

R
E
C
H
A
U
F
F
E
M
E
N
T



D
U
C
L
I
M
A
T

Jean Poitou

Climat - Météorologie ?

Le climat :

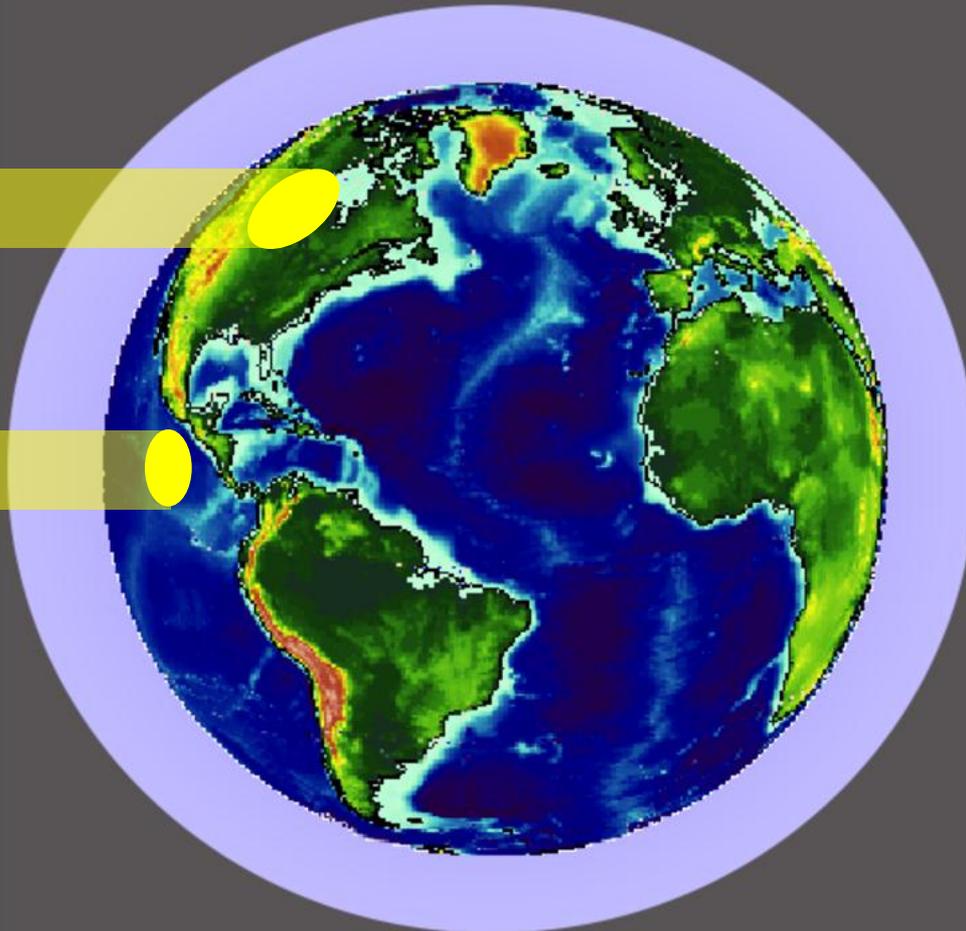
- *c'est le type de temps que vous vous attendez à avoir*
- *période longue (décennies) ; régional*
- *conditionne et est conditionné par l'environnement*

La météo :

- *c'est le temps que vous avez vraiment*
- *très variable ; local*

Le fonctionnement du climat

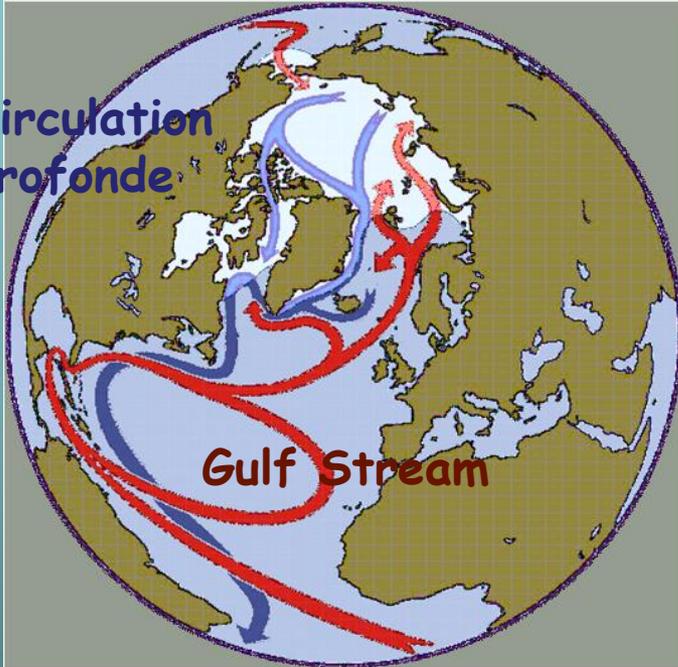
D'où vient la chaleur sur terre



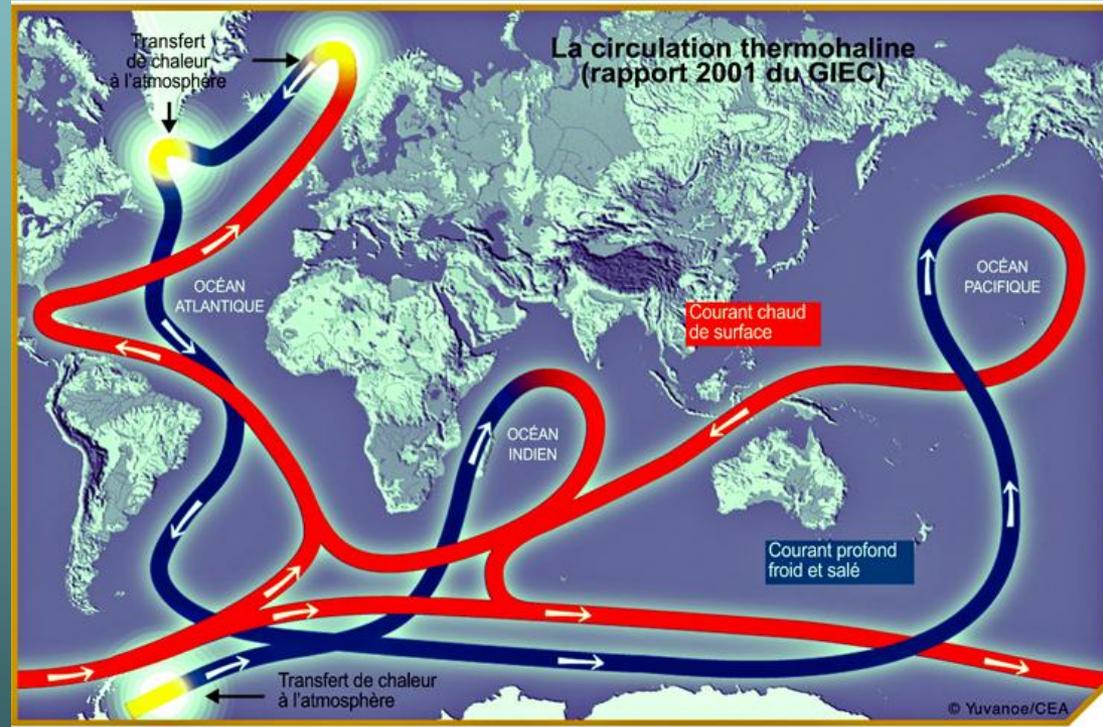
- Toute la chaleur provient du soleil
- Plus on s'éloigne de l'équateur et moins la terre reçoit de chaleur du soleil
- Vents et courants marins transportent de la chaleur vers les pôles

Courants marins

Circulation profonde

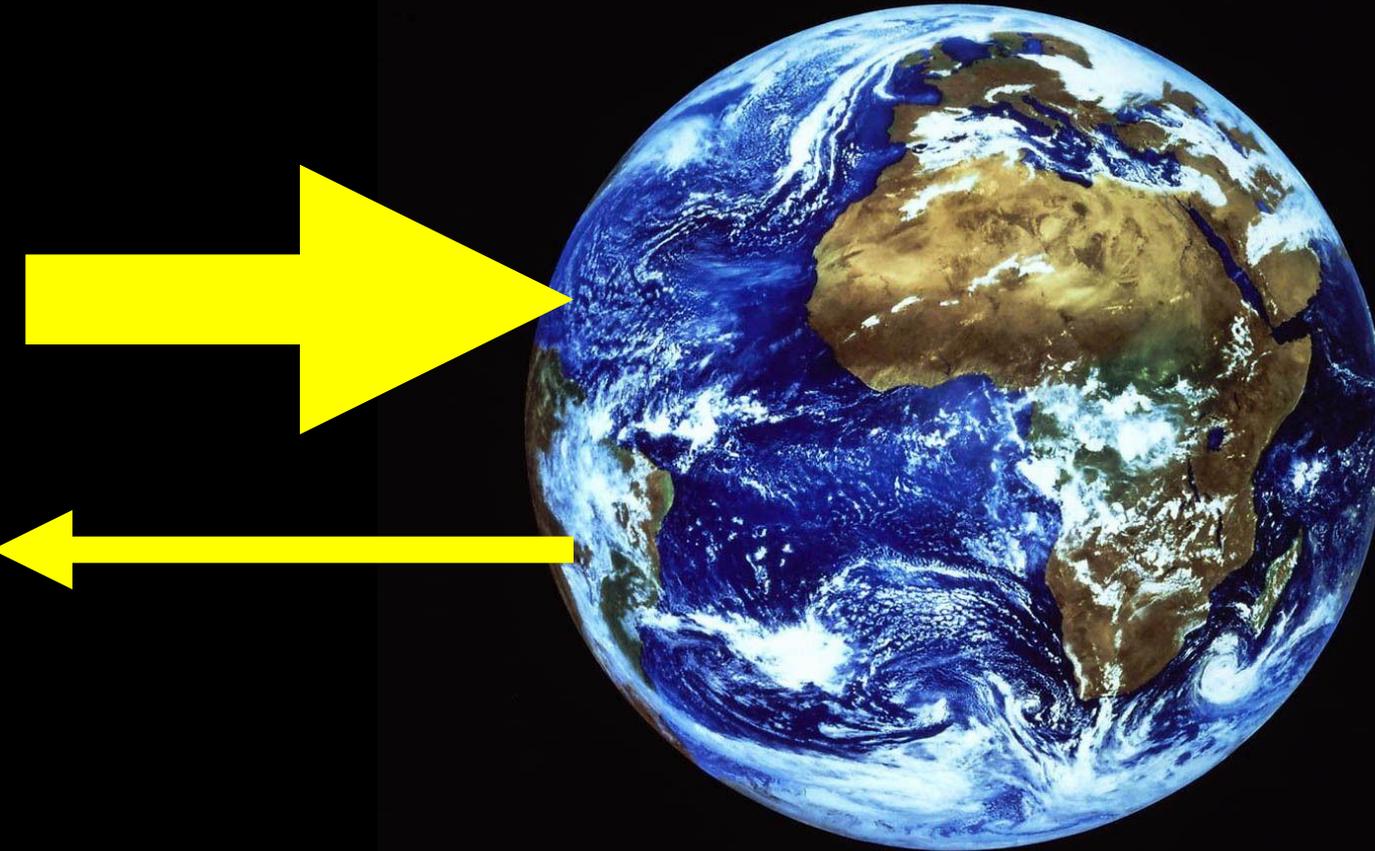


Atlantique nord



Le périple complet prend près de 1000 ans

Le pouvoir réflecteur (albédo)



