

# Changement climatique et impacts

Quel risque choisirons nous ?

Eric Guilyardi  
CNRS

Institut Pierre Simon Laplace

Pays Terres de Lorraine  
17 décembre 2018



The University of Reading



Institut  
Pierre  
Simon  
Laplace



Mon bureau



Mon autre bureau



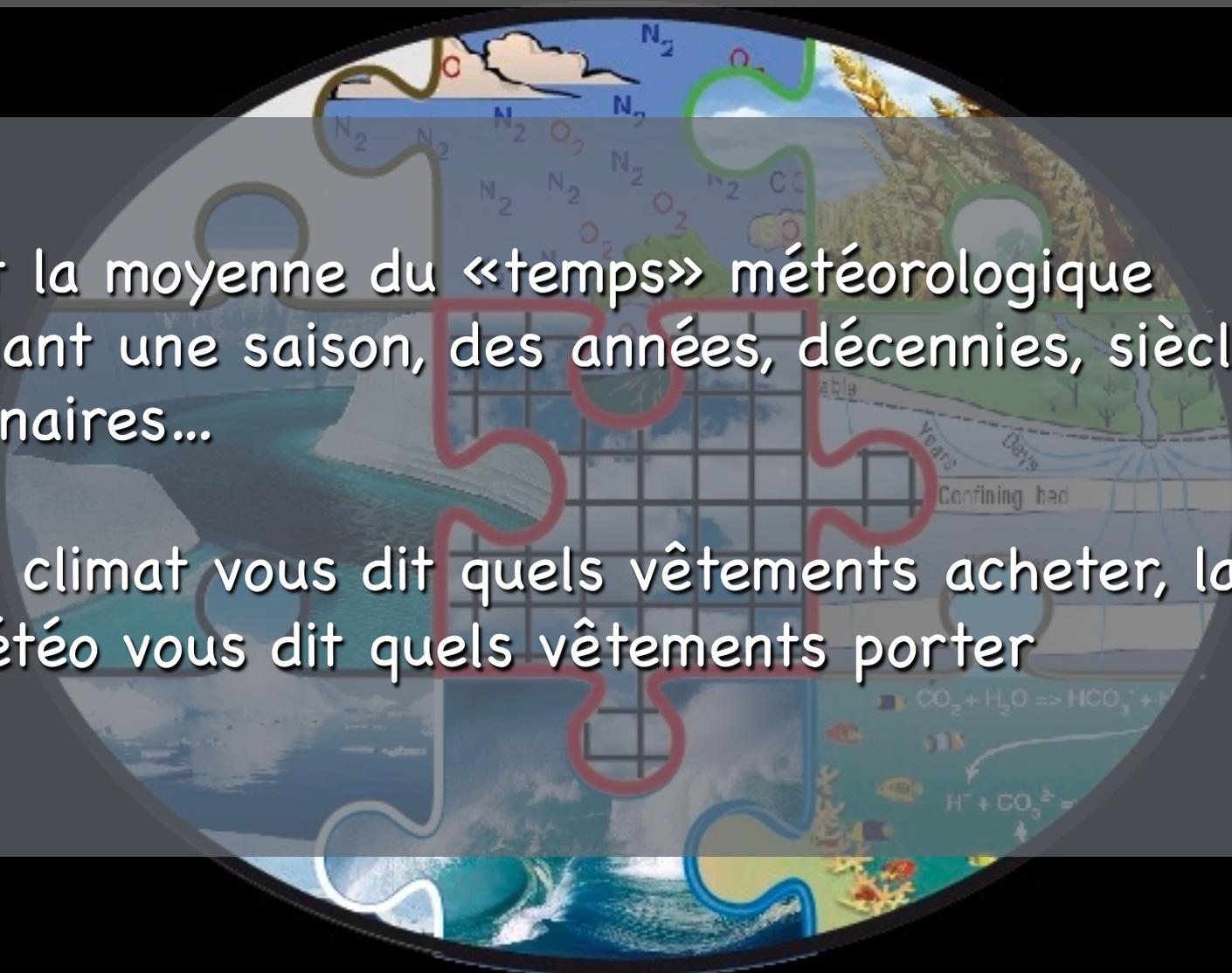
# Pourquoi venir ici ?

- Les sciences du climat sont passionnantes !
- Changement climatique : êtes-vous concernés ?  
Quels risques ? Que faire ?

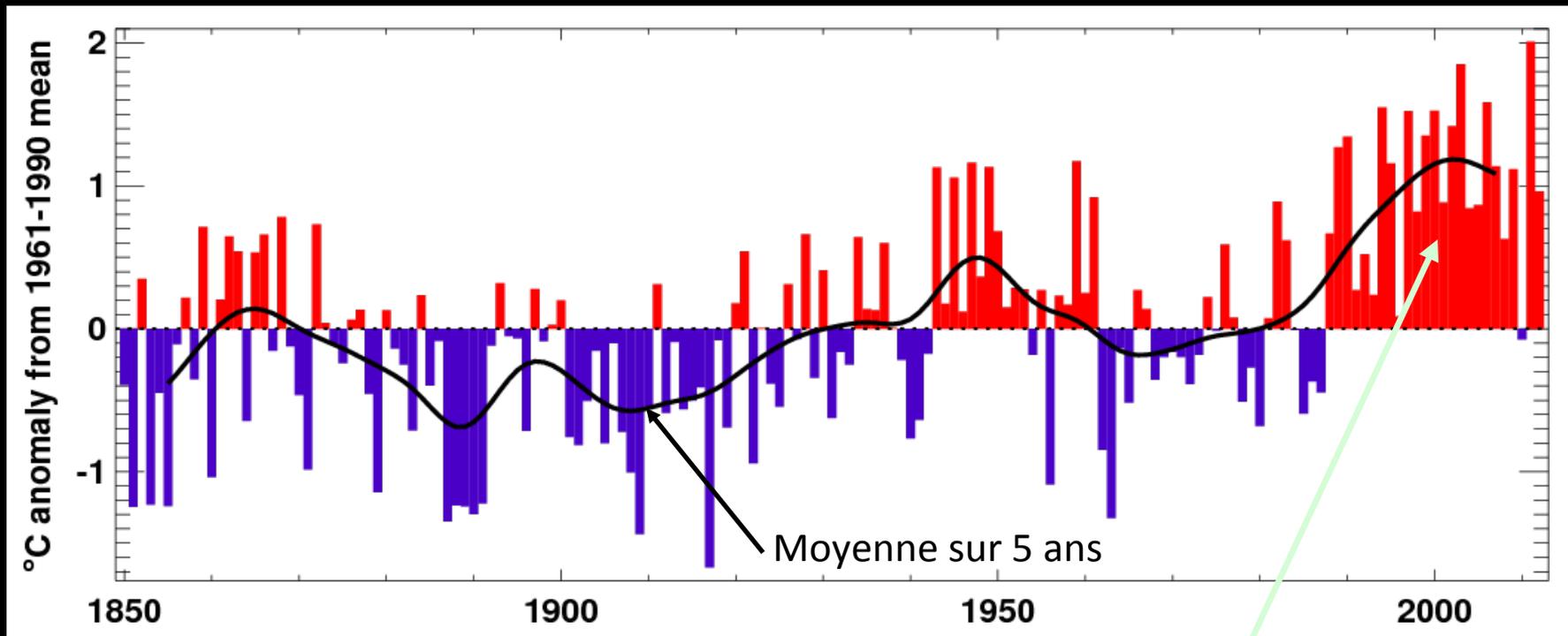
# Comment définir le climat ?

C'est la moyenne du «temps» météorologique pendant une saison, des années, décennies, siècles, millénaires...

- Le climat vous dit quels vêtements acheter, la météo vous dit quels vêtements porter



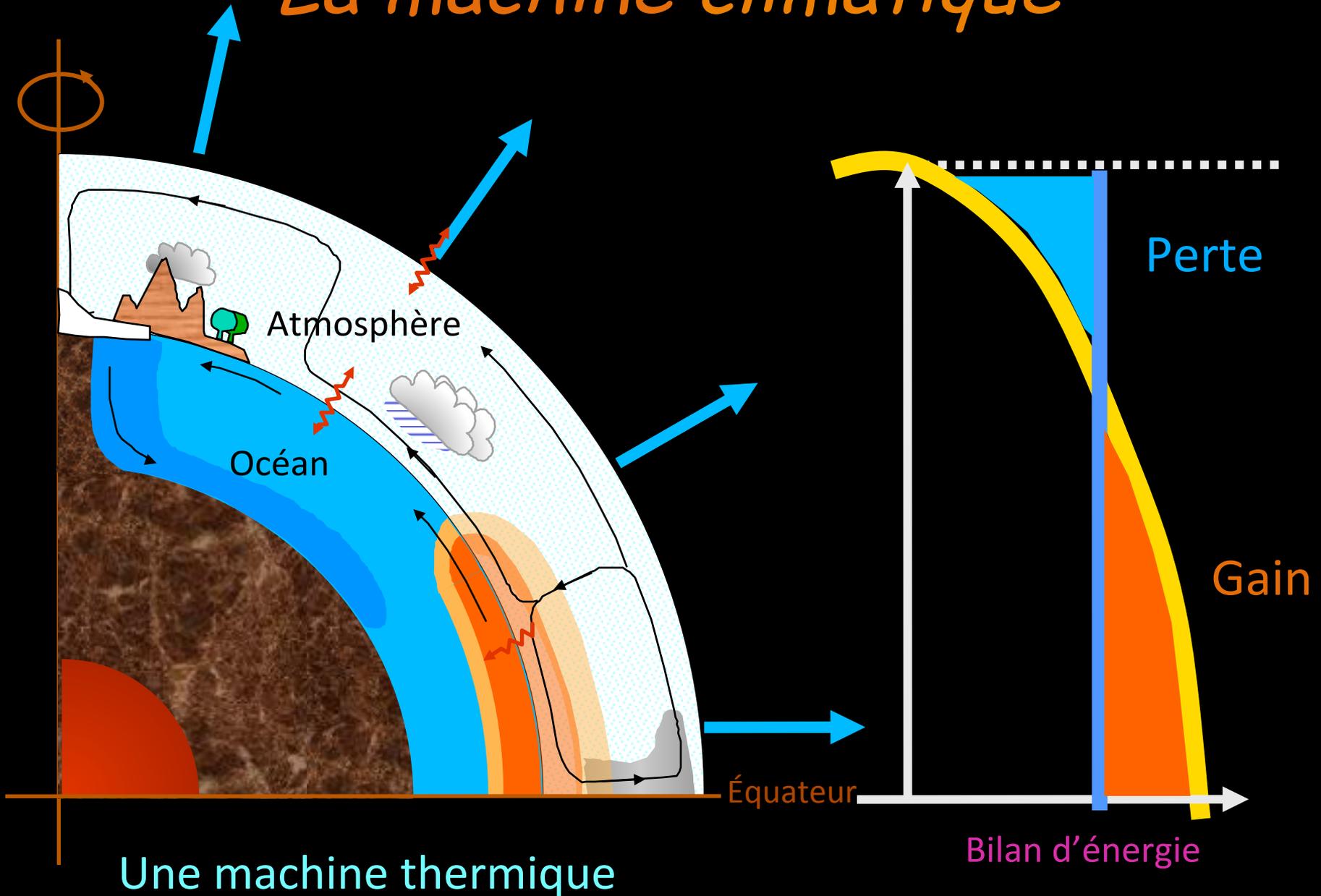
# Histoire des températures à Nancy



Significatif ?

Origine ?

