

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

1978

1998

Dégradation du permafrost :
Disparition de la toundra - Alaska central
Source Arctic.noaa.gov

Berchtesgaden National Park - Alparc

***Ecological network in the Alps,
a response to climate change
that will conserve biodiversity***

Climate Change and biodiversity

By M-A Mélières

Climatologue -

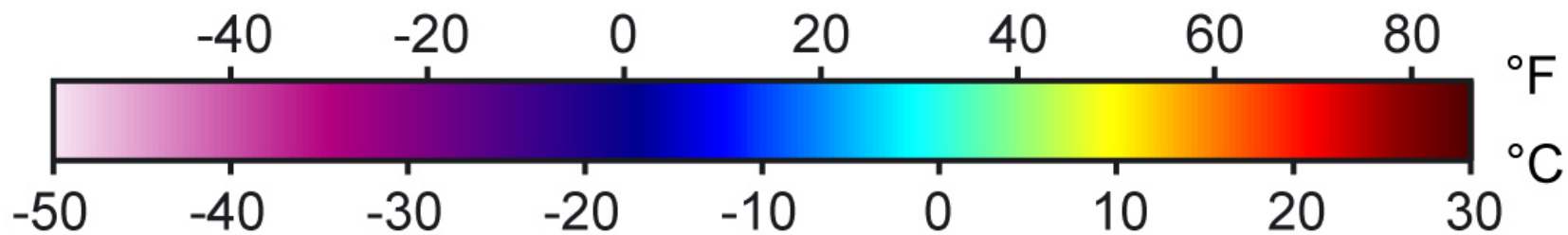
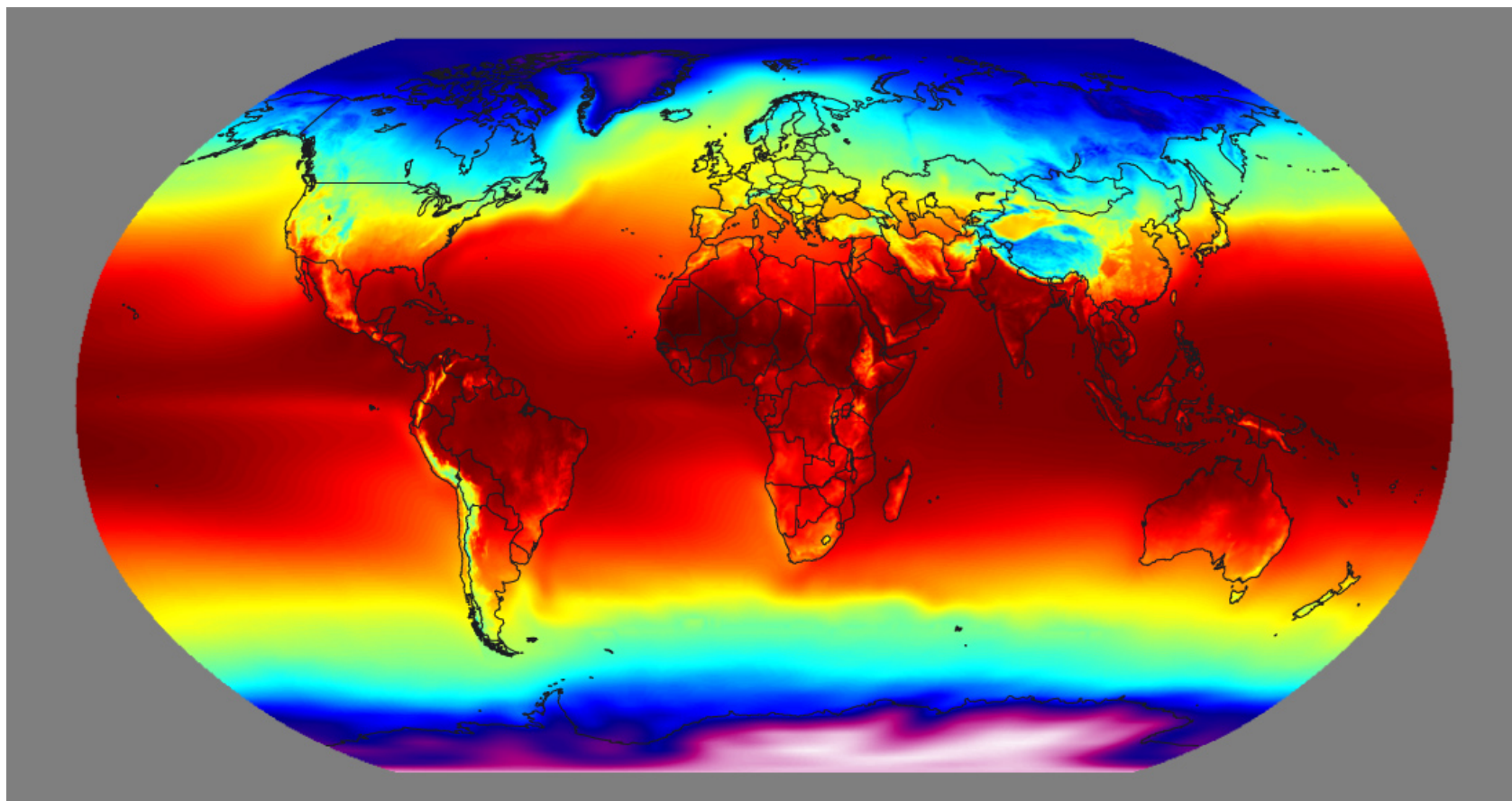
Collaboratrice à l'Université J. Fourier de Grenoble - France

Convention Alpine - Berchtesgaden 15th - 16th October 2009

Climate can be averaged on the Earth

It needs **energy** :

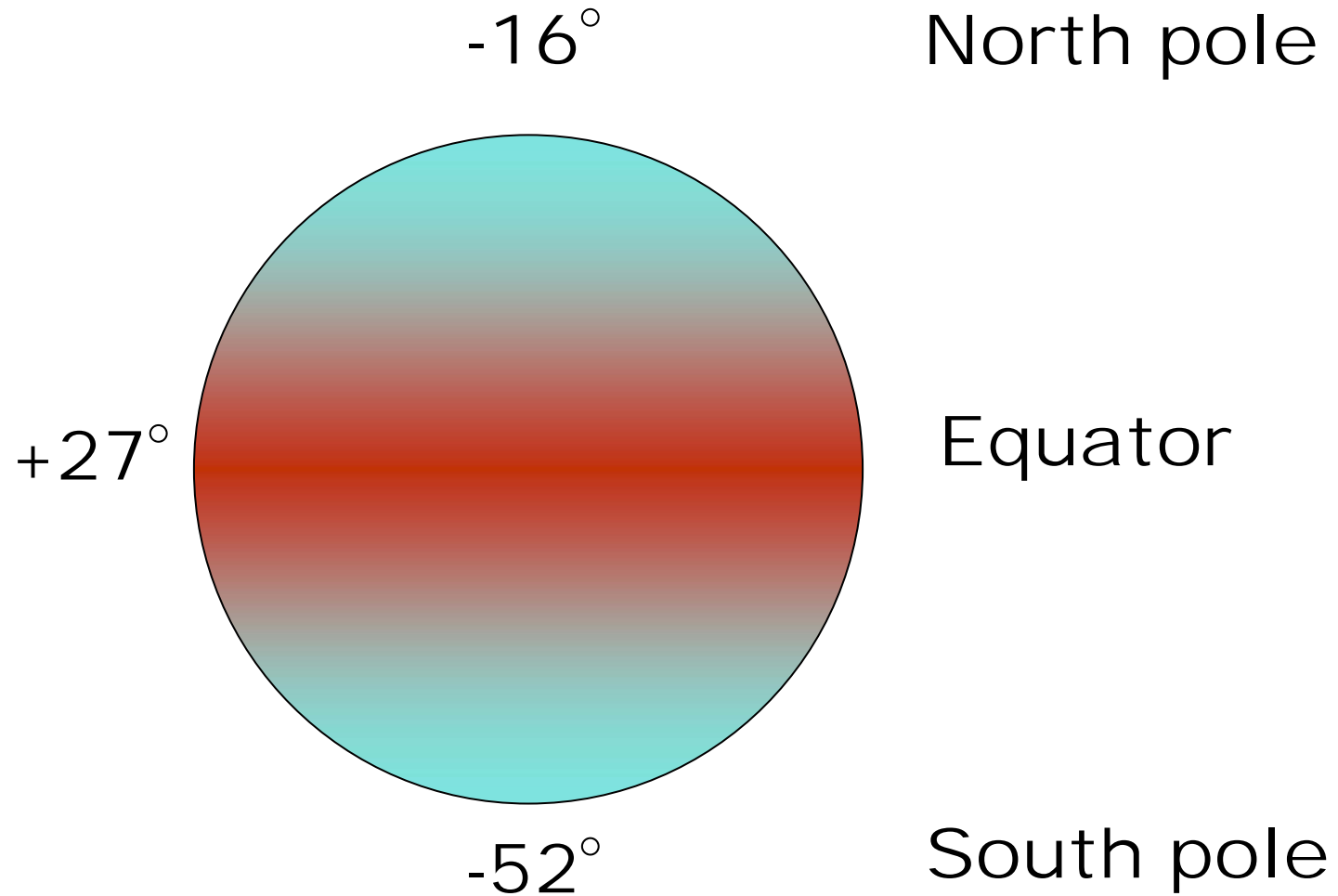
how many Watt / m² does it needs ?



Température - moyenne annuelle

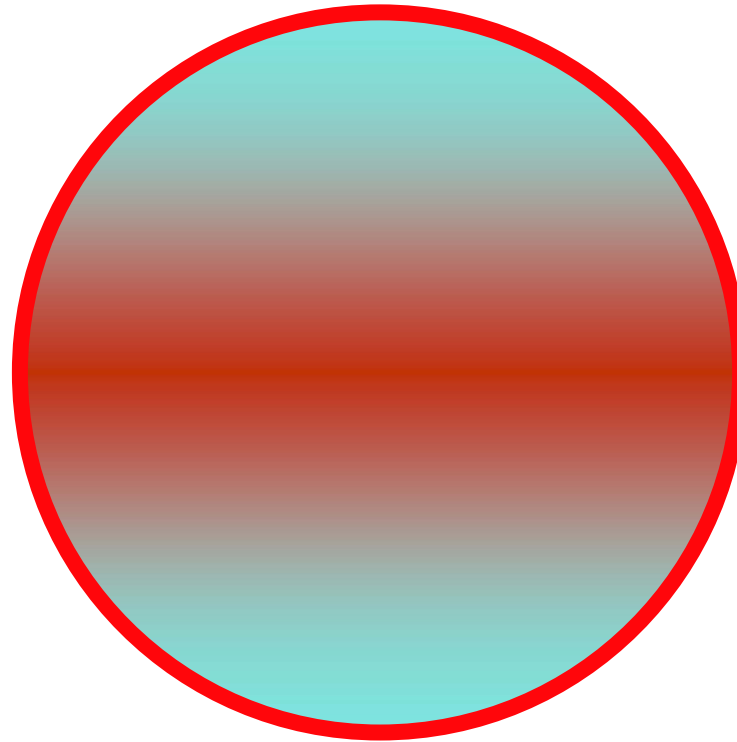
M-A Mélières - Climate change and biodiversity... Berchtesgaden - 15/10/2009

mean annual temperature



Mean Temperature : +15° C

Pôle nord



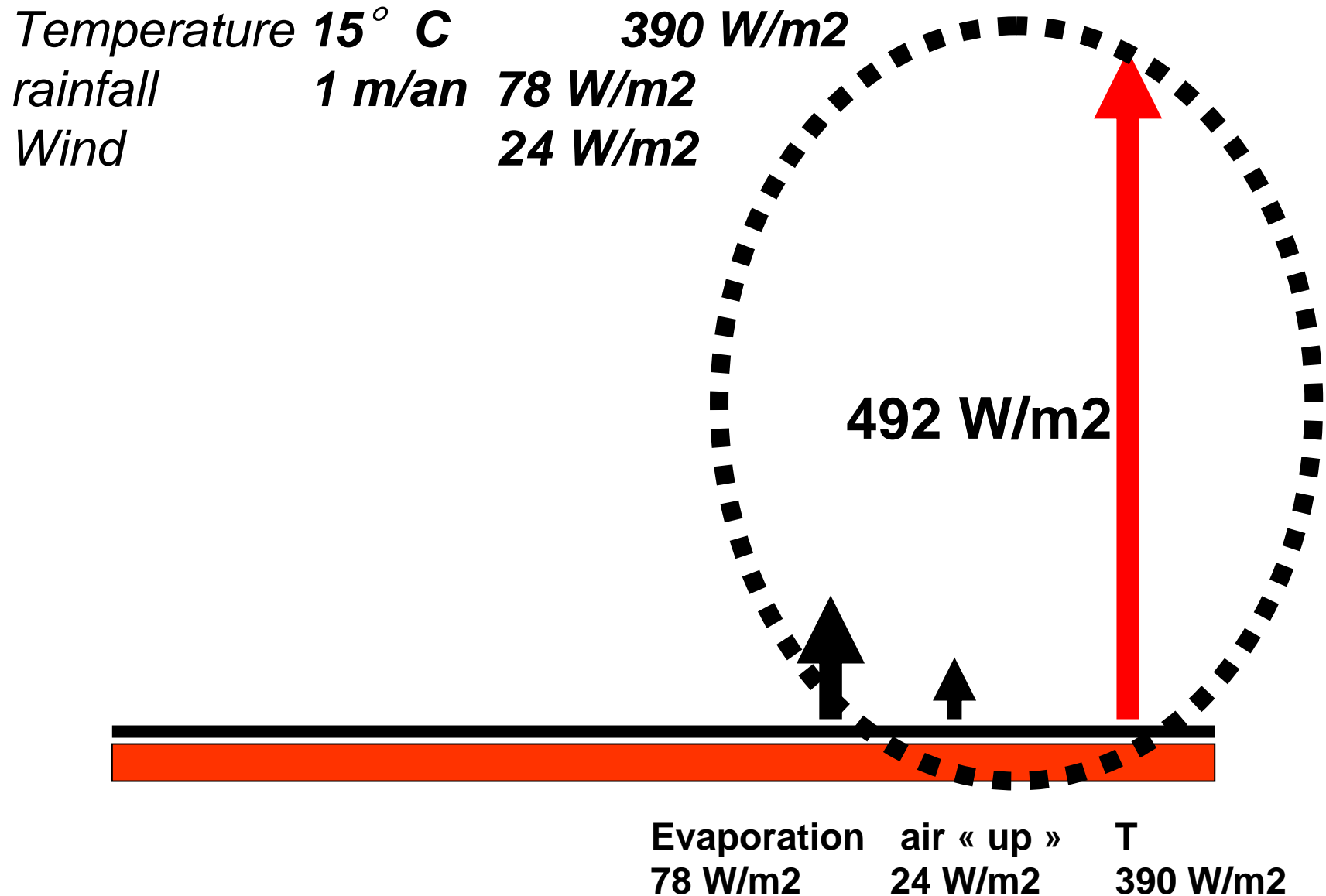
Equateur

Pôle sud

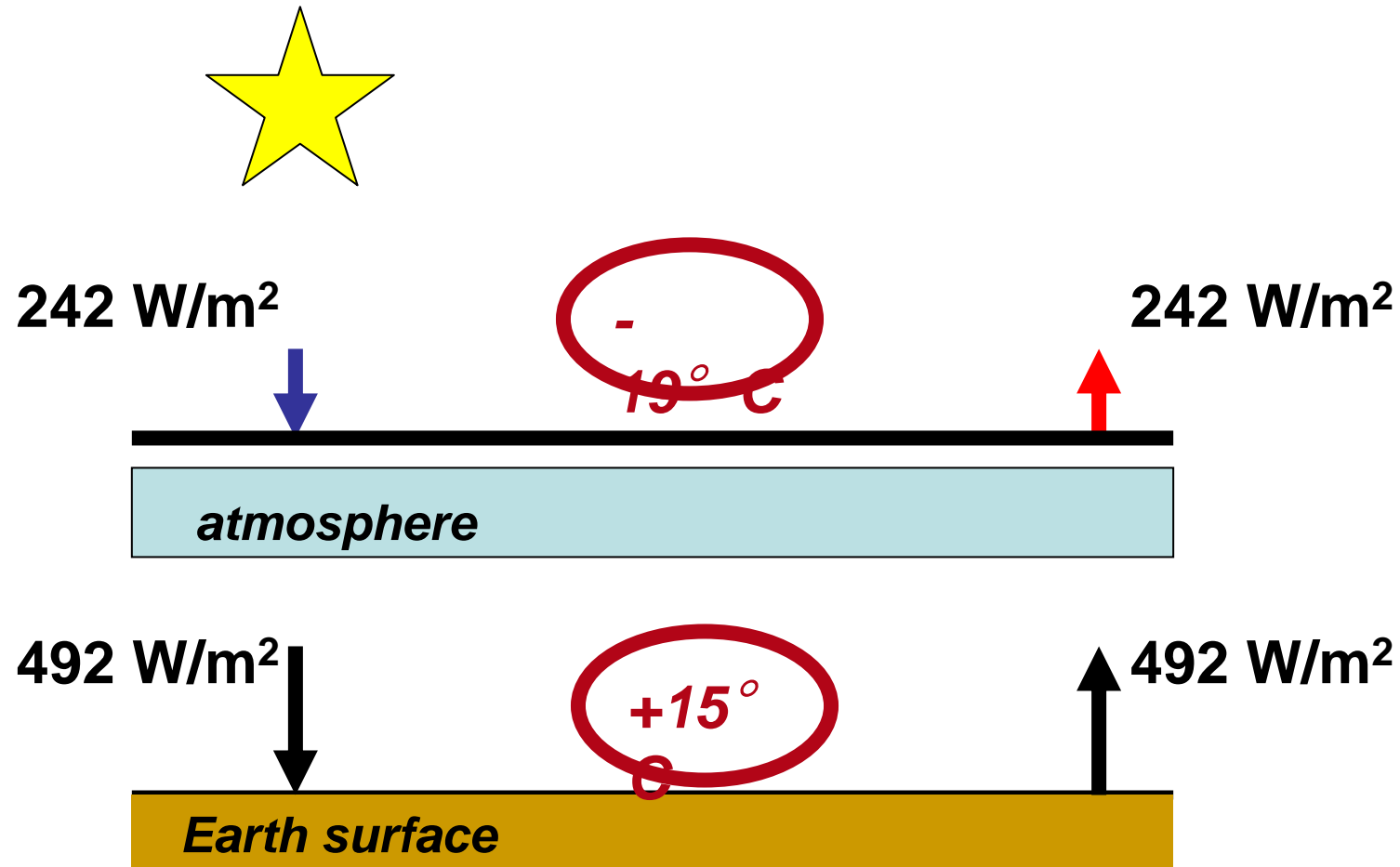
Mean climate on Earth surface :

