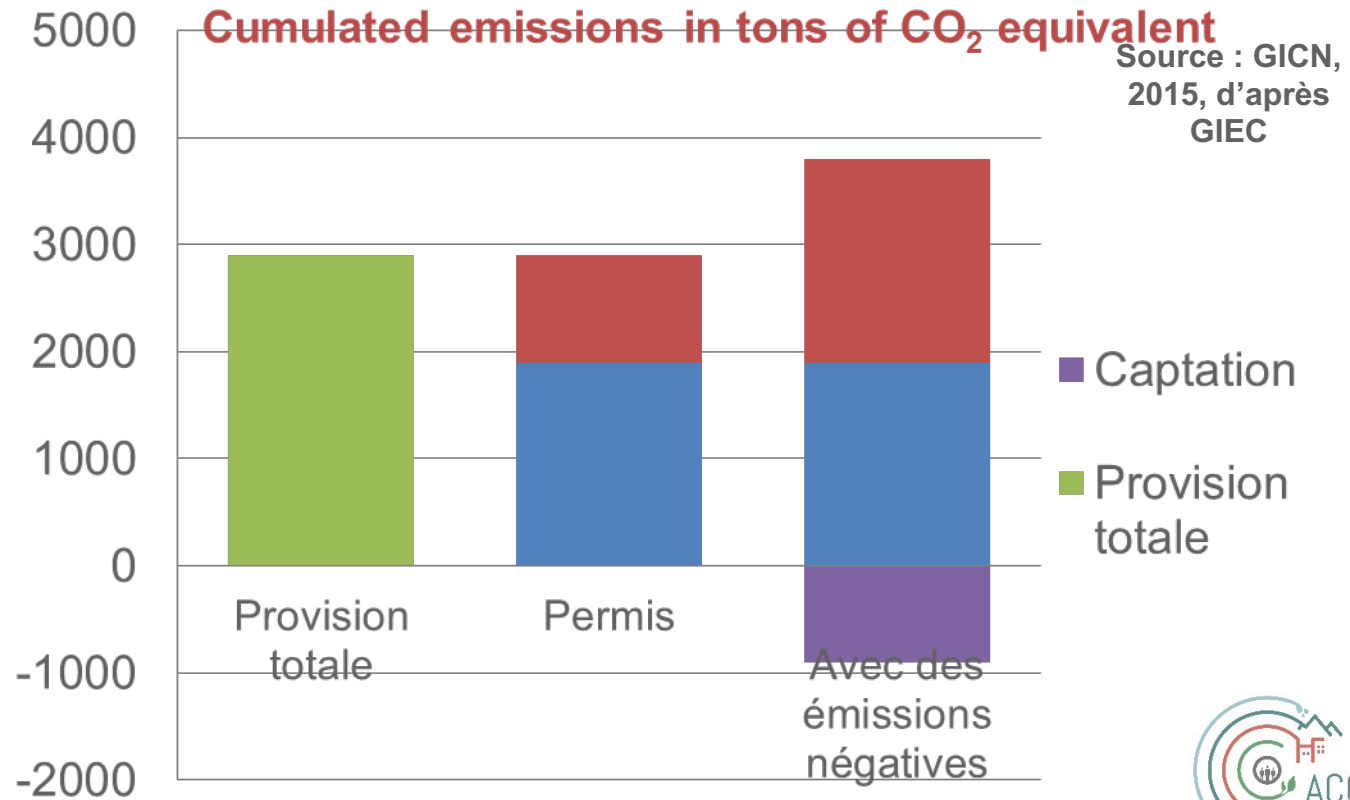
- axé durabilité : faible quantité d'énergie par unité de PIB (intensité énergétique), développement humain, coopération internationale, modes de consommation « durables et sains », innovation technologique,
- recours limité au captage de carbone par la combinaison bioénergie + stockage du carbone (BECCS).

