

Agriculture et changement climatique : un enjeu qui devient incontournable ?

Le point de vue d'une climatologue

Nathalie de Noblet-Ducoudré
nathalie.de-noblet@lsce.ipsl.fr

avec l'aide de

Sophie Wieruszeski, Iñaki Garcia, Julie Caubel, Marie Launay, Dominique Carrer, Nabil Laania



UNIVERSITÉ DE
VERSAILLES
ST-QUENTIN-EN-YVELINES



Institut
Pierre
Simon
Laplace

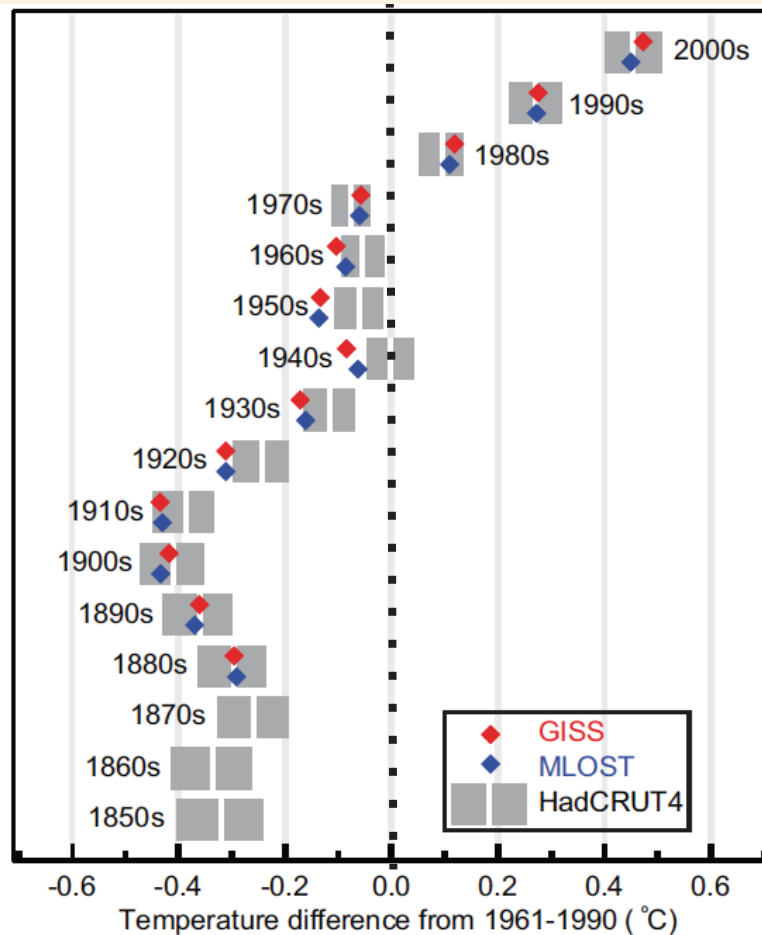
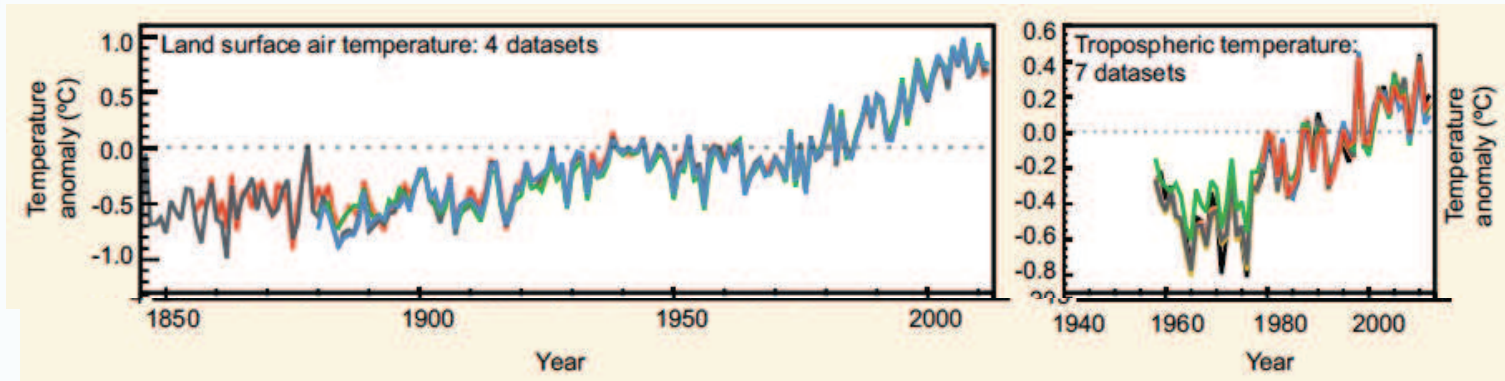
Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement
Unité Mixte CEA-CNRS-UVSQ, Institut Pierre Simon Laplace
Orme des Merisiers, bât. 712
Gif-sur-Yvette cedex, France

Le changement climatique global: mythe ou réalité?

- Ce que les observations nous disent
- Comment peut-on attribuer ce changement aux activités humaines?
- Quels sont les processus à l'œuvre?

<http://www.ipsl.fr/Pour-tous/Les-dossiers-thematiques>

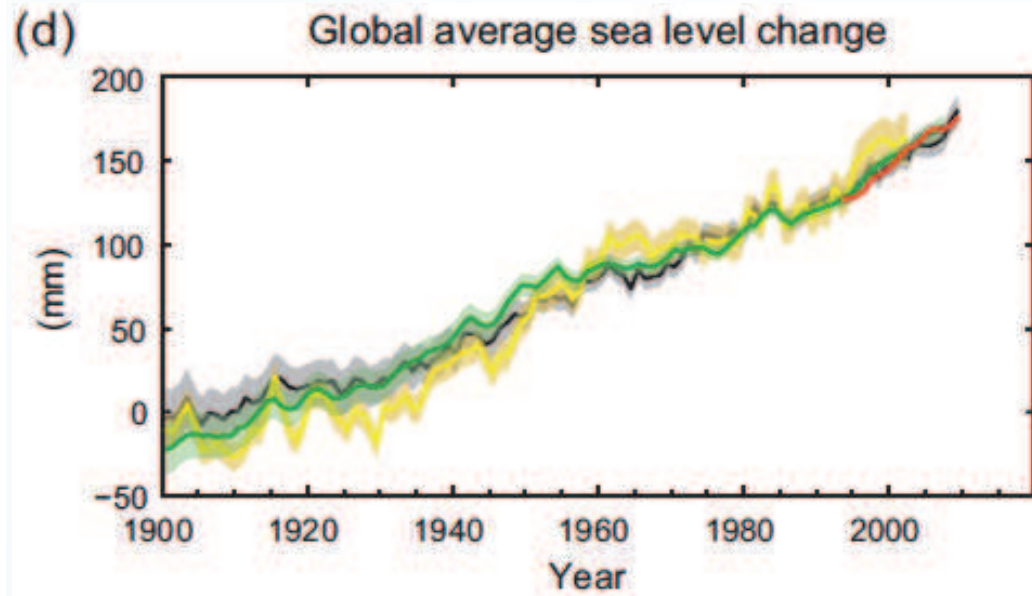
Ce que les observations nous disent



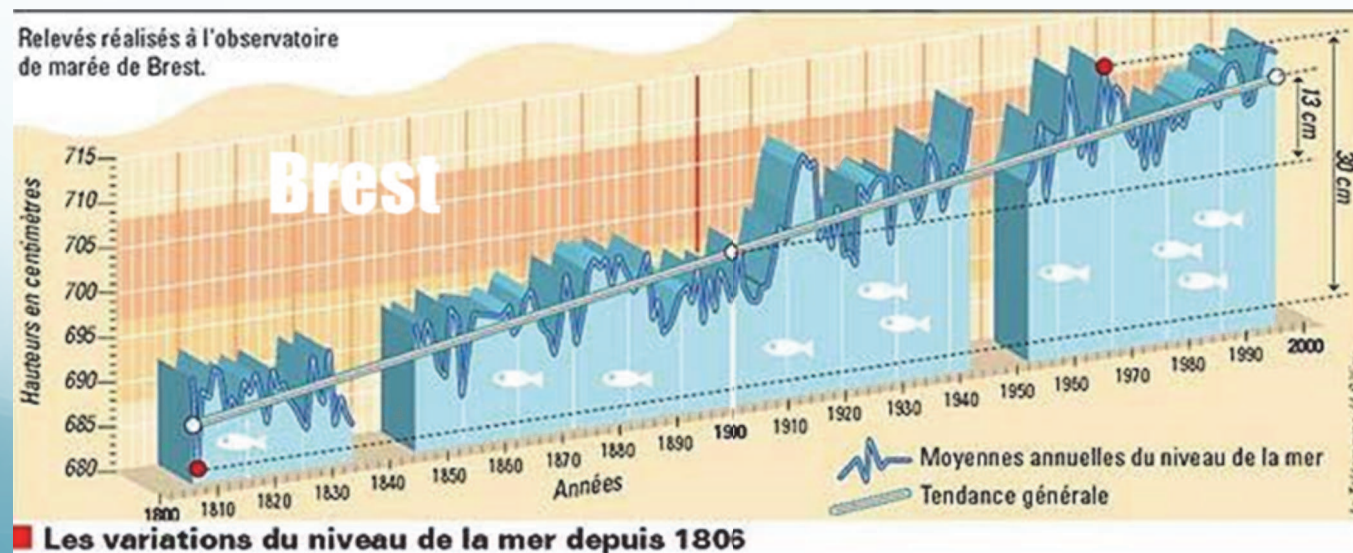
Évolutions des températures moyennes globales annuelles

moyennes décennales
(par rapport à
1961-1990) IPCC, 2014

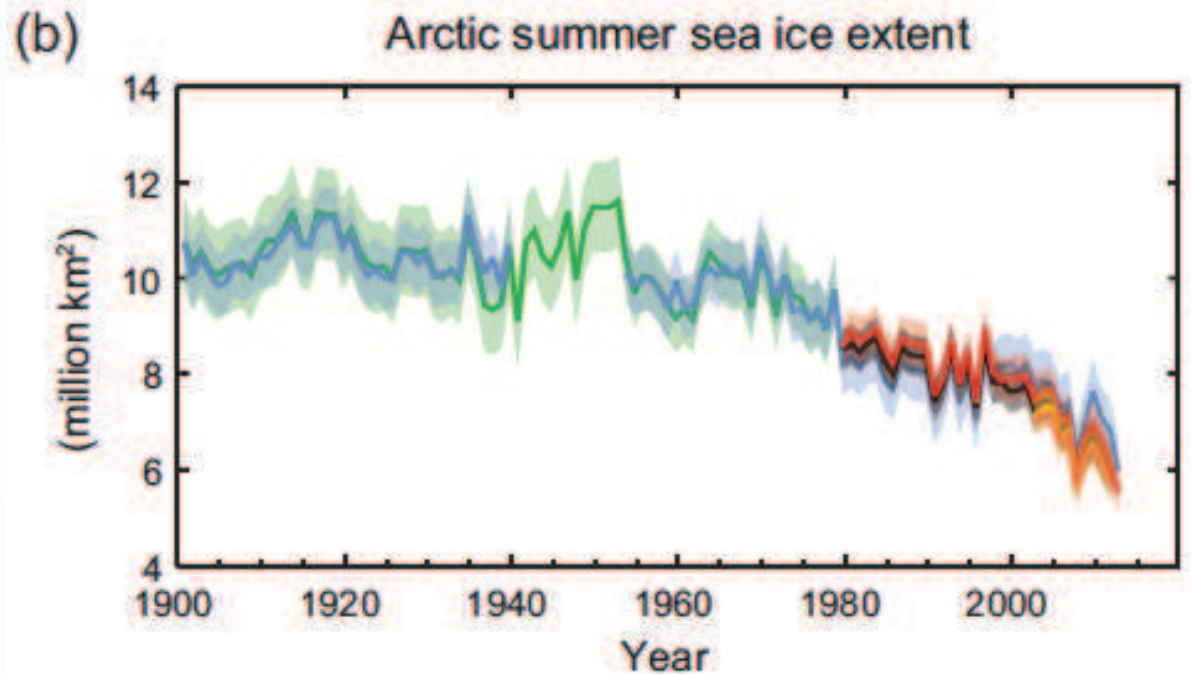
Le niveau des mers ne cesse de monter



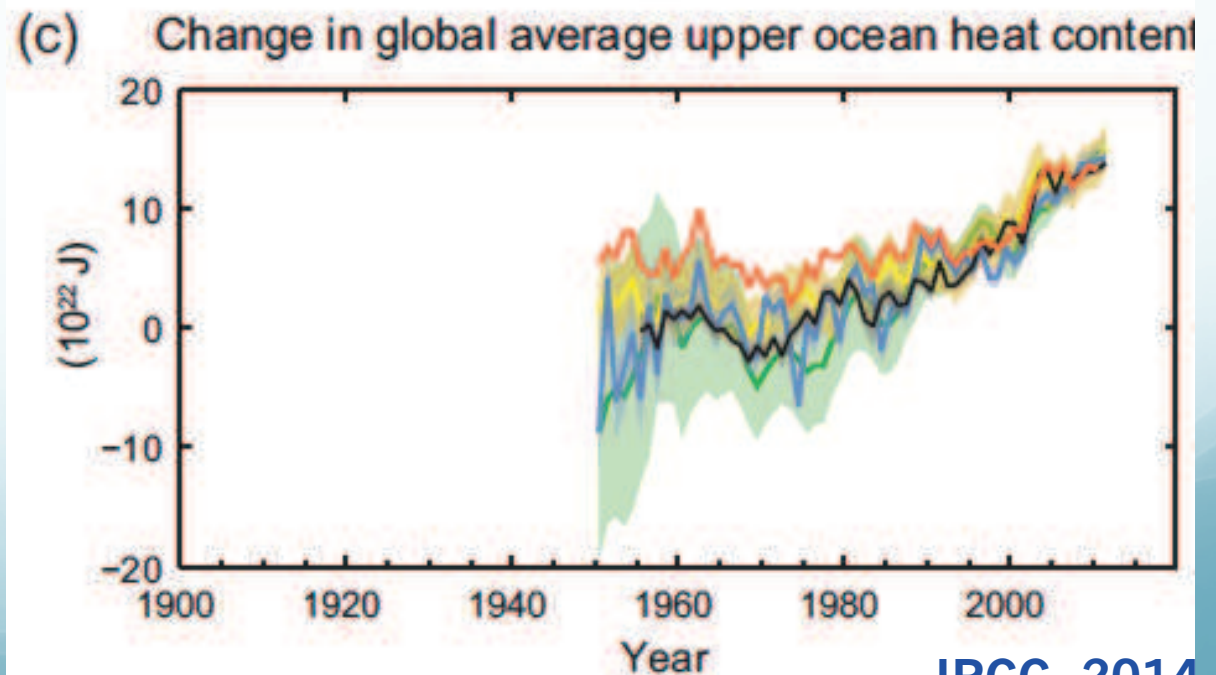
Depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, le taux d'élévation du niveau moyen des mers est supérieur au taux moyen des deux derniers millénaires (*degré de confiance élevé*). Le niveau moyen des mers s'est élevé de 0,19 [0,17 à 0,21] m au cours de la période 1901–2010.