# La machine climatique



# *Les sources de variation du climat*

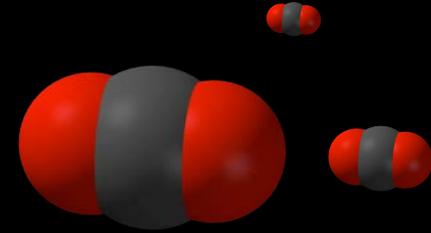
## Forçages externes



Soleil

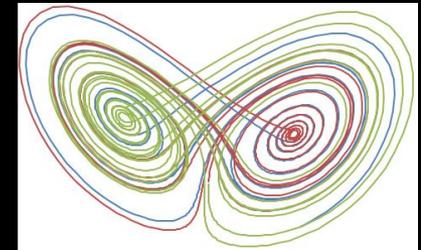


Volcans

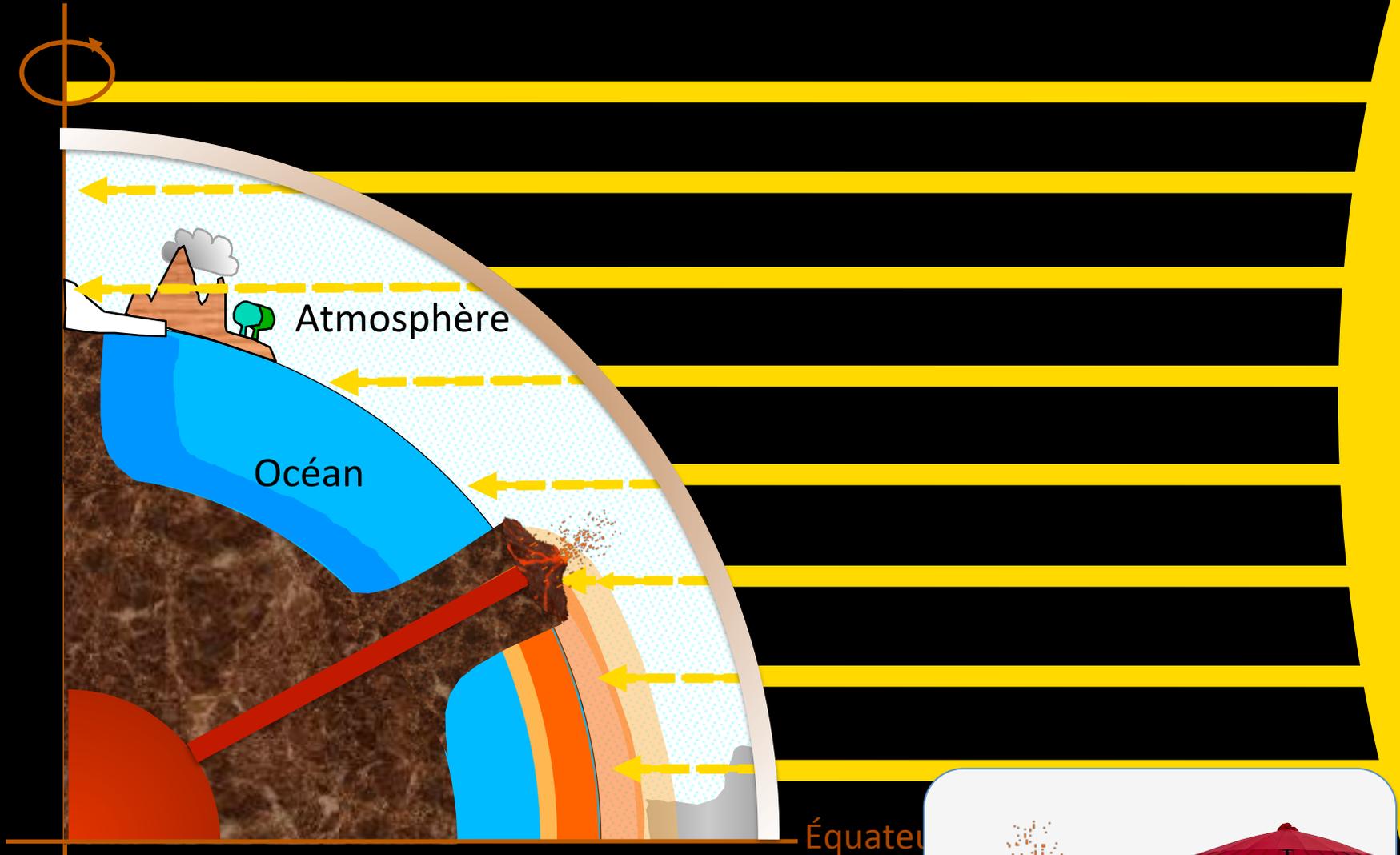


Gaz à effet de serre

+ variations internes



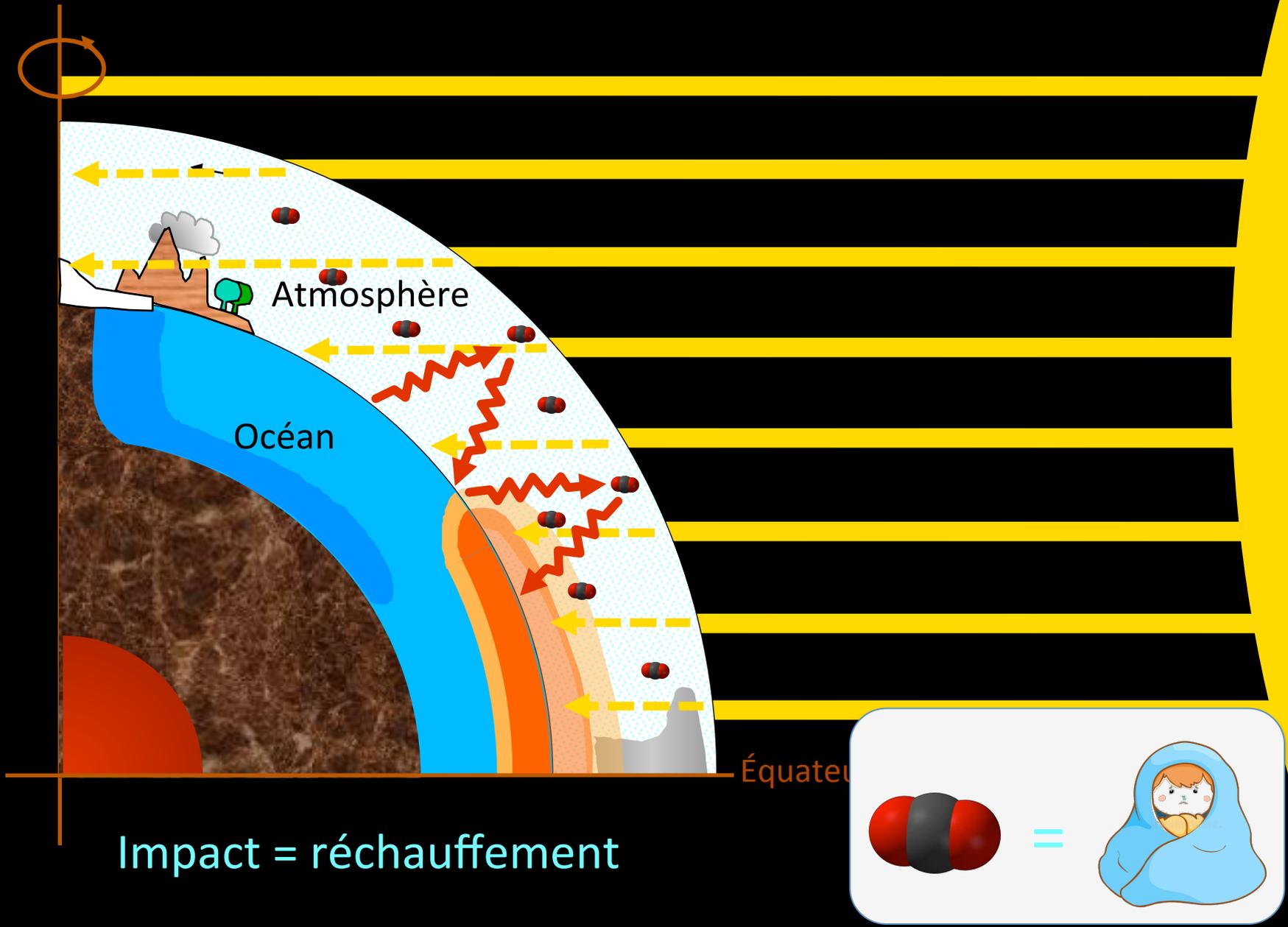
# Forçage externe : éruptions volcaniques



Impact = refroidissement



# Forçage externe : Gaz à effet de serre



Impact = réchauffement

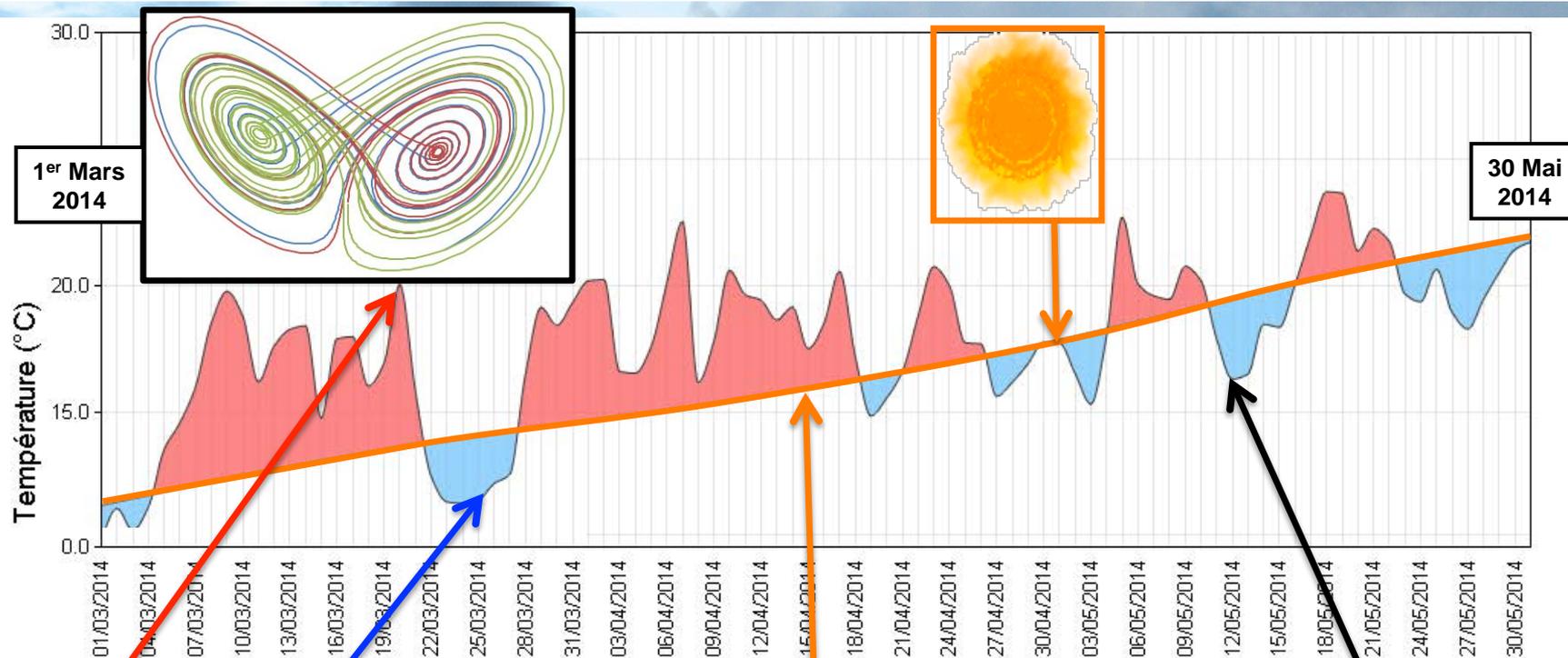


=



# Variabilité: histoire d'un forçage et d'un papillon

Evolution des températures maximales quotidiennes en France du printemps 2014



Chaos météorologique:  
Modulation par la  
variabilité interne

+

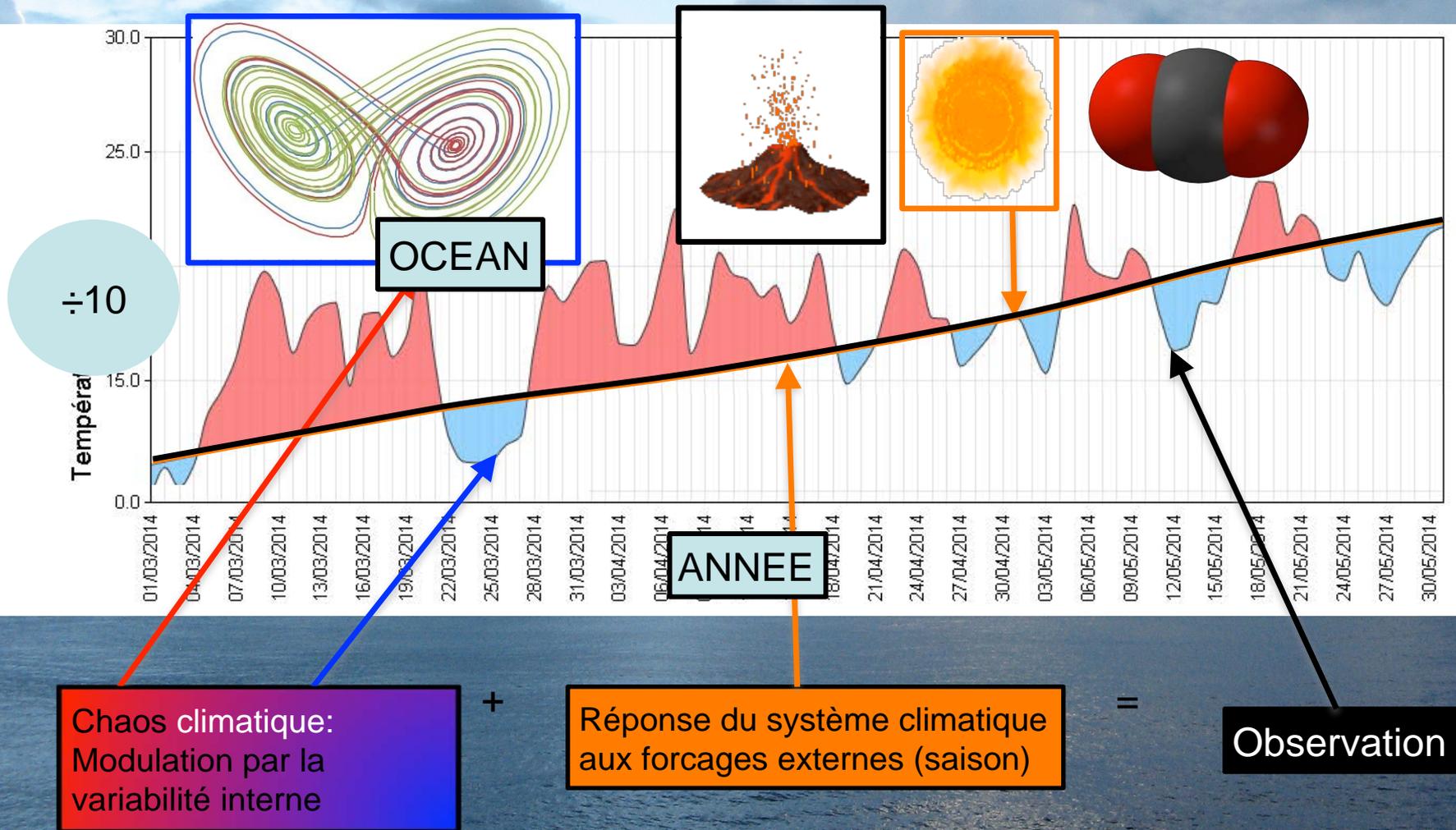
Réponse du système climatique  
aux forçages externes (saison)  
estimée sur une période de 30 ans