- scénario 'moyen',
- le développement social et technologique suit l'évolution historique,
- réduction d'émissions principalement via changement de modes de production, et, dans une moindre mesure, en réduisant la demande.

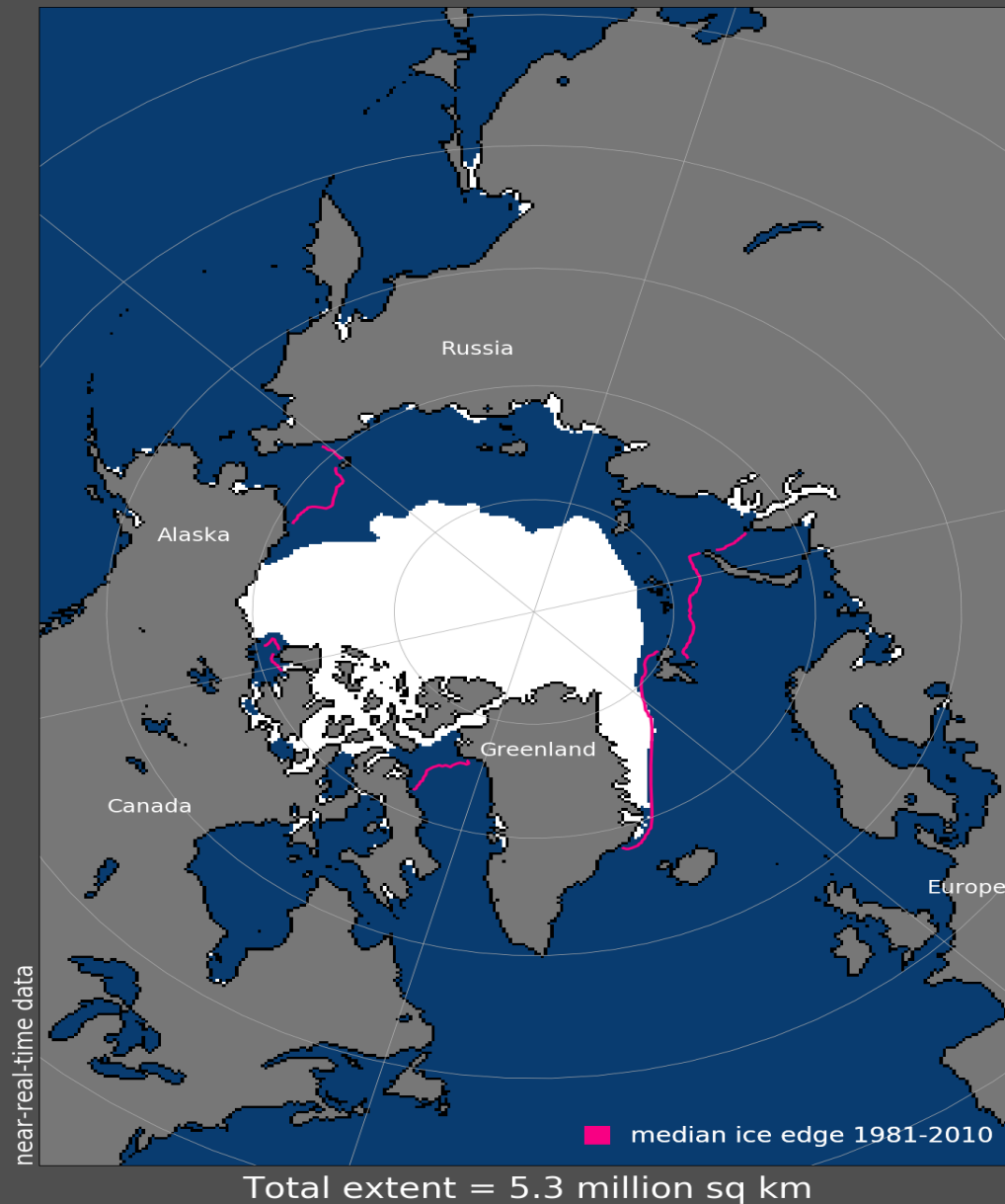
- forte utilisation des ressources et de l'énergie,
- adoption généralisée de modes de vie à forte intensité de gaz à effet de serre, notamment pour le transport et l'élevage,
- réduction d'émissions principalement par des moyens technologiques,
- recours intensif à la recapture de carbone dans l'atmosphère via le BECCS.

