

# RECONSTITUTION DU CLIMAT DU DERNIER MILLENAIRE

---

V. DAUX

Laboratoire des Sciences du Climat et de  
l'Environnement

CEA/CNRS/UVSQ/IPSL



Séminaire du 7 Nov. 2013

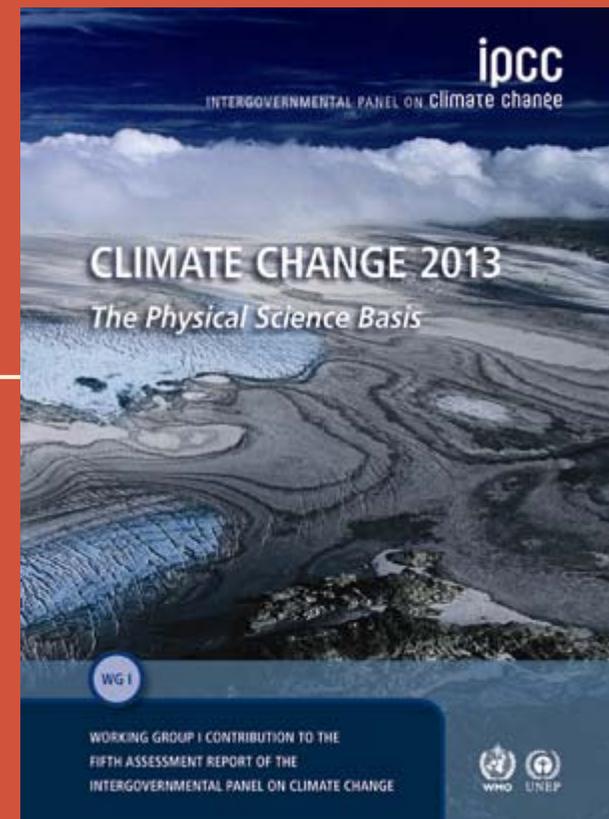
# Pourquoi s'intéresser au climat du dernier millénaire?

- Climat: distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période de temps donnée (typiquement 30 ans).
- Qu'est-ce qu'un changement climatique **significatif**?
  - Cela dépend de la variabilité climatique...

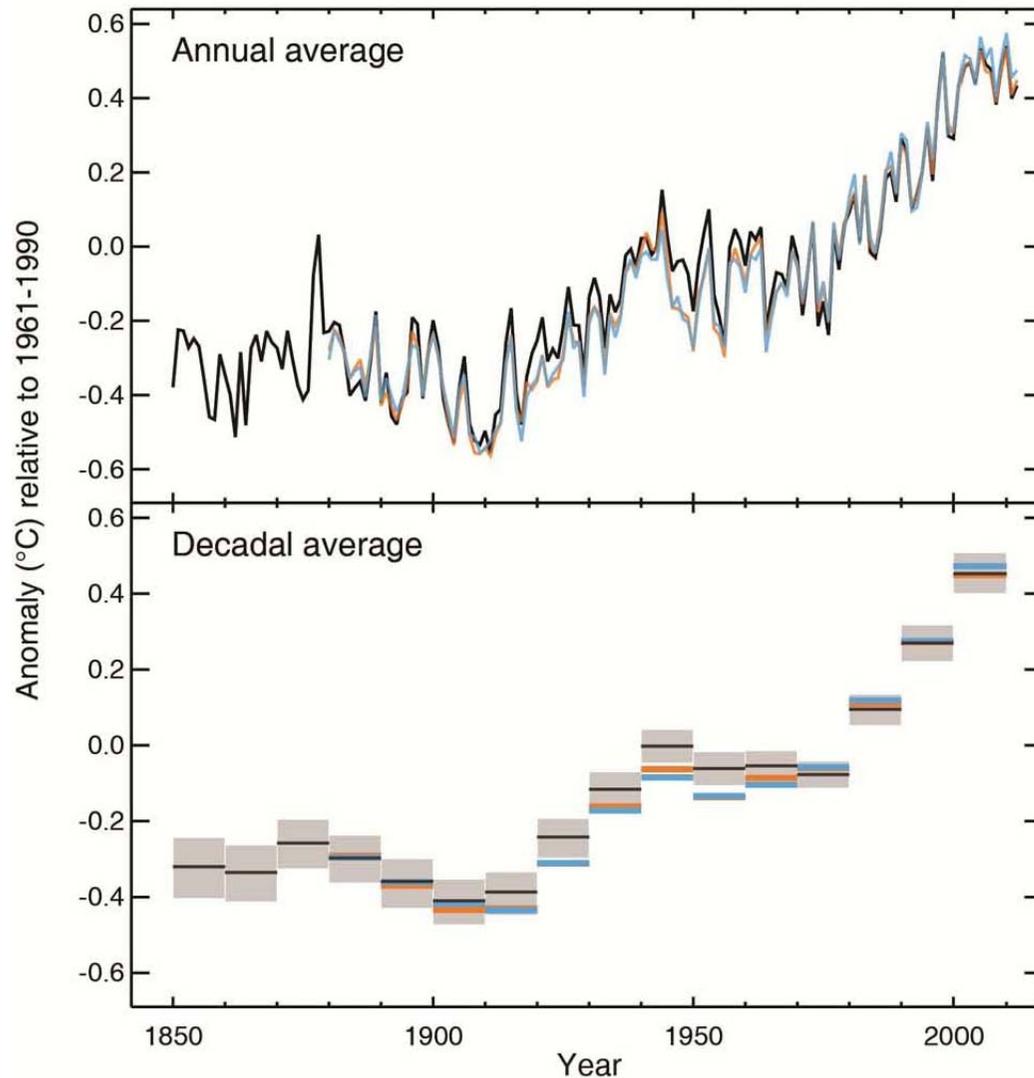
# LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN COURS

Cinquième rapport du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

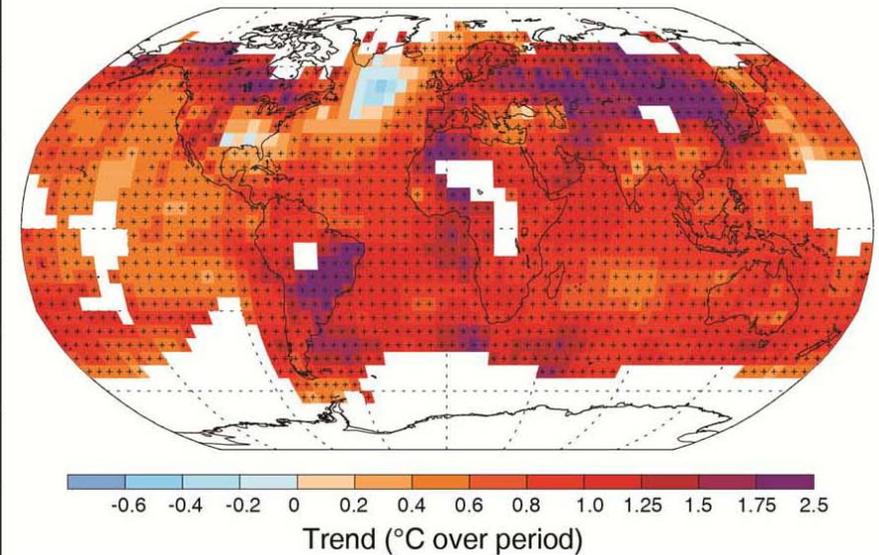
---



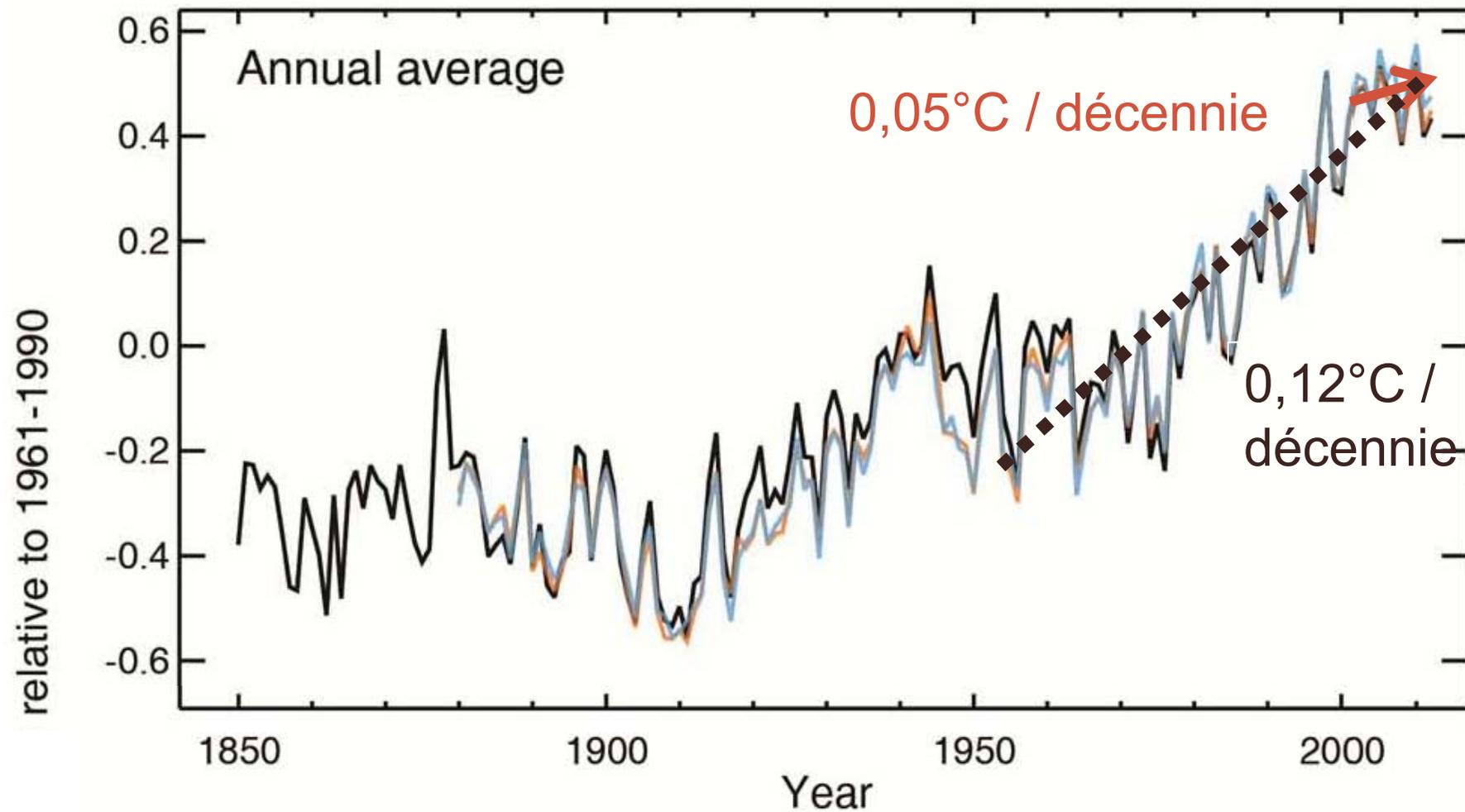
# Anomalies de température de surface moyenne (surface - continent) 1850-2012