=

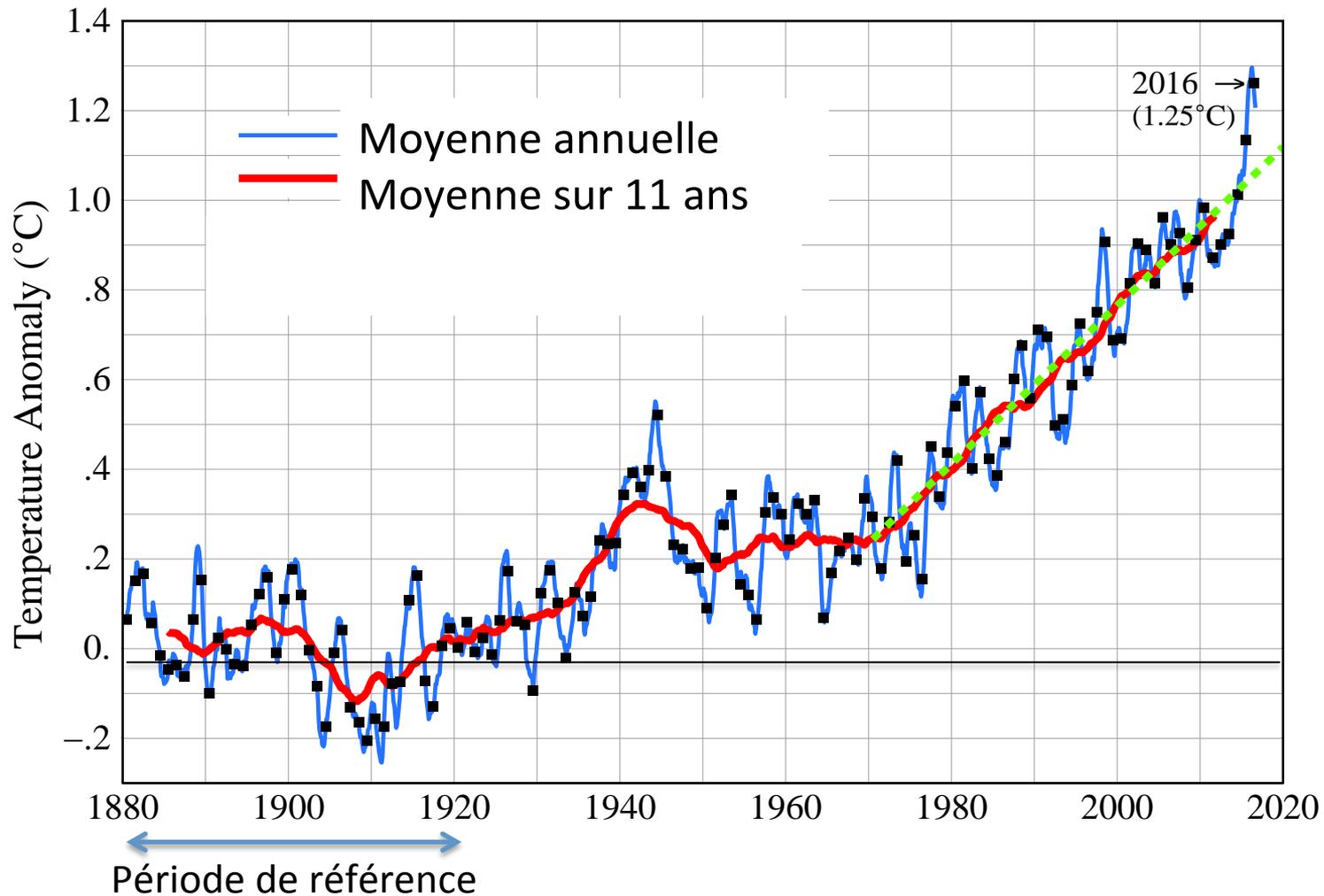
Observation

# Variabilité climatique: histoire de forçages et de papillons

Par exemple, anomalies annuelles de température annuelle globale

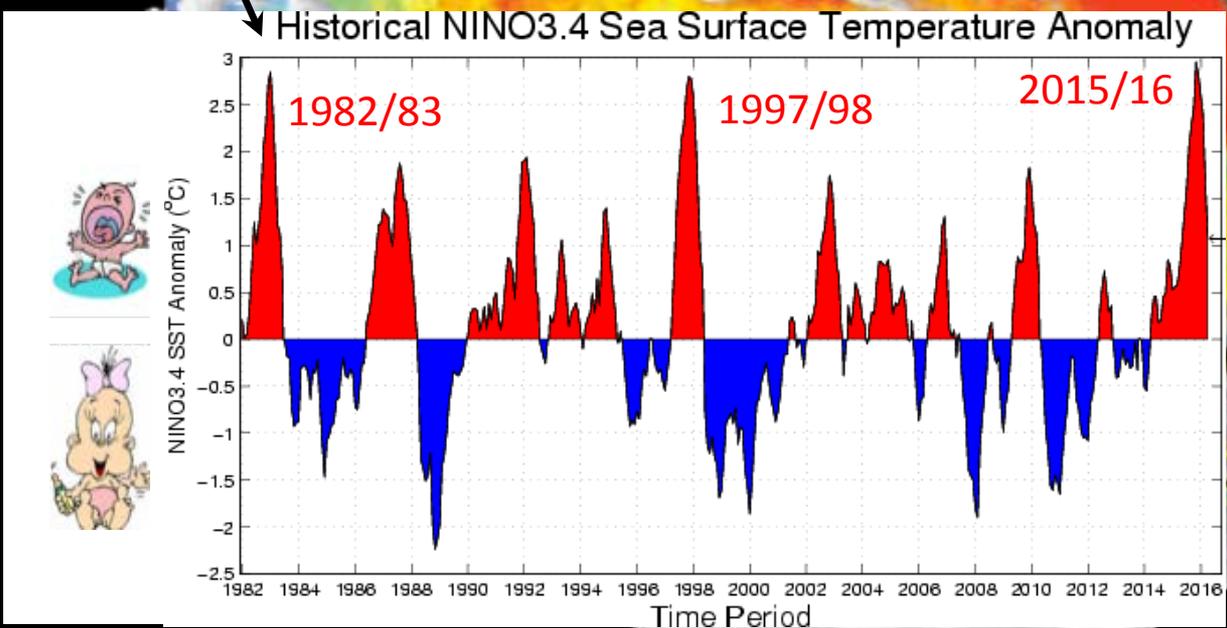
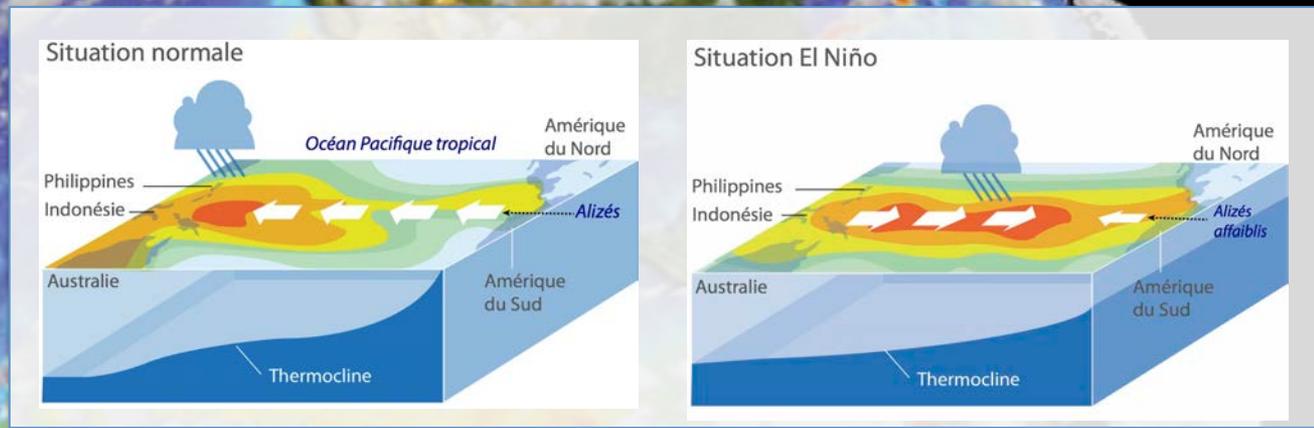
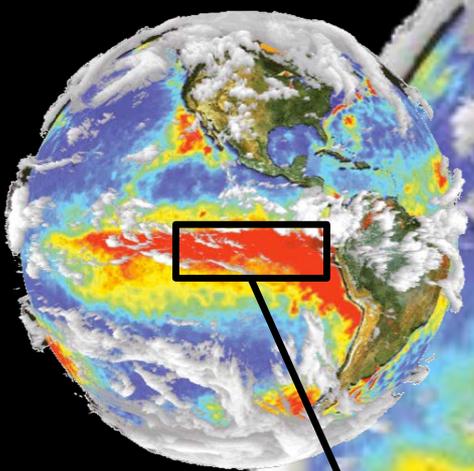