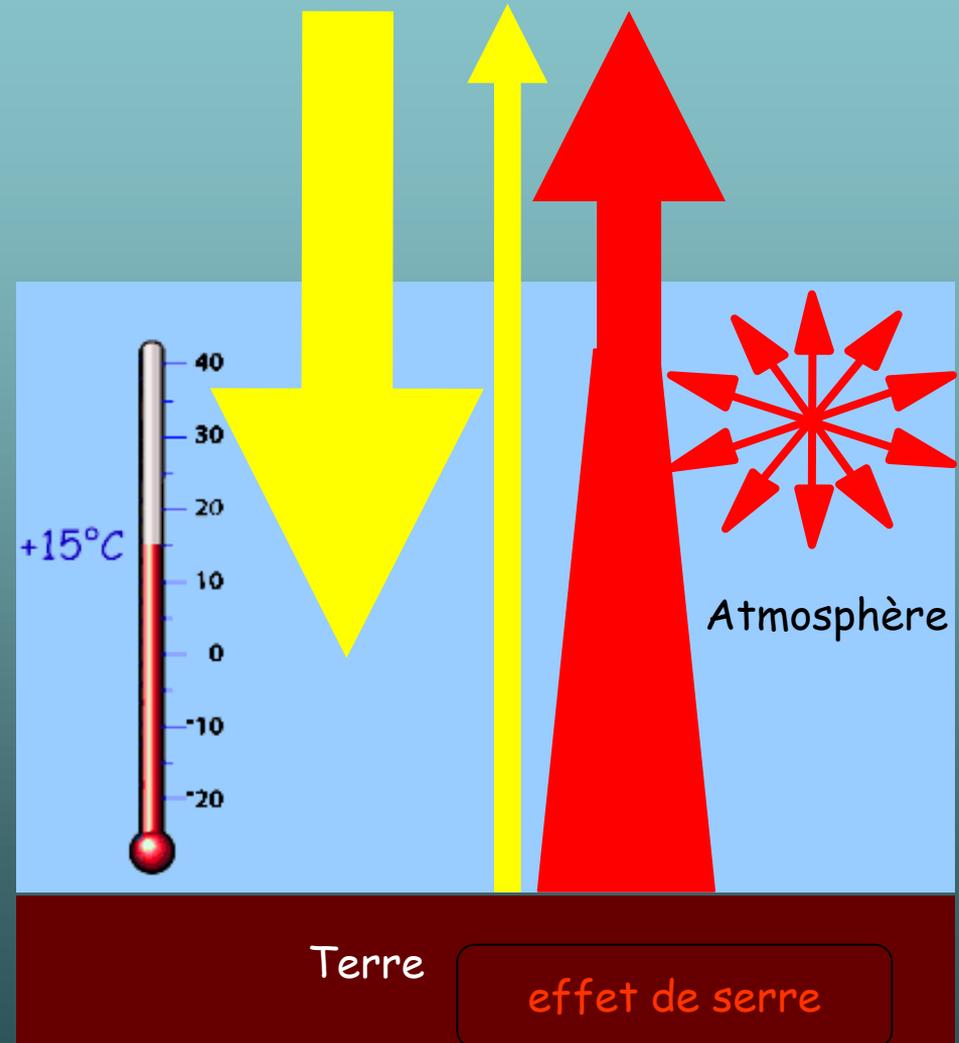
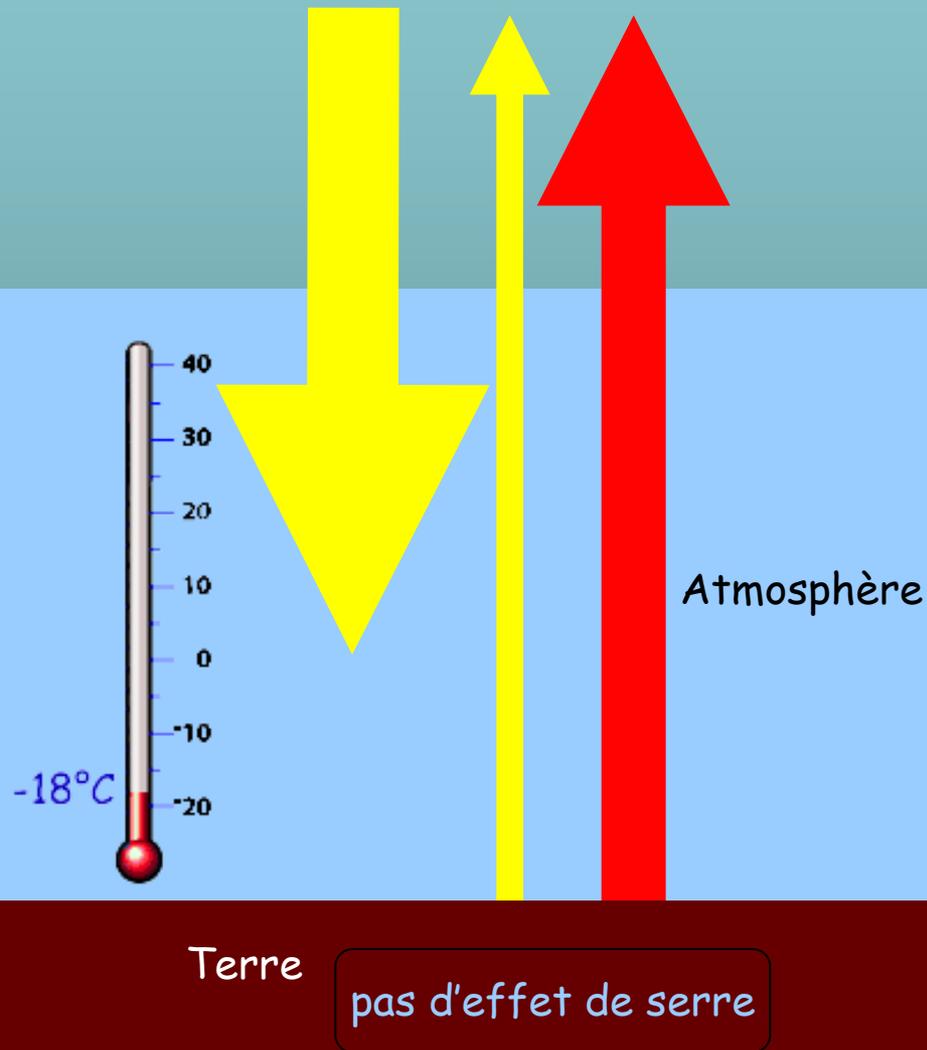
Une partie de la lumière solaire est réfléchi.

Le reste est absorbé et se transforme en chaleur.

Plus la terre est réfléchissante et moins elle sera chauffée par le soleil.

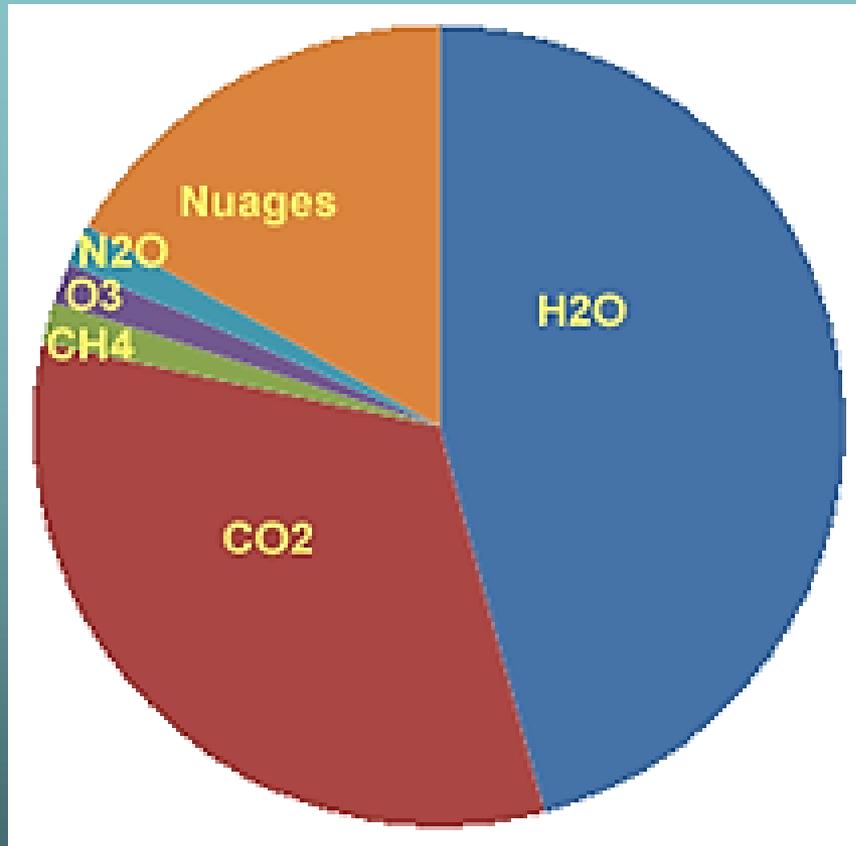
L'effet de serre

le climat s'ajuste pour que la quantité d'énergie sortante équilibre la quantité d'énergie entrante