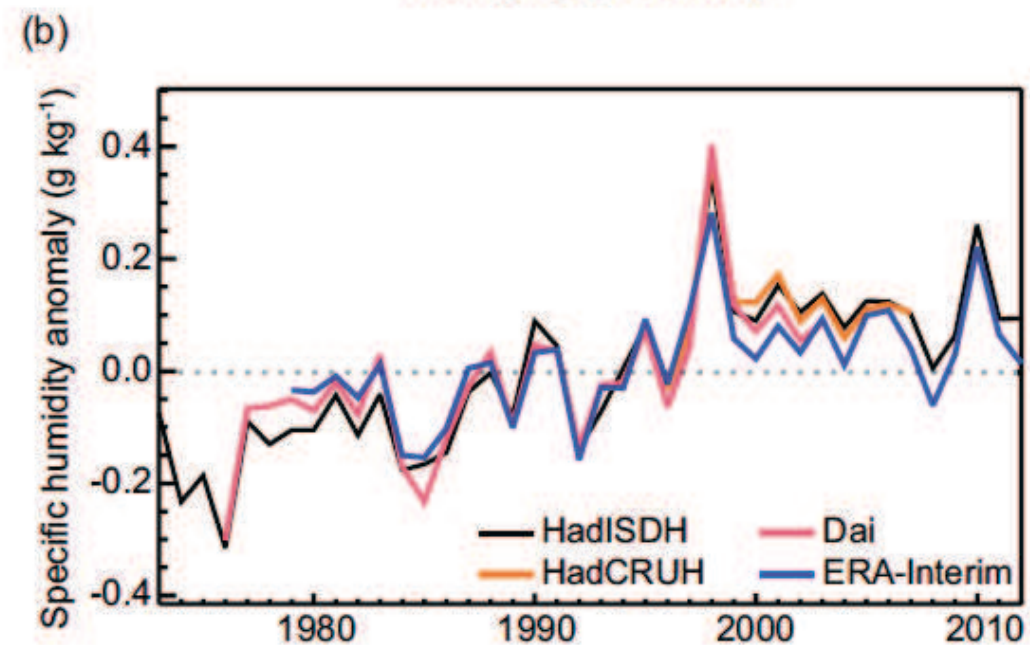
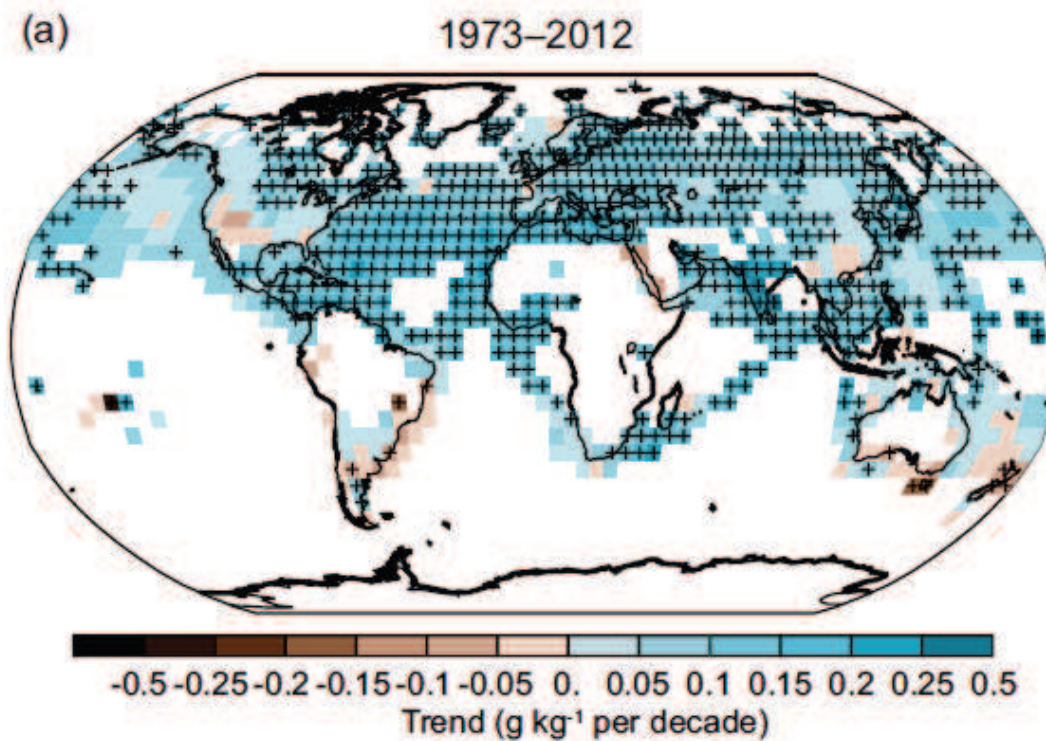
**Les étendues de
glace ne cessent de
régresser**



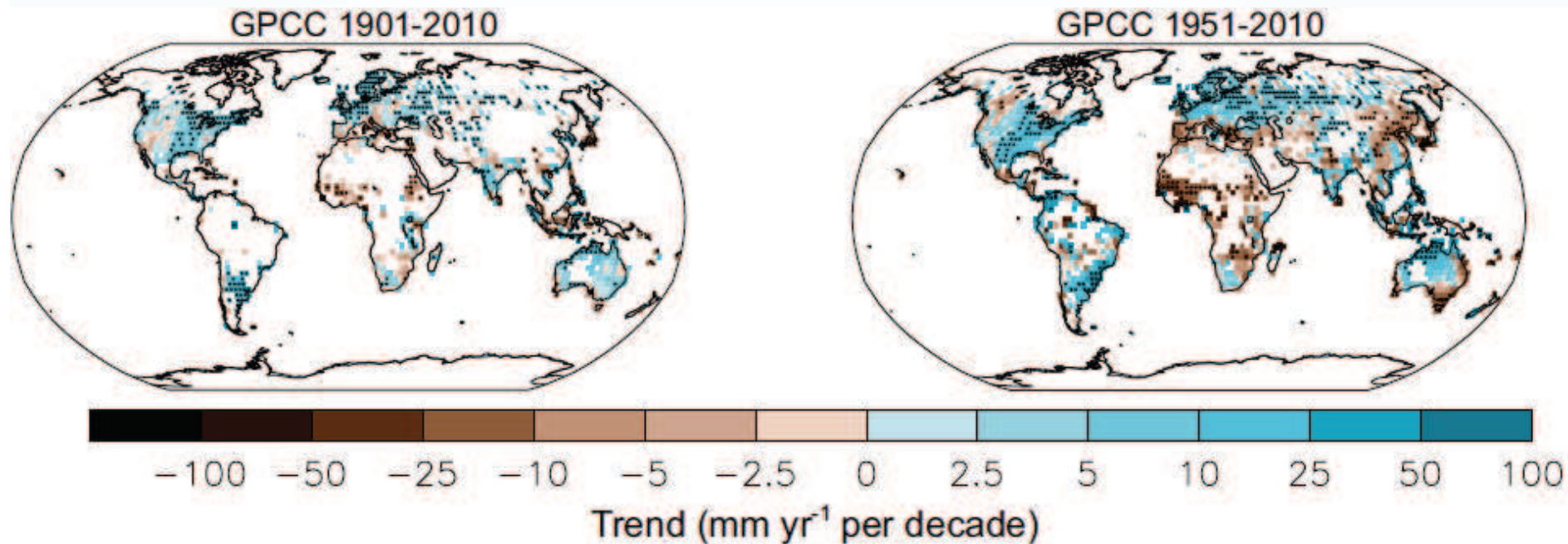
**Le contenu
thermique de
l'océan augmente**



Le contenu en
vapeur d'eau de
l'atmosphère
augmente

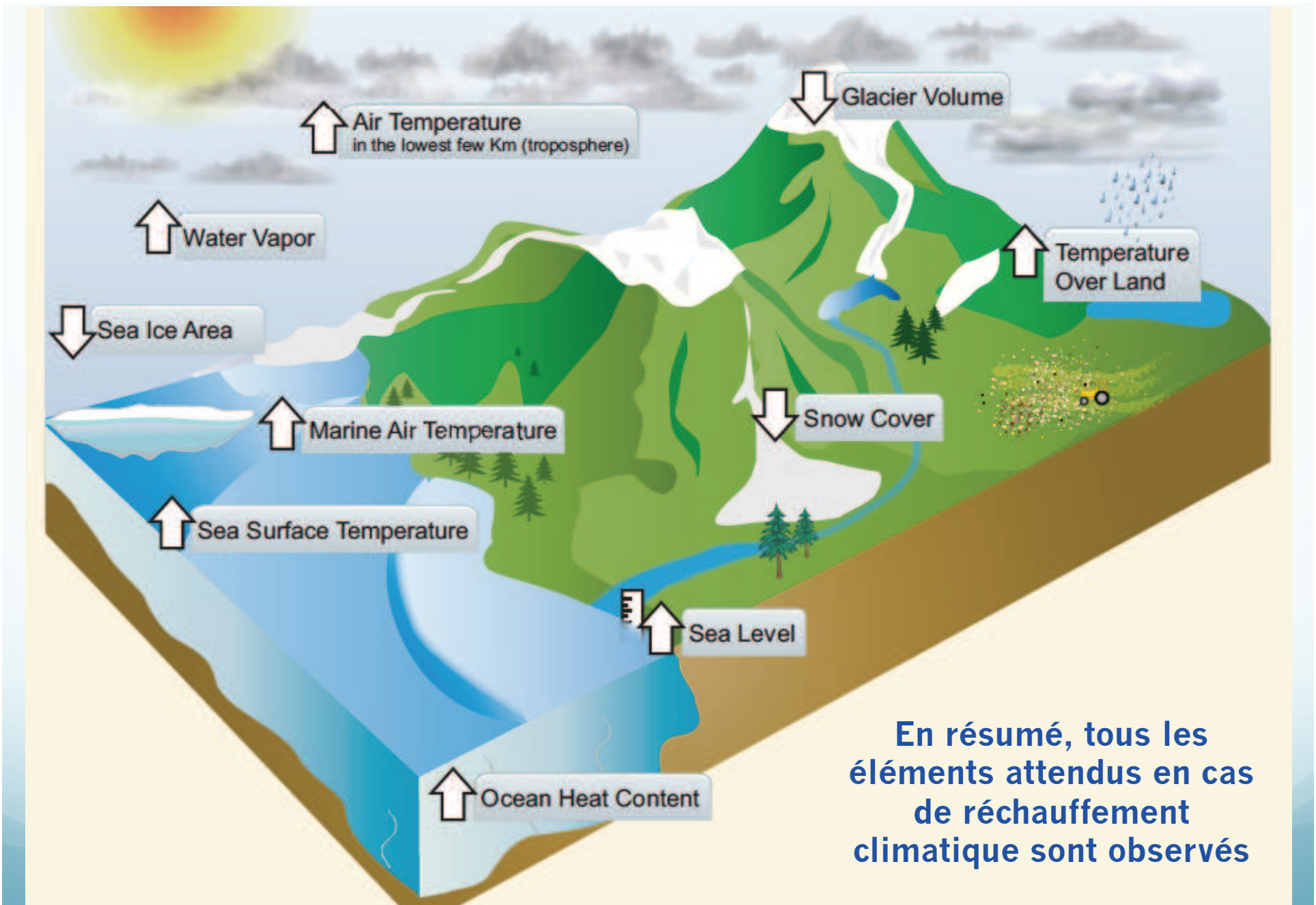


Les précipitations augmentent en général à nos latitudes



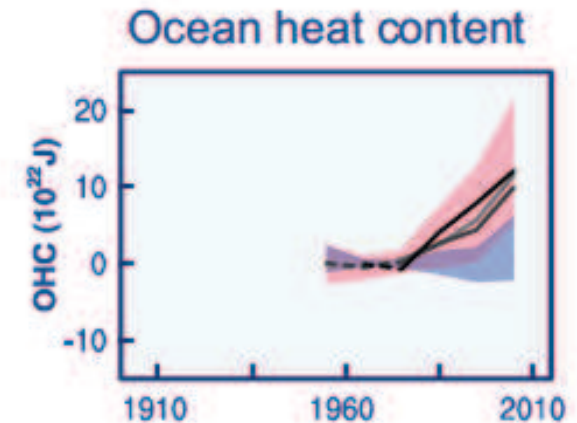
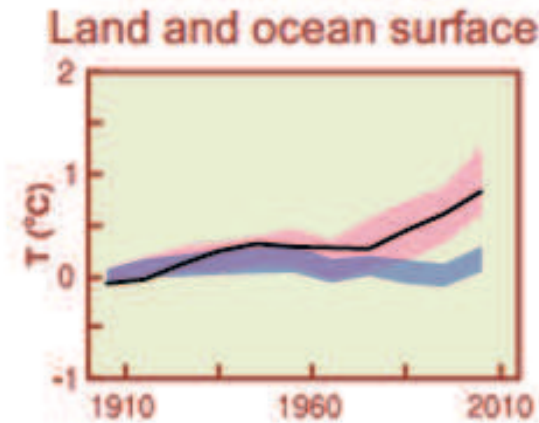
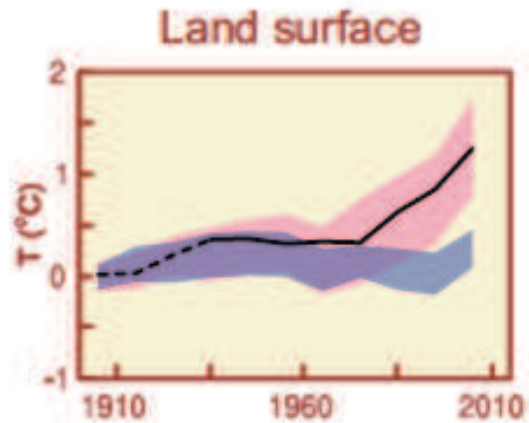
Tendance [mm/an/décennie]

