

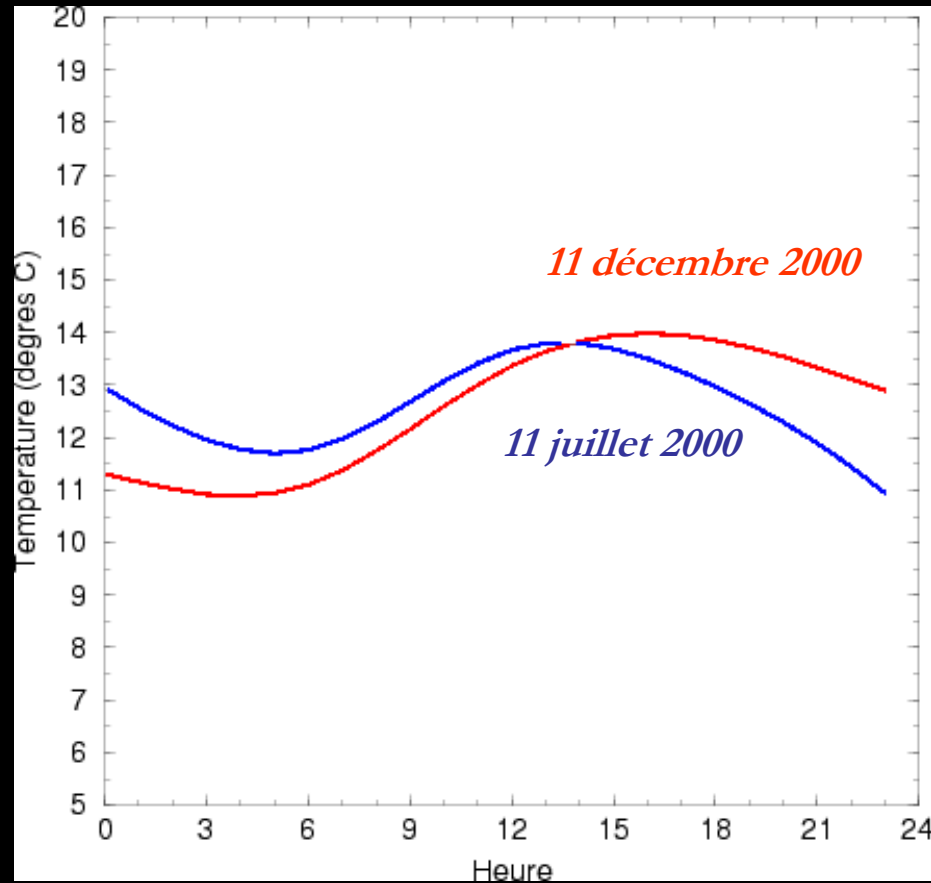
L
A
M
E
T
E
O
R
I
T
E
L
L
E



D
E
V
E
L
O
P
M
E
N
T
F
O
R
?

GAC6

Il n'y a plus de saison !!!



Il n'y a plus de saisons, ainsi que votre arrière-grand-mère l'avait déjà finement remarqué : c'est dire si ce préoccupant problème ne date pas d'hier.

Nouveau dictionnaire des idées reçues (4).
Mathias DelfeA

Jacques Dutronc
LE FOND DE L'AIR EST FRAIS
(1971)

Le fond de l'air est frais,
Laiho, Laiho!
Il n'y a plus de saison,
Laiho, Laiho!

.....

Le printemps ressemblait à l'hiver. L'hiver ressemblait au printemps. L'été tardait à nous quitter et l'automne... l'automne ne s'est pas présenté. Des météorologues qui tiennent des relevés depuis de nombreuses années n'ont jamais vu de saisons aussi étranges que celles de 2002. Comme si la nature devenait confuse.

<http://www.changements-climatiques.qc.ca/asp/Trouvailles.asp?ID=92>

Le Climat, comment ça marche ?

Jean Poitou

Sauvons le Climat



Climat - Météorologie ?

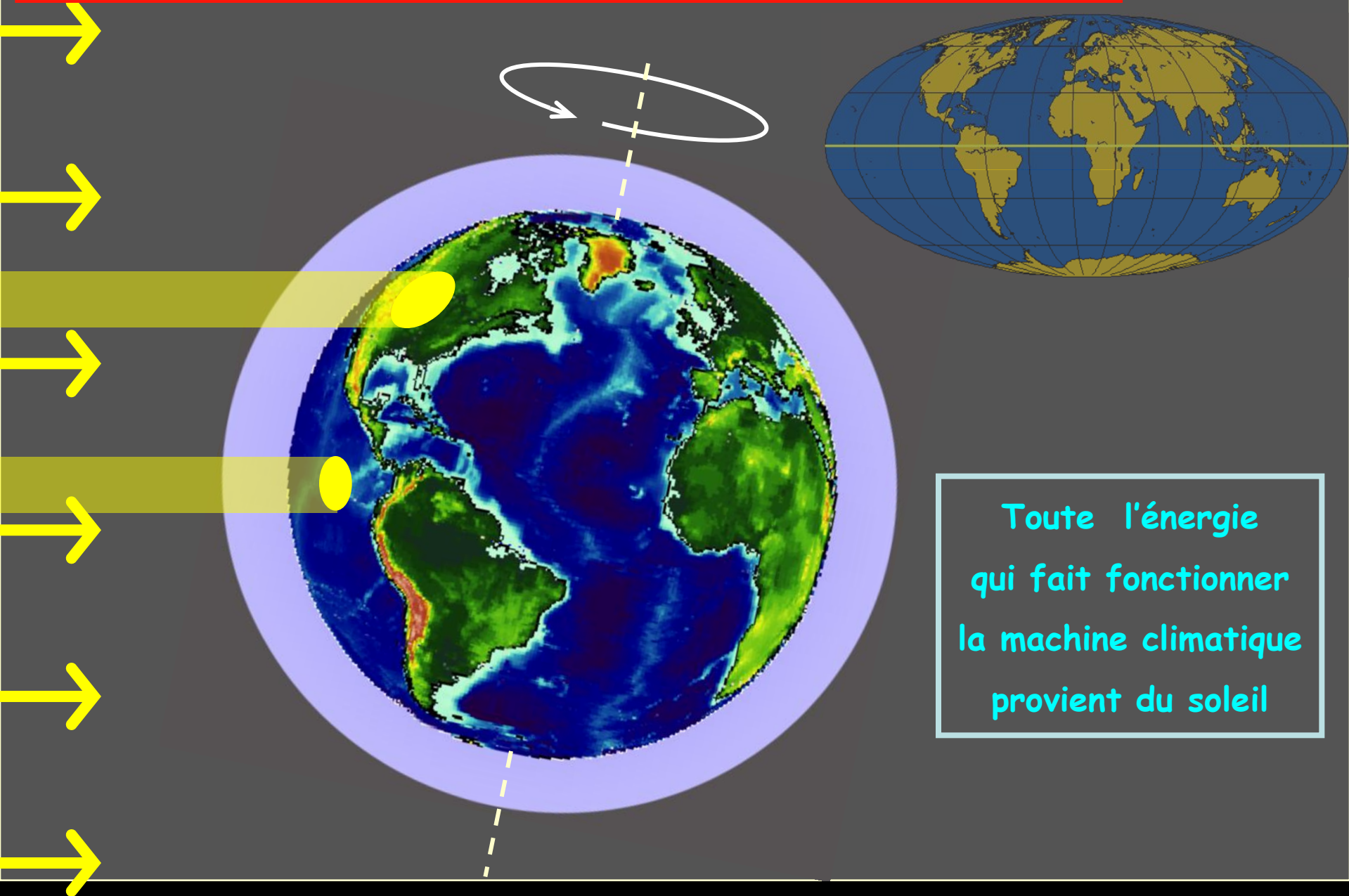
Le climat :

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

La météo :