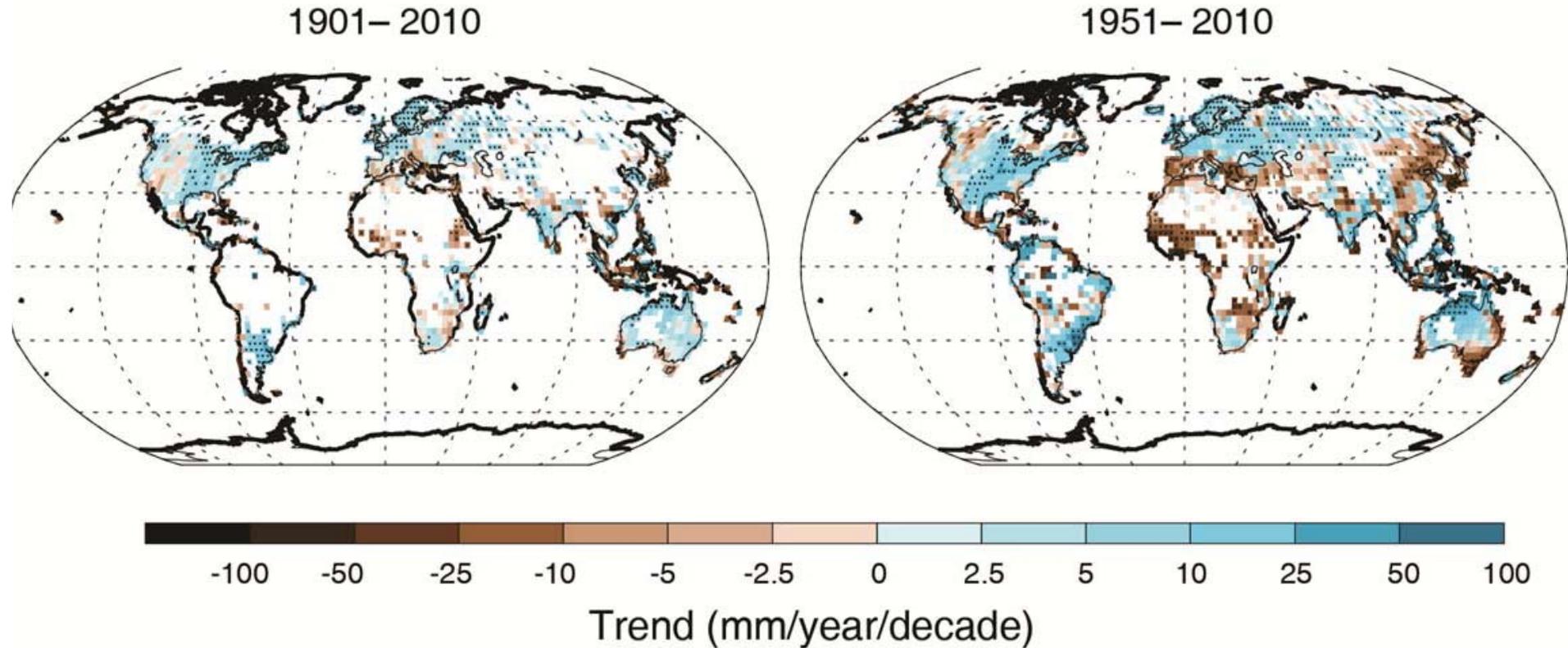
# Variations observées des températures de surface 1901-2012



## Anomalies de température de surface moyenne (surface-continent) 1850-2012



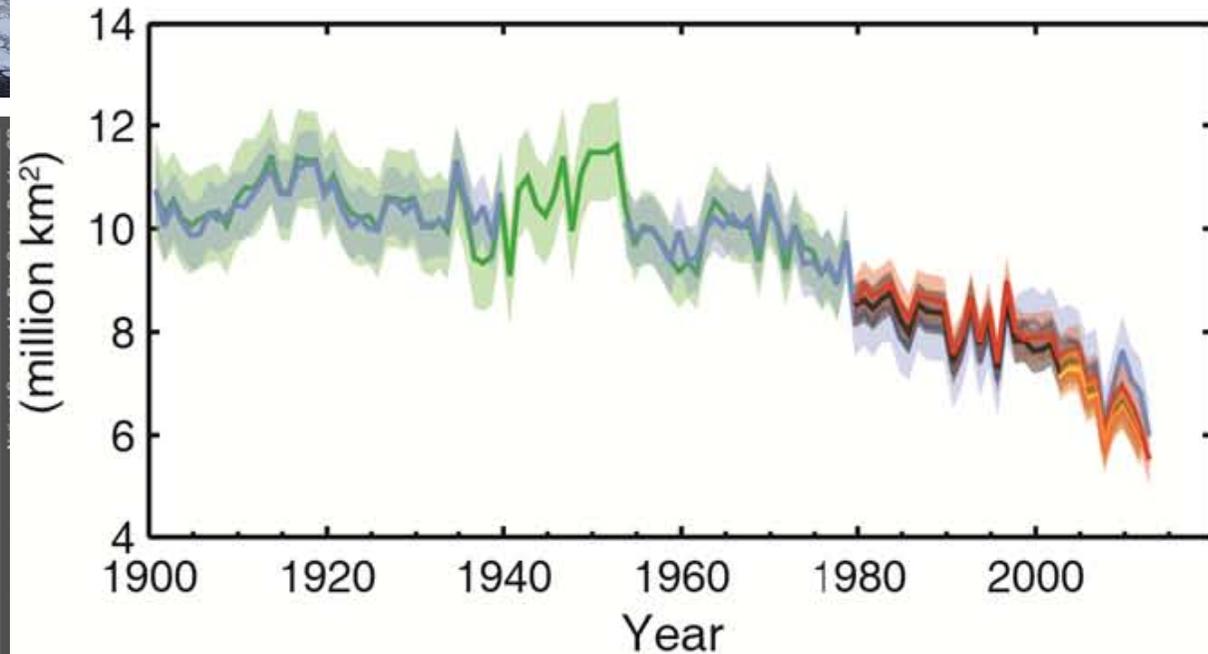
# Variations observées des précipitations sur les continents



# Variations observées dans la cryosphère



Etendue de la glace de mer en été en Arctique

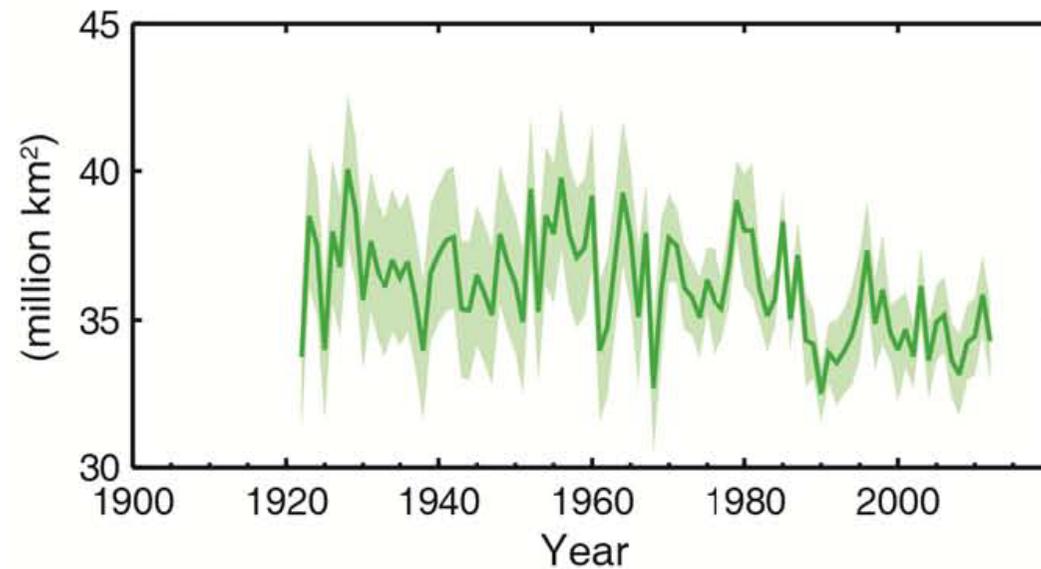


(IPCC, 2013)

# Variations observées dans la cryosphère



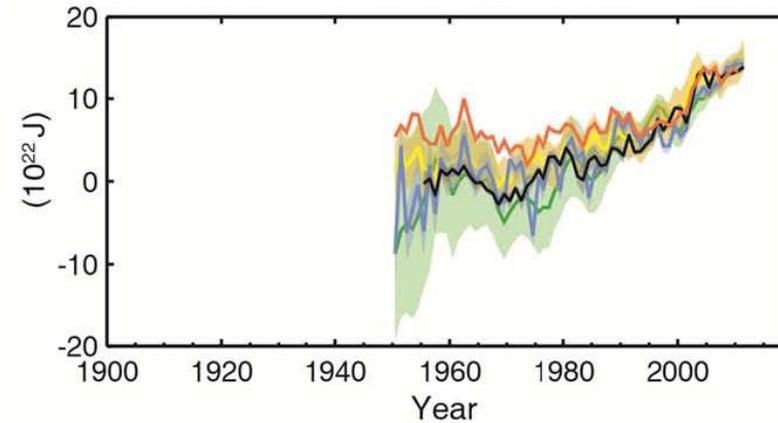
Variation de la couverture  
neigeuse au Printemps



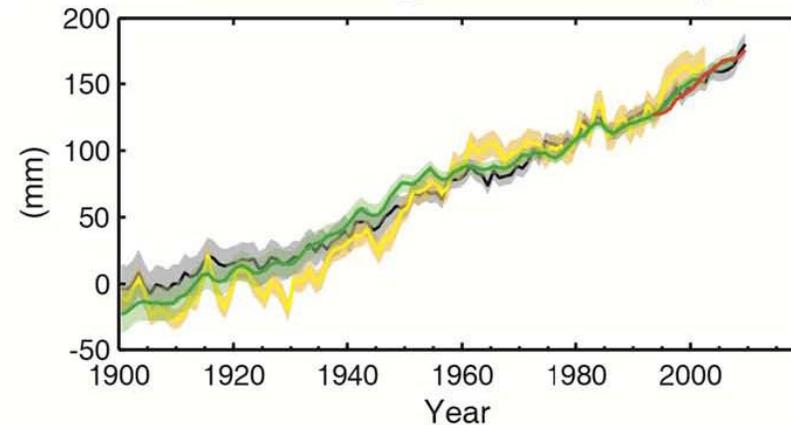
# Variations observées dans le domaine océanique



Change in global average upper ocean heat content



Global average sea level change



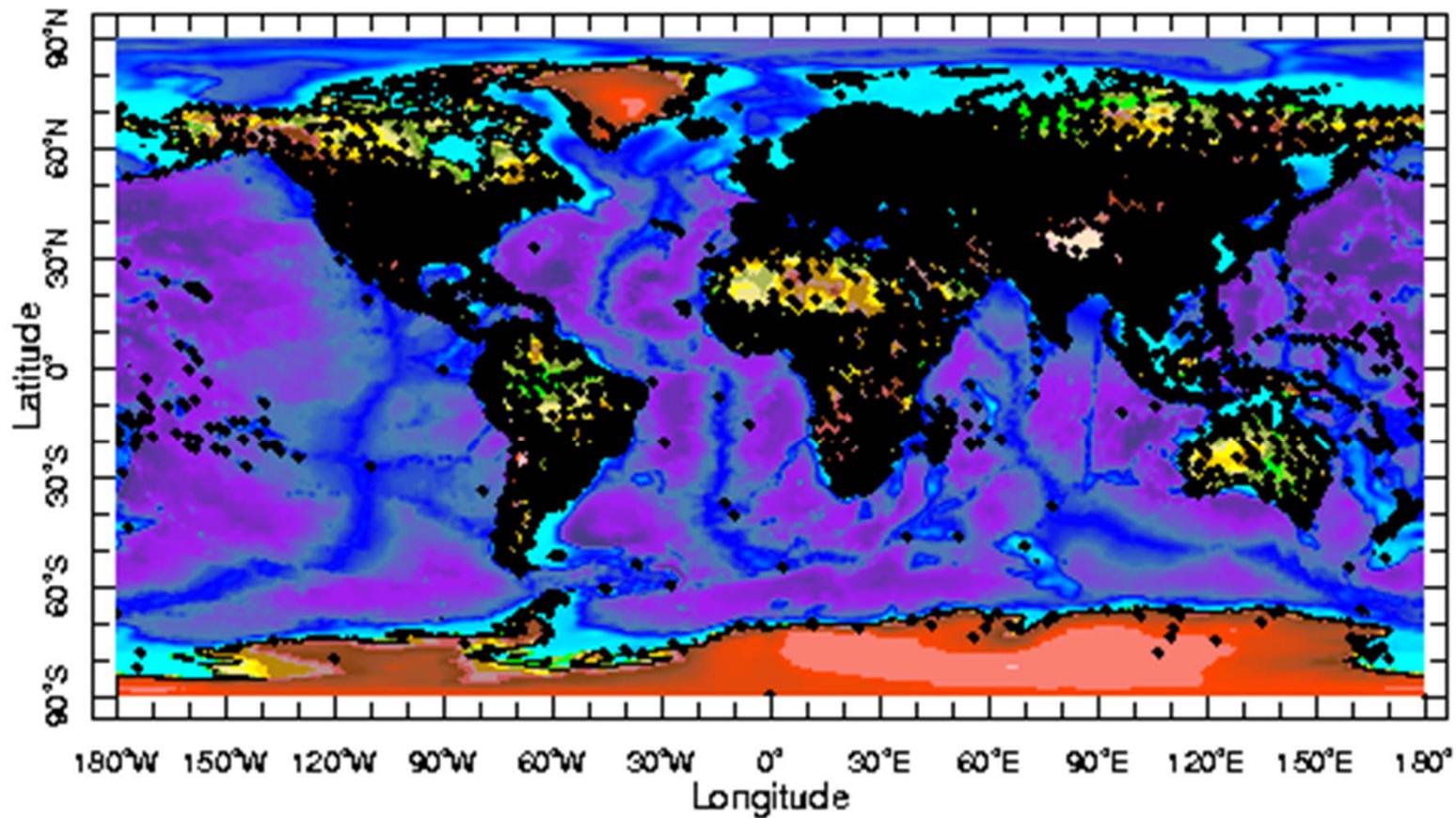
# En résumé

- Evolution à la hausse des températures, du niveau de la mer, de la quantité d'énergie stockée dans l'océan
- Diminution du couvert neigeux, du volume des glaciers et des calottes, de l'extension de la glace des mers
- Précipitations modifiées
- **Mais** la variabilité climatique naturelle est forte
  - **Nécessité de replacer le changement climatique en cours dans la perspective la plus longue possible**

