

Le climat, l'univers et moi !



Le passé de la Terre, le présent, le futur

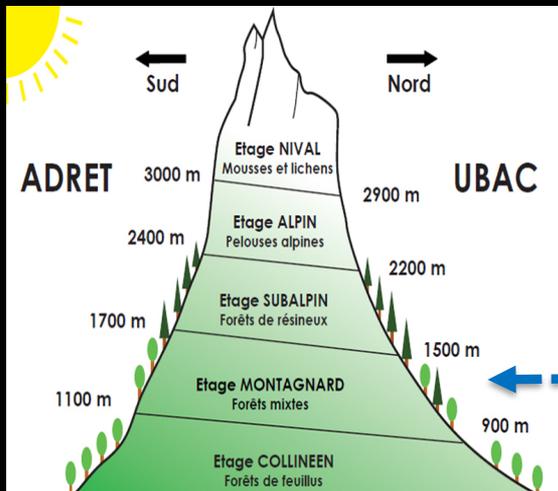
Nicolas Nardetto, astrophysicien, Nuit Coupole Ouverte 2019 (6 juillet)

« 0,6°C de moins tous les 100 mètres d'altitude ». Pourquoi?

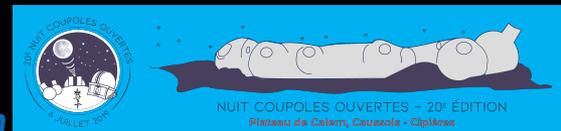
Promenade des Anglais, 31 °C



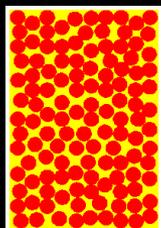
0m



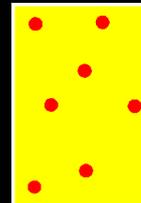
Plateau de Calern, 23 °C



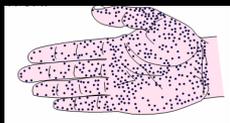
1300m



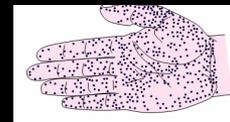
« Pression forte »



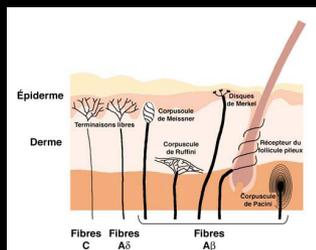
« Pression faible »



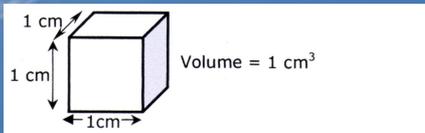
« Sensation de chaud »



« Sensation de froid »



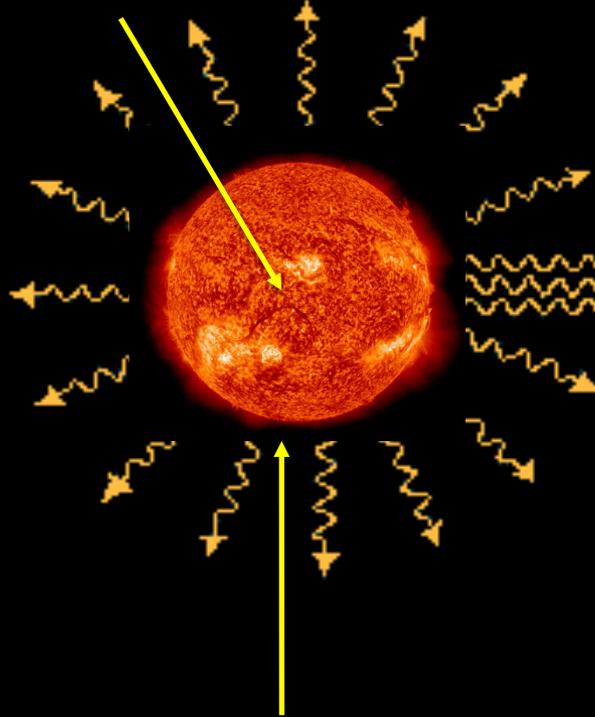
L'univers est froid:
-270 degrés !



1 molécule/cm³
Contre 20 000 000 000 000
000 000 000 dans 1 cm³
d'air (au sol)

Espace: -270 degrés !

10 millions de degrés au cœur



6000 degrés à la surface

avec atmosphère

15°C

15°C



125°C

-230°C

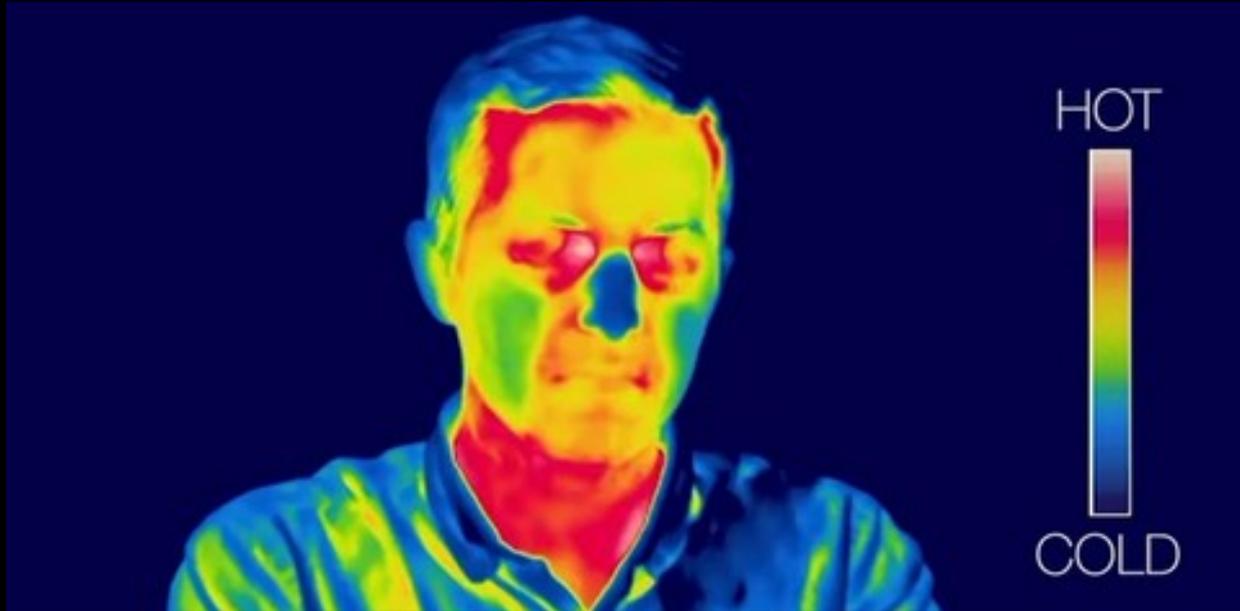
sans atmosphère
[-18°C en moyenne]

ATTENTION cette représentation n'est pas à l'échelle !

L'atmosphère de La Terre agit comme une
couverture chauffante ! C'est l'effet de serre.

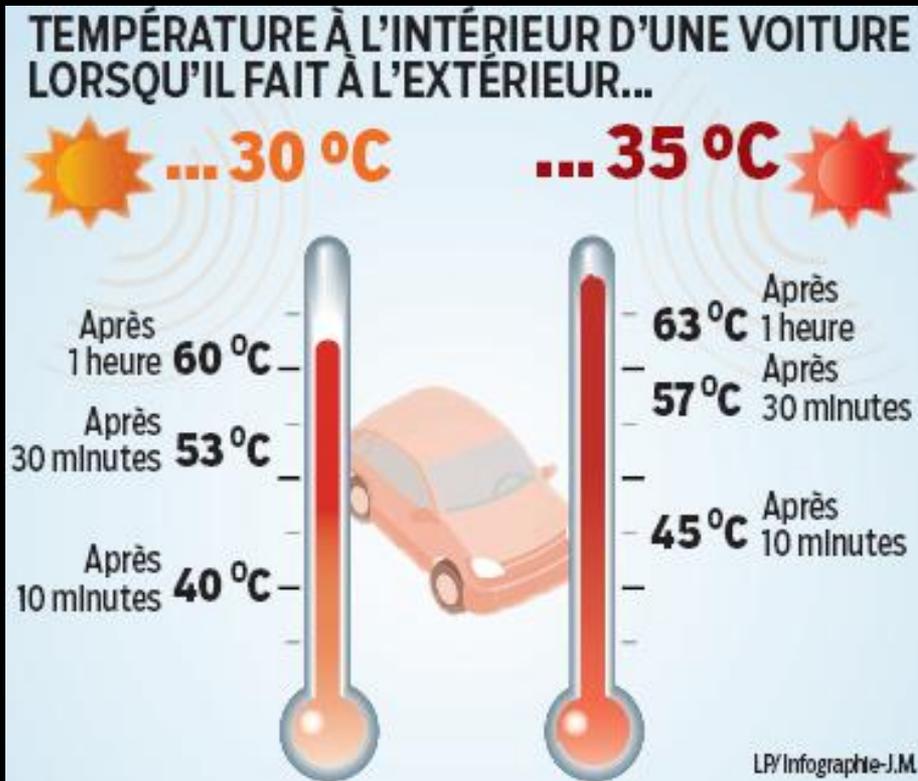


C'est quoi le rayonnement infrarouge ?



Rendez-vous au GI2T pour vous voir dans une caméra infrarouge !

L'effet de serre ... dans une voiture !



L'effet de serre

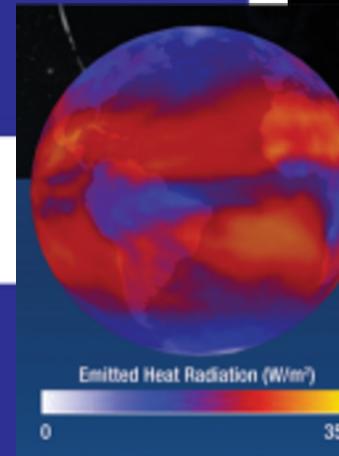
Principe de l'effet de serre



S'il n'y avait pas d'effet de serre



La vie grâce à l'effet de serre



Sur Terre: 0.1% de gaz à effet de serre (eau, CO₂, ozone, méthane)

Vénus ou « l'étoile du Berger »

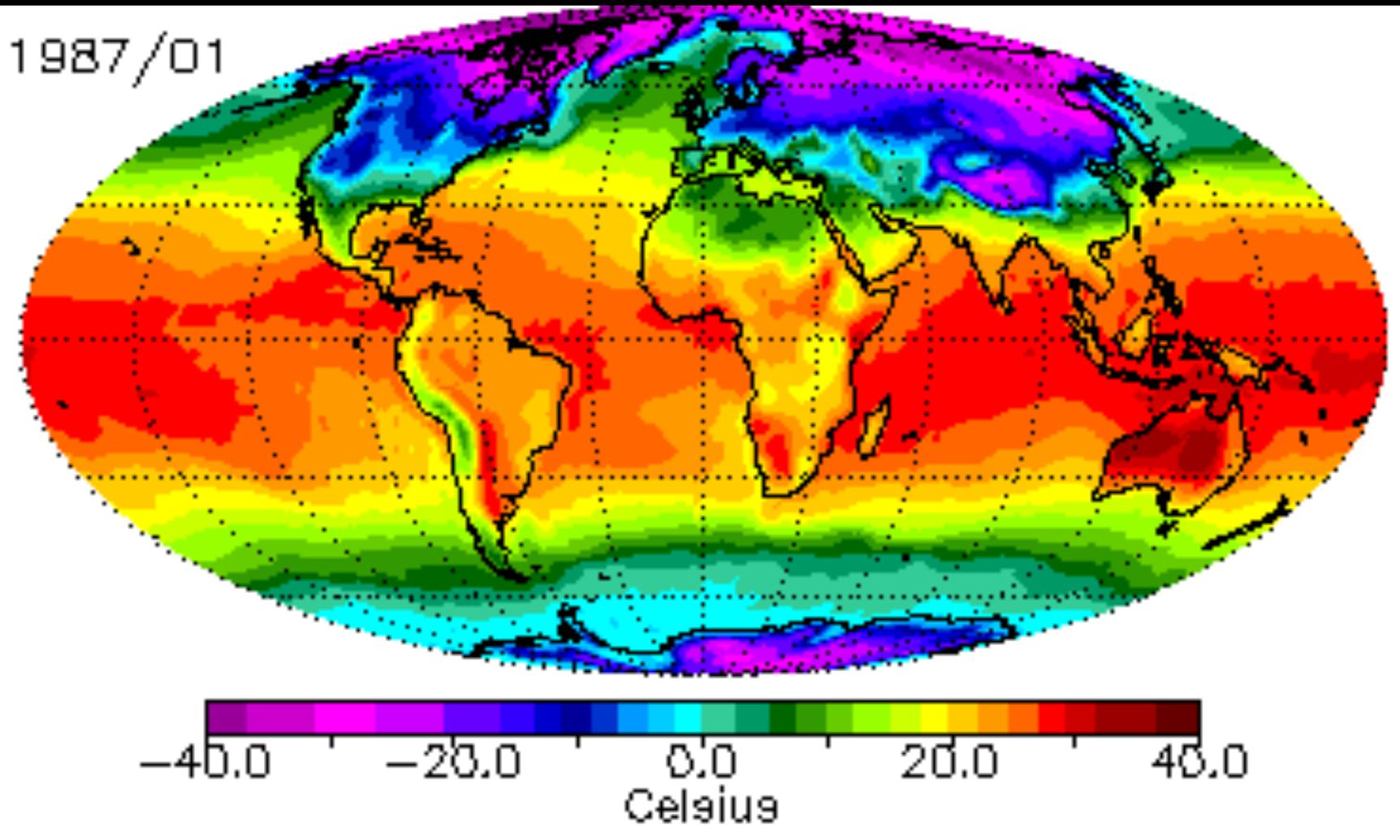


L'effet de serre sur Vénus:
97% de dioxyde de carbone

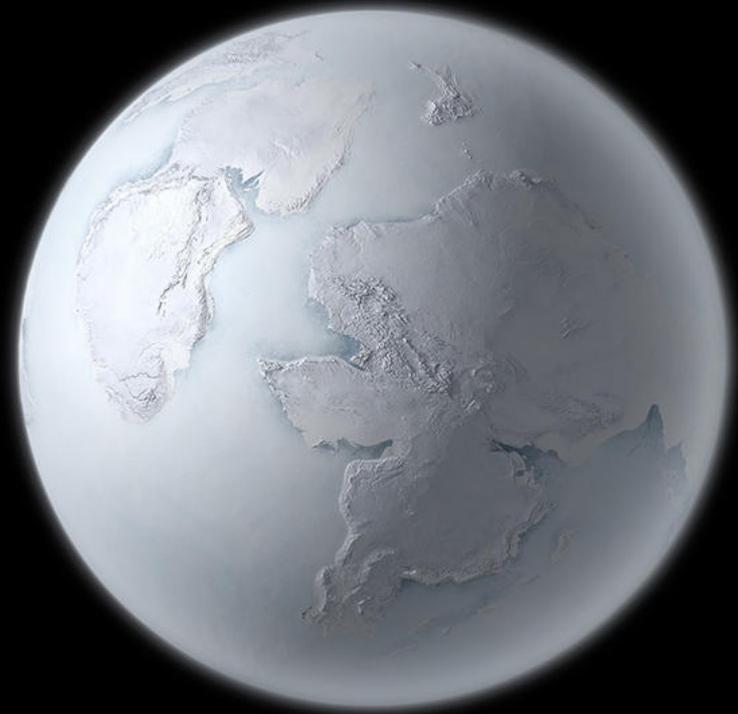
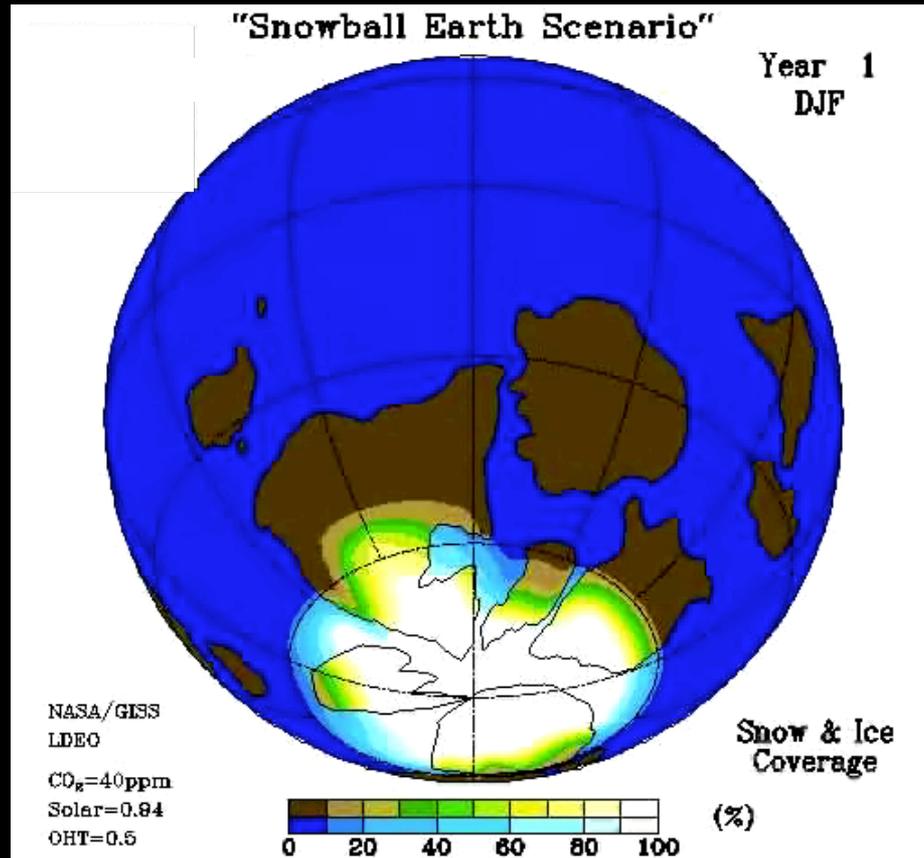


Véritable image !