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

Les acteurs de la machine climatique



Toute l'énergie
qui fait fonctionner
la machine climatique
provient du soleil

Transport de chaleur de la zone équatoriale vers les pôles

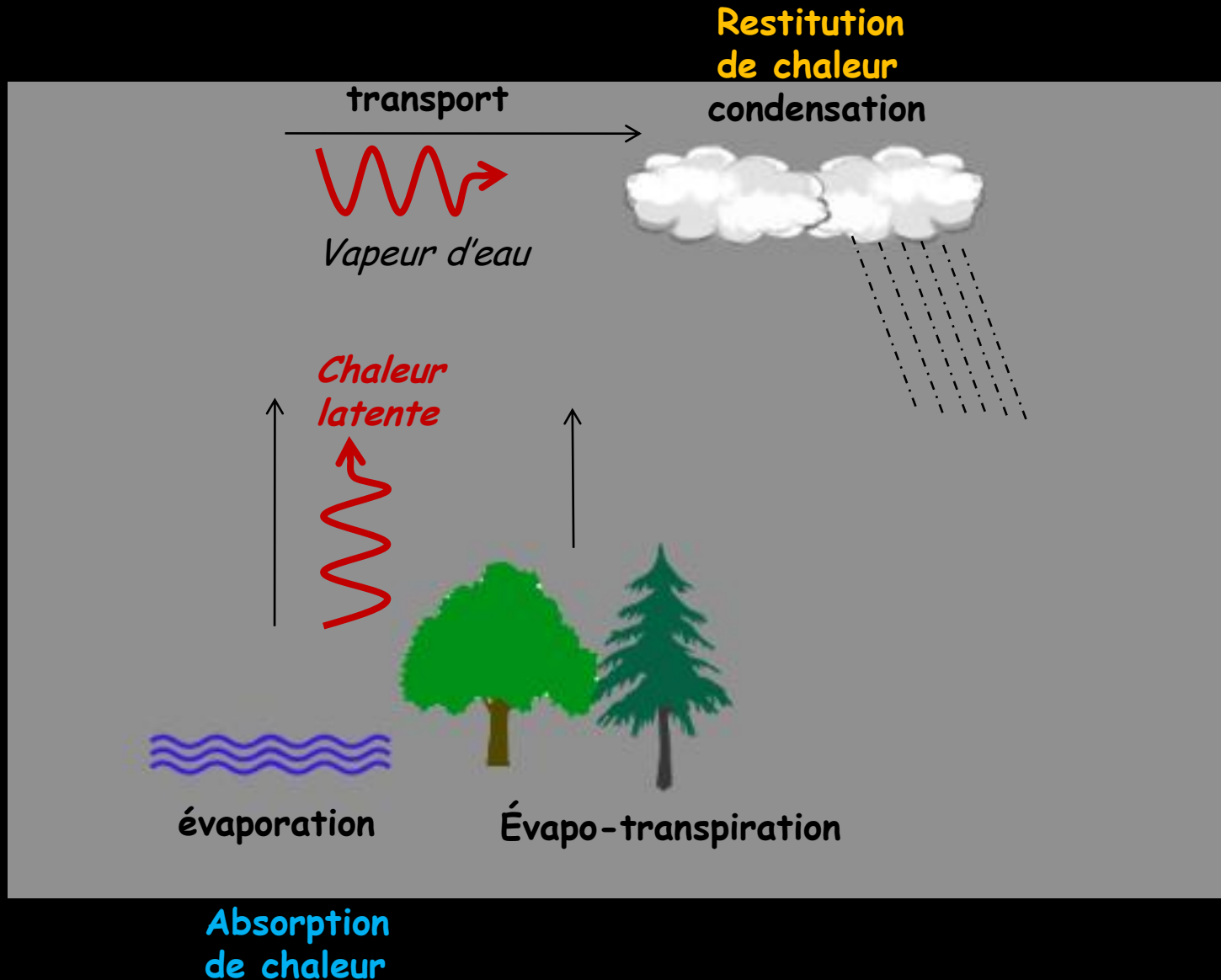
Transport par l'atmosphère

- vents
- cycle de l'eau

Transport par l'océan

- courants

Transport de chaleur via le cycle de l'eau



Transport de chaleur de la zone équatoriale vers les pôles

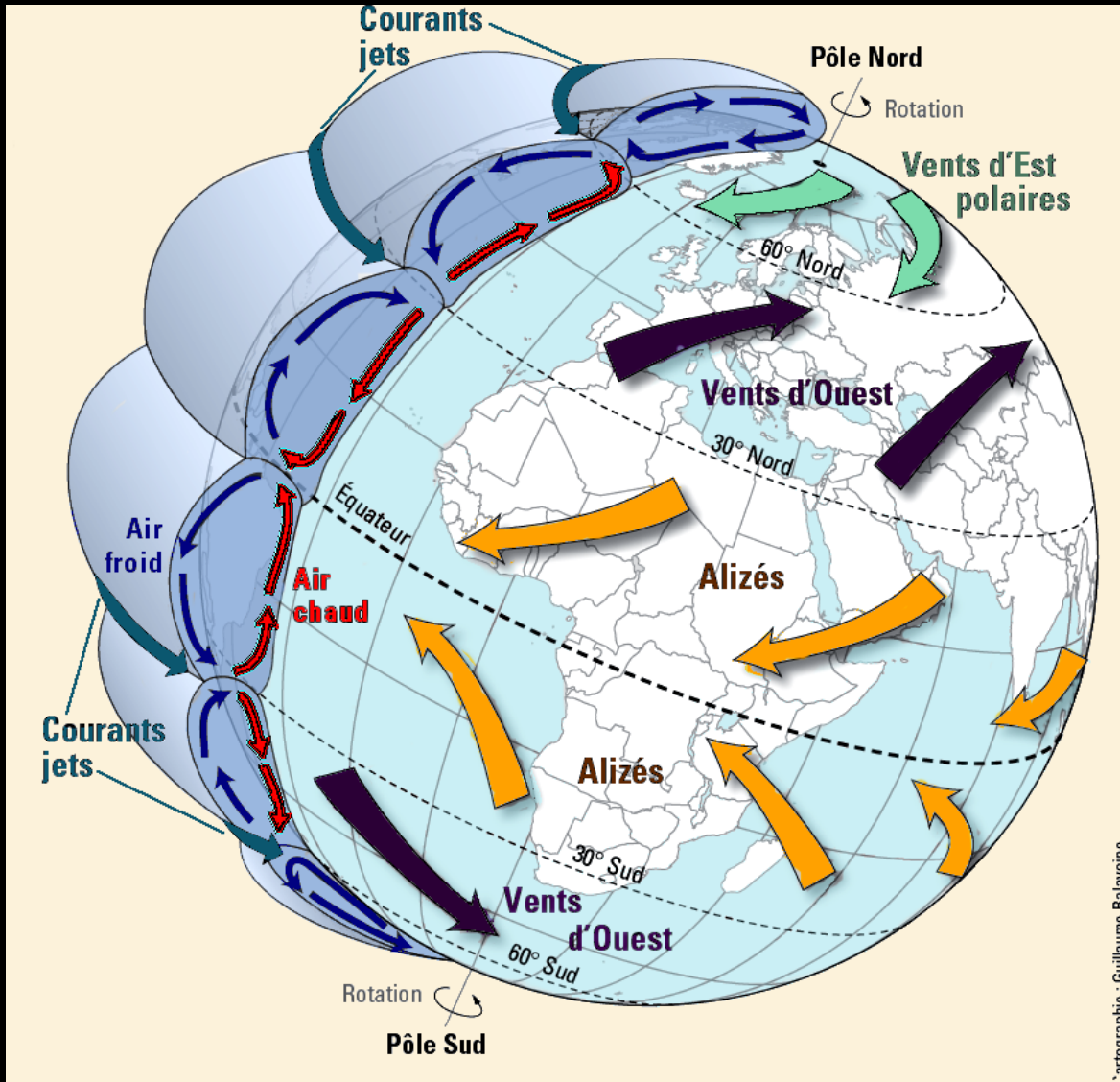
Transport par l'atmosphère

- vents
- cycle de l'eau

Transport par l'océan

- courants

La circulation générale des vents



Transport de chaleur de la zone équatoriale vers les pôles

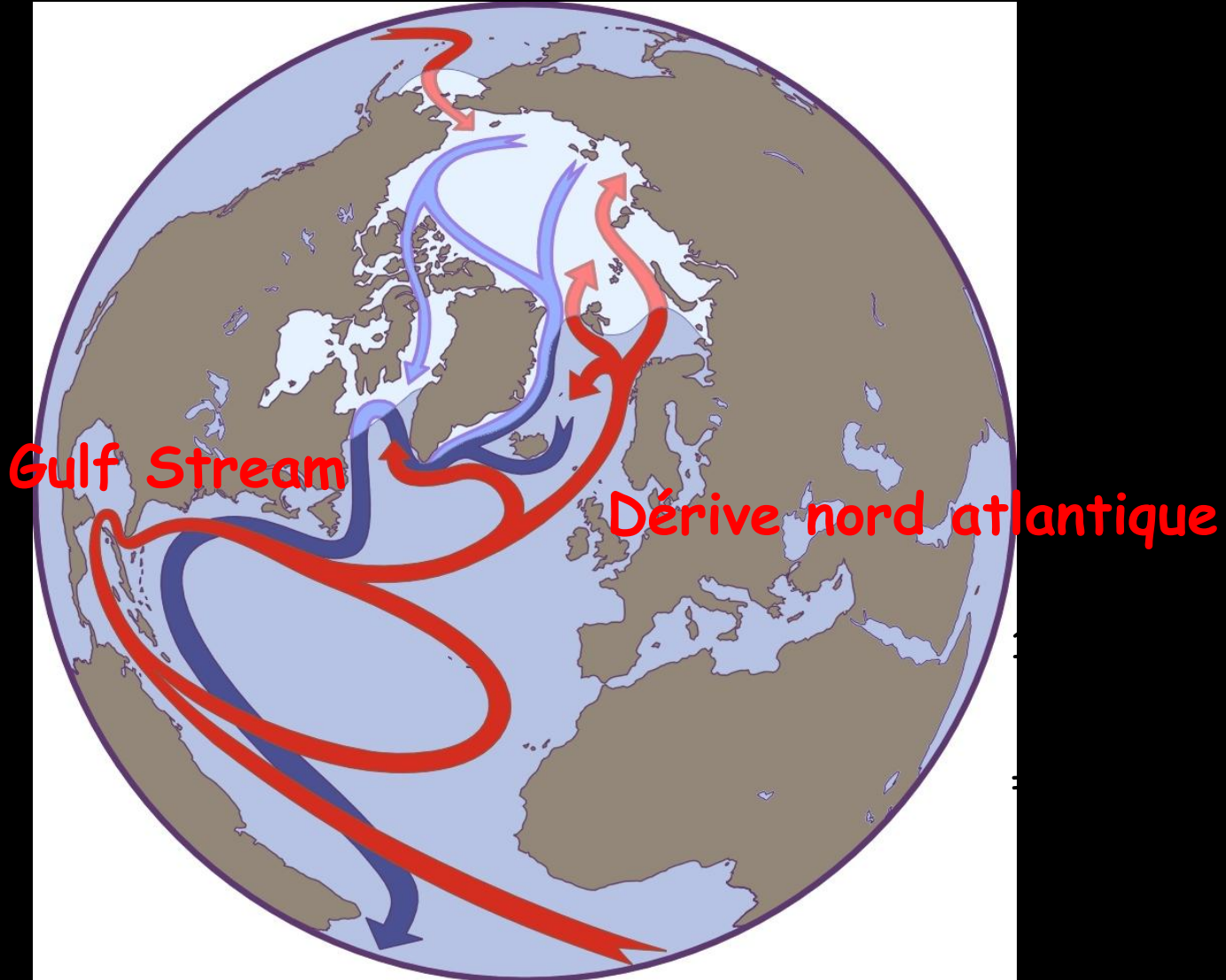
Transport par l'atmosphère

- vents
- cycle de l'eau

Transport par l'océan

- courants

Courants marins dans l'Atlantique nord



Year 14

0.08 deg

0 32

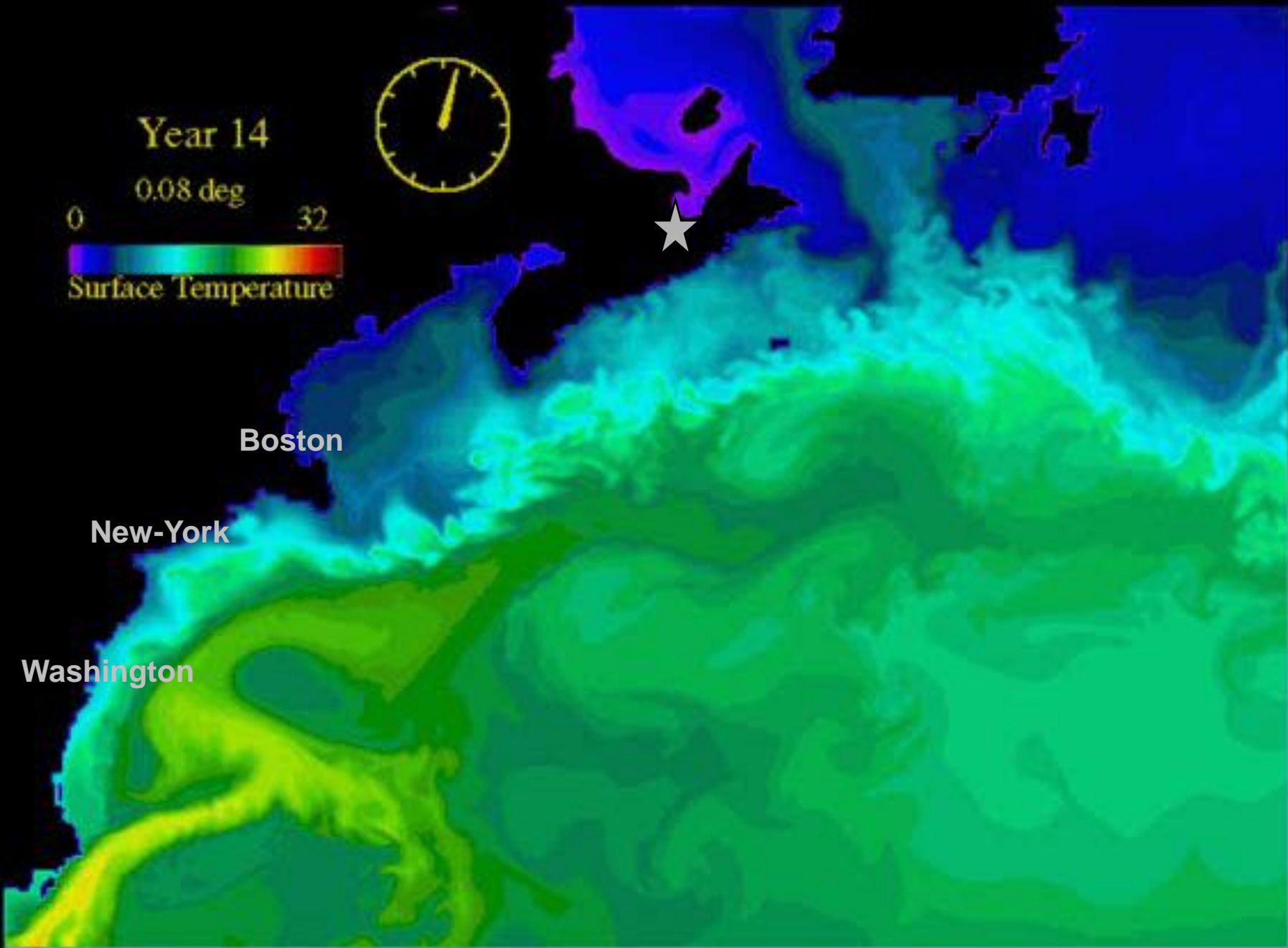
Surface Temperature



Boston

New-York

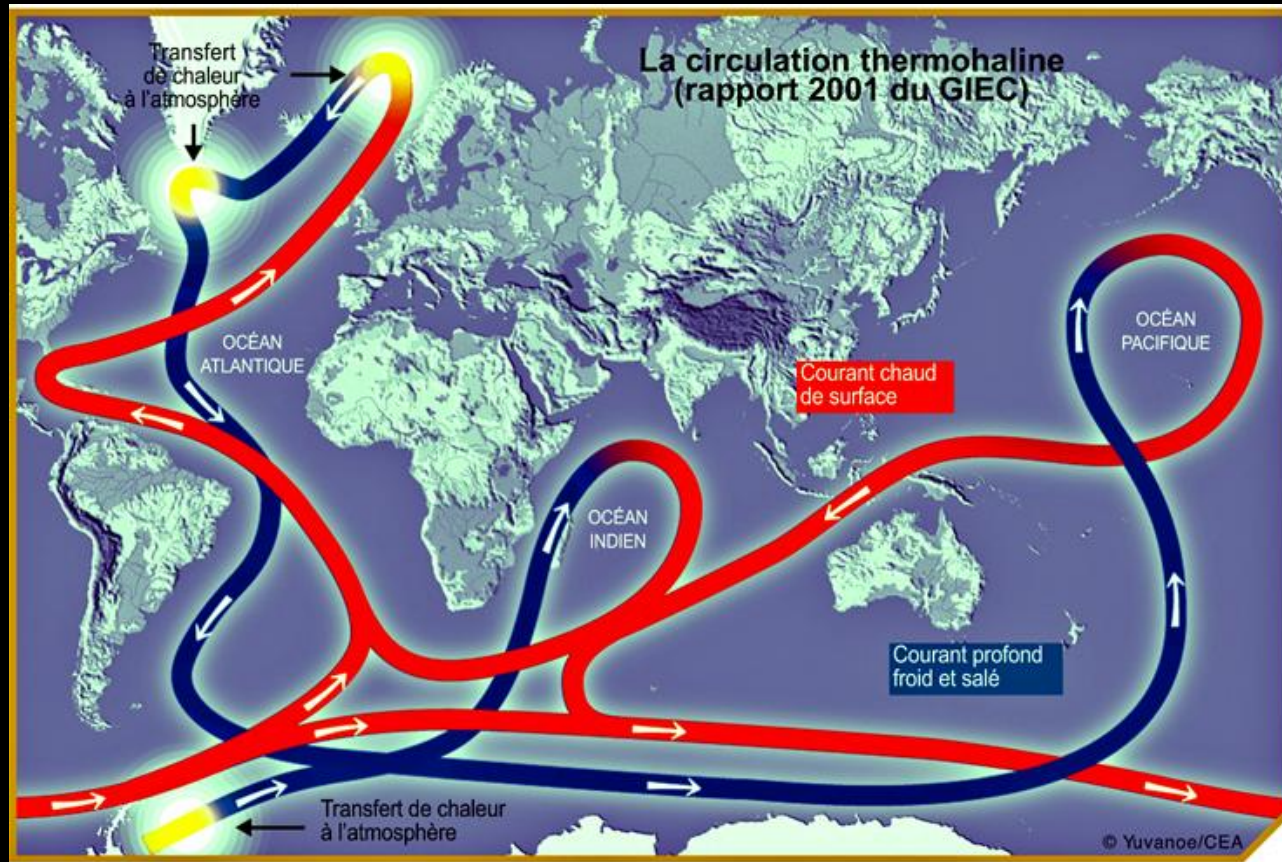
Washington



Circulation thermohaline

température

salinité



Des phénomènes à des échelles extrêmement diverses



Grandes structures nuageuses :
milliers de km 1 000 000 000

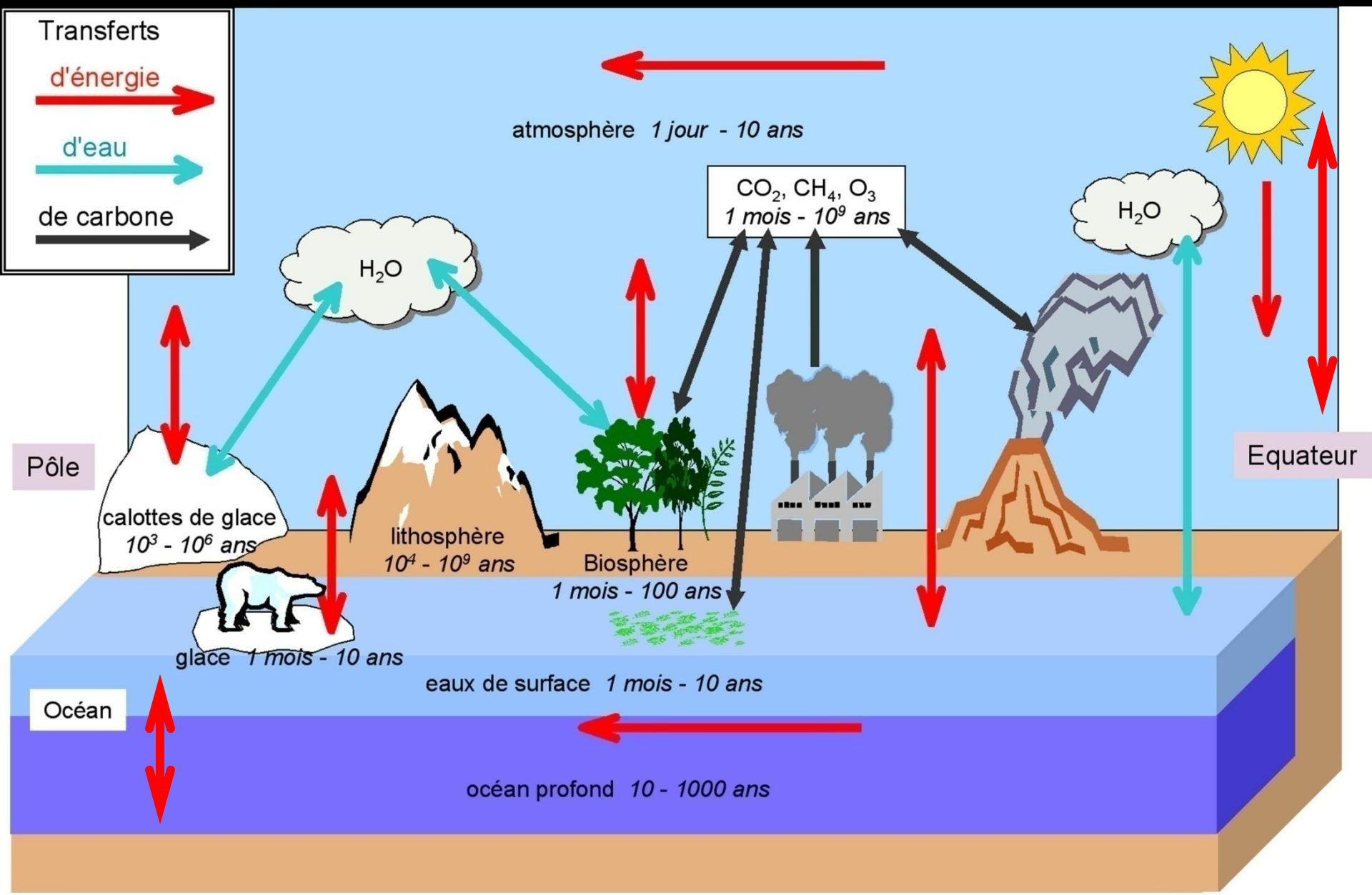
Nuages :
du m au km 1000 - 1 000 000

Gouttes de pluie :
mm 1

Gouttes d'eau des nuages :
dizaine de microns 0,01

Noyaux de condensation de la
vapeur d'eau :
dizième de microns 0,000 1

Echanges de matière (eau, gaz, carbone) et de chaleur dans la machine climatique : des processus aux durées très diverses



Climat

- L'énergie vient du soleil
- La surface de la terre reçoit d'autant plus d'énergie qu'on est plus proche de l'équateur
- La machine climatique redistribue cette chaleur à la surface de la terre
- La chaleur est transportée par l'atmosphère et les océans
- De nombreux phénomènes de transferts d'énergie et de matière sont mis en jeu
- Les échelles de temps et d'espace sont très diverses

Le climat résulte de l'équilibre
entre ce qui entre et ce qui ressort

Le climat a-t-il toujours été stable?