- **Temperature** **+15° C**
- **Precipitation** **1 meter / an**
- **Wind**

Mean climate needs 492 W/m²



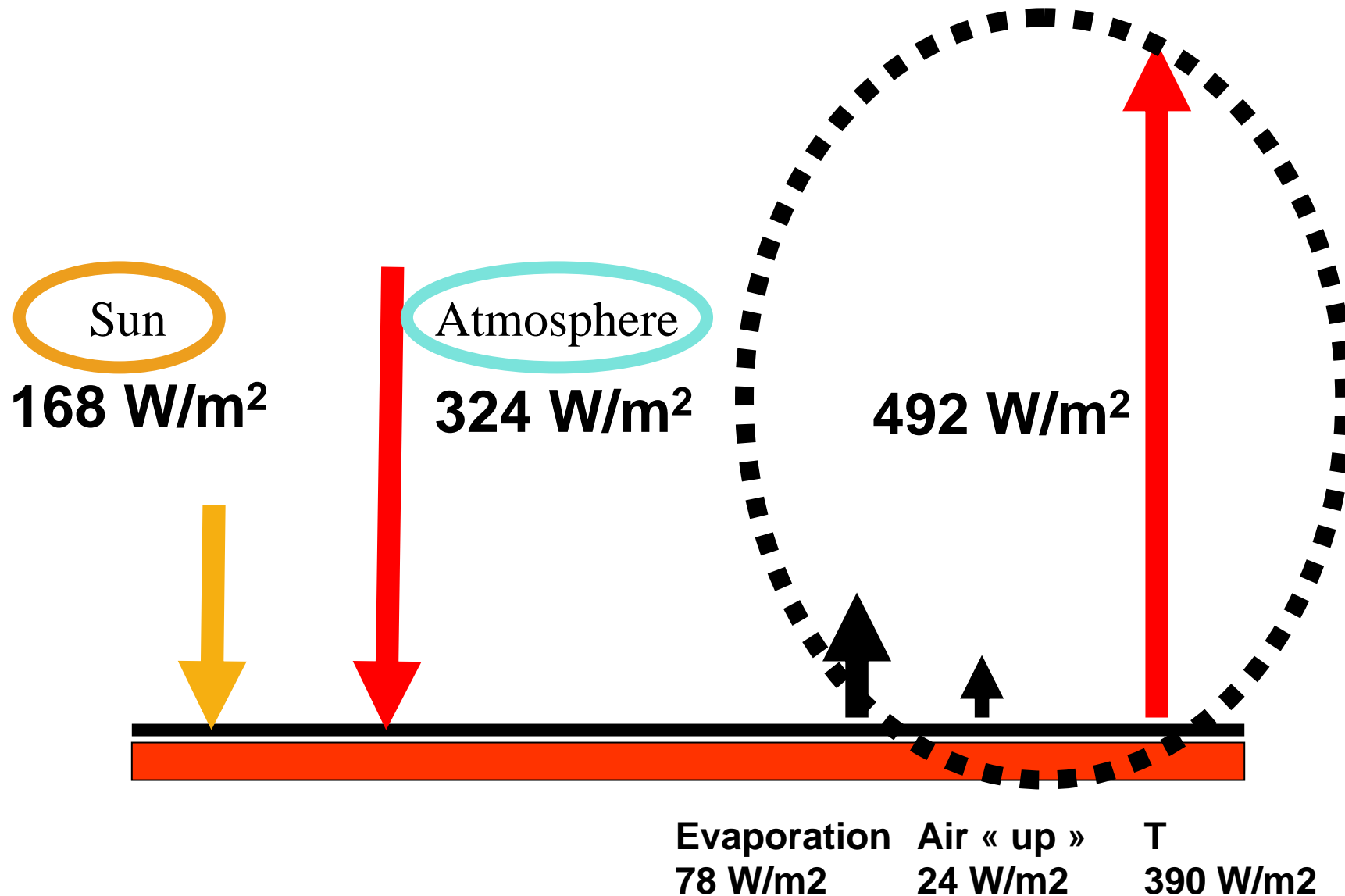
Energy budget on Earth surface



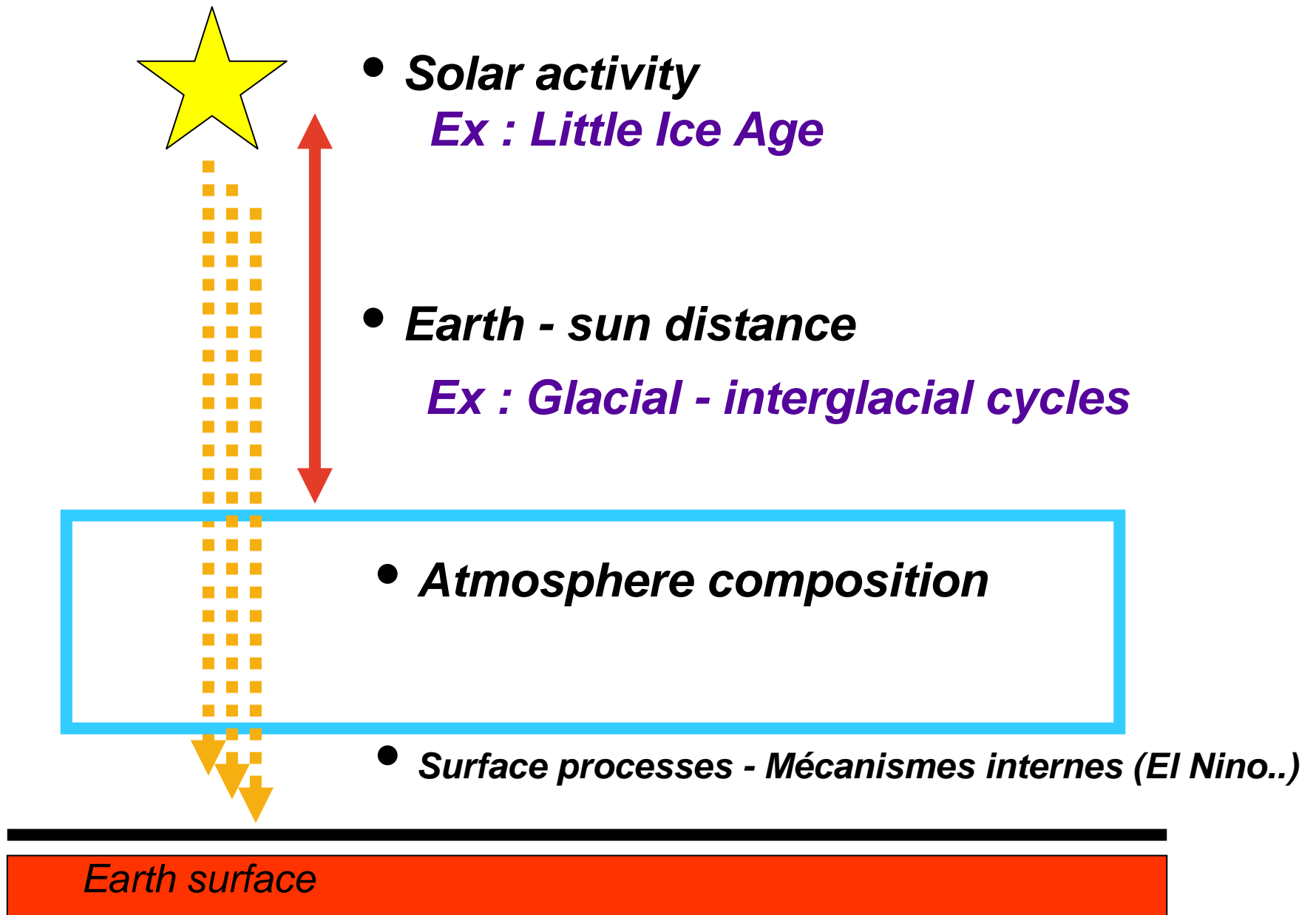
Green House effect:

- water vapor : $+20^\circ \text{C}$
- CO_2 : $+10^\circ \text{C}$

Mean climate needs 492 W/m²



Main causes of Climate change



Glacial - Interglacial Cycles

since 2,7 million years

(cyclicity # 100 000 year)

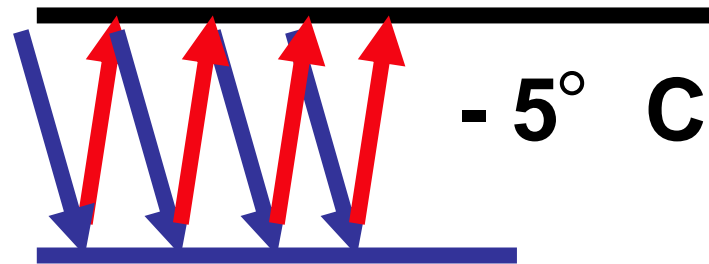
Impact on life?

Cycles: glacial - interglacial

Cycles
100 000 yr

Diapositive 20

Present interglacial



Glacial

***Since 2,7
million years***

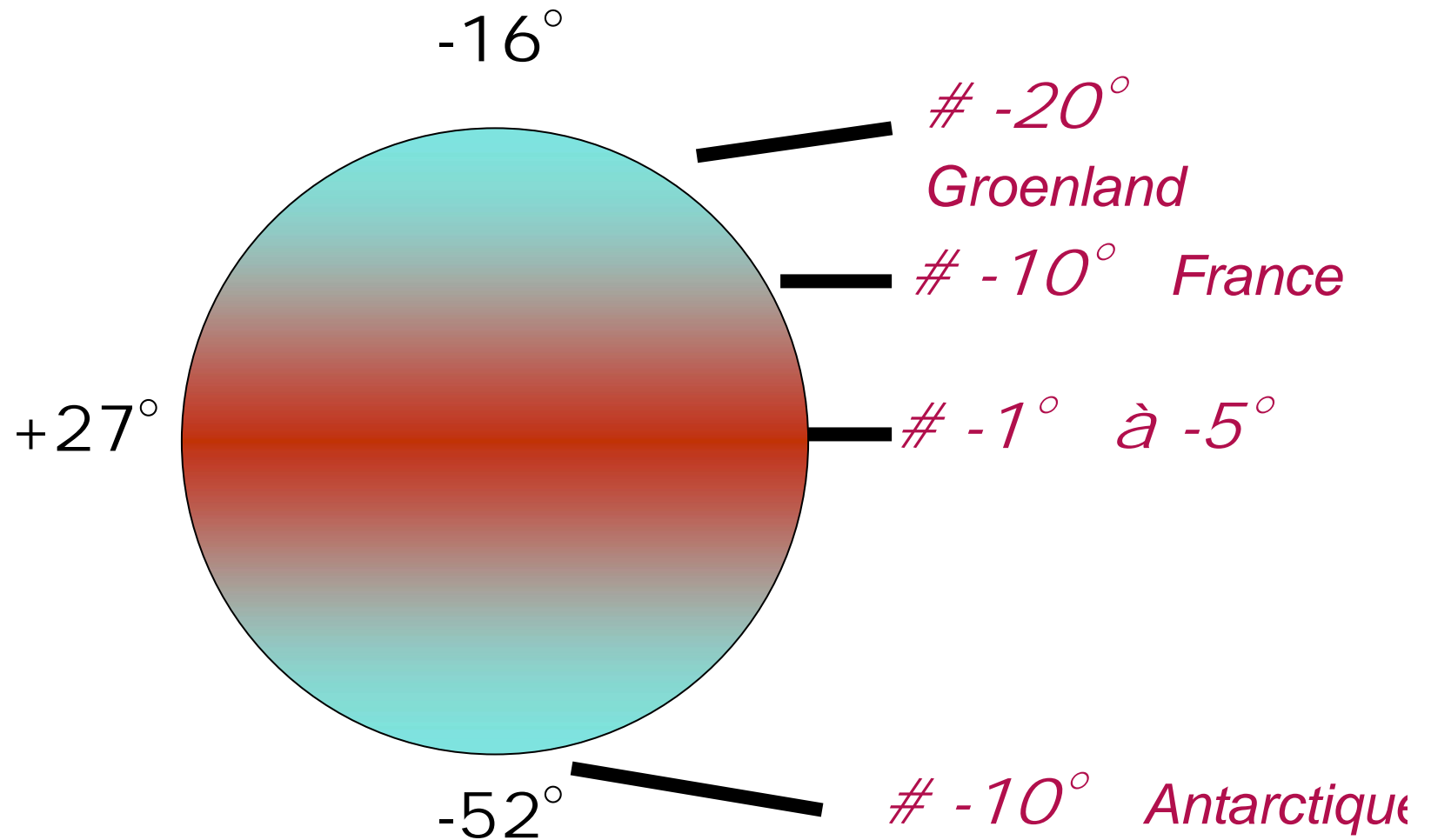
Last Glacial maximum : ~20 000 yr ago

Mean temperature change : -5° C

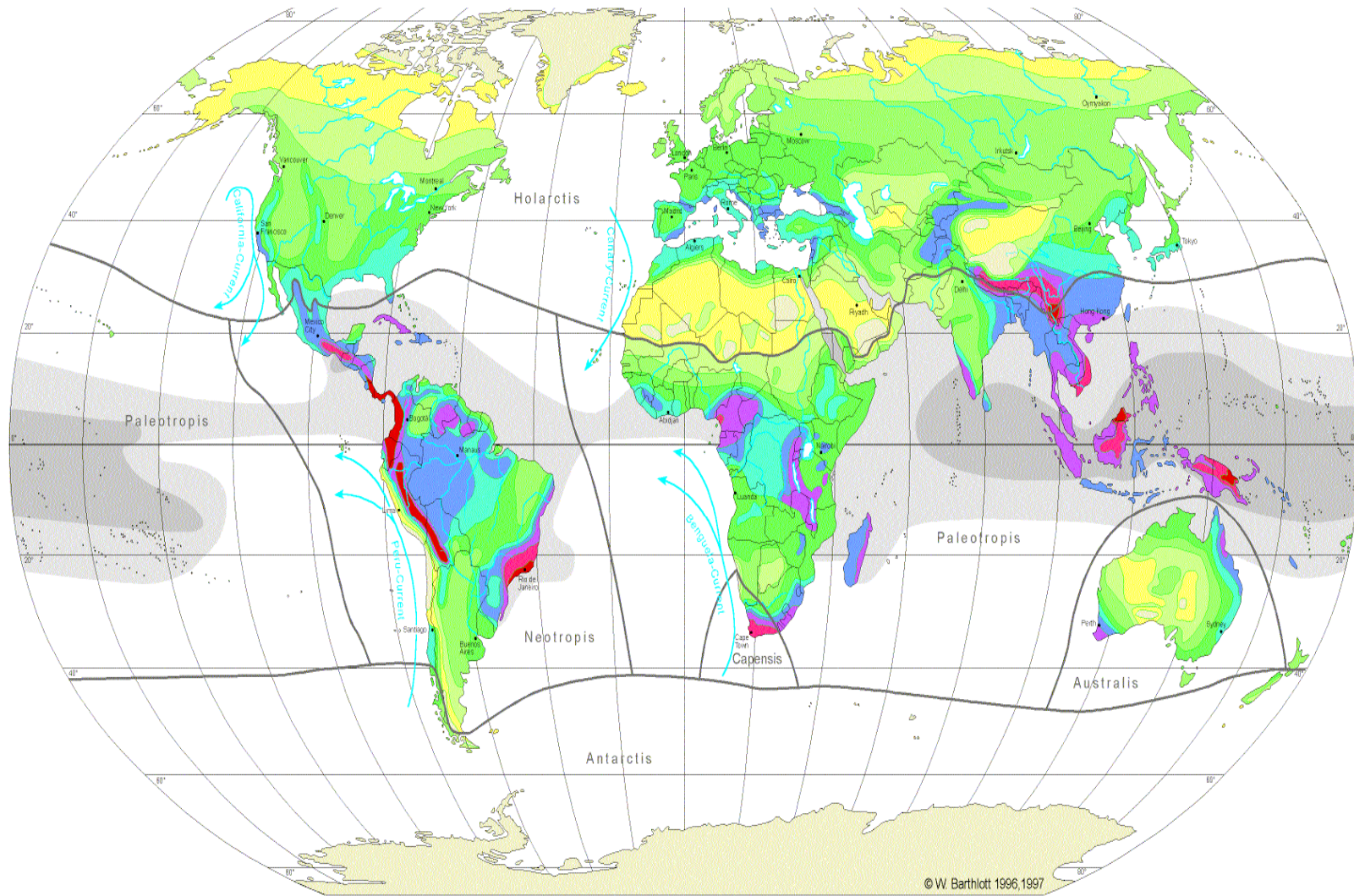


Source « Climat d'Hier à demain », S. Joussaume

Glacial : mean cooling = -5° C



Biodiversity : Number of vascular plants species

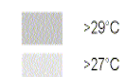


Robinson Projection
Standard Parallels 38°N und 38°S
Scale 1: 130.000.000

Diversity Zones (DZ): Number of species per 10.000km²



sea surface temperature



Capensis floristic regions

cold currents

W. Barthlott, N. Biedinger, G. Braun
F. Feig, G. Kier, W. Lauer & J. Mutke 1997
modified after
W. Barthlott, W. Lauer & A. Pläcke 1996
Department of Botany and Geography
University of Bonn
German Aerospace Research Establishment, Cologne

Cartography: M. Gref
Department of Geography
University of Bonn

Little Ice Age

14th - 19th century



1820



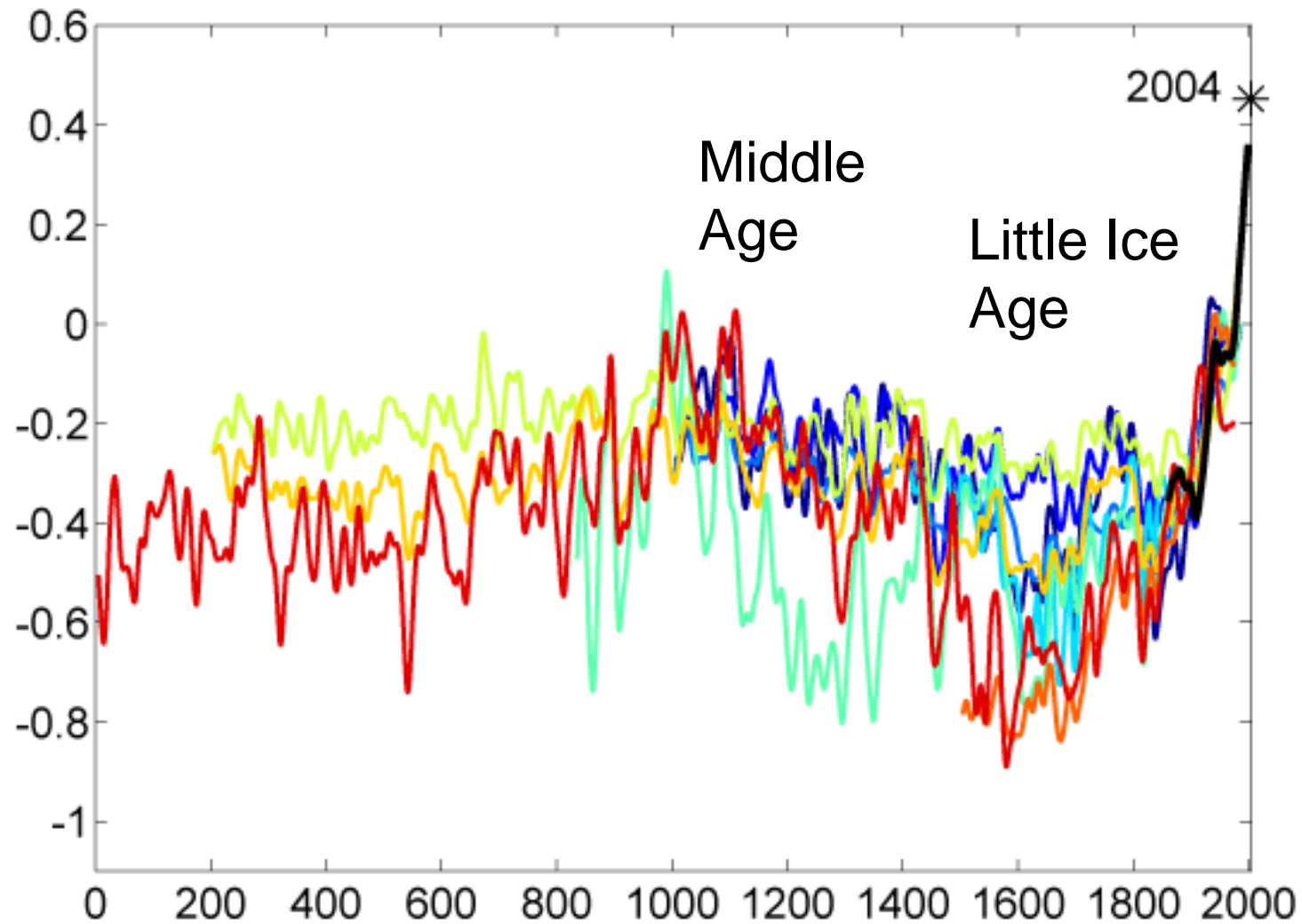
1900



1995

*Aquarelle de S. Birrmann 1820 village des Prats en 1820- Musée de Bâle
Document Louis Reynaud -*