# Température globale



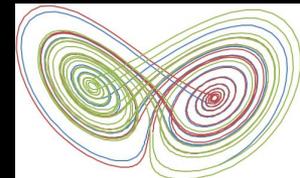
# El Niño

## Anomalie couplage océan-atmosphère

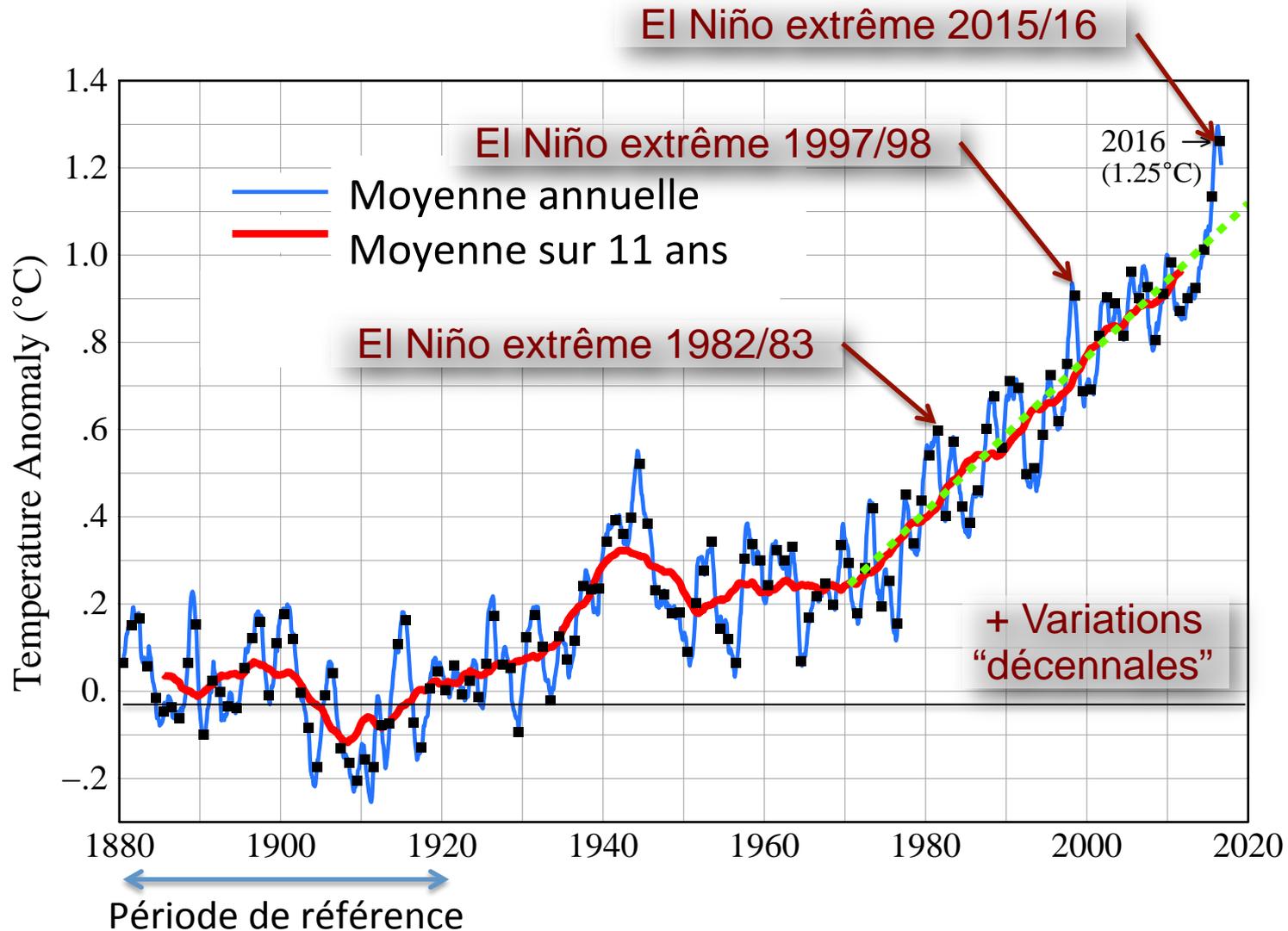


El Niño

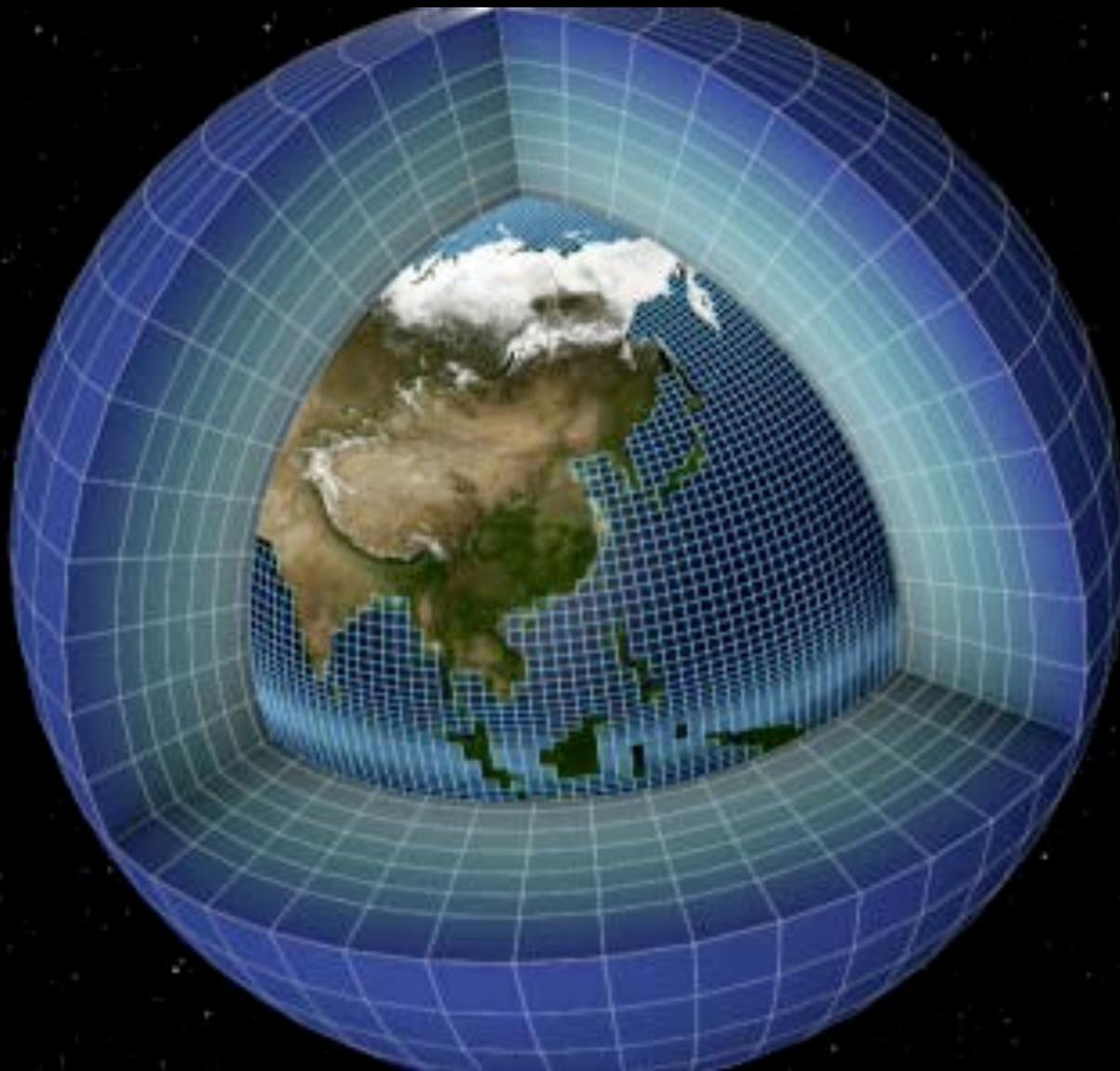
La Niña



# Température globale



# Simulateur de climat

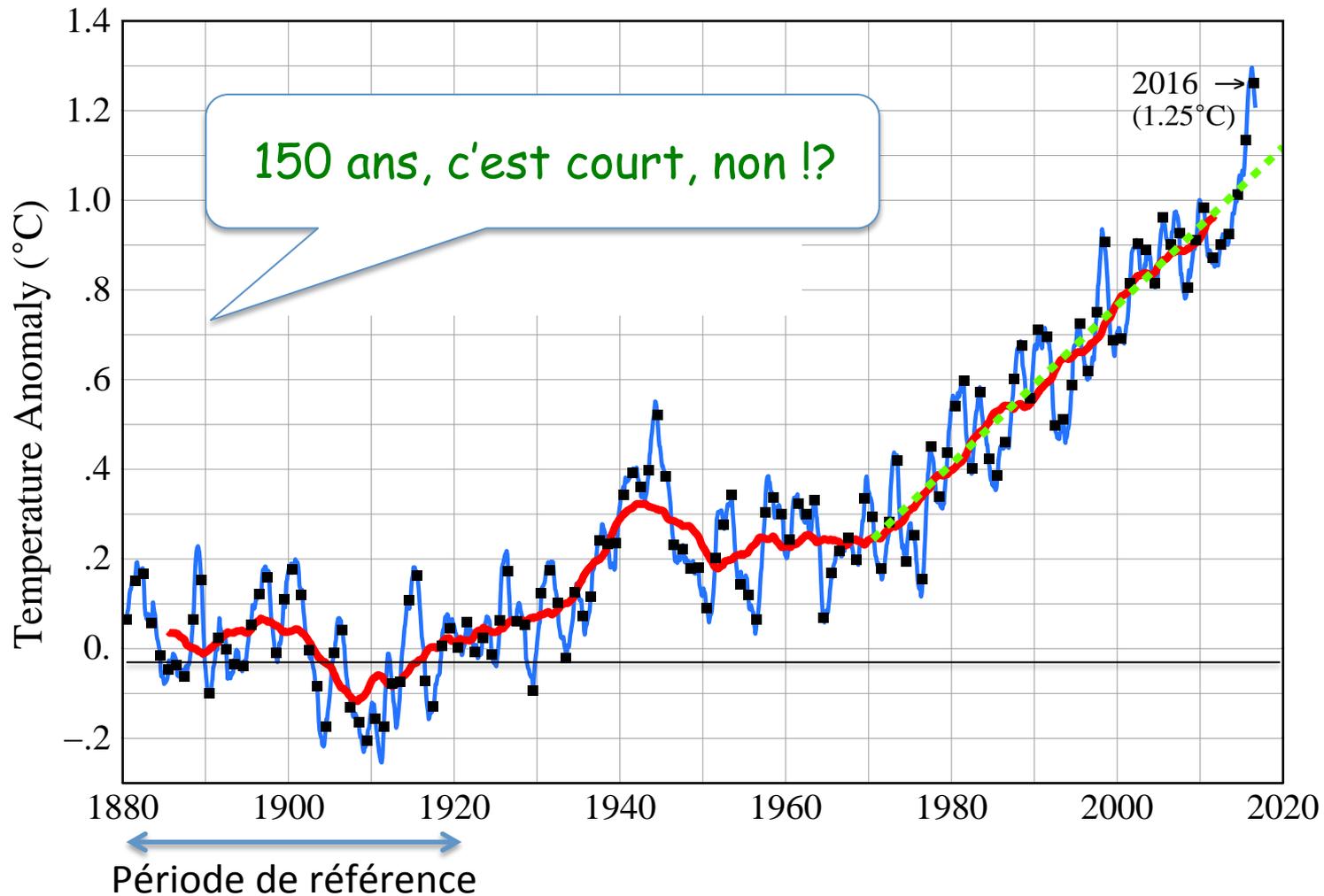


*Crédits: P. Brockmann et L. Fairhead (IPSL)*

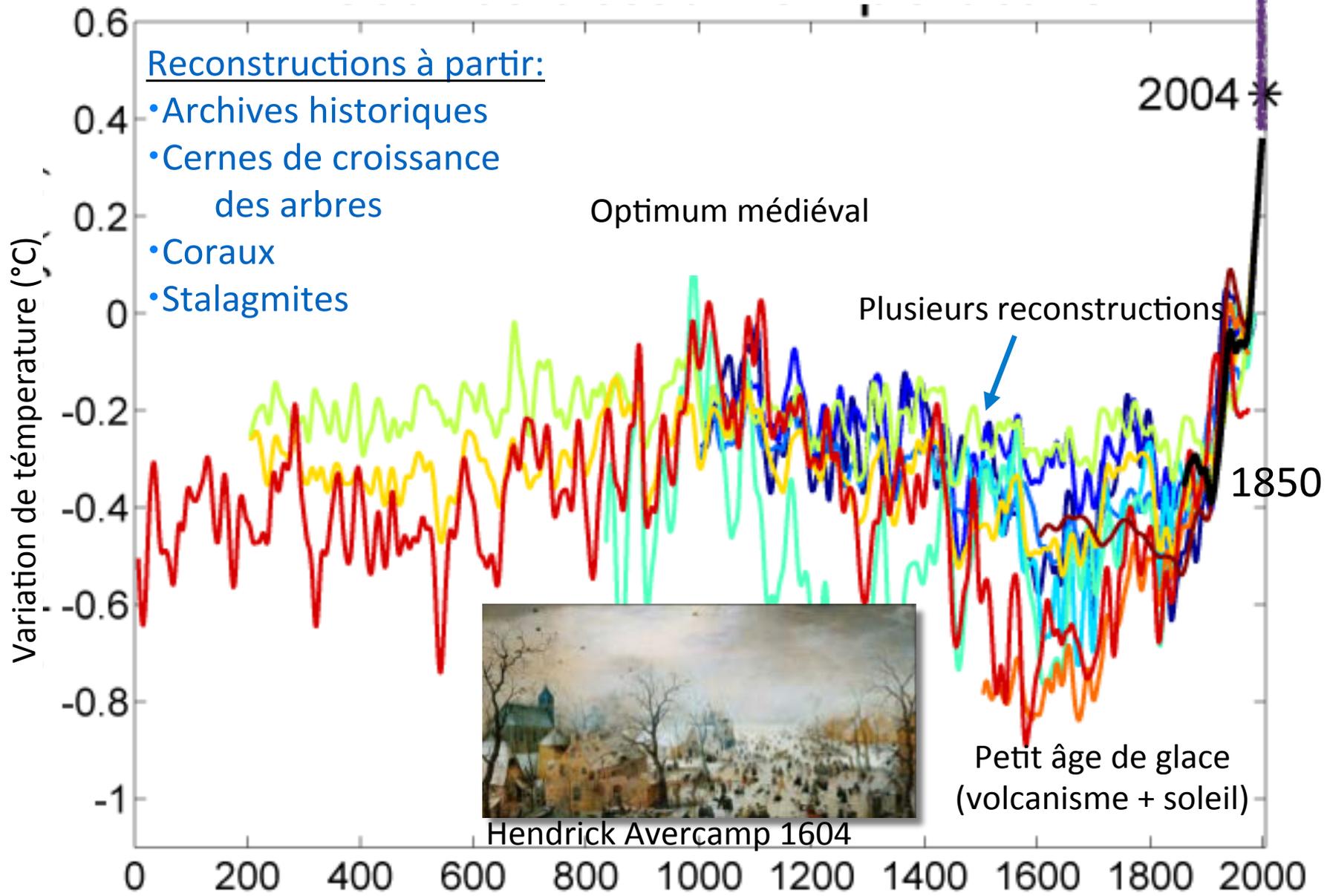


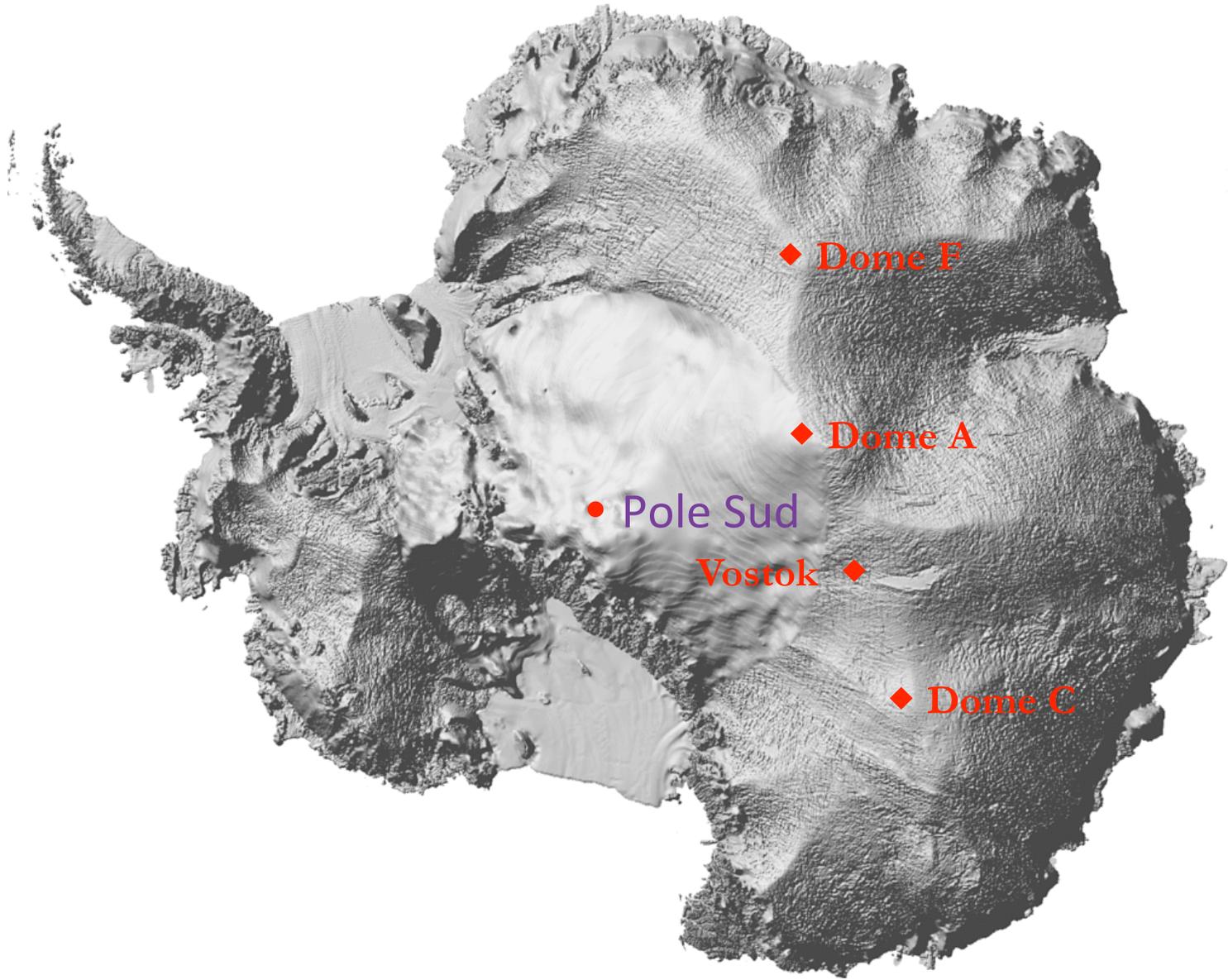