A la recherche de l'histoire du climat de la terre



bloc erratique

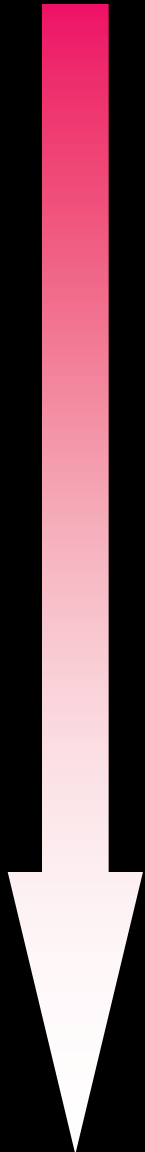
Les granites ne se forment pas dans la terre comme des truffes, et ne croissent pas comme des sapins sur les roches calcaires .

H.De Saussure
(fin du 18^{ème} siècle)

Quelques repères dans la longue histoire du climat

- 600 millions d'années : terre *boule de neige*
- 360 millions d'années : carbonifère (chaud et humide)
- 50 millions d'année : chaud sur toute la terre
 - tortues tropicales au pôle nord
 - mer 100 m plus haute que maintenant
- derniers millions d'années : alternance glaciations - interglaciaires
- maintenant : anthropocène (climat sous l'action de l'homme)

Facteurs influençant l'évolution du climat

- 
- x100 millions d'années
Changements de luminosité du Soleil
 - x10 millions d'années
Changements de position des continents
 - x10 000 ans
Orbite de la Terre (ensoleillement)
 - x10-1000 ans
Volcanisme, activité du Soleil
 - Période industrielle (100 ans)
Activités humaines

Perturbation



*Réponse climatique
initiale*



*Réponse climatique
amplifiée par la
machine climatique*

Comment reconstituer les climats du passé?

rechercher des vestiges

- marqués par le climat
- préservés de l'altération naturelle
- non altérés par l'homme

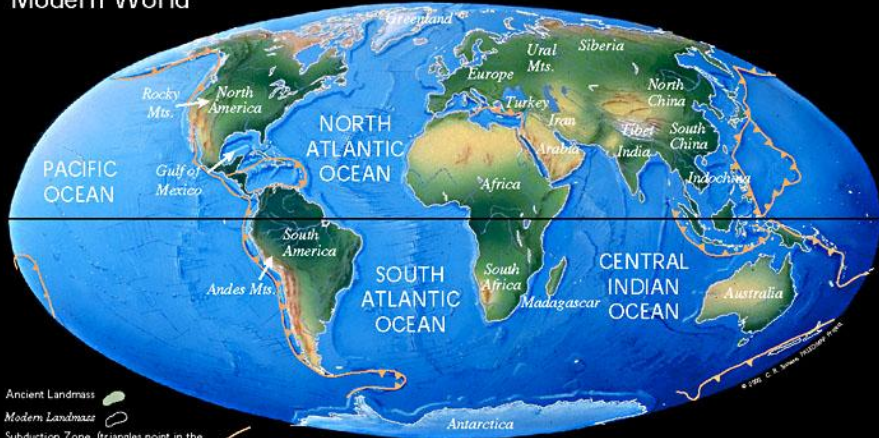
Vestiges de climats très anciens

(plusieurs 10 000 000 ans)

roches

types de végétation, d'animaux

Modern World

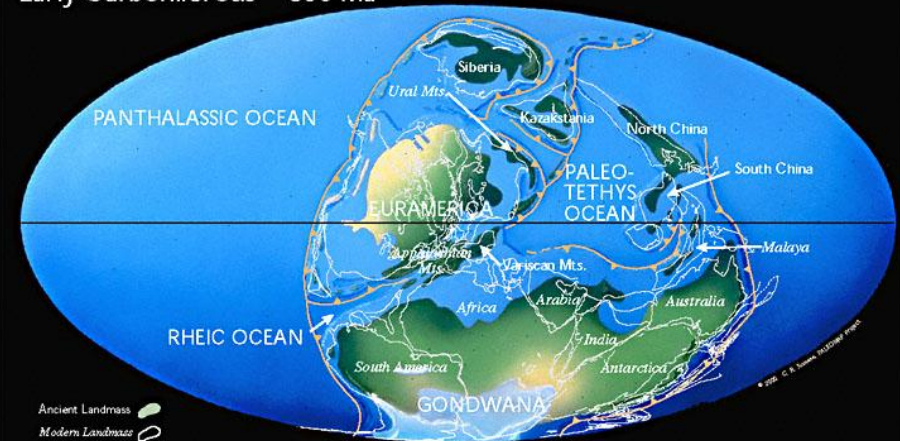


Actuellement

- Ancient Landmass
- Modern Landmass
- Subduction Zone (triangles point in the direction of subduction)
- Sea Floor Spreading Ridge



Early Carboniferous 356 Ma



Il y a 360 millions d'années

Comment reconstitue-t-on les climats du dernier million d'années

➤ sédiments marins



Comment reconstitue-t-on les climats du dernier million d'années

- **sédiments marins**
- **coraux**



Comment reconstitue-t-on les climats du dernier million d'années

- **sédiments marins**
- **coraux**
- **sédiments lacustres**



Comment reconstitue-t-on les climats du dernier million d'années

- **sédiments marins**
- **coraux**
- **sédiments lacustres**
- **bois**



Comment reconstitue-t-on les climats du dernier million d'années

- **sédiments marins**
- **coraux**
- **sédiments lacustres**
- **bois**
- **stalagmites**

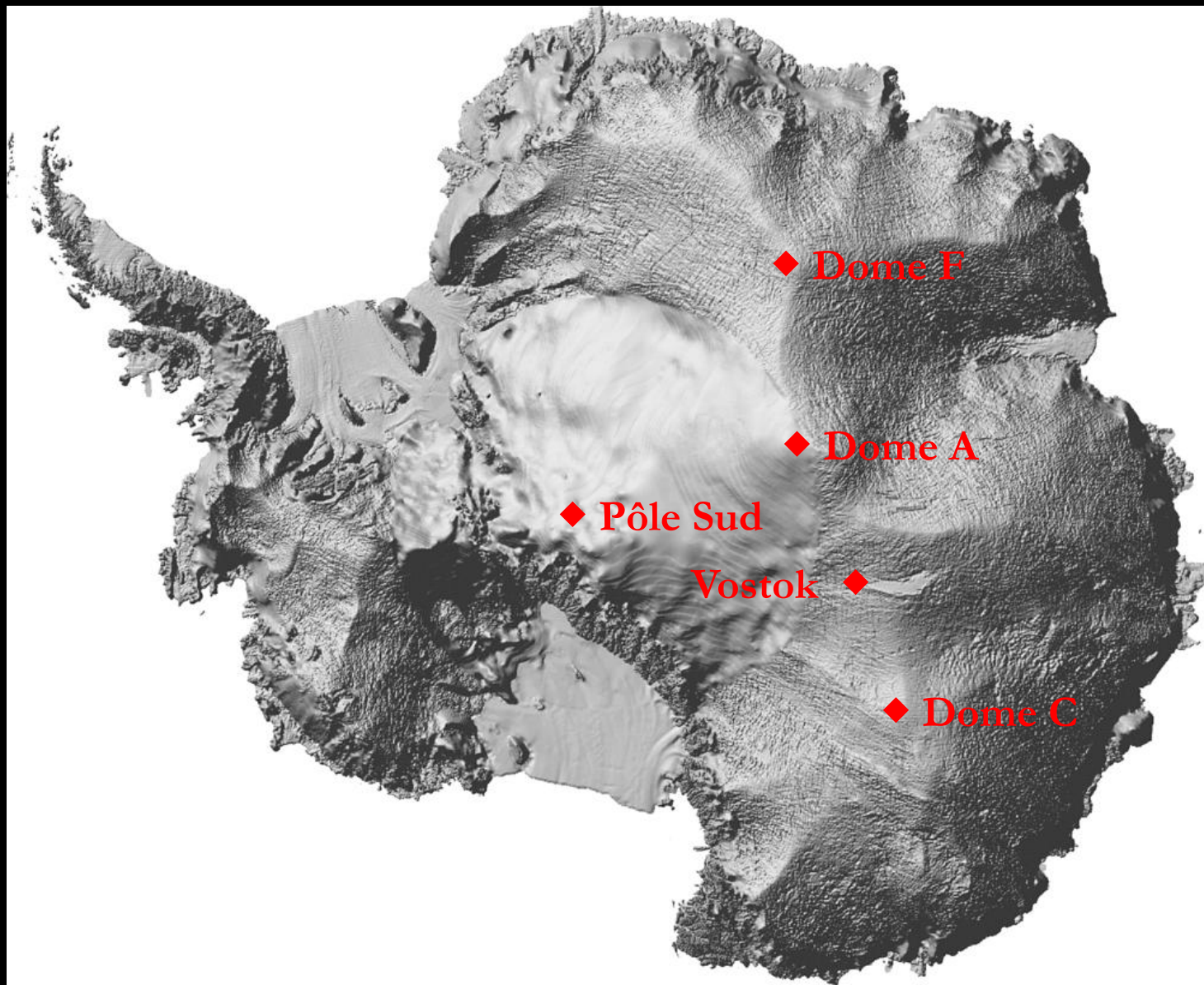


Comment reconstitue-t-on les climats du dernier million d'années

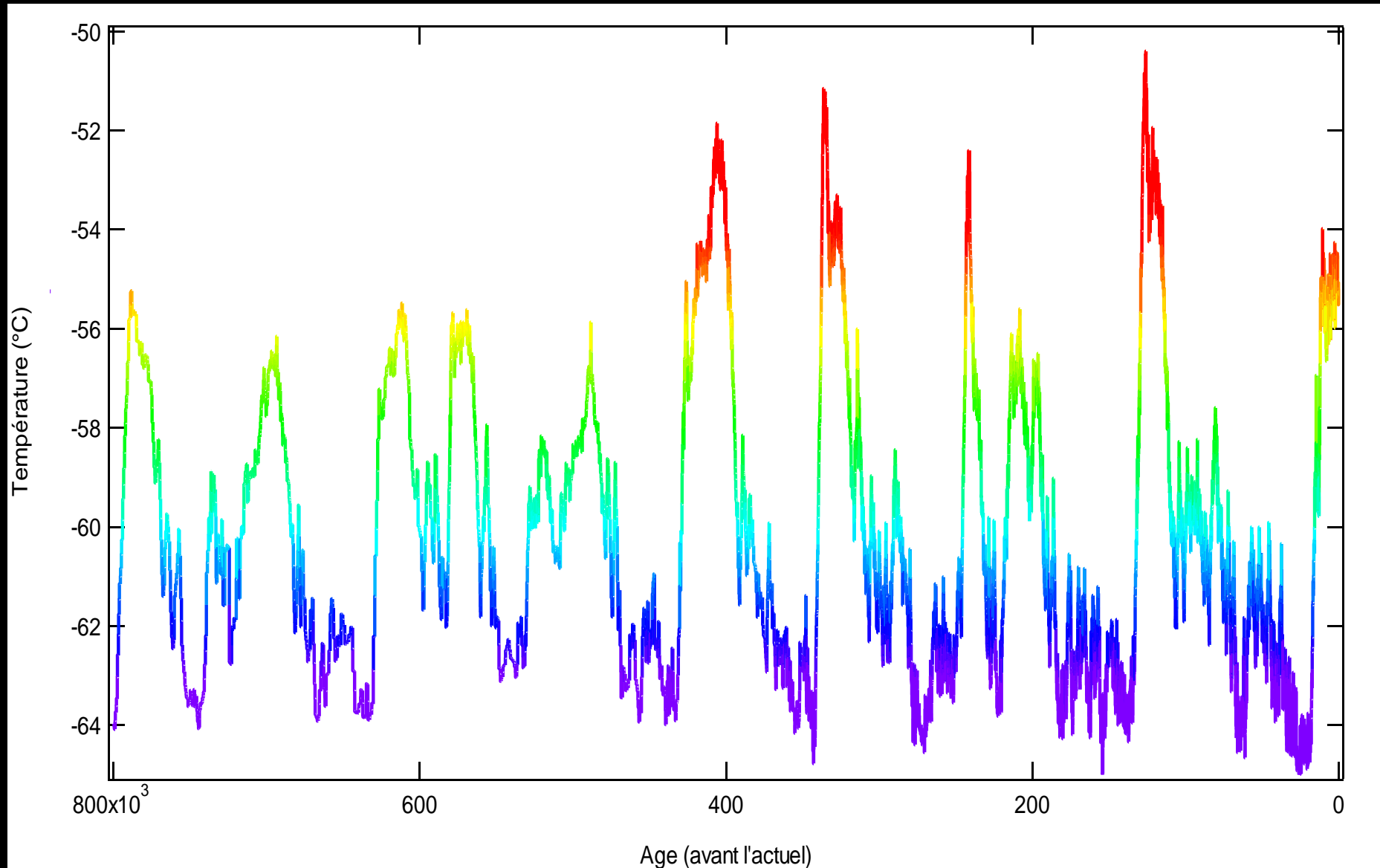
- **sédiments marins**
- **coraux**
- **sédiments lacustres**
- **bois**
- **stalagmites**
- **glaces**