L'effet de serre naturel est de 33°C

Effet de serre NATUREL



la vapeur d'eau est le principal gaz à effet de serre dans la nature

La terre a connu des climats variés

Quelques repères dans la longue histoire du climat

- 600 millions d'années :
terre boule de neige

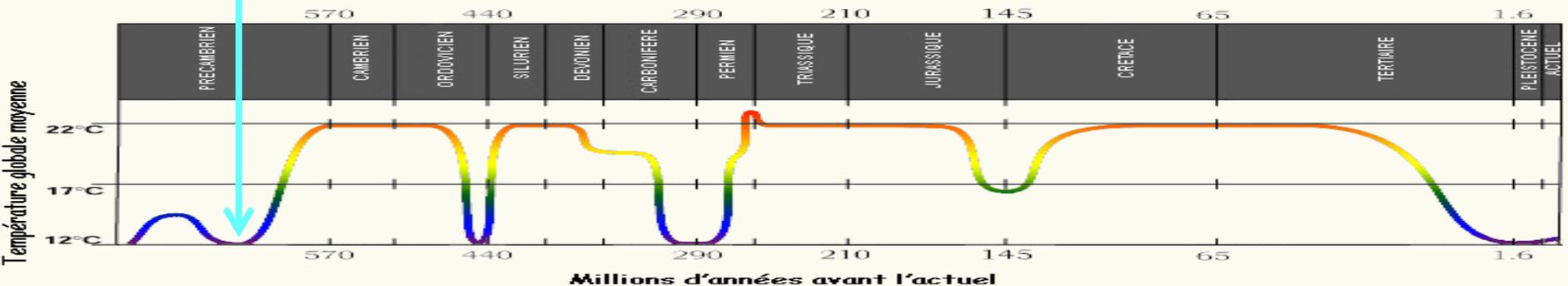
- un super-continent, la Rodinia, recouvert de glace
- l'océan probablement recouvert de banquise



Roche striée par les glaciers. Jbéliat, Mauritanie



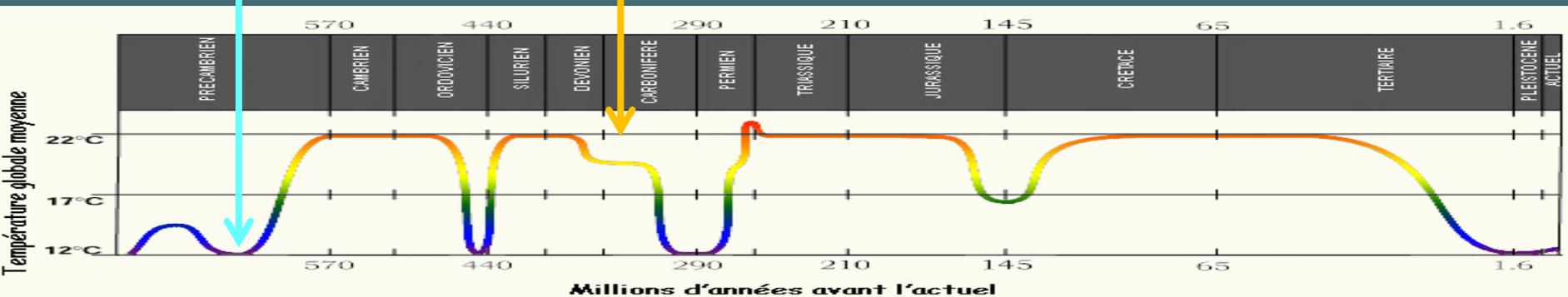
Débris rocheux transportés par les glaces. Ghaub Fm, Namibie



Quelques repères dans la longue histoire du climat

- 600 millions d'années :
terre boule de neige

- 360 millions d'années :
carbonifère (chaud, humide)



Quelques repères dans la longue histoire du climat

- 600 millions d'années :
terre boule de neige

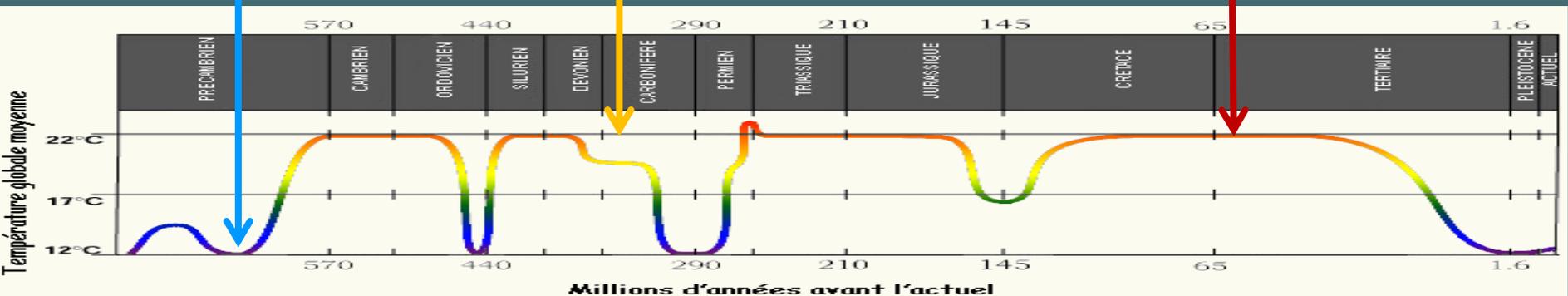
- 360 millions d'années :
carbonifère (chaud, humide)

- 50 millions d'années :
chaud sur toute la terre

• niveau de la mer plus haut de 100 m



*Fossile de tortue tropicale
dans le grand nord
canadien*



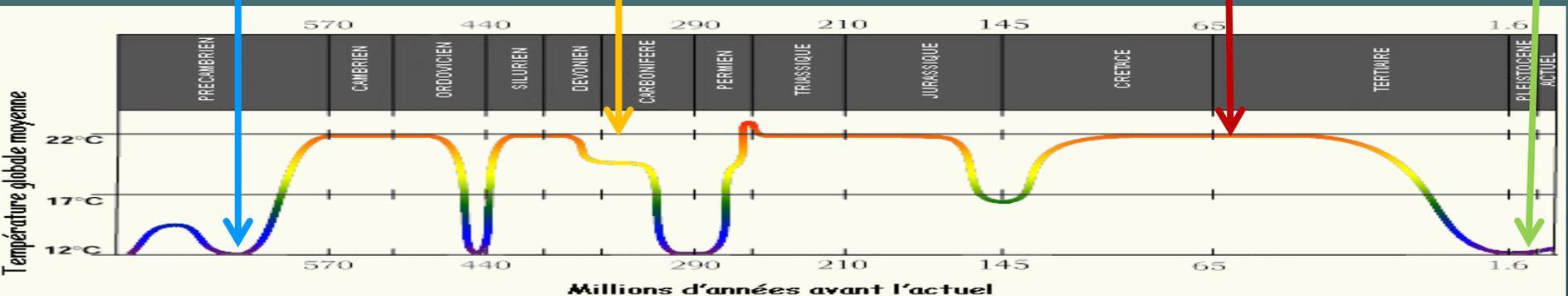
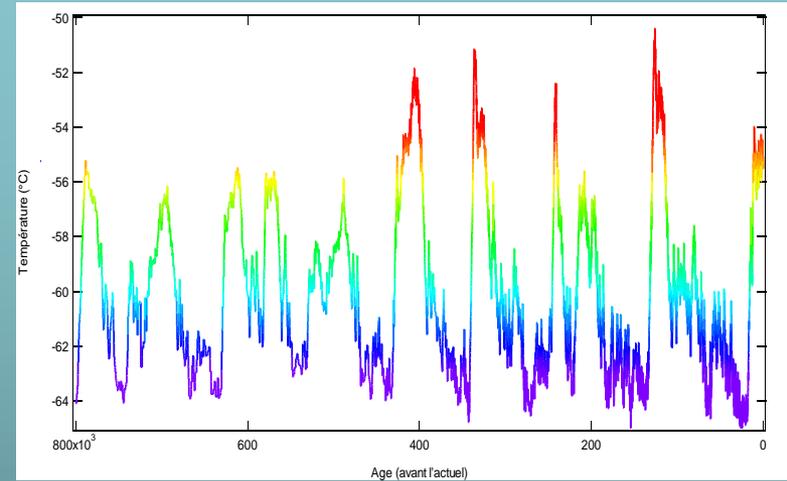
Quelques repères dans la longue histoire du climat

- 600 millions d'années :
terre boule de neige

- 360 millions d'années :
carbonifère (chaud, humide)

- 50 millions d'années :
chaud sur toute la terre

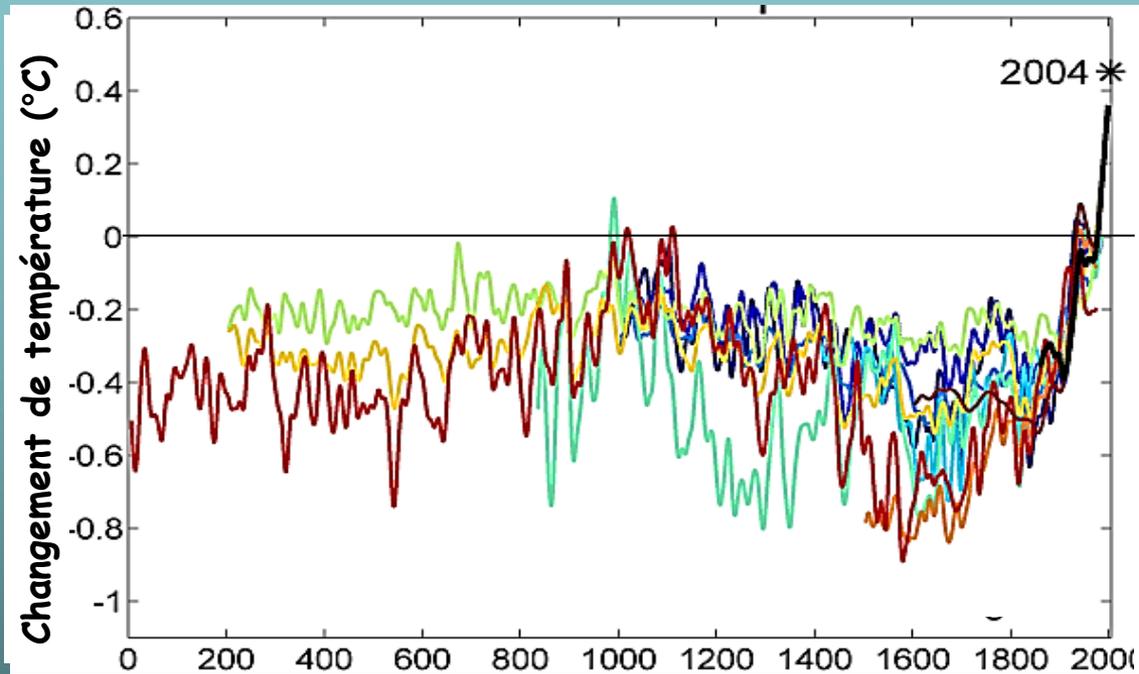
depuis \approx 3 millions d'années :
alternances glaciaires -
interglaciaires