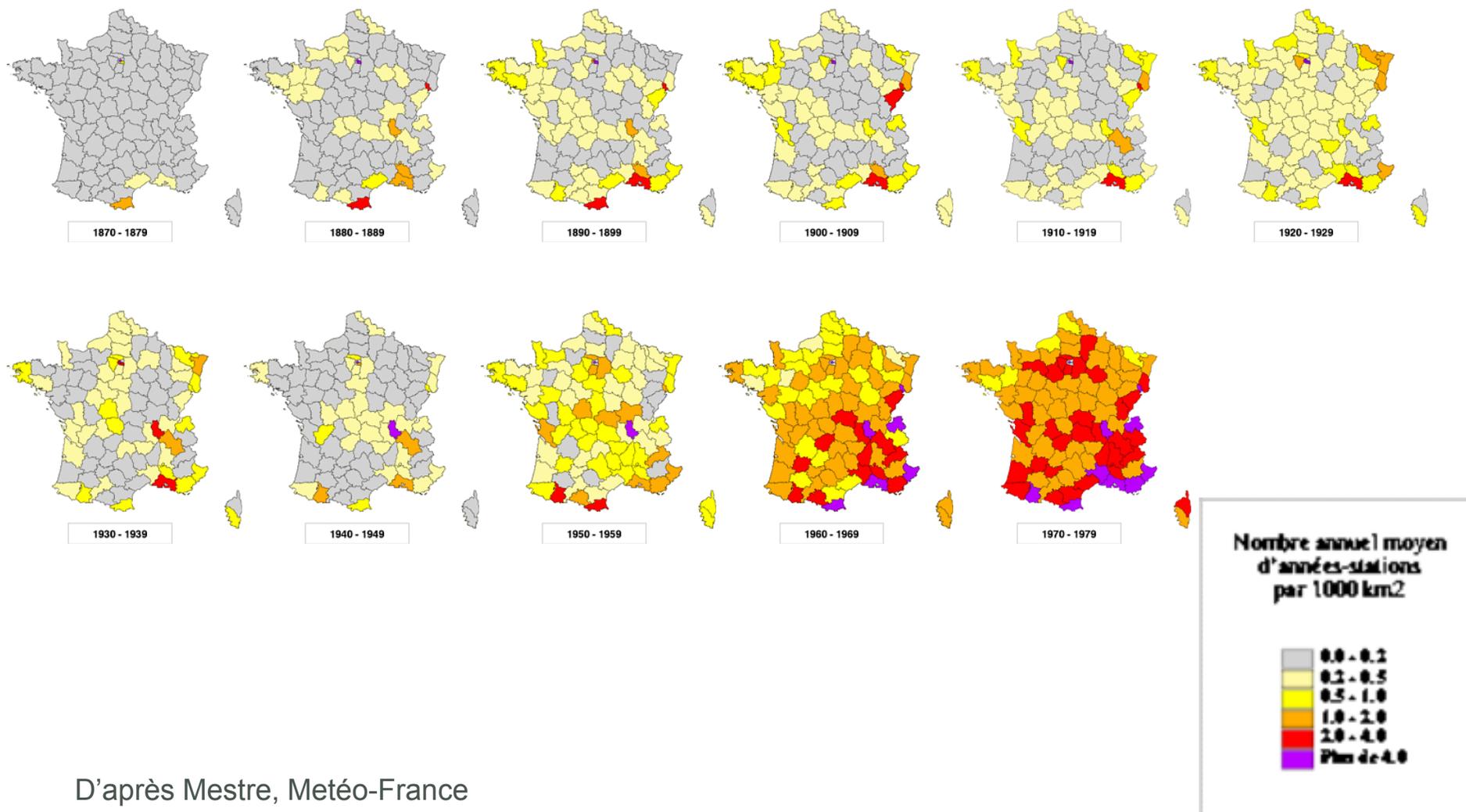
# LES LONGUES SERIES THERMOMETRIQUES

---

# Plusieurs milliers de stations météo dans le monde

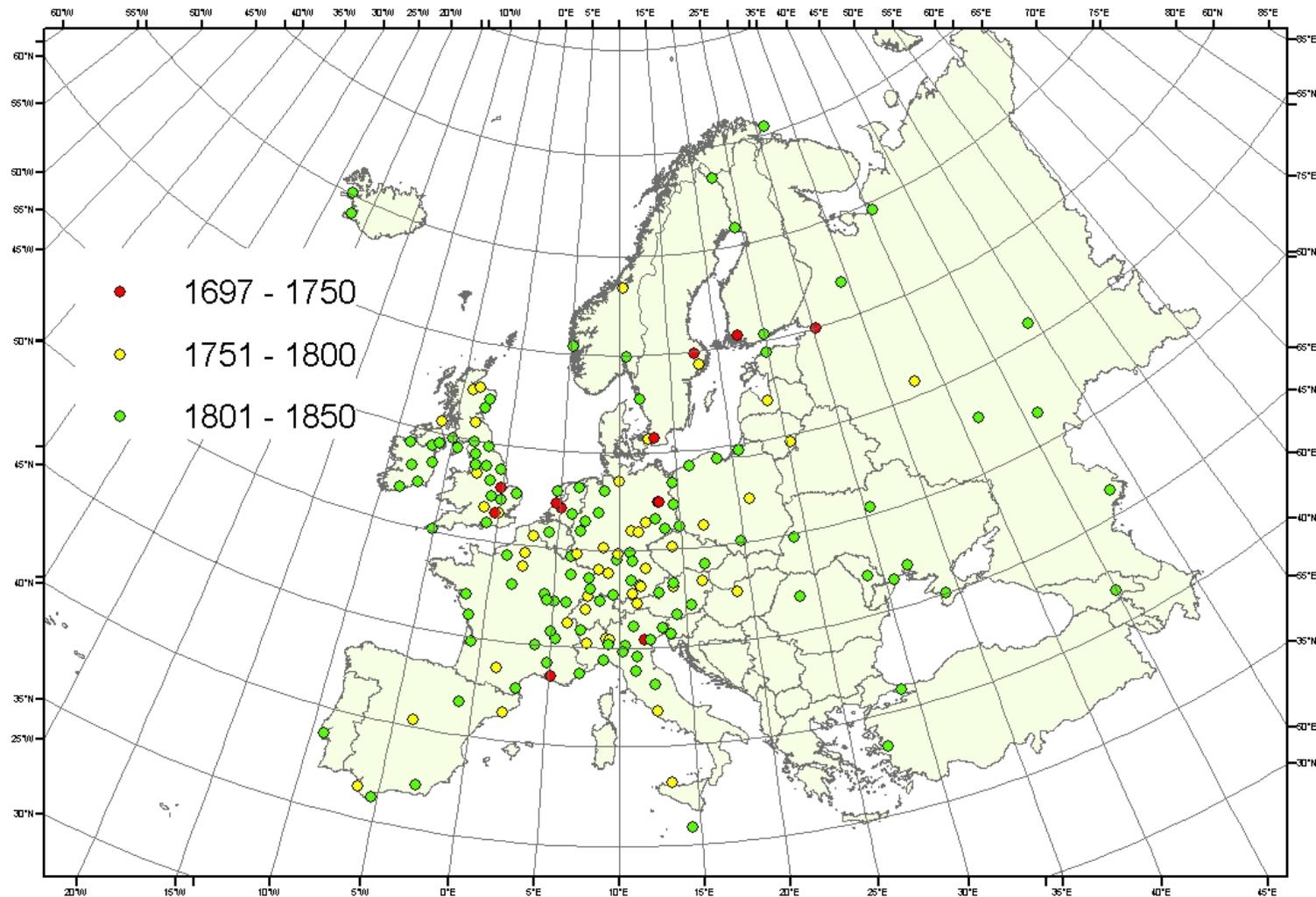


# Températures instrumentales en France



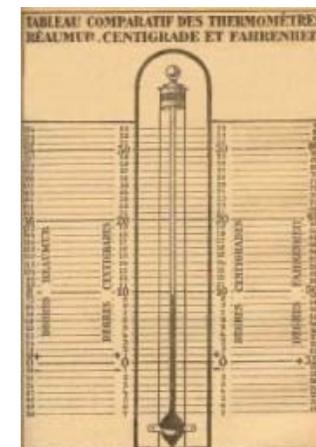
D'après Mestre, Météo-France

# Sites européens d'enregistrement de température toujours en activité

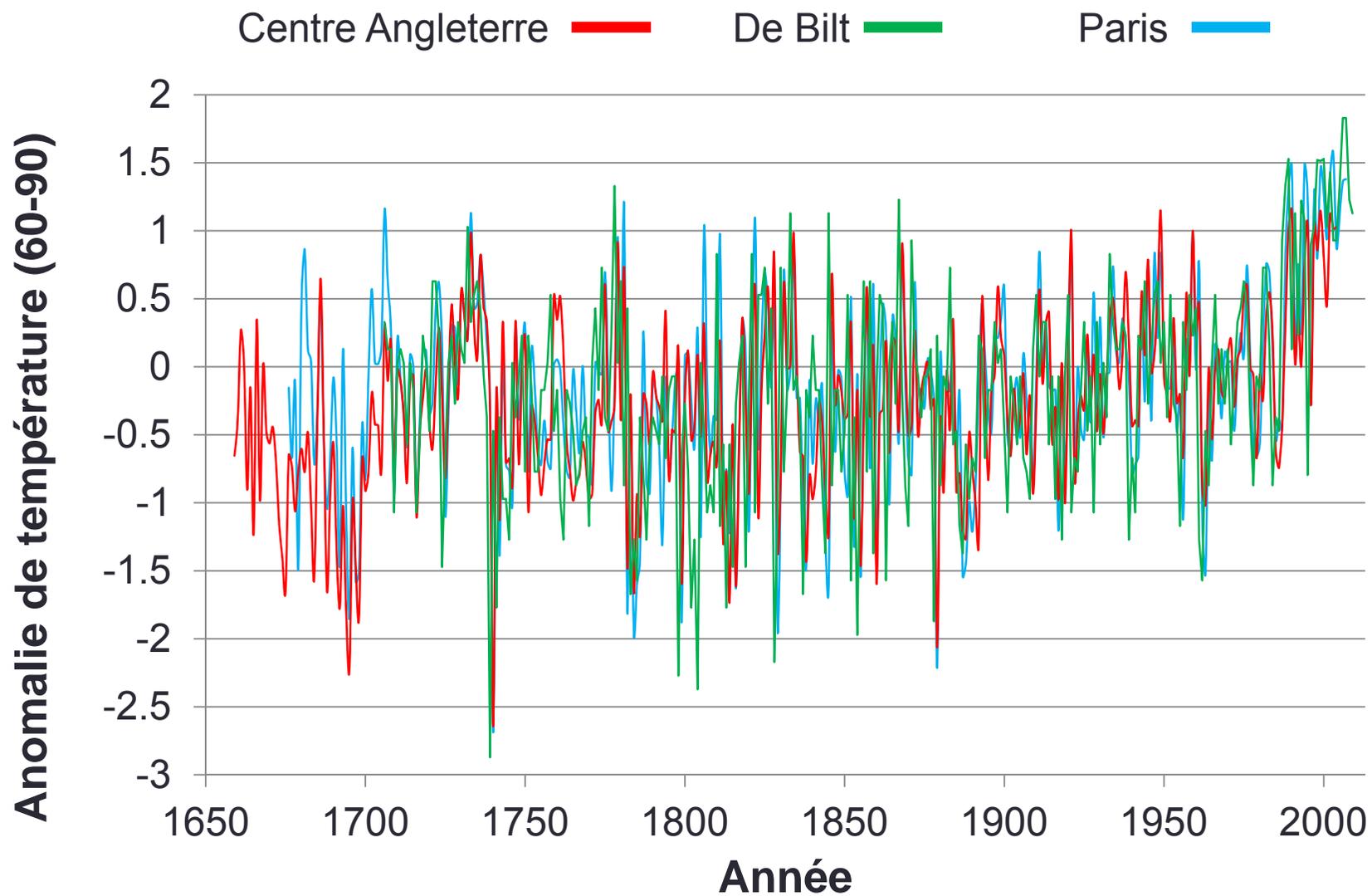


# Couverture de plus en plus faible en remontant le temps et .....

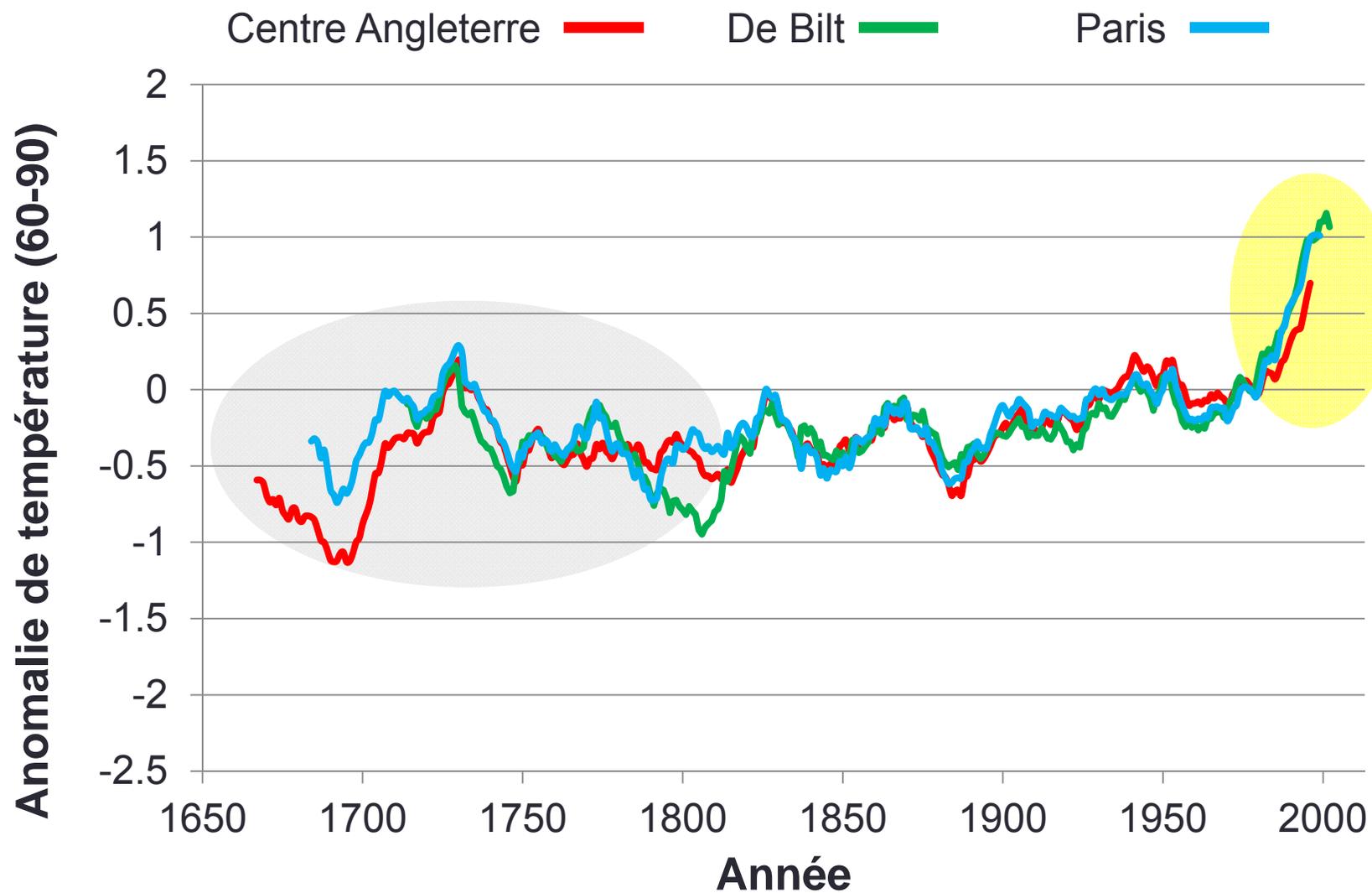
- Erreurs instrumentales et humaines
- Changement d'instrument, d'observateur ou de technique d'observation
- Changements à la périphérie de la station d'enregistrement (ex: urbanisation)
- Homogénéisation nécessaire des données