Forages en Antarctique



Histoire des températures en Antarctique au cours des derniers 800 000 ans



Trouver les traces des anciens glaciers



Etendue des glaces continentales



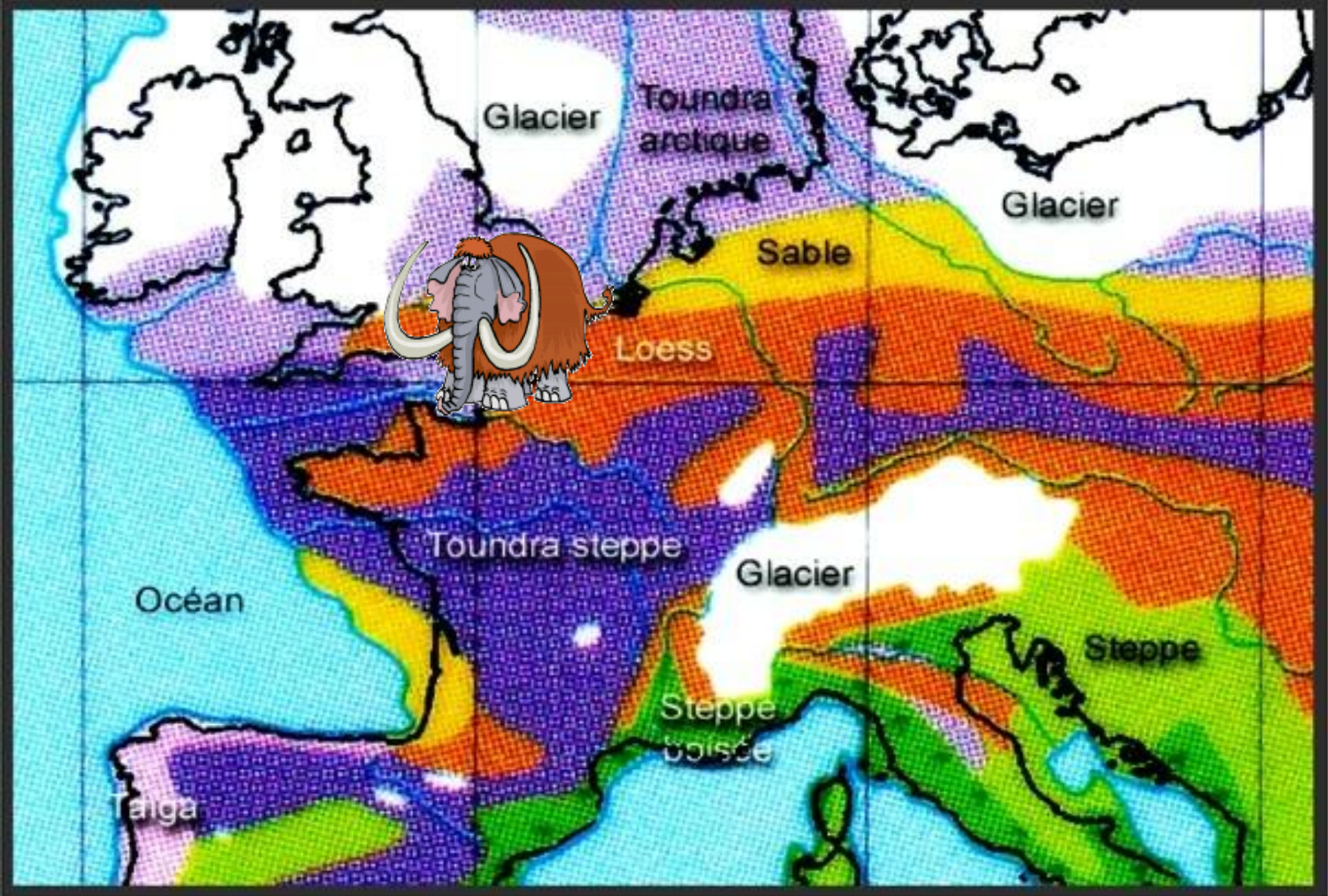
Il y a
20 000 ans



aujourd'hui

Seulement 5 C de moins qu'actuellement!

L'Europe, il y a 20 000 ans



Le climat dans la période historique

Pieter Brueghel l'ancien 1565



Le petit âge
glaciaire

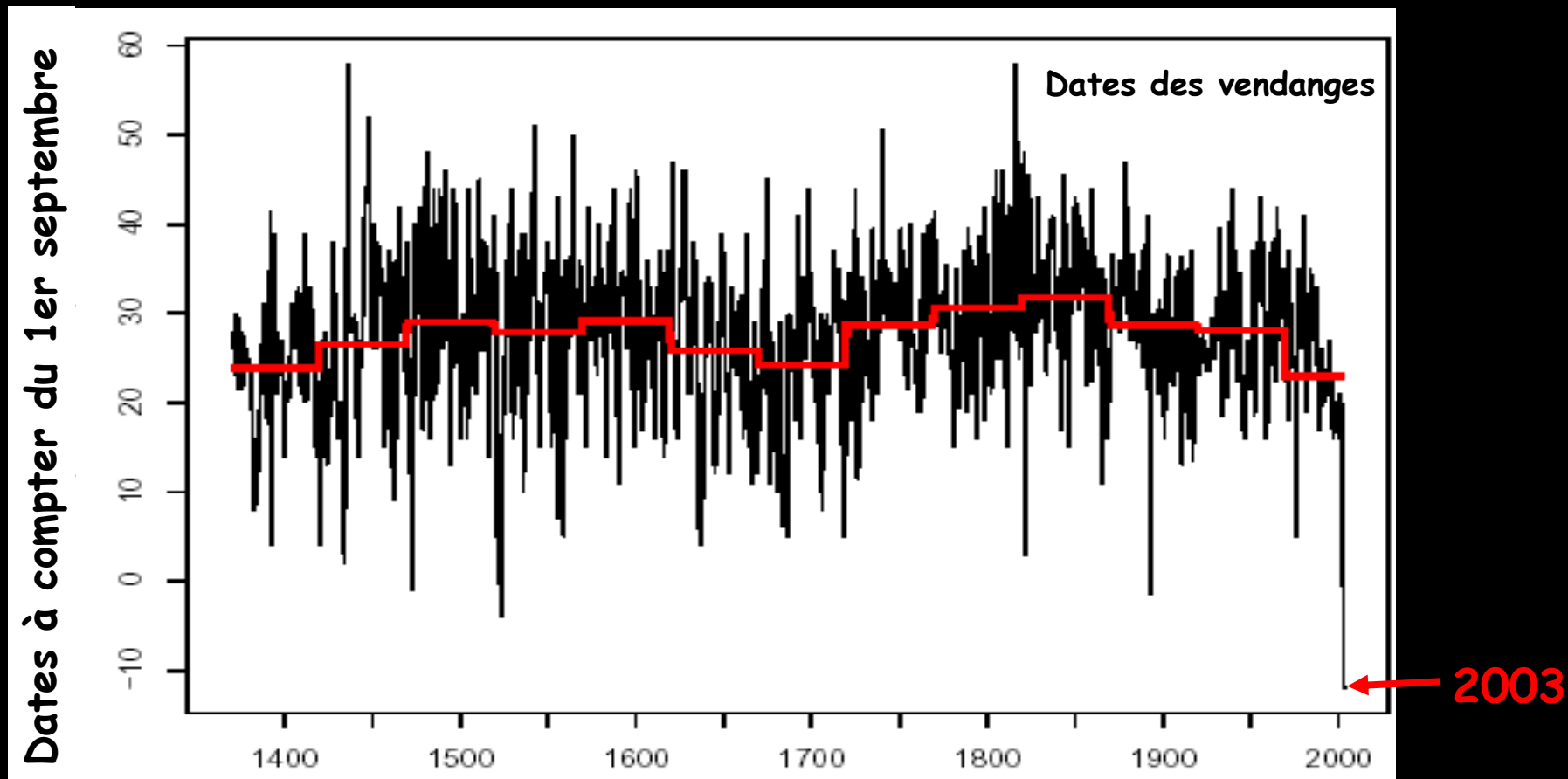
Hendrick Averkamp 1608



Andreas Schelfout 1843

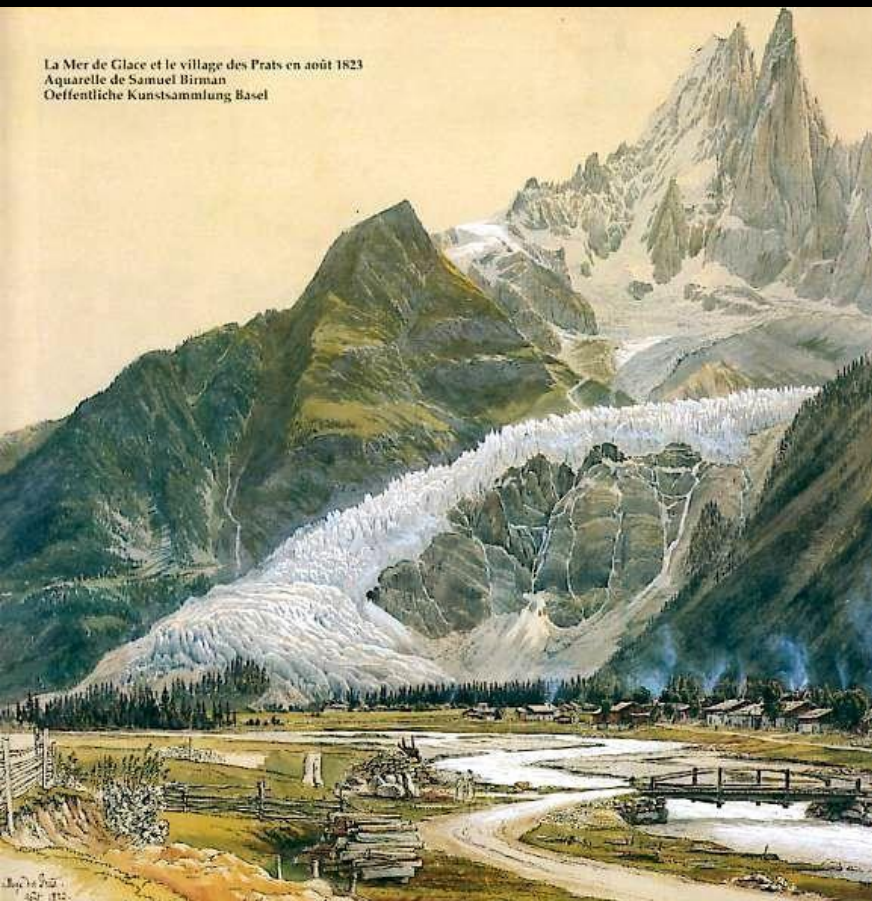


Dates des vendanges en Bourgogne de 1370 à 2003



Le climat devient plus chaud

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 Birman, aquarelle (1823).
Kunstmuseum de Bâle*

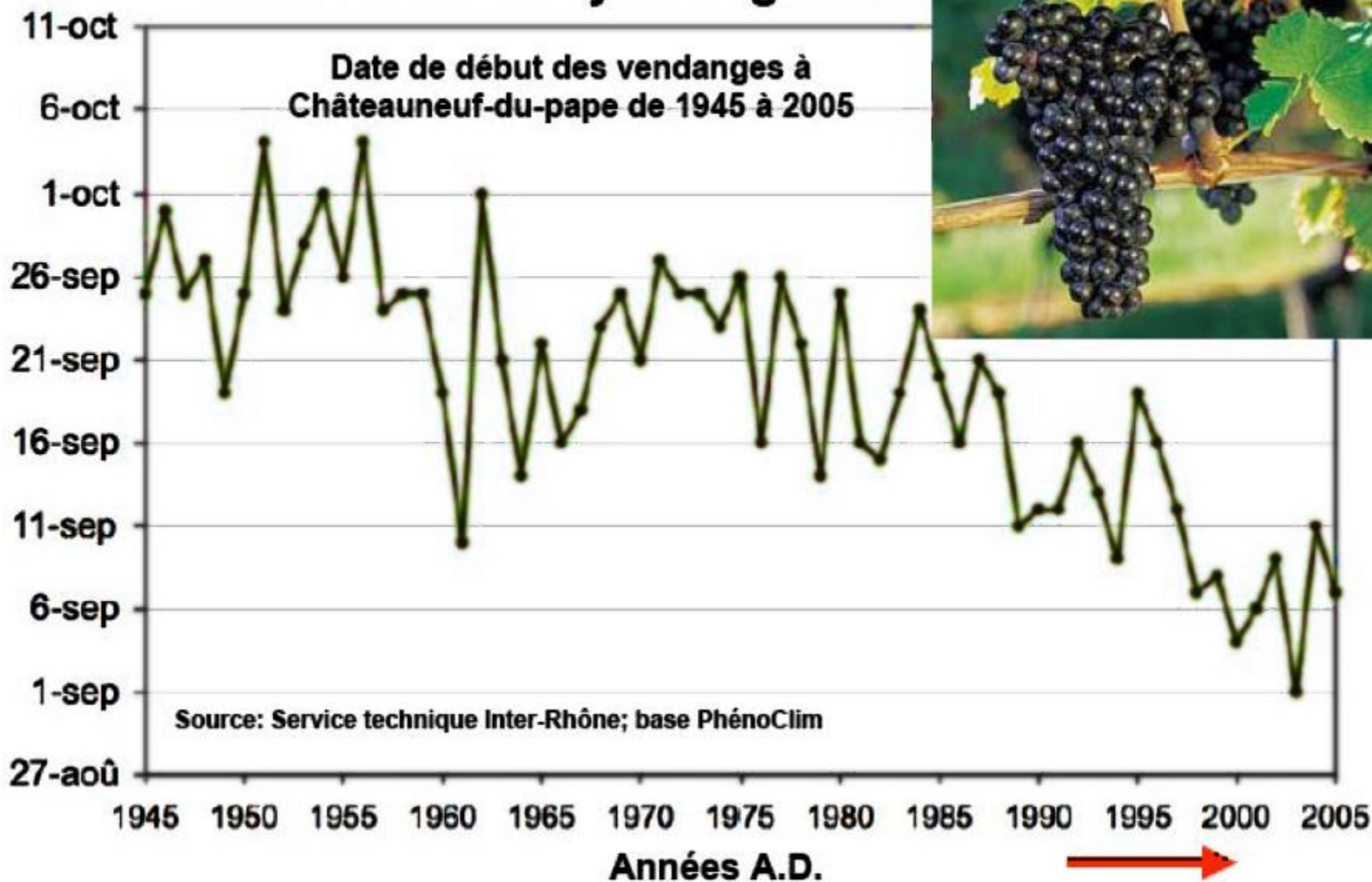
La mer de Glace il y a 180 ans

Le même site en 1995

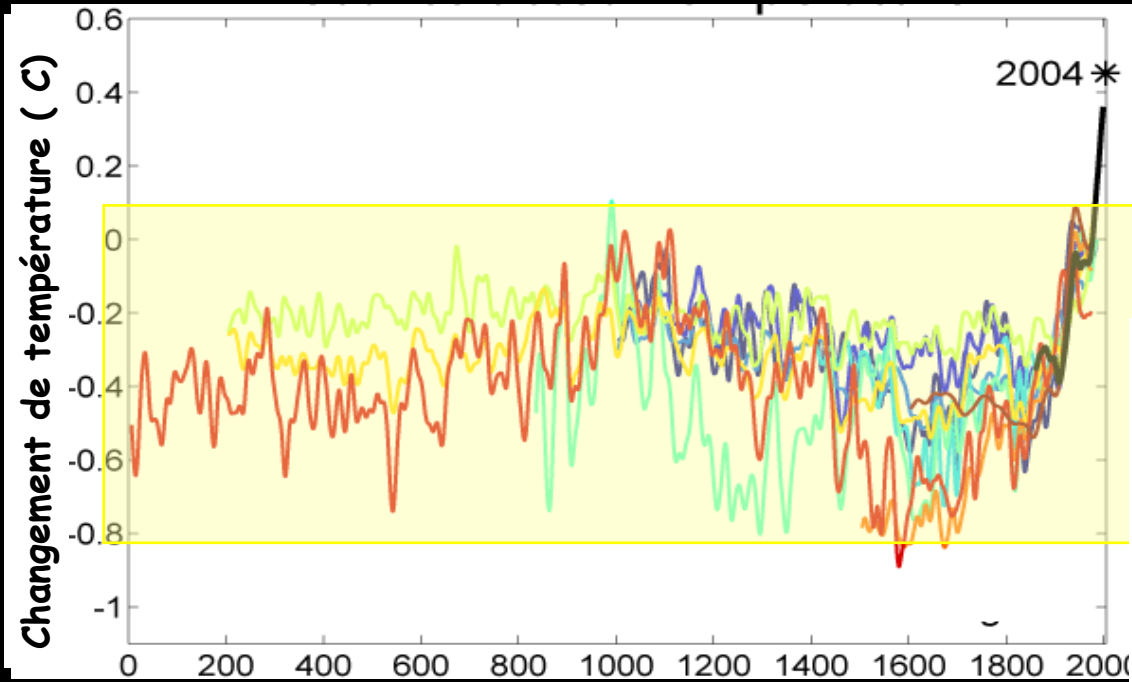
Photo Christian Vincent (LGGE) Grenoble)