Le climat devient plus chaud

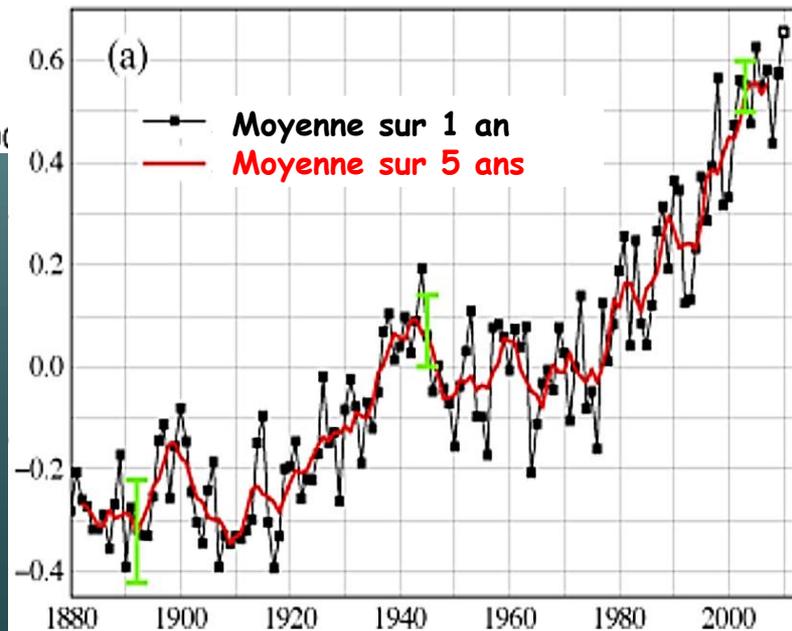


Évolution de la température de l'hémisphère nord au cours des 2 derniers millénaires

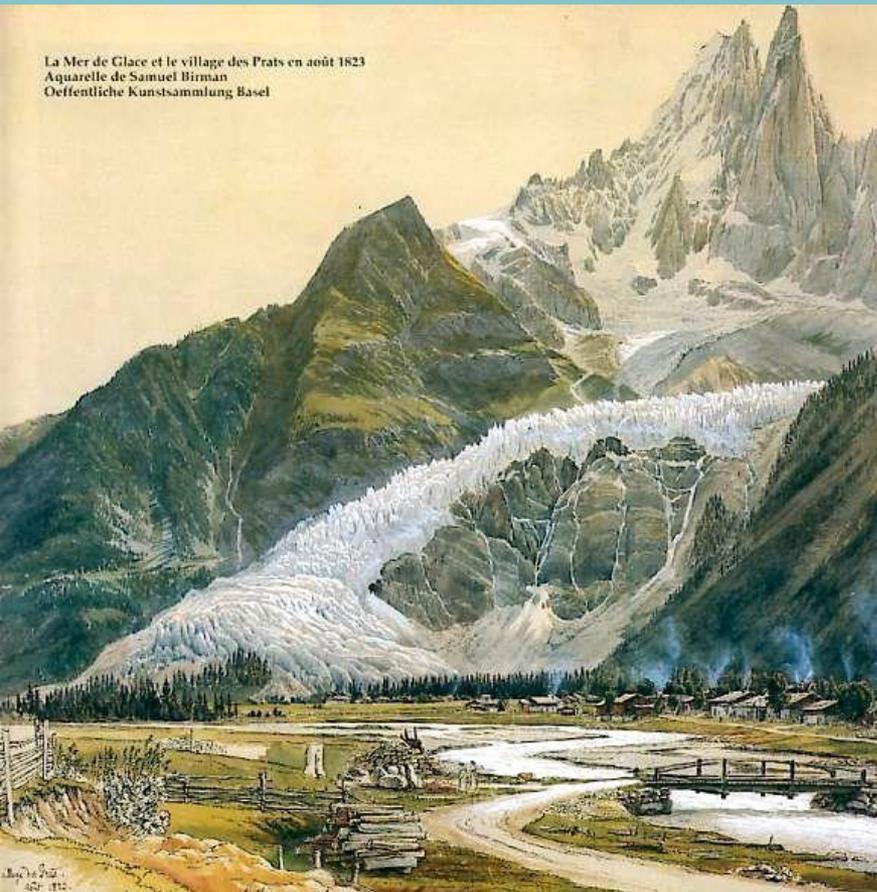


0 = moyenne sur 1951 - 1980

Températures mesurées °C



Recul des glaciers : exemple des Alpes



La Mer de Glace et le village des Prats en août 1823
Aquarelle de Samuel Birman
Oeffentliche Kunstsammlung Basel

Samuel Birmann, aquarelle (1823).
Kunstmuseum de Bâle

La mer de Glace il y a 180 ans

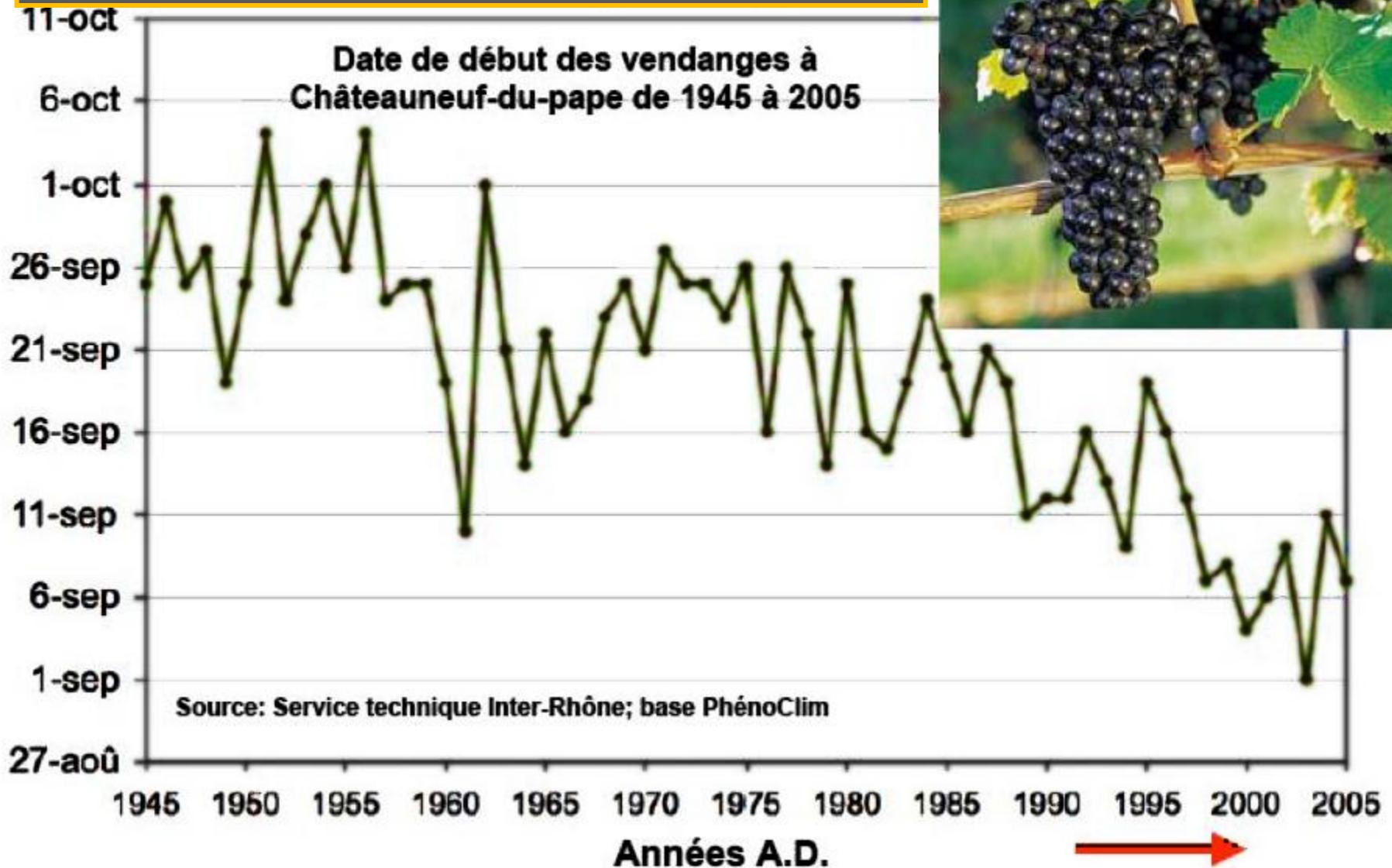
Le même site en 1995

Photo Christian Vincent (LGGE) Grenoble)