# Les plus longues séries thermométriques



# Les plus longues séries thermométriques



# LES INDICATEURS OU « PROXIES »

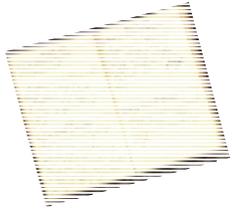
---

# « Proxies continentaux »

## • Données documentaires

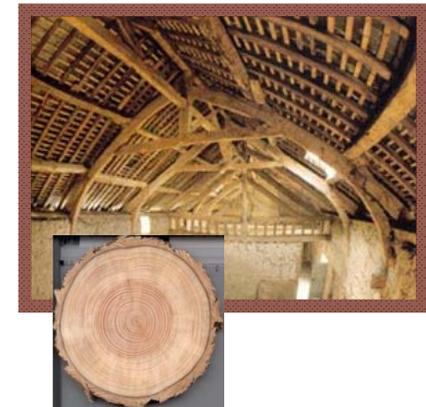
Rapports, journaux personnels, illustrations...

- Informations phénologiques et dates de vendanges
- Informations économiques, sociales et religieuses
- Informations météorologiques qualitatives



## • Mesures physico-chimiques:

- Cernes d'arbres
- Glaciers
- Trous de forage

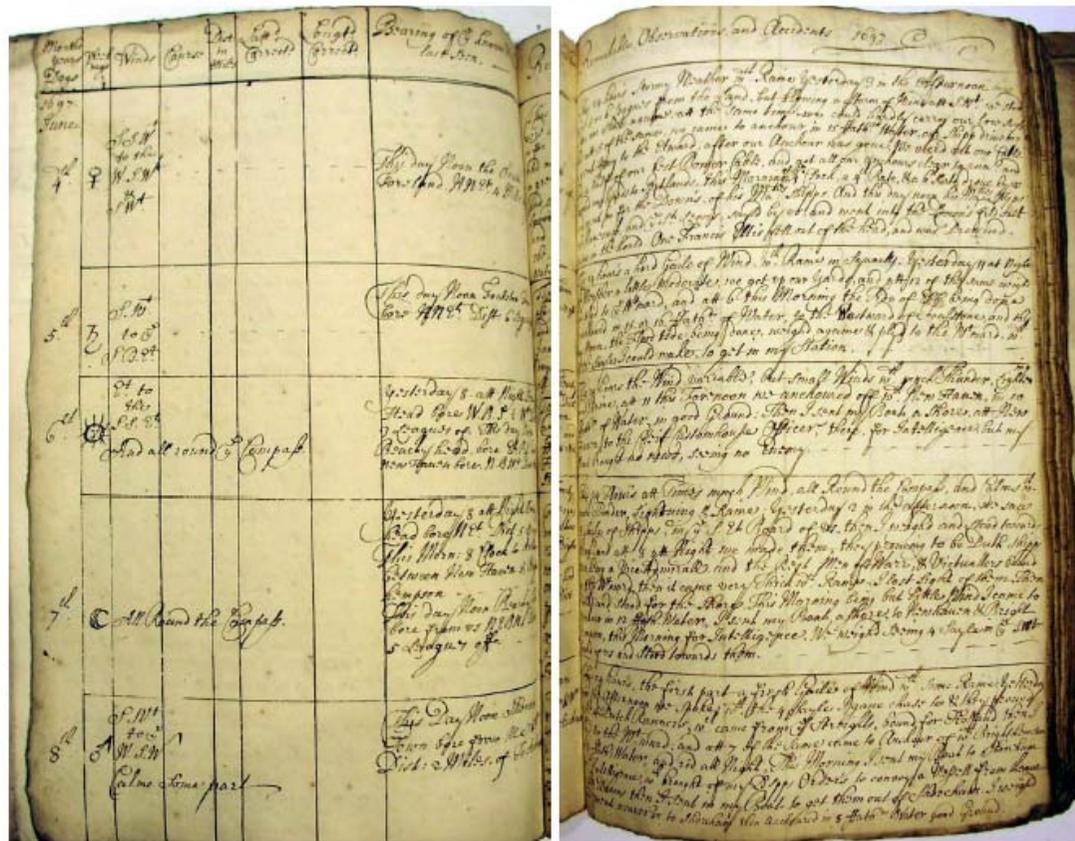


# QUELQUES EXEMPLES

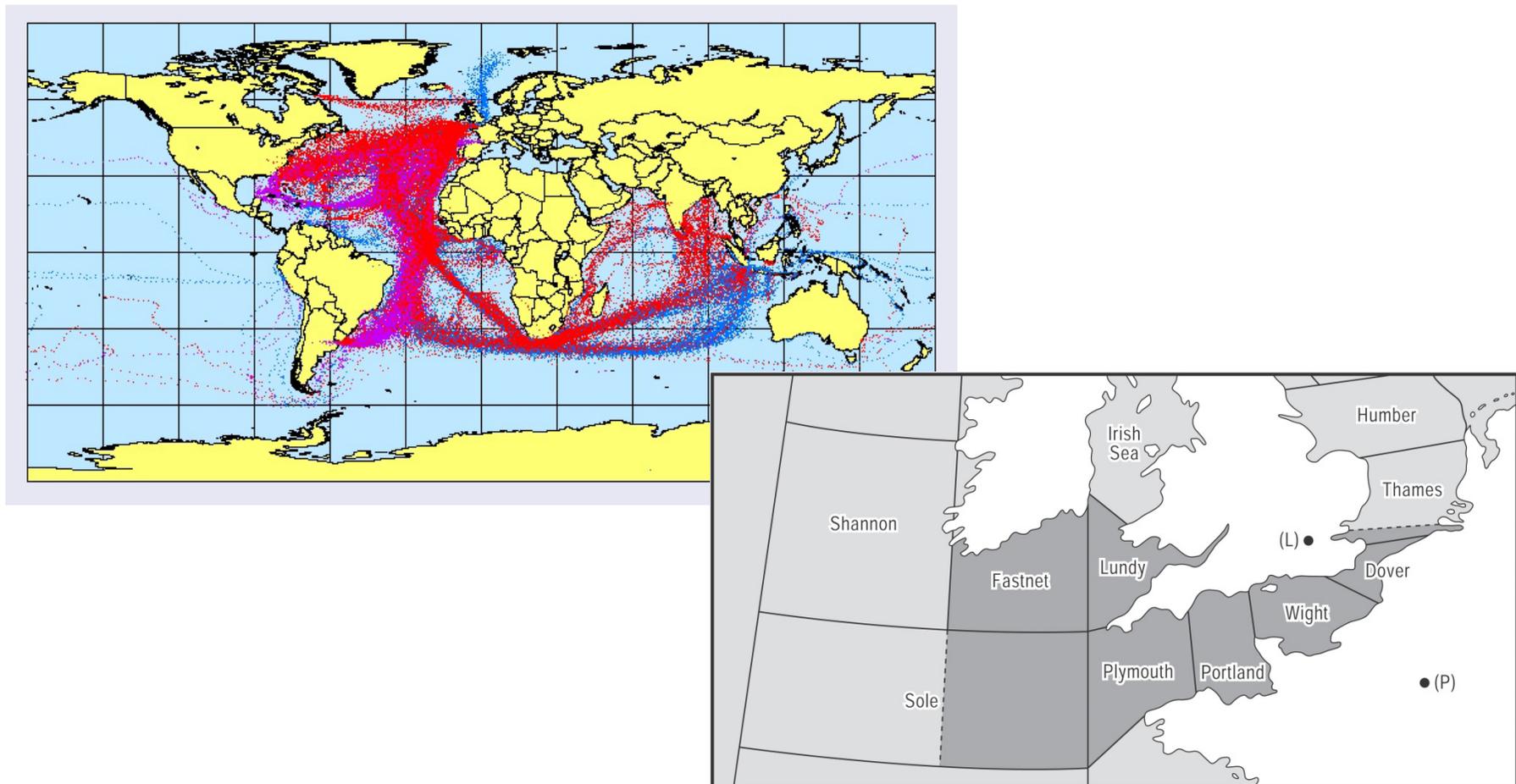
---

# Journaux de bord

Pages from a typical Royal Navy logbook from the late C17 (HMS Experiment)