Change in North Hemisphere temperature



Change in front position of European glaciers since 1850

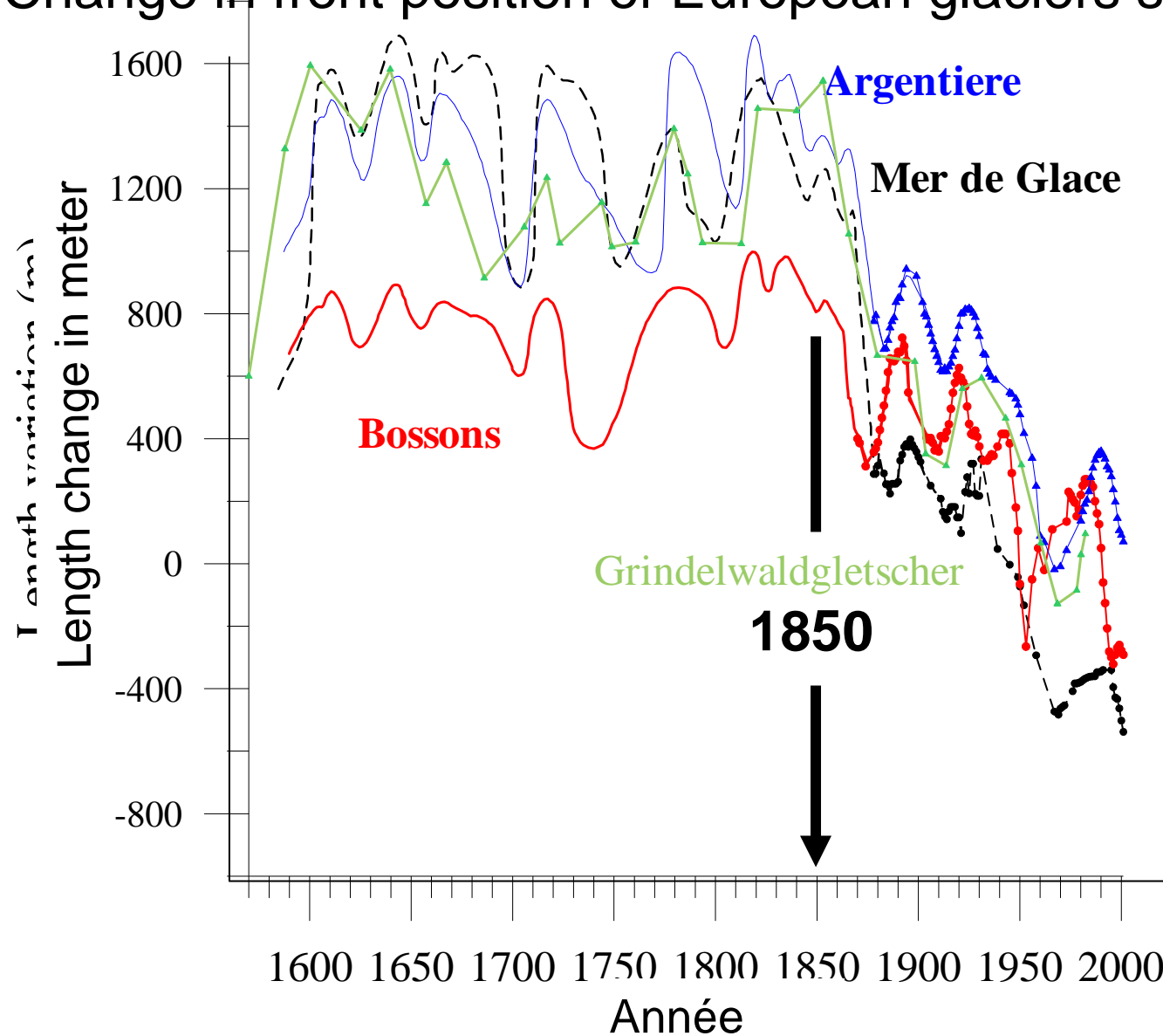


Figure adaptée de Vincent et al., *J. of Geoph. Research*, 2004

M-A Mélières - Climate change and biodiversity... Berchtesgaden - 15/10/2009

Worldwide Shortening of glaciers since 1850 - *IPCC 2007*

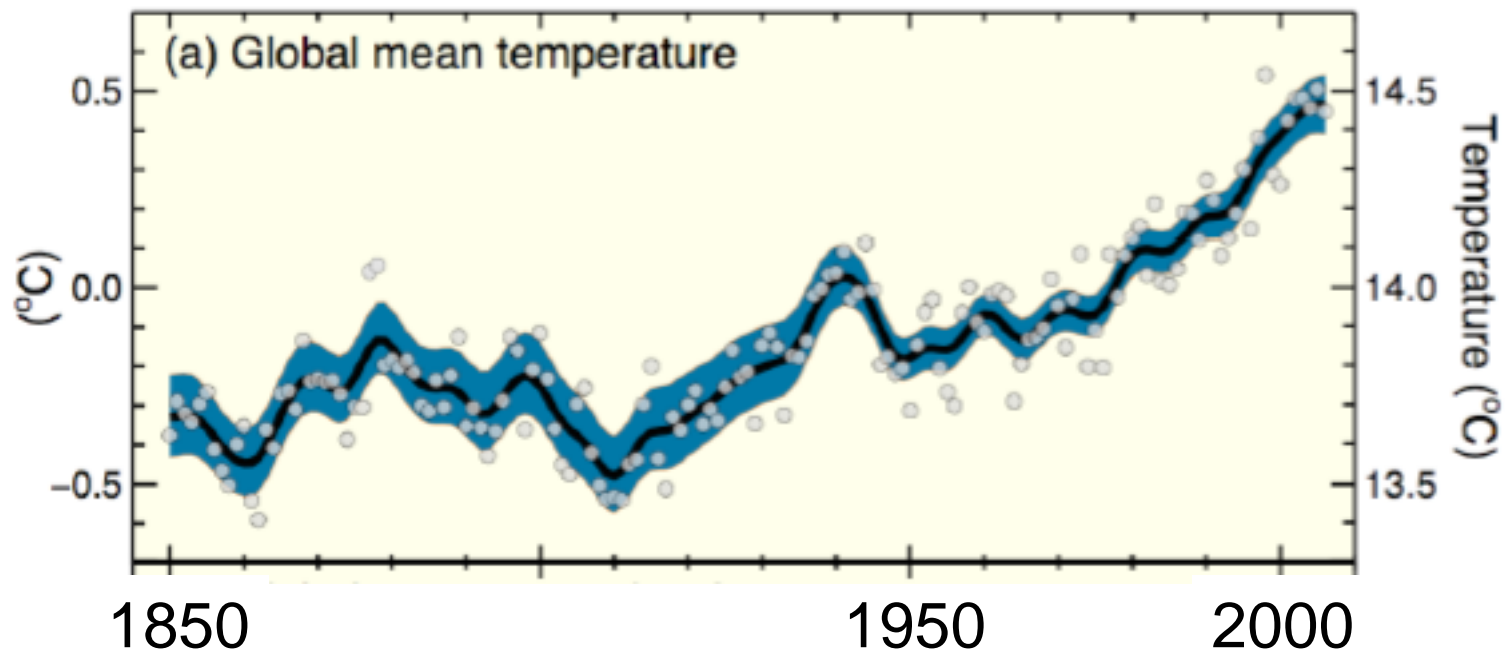
1850

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Last decades climate change

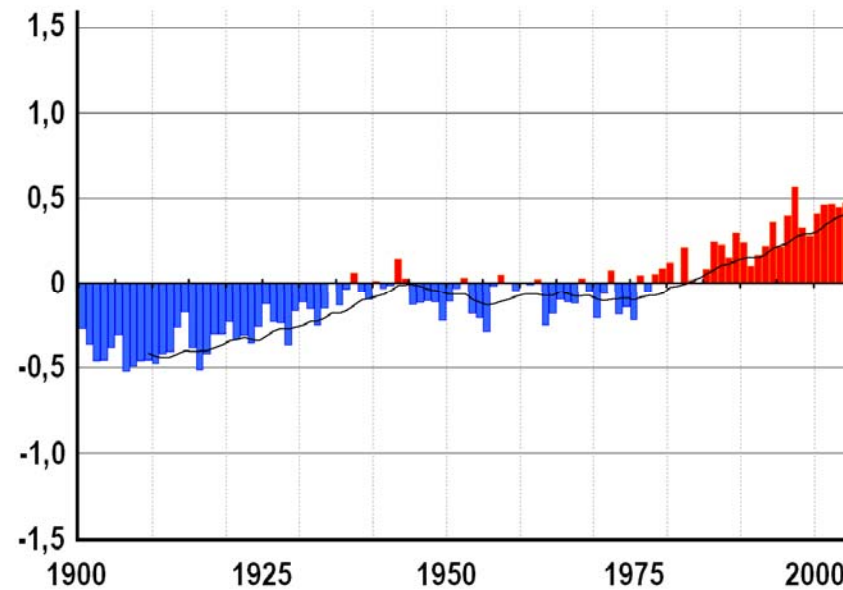
Global mean temperature change

IPCC 2007

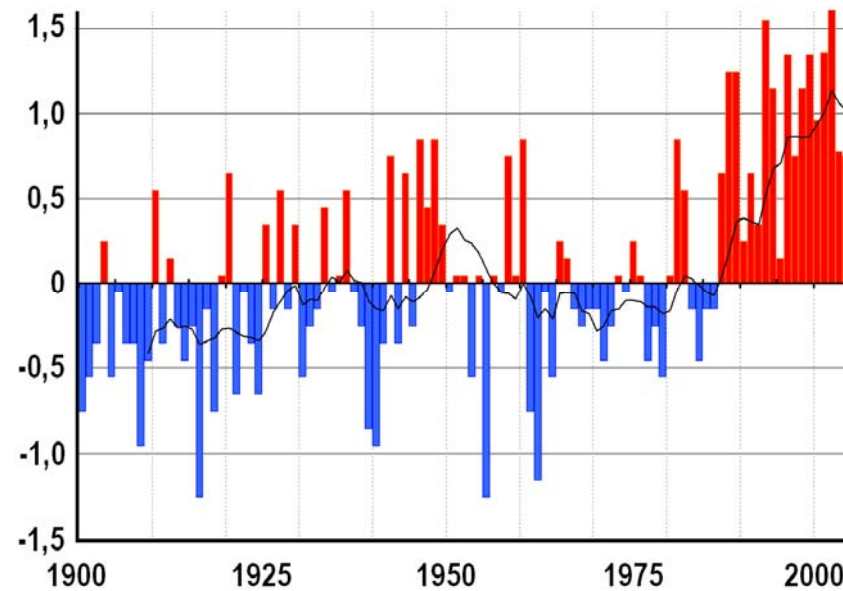


Temperature change 1900 - 2005

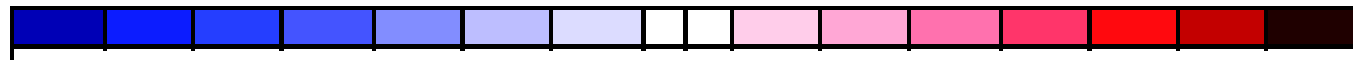
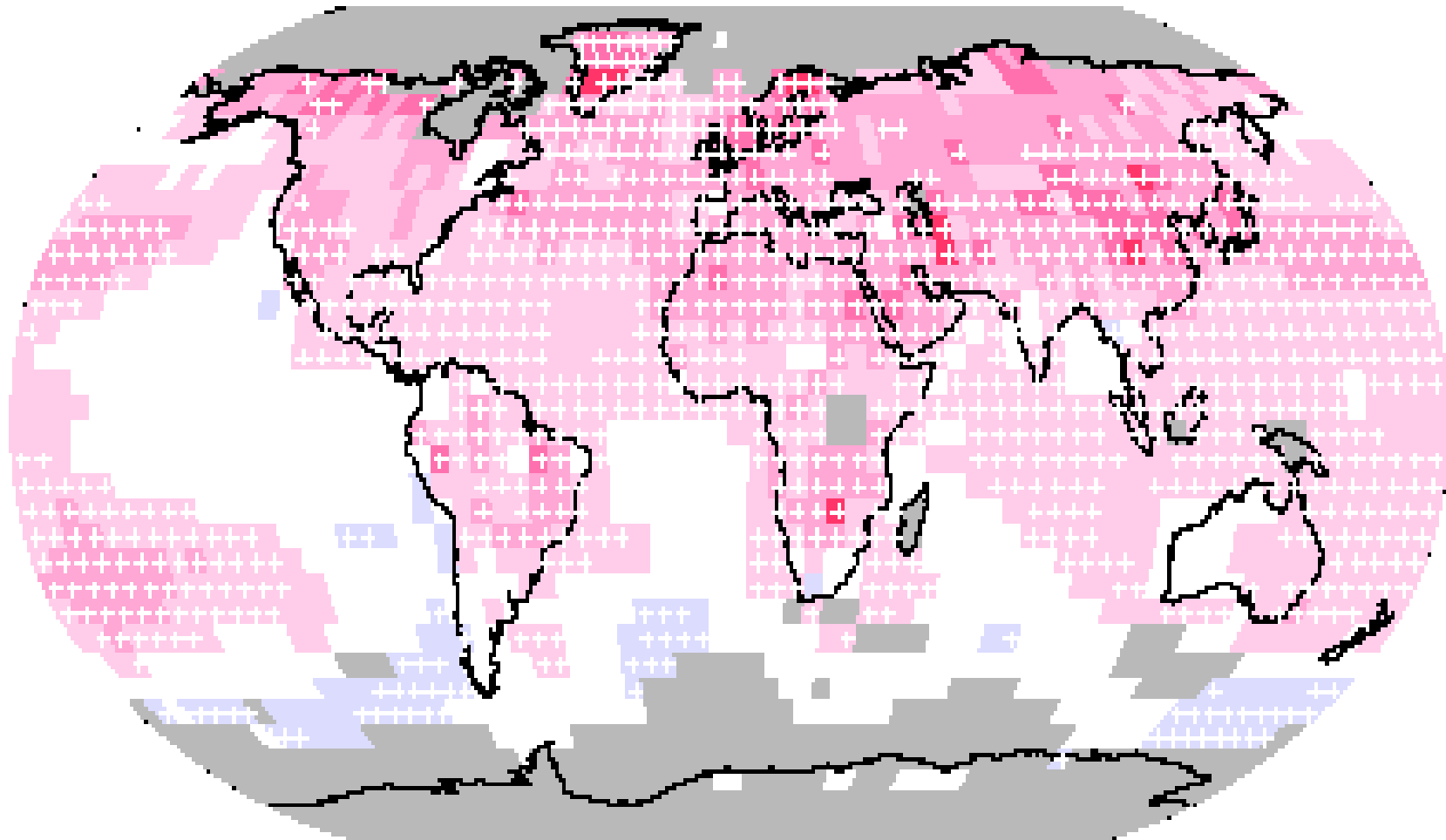
global
GIEC 2007



France
Données Météofrance

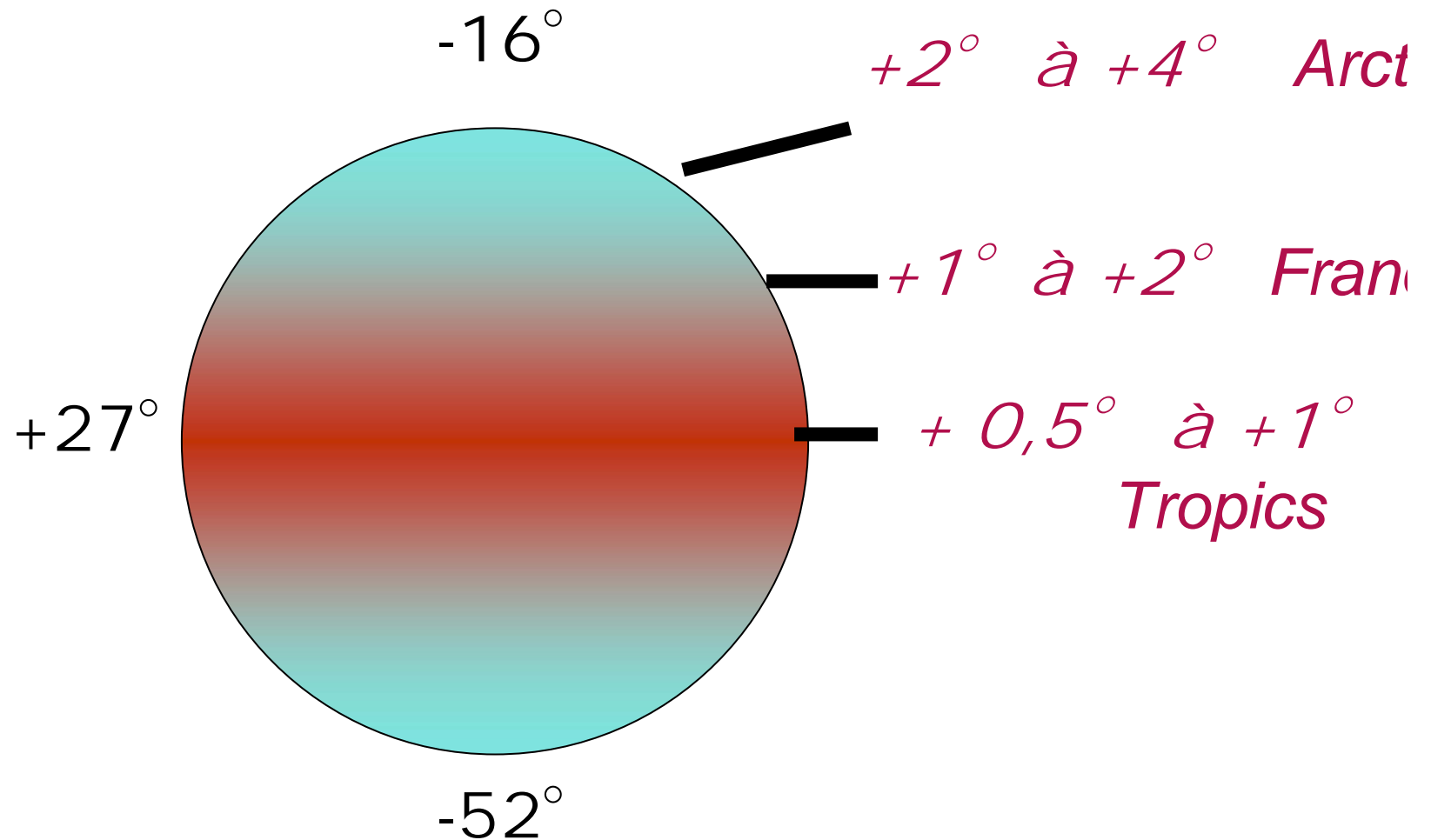


Global warming from 1979 to 2005 ($^{\circ}$ C per decade)



+1 **-** **0** **+0,5** **+1**
° ° ° ° °
0,5

global warming on the last decades :
Order of magnitude

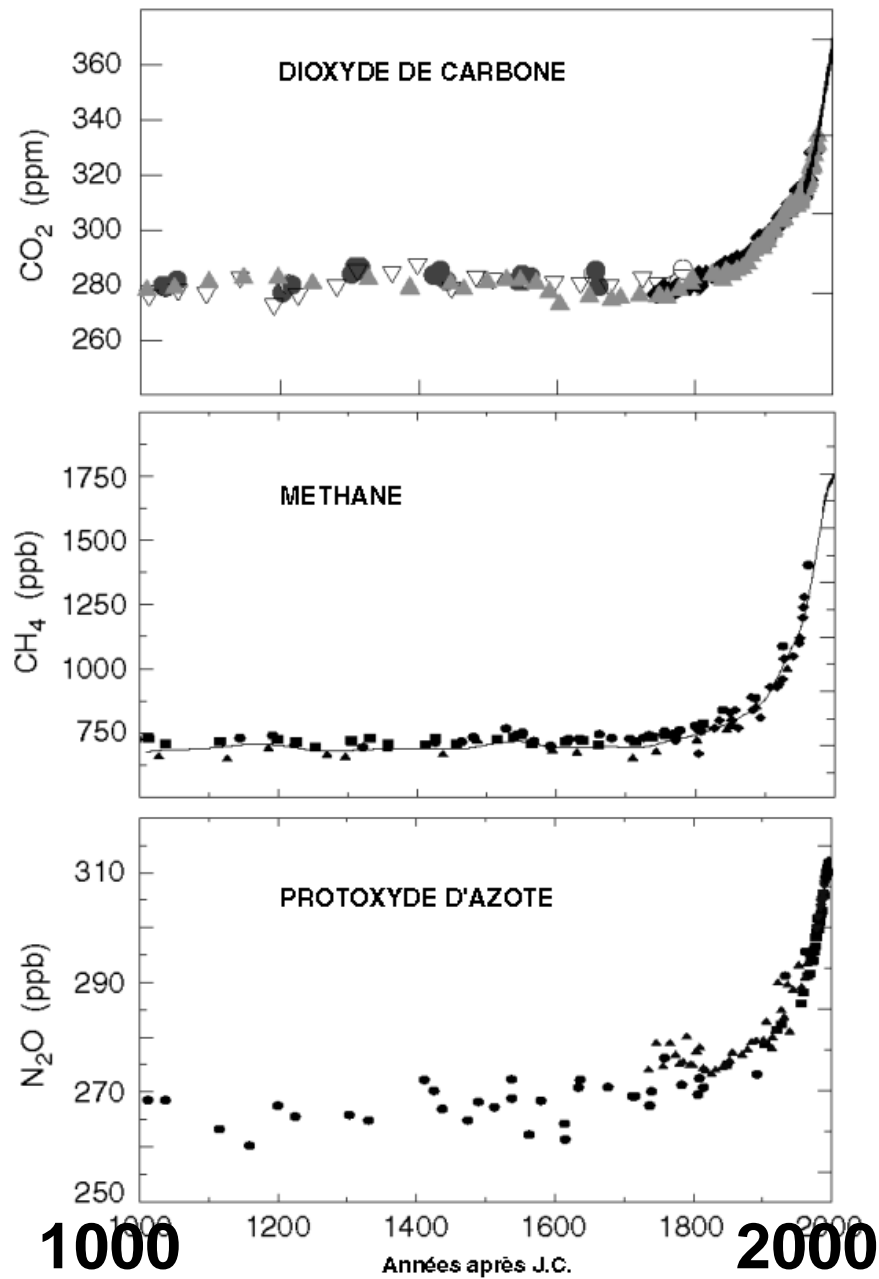


Last decades climate change :