L'extrémité du glacier a régressé de 1,8 km

Changements écologiques : avancement du cycle végétatif



Minimum annuel de la banquise arctique

Minimum annuel moyenné sur
1970 - 2000 : 7 000 000 km²

21 sept. 2005 : 5 570 000 km²

16 sept. 2007 : 4 280 000 km²

14 sept. 2008 : 4 670 000 km²

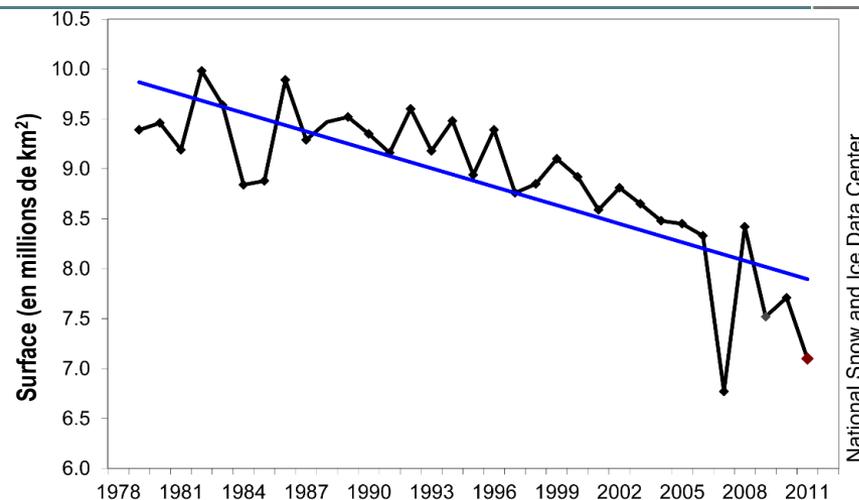
12 sept. 2009 : 5 100 000 km²

19 sept. 2010 : 4 600 000 km²

10 sept. 2011 : 4 340 000 km²



Etendue moyenne de la banquise en septembre



National Snow and Ice Data Center

source : National Snow and Ice Data Center
<http://nsidc.org/>

des signes de l'évolution des températures en France

- Nombre de jours de gel a décru en moyenne de 1950 à 2008 :
 - de 90 à 62 à Nancy, de 44 à 26 à Toulouse
- Forêt de hêtres dans les Pyrénées :
 - progression en altitude de 3m par an
- Floraison plus précoce des arbres fruitiers
 - 7-8 jours pour les pommiers
 - 10-11 jours pour les poiriers
- Date des vendanges avancée :
 - 11 jours à St Emilion
 - 2 semaines en Champagne
 - 3 semaines à Chateauneuf-du-Pape

des signes de l'évolution des températures

En France

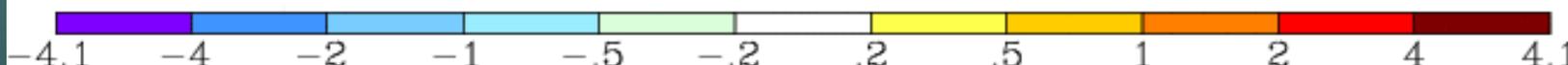
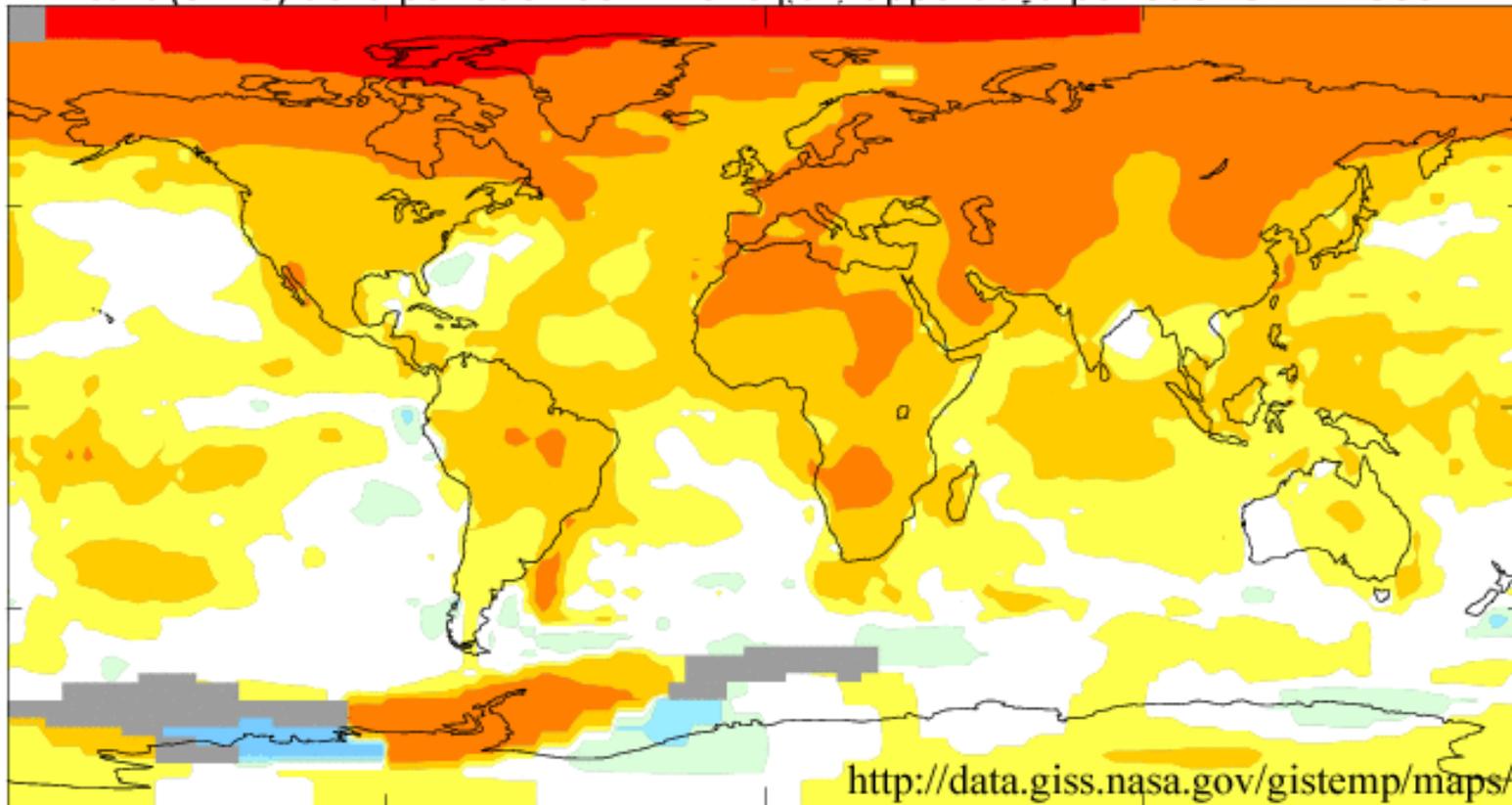
- migration vers le nord de la chenille processionnaire du pin :
 - 2,7 km par an depuis les années 1970
 - 4 km par an dans la dernière décennie
- Hibernation des oiseaux
 - oies cendrées : en France (15000 oiseaux, zéro en 1950) et jusqu'au sud de la Scandinavie
 - canards en décroissance en France au profit de contrées plus au nord
 - cigogne blanche, hibernation en France depuis 1990 ; forte croissance de la population

Dans les océans de l'hémisphère nord

- Déplacement du plancton et des poissons vers le nord
- Les espèces d'eau très froide voient leur habitat disparaître

Evolution des températures à la surface du globe

Ecart (en °C) de la période 2001 - 2010 par rapport à la période 1971 - 1980



Réchauffement

- sur toute la terre
- plus grand sur terre que sur mer (et donc plus grand sur l'hémisphère nord)
- maximum aux hautes latitudes

Qu'est-ce qui fait changer le climat ?

Le climat résulte du bilan entre l'énergie qui arrive et l'énergie qui part.

S'il arrive plus d'énergie qu'il n'en part, le climat se réchauffe.

S'il part plus d'énergie qu'il n'en arrive, le climat se refroidit.

Pour réchauffer le climat, on peut

- augmenter ce qui arrive,
- diminuer ce qui repart.

à l'échelle du globe,
mais aussi à l'échelle régionale

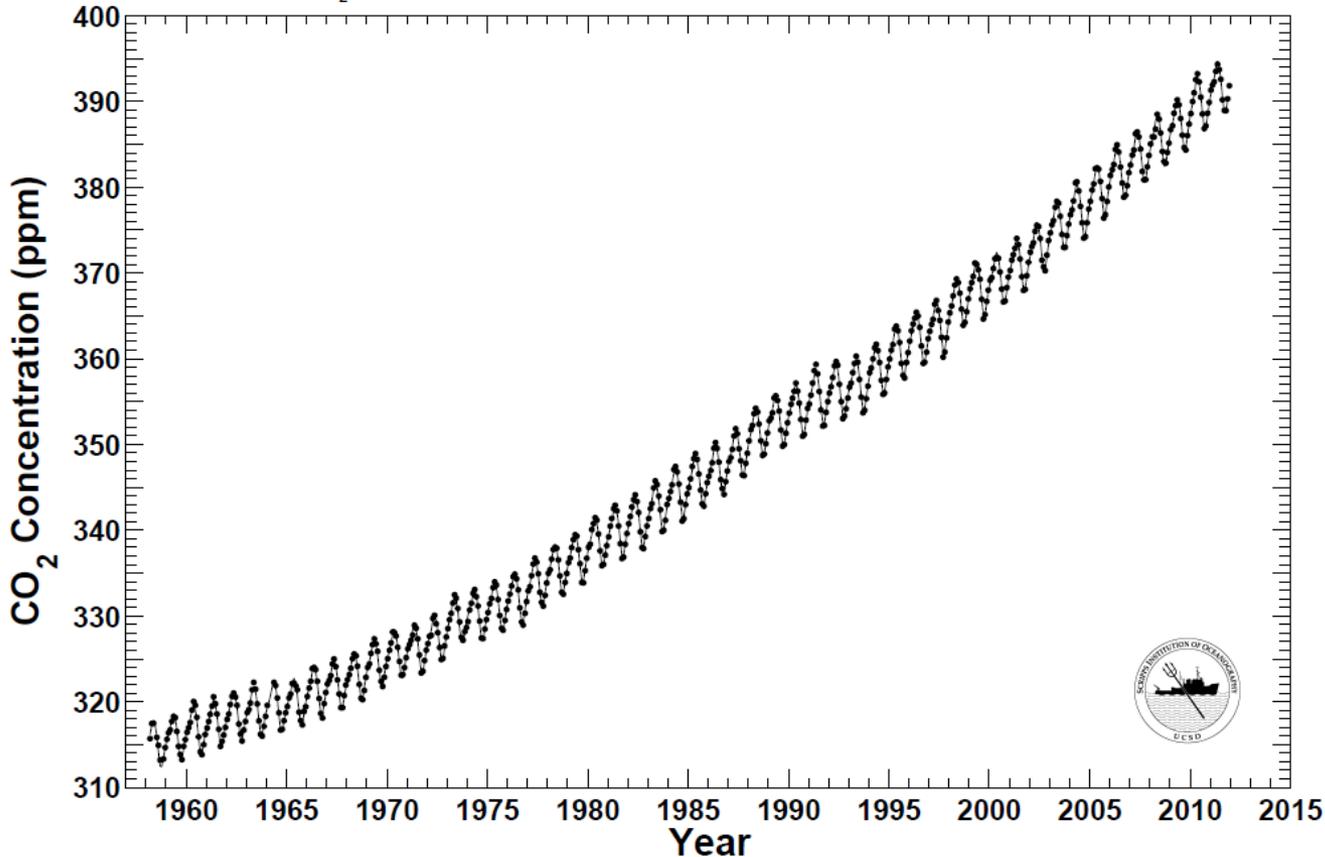
à l'échelle globale, le réchauffement peut provenir,