Des relevés incomplets montrent des tendances variables et non-significatives des précipitations globales. Les précipitations ont augmenté sur les terres des moyennes latitudes de l'hémisphère Nord depuis 1901 (*faible fiabilité* avant 1950, *fiabilité moyenne* après).



FAQ 2.1, Figure 1 | Independent analyses of many components of the climate system that would be expected to change in a warming world exhibit trends consistent with warming (arrow direction denotes the sign of the change), as shown in FAQ 2.1, Figure 2. **IPCC, 2014**

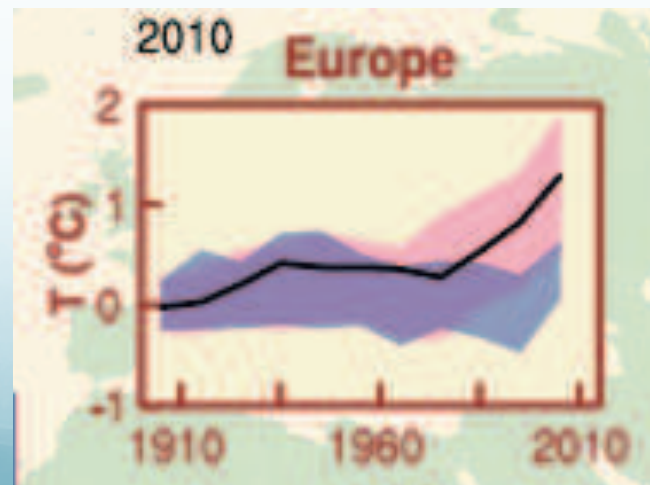
Comment peut-on attribuer ces changements aux activités de l'Homme?



≡ Observations

■ Models using only natural forcings

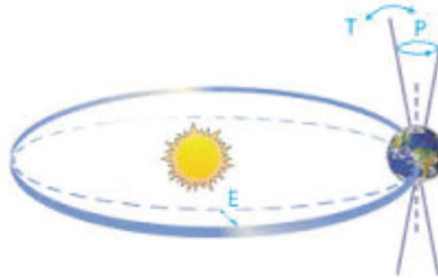
■ Models using both natural and anthropogenic forcings



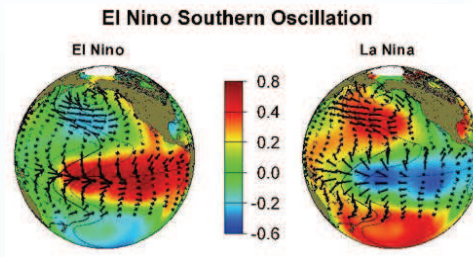
Quels sont les causes & processus à l'œuvre?

Pourquoi le climat varie-t-il?

Orbite de la Terre



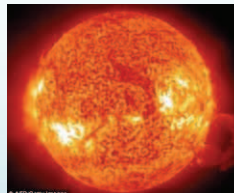
Variabilité interne



Activité volcanique



Activité solaire



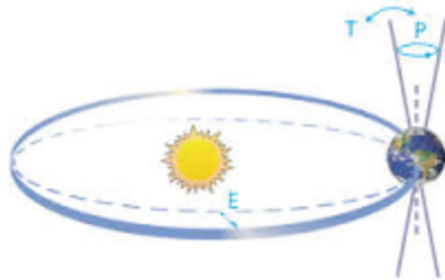
Facteurs anthropiques



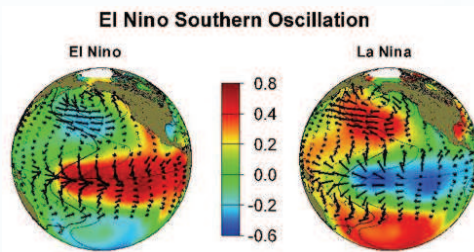
Quels sont les causes & processus à l'œuvre?

Pourquoi le climat varie-t-il?