Aujourd'hui, La température moyenne de La Terre est d'environ $+15^{\circ}\text{C}$

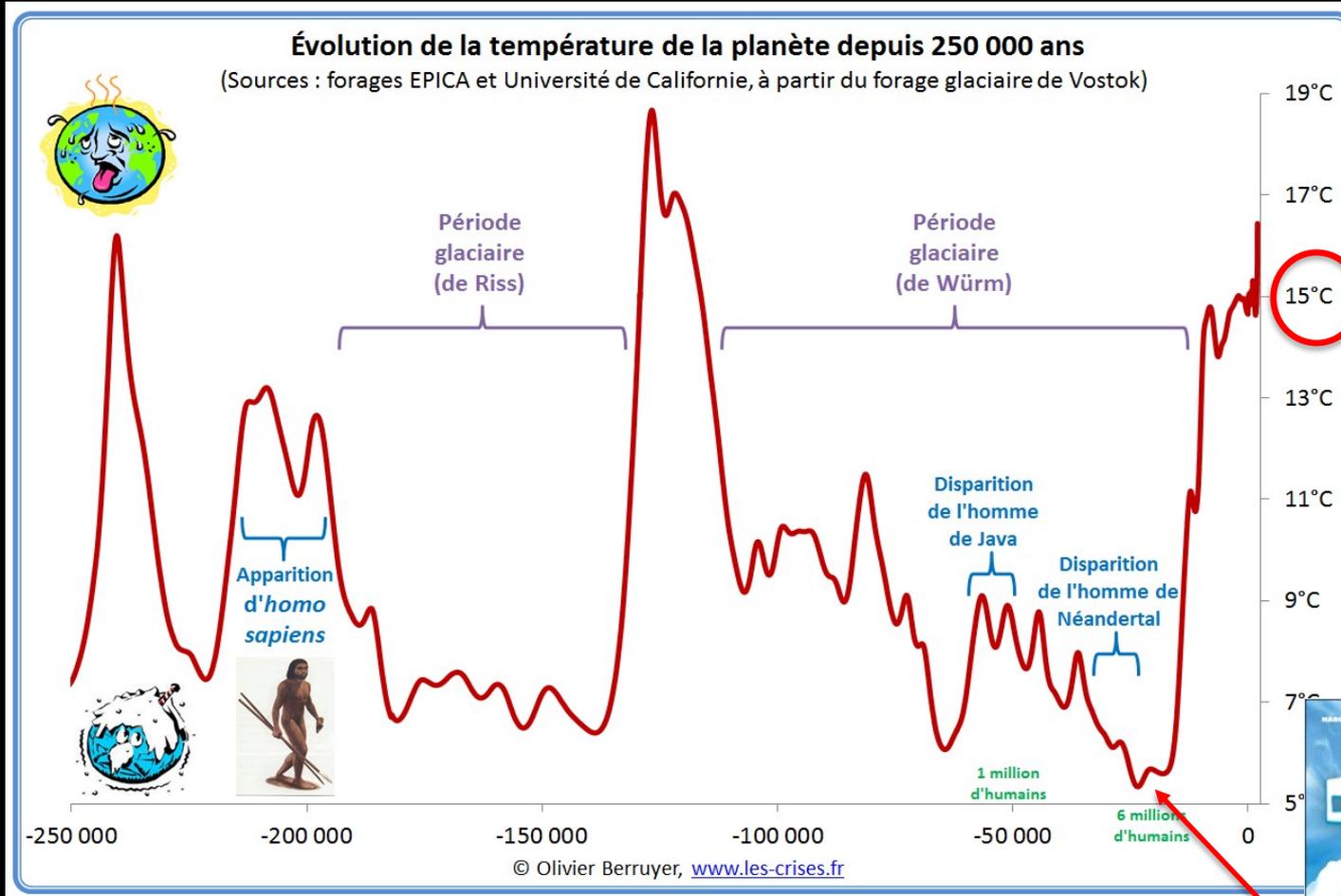


La température de la Terre dans le passé !



La Terre boule de neige: il y a 700 millions d'années

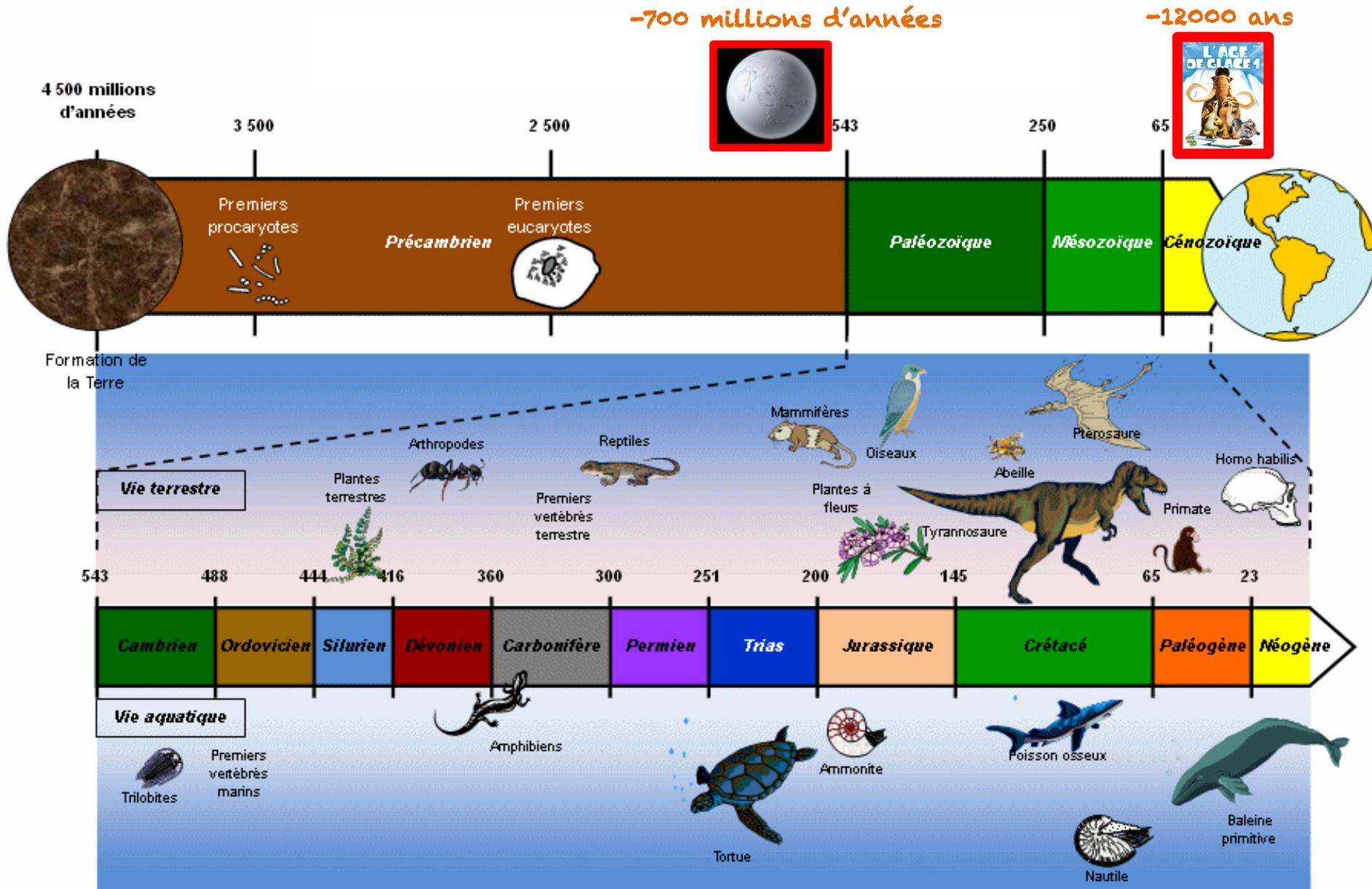
Les derniers Mammouths ont disparu il y a 12000 ans



Une carotte de glace



La chronologie de la Terre

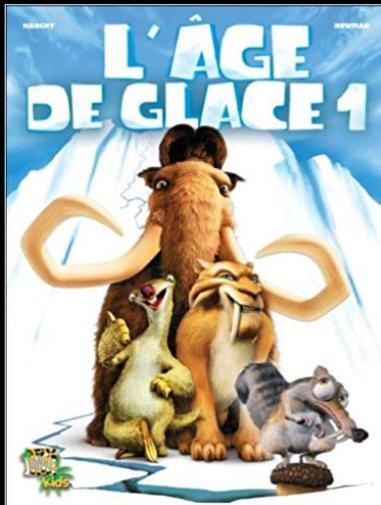


La température de la Terre dans le passé

L'effet numéro 1: Le Soleil



L'effet numéro 2: La Terre est une toupie penchée qui vacille en suivant une trajectoire plus ou moins circulaire.

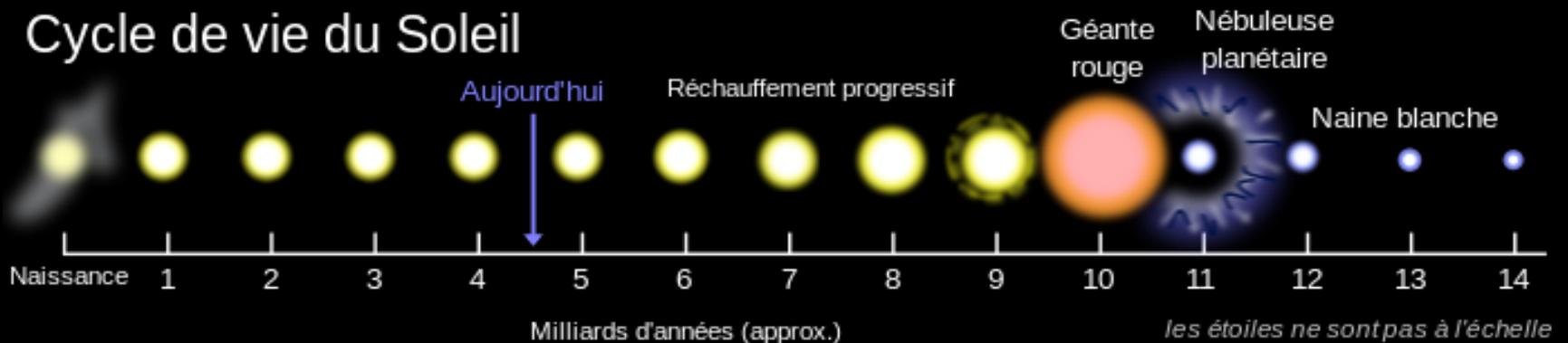


L'effet numéro 3: Les continents dérivent...

L'effet numéro 4: Les bactéries et les gaz à effet de serre.

L'effet numéro 1: Le Soleil

Dans le passé, le Soleil était 30% moins brillant. Il avait une température à sa surface de 4200 degrés (au lieu de 6000 degrés actuellement).



L'effet numéro 2: La Terre est une toupie !

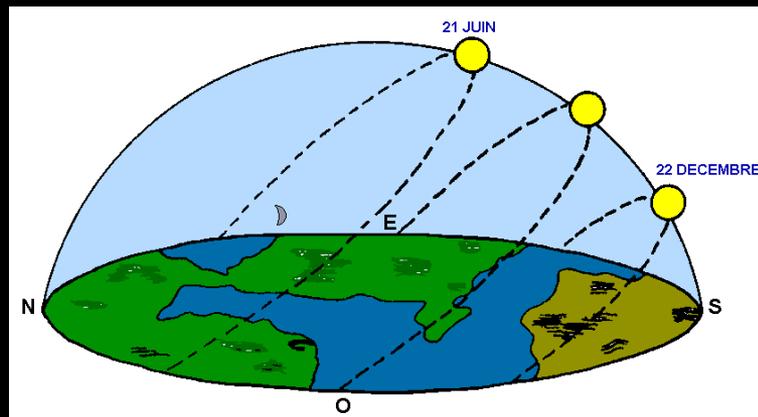
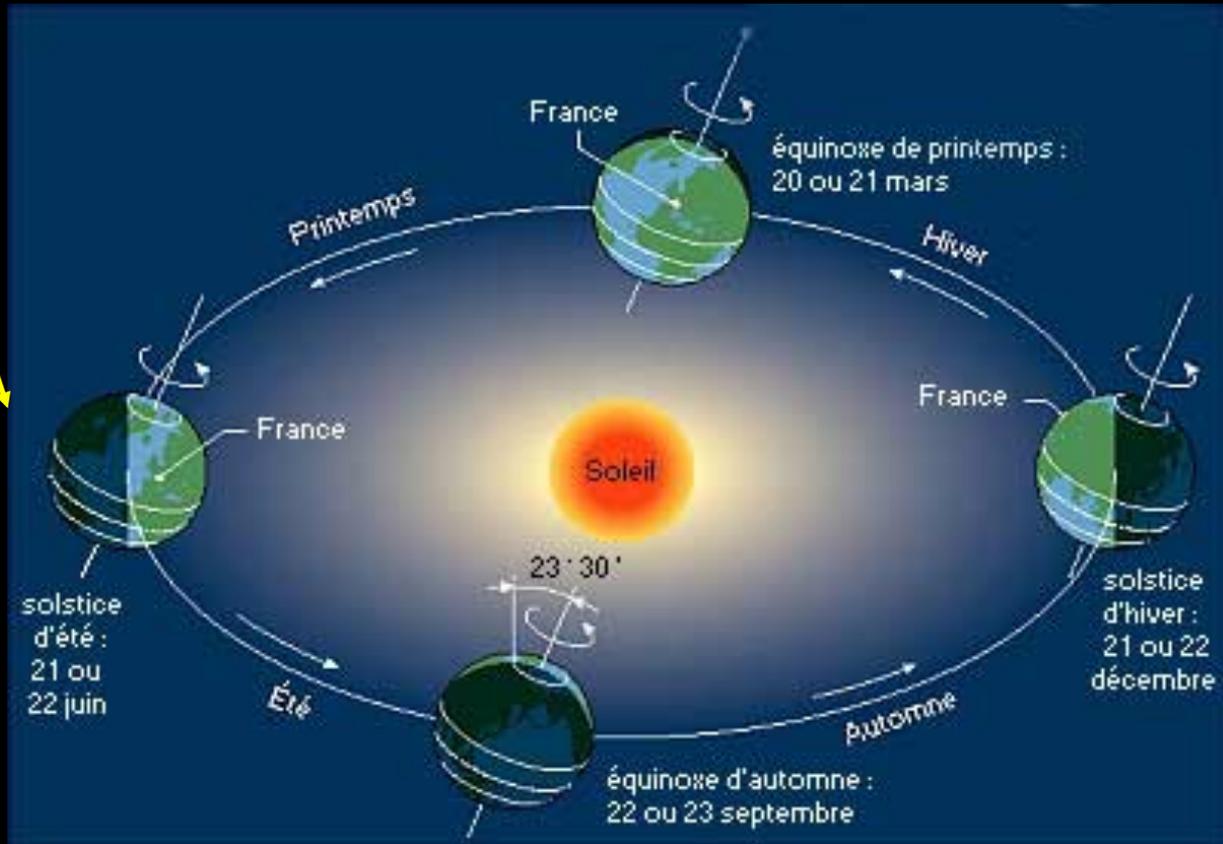
Elle tourne autour du Soleil (année) et
Sur elle-même (journée)



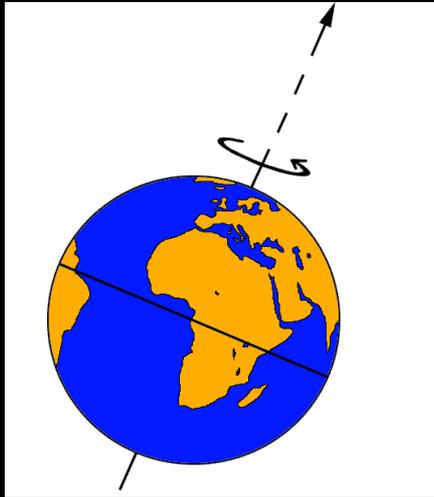
Mouvement n°1:
La Terre est une toupie « penchée »



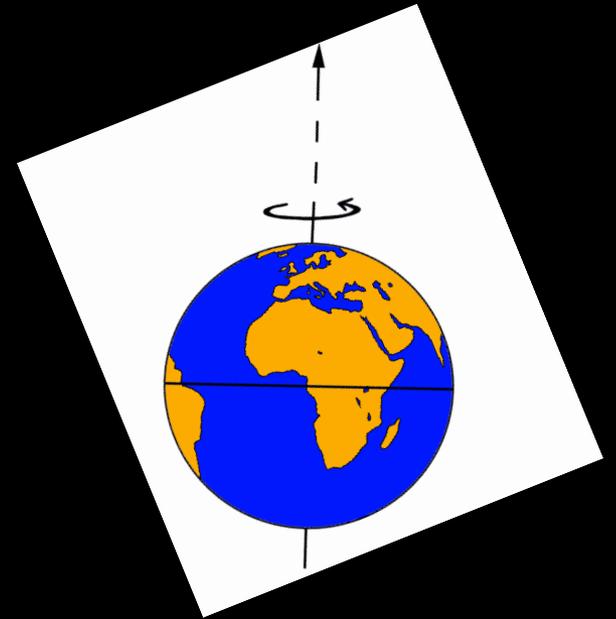
L'été, La France est orientée « face » au Soleil



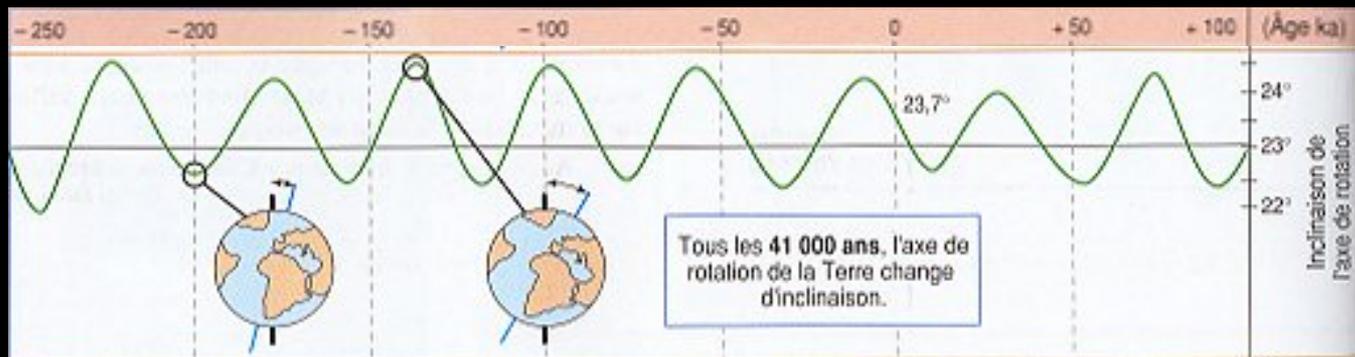
La Terre est une toupie plus ou moins penchée: dans le passé, les saisons étaient plus ou moins marquées !