- d'un accroissement du flux d'énergie qui vient du soleil
- d'une diminution du pouvoir réflecteur du globe
- de l'accroissement de l'effet de serre

Concentration du CO₂ atmosphérique

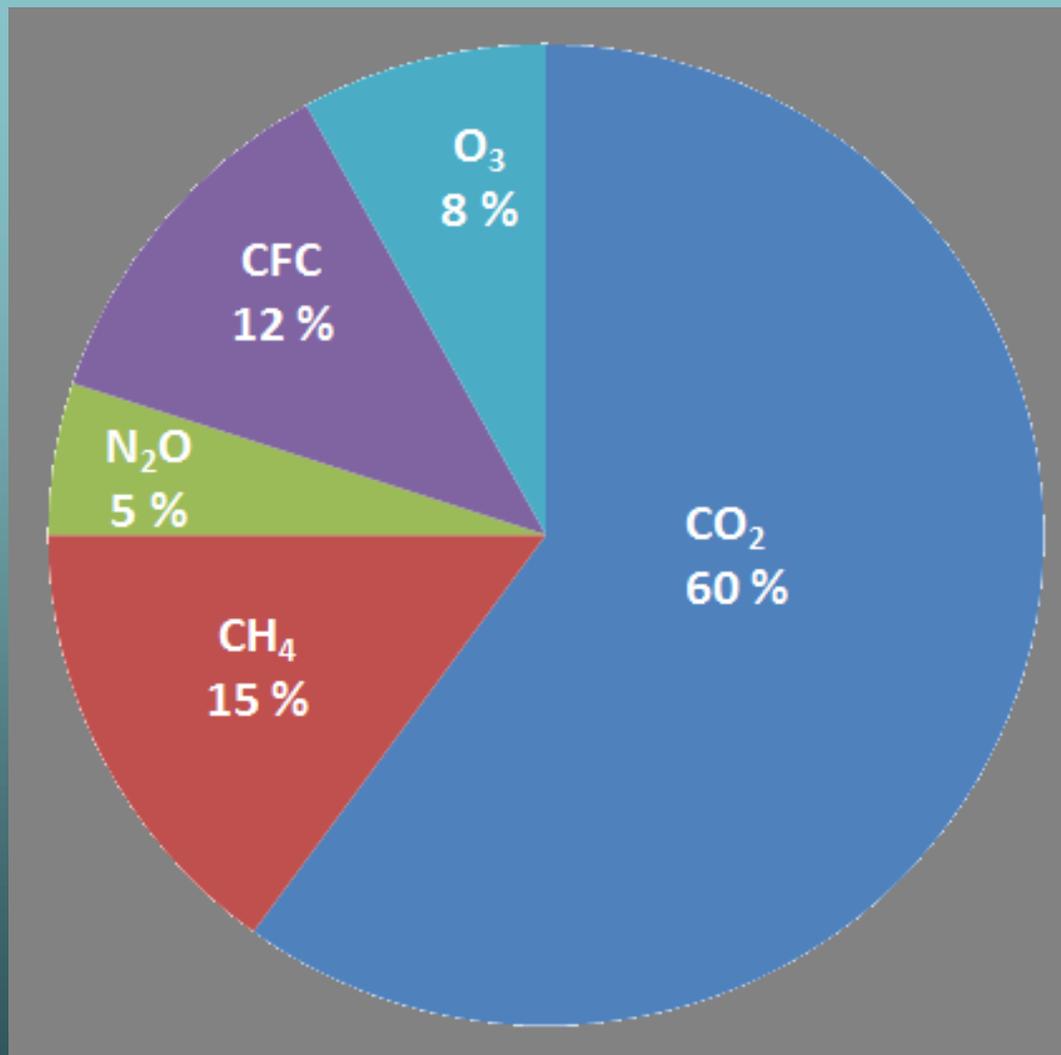
Mauna Loa Observatory, Hawaii Monthly Average Carbon Dioxide Concentration

Data from Scripps CO₂ Program Last updated January 2012



1000 fois plus rapide que la nature pour le grand réchauffement, il y a 50 millions d'années

Effet de serre additionnel dû à l'action de l'homme



60% de l'effet de serre additionnel provient du dioxyde de carbone

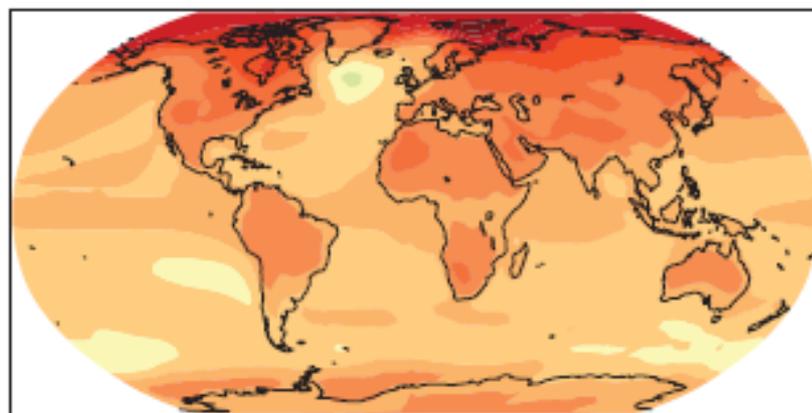
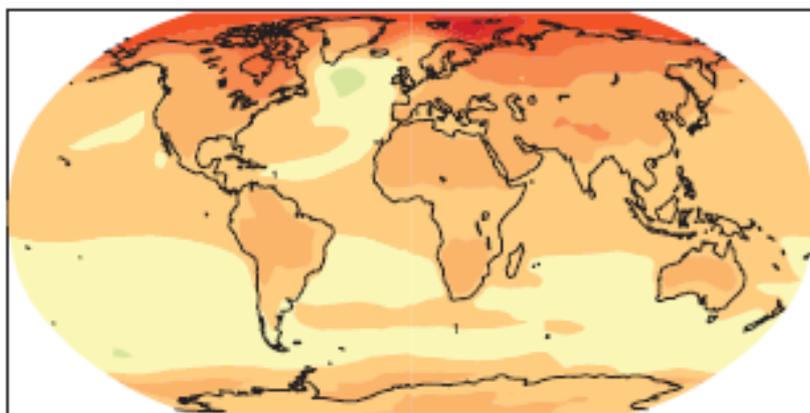
Que ferons-nous du climat?

Réchauffement au cours du 21^{ème} siècle

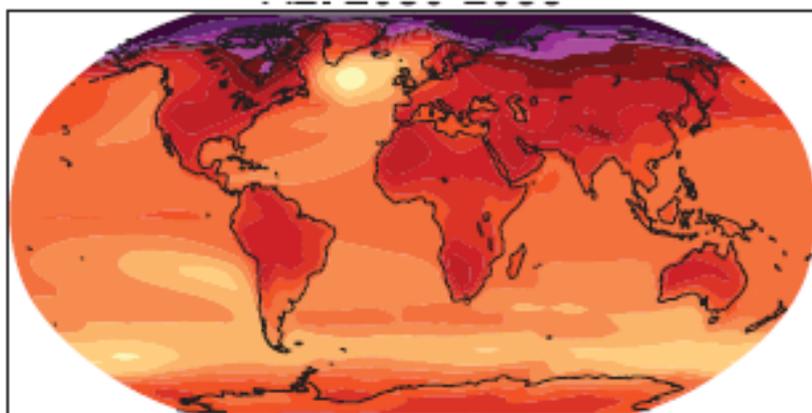
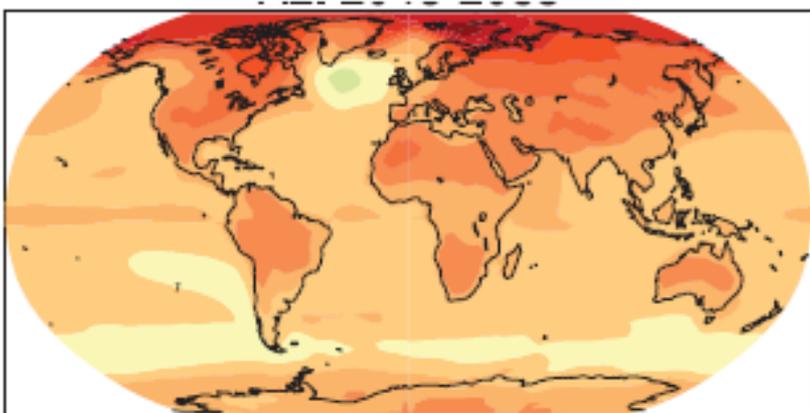
milieu du 21^{ème} siècle

fin du 21^{ème} siècle

scénario
"vertueux"