Global warming is

- not due to sun activity**
- but to greenhouse gaz emission**

Greenhouse gaz emission du to man activity

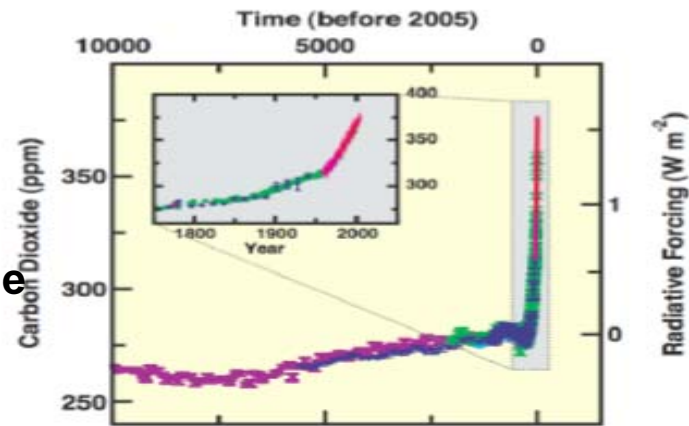


Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data

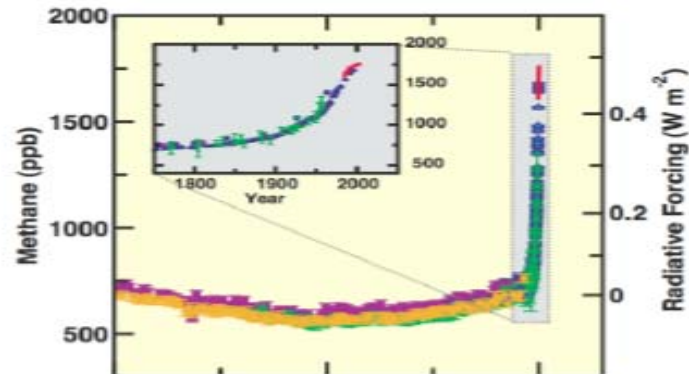
(GIEC 2007)



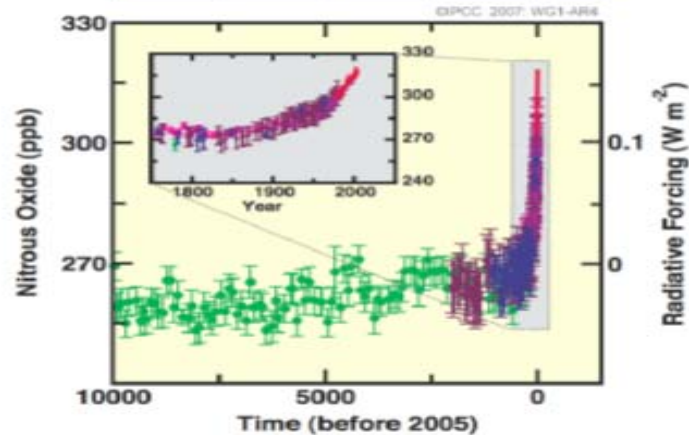
CO₂ (ppm)
Dioxyde de carbone



CH₄ (ppb)
Méthane

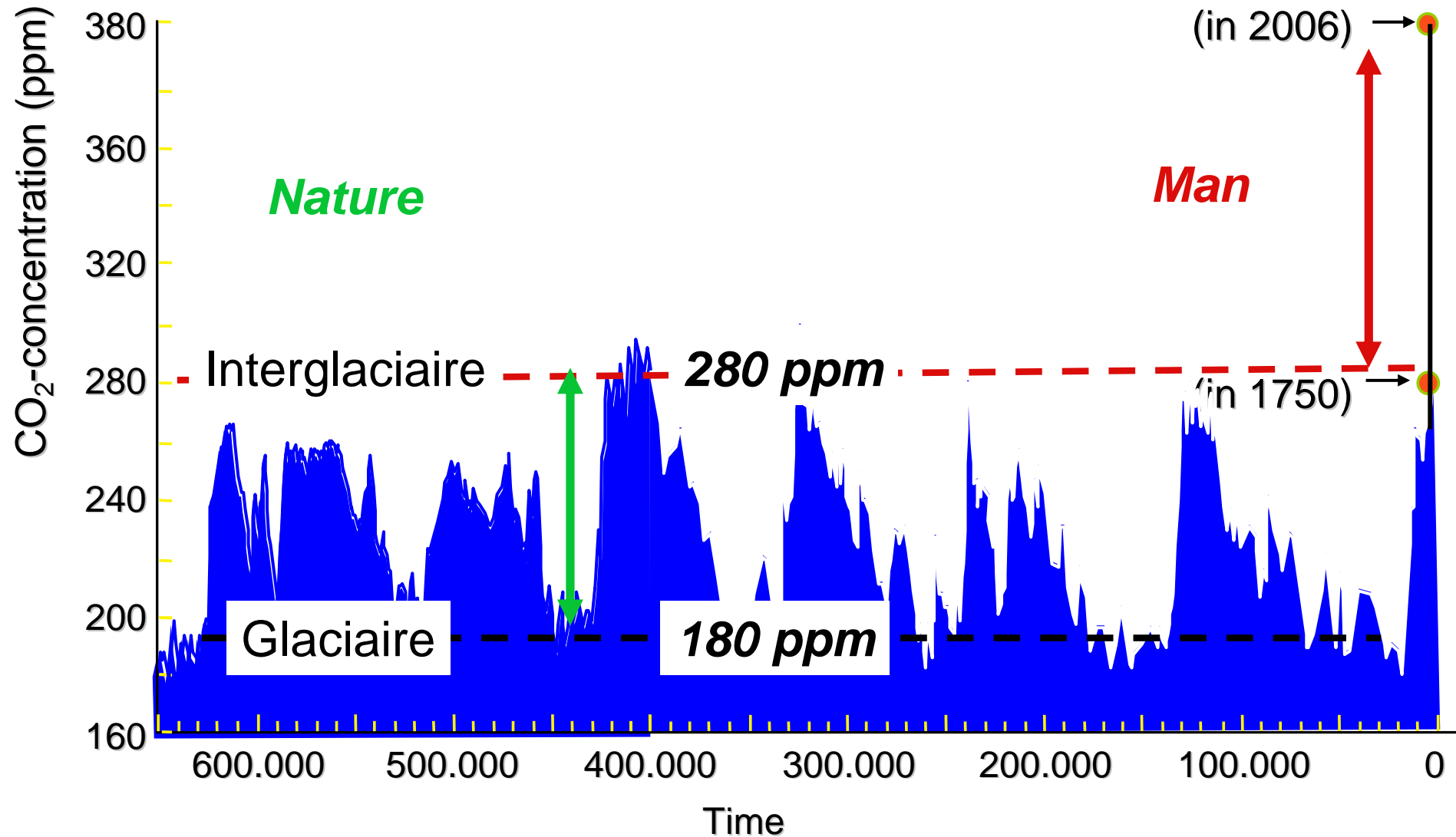


N₂O (ppb)
Oxyde nitreux



10 000 ans actuel

Change in atmospheric CO₂ since 600 000 yr

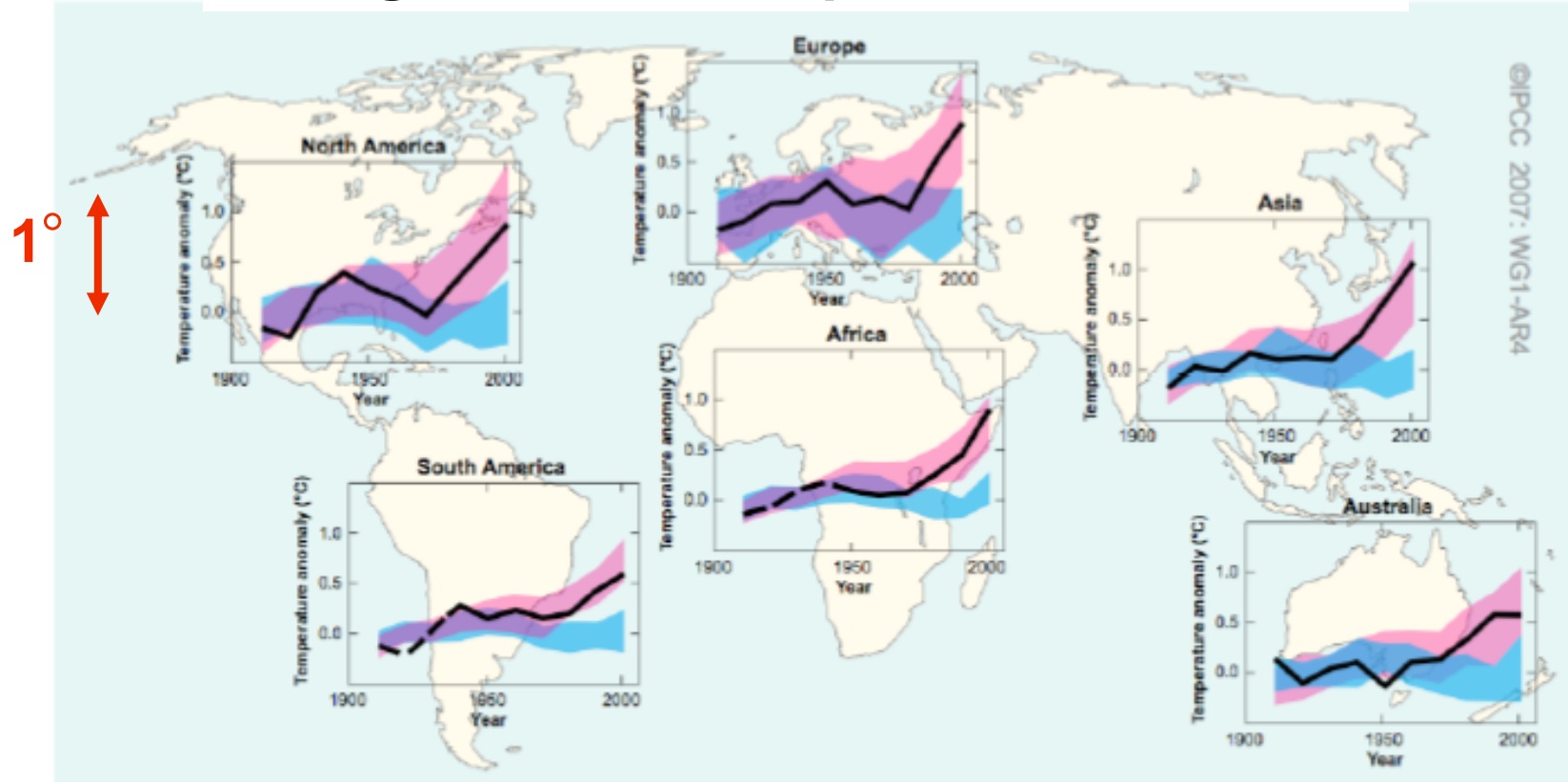


Siegenthaler U et al. (2005) Science 310:1313, Petit JR et al. (1999) Nature 399:429

M-A Mélières - Climate change and biodiversity... Berchtesgaden - 15/10/2009

© Ch Körner

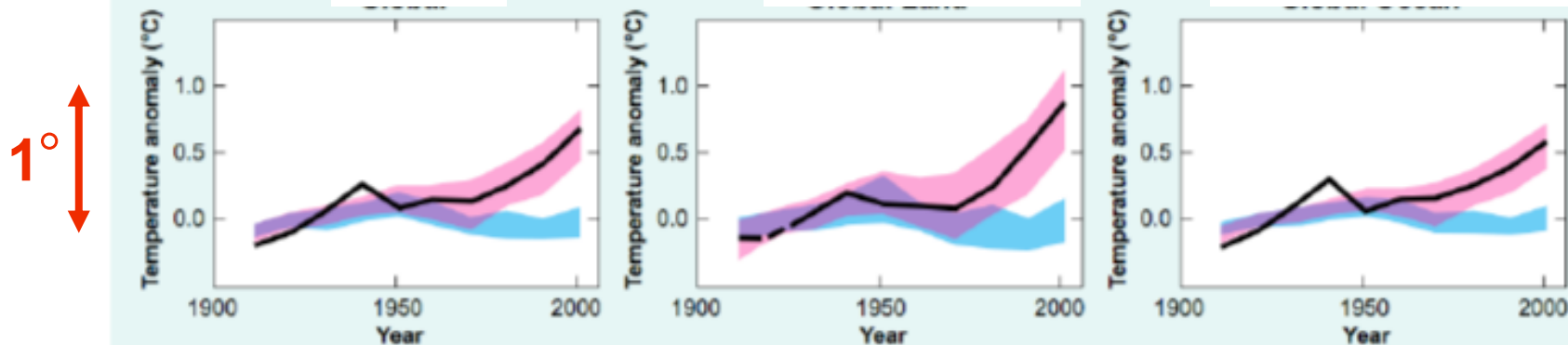
Change of mean temperature 1900 -2000



Global

Global : soils

Global : oceans



Recent climate change : Impacts on :

1 - environment

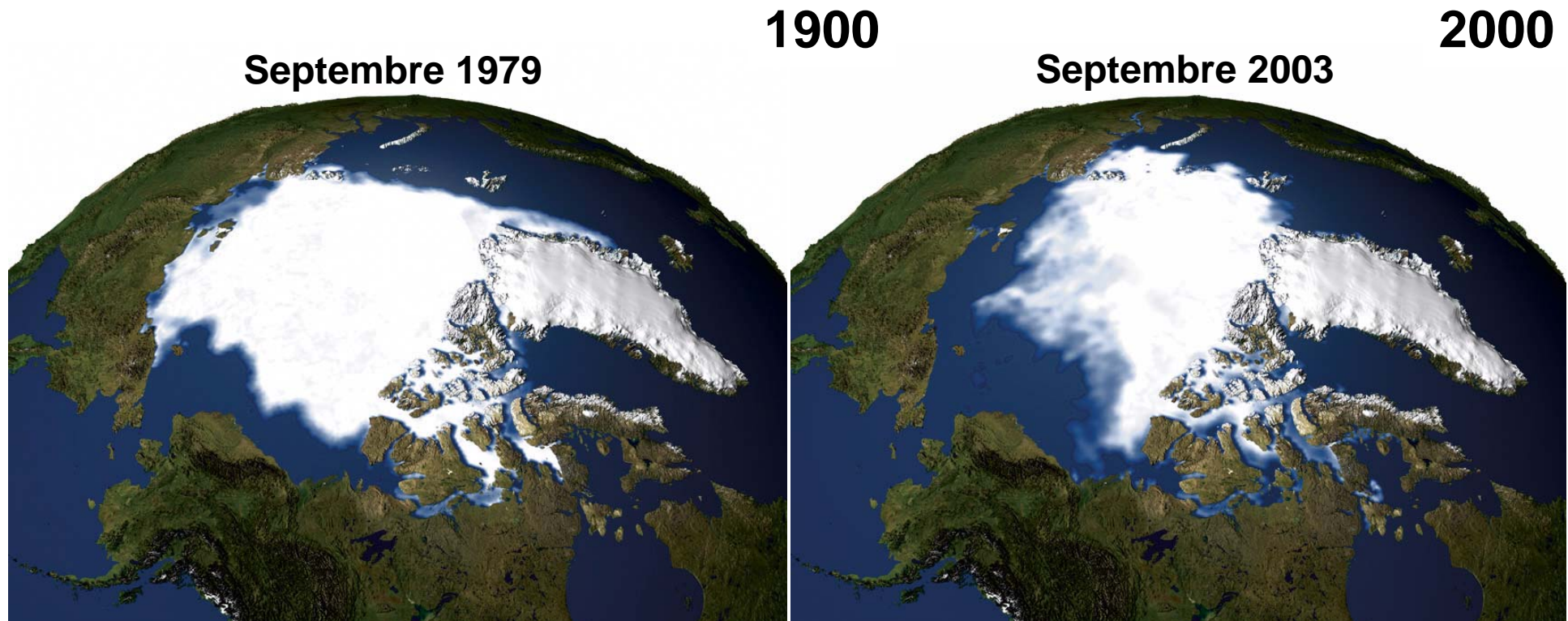
2 - biosphere

Arctic : Sea ice

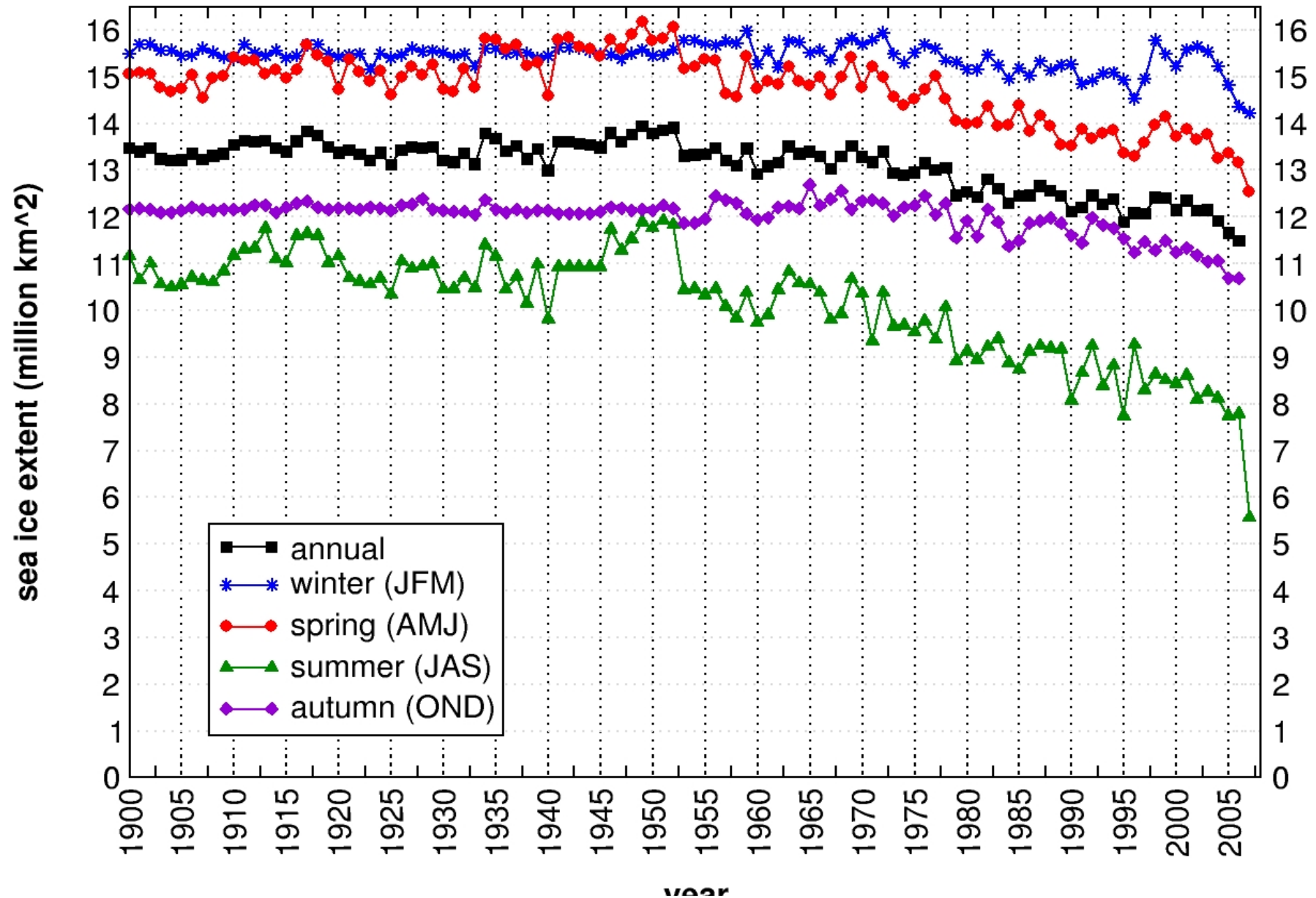
The most important warming occurs in Arctic