# Une urgence grandissante

Emission budget to get 66% chance of not going over 2°C

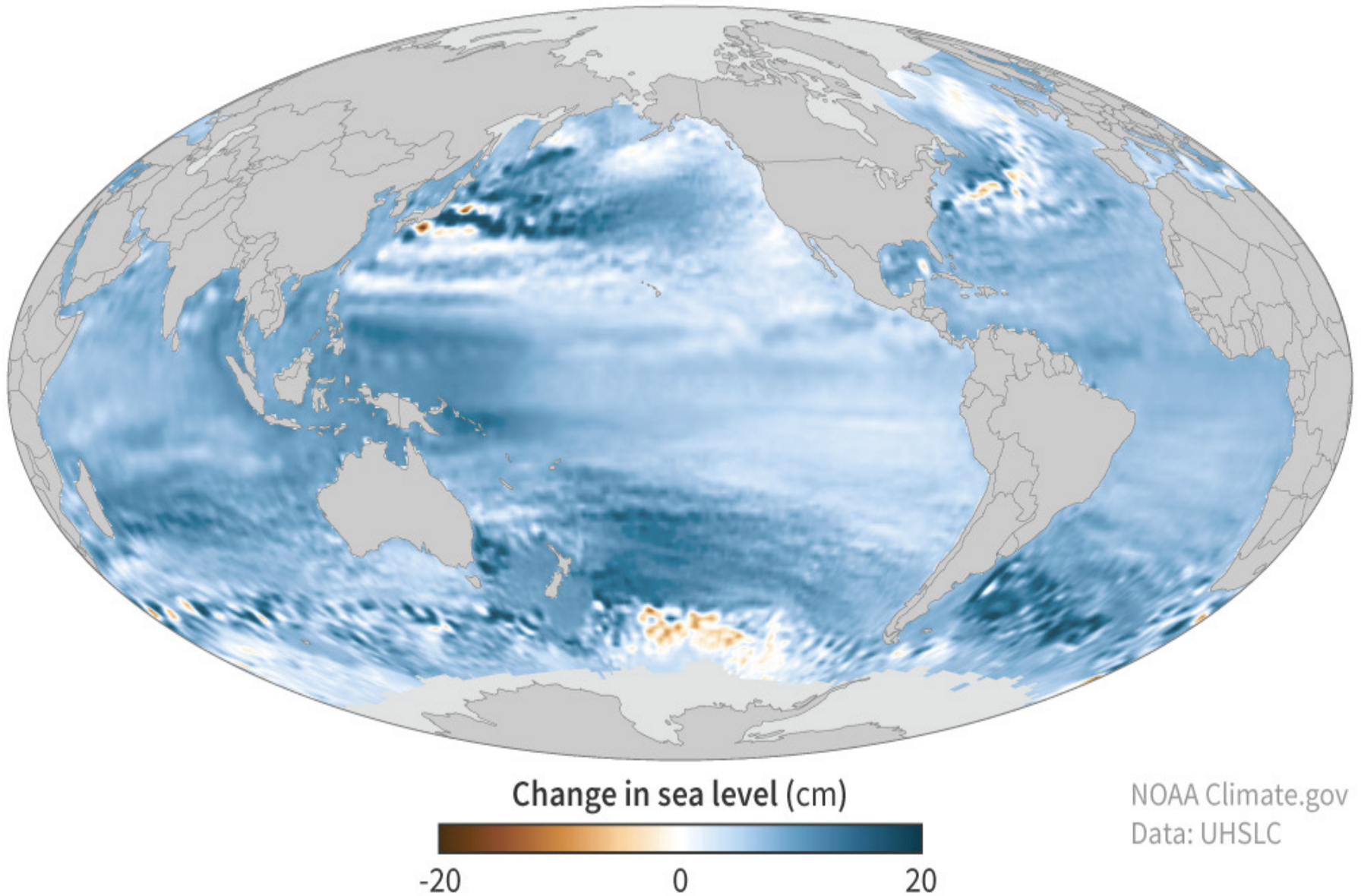


# Sea Ice Extent, Oct 2020



National Snow