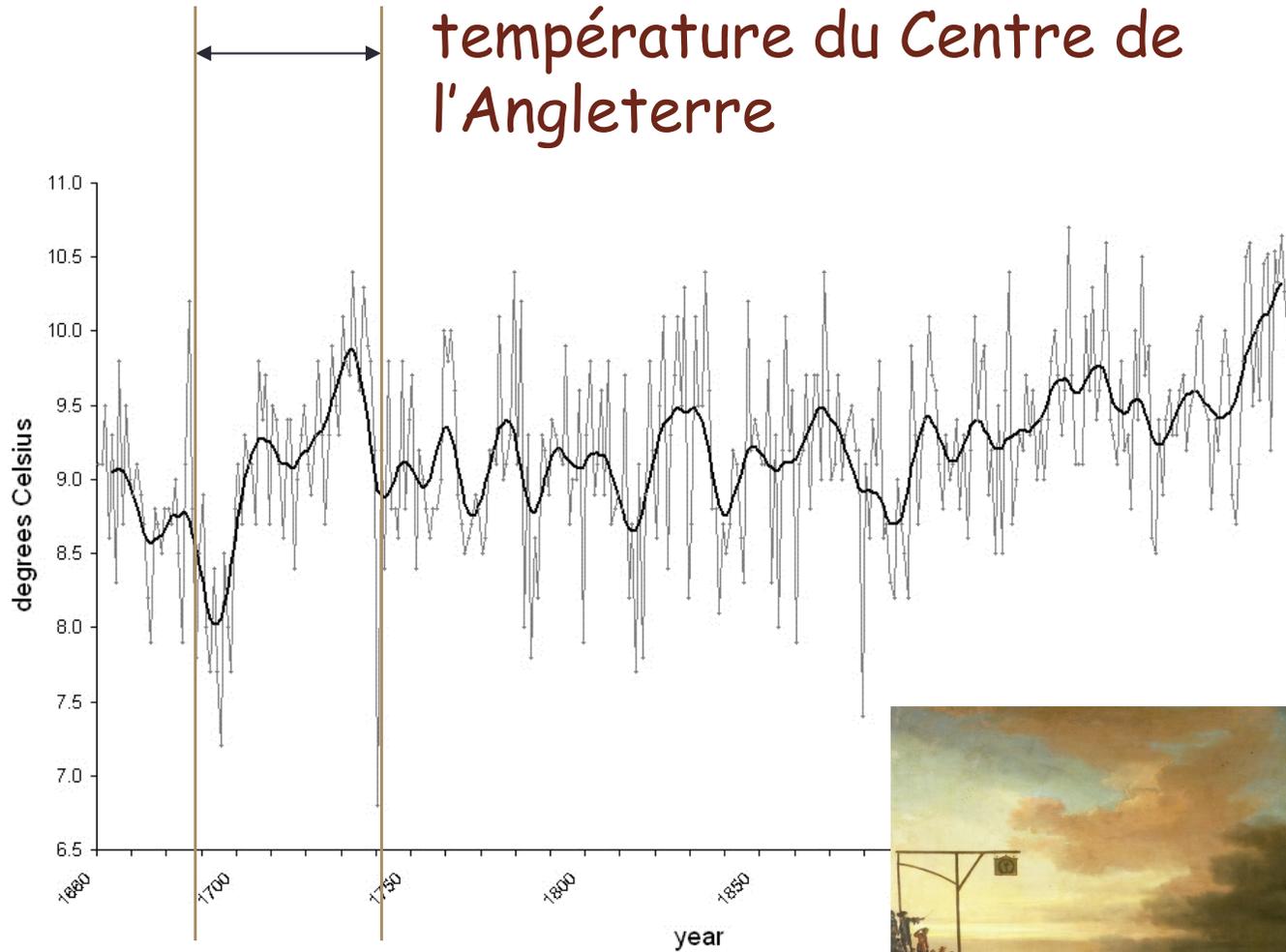


Plus de 120000 journaux  
Vent et temps consignés chaque heure....



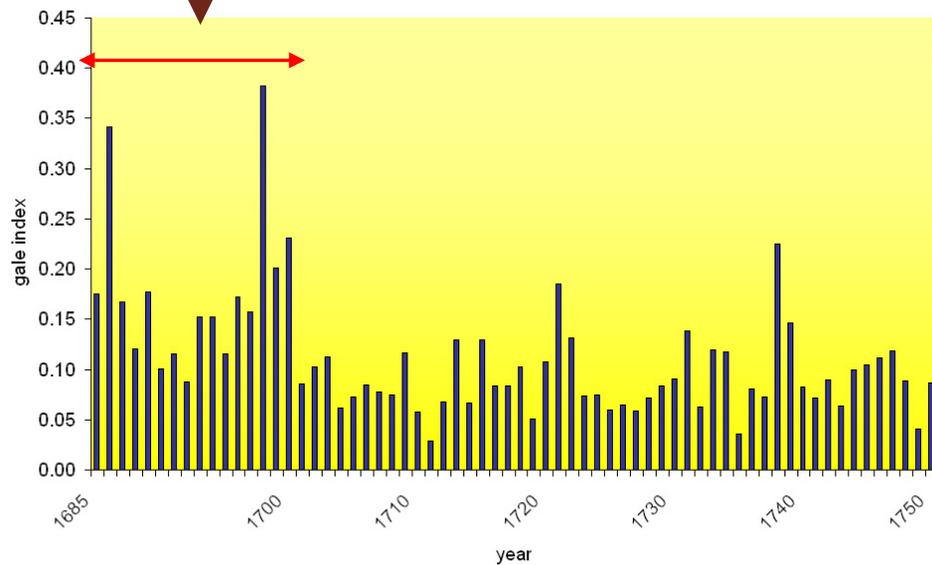
D'après Wheeler, 2013

## 1685 - 1750 dans la série de température du Centre de l'Angleterre

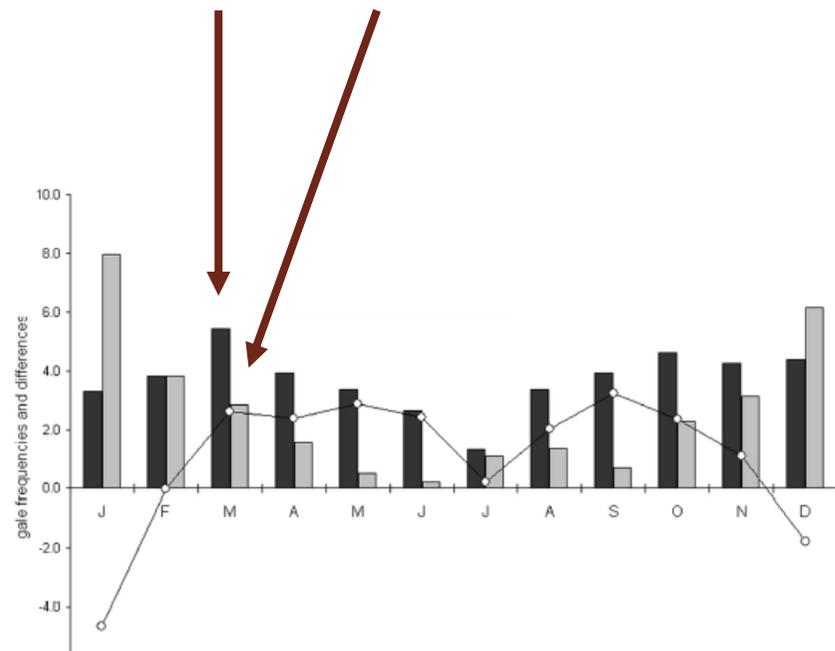


## ➤ Séries annuelles de vent 1685 – 1750

Période venteuse pendant l'époque la plus froide du petit âge glaciaire.

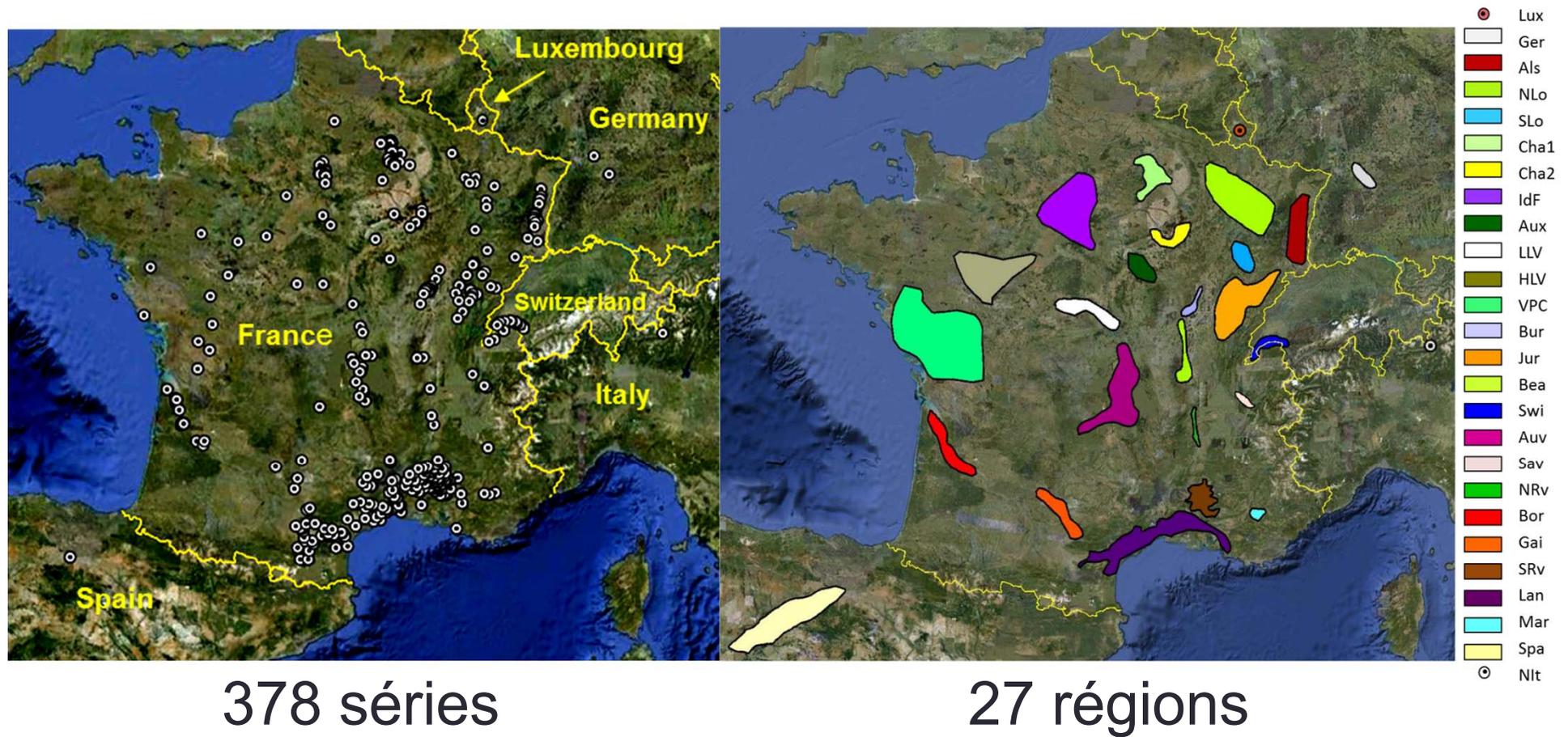


Répartition annuelle différente entre PAG et actuel





## ➤ Séries de dates de vendanges



378 séries

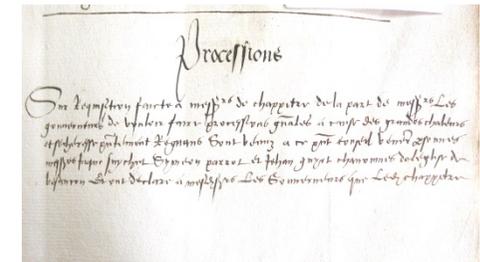
27 régions

## ➤ Dates de vendanges à Besançon

- Bancs de vendanges dans les registres municipaux
- Mentions 'climatiques' dans registres, livres de raison, etc

« 1540 fut l'année de la **soilie (sécheresse)**, et furent les rivières et fontaines si petites que l'on passoit le Dou (Doubs) seulement à Audincourt ... et **mourut beaucoup de poissons** ... » (Chroniques de Bois-de-Chesne)