- Sea-ice becomes smaller and thinner***

▪



Northern Hemisphere Sea Ice Extent



Extension de la banquise en avril :
Banquise âgée : de 6 ans (violet) - de 1 an (rouge)

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Moyenne

avril 2008

Image NSIDC

Arctic : permafrost

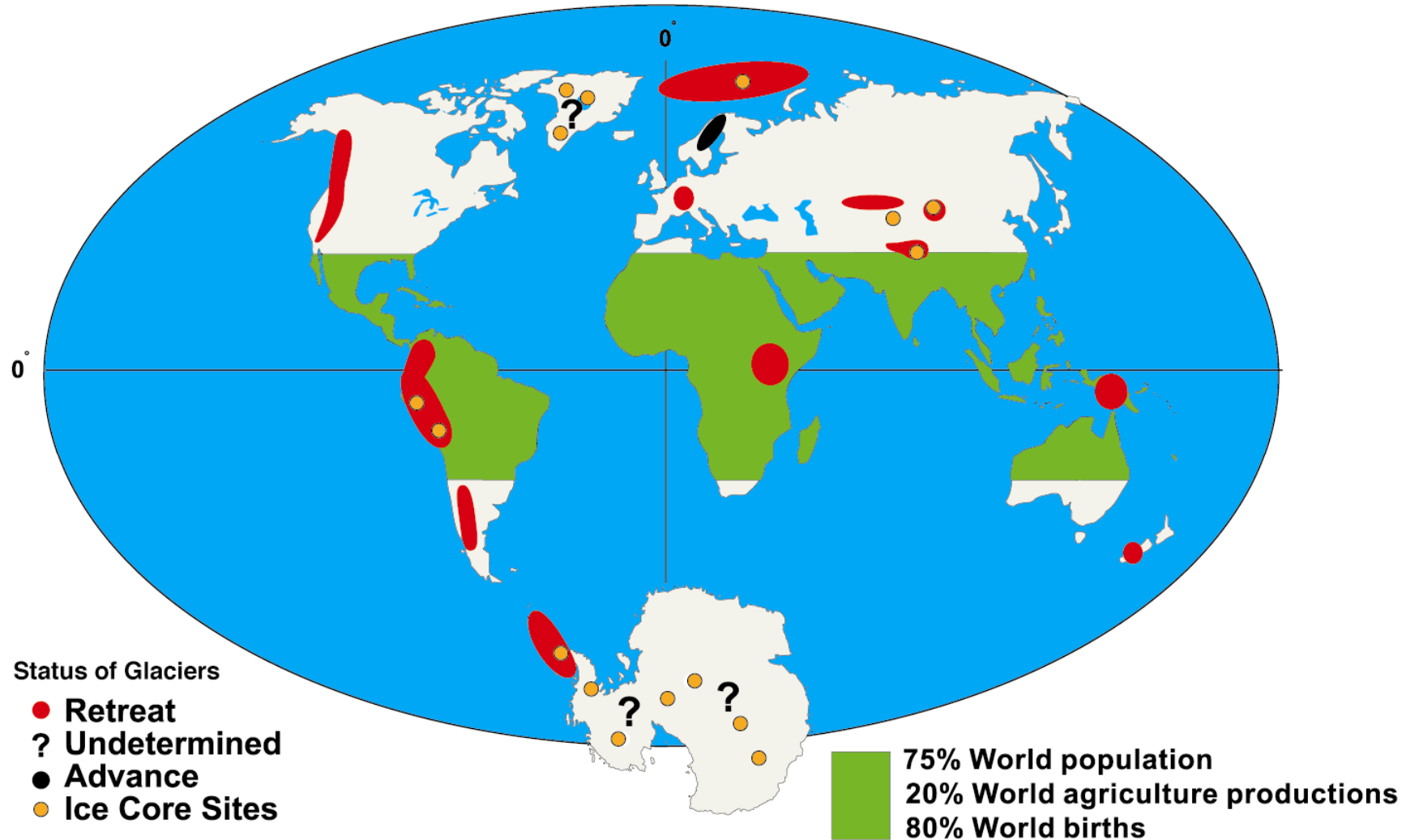
QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

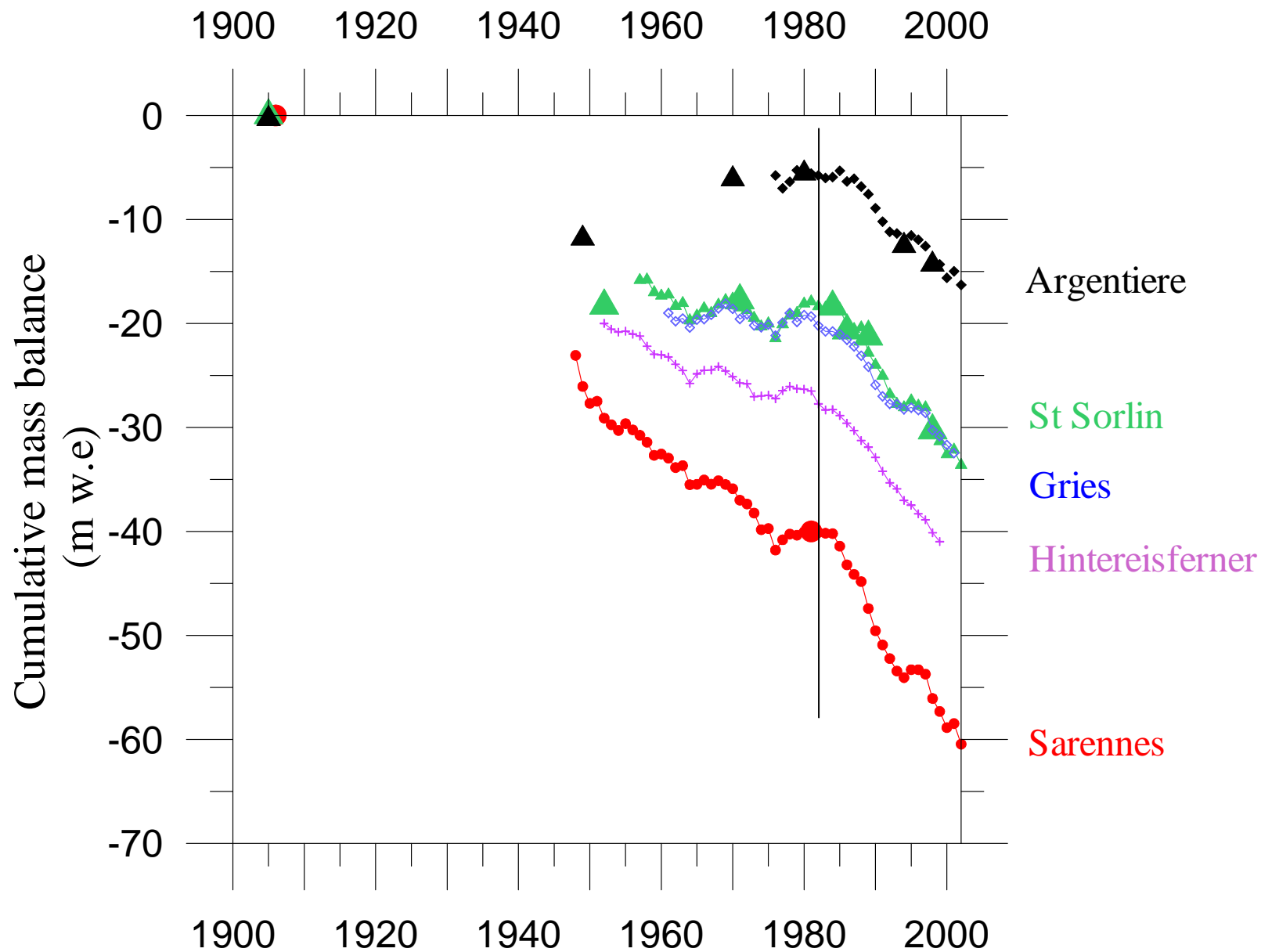
1978
Tundra

1998
Wet land

Central Alaska
Source : Arctic.noaa.gov

20th Century Changes in Glaciers



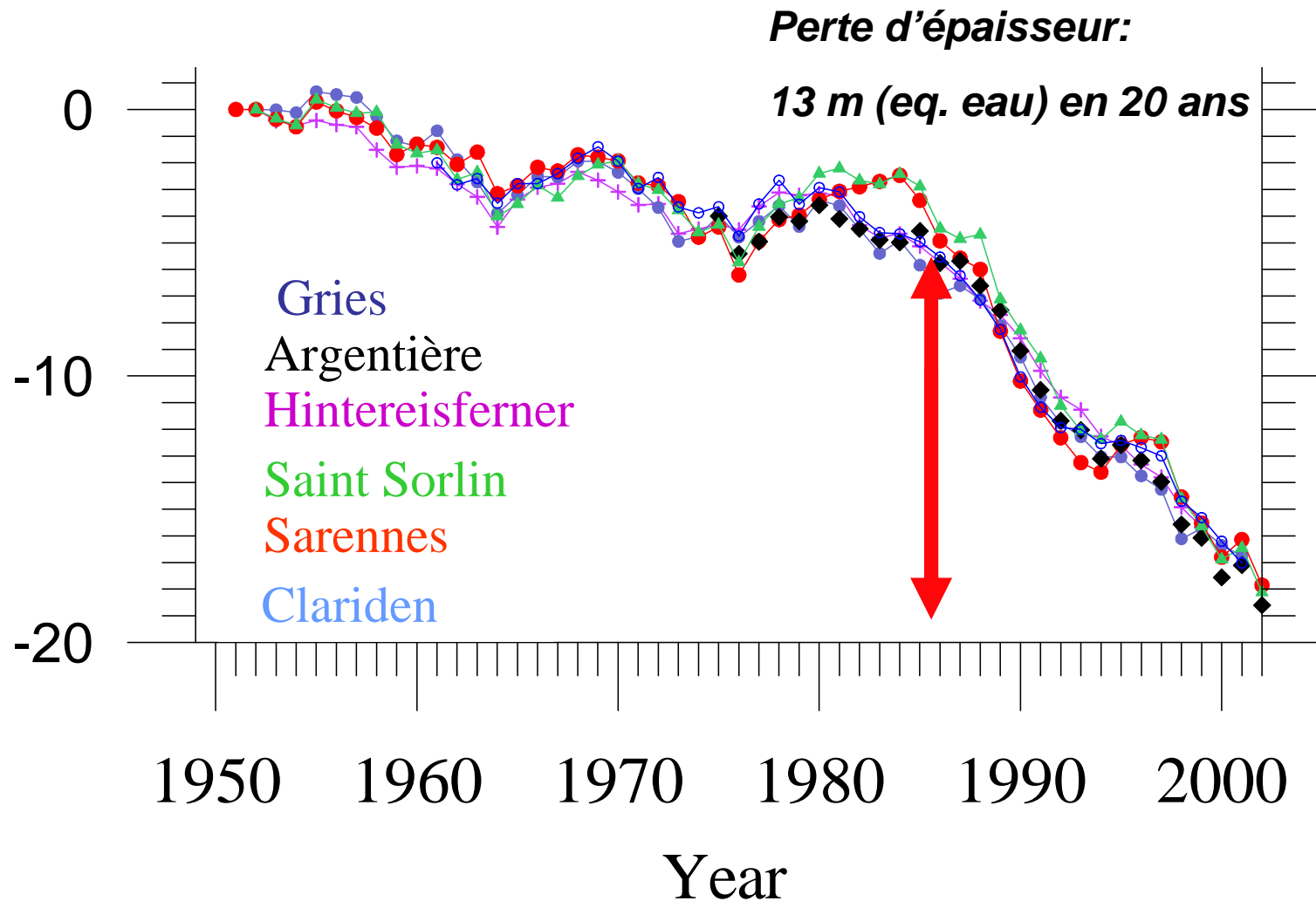


Adapted from Vincent et al., J. of Geoph. Research, 2004

M-A Mélières - Climate change and biodiversity... Berchtesgaden - 15/10/2009

Cumulative mass balance adjusted
on Σ Cumulative mass balance
adjusted on St Sorlin trend (m.w.e.)

Decrease in mass balance of 6 Alpine glaciers



Adapted from Vincent et al., J. of Geoph. Research, 2004

M-A Mélières - Climate change and biodiversity... Berchtesgaden - 15/10/2009

Change in mean thickness of alpine glaciers

Loss		
From	1850 to 1970/80	25 cm / yr
From	1980 to 2000	65 cm / yr
<i>in 2003</i>		<i>300 cm</i>

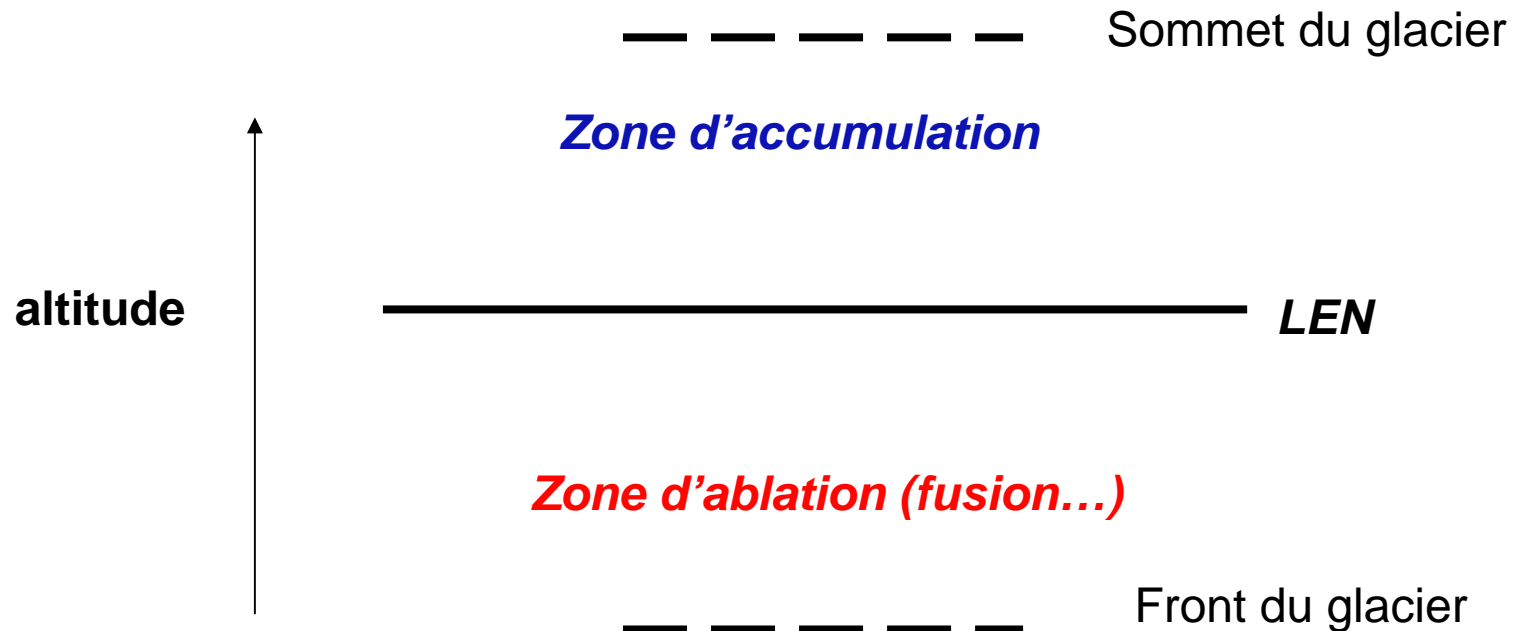
Comm. Haeberli, ETH, Zürich, 2004

Cumulative glacier budgets of 15 worldwide areas from 1953 to 2004 (*source B. Francou et C. Vincent 2007*)



QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Ligne d'Equilibre en Altitude (LEA)



Si la LEN est plus haute que le sommet du glacier, le glacier est condamné à disparaître :


Actuellement

Pyrénées	LEN vers 3000 m
Alpes	LEN vers 3000 m
Andes (Bolivie)	LEN vers 5250 m
Papouasie	LEN vers 4700 m

North hemisphere snowcover

Snowcover is diminishing : Canada 2 weeks in 50 years

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.



1955

**200
0**

***Change
in snow deck
in March -April***

***(1988-2004)
minus
(1967-1987)***

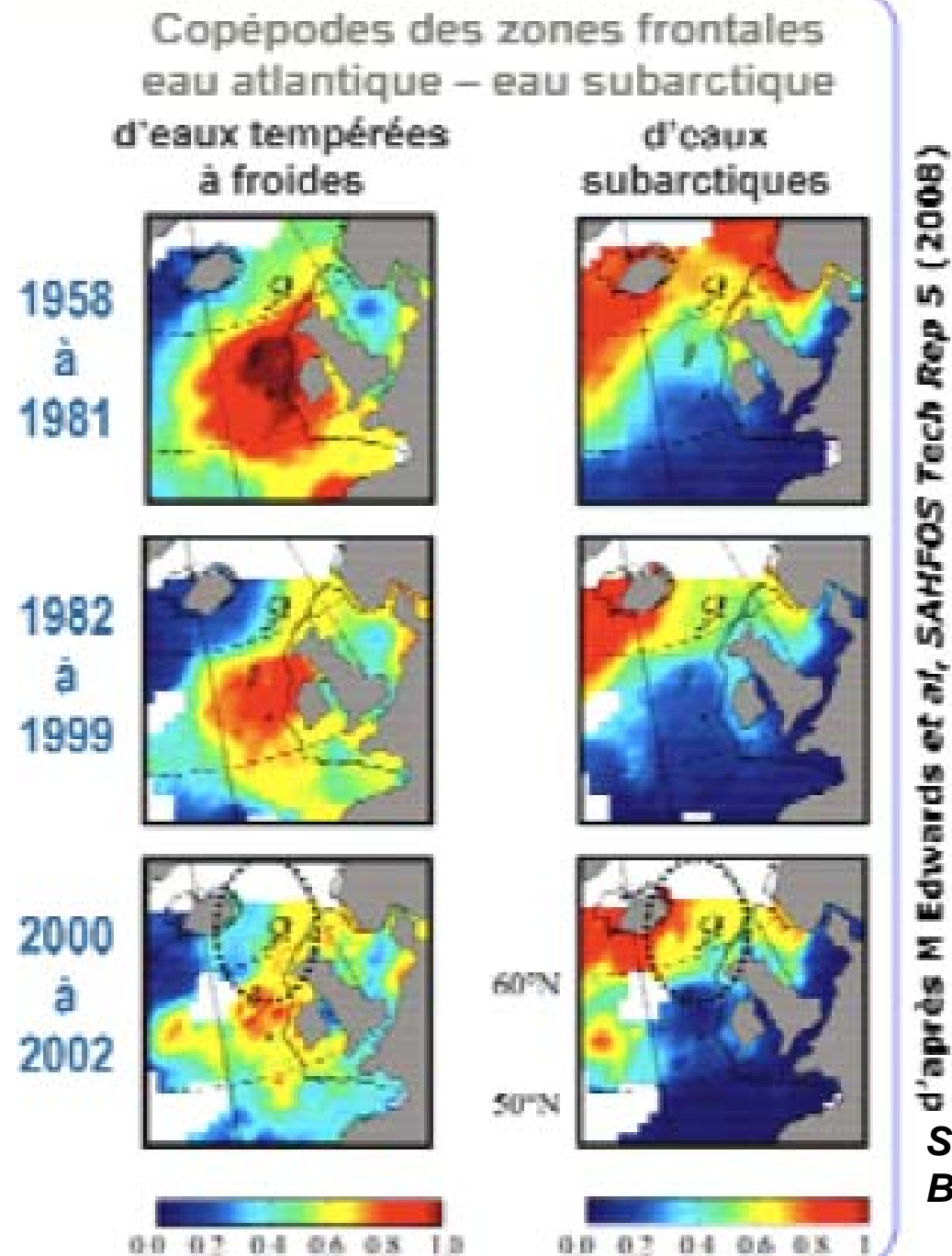
QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Impact on Biosphere