and Ice Data Center, University of Colorado Boulder

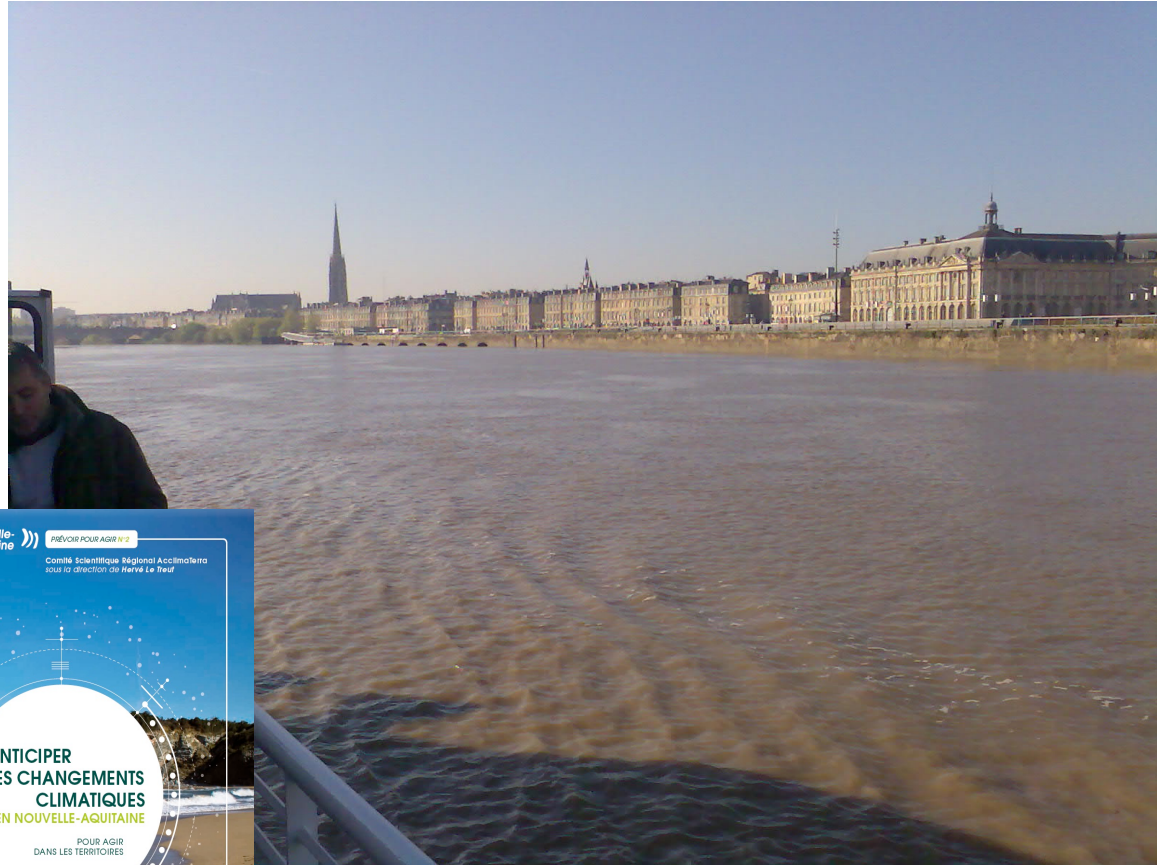
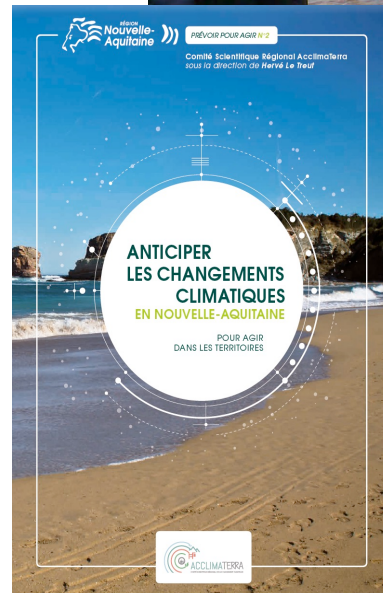
# SEA LEVEL CHANGE (1993-2019)