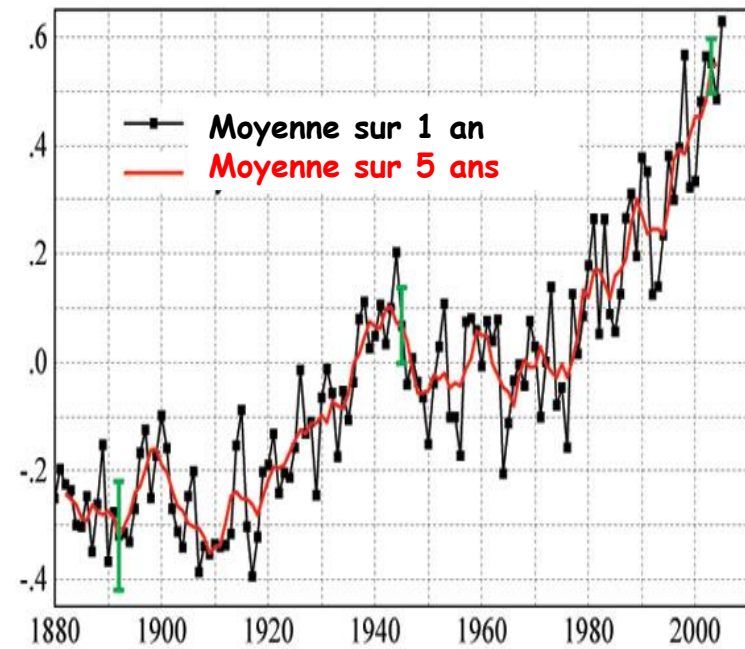
Changements écologiques : avancement du cycle végétatif



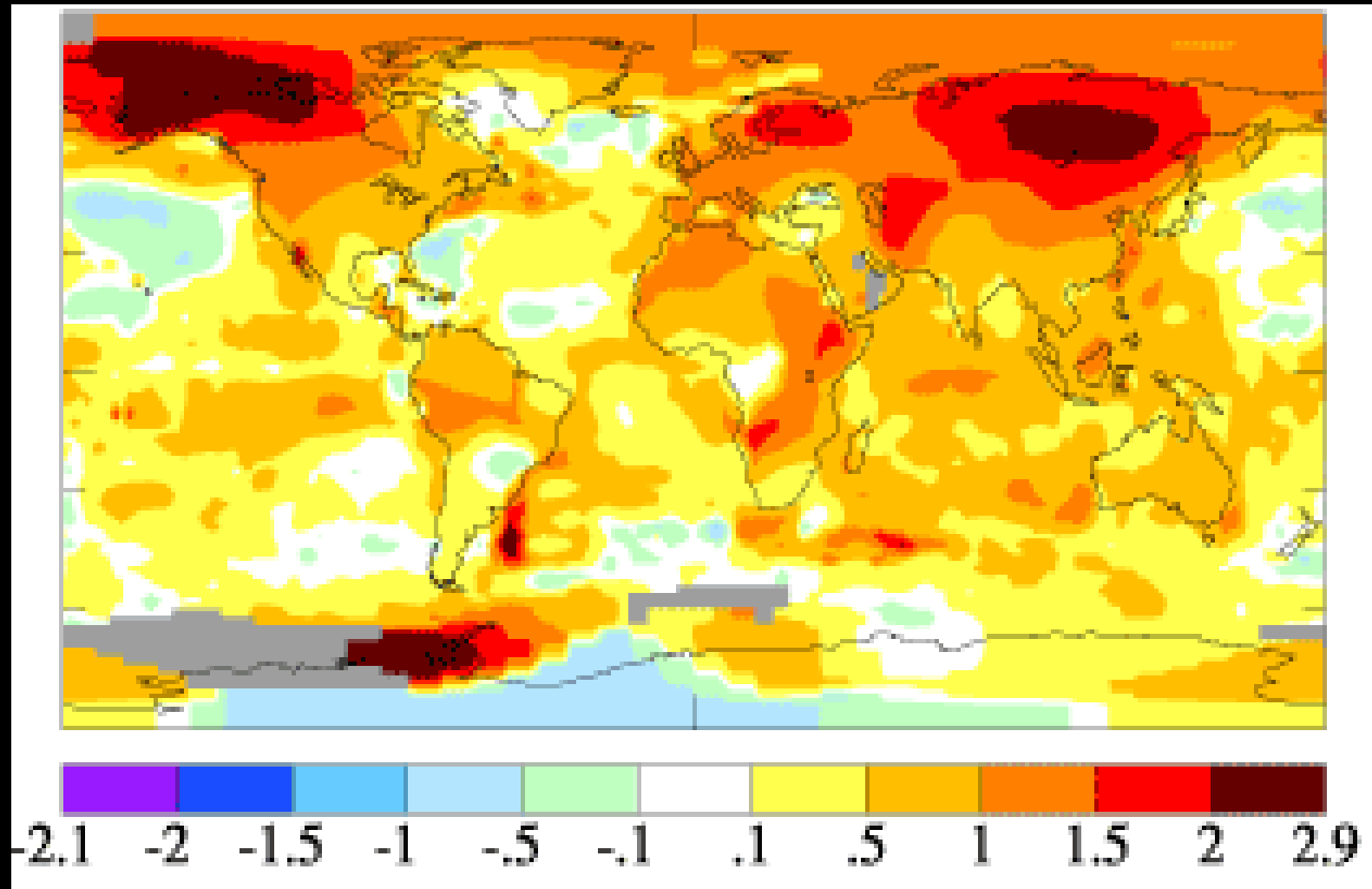
Évolution de la température de l'hémisphère nord au cours des 2 derniers millénaires



A Températures mesurées C



Evolution des températures entre 1955 et 2005



Minimum annuel de la glace de mer arctique

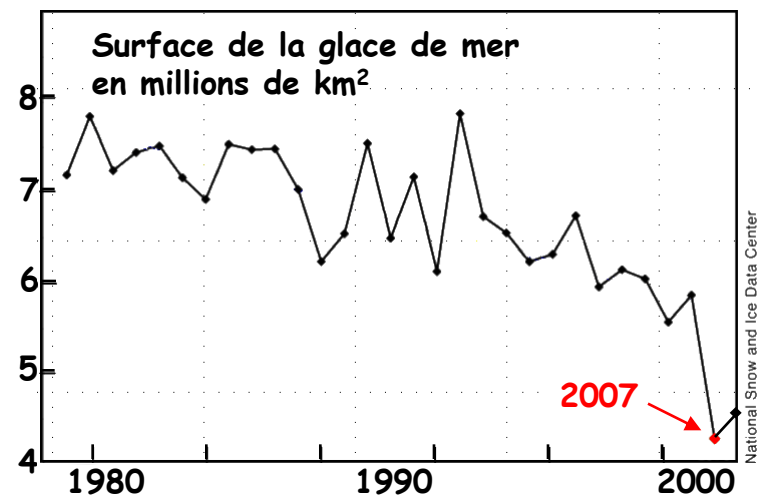
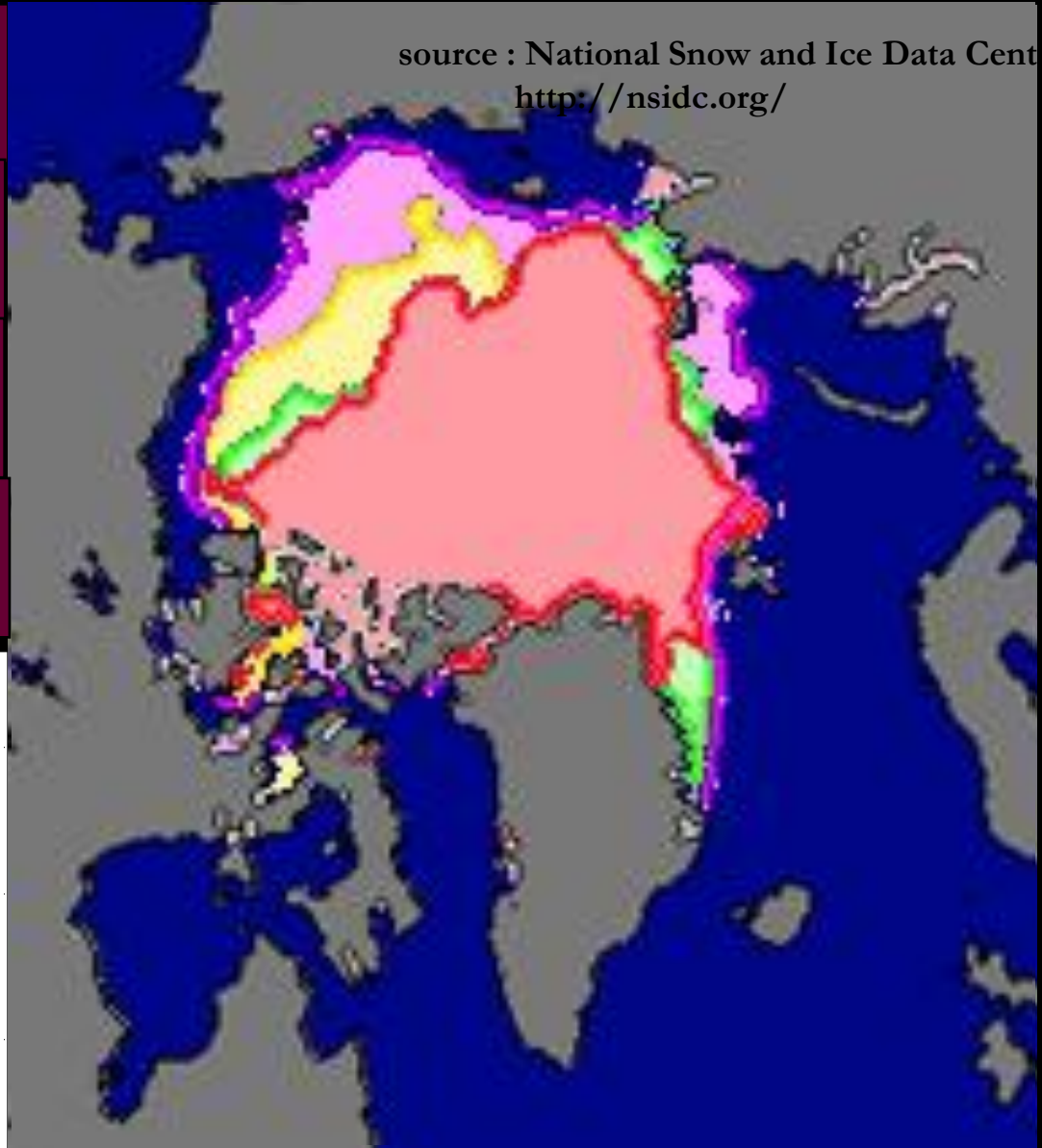
Minimum annuel moyenné sur
1970 - 2000 (7 000 000 km²)

21 septembre 2005
(5 570 000 km²)

16 septembre 2007
(4 280 000 km²)

14 septembre 2008
(4 670 000 km²)