Saisons fortes: Été chaud, hivers froid

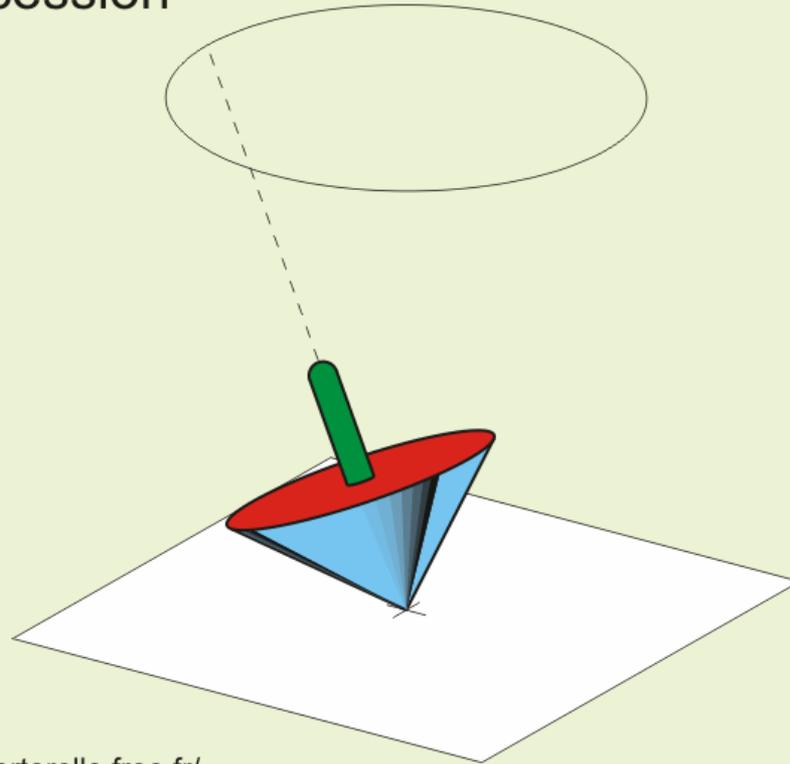


Pas de saisons

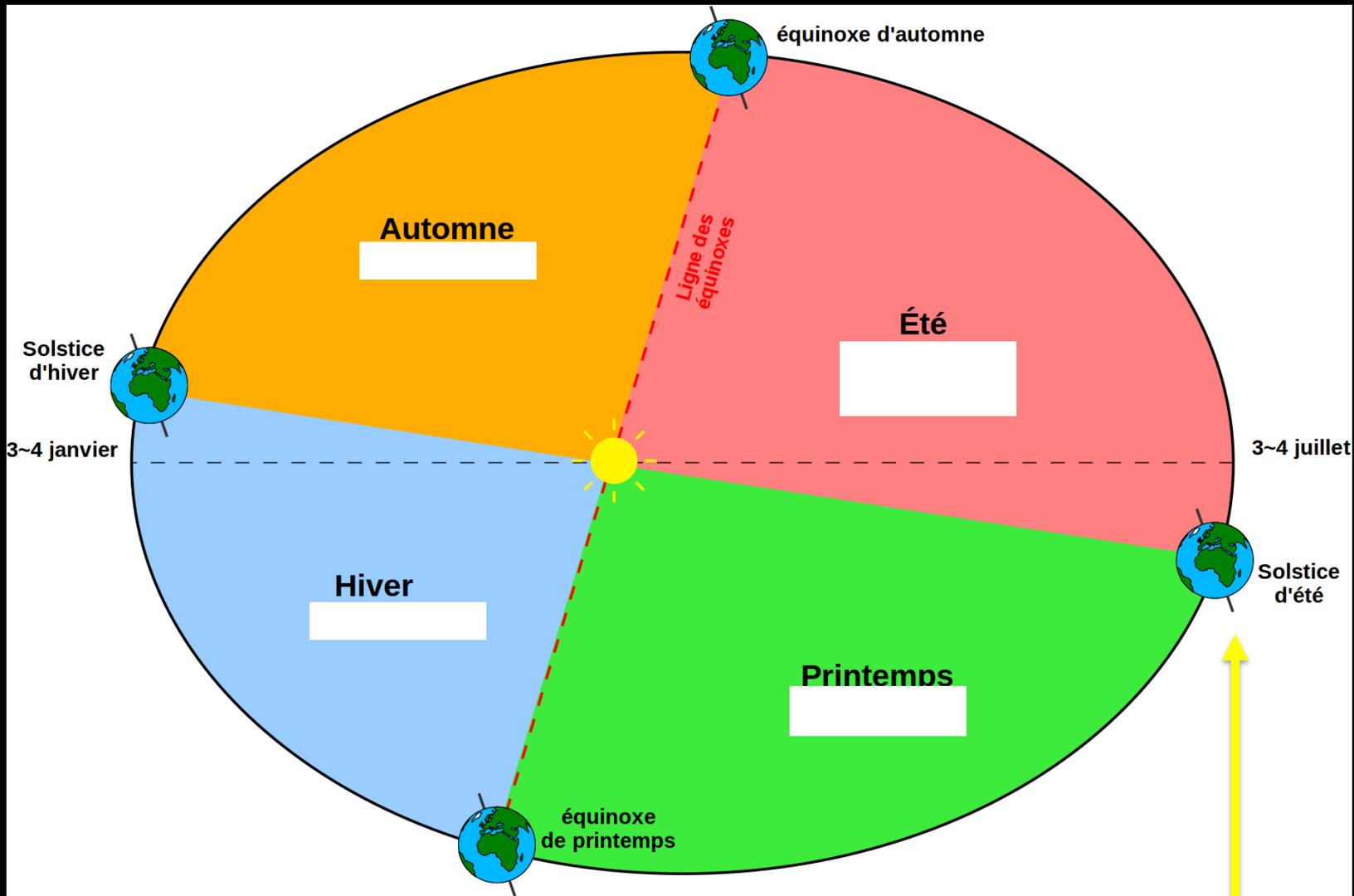


Mouvement n°2: La Terre est une toupie qui vacille !

La précession

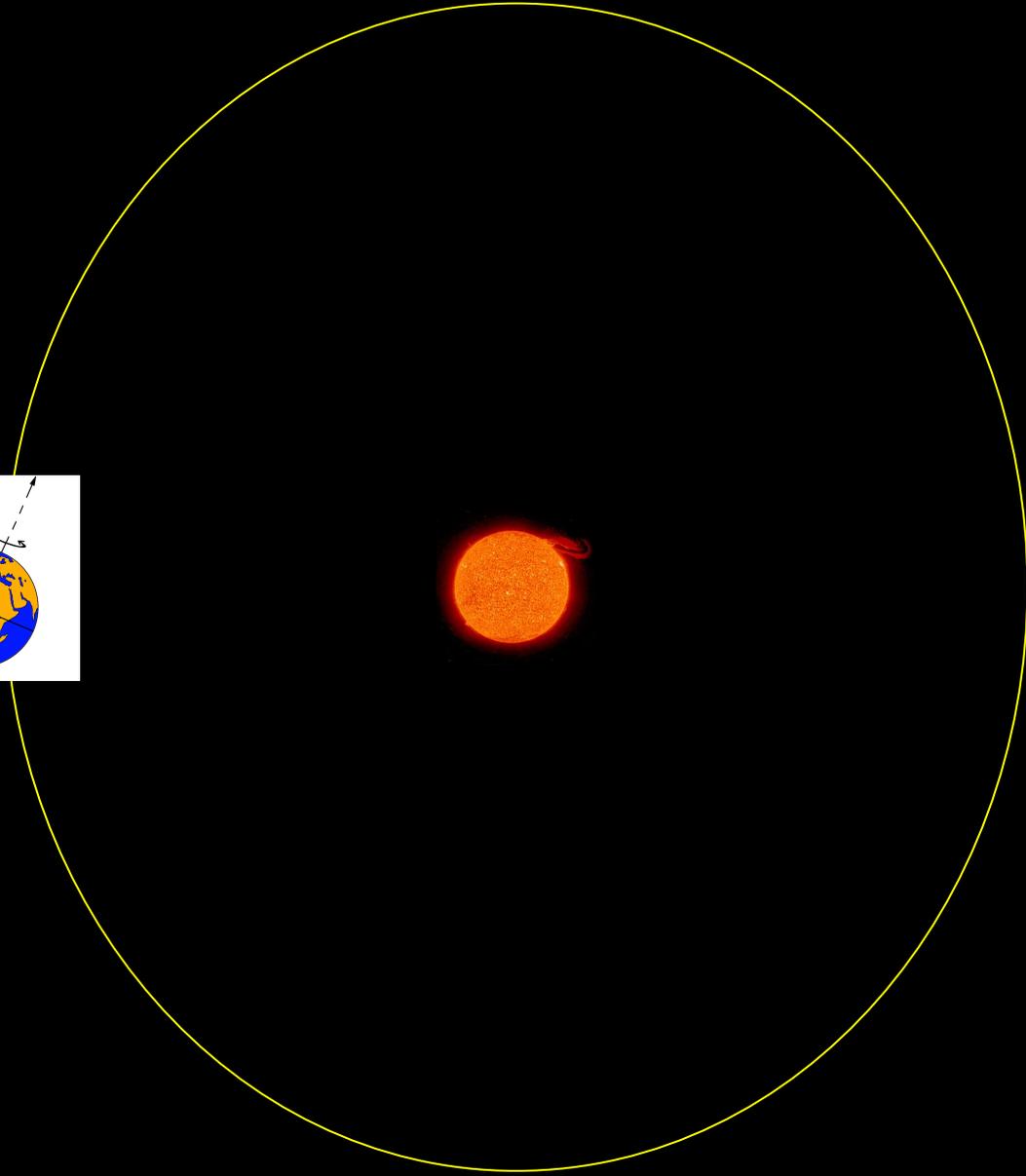
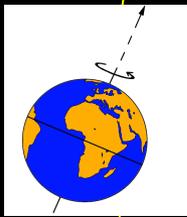


<http://serge.bertorello.free.fr/>

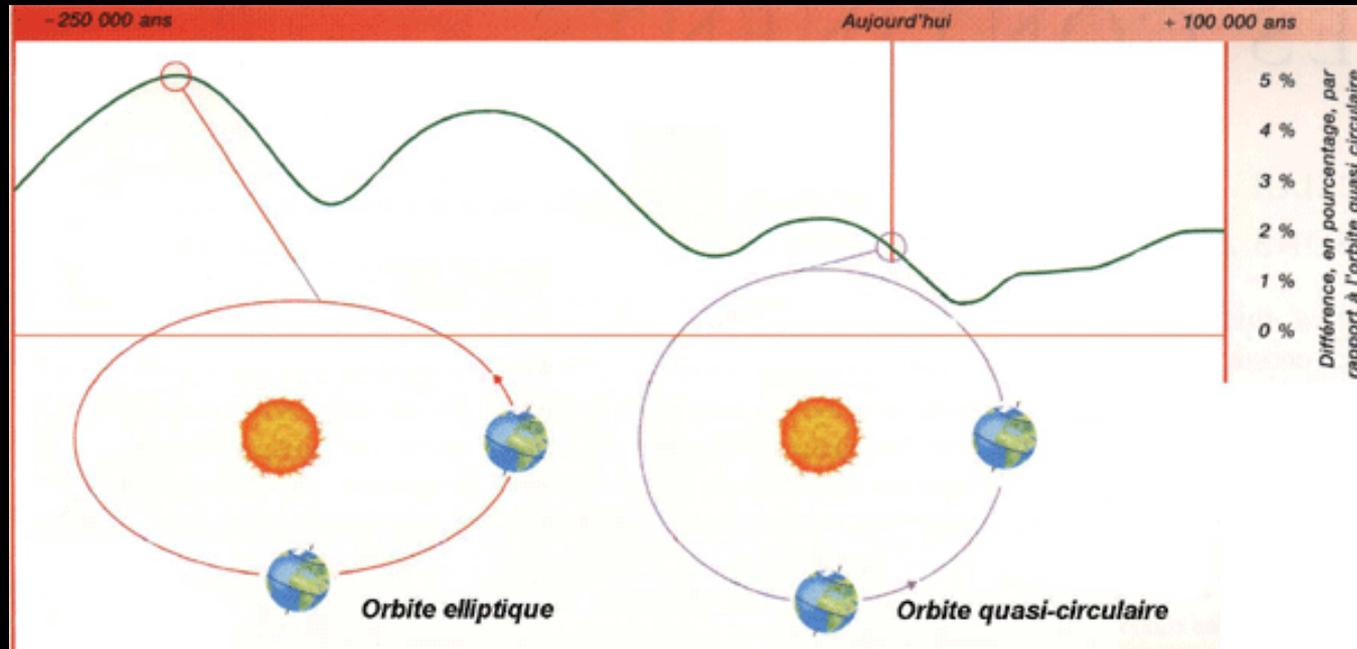


En été, la Terre est loin du Soleil, pourtant c'est bien l'été:
L'hémisphère nord et la France sont « orientées » vers le soleil.

Il y a 11000 ans, l'été (en France), se produisait au moment où la Terre se trouvait au plus proche du Soleil.

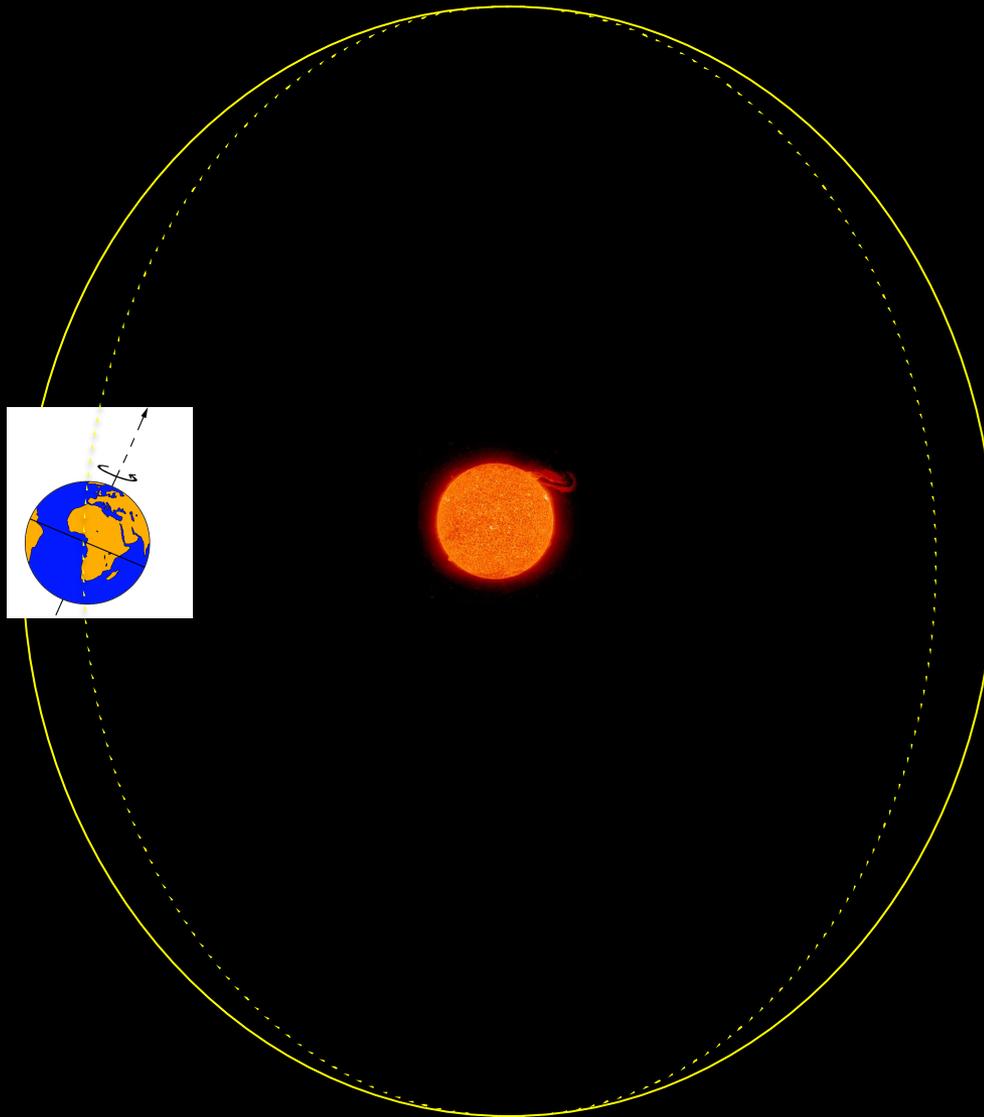


Mouvement n°3: La Terre est une toupie qui vacille selon une trajectoire circulaire plus ou moins aplatie (ellipse)



Il est donc possible d'avoir :

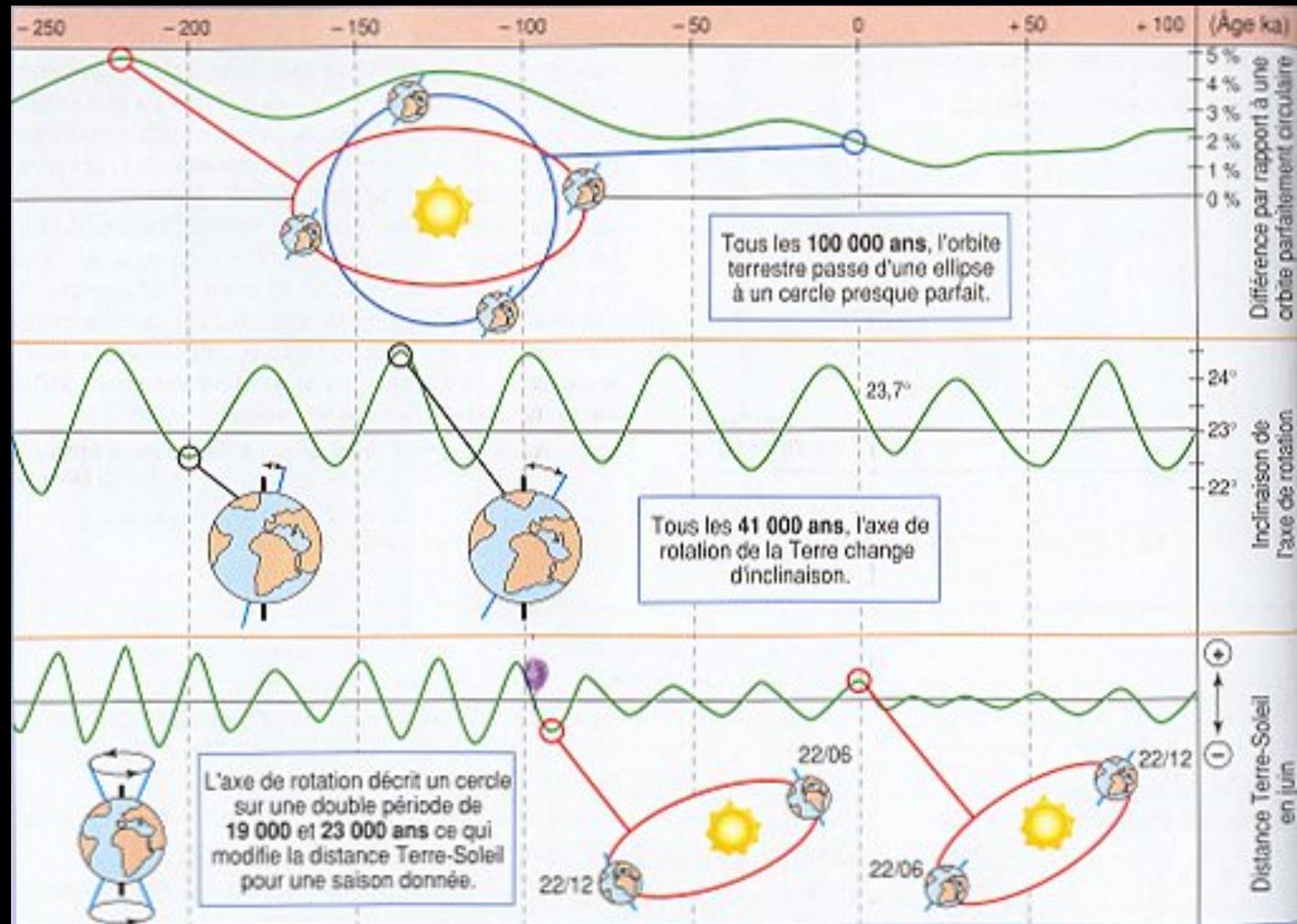
- l'été au moment où la Terre est au plus proche du Soleil (Mouvement 2)
- avec des saisons très marquées (Mouvement 1)
- et avec en plus une orbite de la Terre très « aplatie » (Mouvement 3)