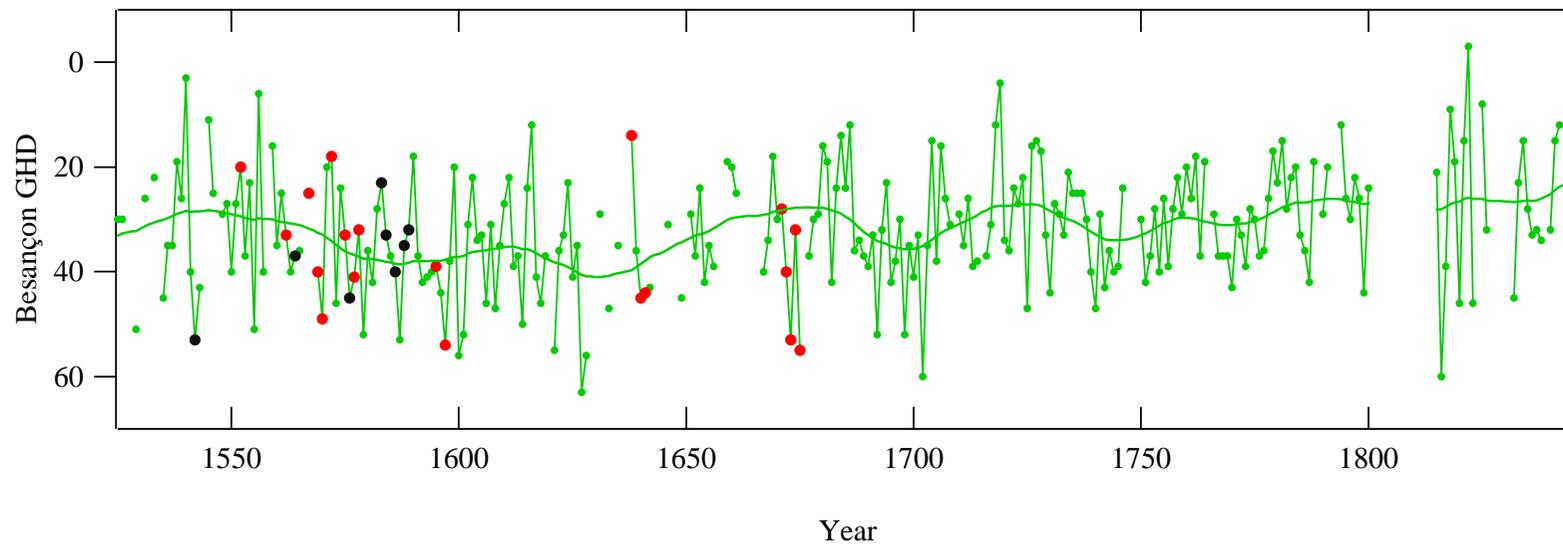
- Processions en l'honneur de Saint Prothade
- Epidémies (peste)
- Guerres, passages de troupes

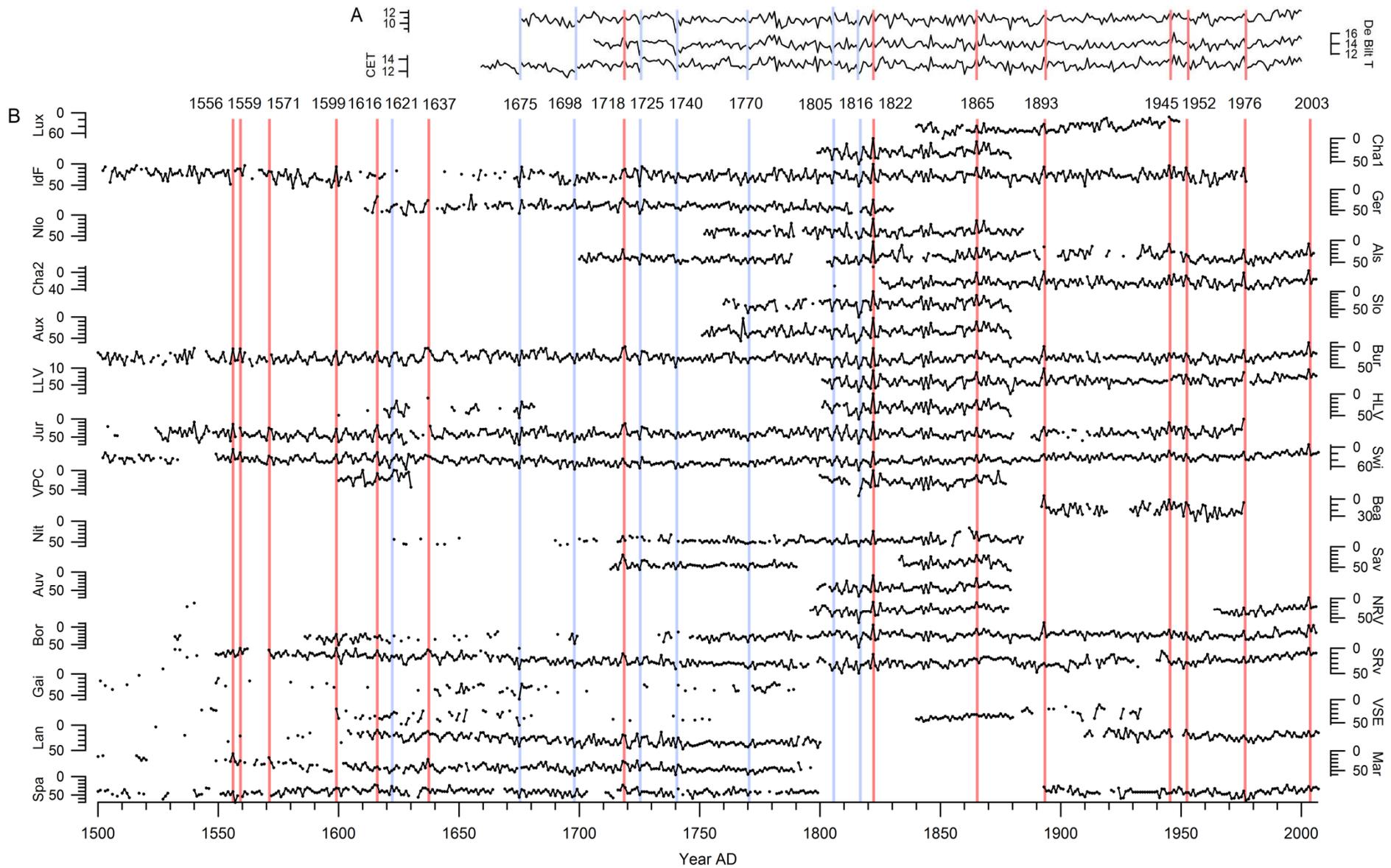


Siège de Besançon en 1674,

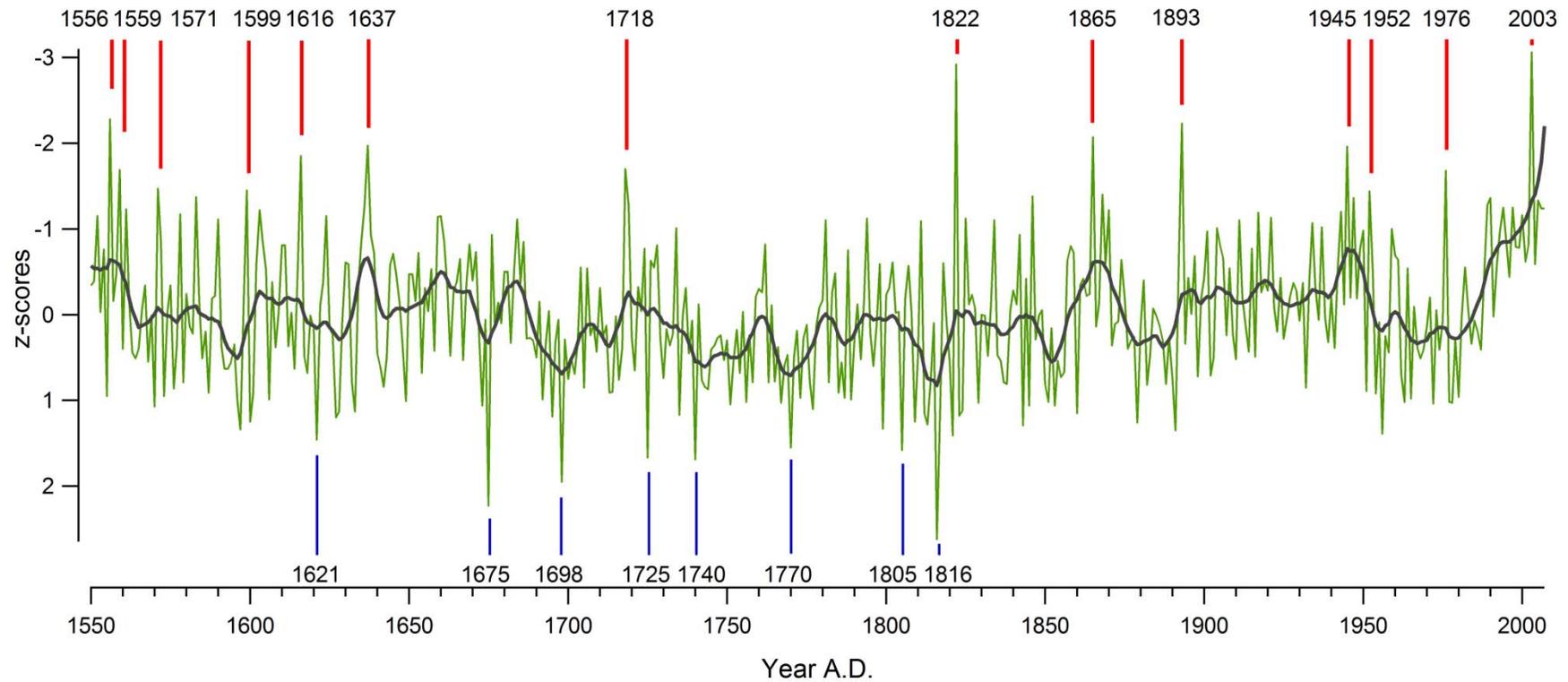
# « Contextualisation » de la série

27% de données 'anthropisées'