Orbite de la Terre



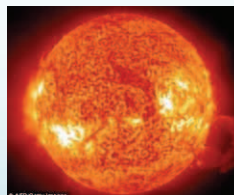
Variabilité interne



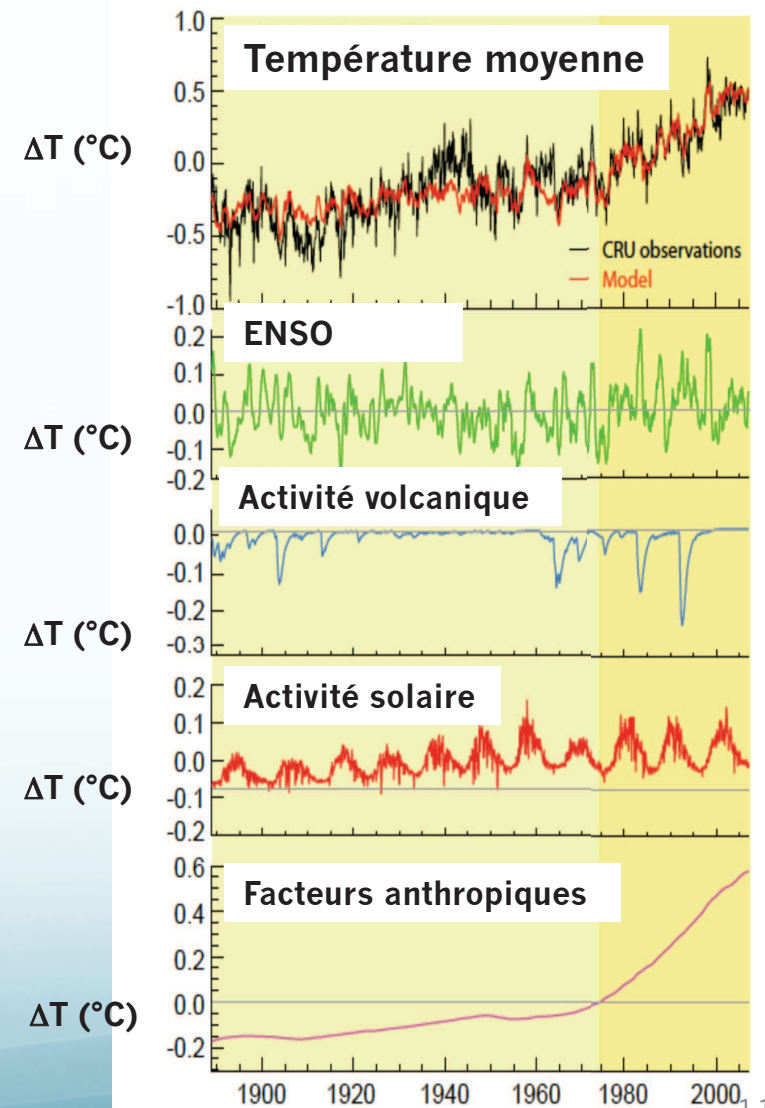
Activité volcanique



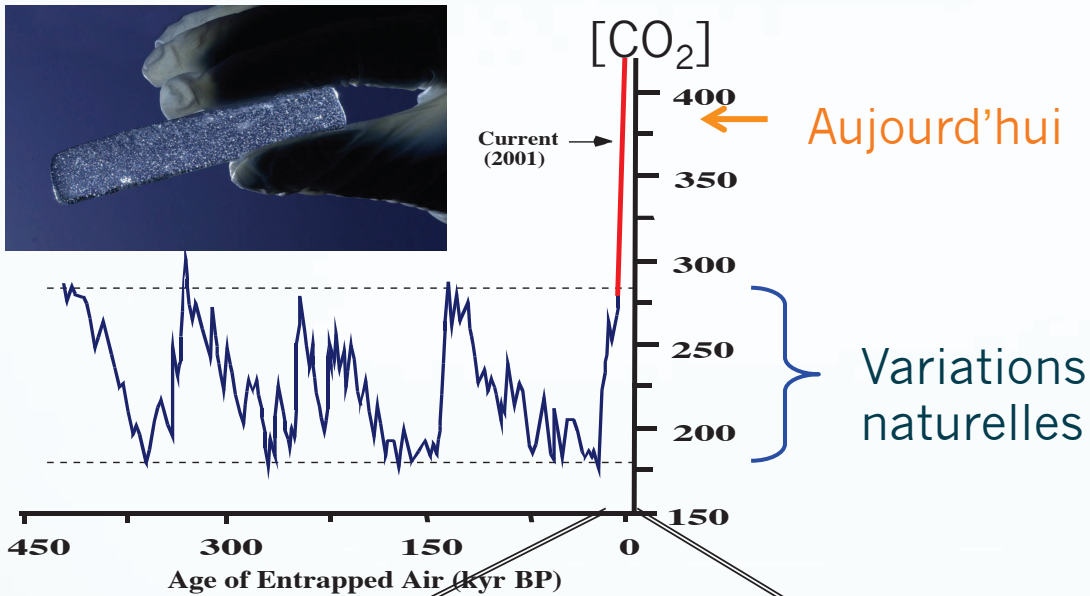
Activité solaire



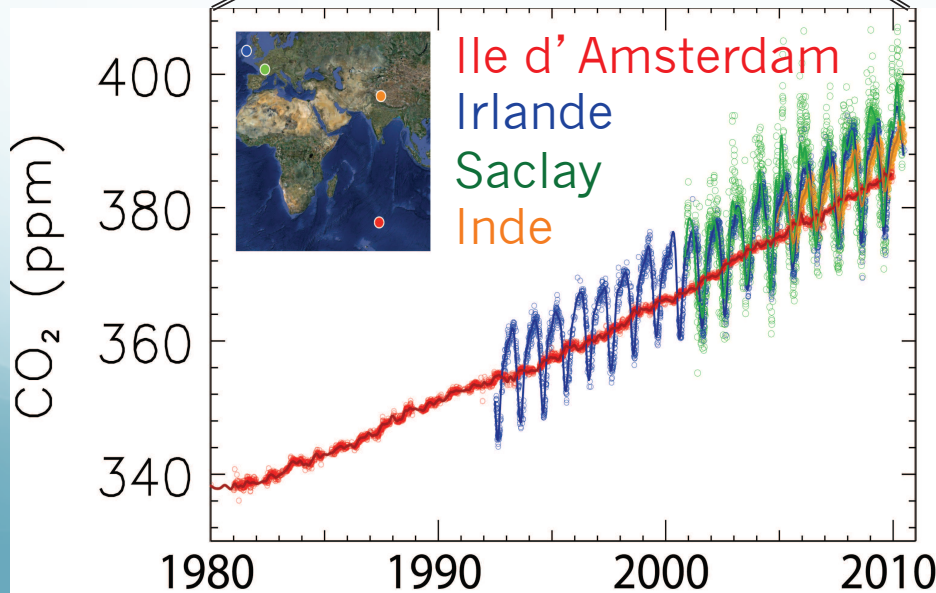
Facteurs anthropiques



Activité humaines et CO₂



+



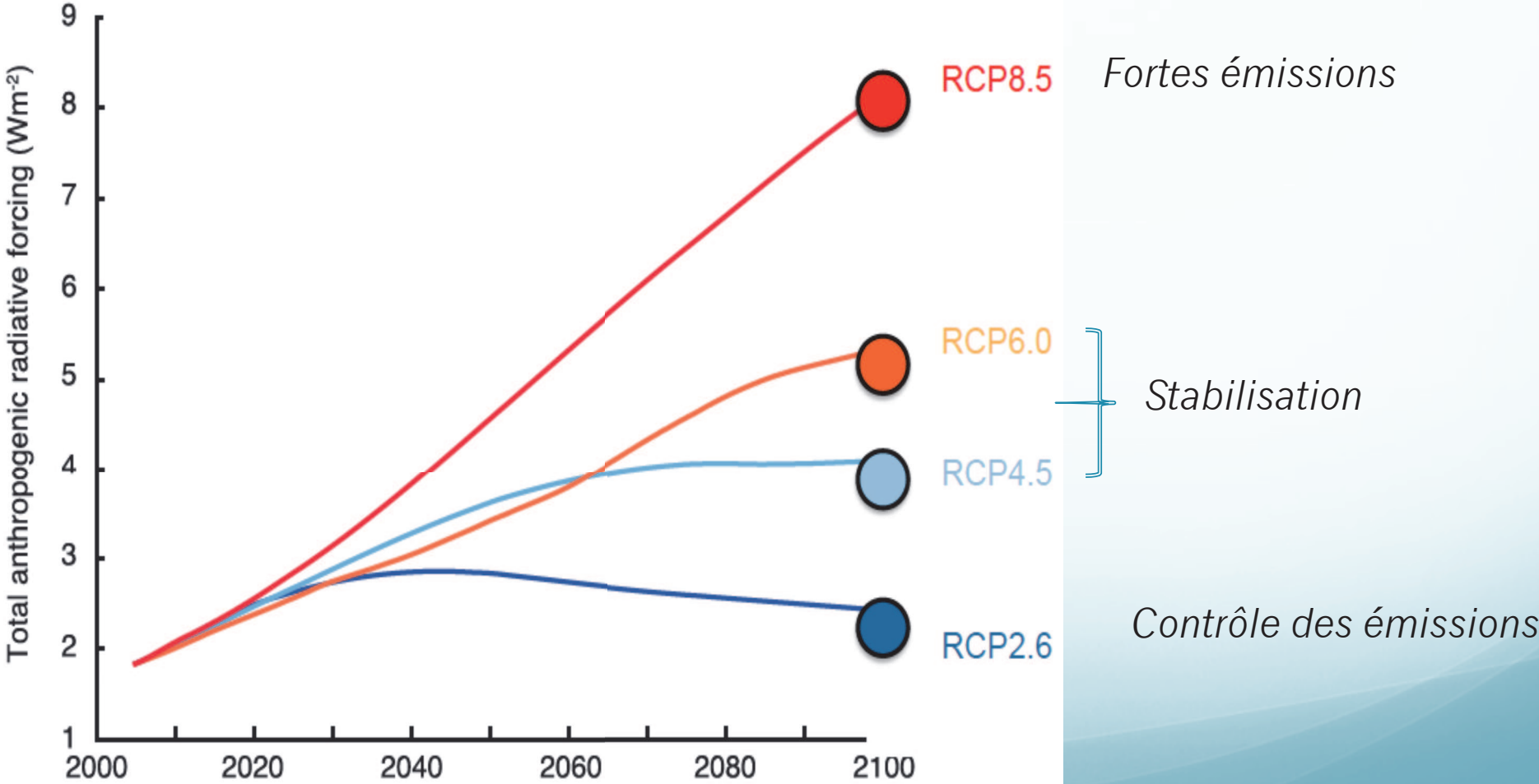
≈ 10 Milliards
de tonnes C / an₂

Quel/s futur/s pour le climat?

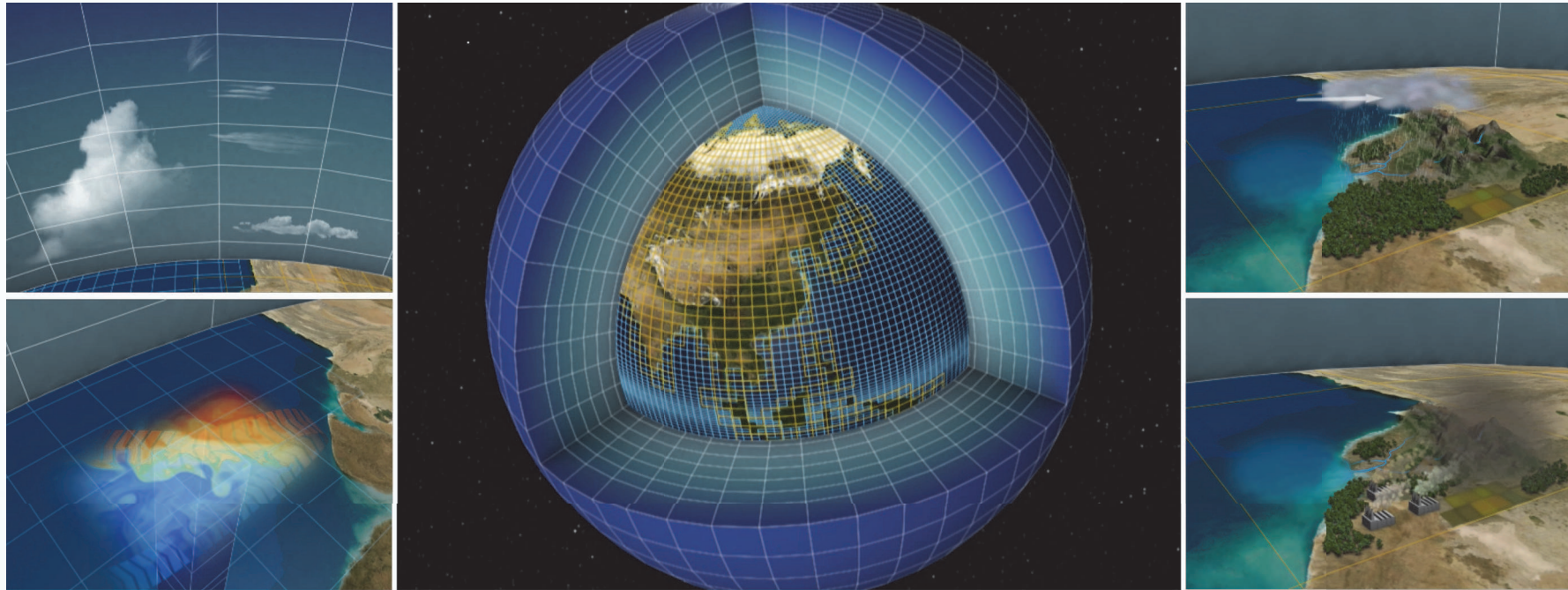
- Les scénarios
- Les outils
- Quelles évolutions pour le globe?
- Ne pas dépasser + 1,5°C/2°C est-ce possible?
- Quelles implications pour la France?

Les scénarios d'émissions pour le 21^{ème} siècle

RCP (Representative Concentration Pathways)



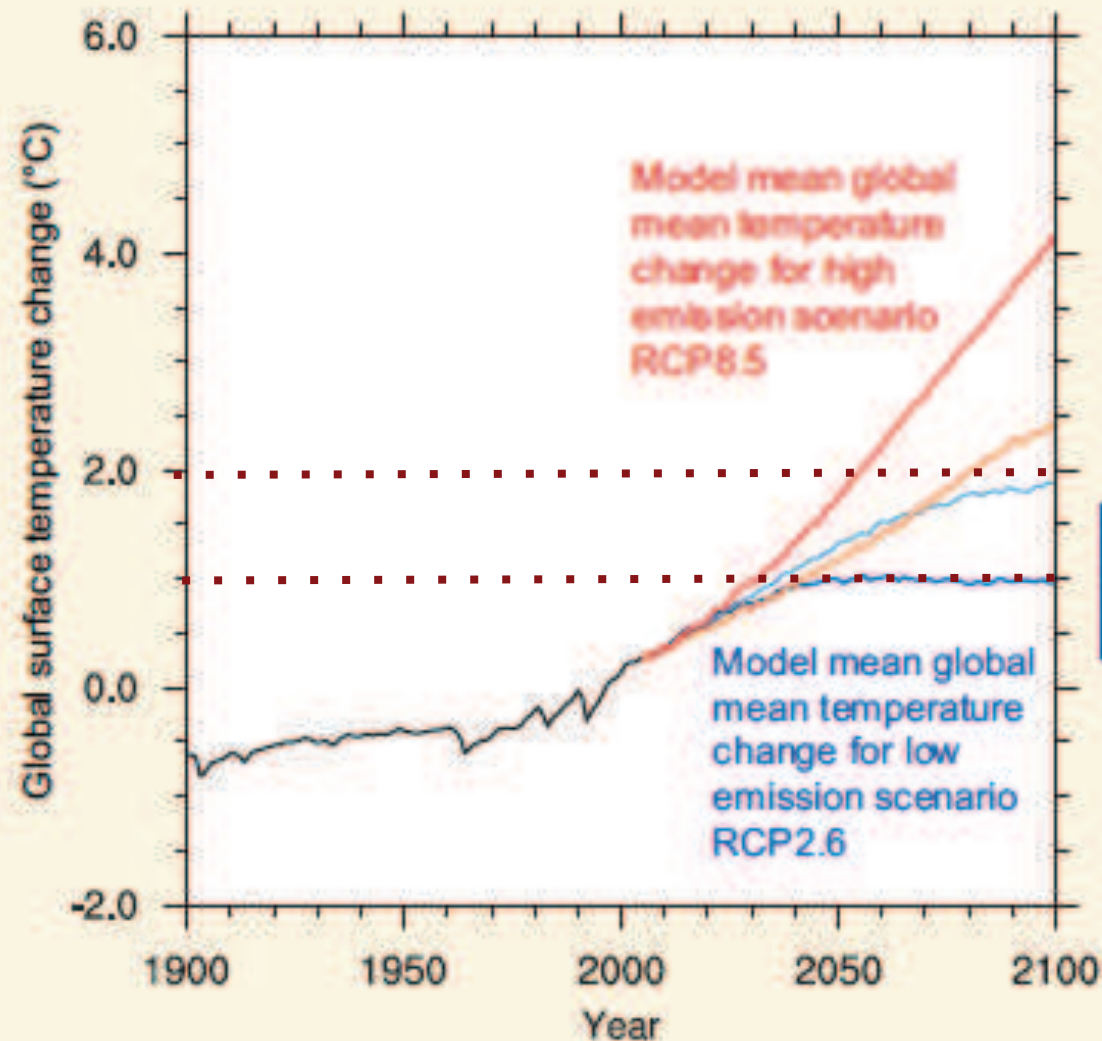
les modèles de climat



Images issues d'un film présentant la modélisation du climat. Copyright CEA

Les modèles offrent une représentation 3D de l'atmosphère, de l'océan, des glaces de mer et surfaces continentales (couplages de différents modèles) et des couplages entre le climat et le cycle du carbone, les aérosols et l'usage des terres. Ils permettent de reproduire les conditions climatiques et les tendances de température observées à l'échelle des continents sur plusieurs décennies

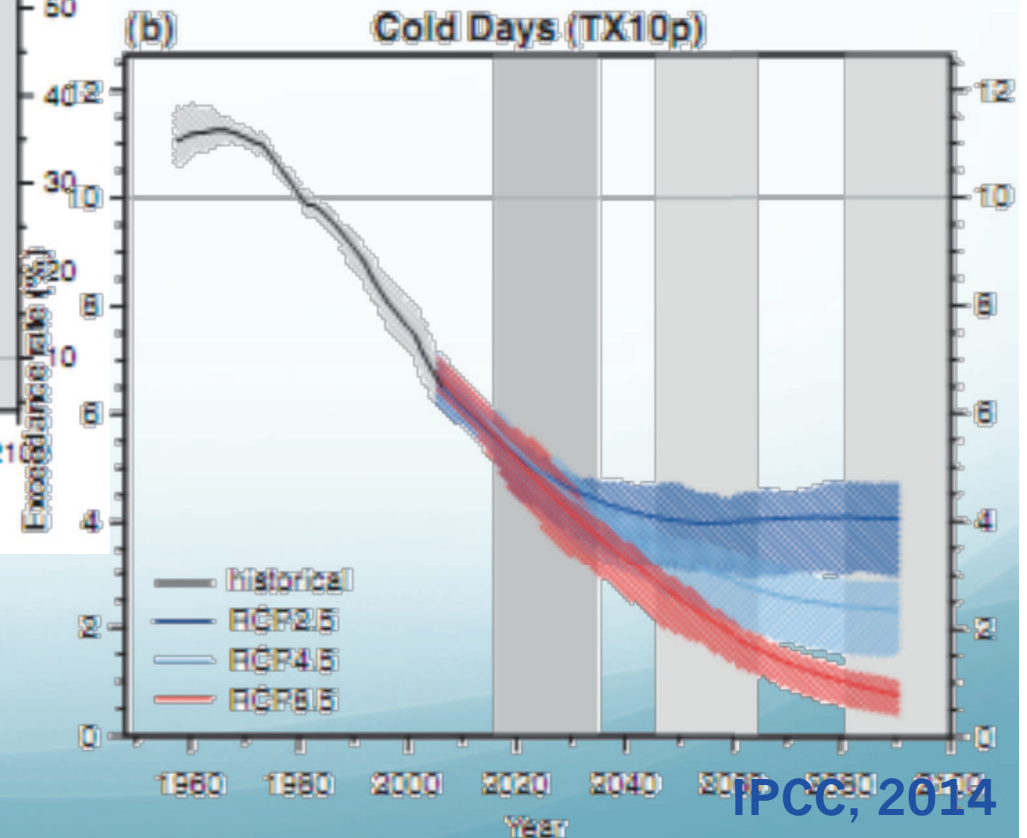
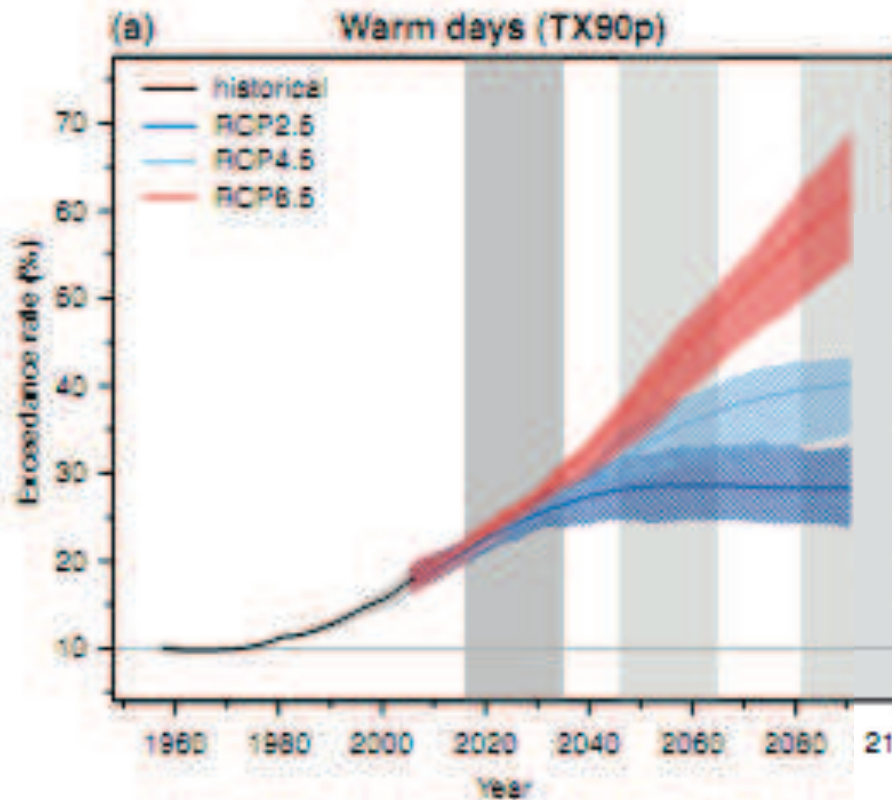
Conséquences: Réchauffement mondial +/- intense