comme
d'habitude

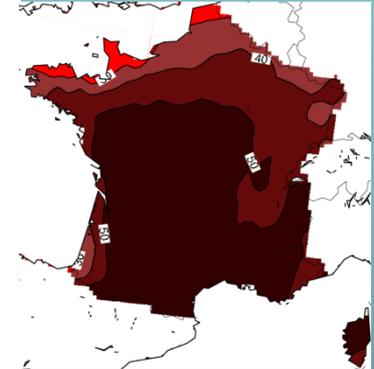
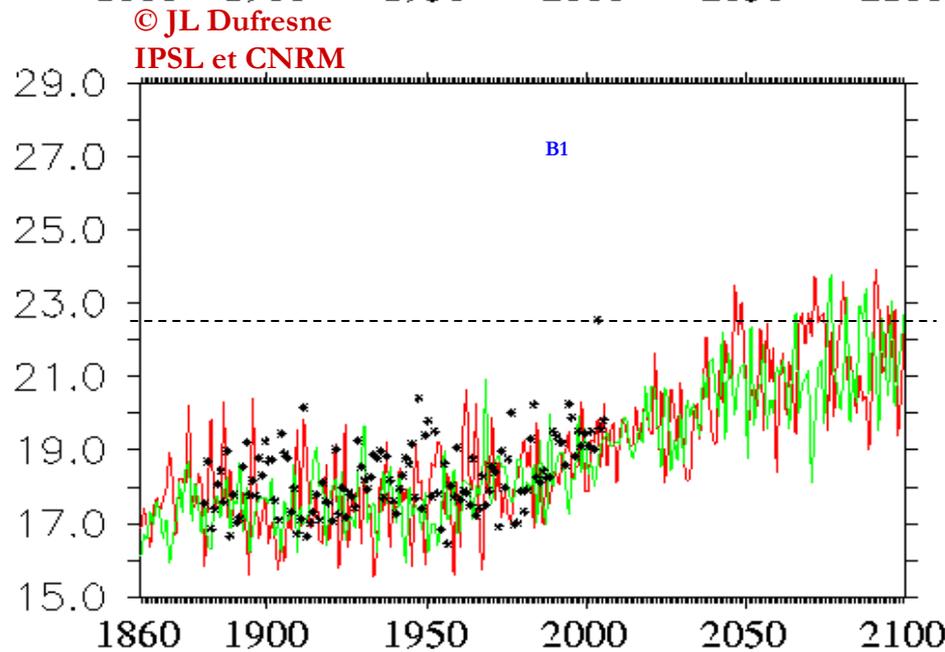
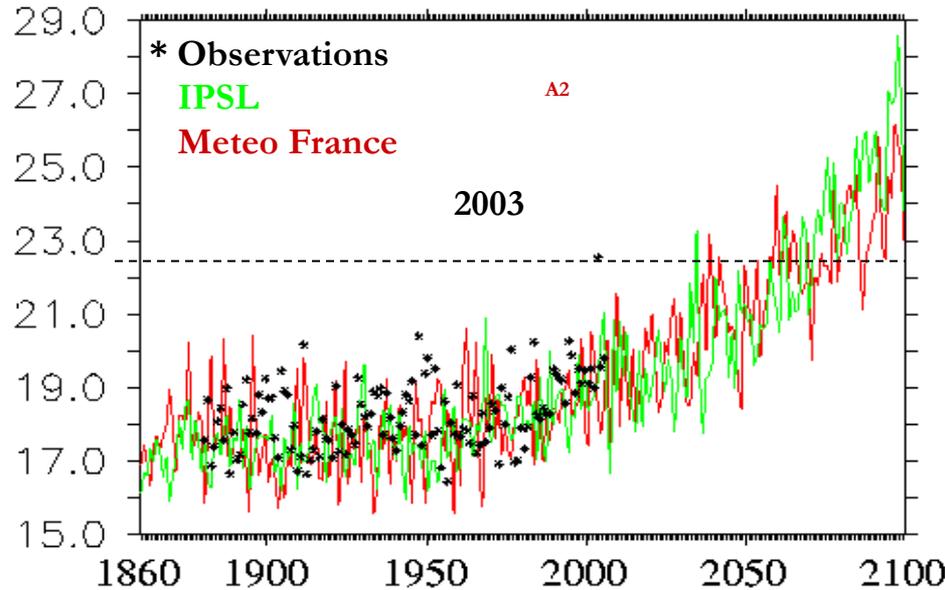
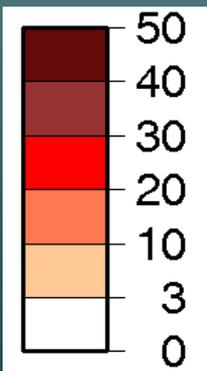
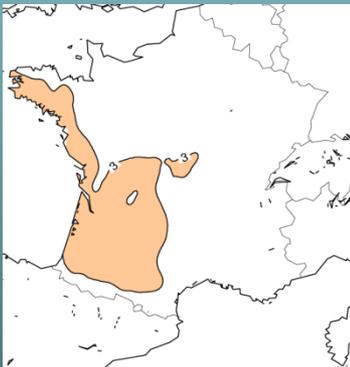


(°C)

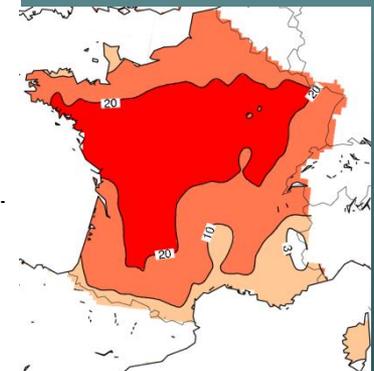
Température d'été en France

Nombre de jours de canicule estivale

2000-2010



2090-2100



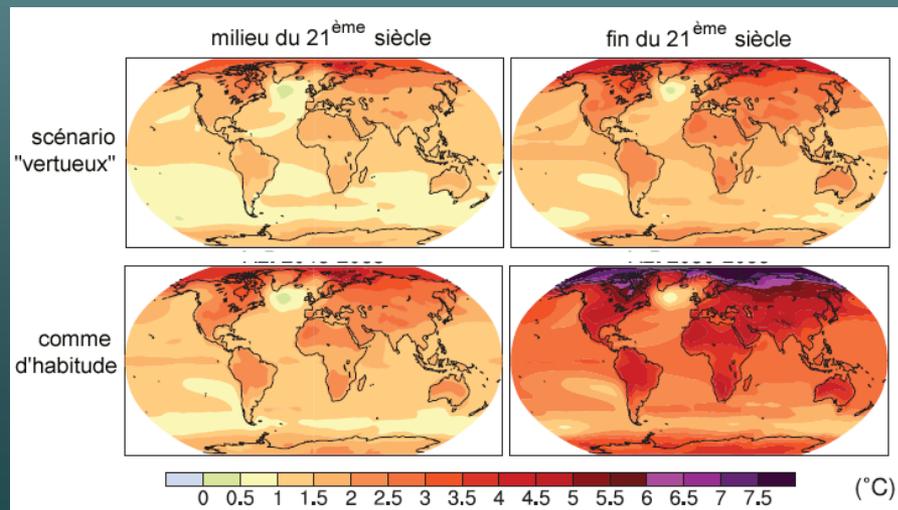
Meteo France

Evolution du climat au cours des prochains siècles

Un réchauffement en partie inéluctable

- ➔ Risque climatique
Extrêmes, précipitations, niveau des mers...
- ➔ Adaptation
Agriculture, espèces vivantes, réfugiés climatiques ?
- ➔ Incertitudes
Surprises climatiques...

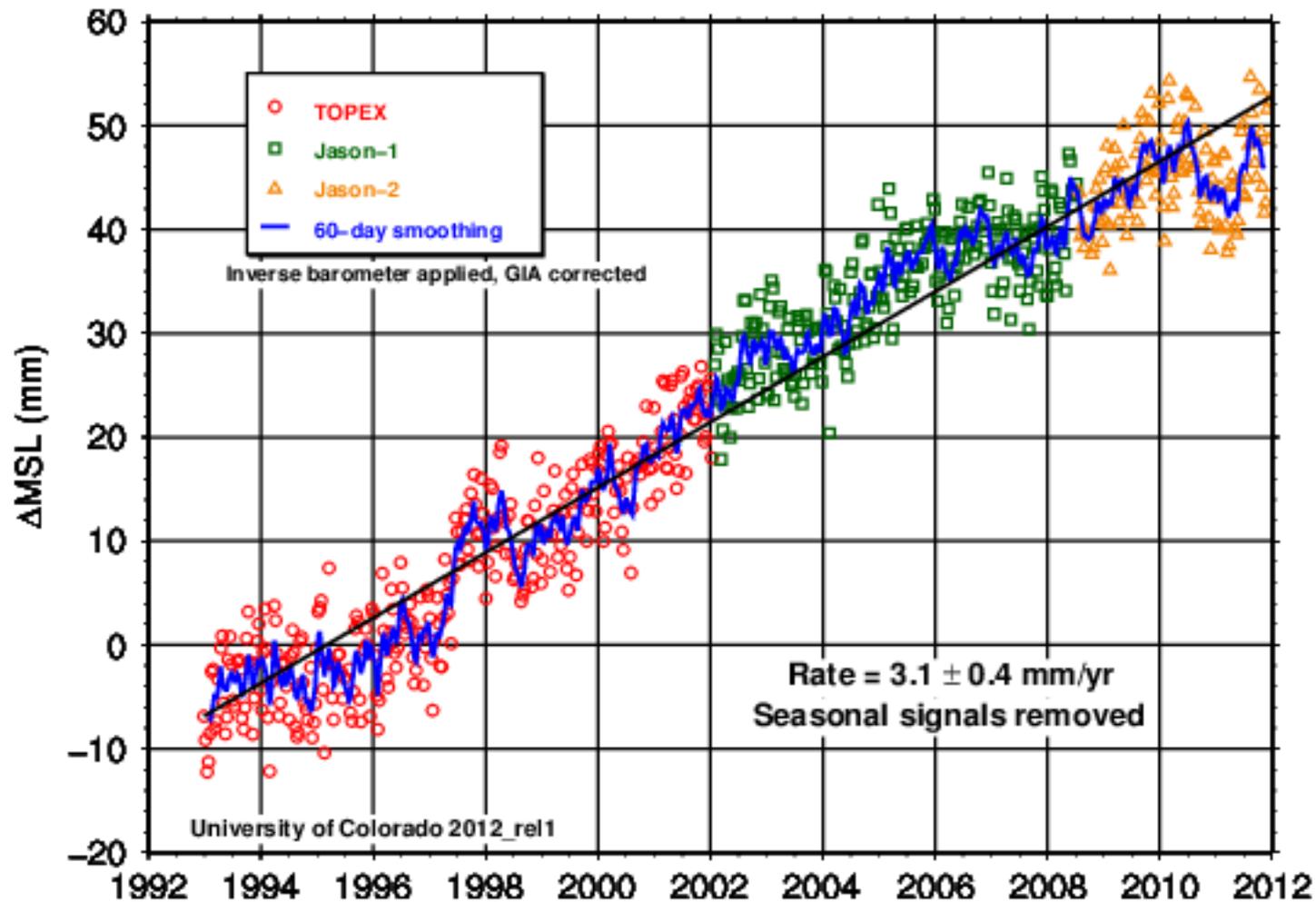
Un réchauffement conditionné par nos rejets de gaz à effet de serre