- Des conséquences directes (fonte des glaces, relèvement du niveau de la mer, faune et flore, ...)
- Des conséquences indirectes (cycle de l'eau, qualité de l'air, impact sur les territoires)
- Des conséquences extrêmes

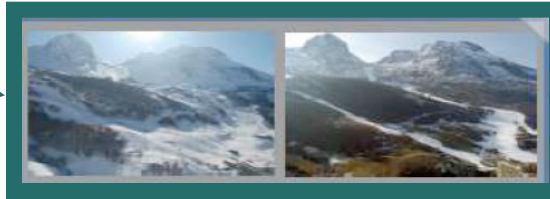
## **La dimension régionale**

# Anticiper l'évolution des Territoires

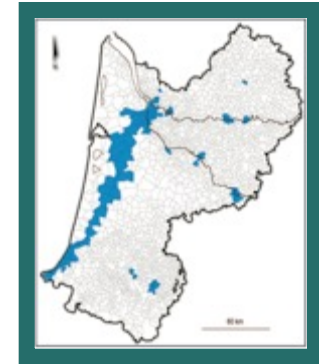


# Le changement régional: adossé à un système unique et complexe

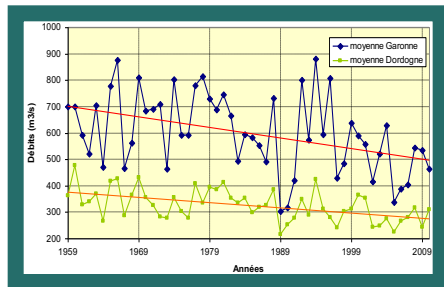
## Changements météorologiques



Neige, Montagnes



Qualité de l'air



Etiages des rivières  
Hydrologie



Biodiversité



Santé



Zones littorales  
Submersion, érosion  
Centrale Nucléaire



Biodiversité marine  
Ressources  
Halieutiques



L'adaptation concerne des changements  
qui sont désormais inévitables.

Elle est nécessaire  
et elle doit être liée à l'atténuation

Elle ne peut se concevoir sans  
une réflexion sociale, et une prise  
en compte des enjeux de biodiversité

# Les chapitres du second rapport AcclimaTerra

## ***Les « mises à jour »***

- » Du climat global au local
- » La modification du littoral
- » La pêche et conchyliculture
- » L'agriculture
- » La montagne
- » Les forêts
- » Les Risques sanitaires/santé environnementale
- » Disponibilité de la ressource en eau