Le changement de la température moyenne du globe en surface pour la fin du XXI^e siècle dépassera *probablement* 1,5°C par rapport à 1850-1900 pour tous les scénarios RCP, sauf pour le scénario RCP2.6. Il est *probable* qu'il dépassera 2°C pour les scénarios RCP6.0 et RCP8.5.

IPCC, 2014

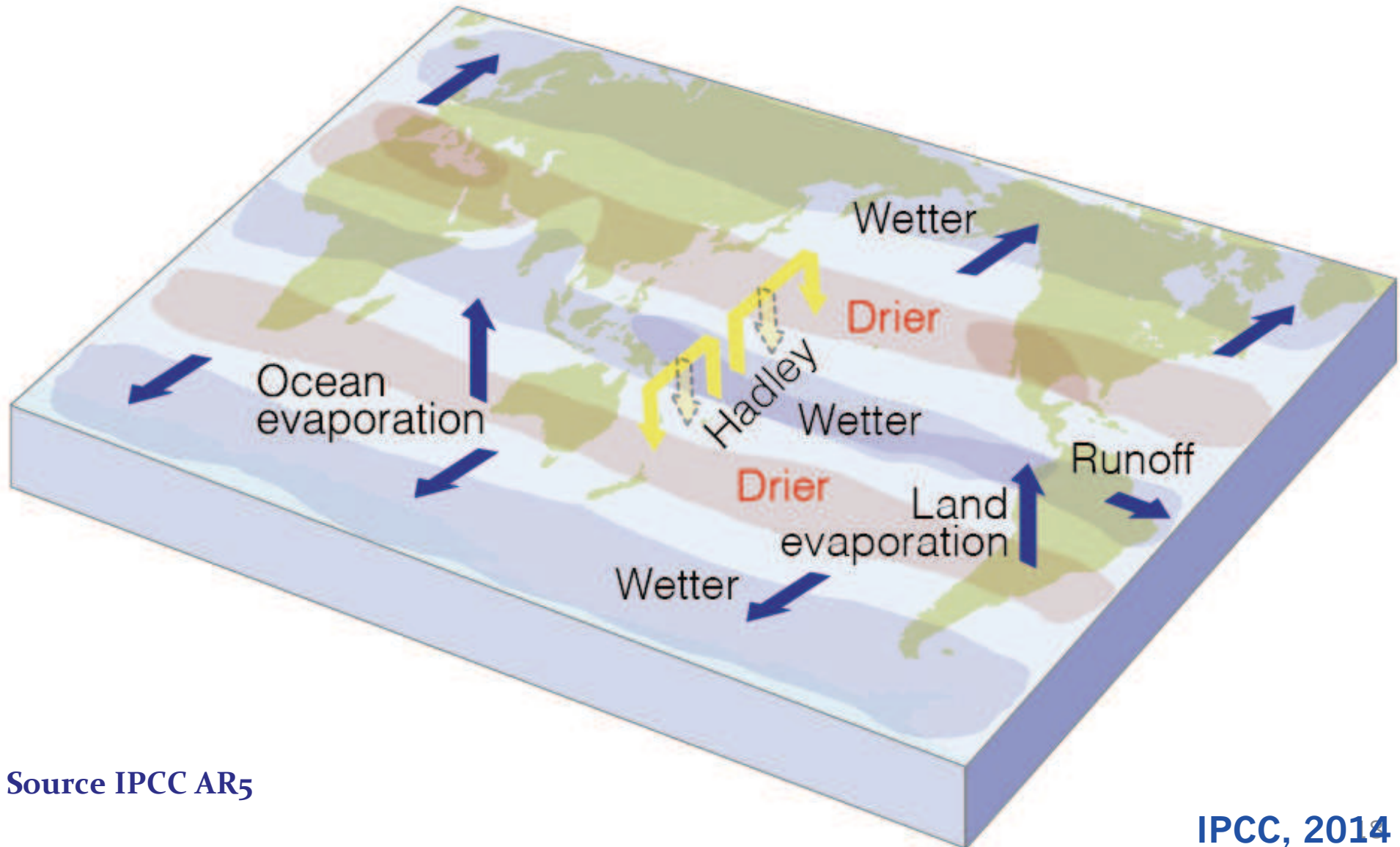
Conséquences: plus de jours chauds, moins de jours froids



Source AR5, 2013

IPCC, 2014

Conséquences: une modification des grandes zones de convection et de subsidence



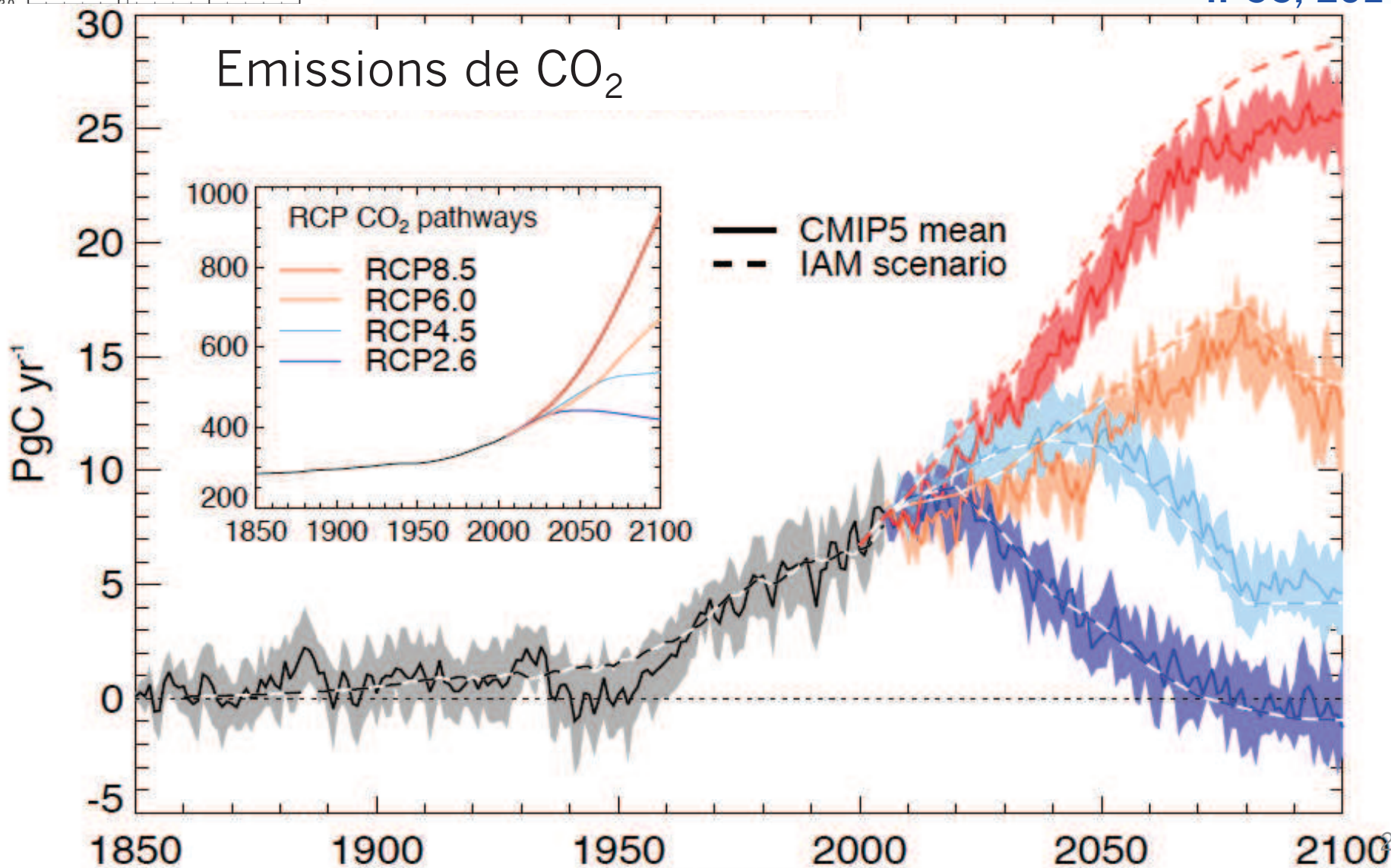
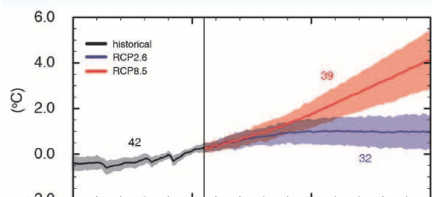
Source IPCC AR5

IPCC, 2014

Ne pas dépasser 1,5°C est-ce possible?

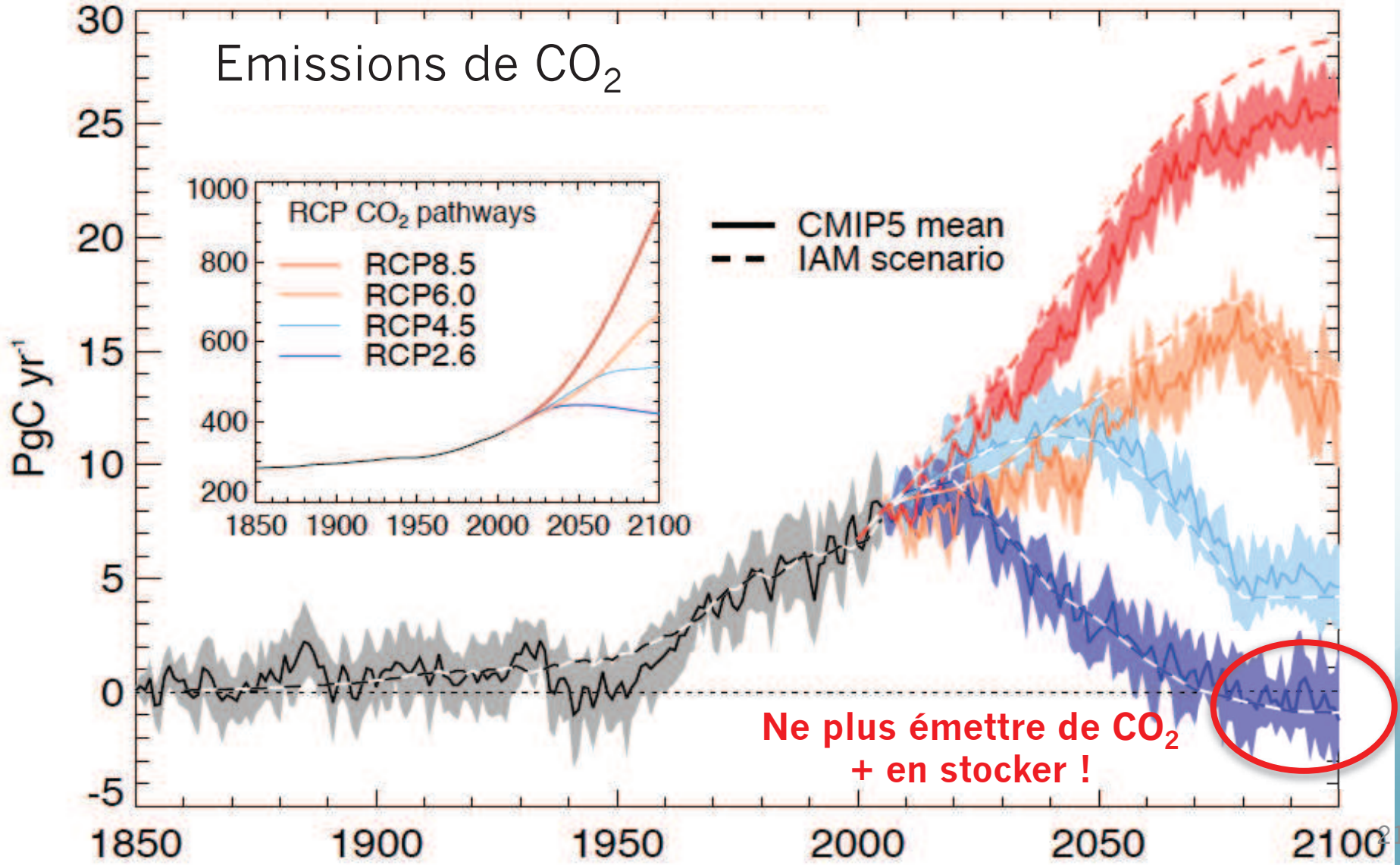
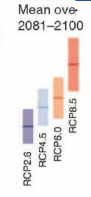
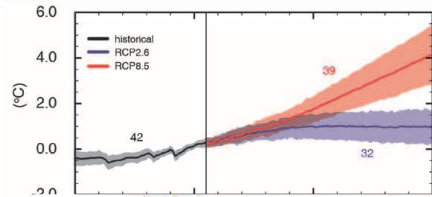
Emissions compatibles avec les RCPs