Warming : migration

- northward (in H.N.)
- higher elevation

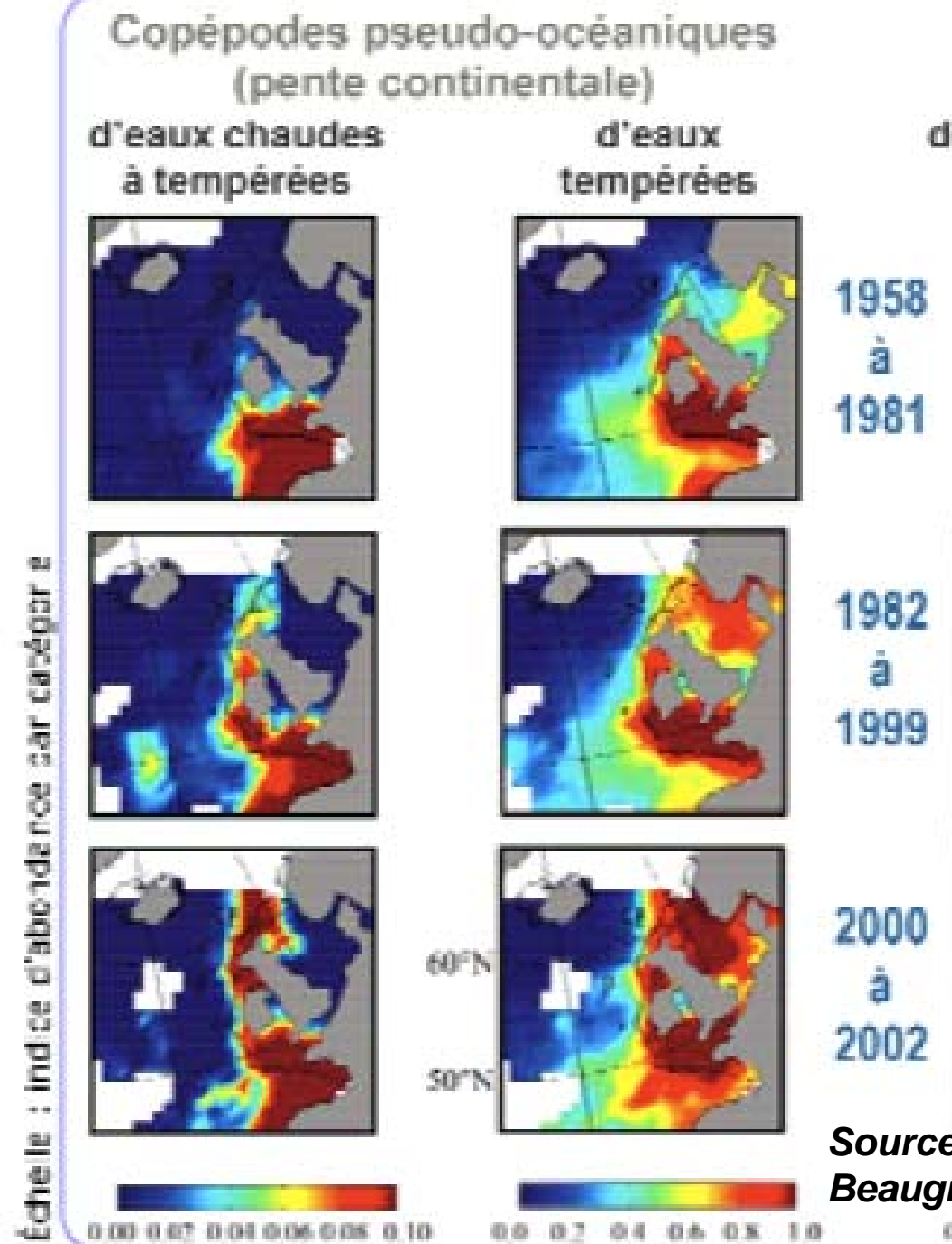
**Zooplankton
north atlantic
Cold species :
decrease**



Source :
Beaugrand et al.2002

**Zooplankton
north atlantic :
warm species**

North migration



**Source :
Beaugrand et al.2002**

Caterpillar (Chenille processionnaire)

Migration : northward + higher altitude

Aire maximale
entre 1969 et 1979



Distribution en 2005

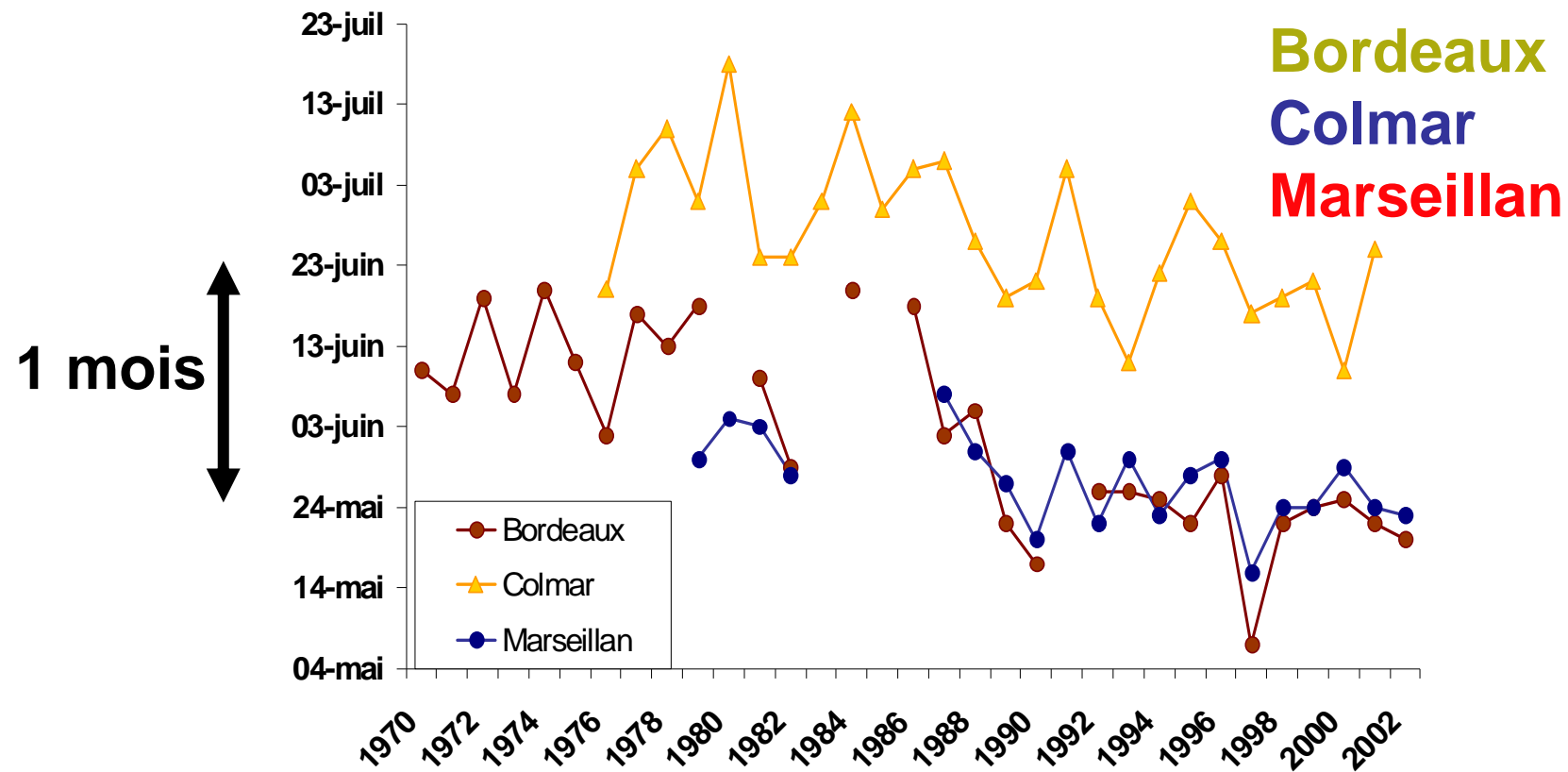


Impact on biosphere

Earlier warming :

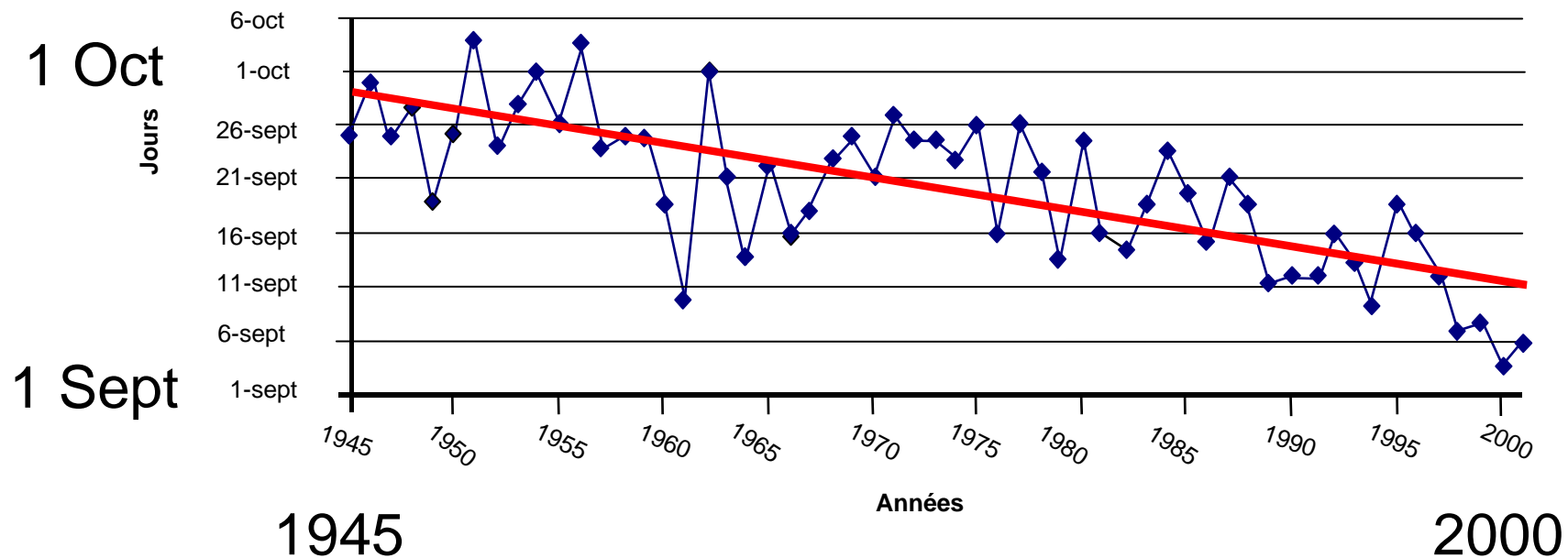
- **2 to 3 weeks earlier
in vegetation cycle**
- **disruption in ecosystems**

La phénologie de la vigne..



**Evolution de la date de floraison du Chasselas
(base de données Phenoclim)**

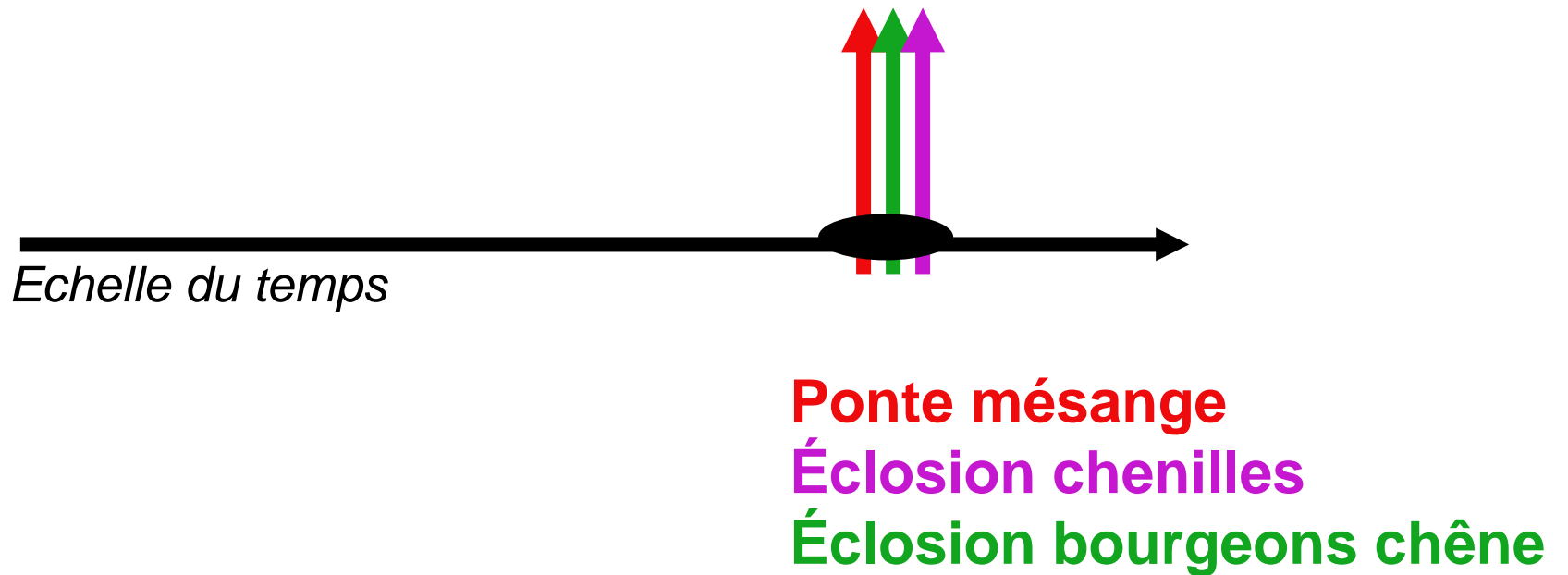
Evolution des dates de vendanges de 1945 à 2000 à Châteauneuf du Pape - (Ganichot 2001- INRA)



Impact on animals

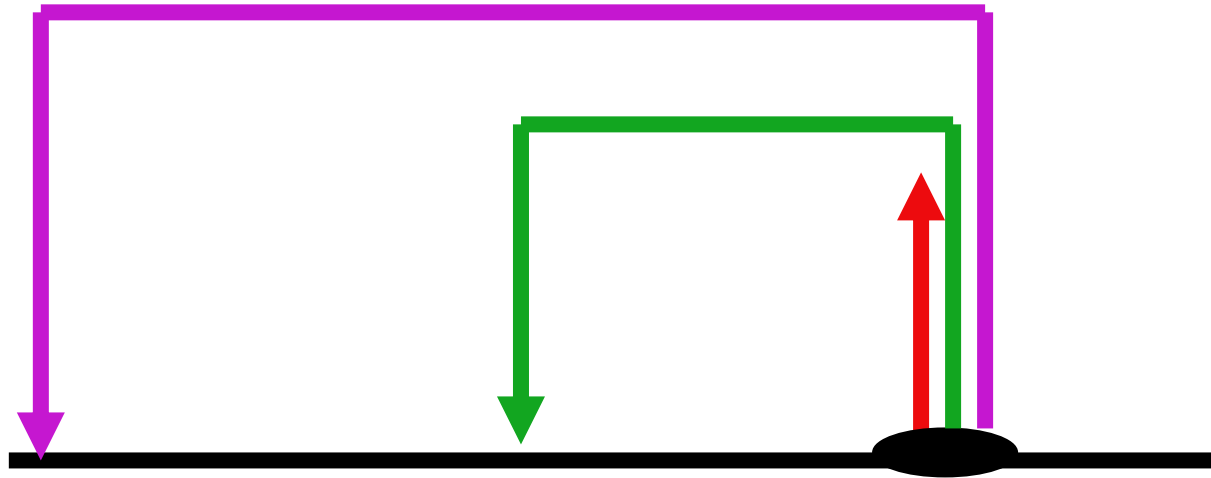
Change in dates of food resources

Le chêne, la chenille et la mésange



Le chêne, les chenilles et la mésange

Évolution sur les 2 dernières décennies



**Éclosion
Chenilles**

**2 à 3 semaines
d'avance**

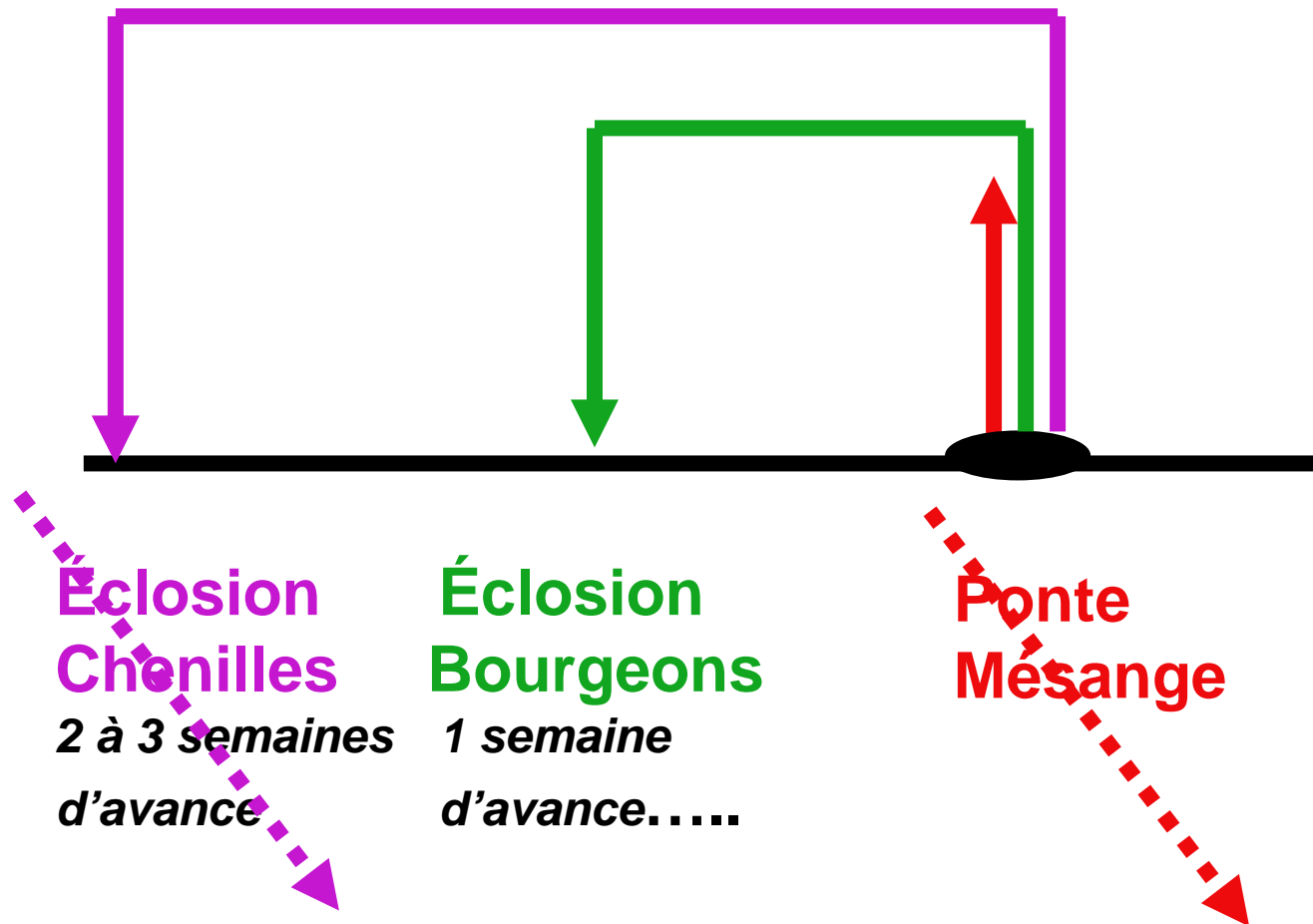
**Éclosion
Bourgeons**

**1 semaine
d'avance.....**

**Ponte
Mésange**

Le chêne, les chenilles et la mésange

Évolution sur les 2 dernières décennies





Le réchauffement en arctic fragilise la reproduction (ours blanc, phoques..) suite à la forte régression de la banquise

Futur climat change?