Mouvement 3

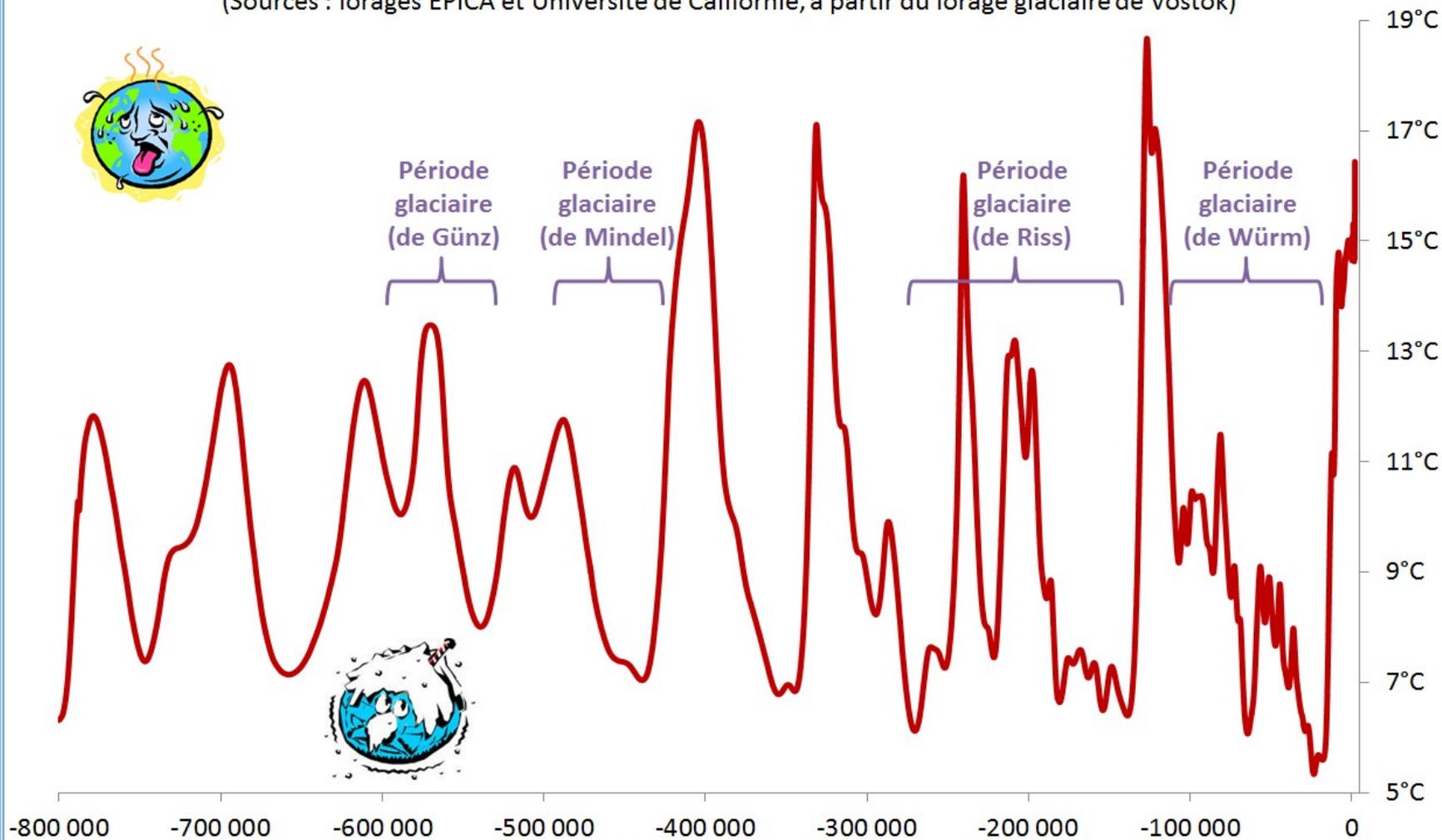
Mouvement 1

Mouvement 2



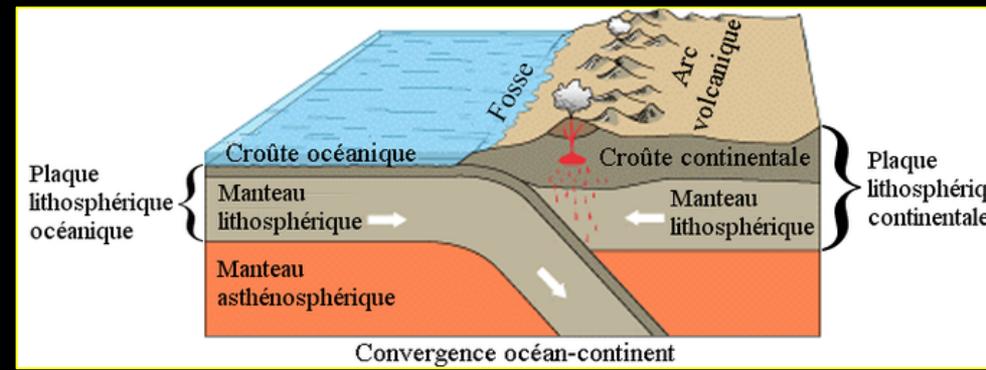
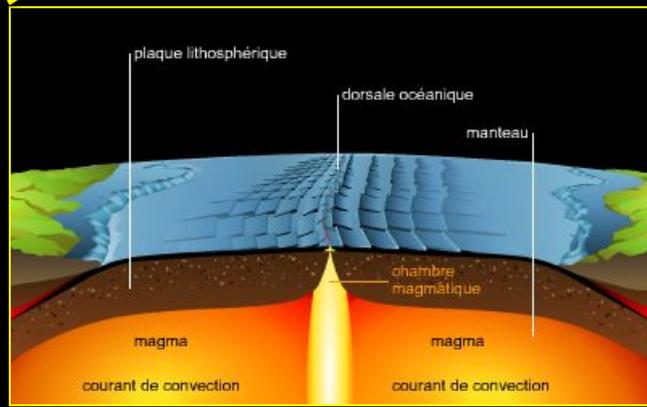
Évolution de la température de la planète depuis 800 000 ans

(Sources : forages EPICA et Université de Californie, à partir du forage glaciaire de Vostok)

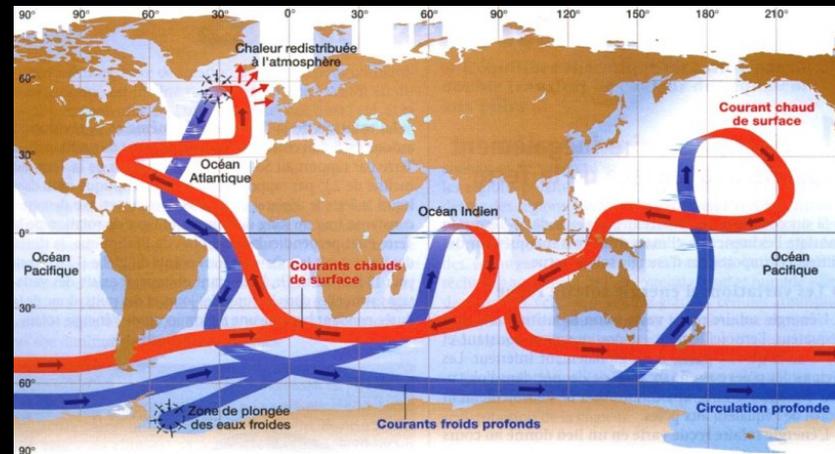
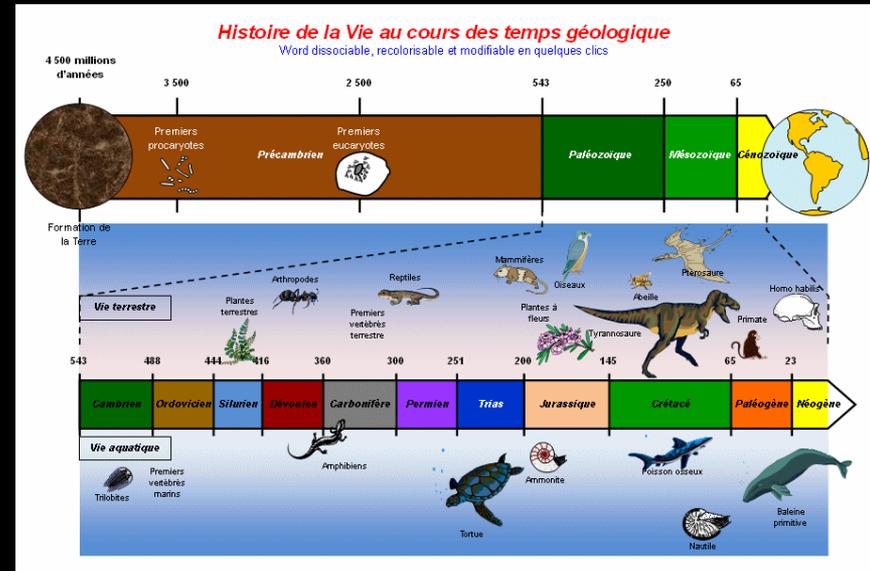


© Olivier Berruyer, www.les-crisis.fr

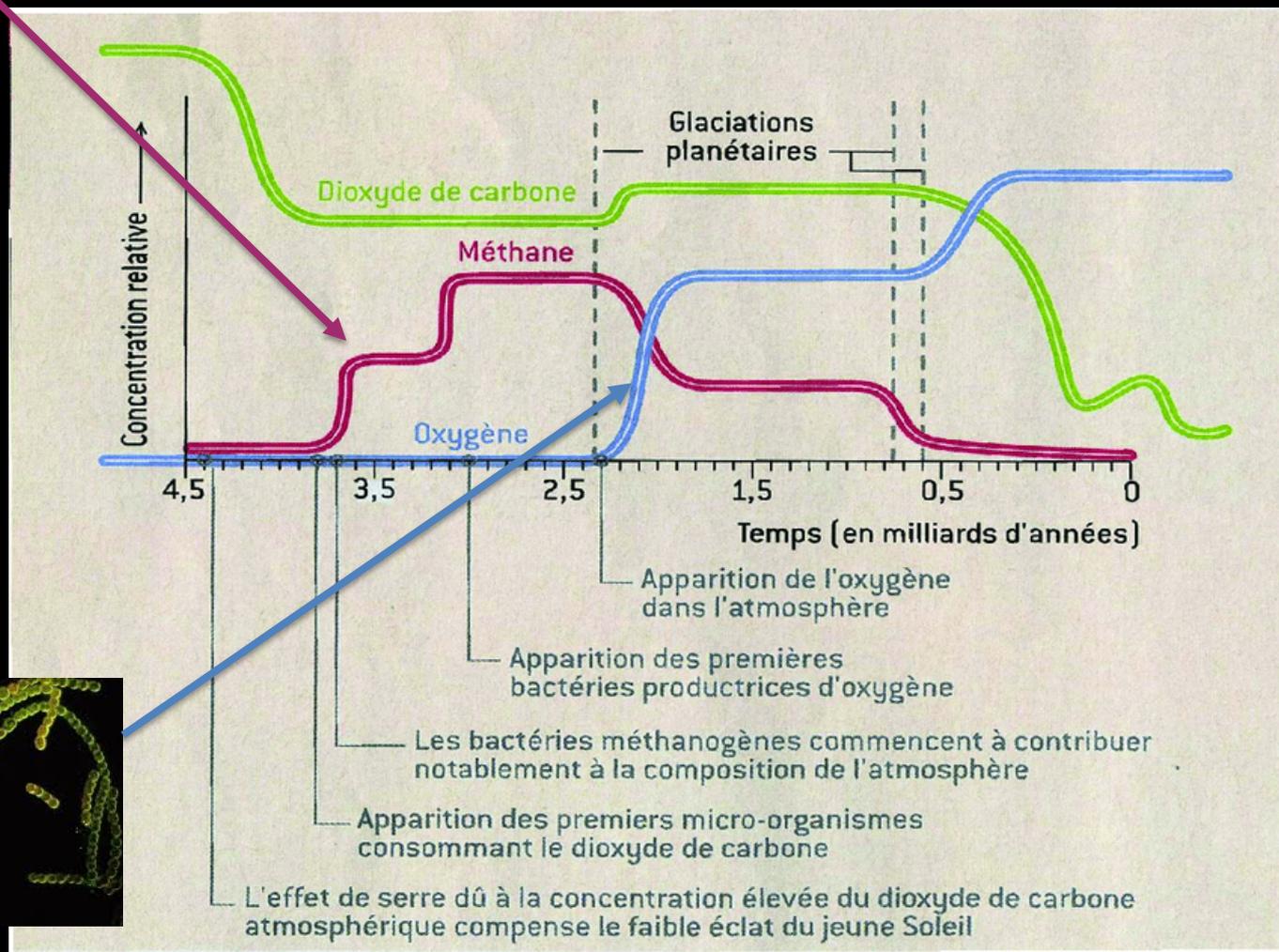
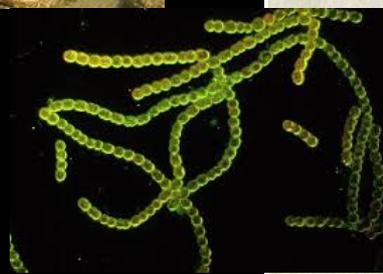
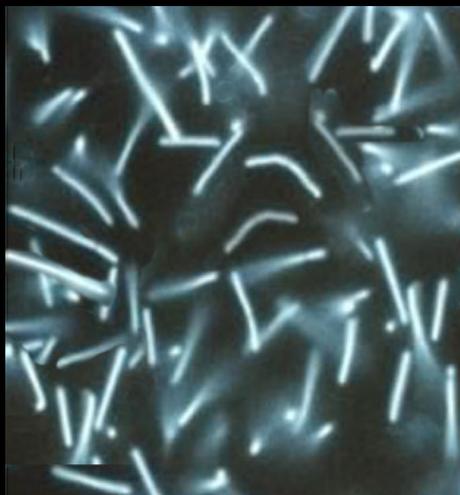
L'effet numéro 3: les continents dérivent...



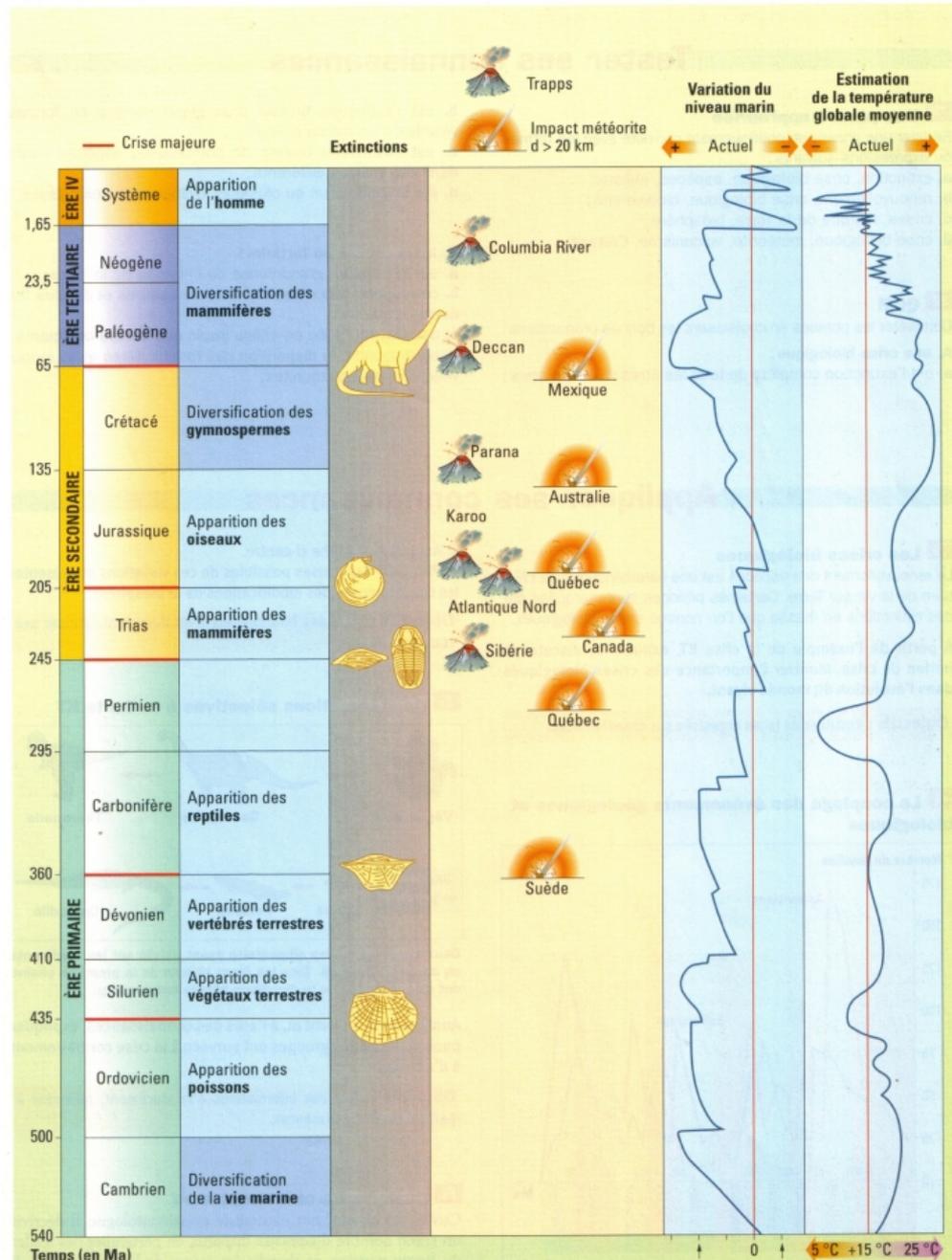
Les continents dérivent..



L'effet numéro 4: Les bactéries ! Les gaz à effet de Serre.



Principaux événements géologiques et modifications de la biosphère depuis 540 Ma



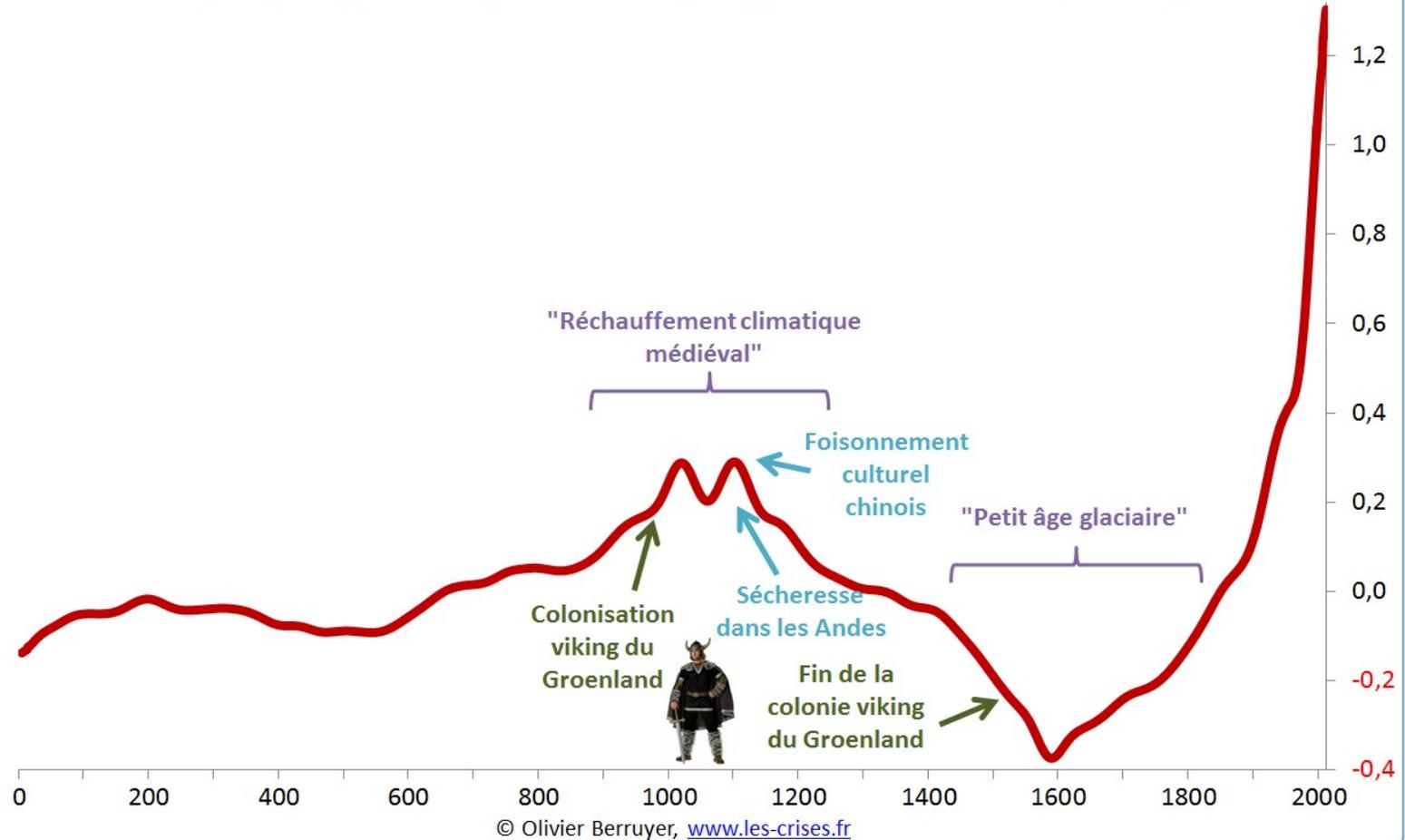
Conclusion, les 4 effets:

- Le soleil
- La Terre est une toupie
- Les continents bougent
- Les gaz à effet de serre (Les bactéries)

Le présent: que se passe-t-il
maintenant sur Terre ?