IPCC, 2014



Emissions compatibles avec les RCPs

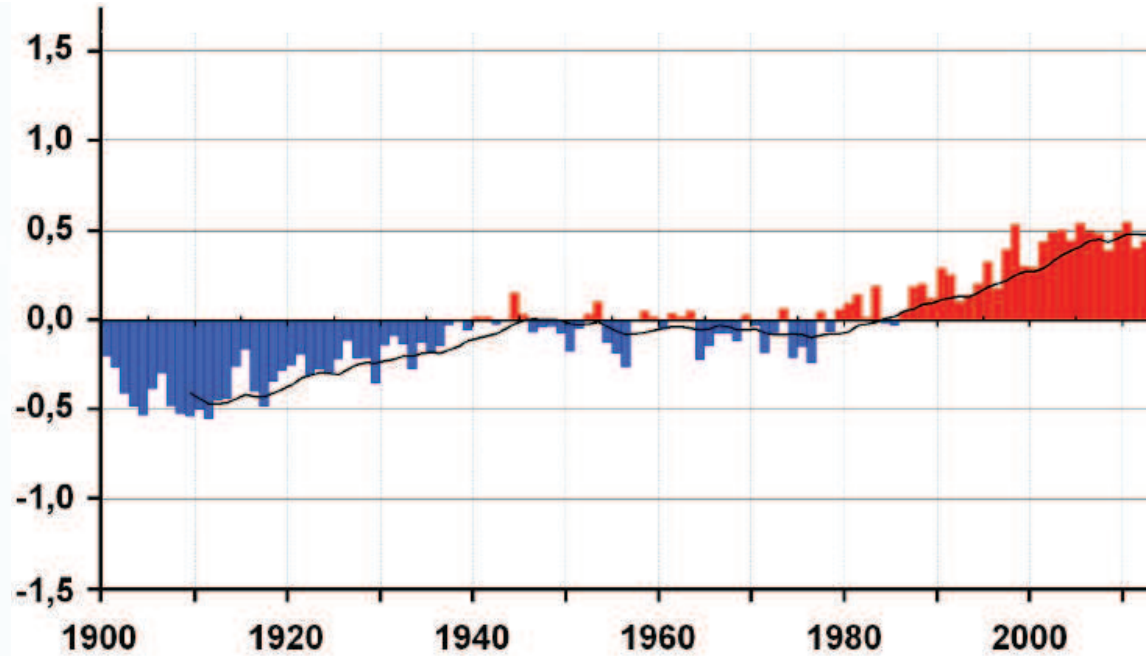
IPCC, 2014



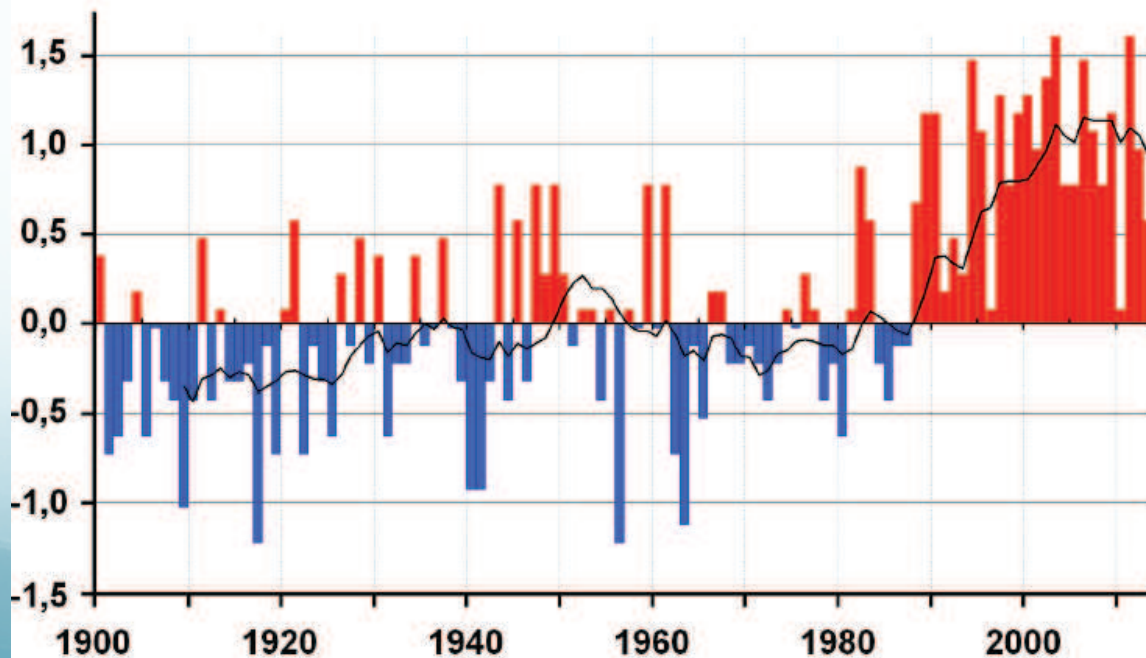
Ne plus émettre de CO₂
+ en stocker !

Quelles implications pour l'Europe / la France?

Anomalies de température moyenne annuelle



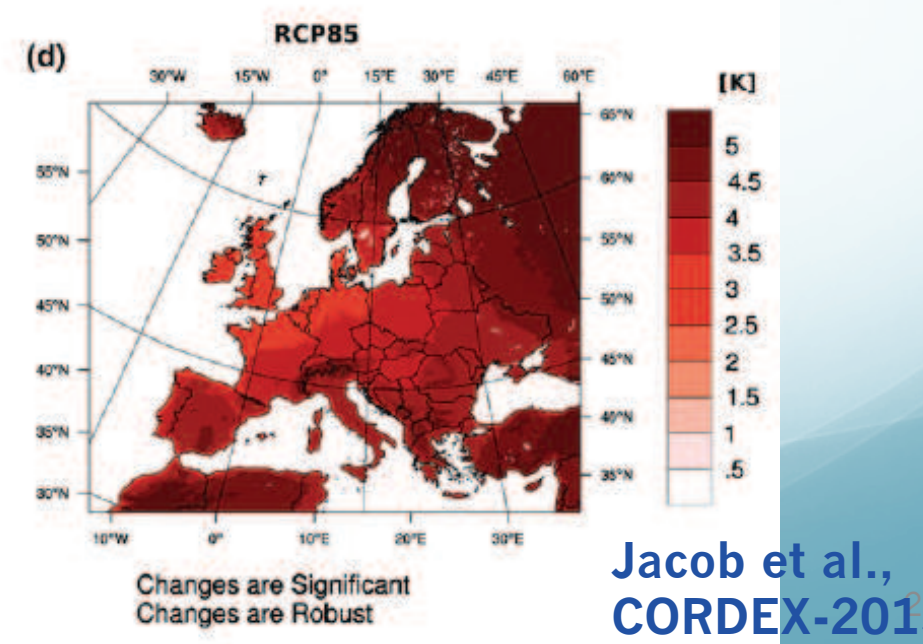
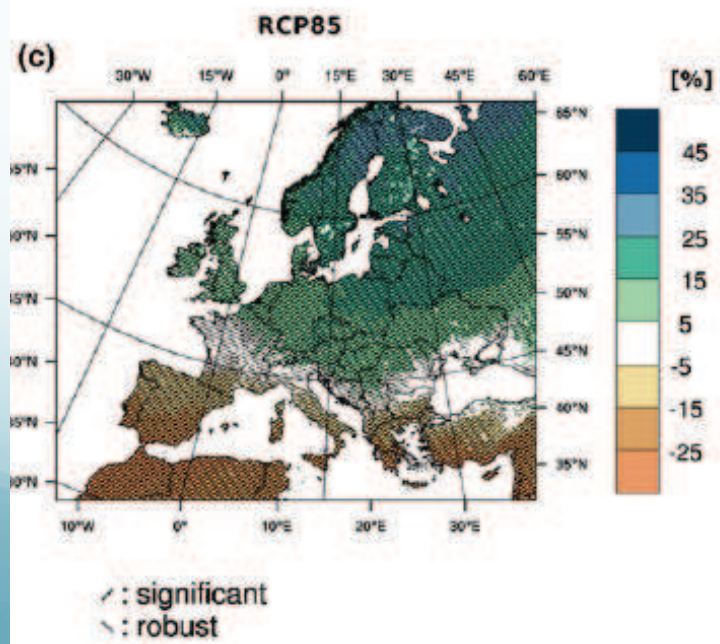
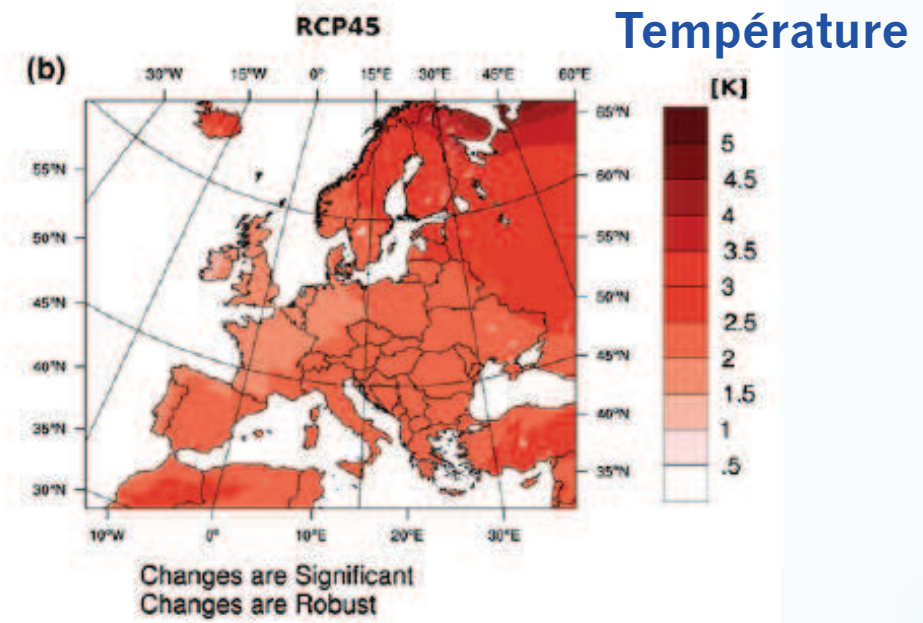
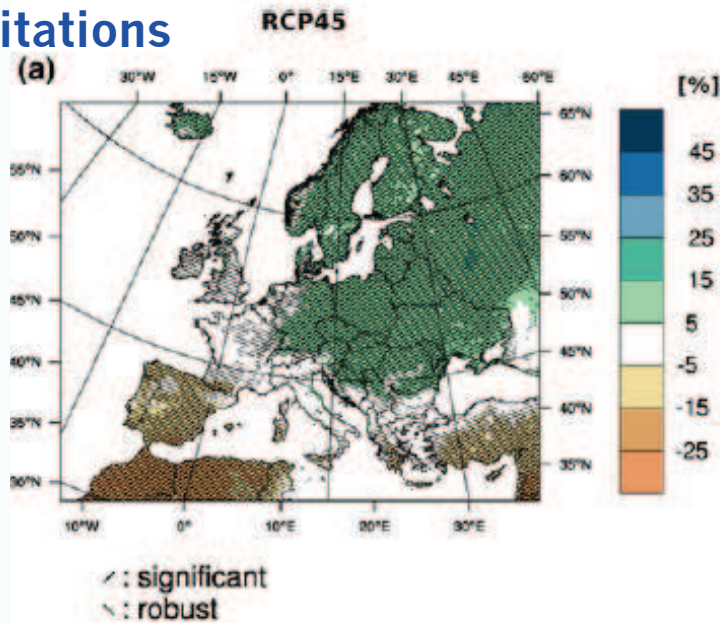
GLOBE