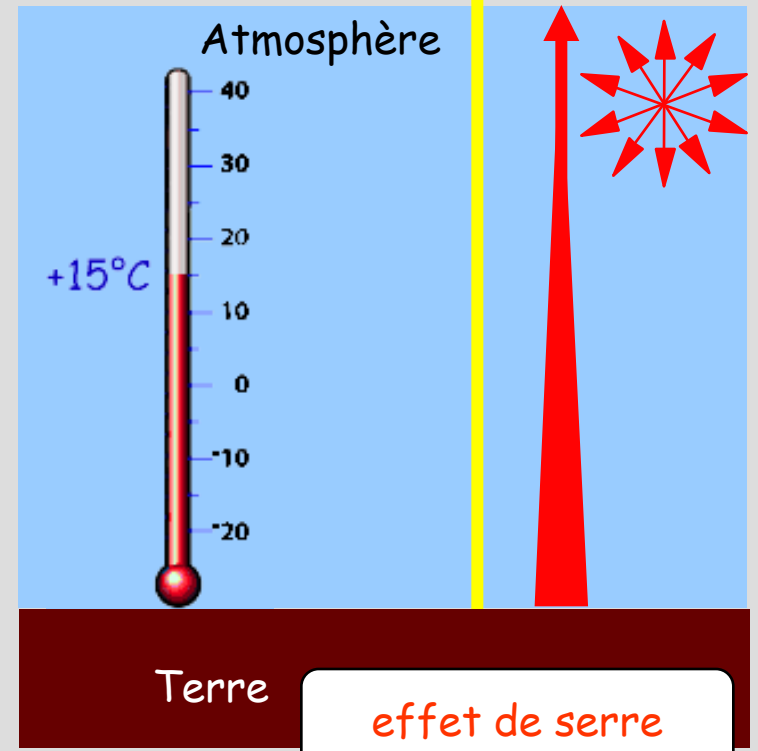
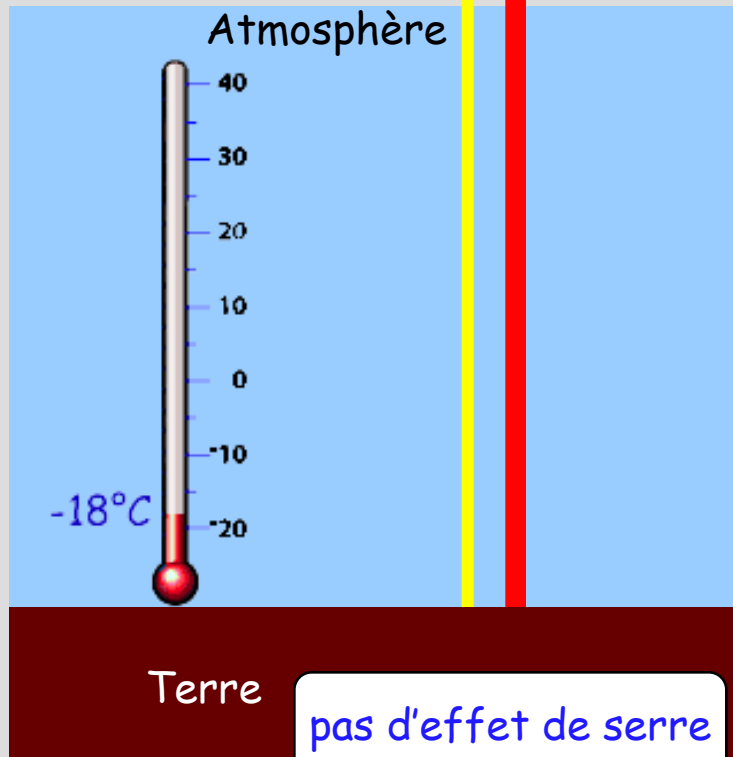
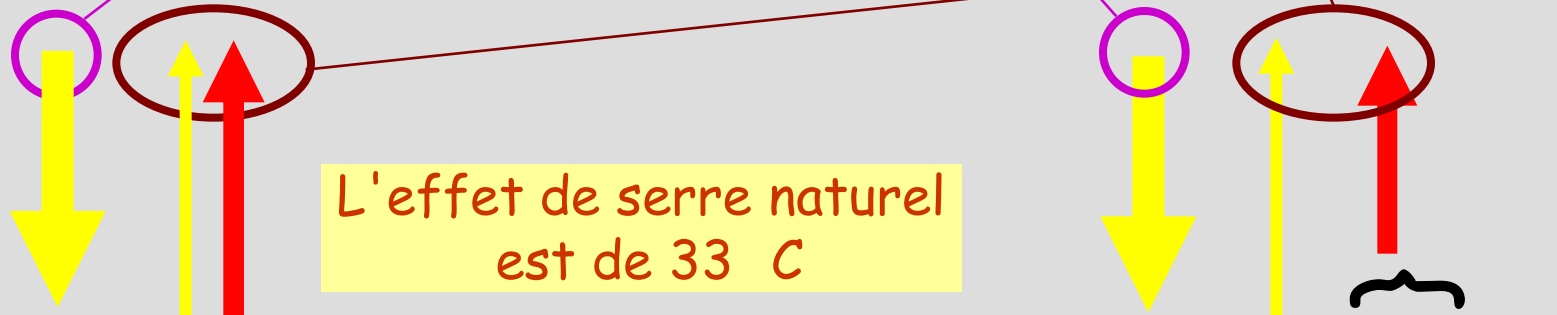
source : National Snow and Ice Data Center
<http://nsidc.org/>



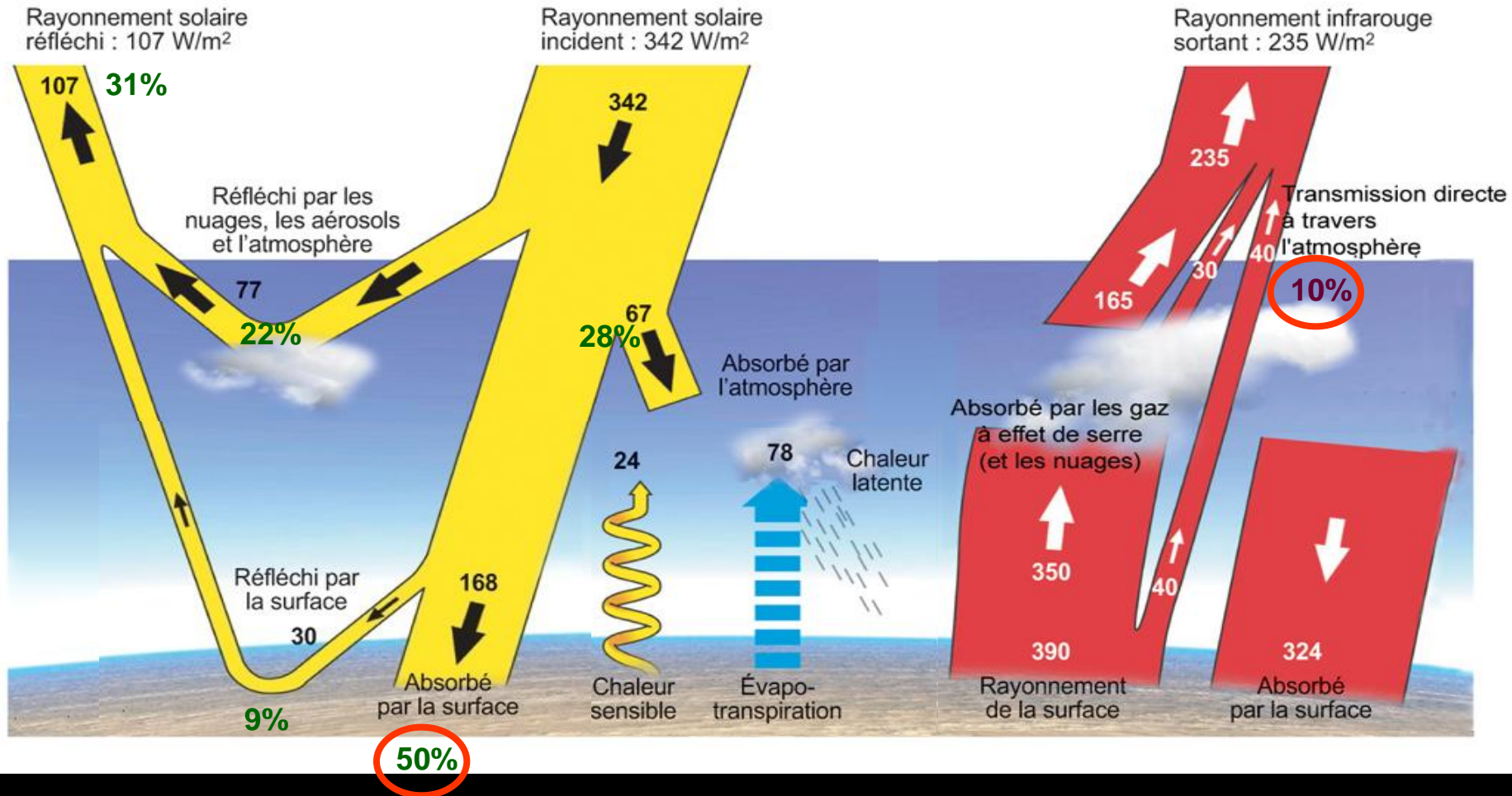
Effet de serre :
comment ça marche

L'effet de serre

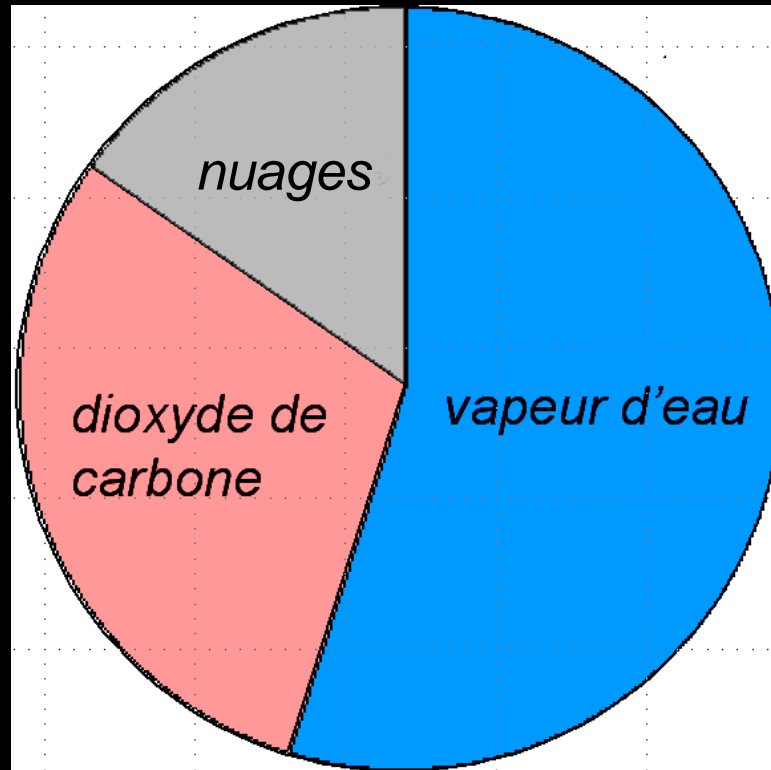
La quantité d'énergie qui repart vers l'espace est égale à la quantité d'énergie reçue du soleil



Effet de serre



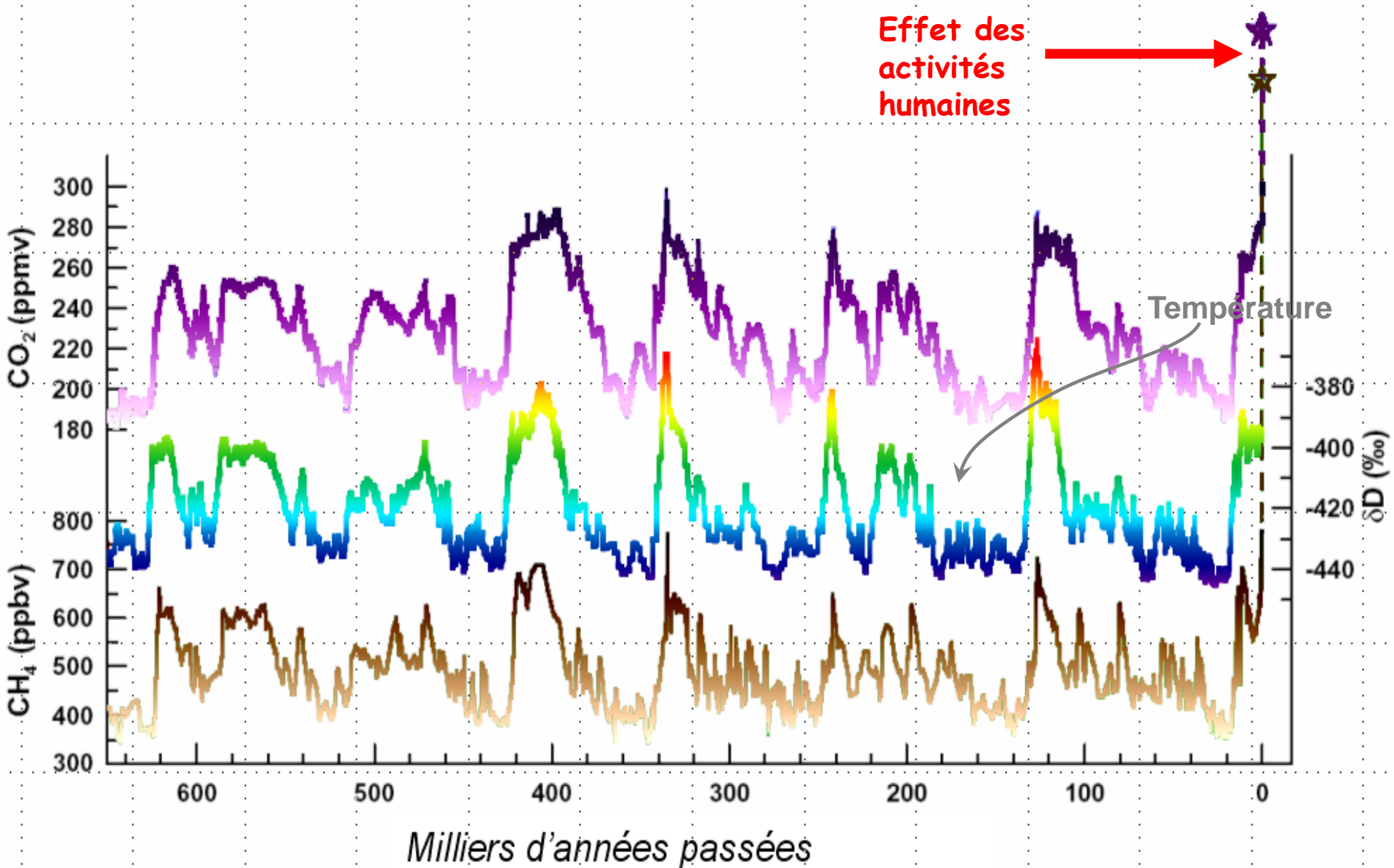
Effet de serre NATUREL



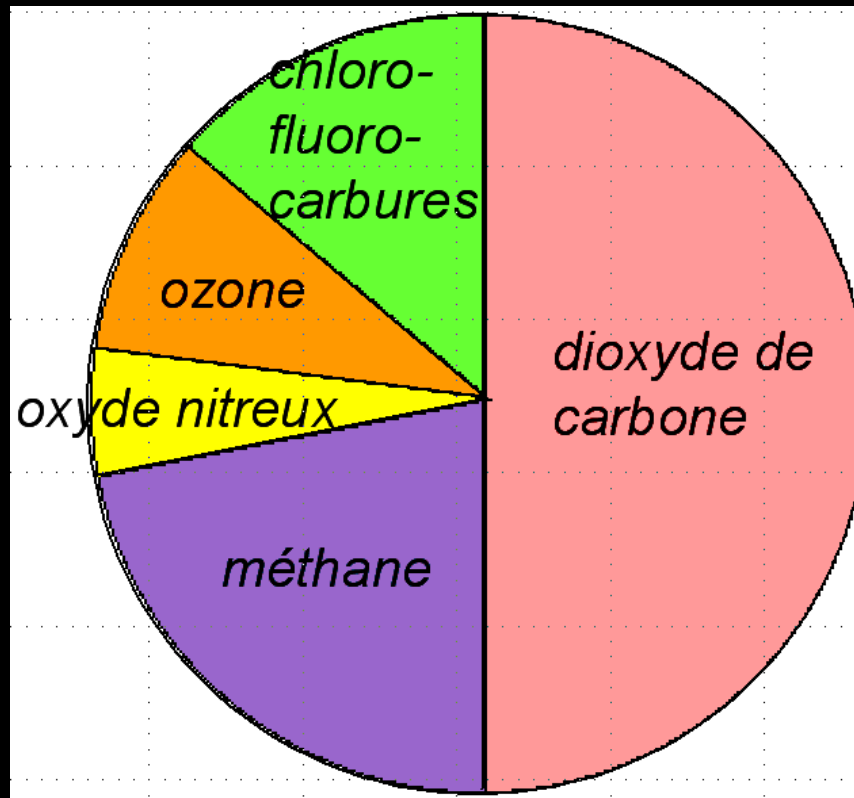
la vapeur d'eau est le principal gaz à effet de serre dans la nature