# L'impact de l'homme

# Température globale



# Température de l'hémisphère nord depuis 2000 ans



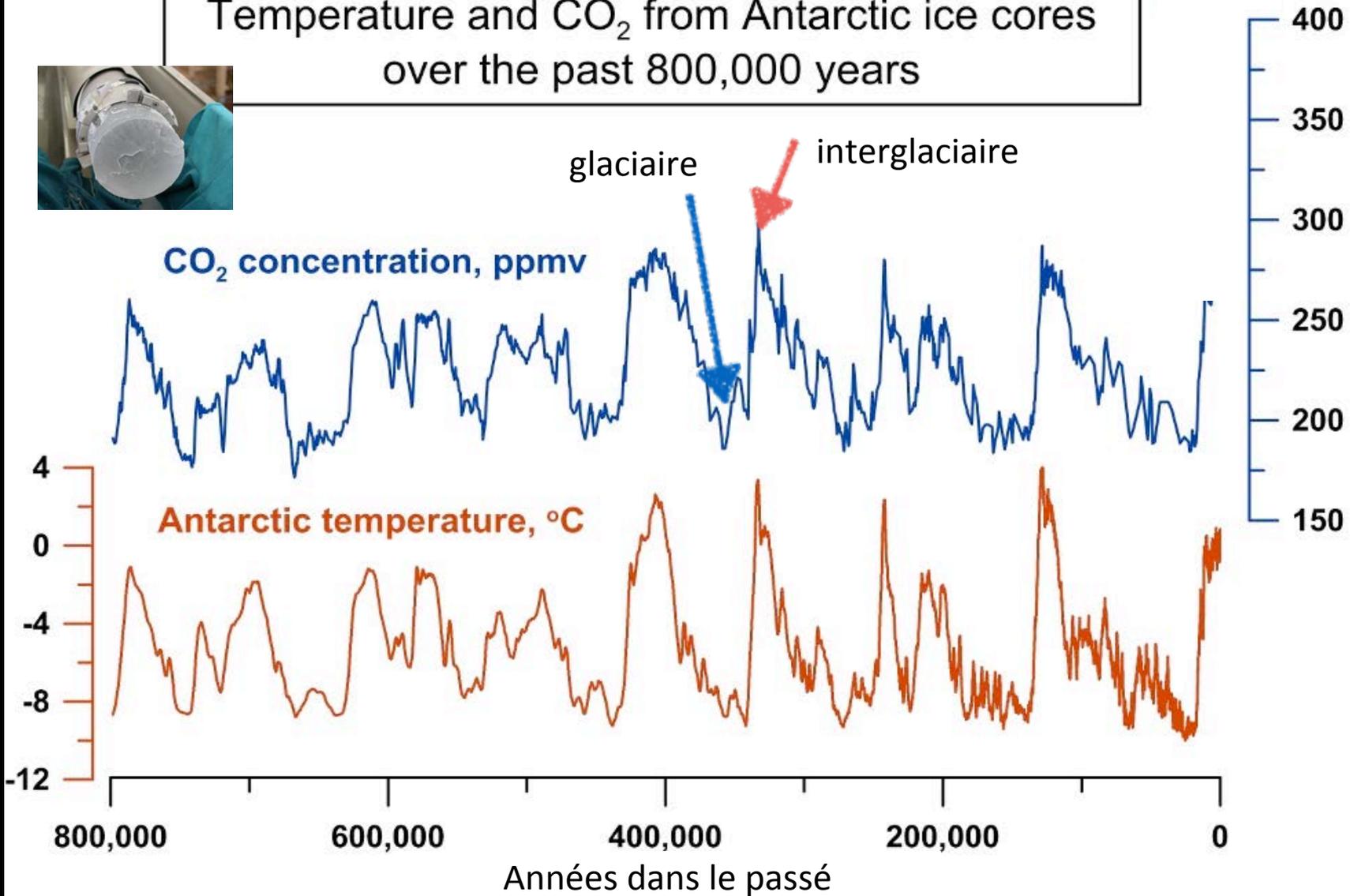






# Gaz à effet de serre et température

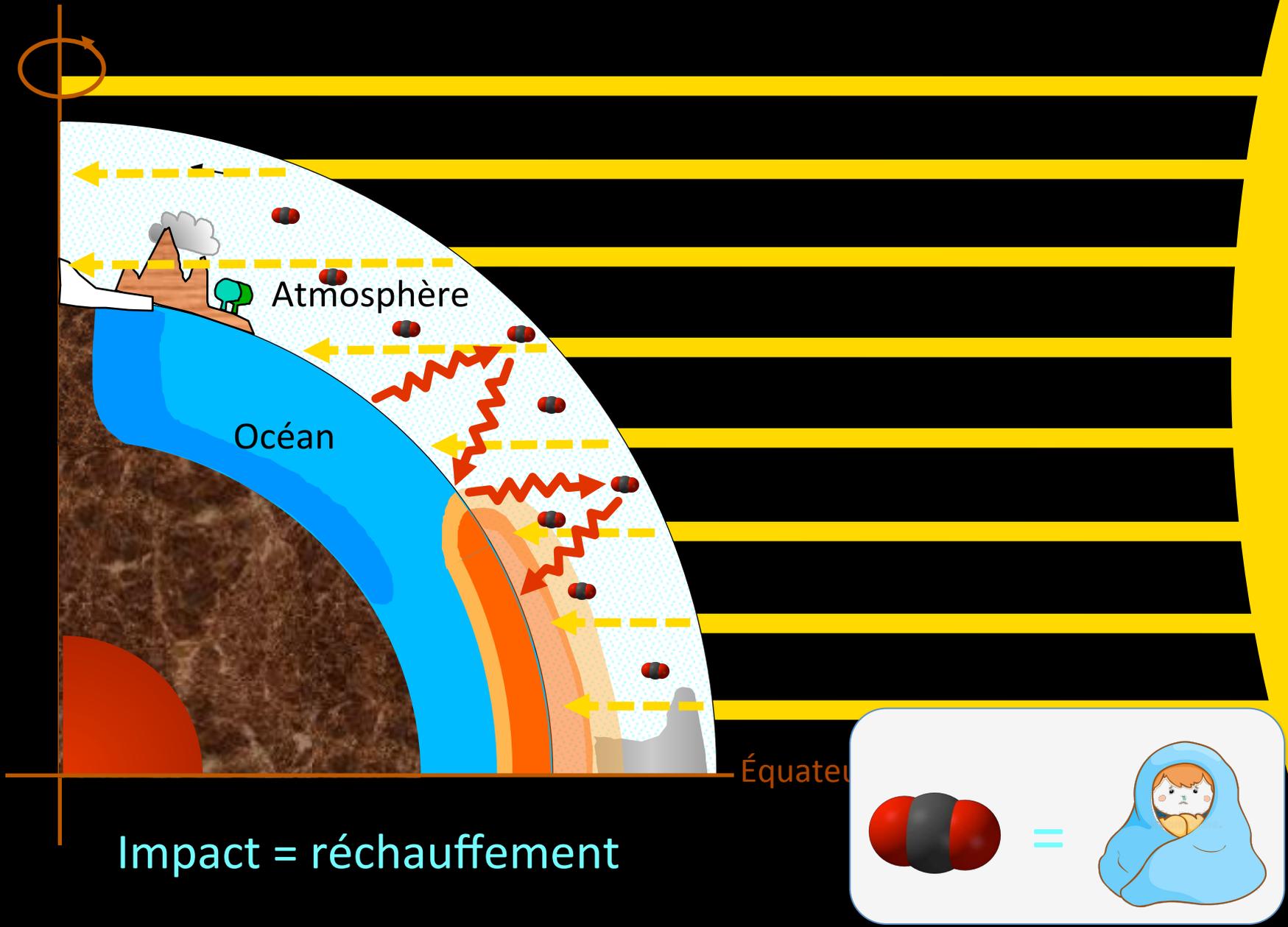
Temperature and CO<sub>2</sub> from Antarctic ice cores over the past 800,000 years



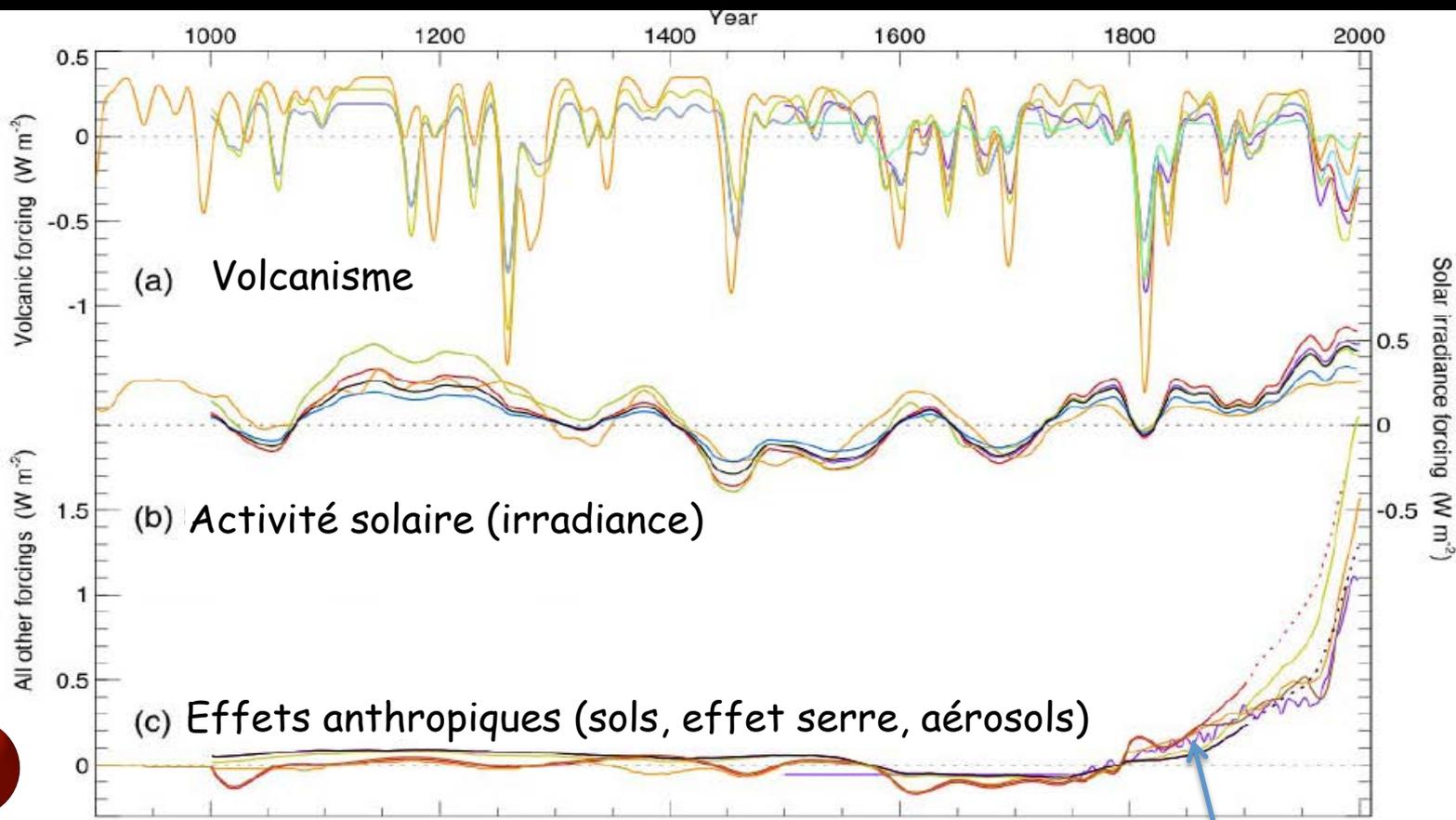
Vitesse et amplitude du changement climatique  
sans précédent depuis 1 million d'années

Comment l'a-t-on attribué aux activités  
humaines ?