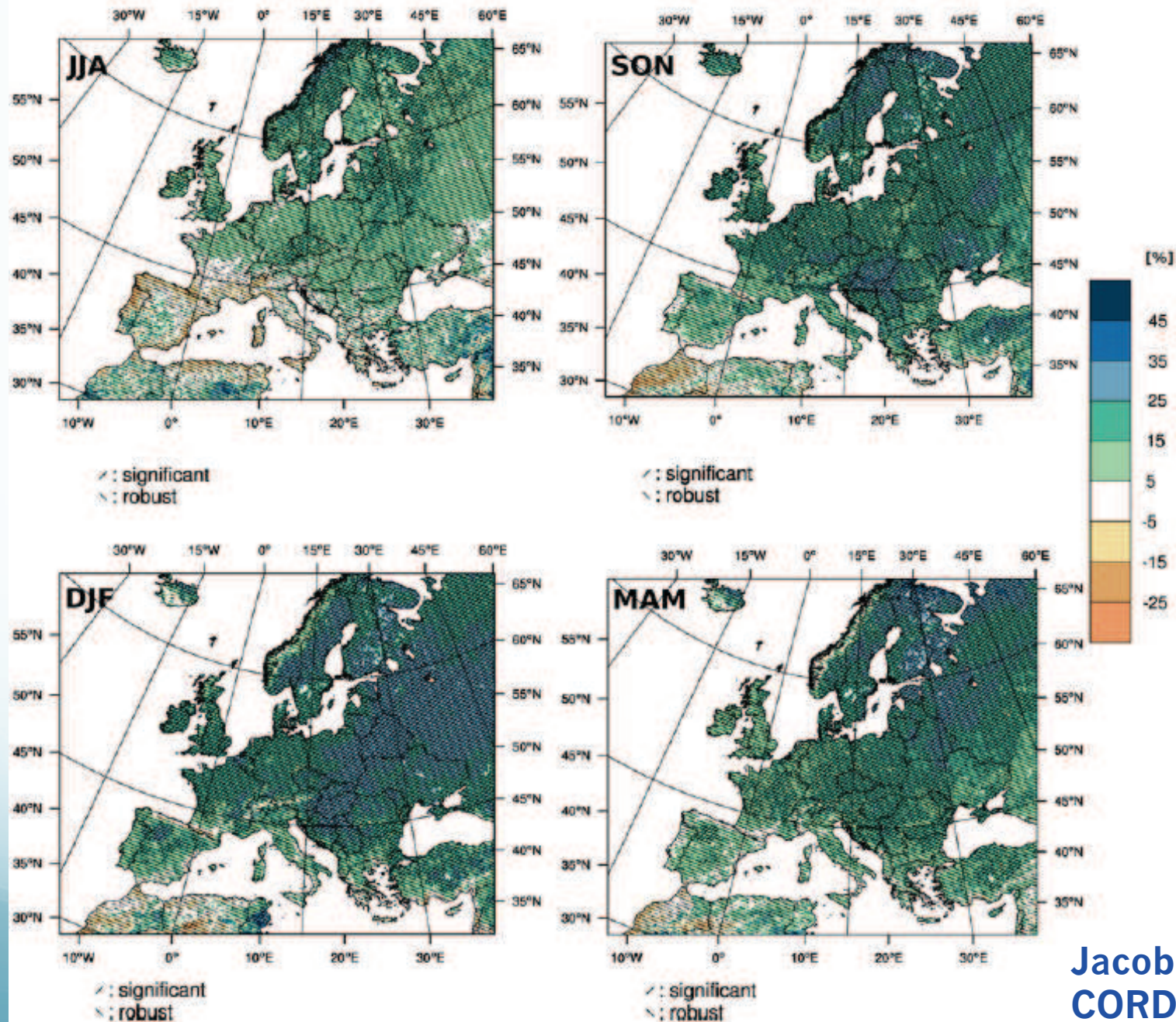
FRANCE

Différences entre la fin et le début du 21^{ème} siècle

Précipitations



Différences de précipitations saisonnières entre la fin et le début du 21^{ème} siècle





Question: Comment quantifier les impacts des scénarios de changement climatique sur le fonctionnement des grandes cultures & des forêts en France?

Plus spécifiquement: Quelles informations et quelles méthodes peuvent être mise en place pour identifier les zones à risques ou les opportunités pour les espèces (variétés) agricoles et forestières? + Quels risques?



De quels outils disposons-nous aujourd'hui?

Se préparer à l'adaptation

Méthode

Scénarios de changement climatique à l'échelle de la France [8km*8km]

Indicateurs de fonctionnement et de gestion

Analyse de risque
→ Identification de zones à risque ou d'opportunité par culture/variété/espèce

Nos indicateurs

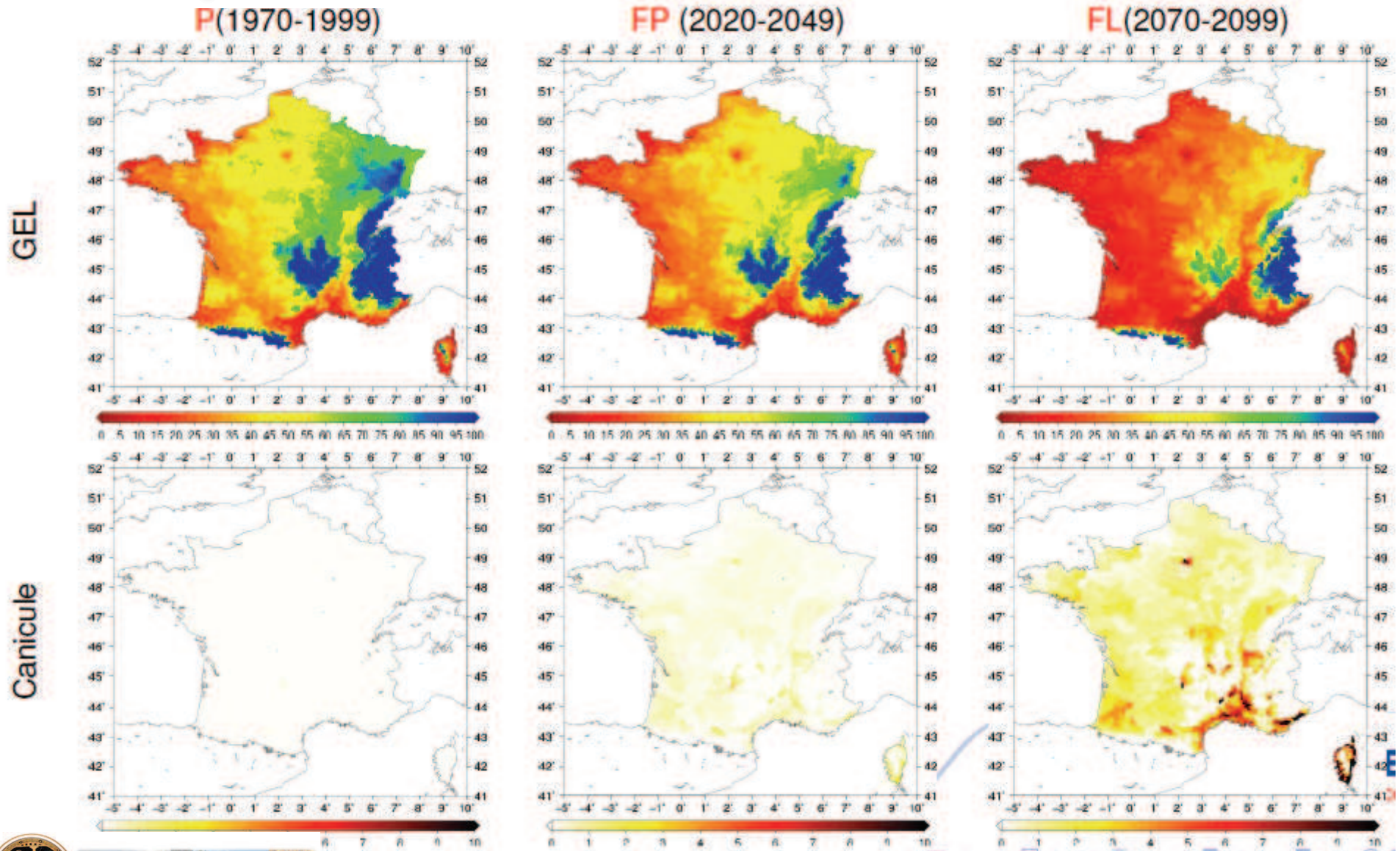
Climatiques

Eco-Climatiques

« intégrés »

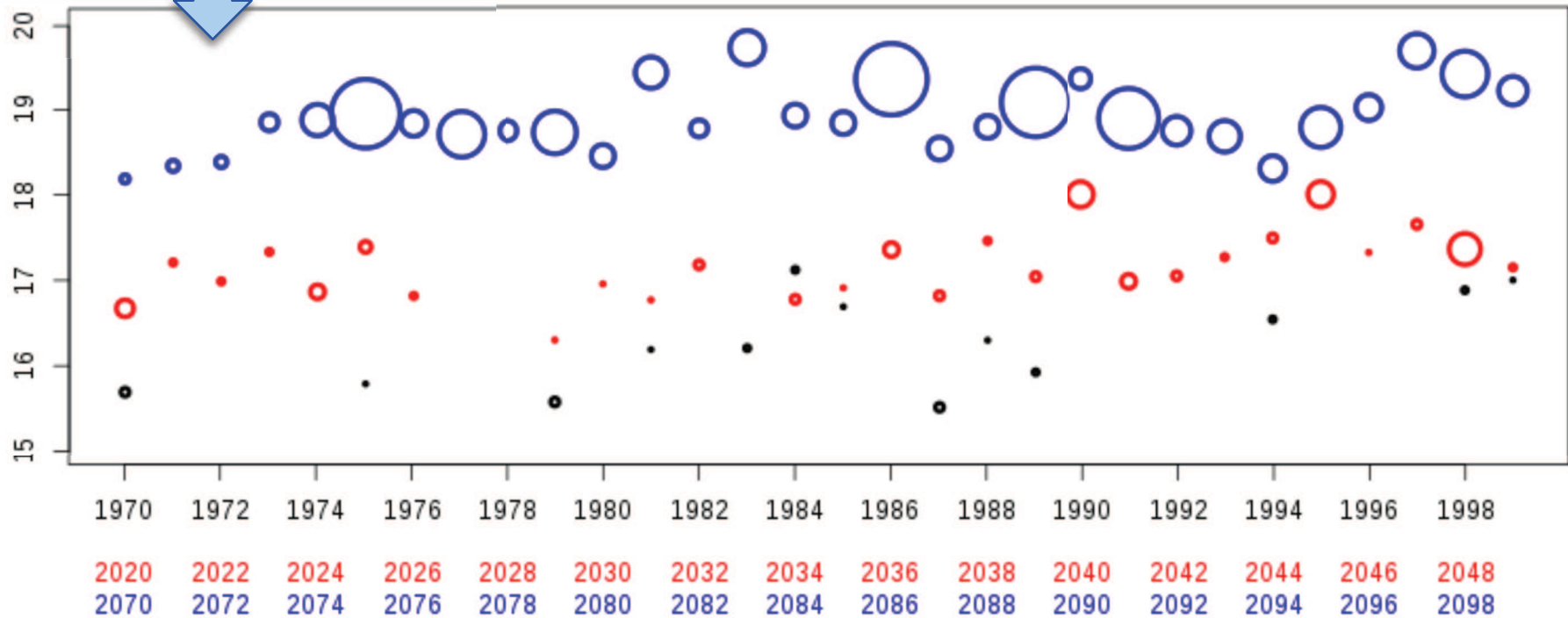
Climatiques

Evolution des nombres de jours de gel et de canicules en France

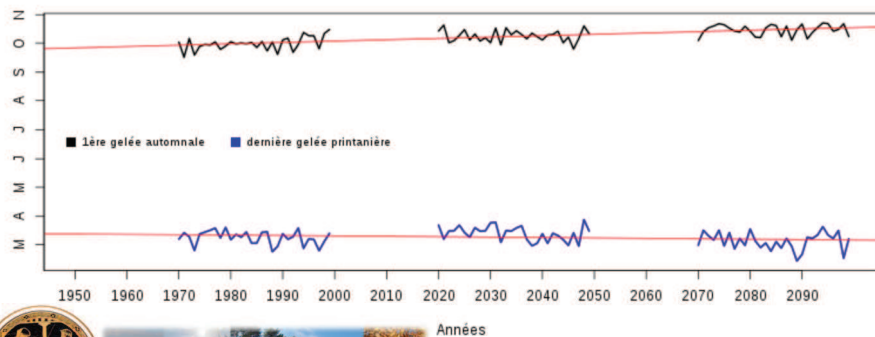


Climatiques

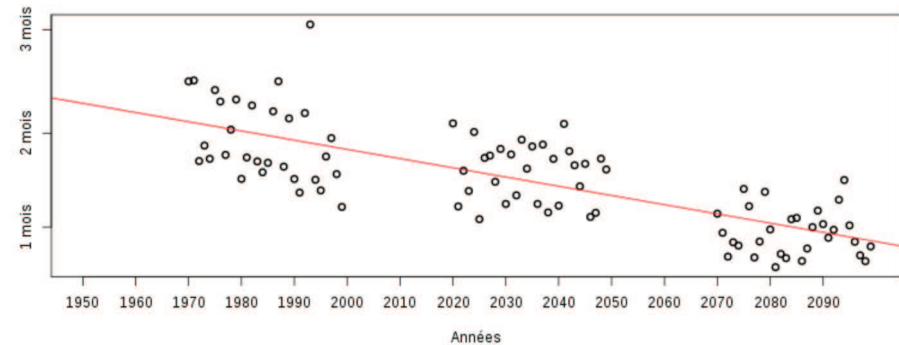
Durée de la plus longue canicule de l'année