## ***Les nouveaux thèmes :***

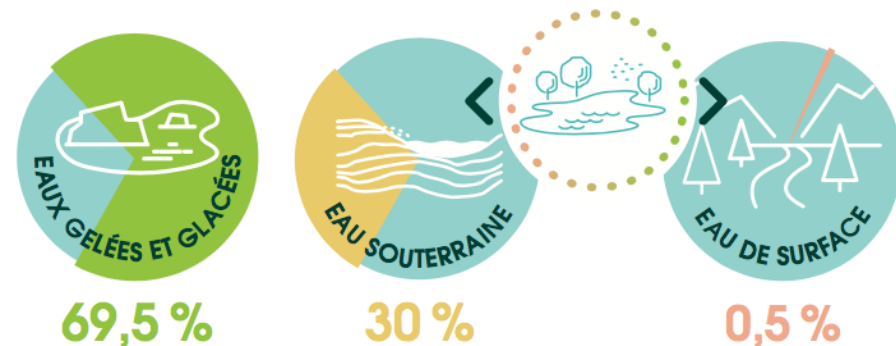
- » Mémoire des risques
- » L'énergie et la transition énergétique
- » Droit de l'environnement
- » Villes et territoires : habitats et mobilités, cadre de vie
- » Zones humides
- » La Gouvernance de l'adaptation et les changements sociétaux