Variations climatiques passées et effet de serre

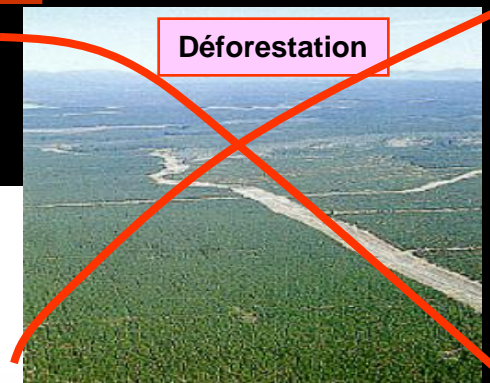
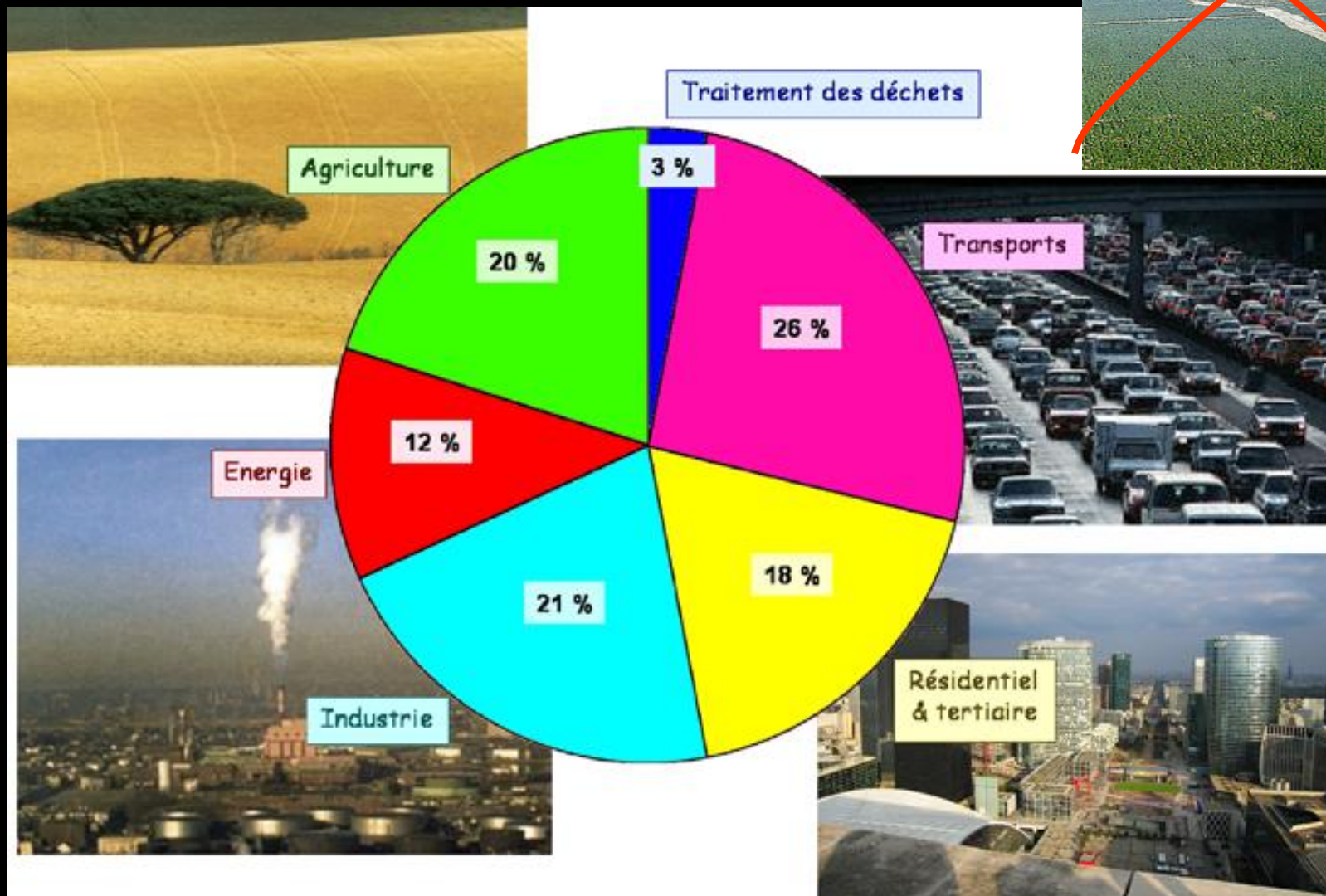


Effet de serre additionnel dû à l'action de l'homme

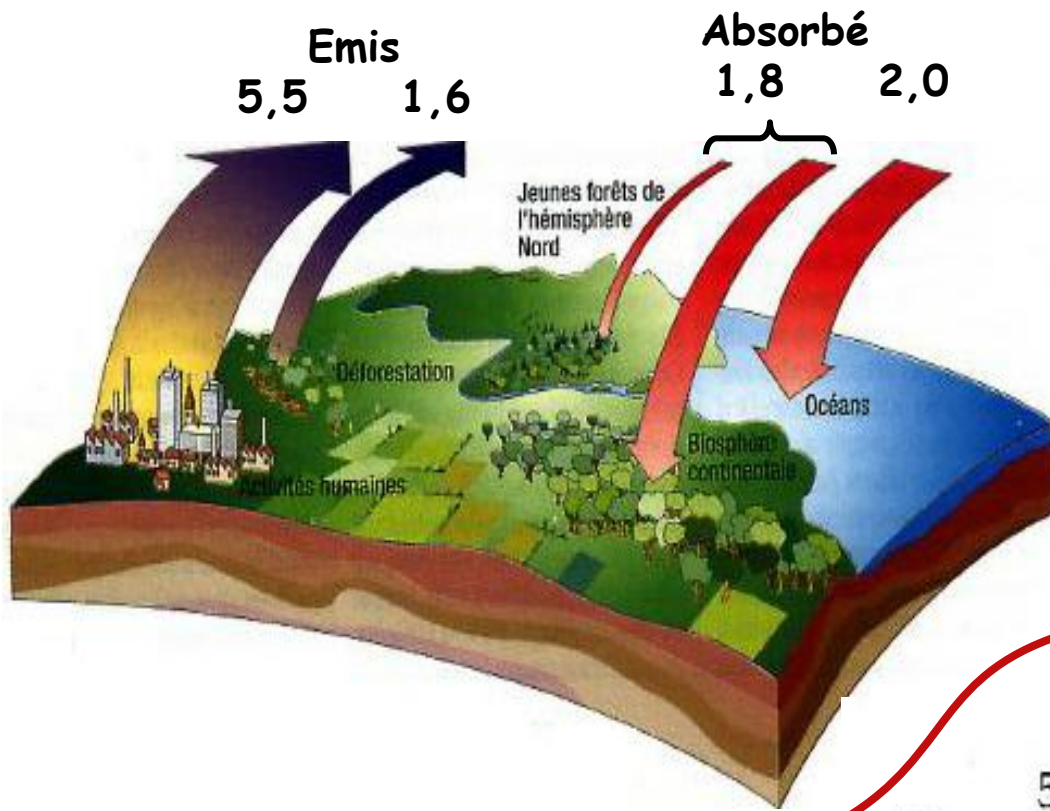


la moitié de l'effet de serre additionnel provient du dioxyde de carbone

Emissions de gaz à effet de serre en France



Cycle du Carbone

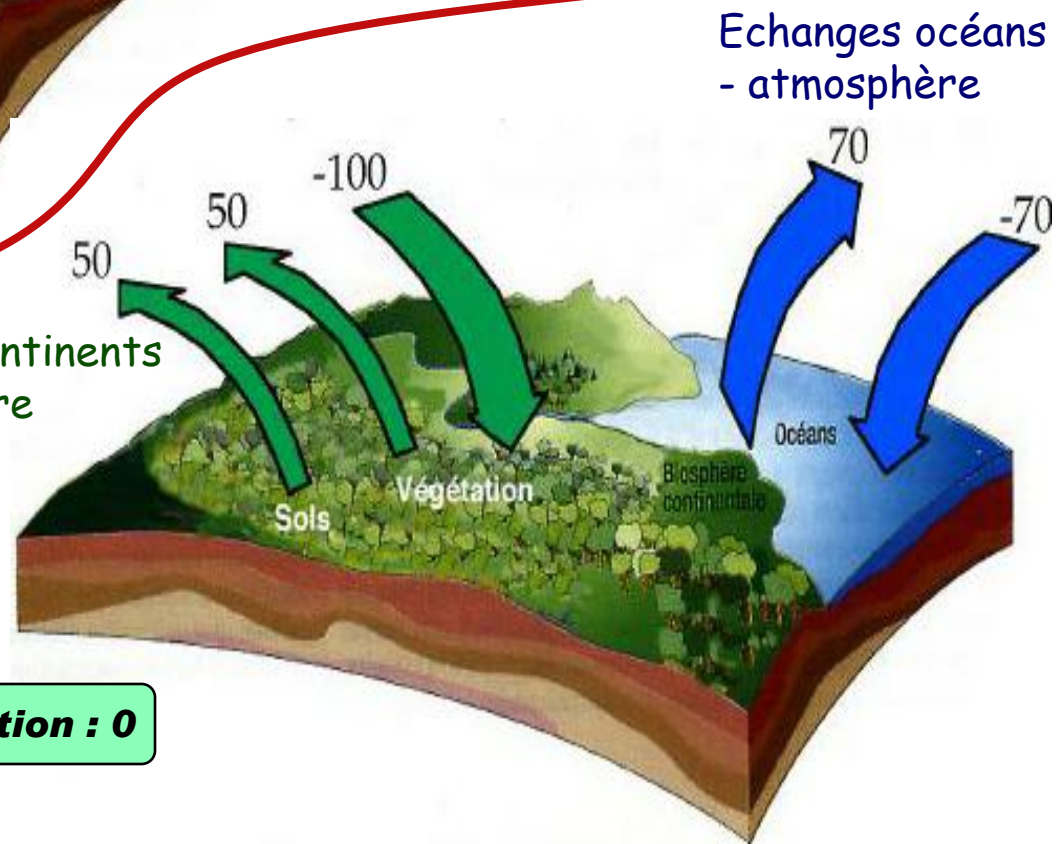


perturbation par l'homme

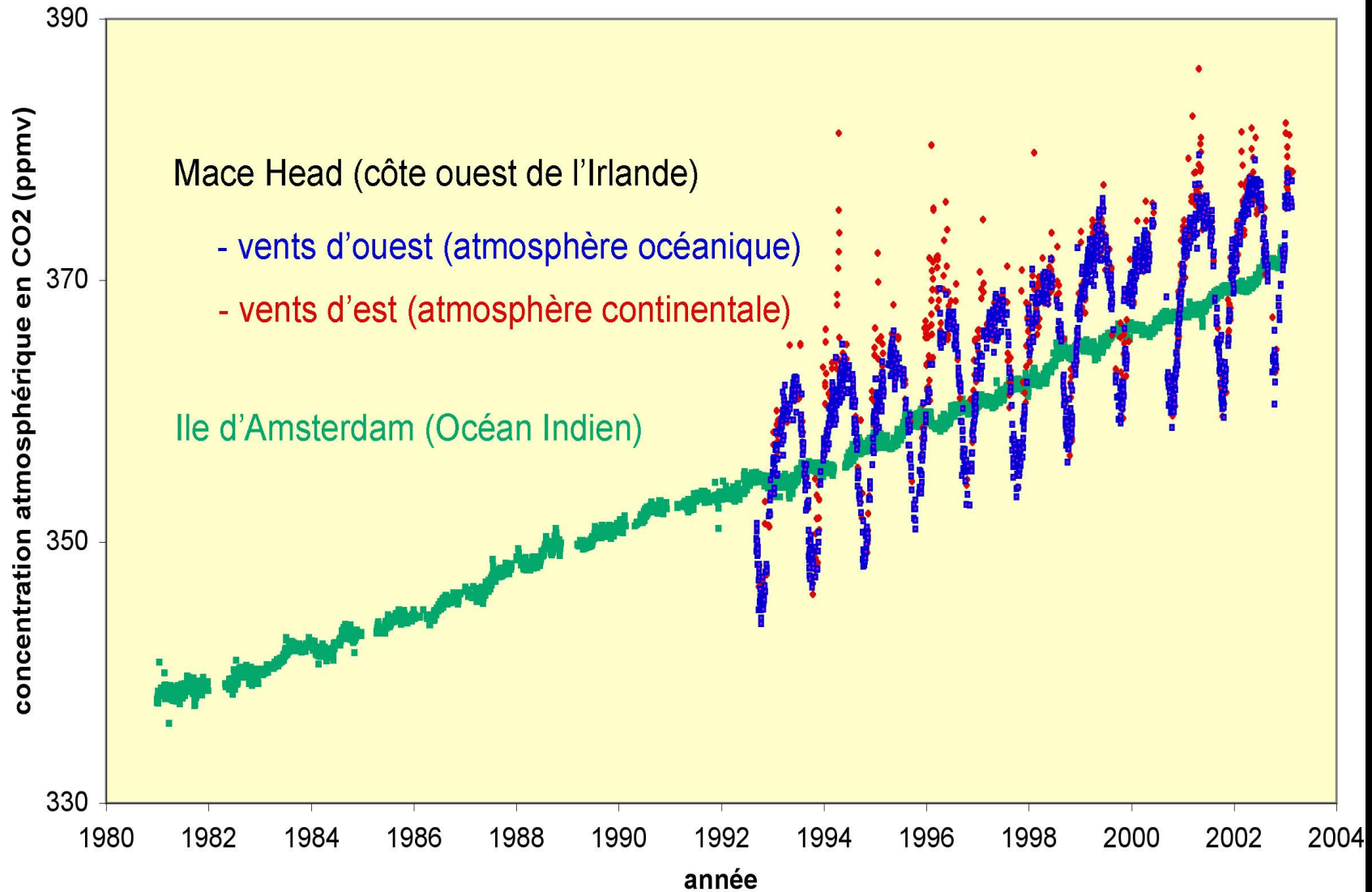
**Accumulation :
3,3 milliards de tonnes par an**