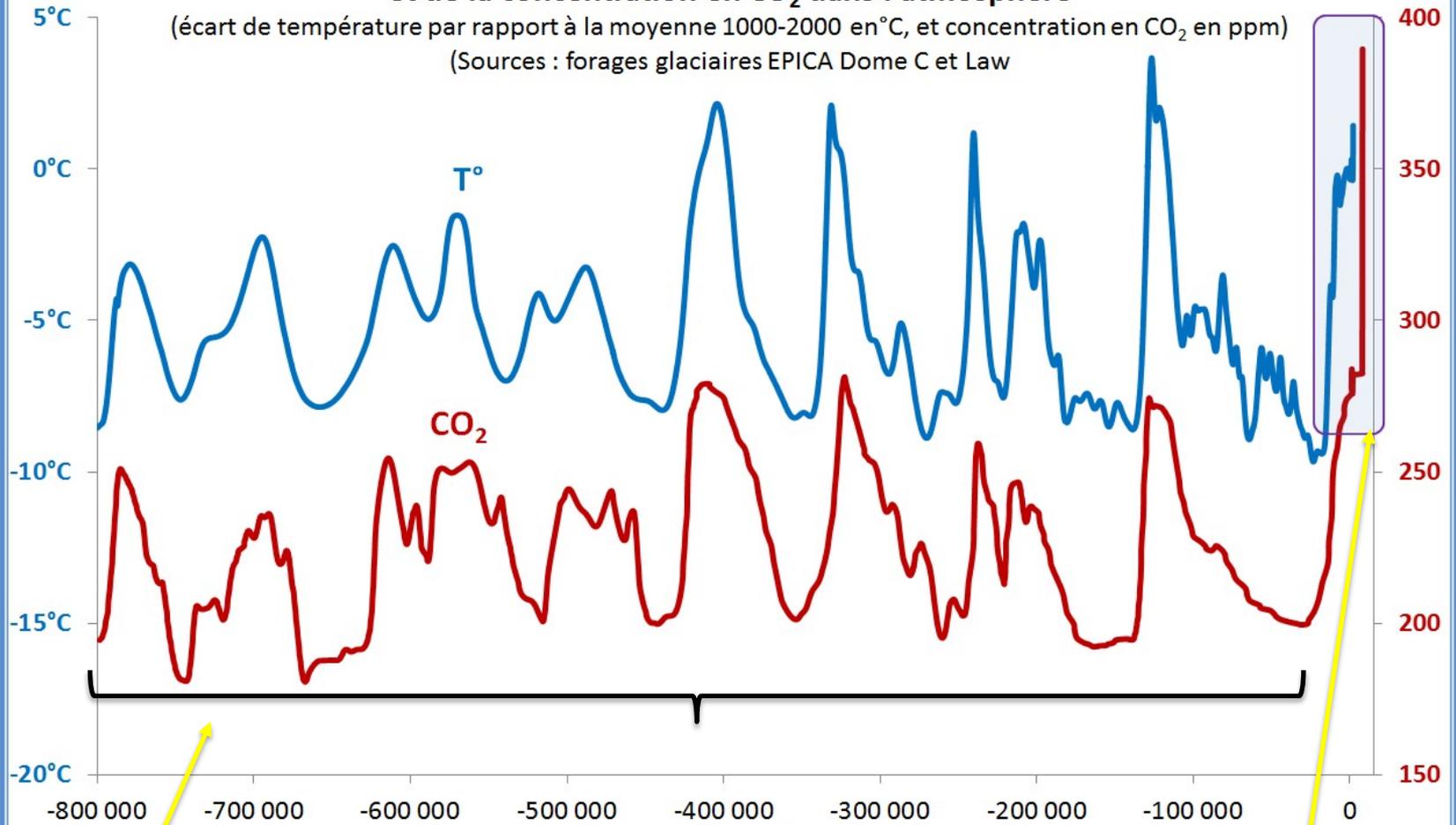
Évolution de la température de l'Hémisphère Nord depuis 2 000 ans (écart par rapport à la moyenne 1000-2000, en °C) (Sources : Sonechkin et al. puis NASA)



- Petite question: pourquoi la température monte sans s'arrêter depuis 1800 ?
- 1 - Le soleil brille plus ?
 - 2 - L'effet « toupie » de la Terre ?
 - 3 - Les continents dérivent ?
 - 4 - Il y a un gaz à effet de serre qui s'accumule ?

Évolution depuis 800 000 ans de la température de la planète et de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère

(écart de température par rapport à la moyenne 1000-2000 en °C, et concentration en CO₂ en ppm)
(Sources : forages glaciaires EPICA Dome C et Law)



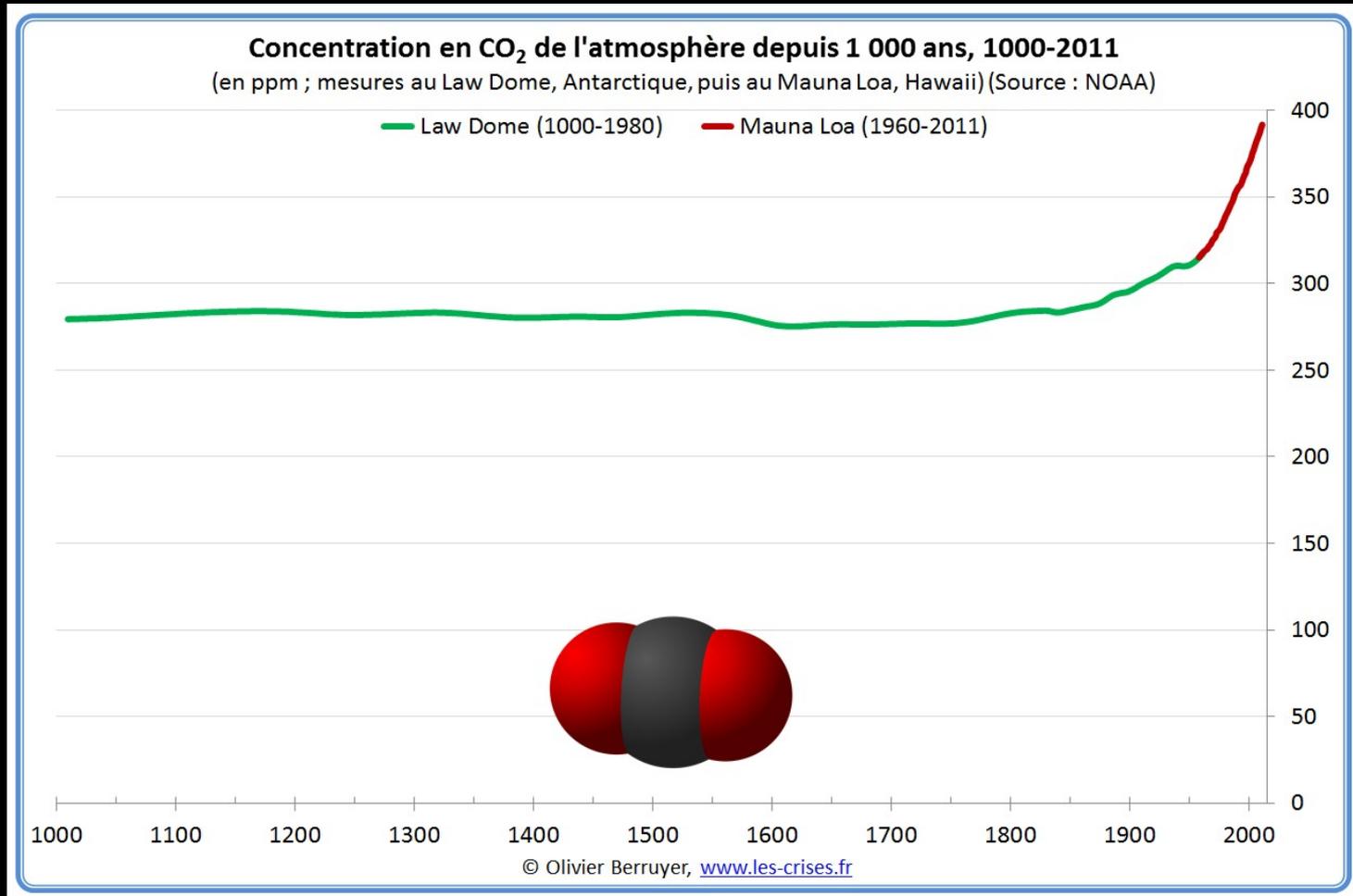
© Olivier Berruyer, www.les-crises.fr

Pourquoi la quantité de dioxyde de carbone varie ici ? L'effet toupie + les océans !

Et ici ?
L'homme !

C'est quoi le problème ?

Réponse: L'augmentation très rapide du dioxyde de carbone dans l'atmosphère, un gaz à effet de serre !



Pourquoi ? L'activité de L'homme.

Contribution par secteurs aux émissions de GES en France



TRANSPORTS



INDUSTRIE



AGRICULTURE



HABITAT



ÉNERGIE



DÉCHETS

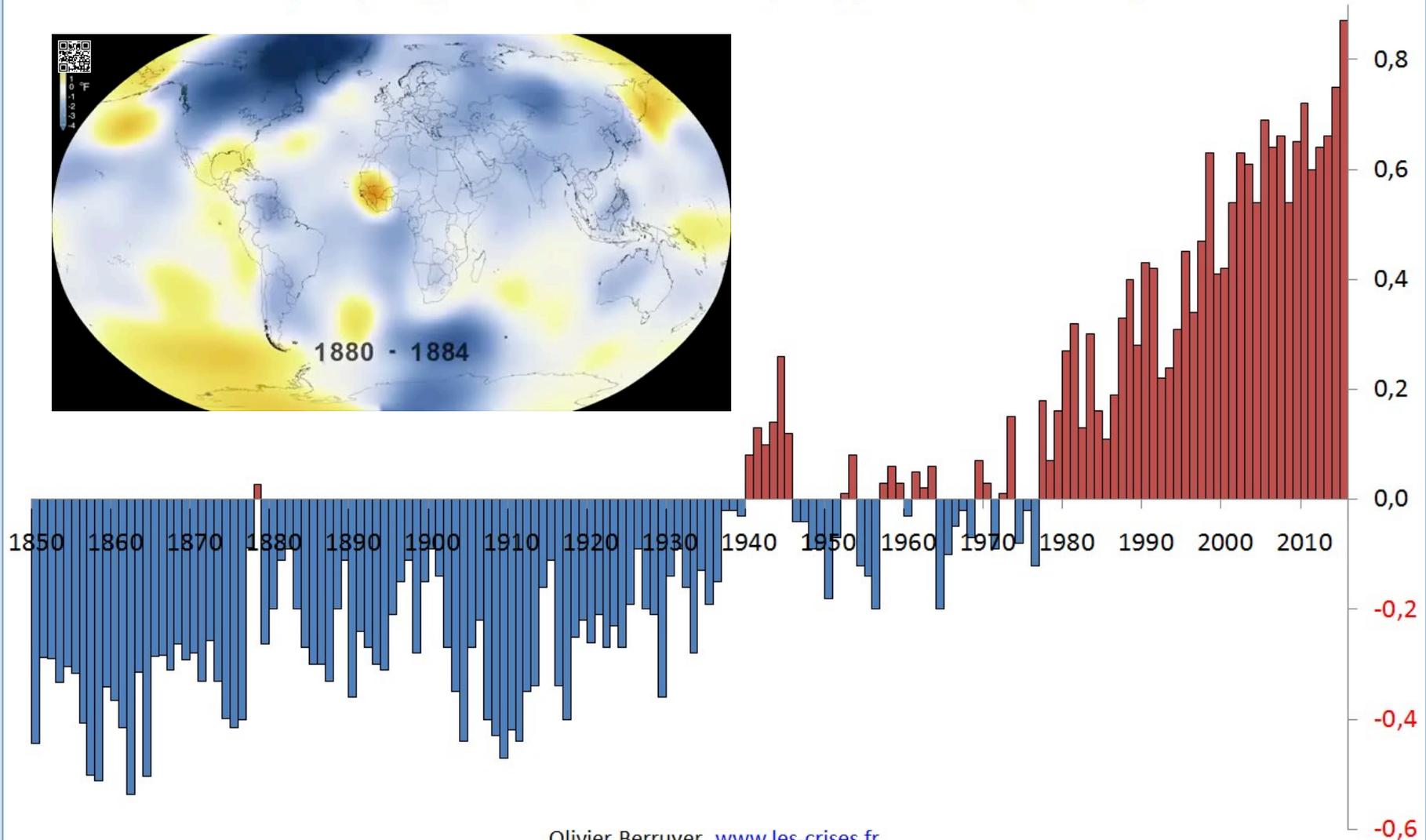
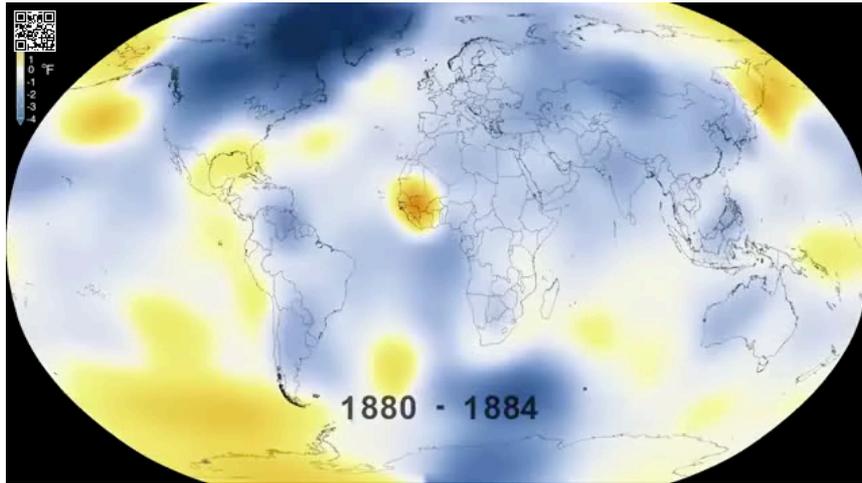
Source
Ademe

Les conséquences, c'est quoi ? IL y en a beaucoup, on va en voir rapidement 12 différentes.

+1.2 degrés entre 1850 et 2010 dans le monde

Monde

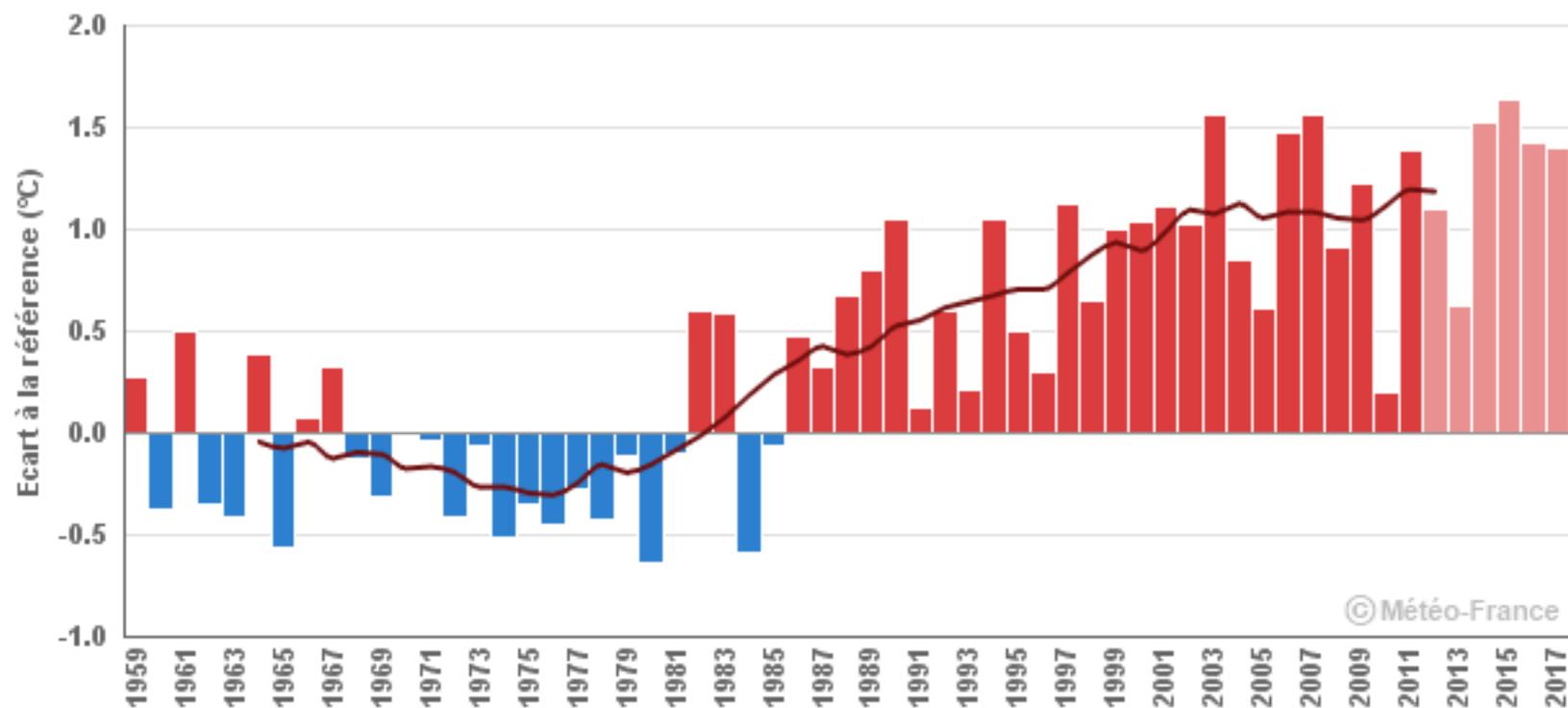
Évolution de la température de la Planète, 1850-2015
(écart par rapport à la moyenne 1951-1980, en °C) (Sources : CRU puis NASA)