# Disponibilité de l'Eau: Alain Dupuy, Henri Etchebere, Denis Salles

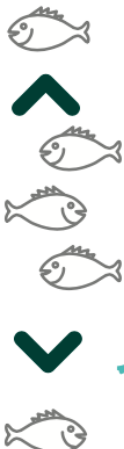
## UNICITÉ DE LA RESSOURCE

## PROBLÉMATIQUE HYDROCLIMATIQUE

### 3 TYPES D'EAU DOUCE MONDIALE



MIGRATIONS SAISONNIÈRES



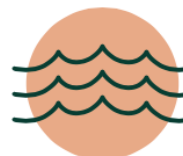
# RÉPARTITION des espèces

DÉPASSANT LES LIMITES  
DE LA RÉGION

## MODIFICATION DES MILIEUX DE VIE



TEMPÉRATURE  
DE L'EAU



DÉBIT  
DES FLEUVES



PRODUCTIVITÉ  
MARINE



PRESSIONS  
ANTHROPIQUES



Déplacement  
des espèces



Nouvelles  
espèces



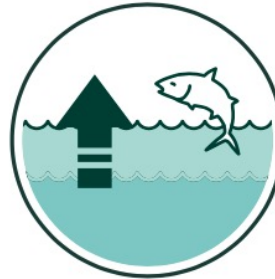
Phénologie  
modifiée



**RÉCHAUFFEMENT**  
température moyenne  
**DE LA TERRE ET**  
des eaux superficielles



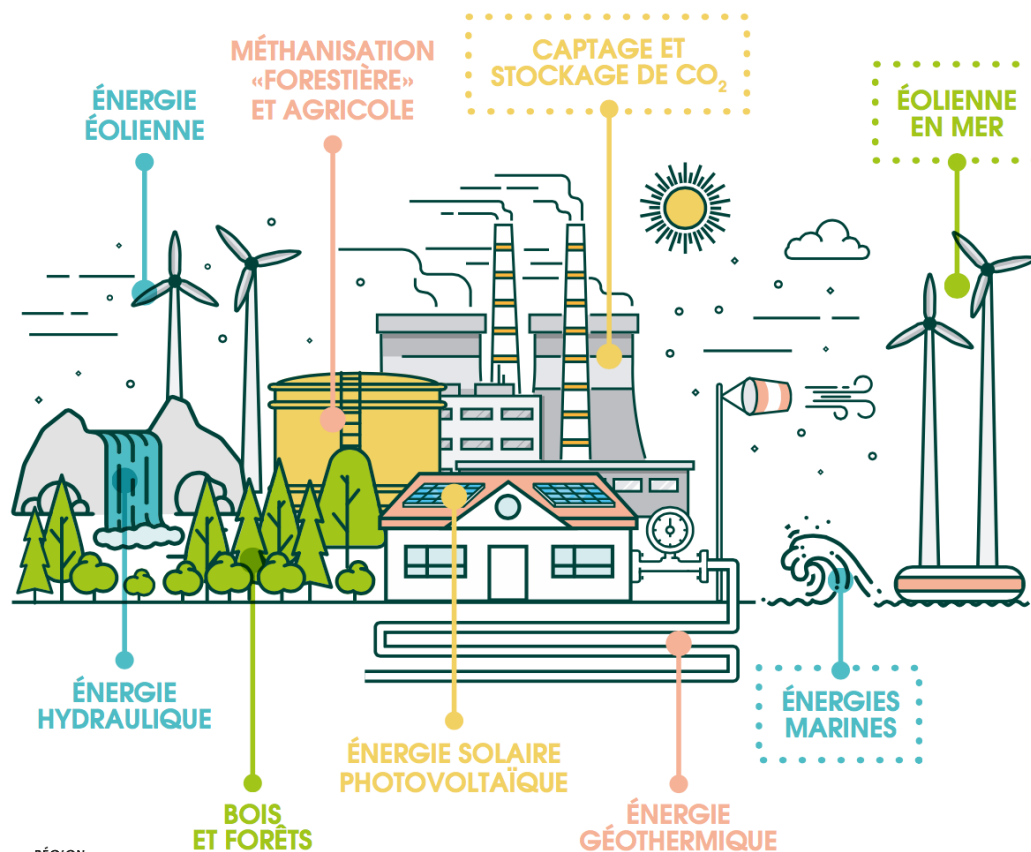
**ÉLÉVATION**  
**DU NIVEAU**  
de la mer



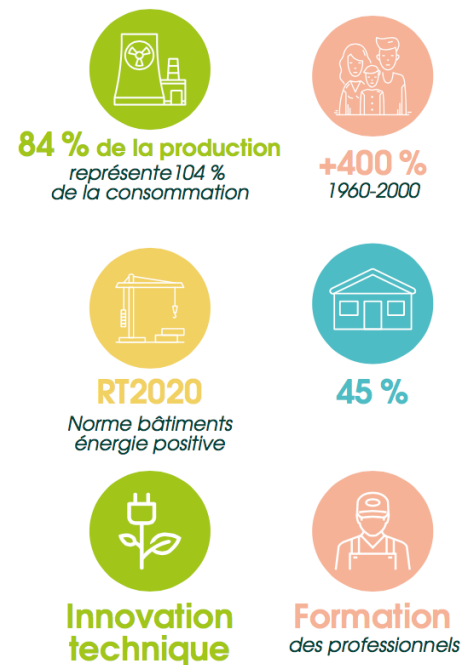
événements climatiques  
**MAJEURS**  
vent, pluie, crues, submersions



# MIX ÉNERGÉTIQUE RÉGIONAL



## CONSOMMATION ET PRODUCTION



# Que faire désormais?

Médiation, Education, ECOUTE

Recherche et SUIVI ACTIF de l'environnement régional

Mise en action ANTICIPATIVE  
Sciences Nouvelles?

SOLIDARITE, VALEURS

# Le changement climatique: des vulnérabilités à apprécier de manière spécifique dans chaque région du monde.

## Souvent plus inquiétantes dans les régions du “Sud”

| Continent        | Besoins alimentaires à l'horizon 2050 |
|------------------|---------------------------------------|
| Afrique          | 5                                     |
| Asie             | 2.5                                   |
| Europe           | 1                                     |
| Amérique Latine  | 2                                     |
| Amérique du Nord | 1.5                                   |
| Océanie          | 1.5                                   |

Besoins alimentaires à l'horizon 2050 (base 1 en 2000) sous l'effet combiné de la croissance de la population, de la modification de sa composition (age, sexe) et du régime alimentaire (Collomb 1999, FAO, B. Sultan, IRD, résultats arrondis)

**Besoins alimentaires en 2050: estimations comparées à la situation de 2000**