# Forçage externe : Gaz à effet de serre



# Rôle des différents forçages externes depuis 1000 ans



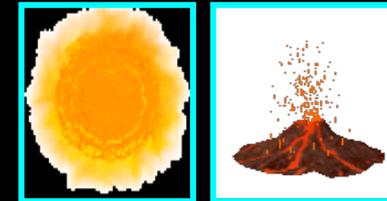
Révolution industrielle



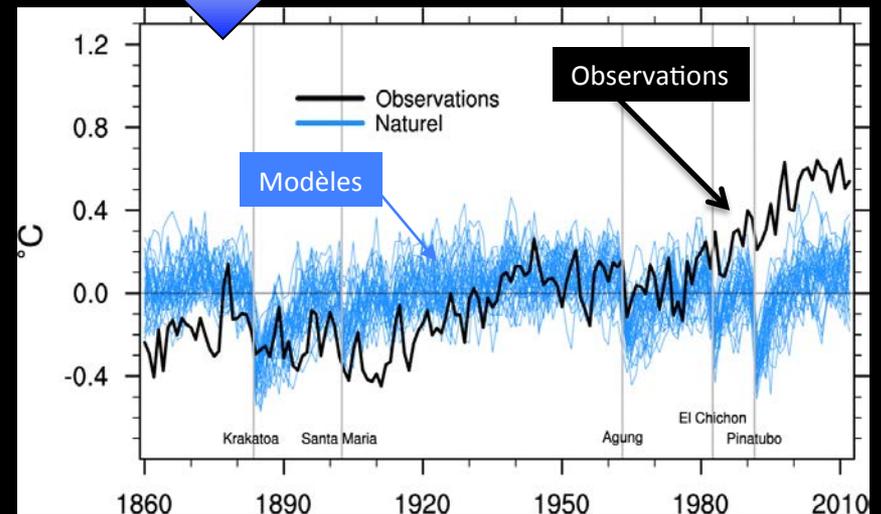
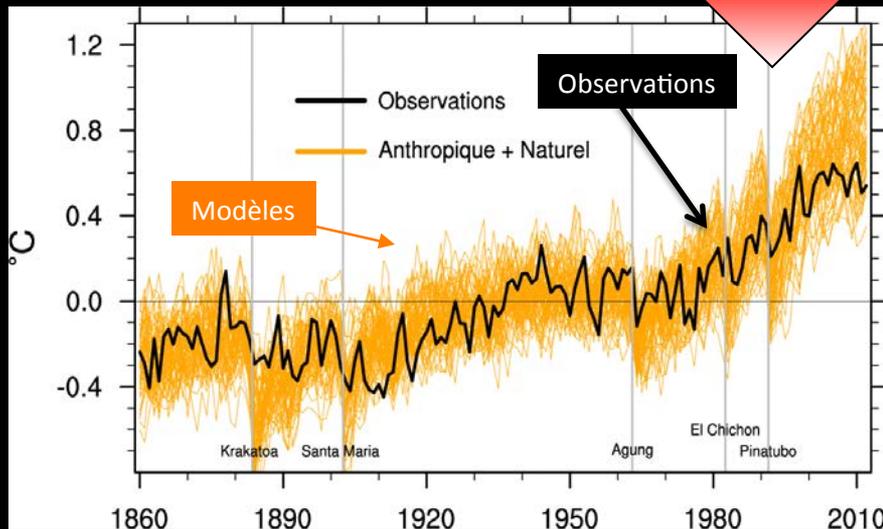
# Origine du réchauffement récent



Tous les forçages = naturels + ceux liés aux activités humaines

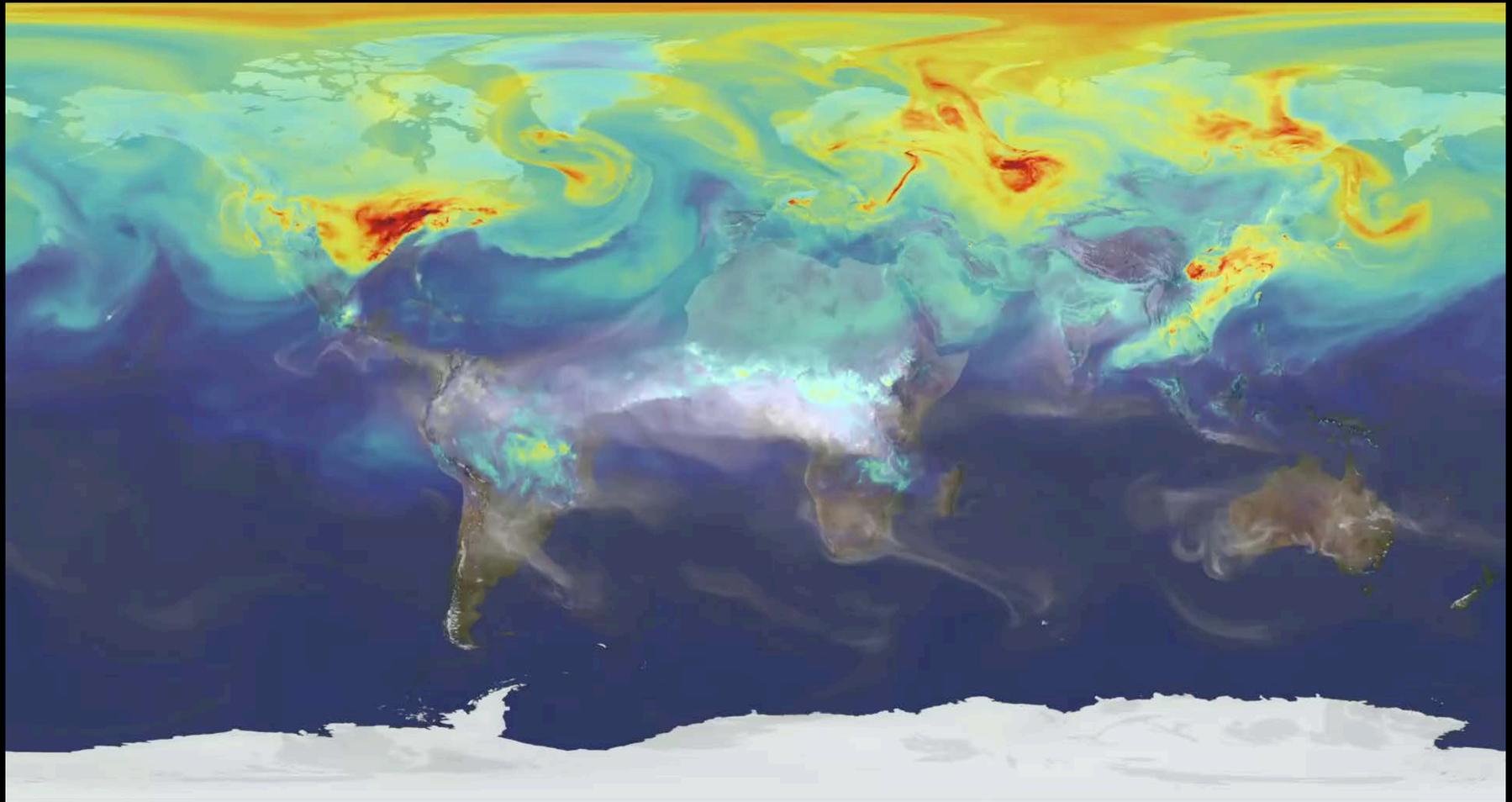


Forçages naturels (soleil et volcans)



Le réchauffement observé depuis 1960 ne peut s'expliquer que par l'effet de l'activité humaine (rejets de gaz à effet de serre, déforestation,... )

# CO<sub>2</sub> atmosphérique pendant un an



2006 / 01 / 01

Global Modeling and Assimilation Office

Carbon Monoxide Column Abundance [1.0e18 molec cm-2]



Carbon Dioxide Column Concentration [ppmv]

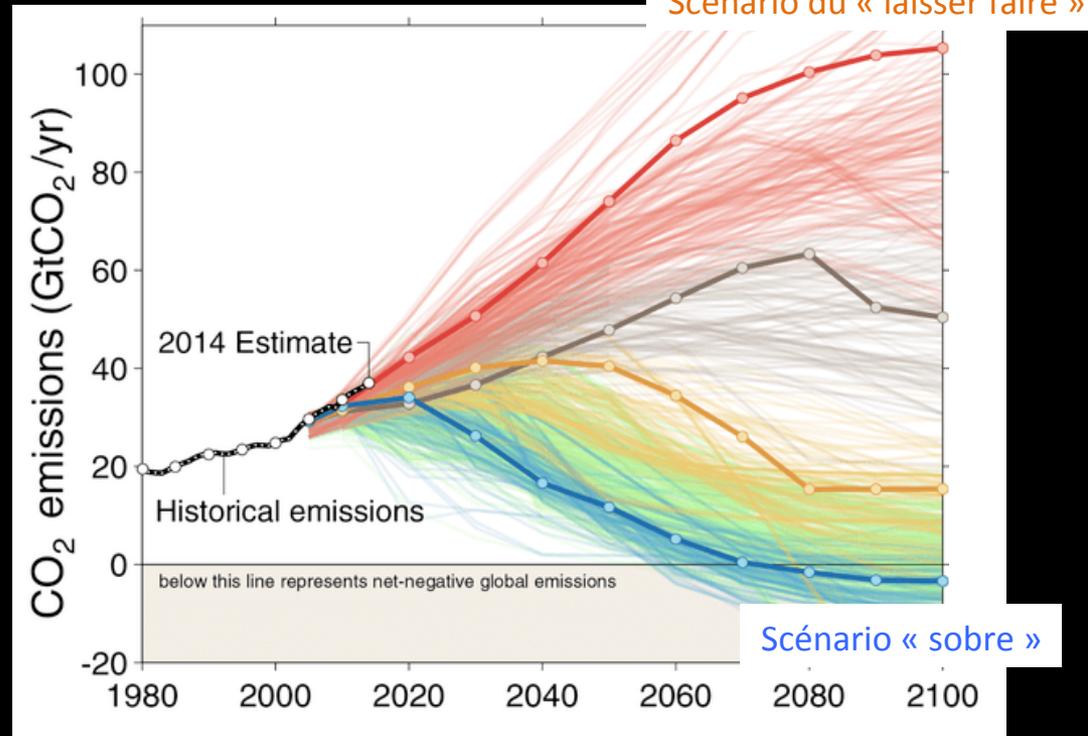
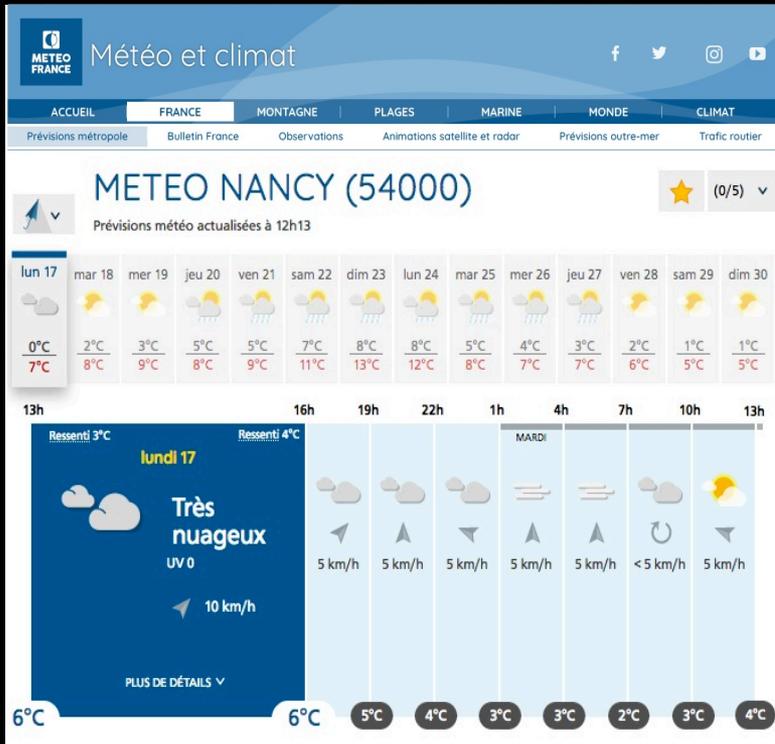


# Voyage dans le(s) futur(s)

Prévision

vs.