Température moyenne annuelle : écart à la référence 1961-1990

Nice

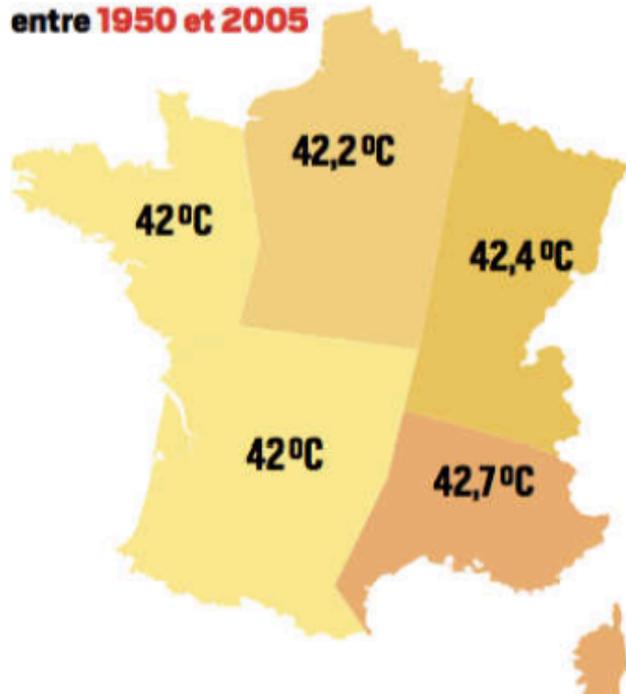


© Météo-France

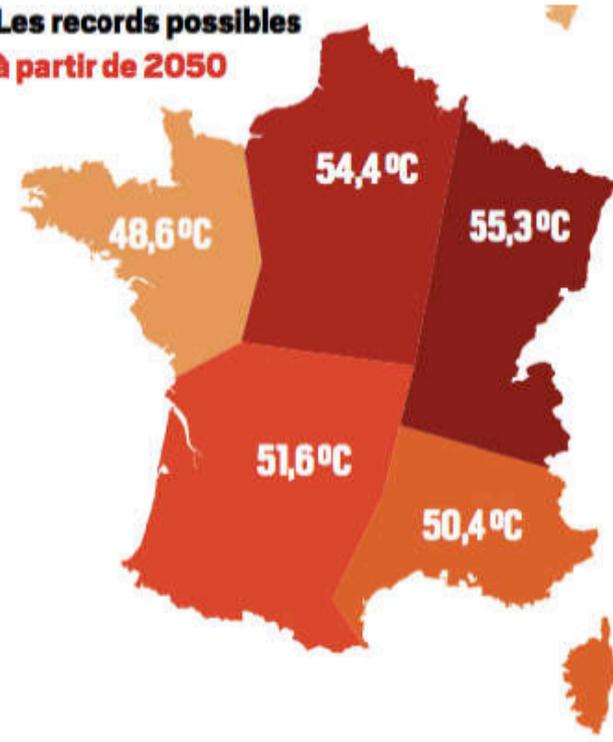
-  Écart à la référence de la température moyenne
-  Moyenne glissante sur 11 ans

1- Sécheresse et canicules

Les records observés
entre 1950 et 2005



Les records possibles
à partir de 2050



En 2050, des pics à 55 °C dans l'Est et le Nord

Bador *et al.* (2017), *Environmental Research Letters*

2 - Le nombre d'événements extrêmes a triplé en 30 ans

NatCatSERVICE

Catastrophes naturelles globales 1980 à 2012



Nombre d'événements



Nombre

1200

1000

800

600

400

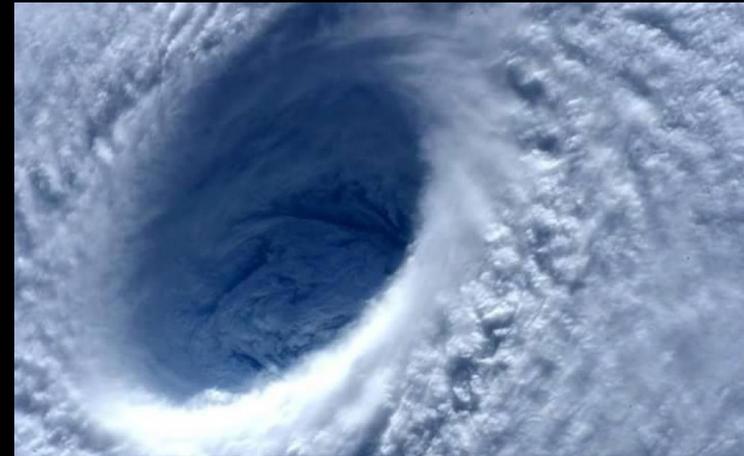
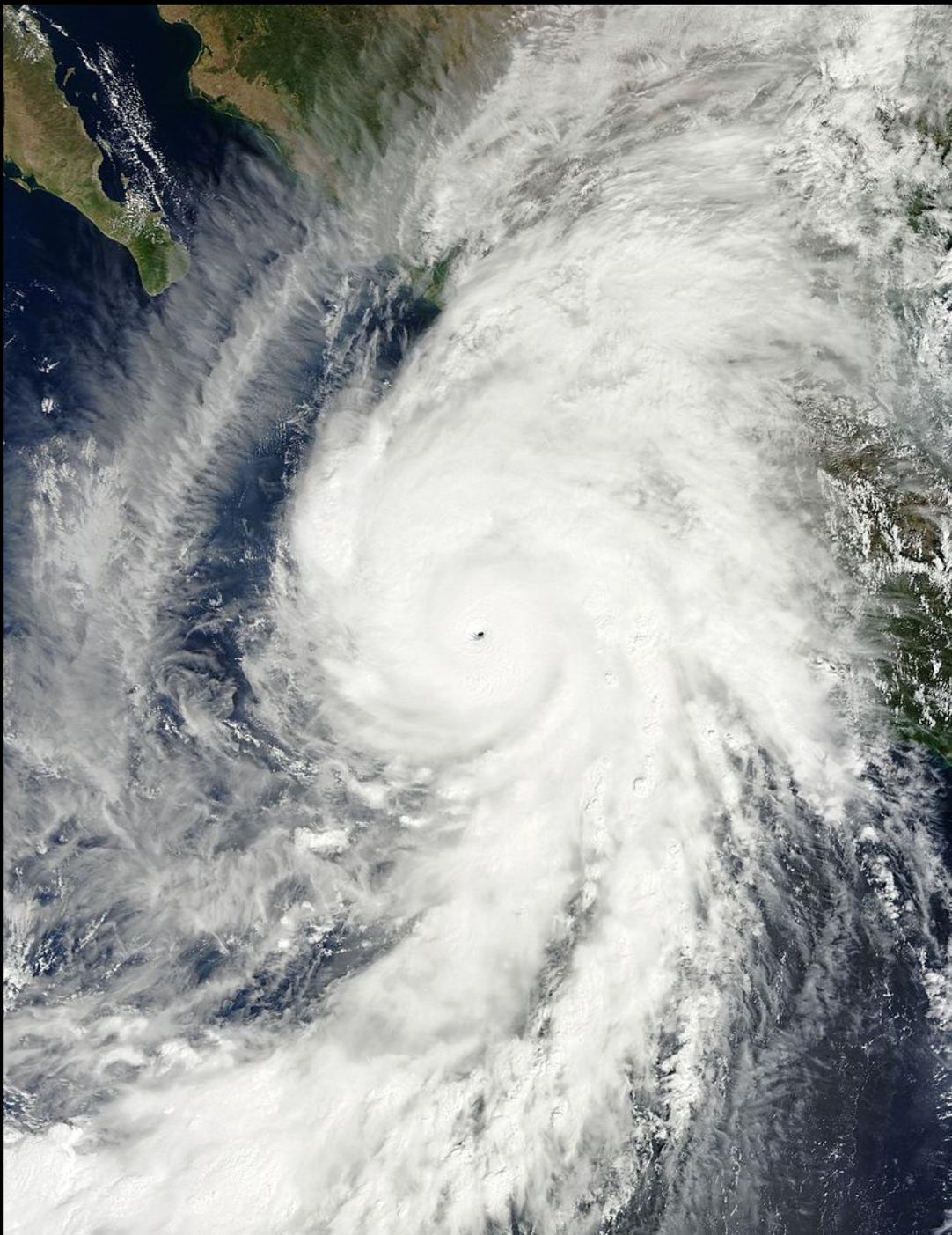
200

1980 1982 1984 1986 1988 1990 1992 1994 1996 1998 2000 2002 2004 2006 2008 2010 2012



Octobre 2015

Patricia -
Catégorie 6 !



3 - Des incendies de forêt en augmentation

En Californie, entre les années 1940 et les 2010s,

Les feux de forêts ne cessent d'augmenter...
et relâchent une grande quantité de CO2 dans l'atmosphère



4 - Le recul des glaciers: La Mer De Glace



1900

2018



Le Glacier Upsala (sud de
La Patagonie, Argentine) en
1928 et 2004



Des Pierres et des Papillons
Eric R

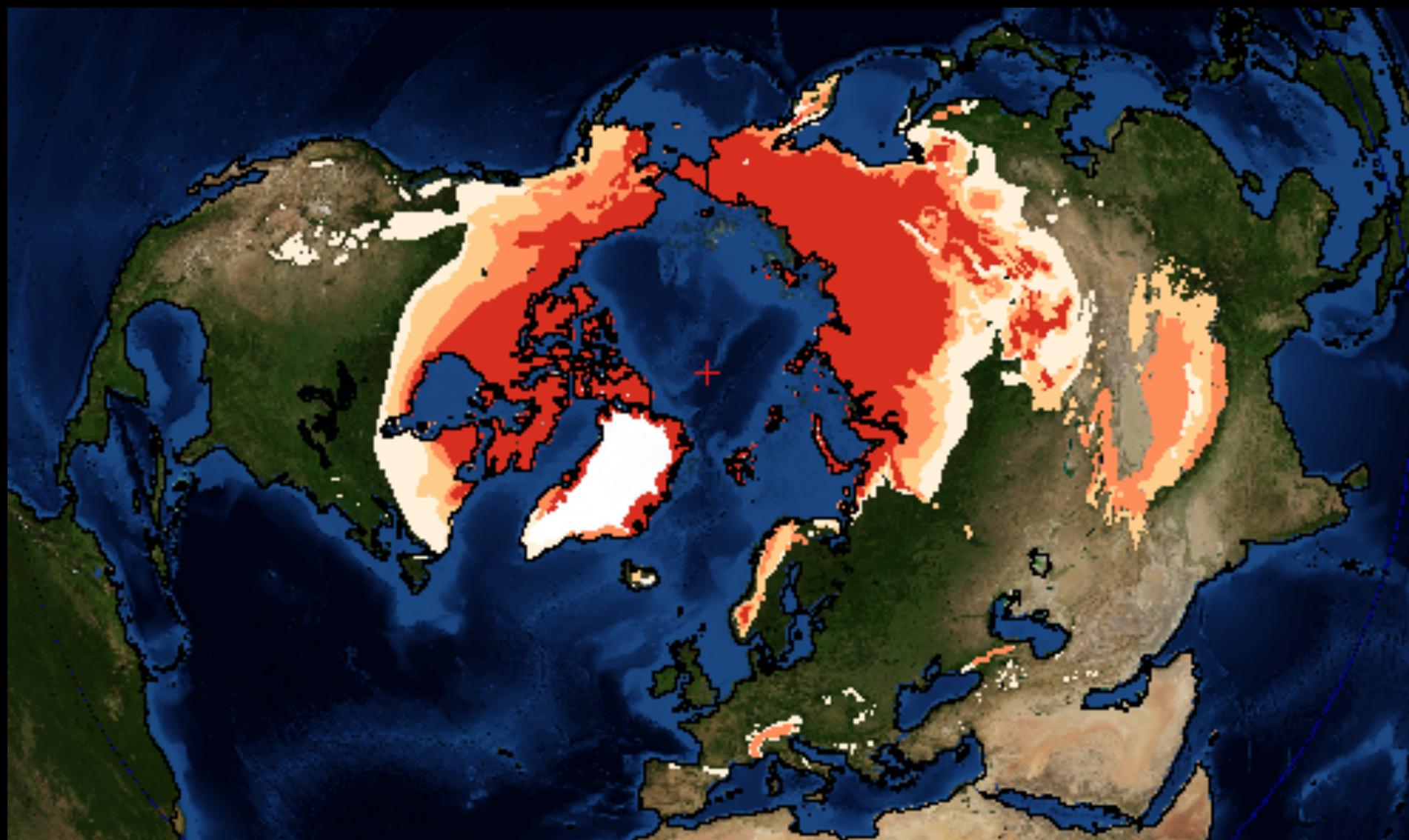
5 - Moins de Neige ! Moins de ski !

1°C de réchauffement planétaire entraîne une réduction de l'épaisseur moyenne de neige de 25 % et diminue la saison d'enneigement de près d'un mois.



6 - Les sols gelés commencent à fondre (permafrost)

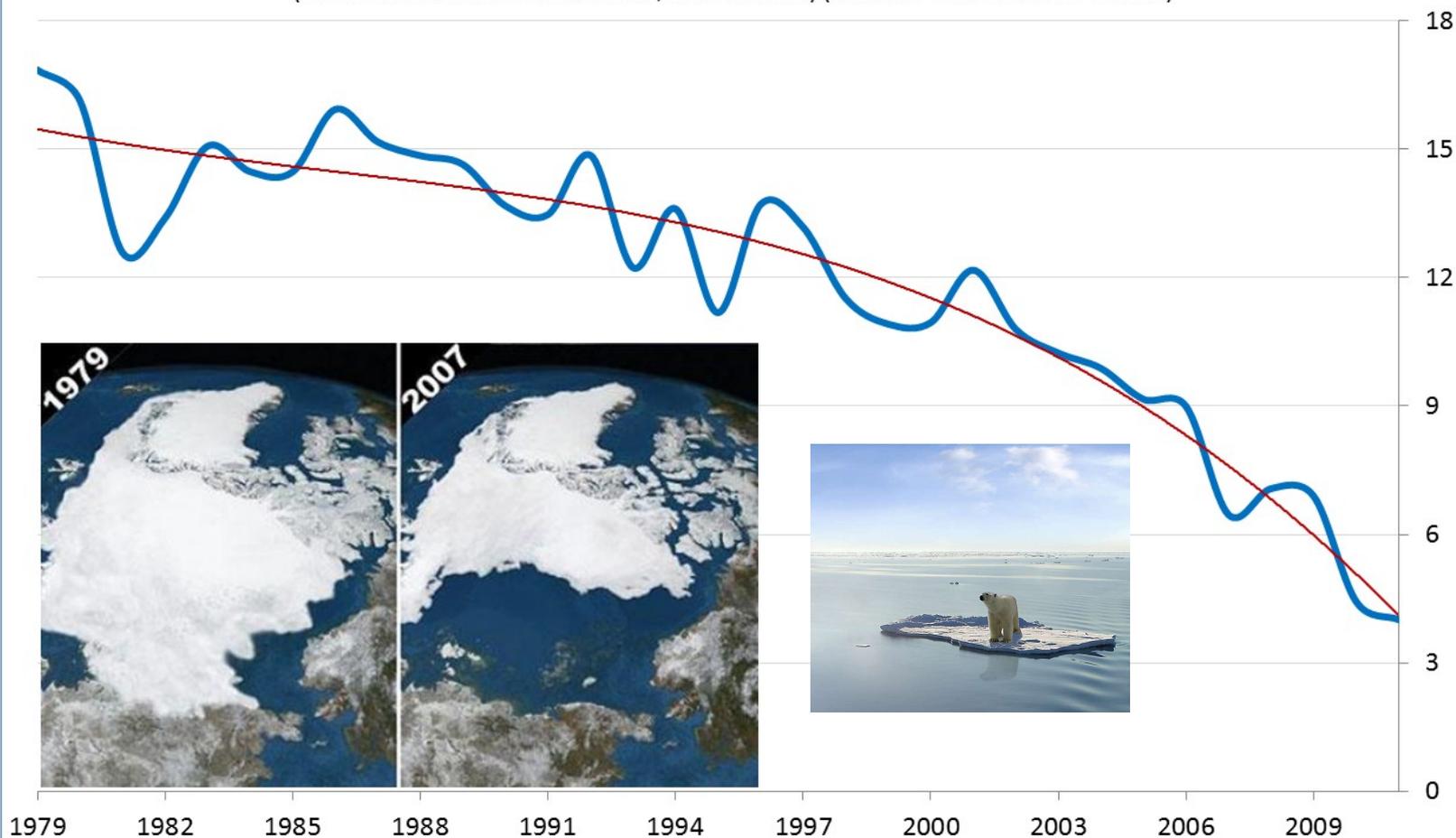






7 - Moins de glace de mer, moins de banquise !

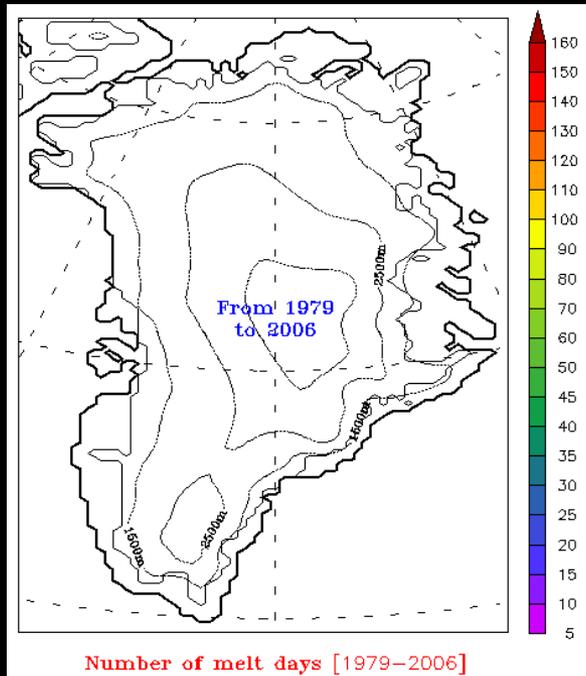
Volume minimal annuel de la banquise arctique, 1979-2011
(en milliers de kilomètres cubes, et tendance) (Source : Polar Science Center)



© Olivier Berruyer, www.les-crises.fr, 2011



8 - Le Groenland et L'antarctique fondent lentement: Et le niveau des mers monte ... doucement.