Dates des première gelée automnale et dernière gelée printanière



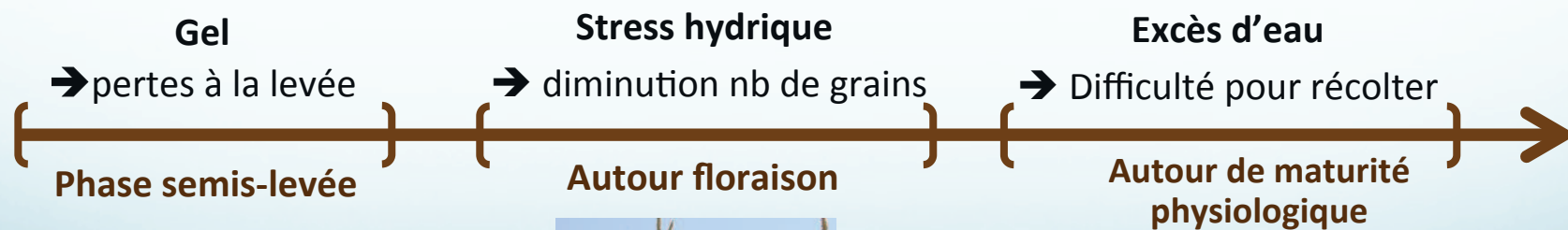
Nombre de jours de gel annuels


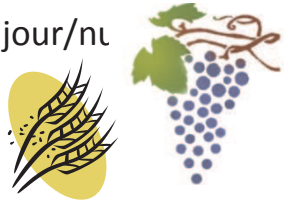




faisabilité climatique des cultures basée sur l'utilisation et l'agrégation d'indicateurs écoclimatiques: approche générique

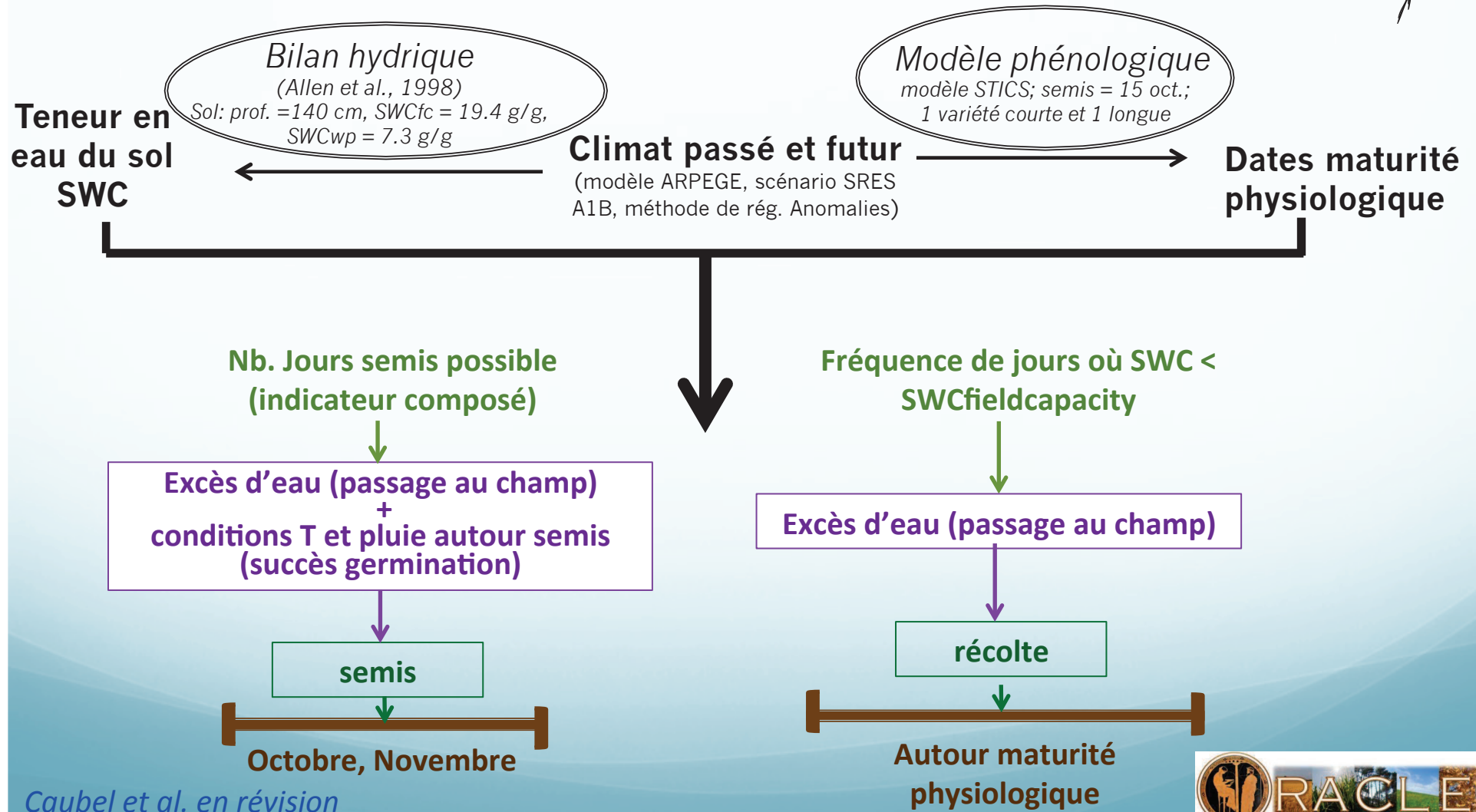
- ❖ Utilisation d'indicateurs climatiques (ex: Nb de jours de gel) pour évaluer la faisabilité d'une culture en un endroit donné
- ❖ Importance de cibler l'action du climat pendant des périodes phénologiques
- ❖ Et, importance d'avoir accès à l'information « intermédiaire » pour avoir des leviers d'action efficaces

Cas du maïs (exemple)



Processus écophysiologicals / Pratiques culturales		Effet climatique sur la culture
Ecophysiologie	Croissance	Stress hydrique Excès d'eau Froid Gel Stress thermique Déficit rayonnement Conditions moyennes T 
	Qualité rendement	Stress thermique Amplitude thermique jour/nu T nocturnes Excès d'eau Stress hydrique 
	Mortalité	Fortes pluies (verse) Vagues de chaleur Gel Sécheresse 
Pratiques culturales (semis, irrigation, etc)		Excès d'eau (accès au champ) Vent forts (passage pesticides) 

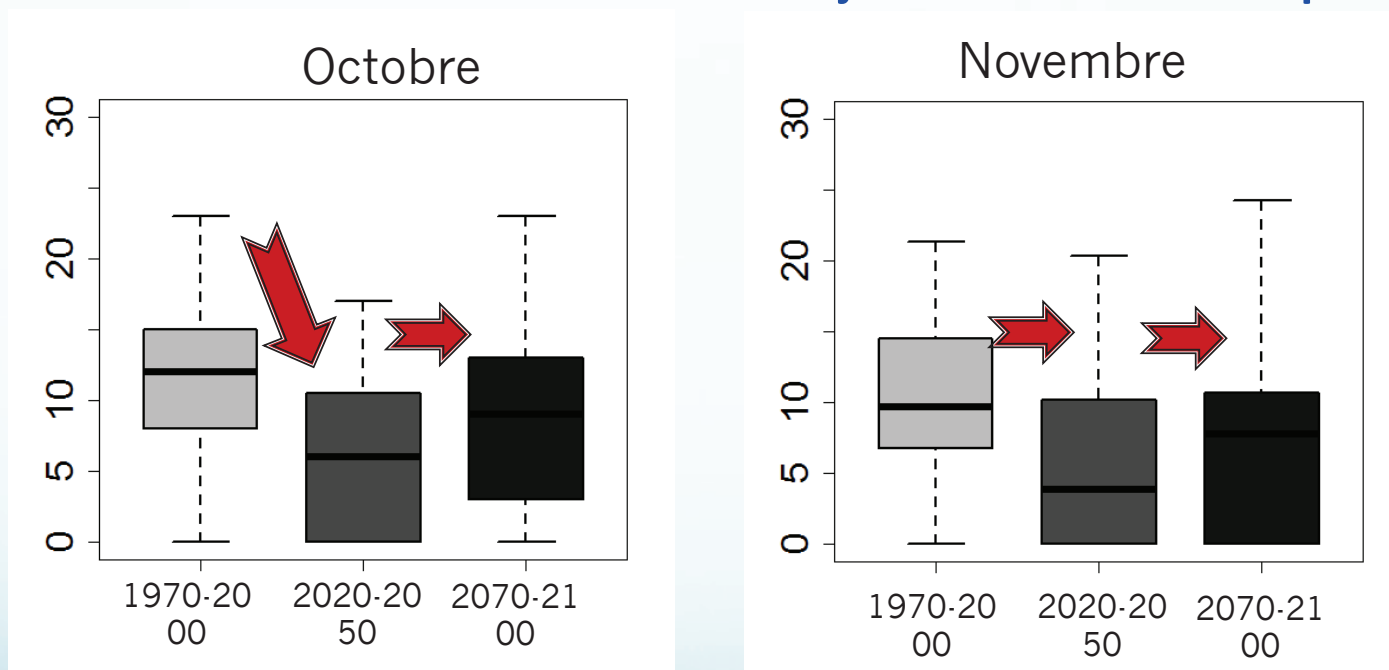
1. Effets du climat futur sur les conditions de semis et de récolte du blé tendre à Dijon (Bourgogne, zone de production)



1. Effets du climat futur sur les conditions de semis et de récolte du blé tendre à Dijon (Bourgogne, zone de production)



Résultats: Evolution du nombre de jours où le semis est possible

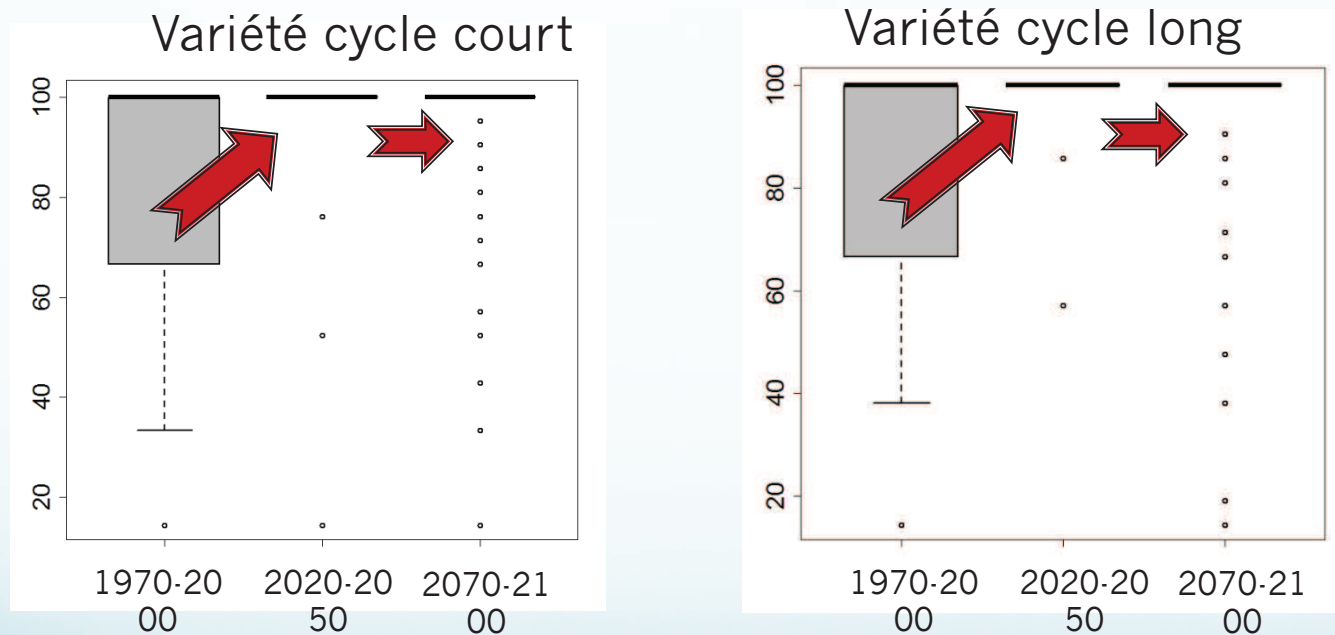


Diminution de la pluie → diminution des conditions favorables à la germination en Octobre dans le futur proche

1. Effets du climat futur sur les conditions de semis et de récolte du blé tendre à Dijon (Bourgogne, zone de production)



Résultats: Evolution de la fréquence de jours où la récolte est possible ($SWC < SWC_{fc}$)



Anticipation de la maturité physiologique dans le futur à une période où la pluviométrie est plus faible => Meilleures conditions de récolte

« intégrés »

Modélisation
Générique

11 sites CLIMATOR
Passé récent (1970-1999) site

3 sols



Simulations
sur sites



GO +



Modèles spécifiques
utilisés dans CLIMATOR

Confrontation des résultats
&
développement de fonctions de transfert pour traduire
les sorties de modèles globaux en indicateurs
pertinents

« intégrés »



Modélisation
Générique

Quelles variables d'intérêt ?

Production & rendement

Phénologie

Etat hydrique de la végétation et du sol

Impacts environnementaux: GES, nitrates, Ozone,

**Séquestration de carbone: biomasse, sol,
produits récoltés**

Nos indicateurs

Climatiques

Une vision d'ensemble du climat de l'année

Eco-Climatiques

Le climat relu pour l'agriculture & la forêt

agriculture
*positionnement du cycle
cultural + risques
écophysologiques liés au
climat*
forêts
*probabilités de présence +
productivité potentielle*
+
*Risques à diverses échelles
temporelles: du saisonnier au
pluri-décennal*

« intégrés »

Le climat 'traduit' par un modèle spécifique, ou par un modèle générique de fonctionnement des écosystèmes naturels et cultivés

en guise de conclusion

- Il n'y a aucun doute: le climat se réchauffe
- La variabilité interannuelle augmente → plus de différences d'une année sur l'autre + une augmentation probable des événements extrêmes
- en France:
 - Plus chaud
 - Plus de pluies l'hiver, moins l'été (en moyenne!) → augmentation du contraste saisonnier
 - Moins de gel, plus de canicules
- **Mise en route des climatologues pour définir, avec vous, une façon de traduire ces changements en indicateurs utiles → vous permettre d'anticiper**