Projection

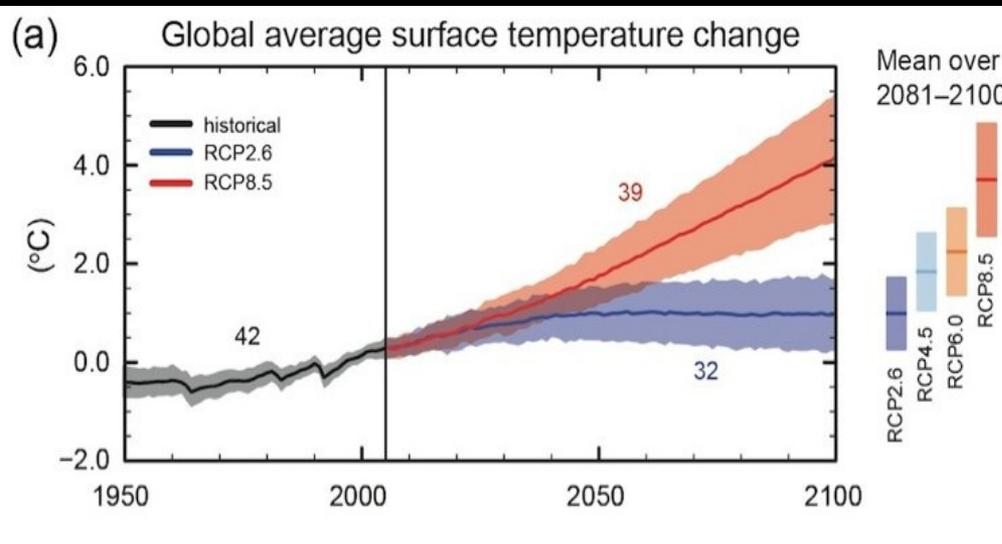


Probabilité importante d'occurrence

Probabilité d'occurrence dépend d'un scénario d'émission de gaz à effet de serre

Plusieurs niveaux de risque

# Projections climatiques pour notre siècle

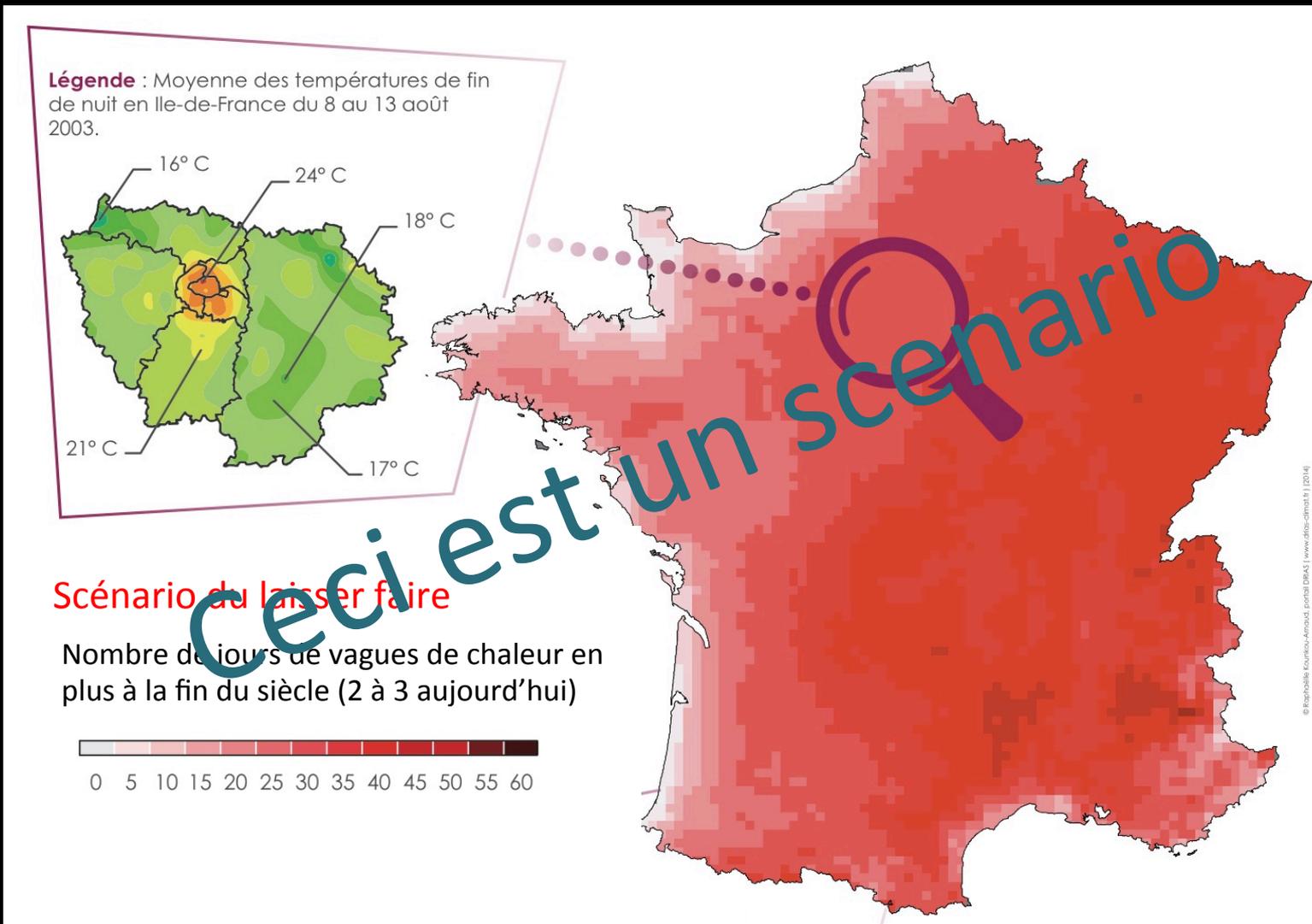


On ne fait rien de significatif  
(Scénario du laisser faire): + 3-5 C

On agit de façon radicale  
maintenant (Scénario sobre)  
+ 0.9-2.3 C

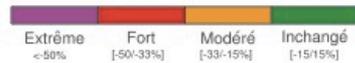
GIEC (2013)

# Vagues de chaleur estivales (si on ne fait rien)



Source: Le train du climat

**Légende** : Changement des débits  
des rivières en %.



## LE SCÉNARIO du « laisser faire » et ses effets sur...

### ... le débit des rivières en été.

Les débits de rivières diminueront en été de manière généralisée. Les réductions seront fortes sur les grands fleuves (Loire, Rhône) voire extrêmes (Garonne, Adour). Les rivières de montagne et les petits bassins versants du Sud seront les plus affectés.

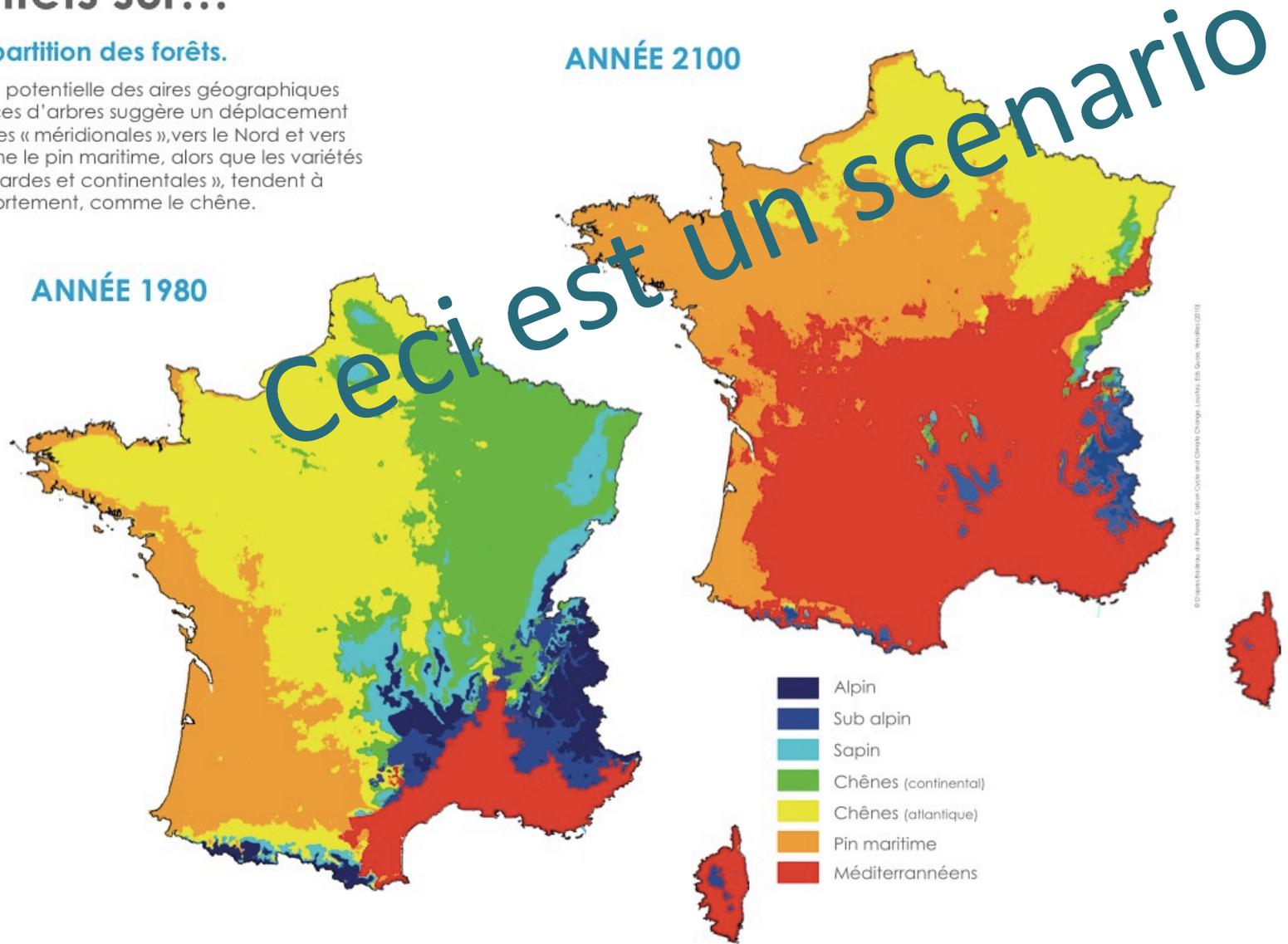


© G. Dreyer et G. Cornejo, CMIS, Cornejo (2018)

# LE SCÉNARIO du « laisser faire » et ses effets sur...

## ... la répartition des forêts.

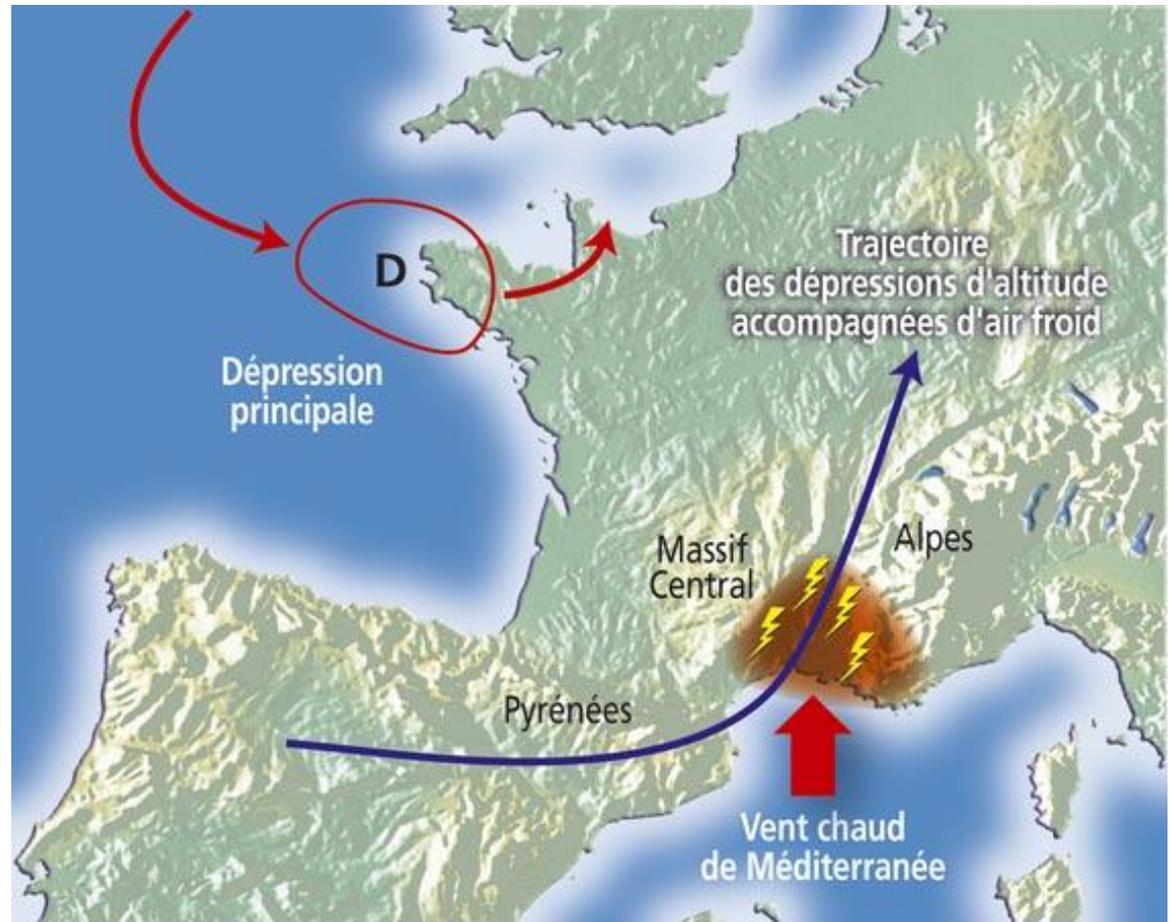
L'évolution potentielle des aires géographiques des essences d'arbres suggère un déplacement des espèces « méridionales », vers le Nord et vers l'Est, comme le pin maritime, alors que les variétés « montagnardes et continentales », tendent à régresser fortement, comme le chêne.