cycle naturel

Accumulation : 0



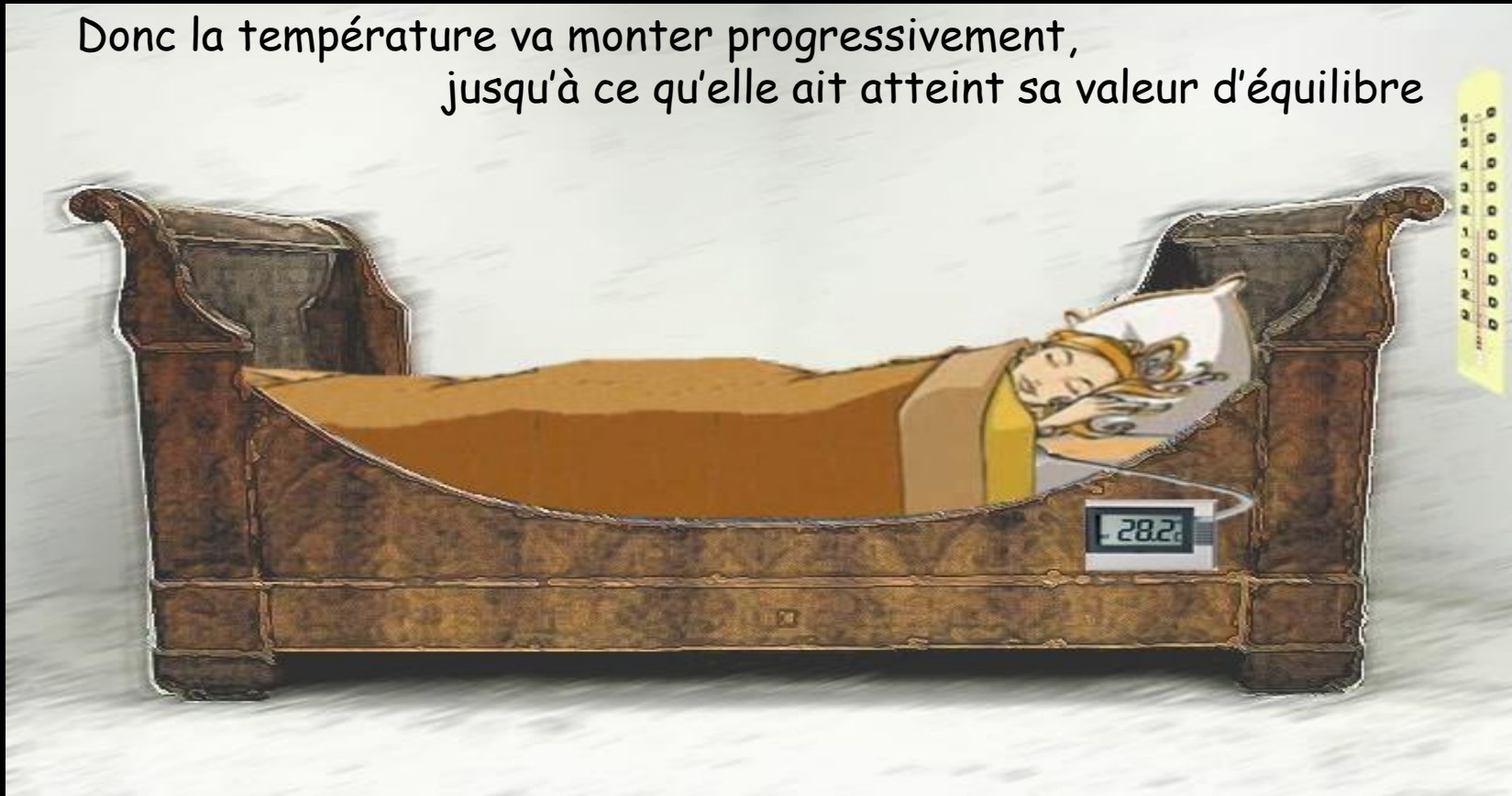
Evolution du CO₂ atmosphérique



Les gaz à effet de serre agissent comme une couverture

Les gaz ne chauffent pas l'atmosphère, ils empêchent la chaleur de sortir

Donc la température va monter progressivement,
jusqu'à ce qu'elle ait atteint sa valeur d'équilibre

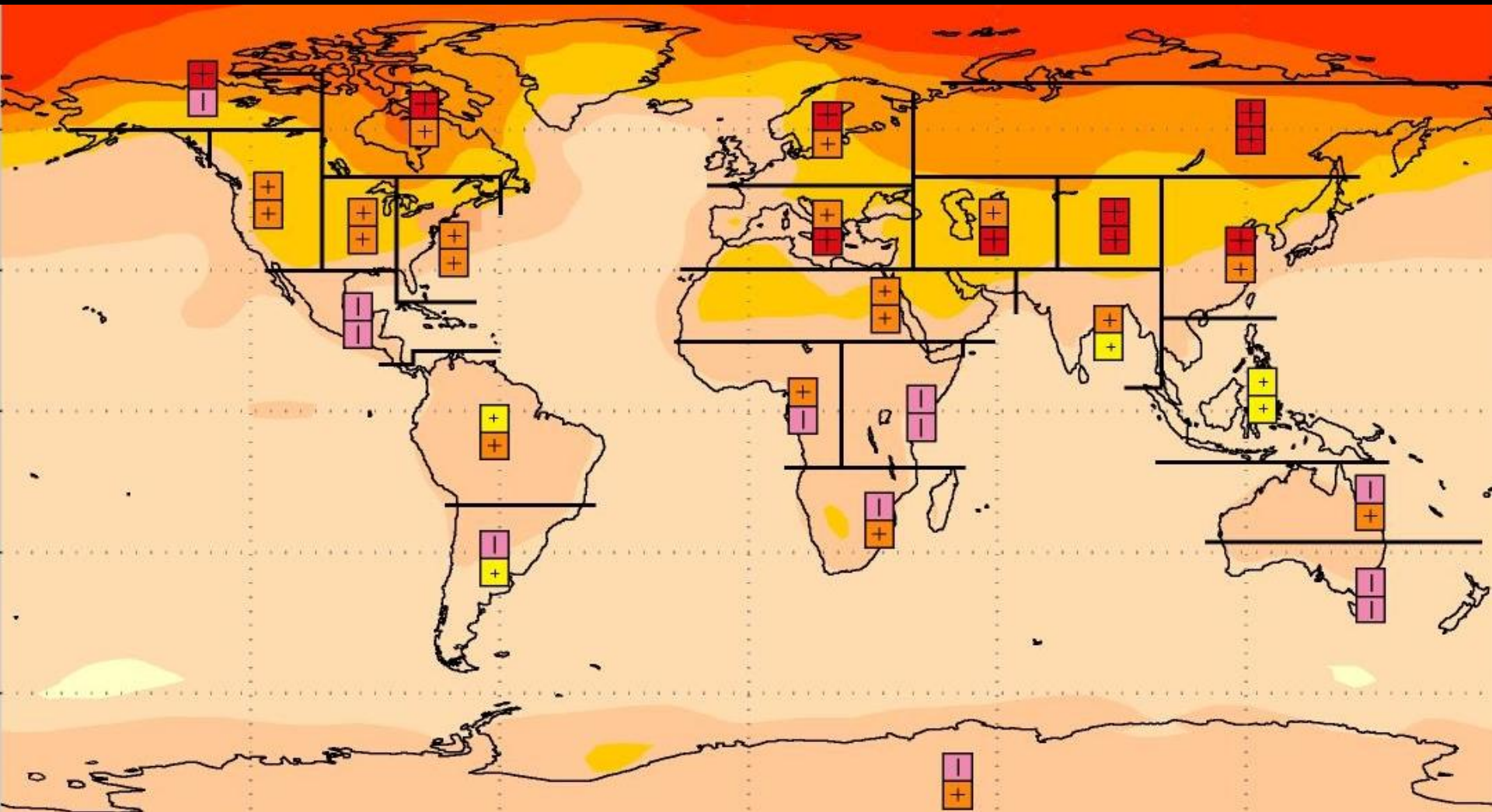


Les gaz à effet de serre bloquent la chaleur émise par la terre. La couverture bloque la chaleur produite par la personne dans le lit (une personne = un radiateur de 100 Watts)

Que ferons-nous du climat?

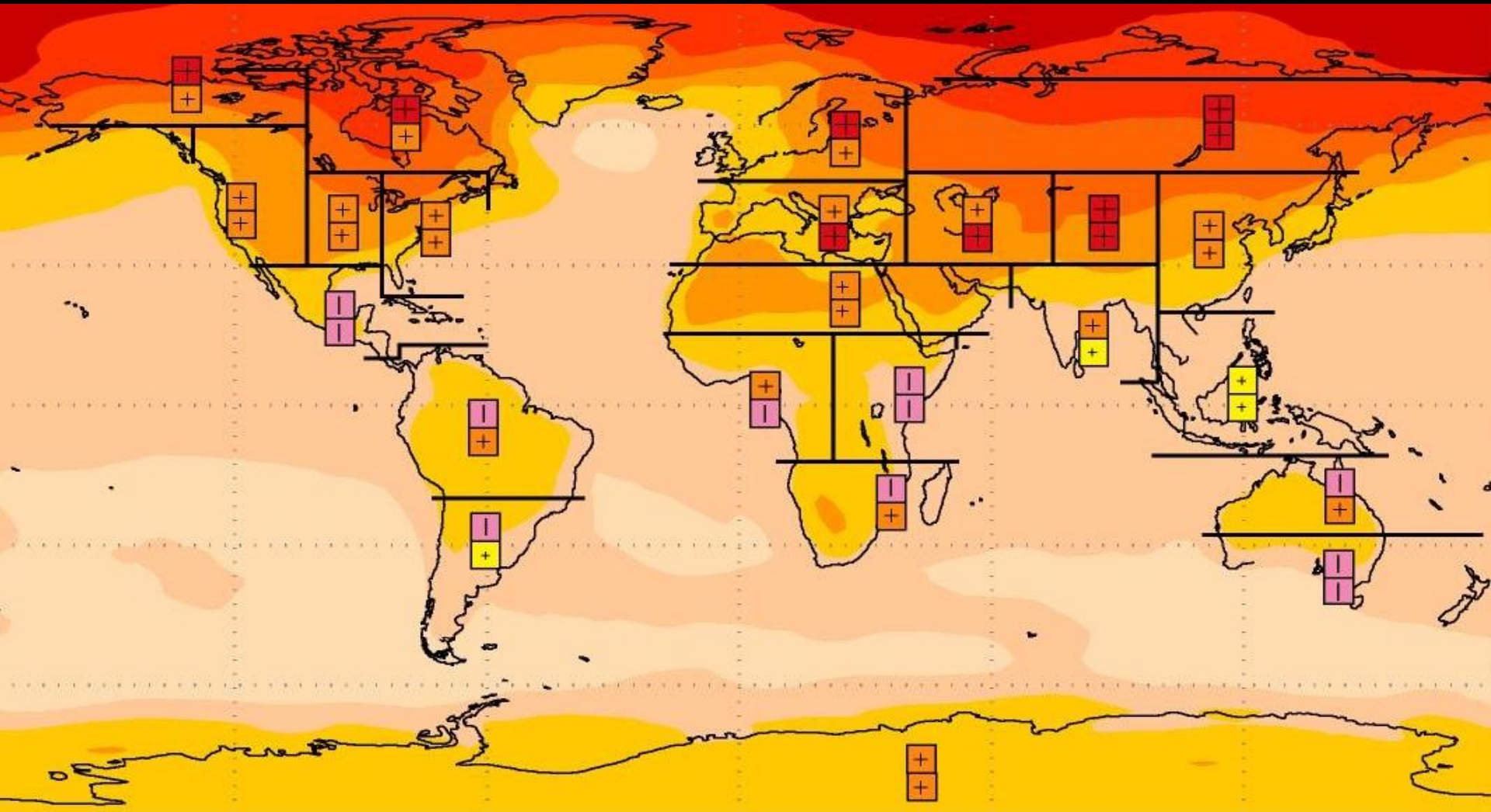
Quel climat en 2100 ?

Si nous maîtrisons nos émissions de gaz à effet de serre

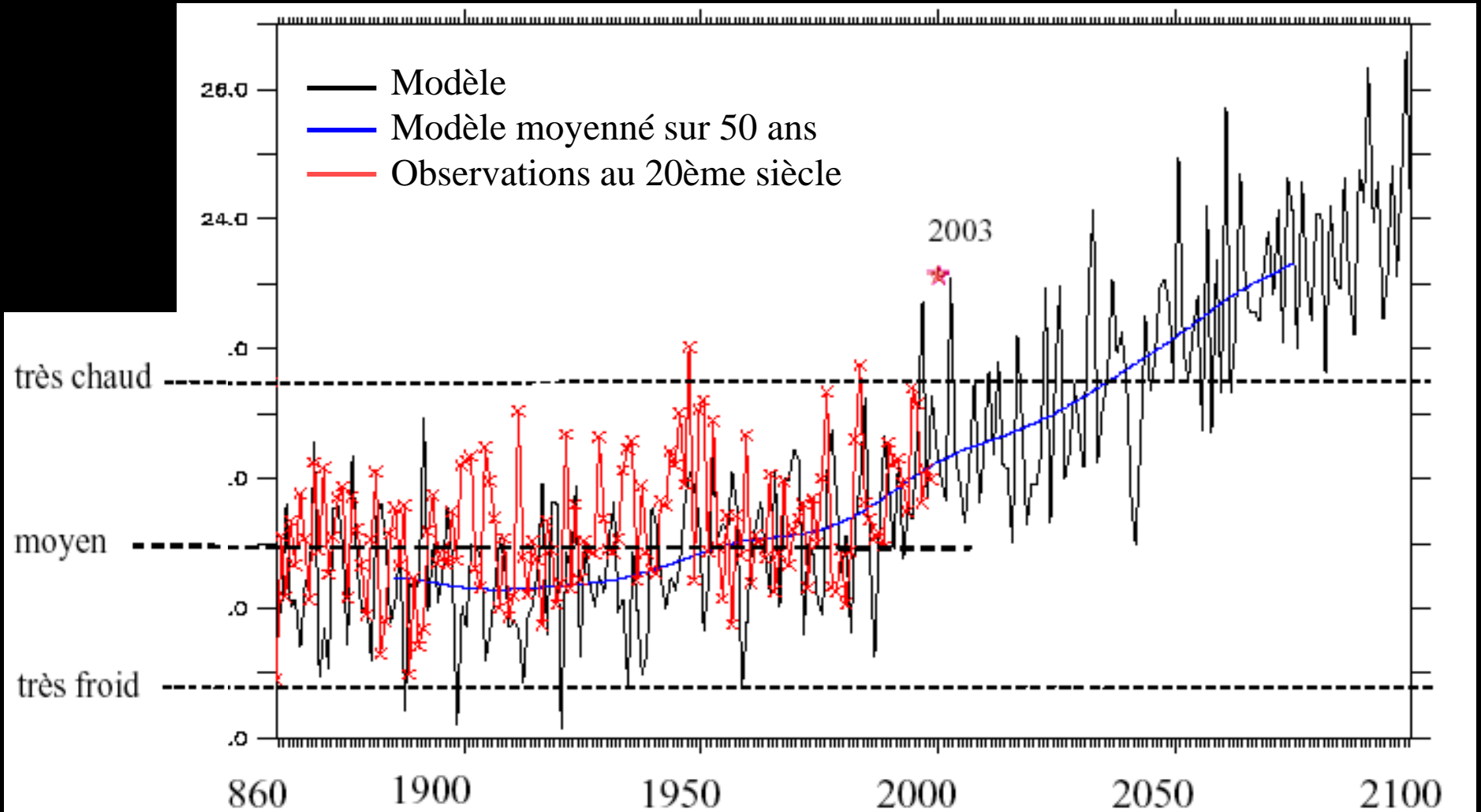


Quel climat en 2100 ?

Si nous continuons comme actuellement



Température moyenne d'été en France de 1860 à 2100



Nous piloterons l'évolution 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

Nous piloterons l'évolution du climat pendant ... 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)

100 000 Retour aux concentrations naturelles
de CO₂ (surplus digéré par l'érosion
des continents)
Retour au rythme naturel du climat