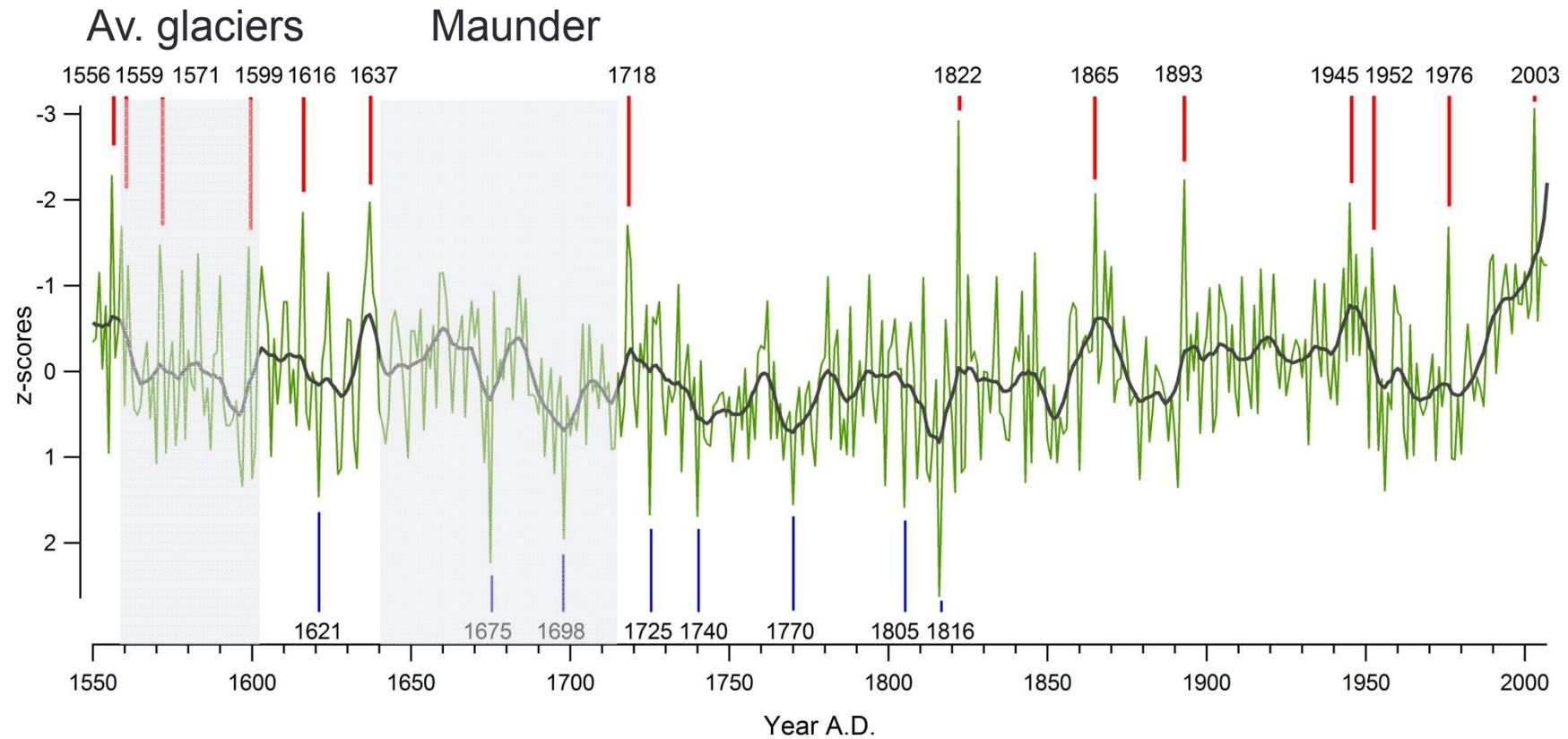




## ➤ Répartition des années extrêmes



## ➤ Répartition des années extrêmes



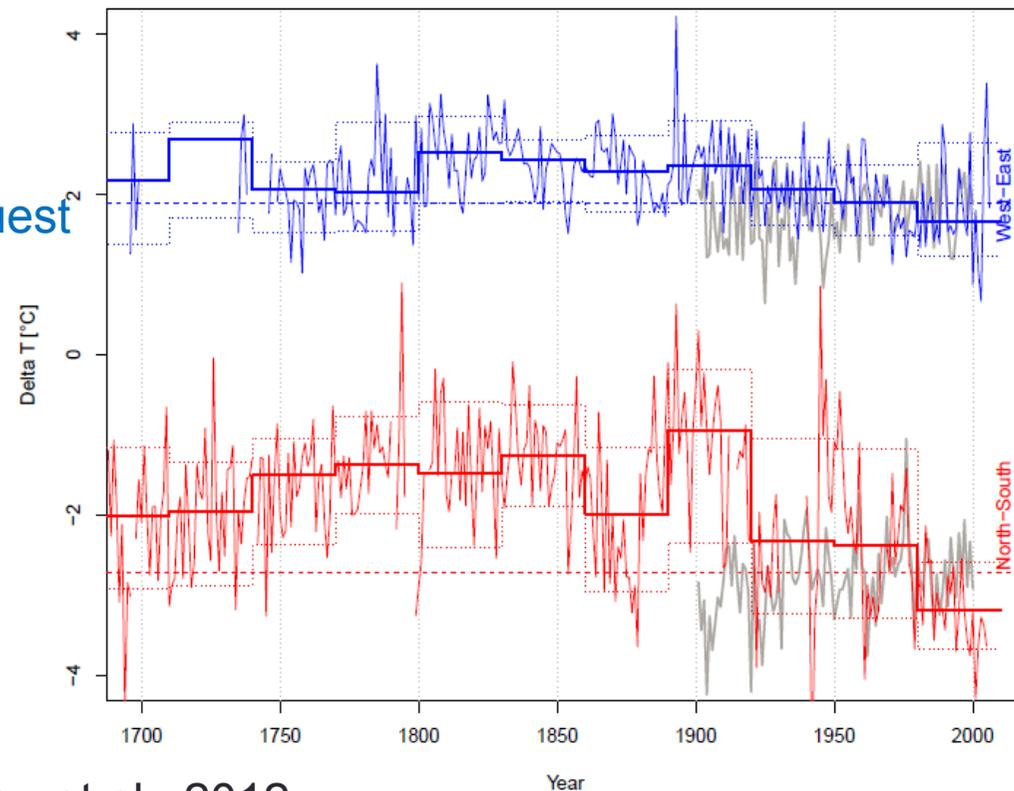
## ➤ Evolution des gradients thermiques (Avril-Août)



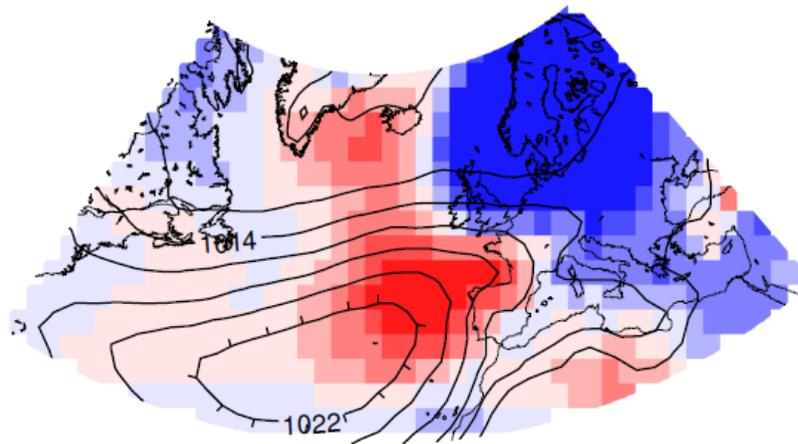
1. Transformation des dates de vendanges en températures avril-août par modèle phénologique
2. Calcul des gradients Est-Ouest et Nord-Sud

Peu de variation du gradient Est-Ouest

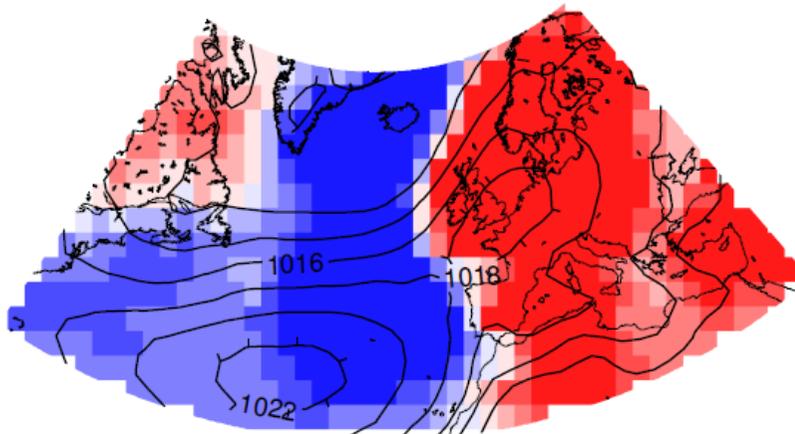
Gradient Nord-Sud plus faible pendant le petit âge glaciaire



## ➤ Type de situation météorologique



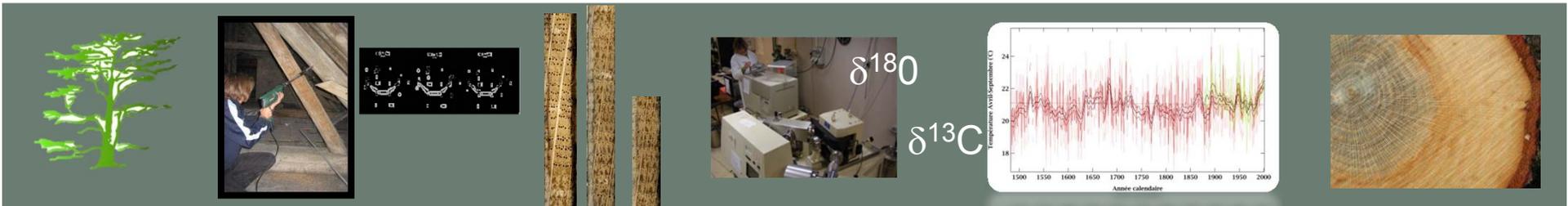
Dernières décennies:  
Flux zonal



Petit âge glaciaire:  
situation de blocage

# Paramètres des cernes d'arbres

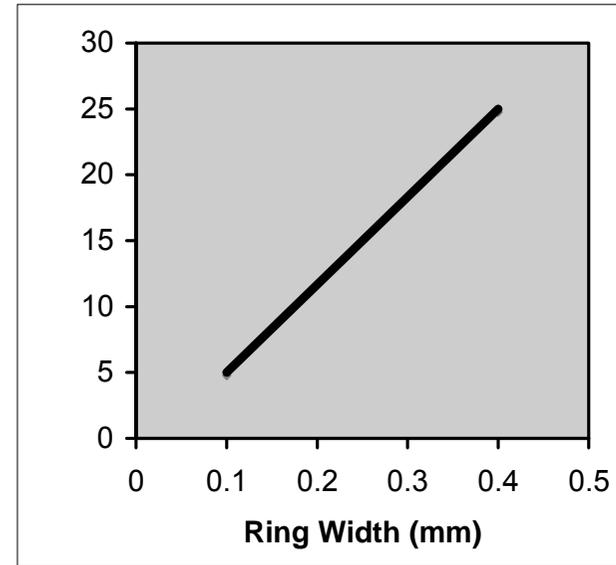
Largeurs de cernes et composition isotopique de la cellulose



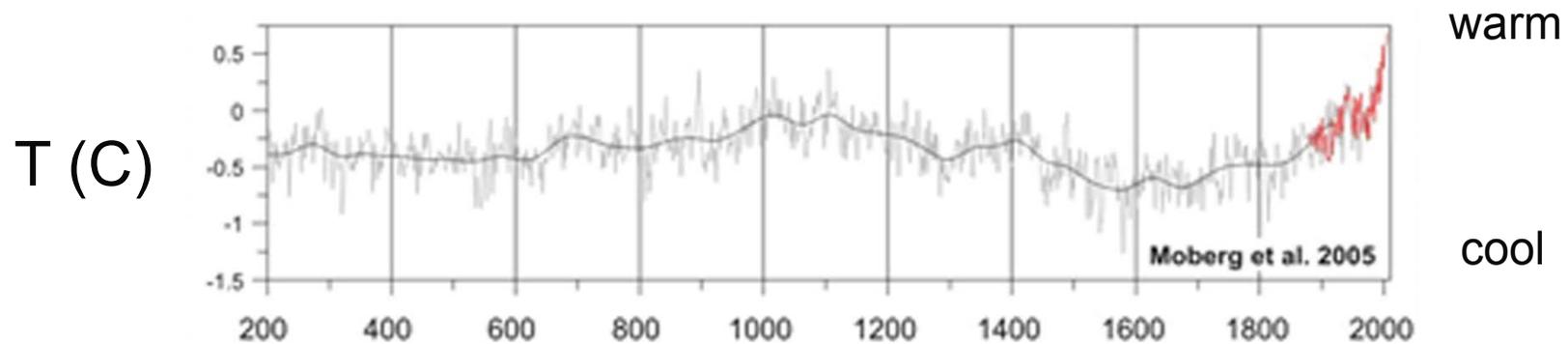
# Procédure



Mesure



Etalonnage

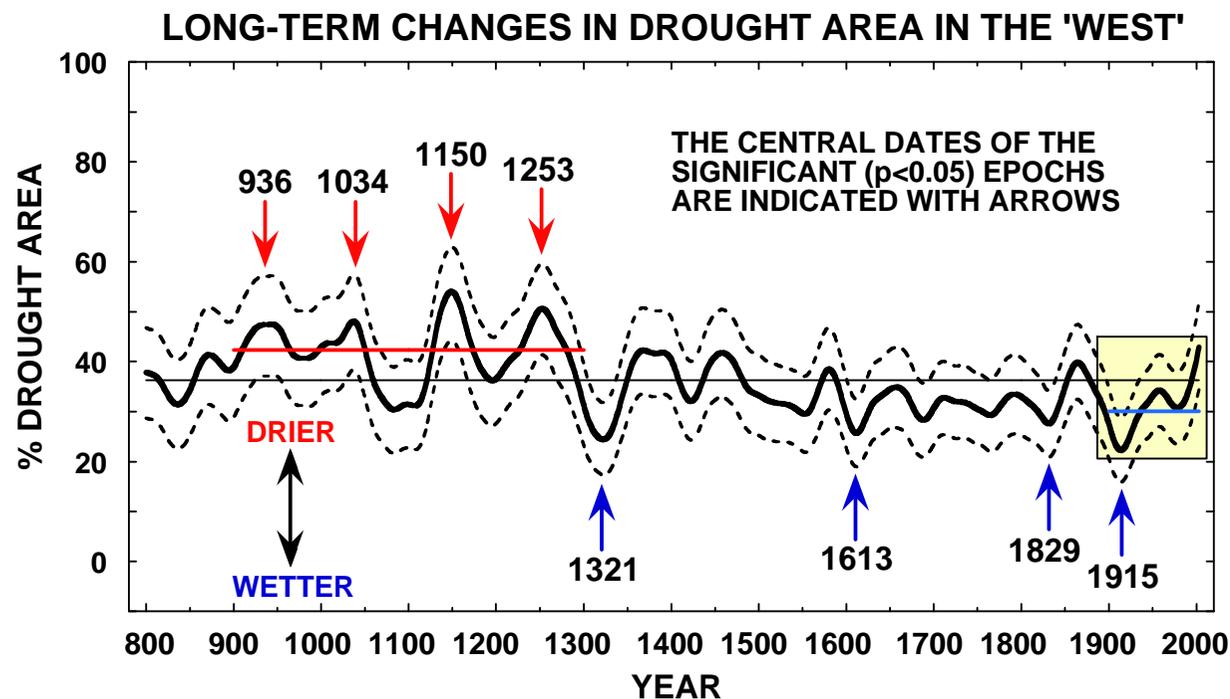


Reconstruction

# Largeurs de cernes

➤ Arbres dont la croissance est sensible à l'aridité (Ouest des Etats-Unis)

→ Sécheresses pendant l'Optimum climatique médiéval : plus longues et plus sévères



Augmentation de l'aridité dans le futur?