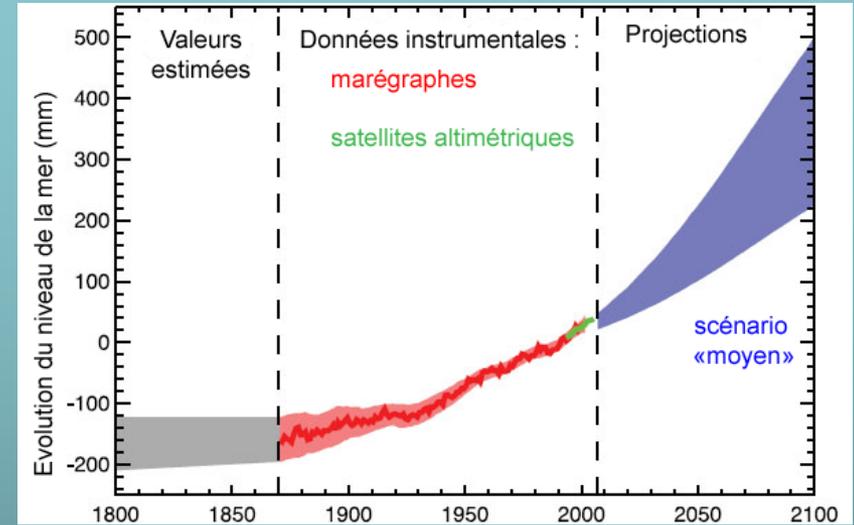
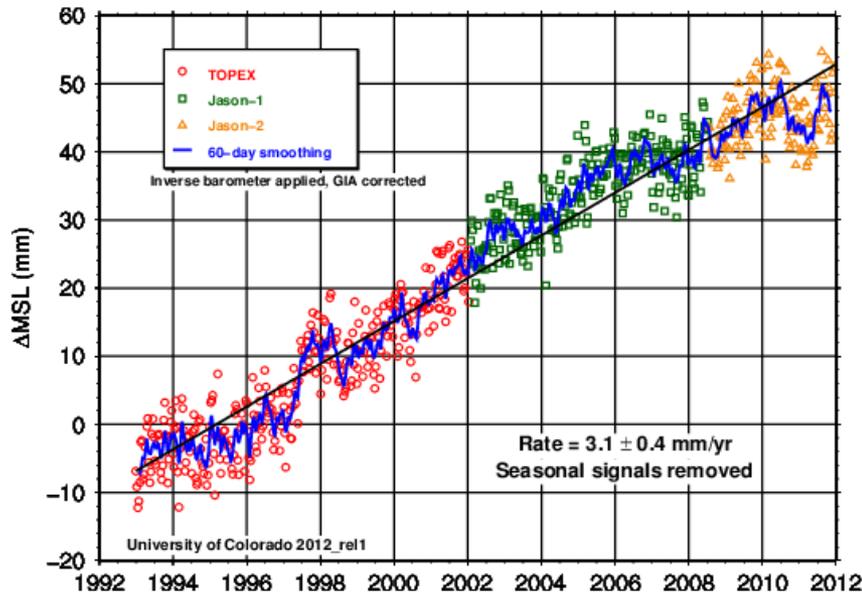
Evolution du niveau moyen de la mer

2012 rel1: Global Mean Sea Level Time Series (seasonal signals removed)

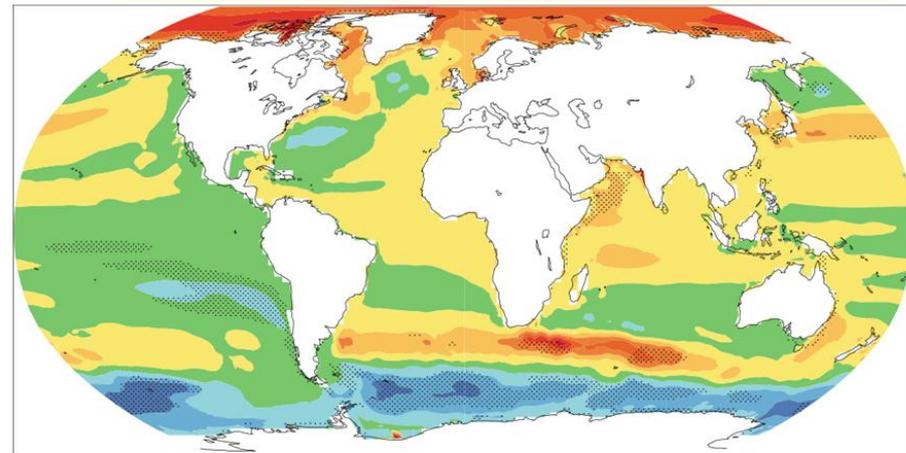
Edited: 2012-02-13



Montée du niveau de la mer



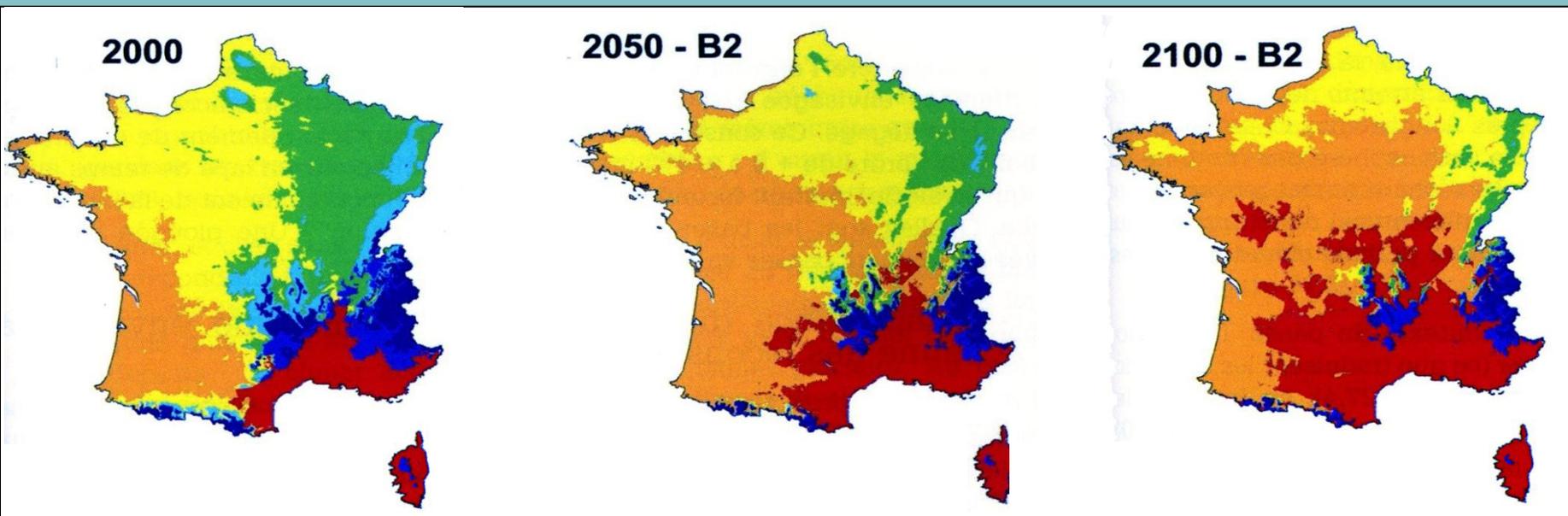
2090 – 1990 : écart à l'évolution moyenne



les observations récentes font penser que les projections pour 2090 sont sous-estimées

Les variations locales proviennent des variations locales de densité et de la circulation océanique

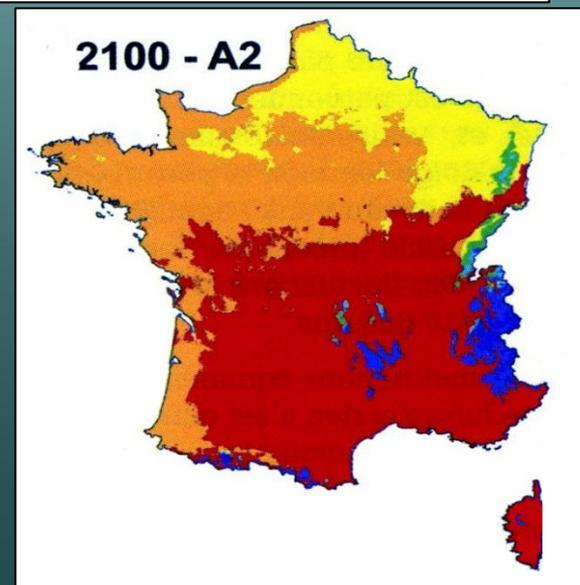
Déplacement des zones favorables à la croissance des arbres



Espèces typiques :

-  Chêne vert
-  Pin maritime
-  Châtaignier
-  Hêtre
-  Sapin, Aulne
-  Mélèze

+1°C = 180km vers le nord
= 150 m vers le haut



Nous piloterons l'évolution du climat au cours des prochains siècles

Un réchauffement en partie inéluctable

➔ Risques climatiques

Conditions extrêmes, précipitations, niveau des mers...

➔ Adaptation

Agriculture, espèces vivantes, réfugiés climatiques ?

➔ Incertitudes

Surprises climatiques...

Un réchauffement conditionné par nos rejets de gaz à effet de serre

Nous modifions le climat pour très longtemps !

2080 Maximum des émissions
de CO₂ dans l'atmosphère

2200 Maximum de concentration
de CO₂ dans l'atmosphère
Maximum de réchauffement

2500 Acidité maximale des océans
Baisse lente de la température

3000 Montée maximale du niveau
des mers (dilatation
+ fonte des glaces polaires)

dans 10 000 ans

Retour aux concentrations naturelles
de CO₂ (surplus digéré par l'érosion
des continents)

Retour au rythme naturel du climat