Source: Le train du climat

# Les épisodes Cévenols

- Fin d'été / automne
- Flux humide de sud
- Orages violents : heure > 100mm, jour >300mm, jusqu'à ~1000 mm
- Crue subite



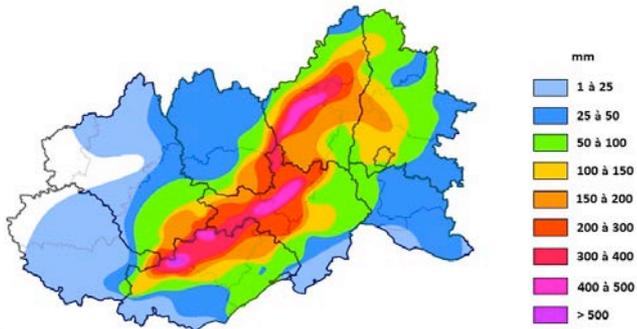
*Courtesy Robert Vautard (LSCE/IPSL/CNRS)*

# Episode de Septembre 2014



*Episode méditerranéen du 16 au 20 septembre 2014*

*Lames d'eau totales.*

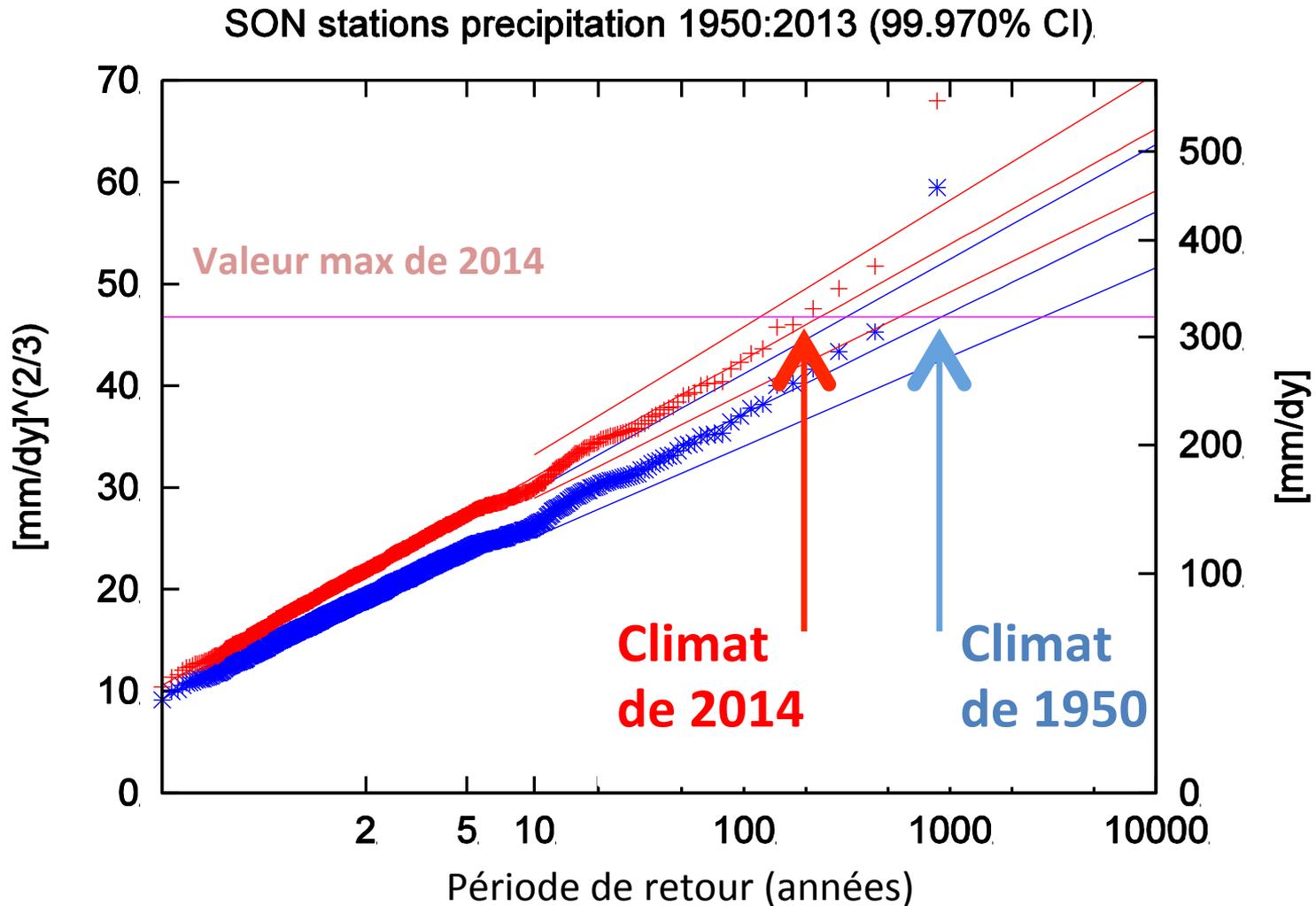


- Episode exceptionnel ?
- Quel rôle du changement climatique ?



# Estimation de l'occurrence d'épisodes Cévenols: probabilité **3x plus forte en 2014** qu'en 1950

(facteur 1.3 à 12)



# Quels impacts régionaux en France?



## Impacts sur le cycle de l'eau

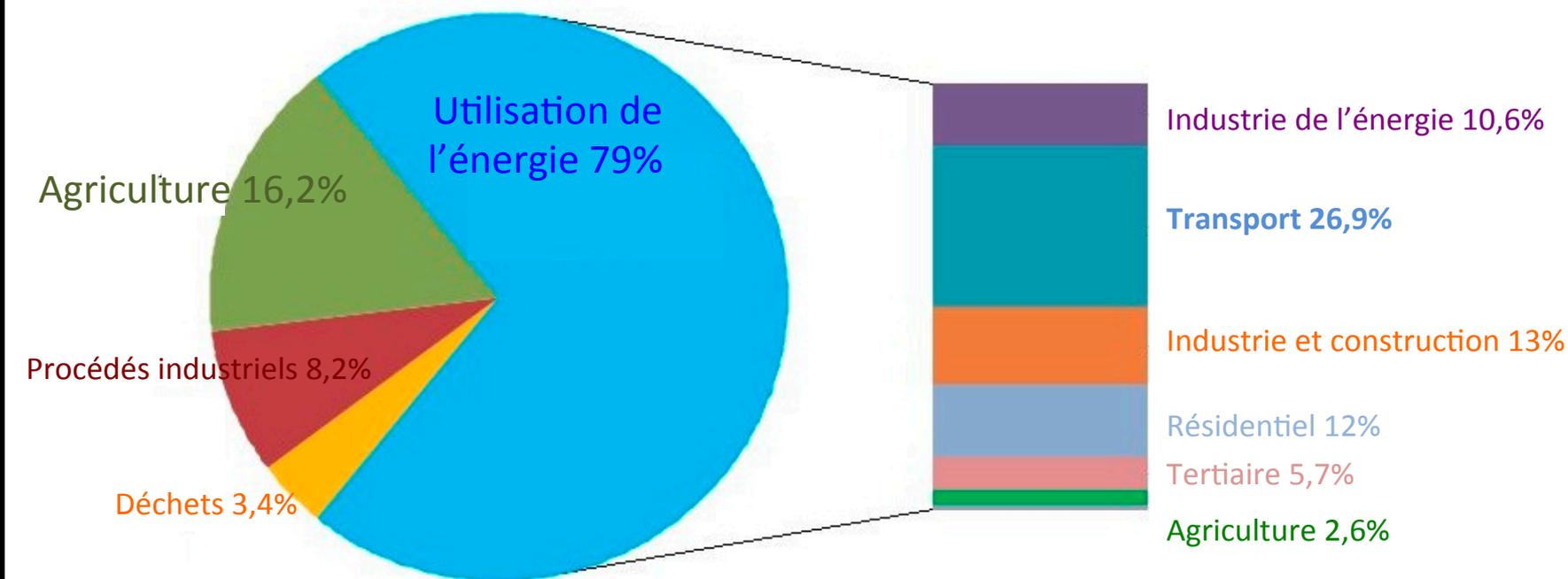
- Inondations
- Sècheresses
- Nappes souterraines
- Compétition usages (agricole, industriel, écosystèmes,...)
- Aménagement du territoire

## Enjeux (Plan Climat-Énergie-Air Territorial):

- Adaptation: comprendre et anticiper les vulnérabilités
- Services climatiques, expertise co-construite
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre

# Sources des gaz à effet de serre en France

En 2013



Source: Agence européenne pour l'environnement (2015) et CITEPA

En France, 6 tonnes équivalent CO<sub>2</sub> par habitant (USA: 20 T/hab, Chine: 6 T/hab) ... mais 12 T/hab si on tient compte des importations (5 en Chine)

# Rester sous 2 degrés...

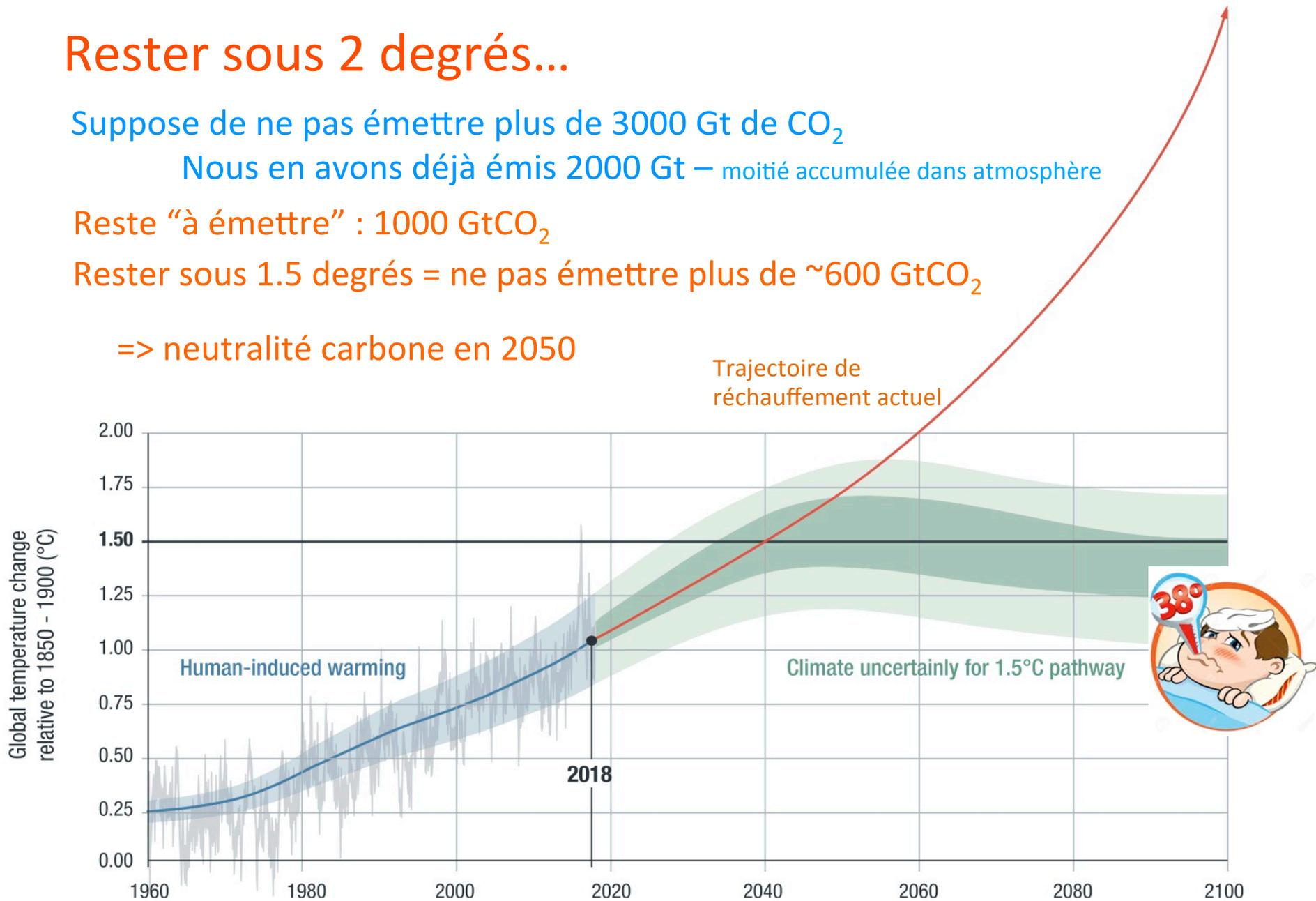
Suppose de ne pas émettre plus de 3000 Gt de CO<sub>2</sub>

Nous en avons déjà émis 2000 Gt – moitié accumulée dans atmosphère

Reste “à émettre” : 1000 GtCO<sub>2</sub>

Rester sous 1.5 degrés = ne pas émettre plus de ~600 GtCO<sub>2</sub>

=> neutralité carbone en 2050



# En résumé

- Le changement climatique est une réalité
- Ce sont les activités humaines qui le causent
- Le consensus scientifique est large
- Cela engendre des impacts négatifs sur nos sociétés
- Certains sont inévitables dans les années qui viennent
- Il faut s'y préparer (canicules, inondations,...)
- Nous avons de nombreuses solutions pour limiter les pires impacts

Chaque degré compte, chaque action compte

# Quels risques sommes-nous prêts à prendre ?

Choisir entre trois grands types de risques:

1. un monde à +2 degrés et au delà = crises de plus en plus graves à gérer
2. un legs aux prochaines générations = options de plus en plus radicales et risquées
3. une transition très (trop?) rapide pour nos systèmes économiques et financiers

Vivre en société, c'est aussi gérer le risque