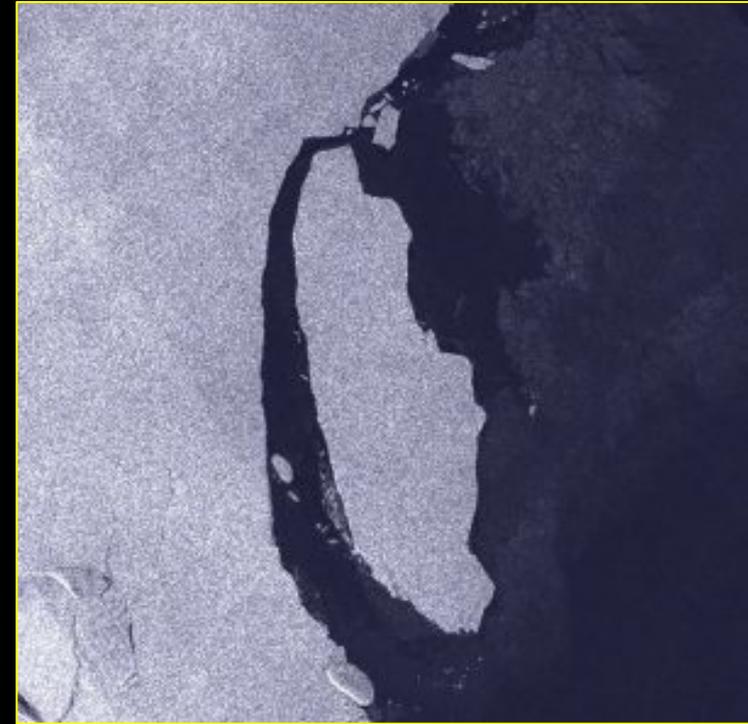
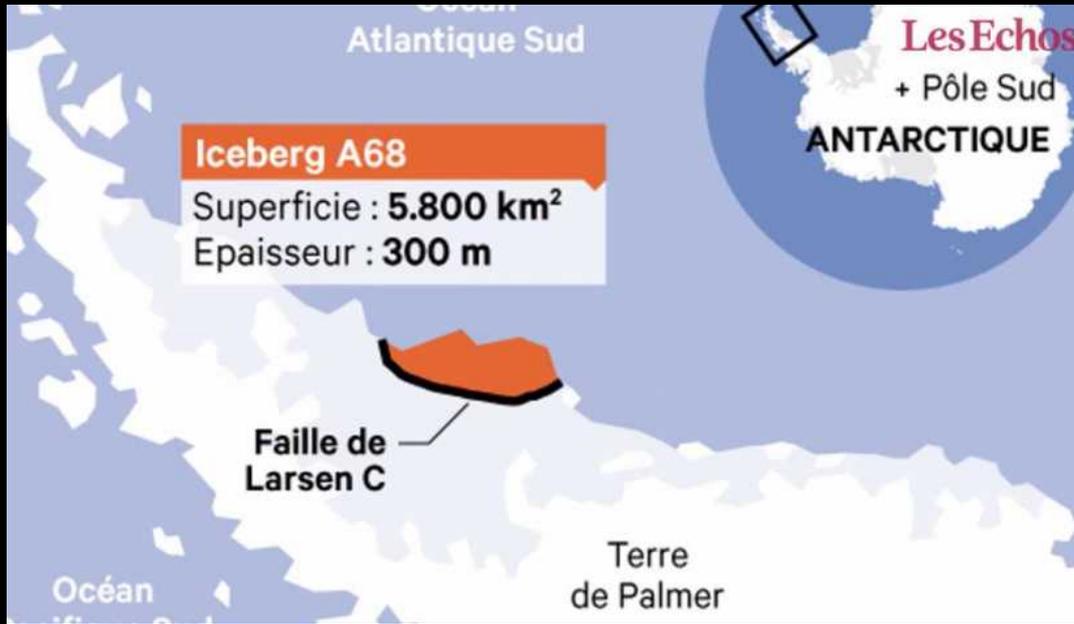


Si le Groenland fondait, le niveau des mers augmenterait de +7m

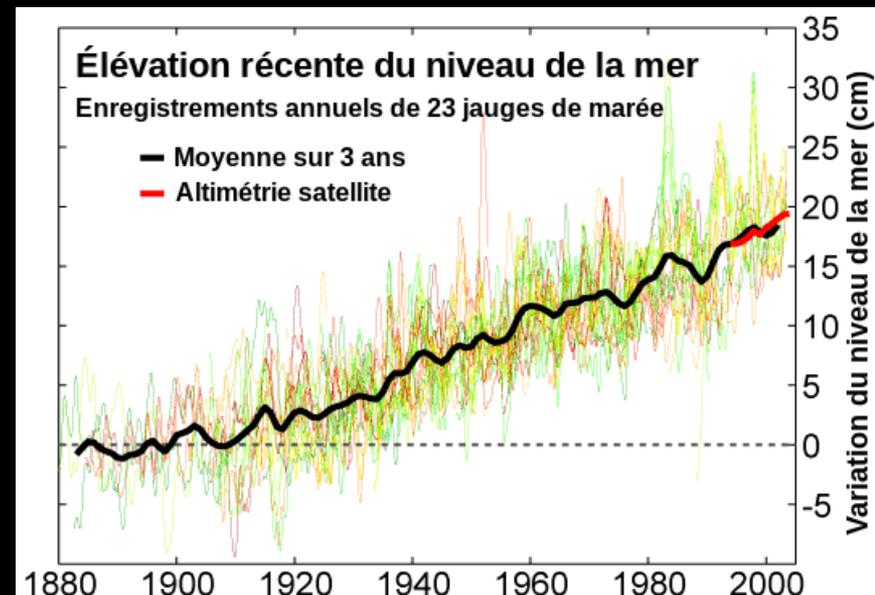
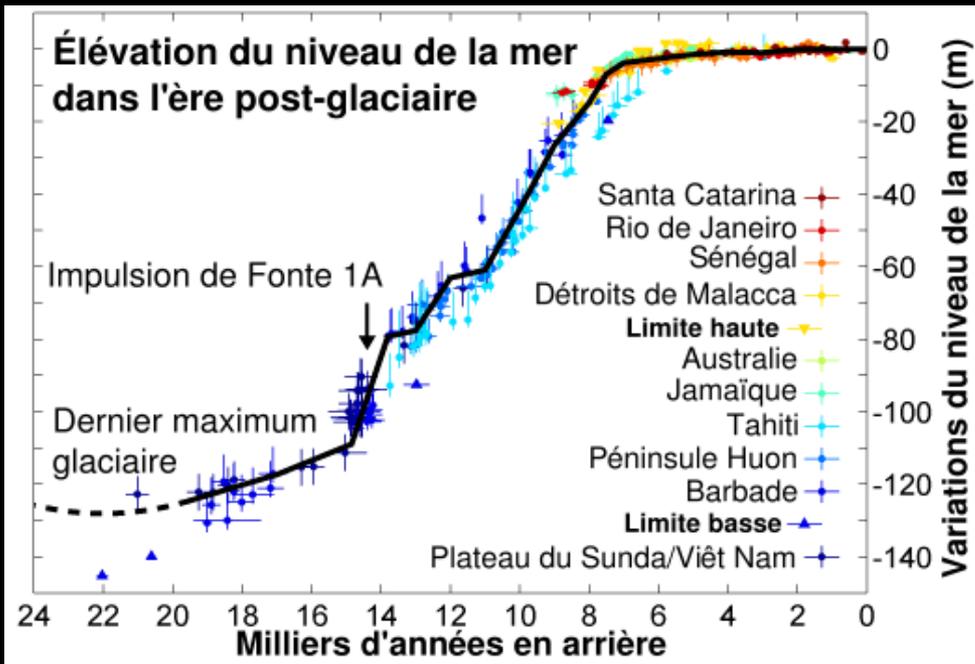


Si L'antarctique fondait, le niveau des mers augmenterait de +57m

Un iceberg se détache de L'Antarctique

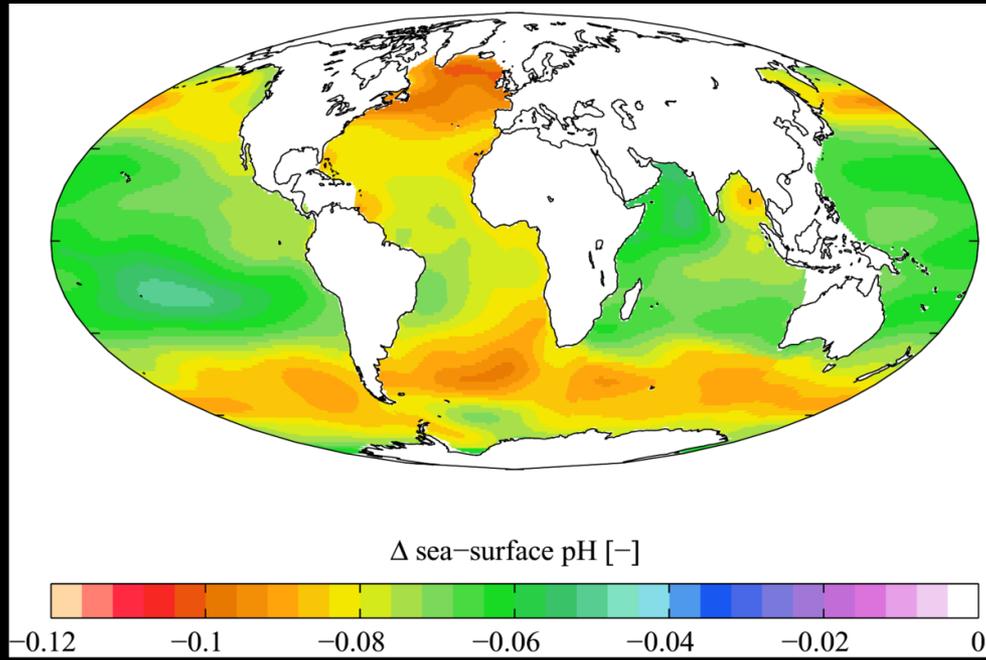


La hausse du niveau des mers s'accélère: +20 cm en 120 ans



35% de dilatation, 25% Groenland qui fond, 24% les glaciers, et 10% l'antarctique

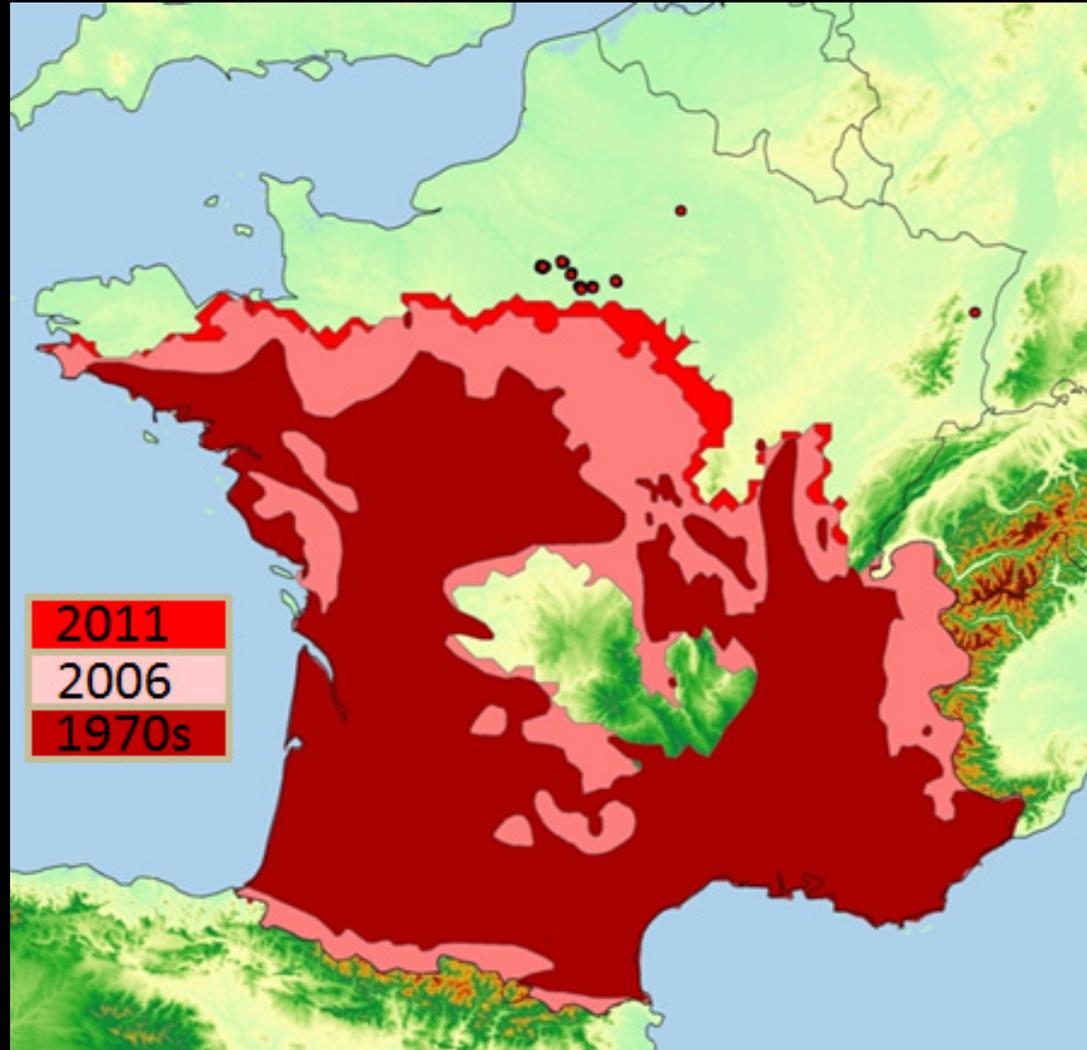
9 - L'acidité de l'océan a légèrement augmenté



10 - Des maladies qui s'étendent et des coûts économiques de plus en plus importants ...



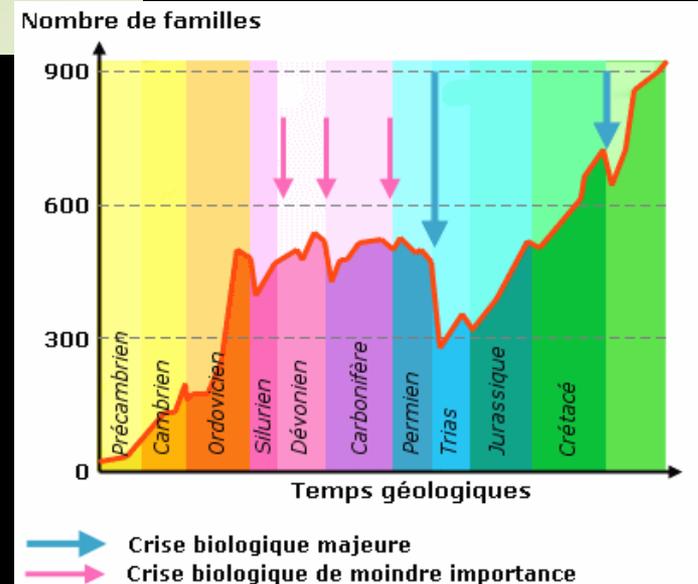
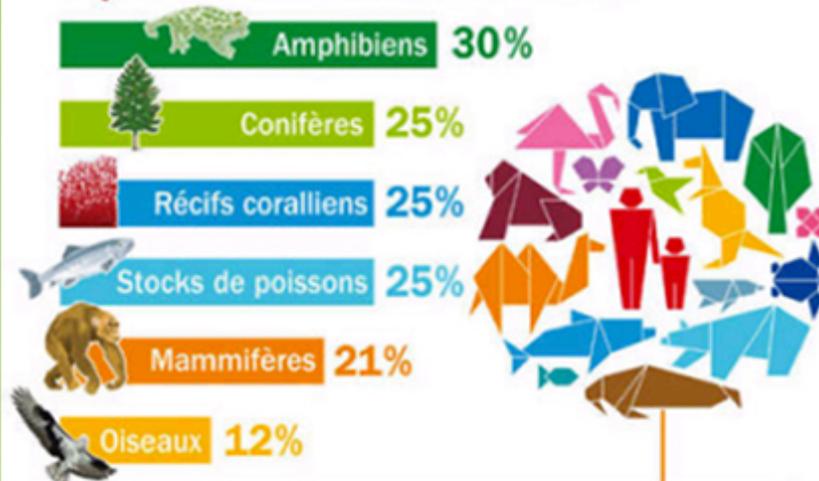
Les chenilles processionnaires



11 - La biodiversité en danger

La biodiversité mondiale en danger

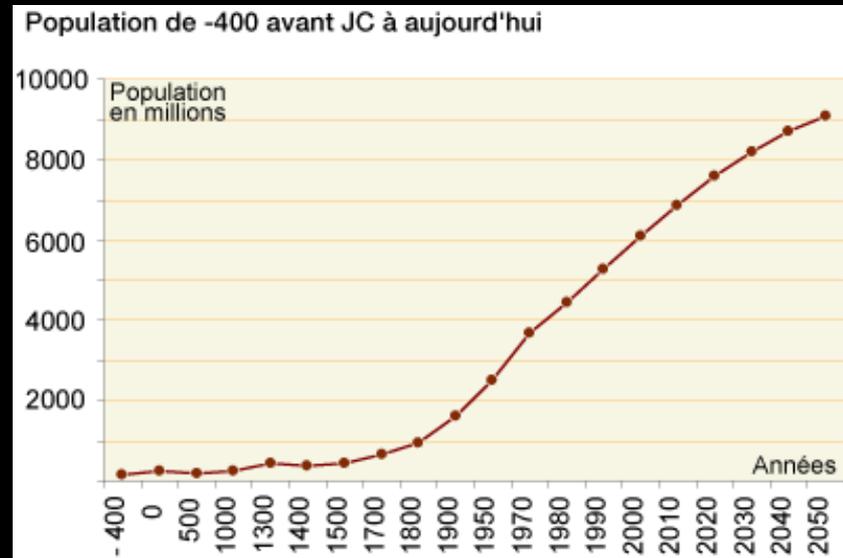
Espèces menacées d'extinction :



12 - Il est de plus en plus dur de faire pousser des plantes (manque d'eau). Baisse des récoltes de 25% si on ne fait rien.

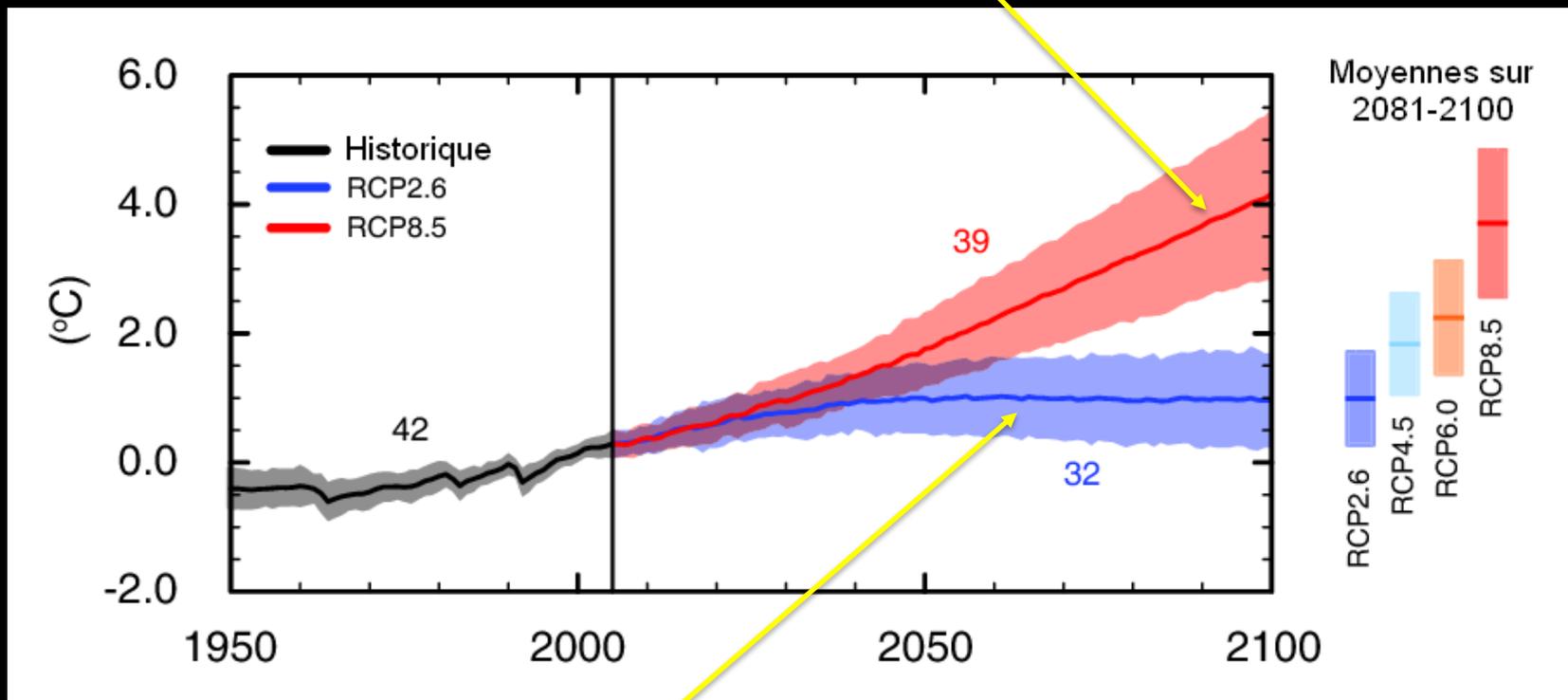


Or la population humaine augmente: + 2 milliards d'ici 30 ans..