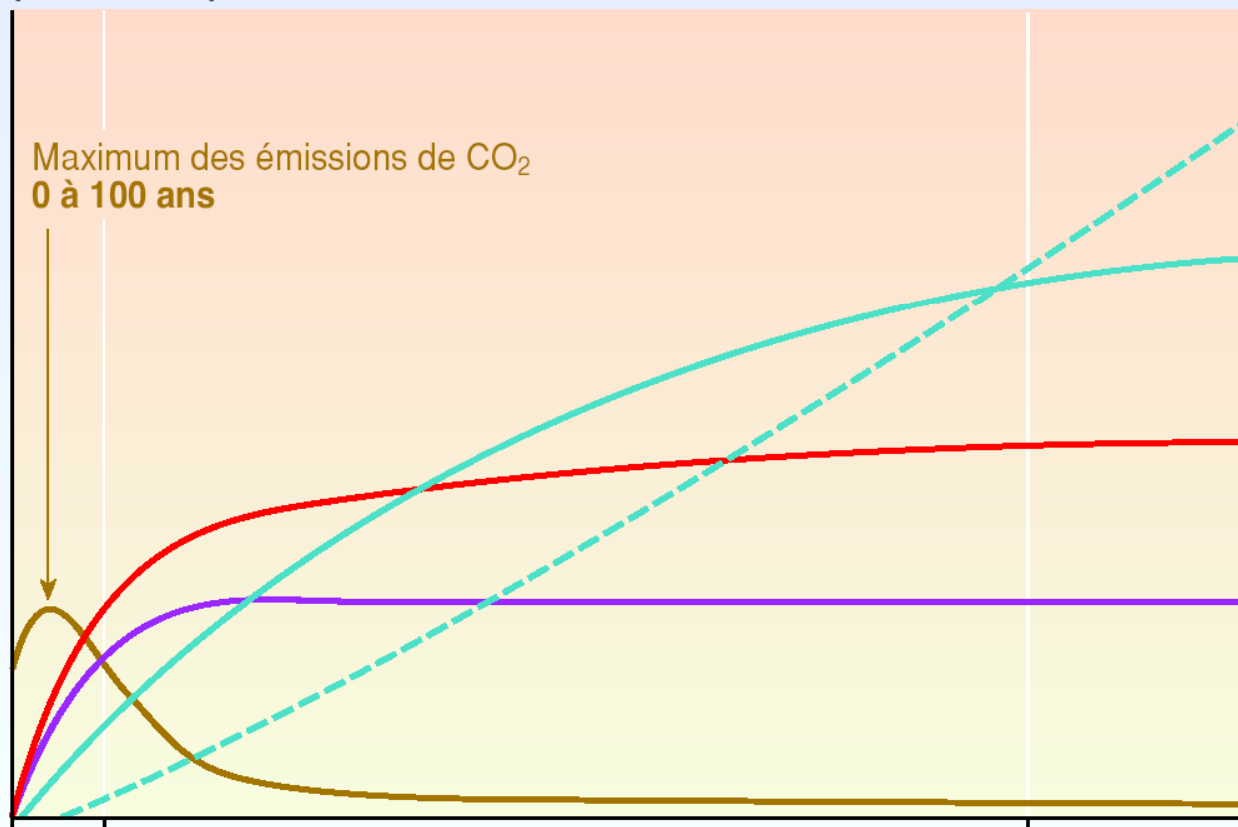
(Change 2000 - 2100)

Modeles : Emission (CO₂, CH₄...), Concentration , Temperature , Sea level..

La concentration de CO₂, la température, et le niveau de la mer continuent d'augmenter bien après la réduction des émissions

Ampleur de la réponse

Maximum des émissions de CO₂
0 à 100 ans



Temps nécessaire pour
parvenir à l'équilibre

Elévation du niveau de la mer
due à la fonte des glaces :
Plusieurs milliers d'années

Elévation du niveau de la mer
due à la dilatation thermique :
Des siècles à des millénaires

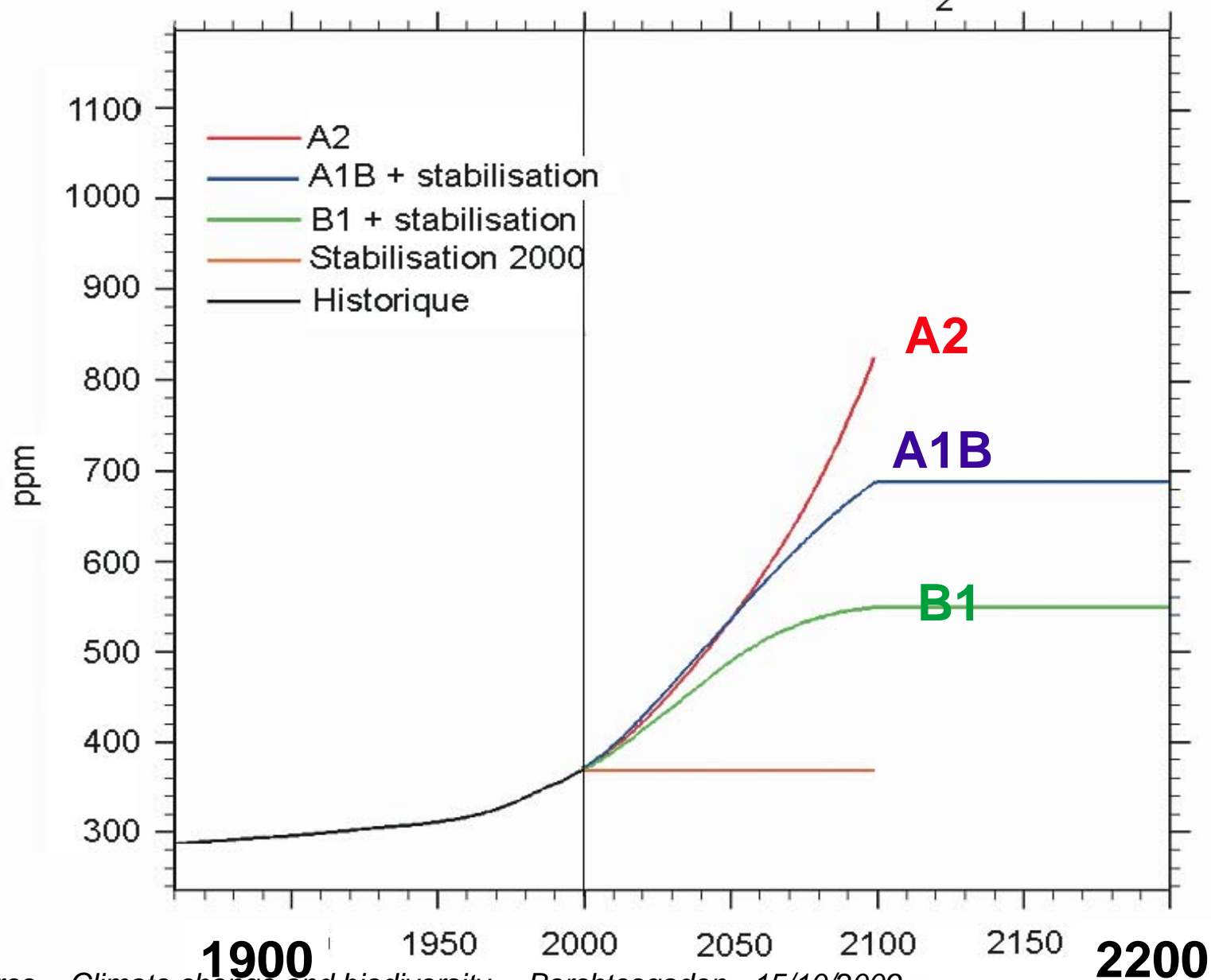
Stabilisation de la température :
Quelques siècles

Stabilisation du CO₂ :
100 à 300 ans

Emissions de CO₂

Scénarios - *GIEC 2007*

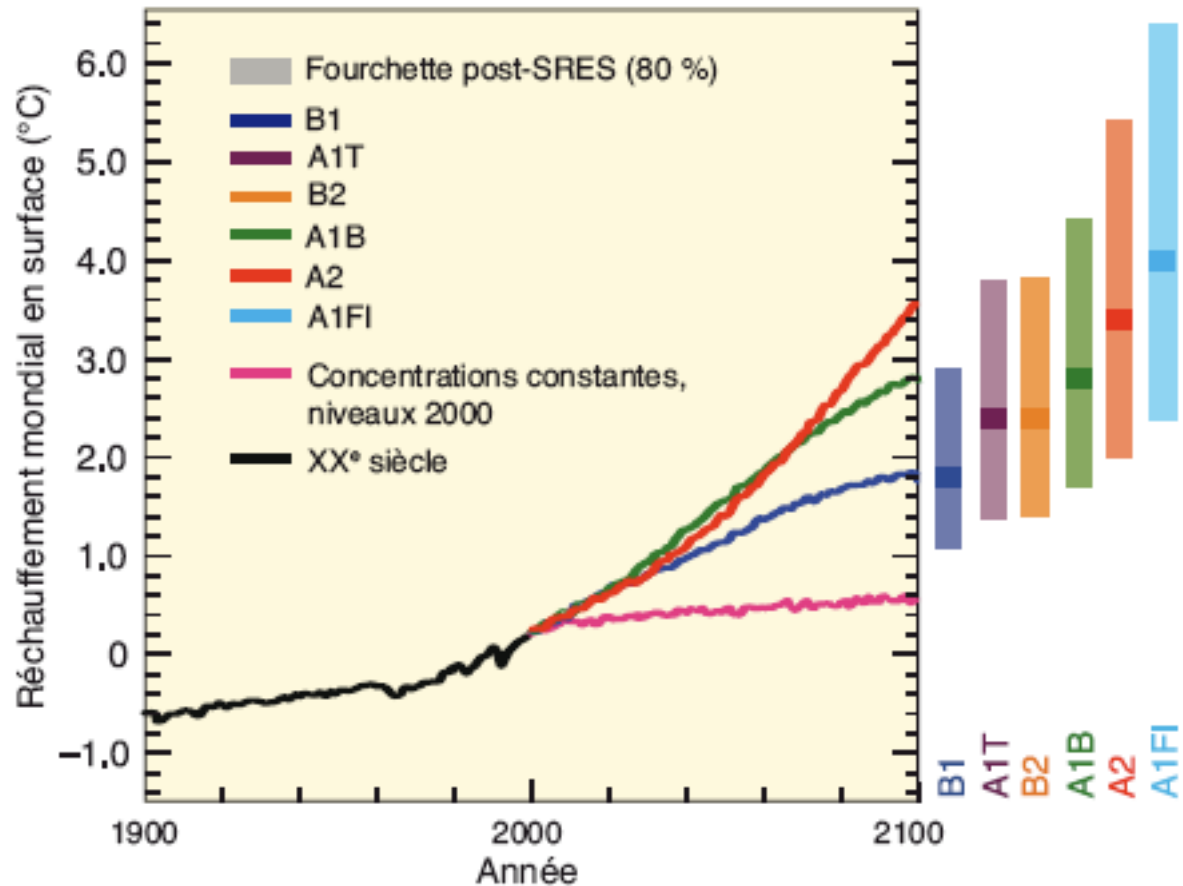
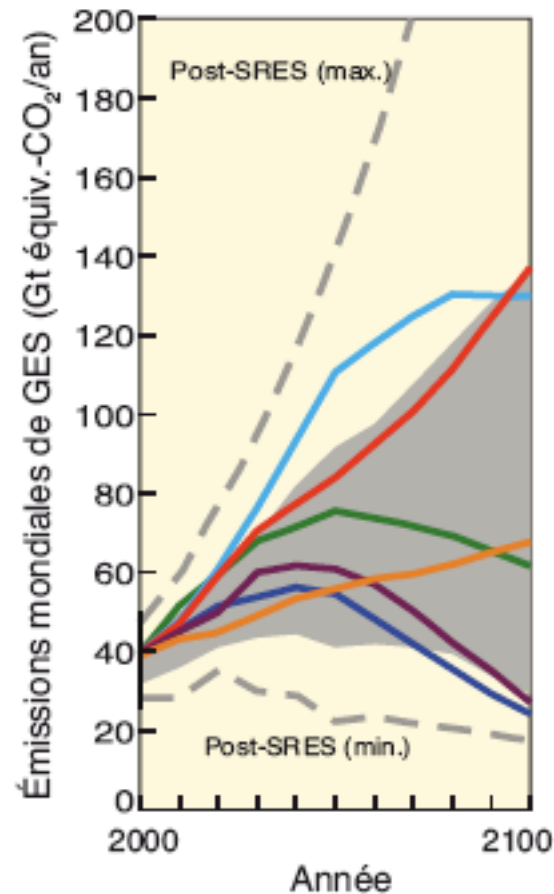
Concentration de CO₂

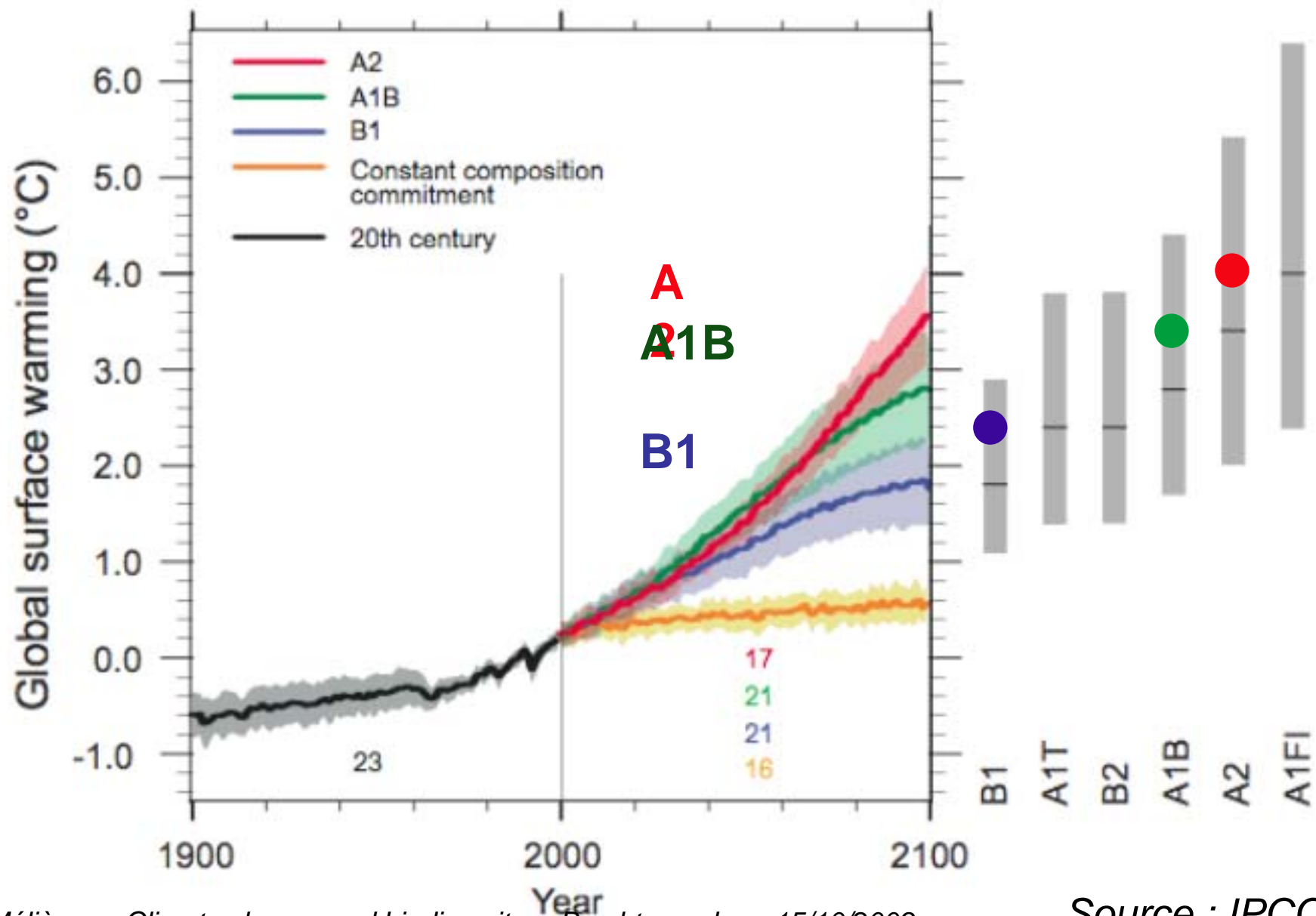


GH gaz emission

Global warming

*Scénarios d'émissions de GES pour la période 2000–2100 (en l'absence de politiques climatiques additionnelles)
et projections relatives aux températures en surface*

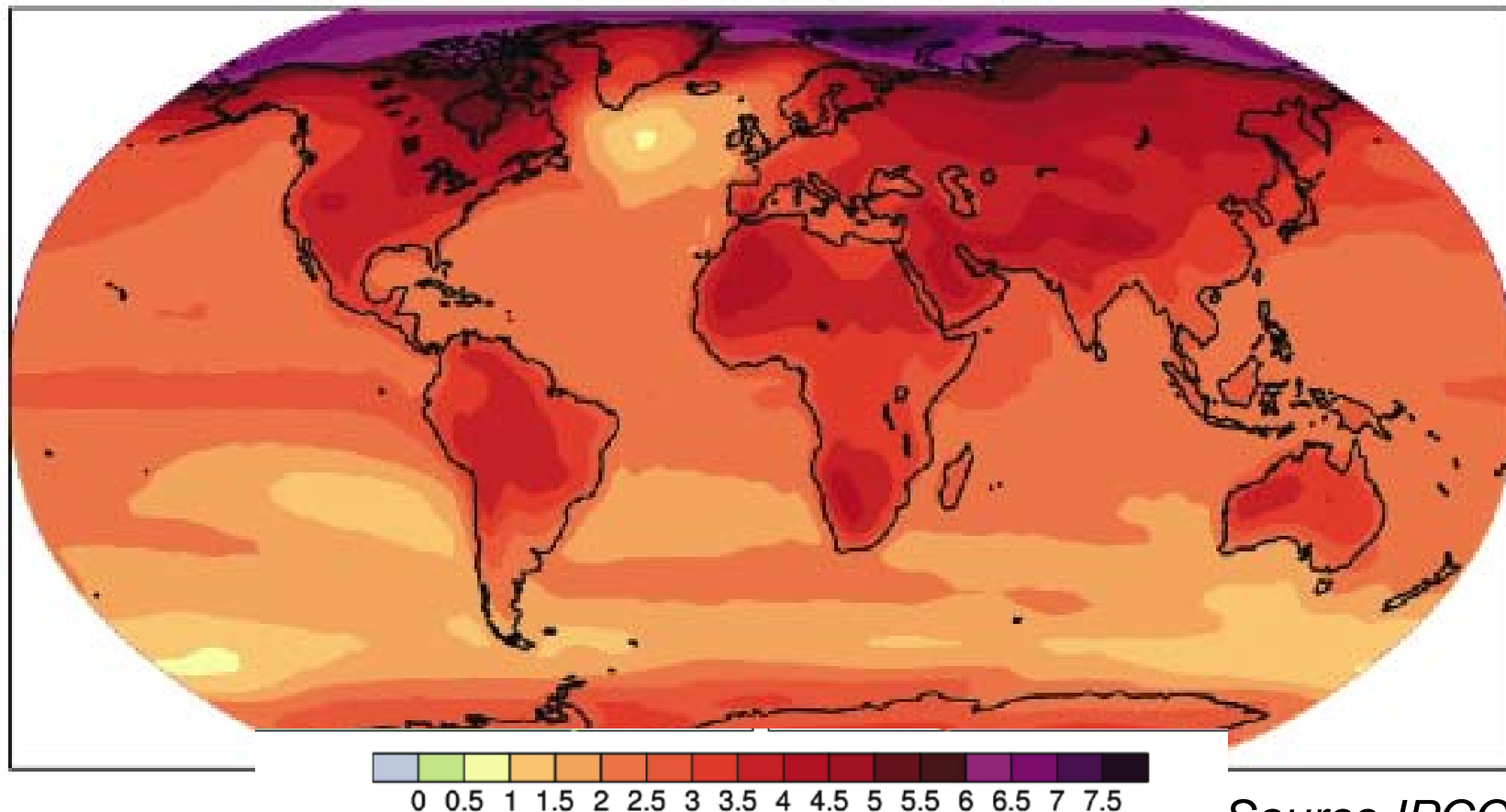




A1B : a scénario “business as usual” typique

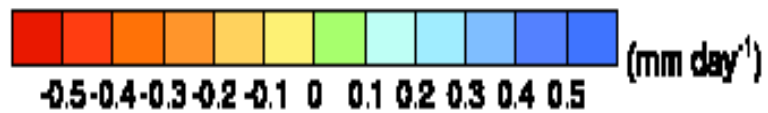
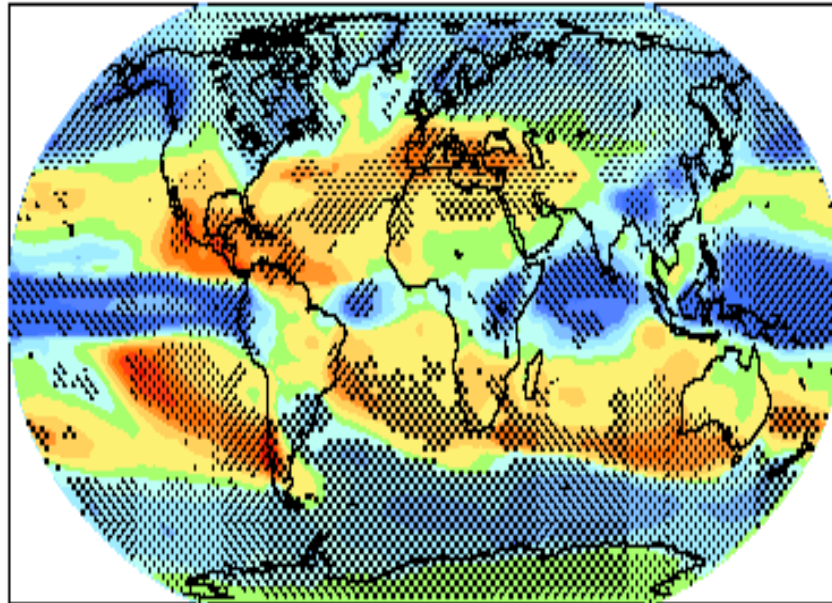
Global warming (2090-2100) : $\sim 3^{\circ}\text{C}$
continents $> 3^{\circ}\text{C}$, Arctic $> 7^{\circ}\text{C}$.

Scénario A1B



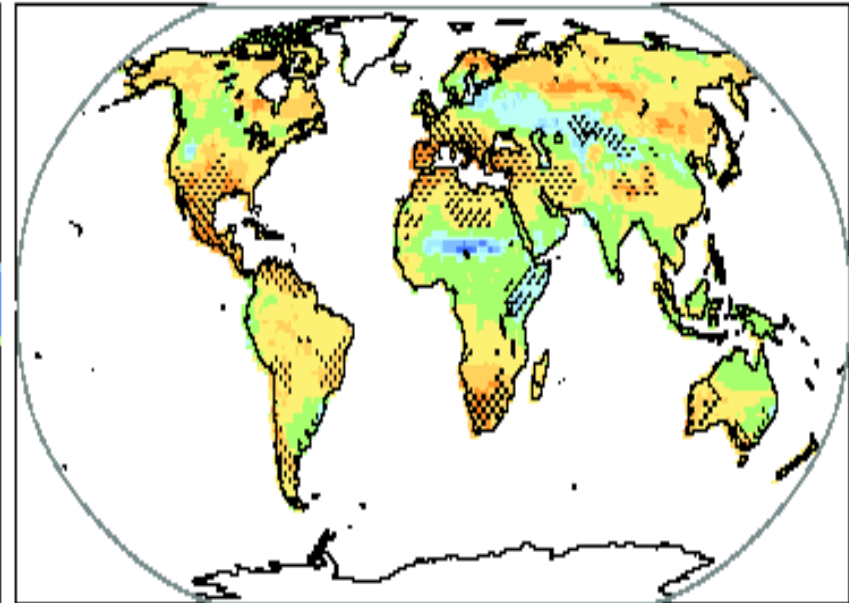
Précipitation change

a) Precipitation



Soil moisture change

b) Soil moisture



***Annual temperature change : periode 2000 -2100
scénario A1B (IPCC 2007)***

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.
>+3° C

***Annual precipitation change : periode 2000 -21000
scénario A1B (IPCC 2007)***

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Scénario A1B - change on Europe : temperature and precipitation

Annual

winter

summer

10°



0

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

60

%



0

Température

les fluctuations annuelles versus tendance à long terme

Températures moyennes été en France :

- mesurées depuis 1880
- modélisées sur 21ème siècle

Températures moyennes été en Suisse

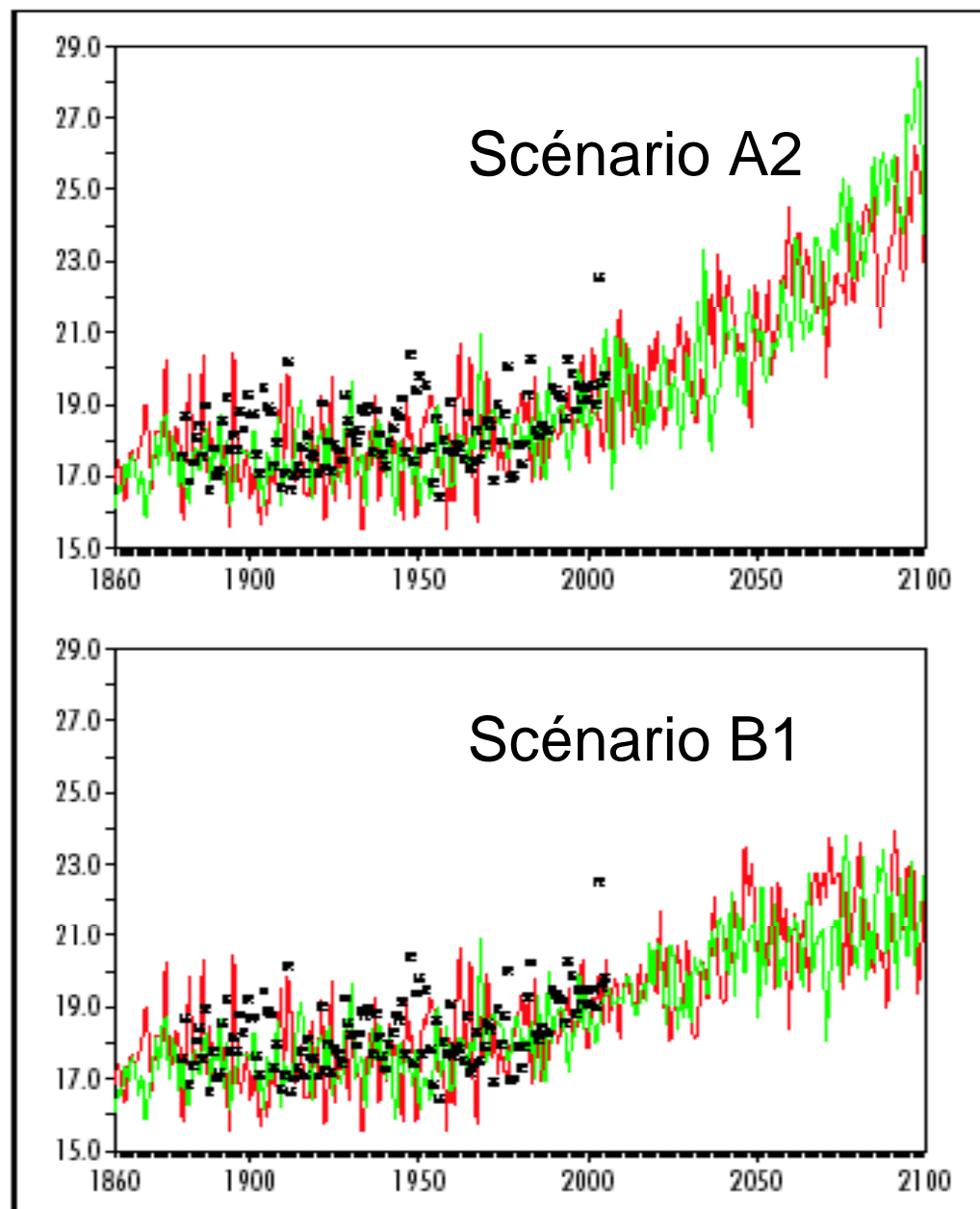
- mesurées depuis 1864

T France : - mesurée (noire)
- simulée par 2 modèles dans le cadre du Scénario A2

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

Summer temperature (France)

Mesured : *
Simulated
by IPSL and CNRM

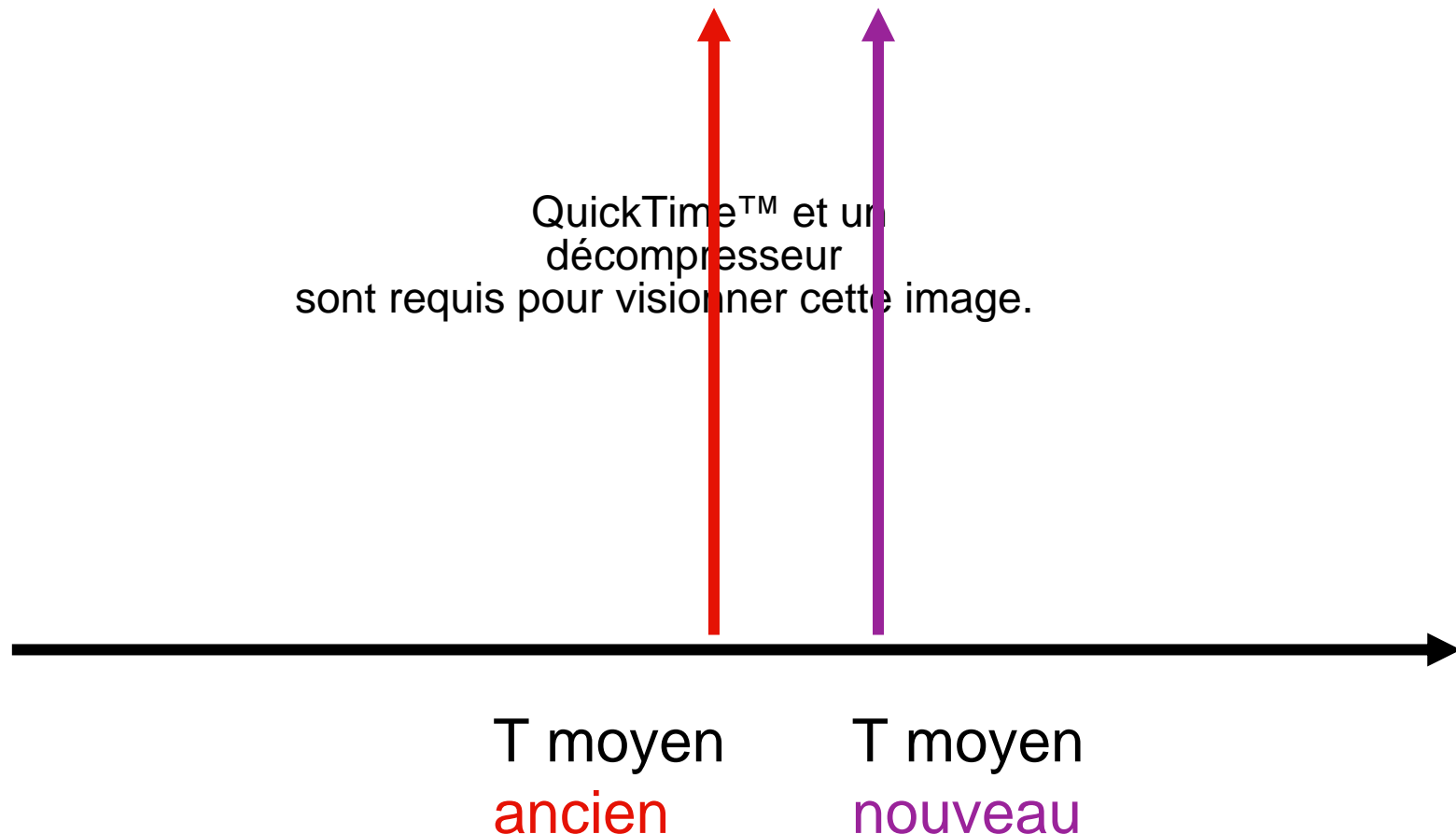


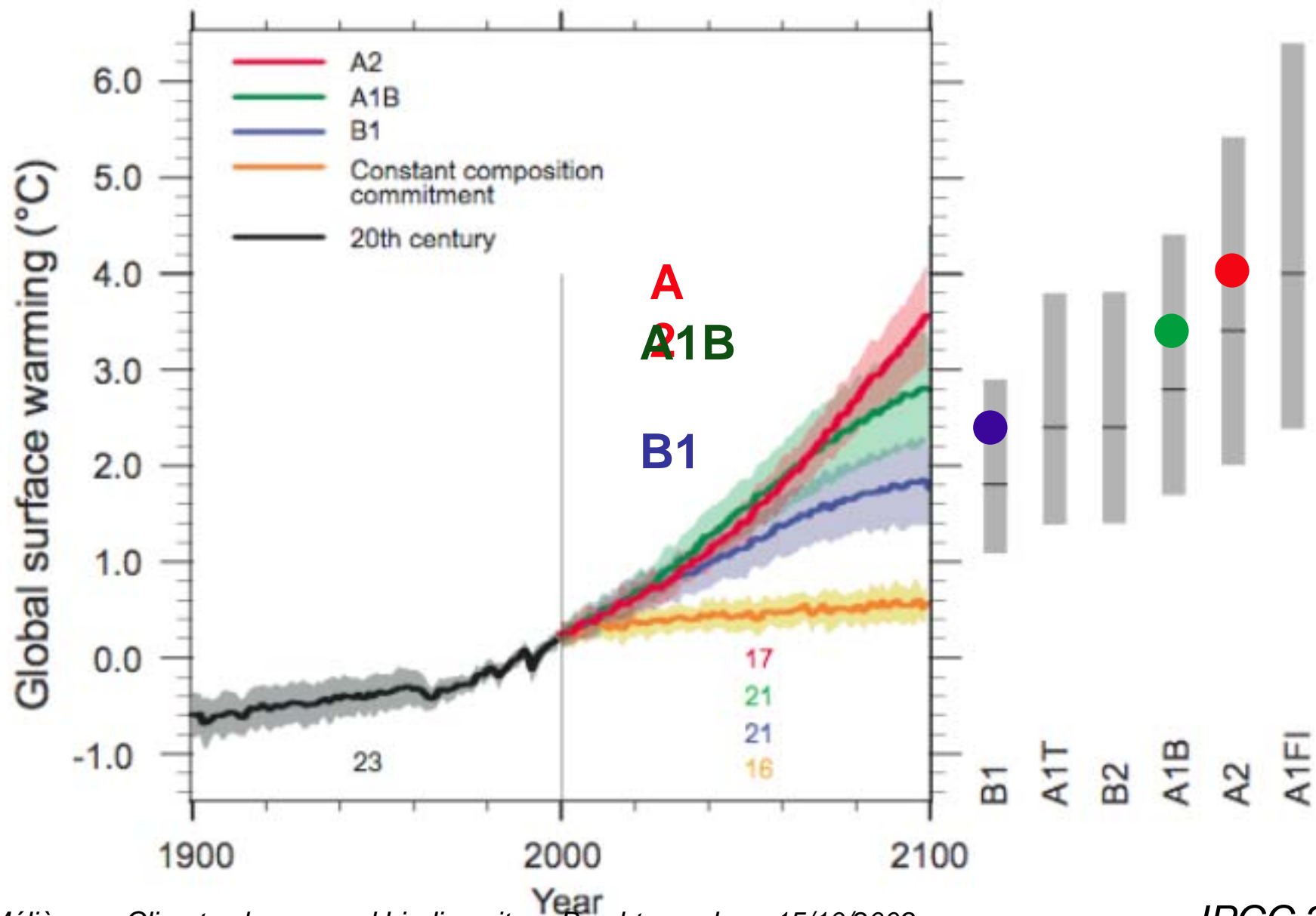
Summer temperature in Suisse (1864 à 2003) - *GIEC 2007*

QuickTime™ et un
décompresseur
sont requis pour visionner cette image.

 temperature distribution

Réchauffement : Glissement de la distribution de la température





Change in temperature due to :

... annual : ***Volcanos and El Ninos*** $\pm 0,5^{\circ}$ C

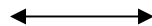
... century - millenium: ***Solar activity*** 1°

... millenium and more

Sun Earth distance in June $- 5^{\circ}$ C

Alternances glaciaires -interglaciaires :

Mean temperature: from $+15^{\circ}$ C to $+10^{\circ}$ C



Man (Greenhouse gaz)

20th century:

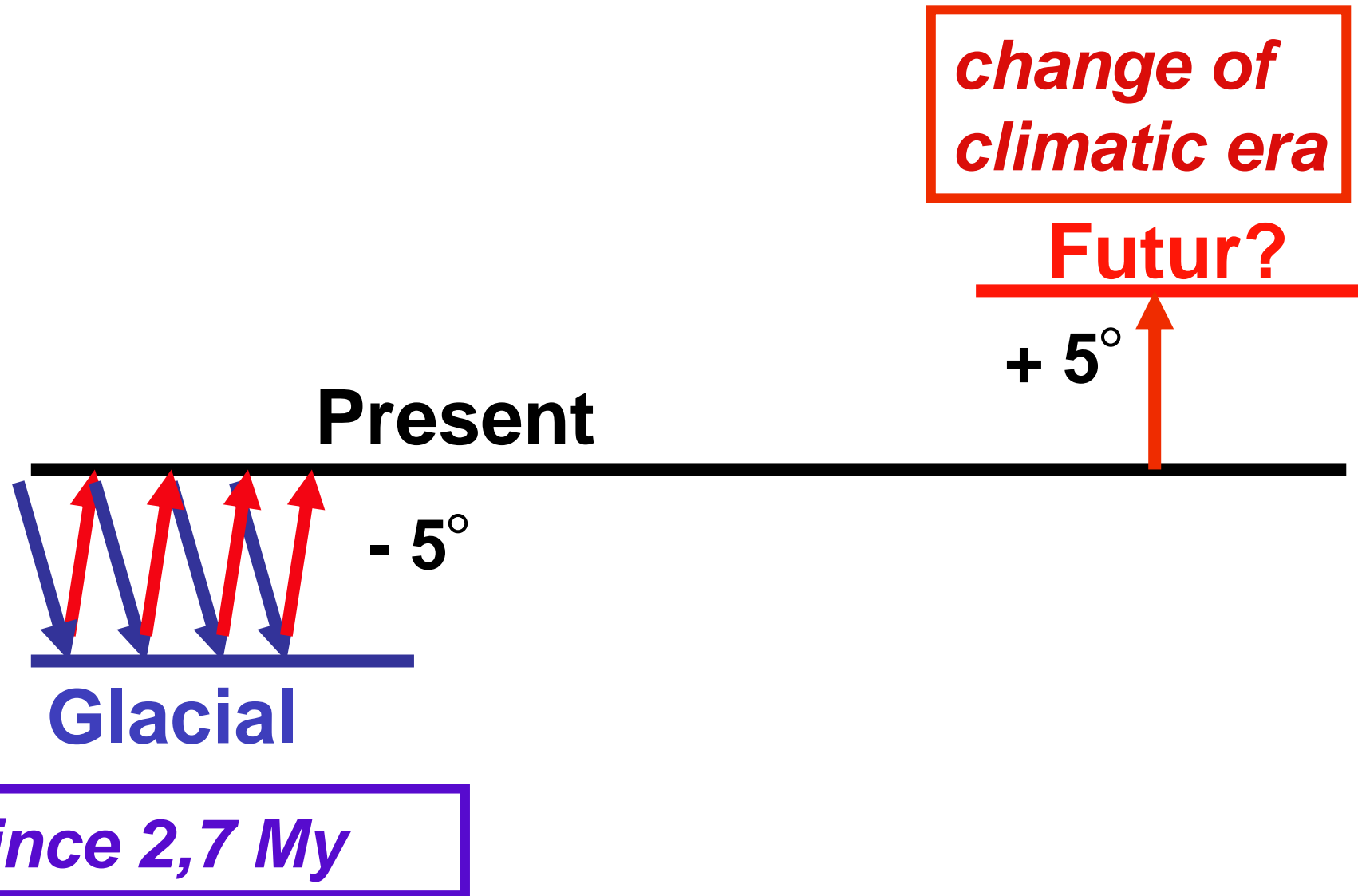
$\sim +0,7^{\circ}$ C

Futur? 2100

$\sim +5^{\circ}$ C ?

Mean temperature : from $+15^{\circ}$ C to $+20^{\circ}$ C?

A warming of $+5^{\circ}\text{C}$ (mean average) on the Earth ?



Le scénario préconisé par l'Europe :

**Ne pas dépasser un réchauffement mondial
de plus de 2° C moyen**

Pour atteindre cet objectif : Diminution de l'émission mondiale

- *par 2 en 2050*
- *par 4 en 2100*

Scénario « facteur 4 » préconisé par la France :

Diminution des émissions des pays développés par un facteur 4 en 2050