Le futur: voici ce que dit le GIEC (400 chercheurs)

+4 degrés, si on ne fait rien (La Terre a la fièvre !)



+1 degrés, si on réagit maintenant !

Le GIEC



Que faut-il faire au juste ?

Objectif:

chaque habitant de la Terre ne devrait émettre que

2 tonnes de CO₂ par an en 2050.

A votre avis, combien émet un habitant de La France en 1 an ?

Réponse A : 2 tonnes

Réponse B : 4 tonnes

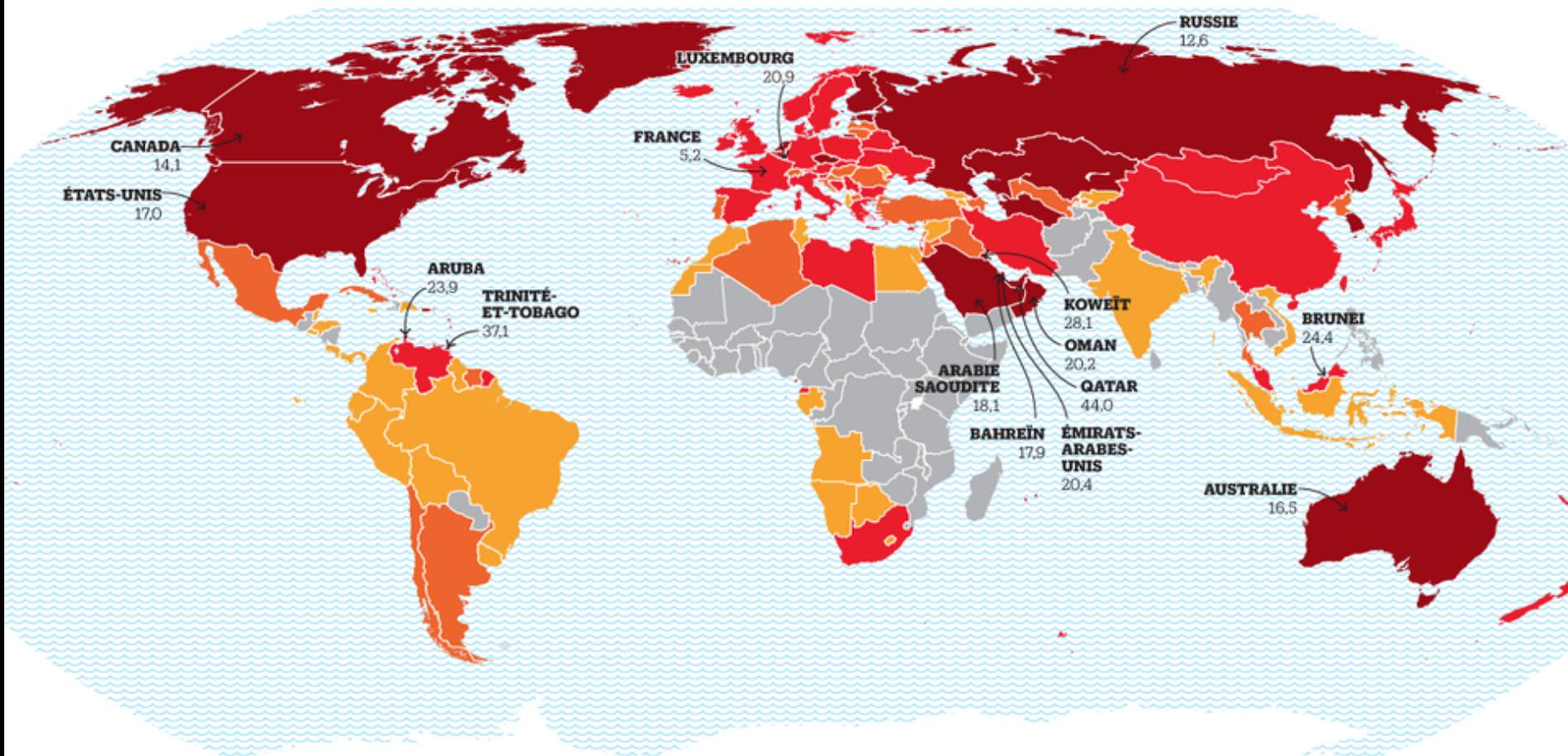
Réponse C : 7 tonnes

Réponse D : 10 tonnes

La réponse est 10 tonnes, si on prend en compte ce que l'on importe de Chine. Il faut donc diviser nos émissions par 5 !

Emissions de CO₂ par habitant en 2011

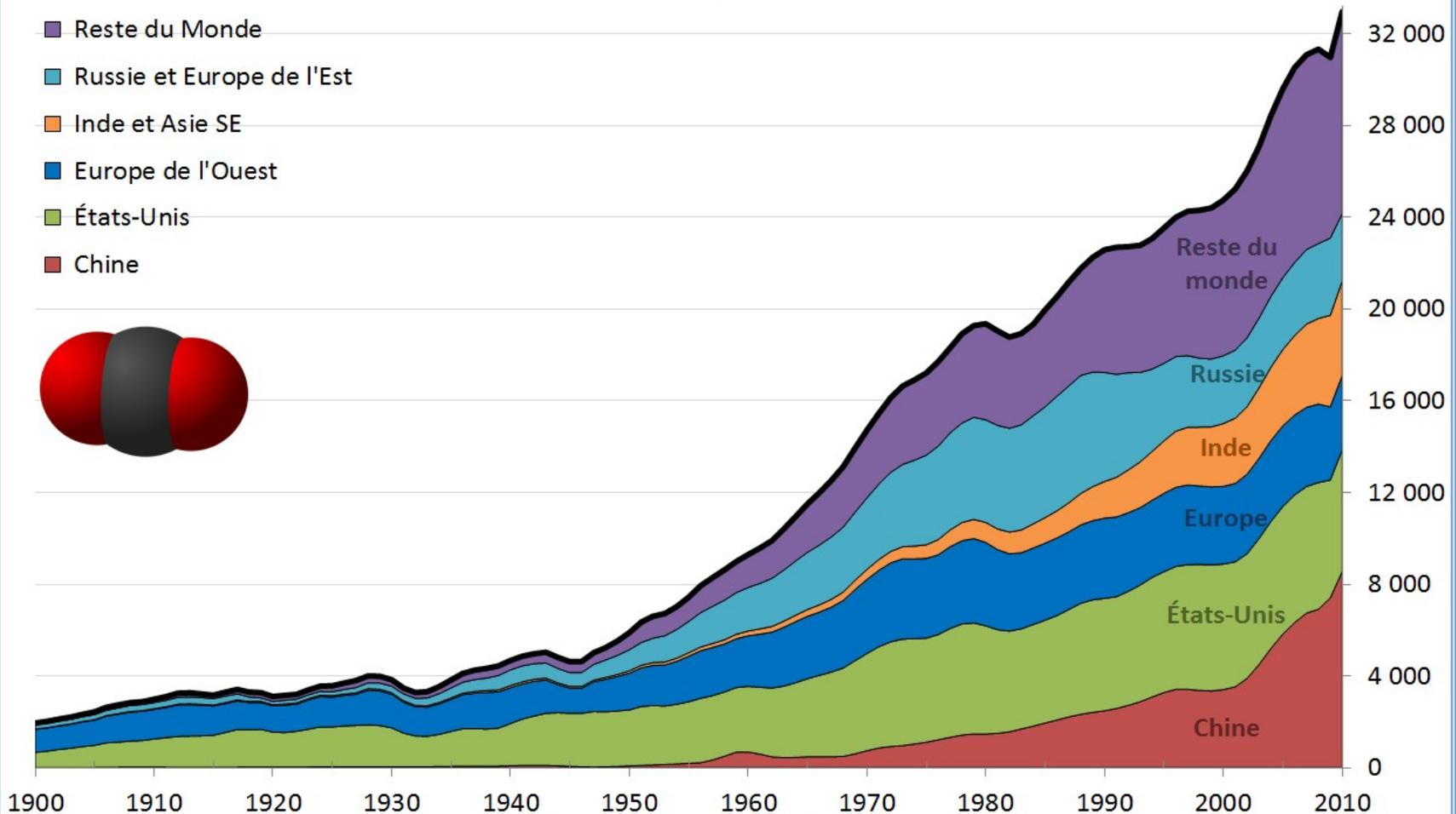
En tonnes



Source : Banque mondiale

Émissions mondiales totales de CO₂ par combustion d'hydrocarbures, 1900-2010

(en millions de tonnes) (Sources : CDIAC puis EIA)



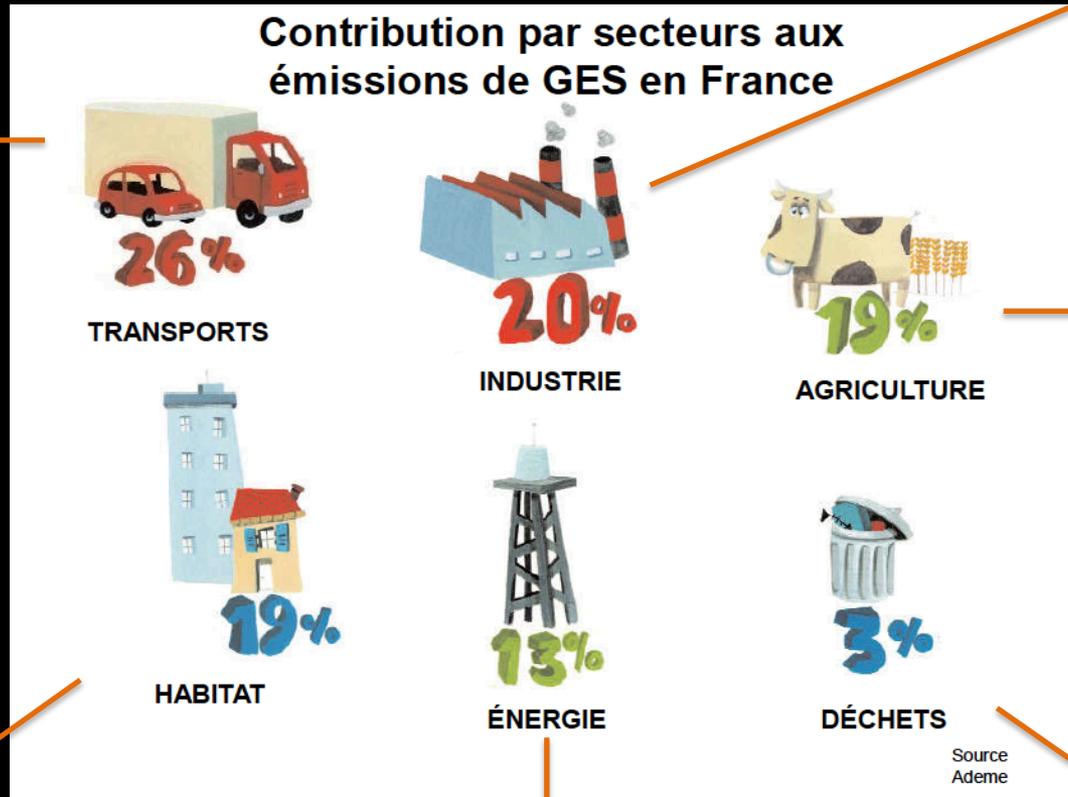
© Olivier Berruyer, www.les-crises.fr, 2011

En France, on devrait diminuer les émissions de gaz à effet de serre de 3% par an. En fait, les émissions augmentent de 3% par an.

C'est simple: tout diviser par 5 !

10 AR Nice-Paris
(Avion ou
voiture) = 2
tonnes

1 AR Nice-Chili
= 3,5 tonnes



« consommer local » et si possible « fait-maison »

Manger 5 fruits et légumes par jour (i.e. moins de viande et de poissons)
1kg viande = 15 kg CO₂

Améliorer l'isolation...

Moins consommer d'énergie.
Énergie renouvelable.

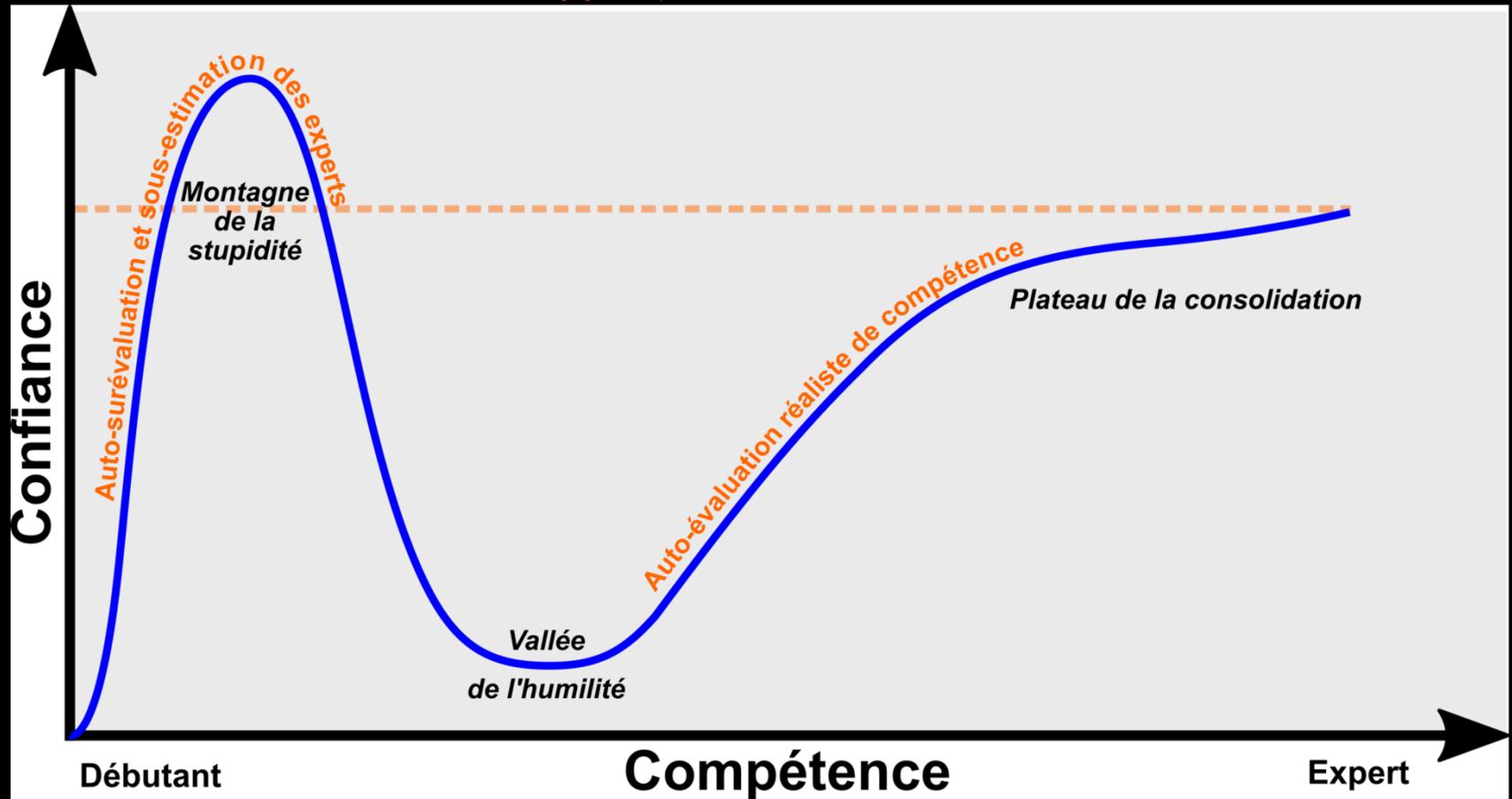
Moins d'emballages (manger local et fait-maison) et recycler au maximum

La croisée de chemins



IL s'agit d'un changement de paradigme !

L'effet Dunning-Kruger appliqué à l'humanité...

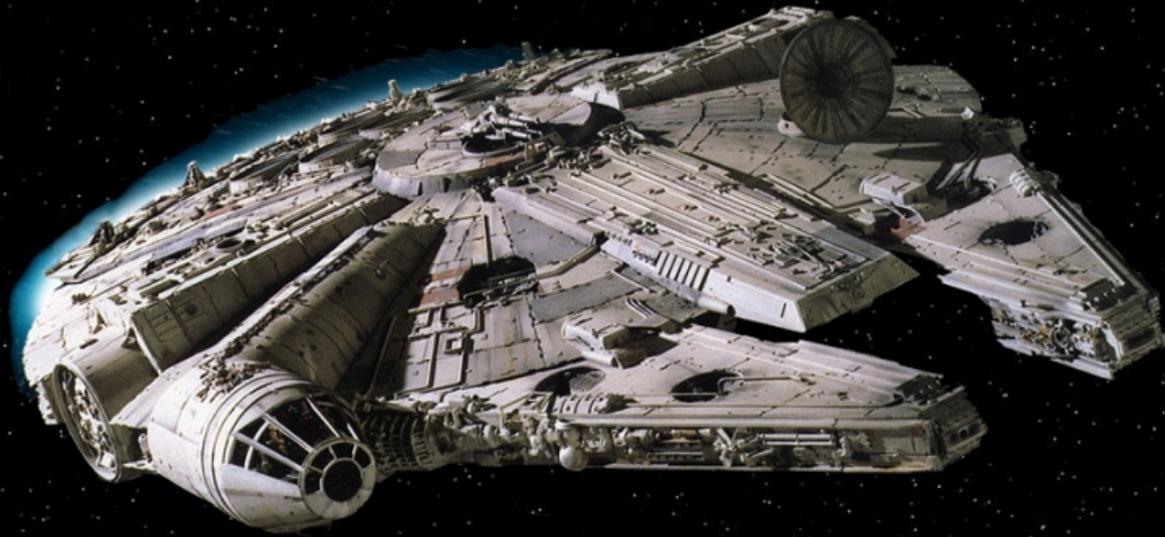


La voie Lactée, une galaxie spirale ...



... avec 10 milliards de planètes

**Mais pour aller sur la planète la plus proche,
autour d'Alpha Proxima...**



**... Il nous faudrait 60 000 ans (à la vitesse record
actuel de 21km/s).**

Protégeons notre planète !