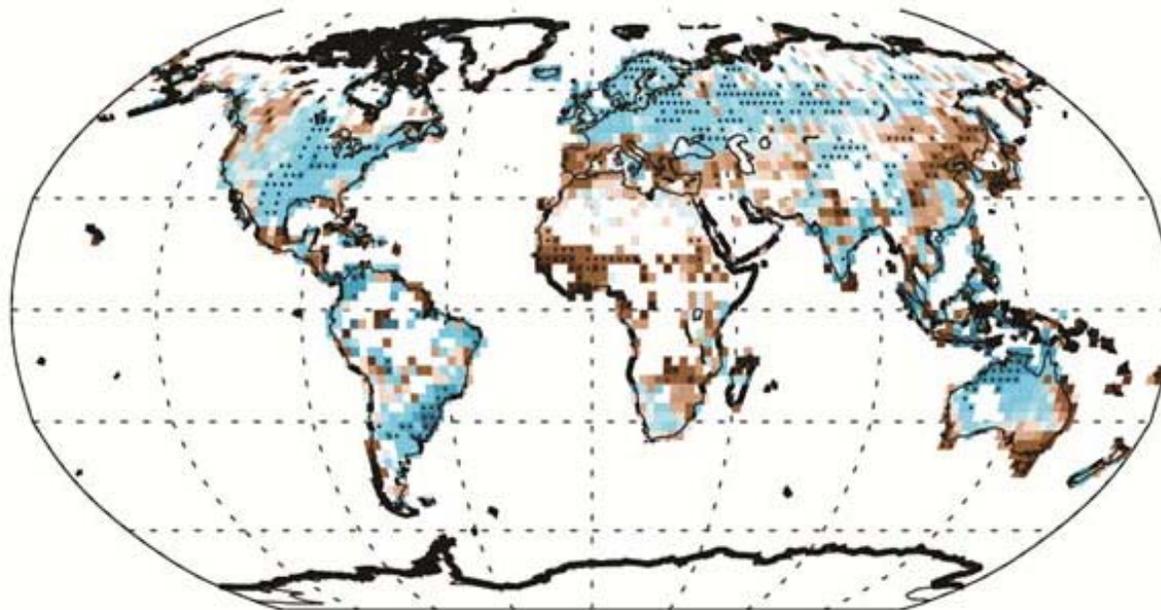
# Largeurs de cernes

➤ Arbres dont la croissance est sensible à l'aridité (Ouest des Etats-Unis)

→ Sécheresses pendant l'Optimum climatique médiéval : plus longues et plus sévères

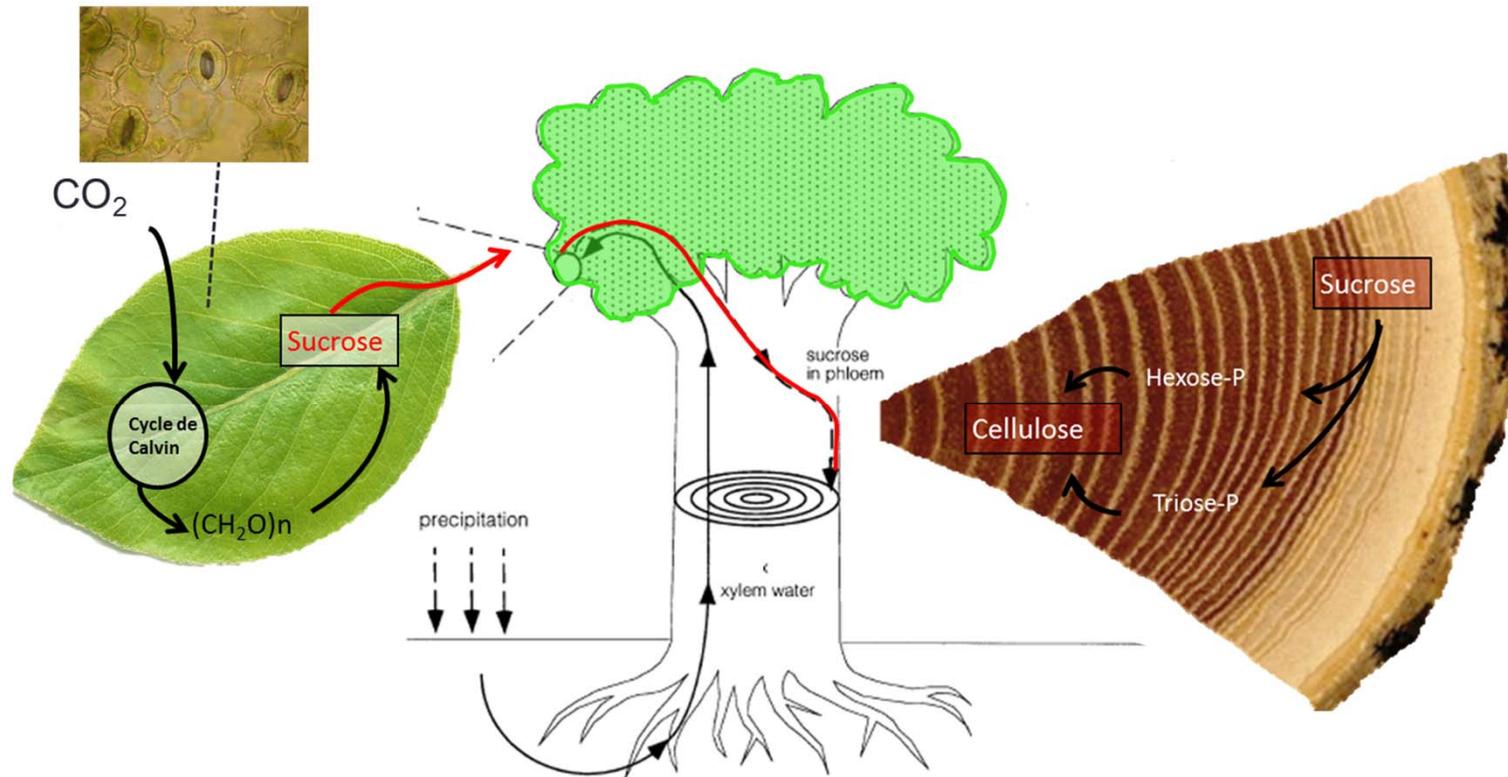


1951–2010



Augmentation de l'aridité dans le futur?

# Composition isotopique de l'oxygène de la cellulose



$\delta^{18}\text{O}_{\text{precip}}$  (température, origine masse air, etc)  $\longrightarrow$   $\delta^{18}\text{O}_{\text{cellulose}}$   
Evapotranspiration (température, humidité relative etc)

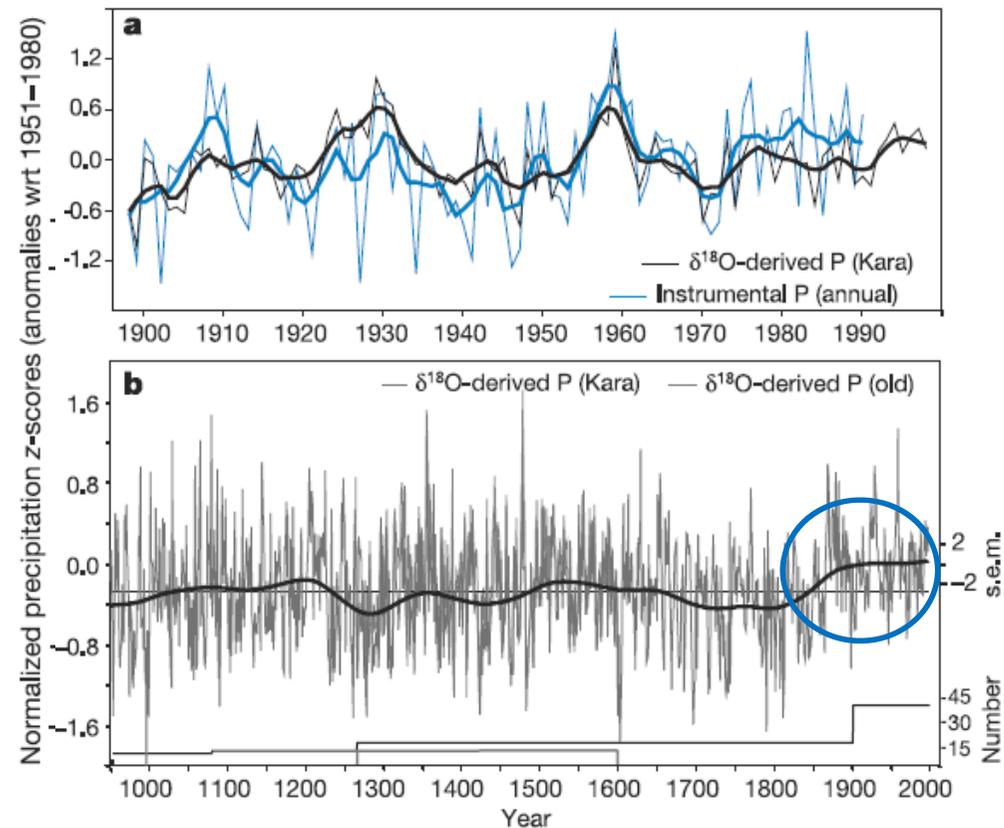
# ➤ $\delta^{18}\text{O}$ de genévriers du Karakorum, Pakistan → Précipitations annuelles



Genévrier



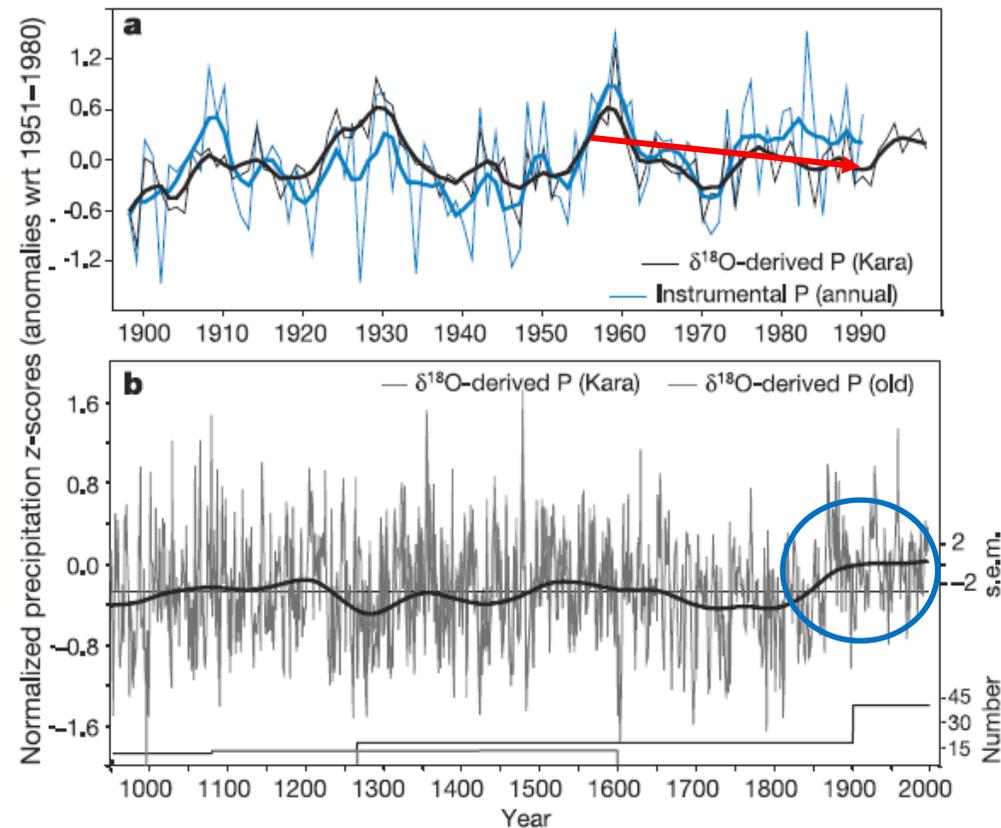
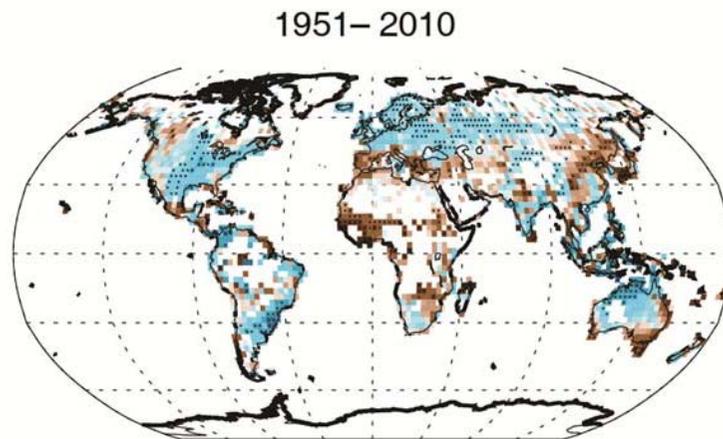
Le 20ème siècle est la période la plus humide du millénaire



# ➤ $\delta^{18}\text{O}$ de genévriers du Karakorum, Pakistan → Précipitations annuelles

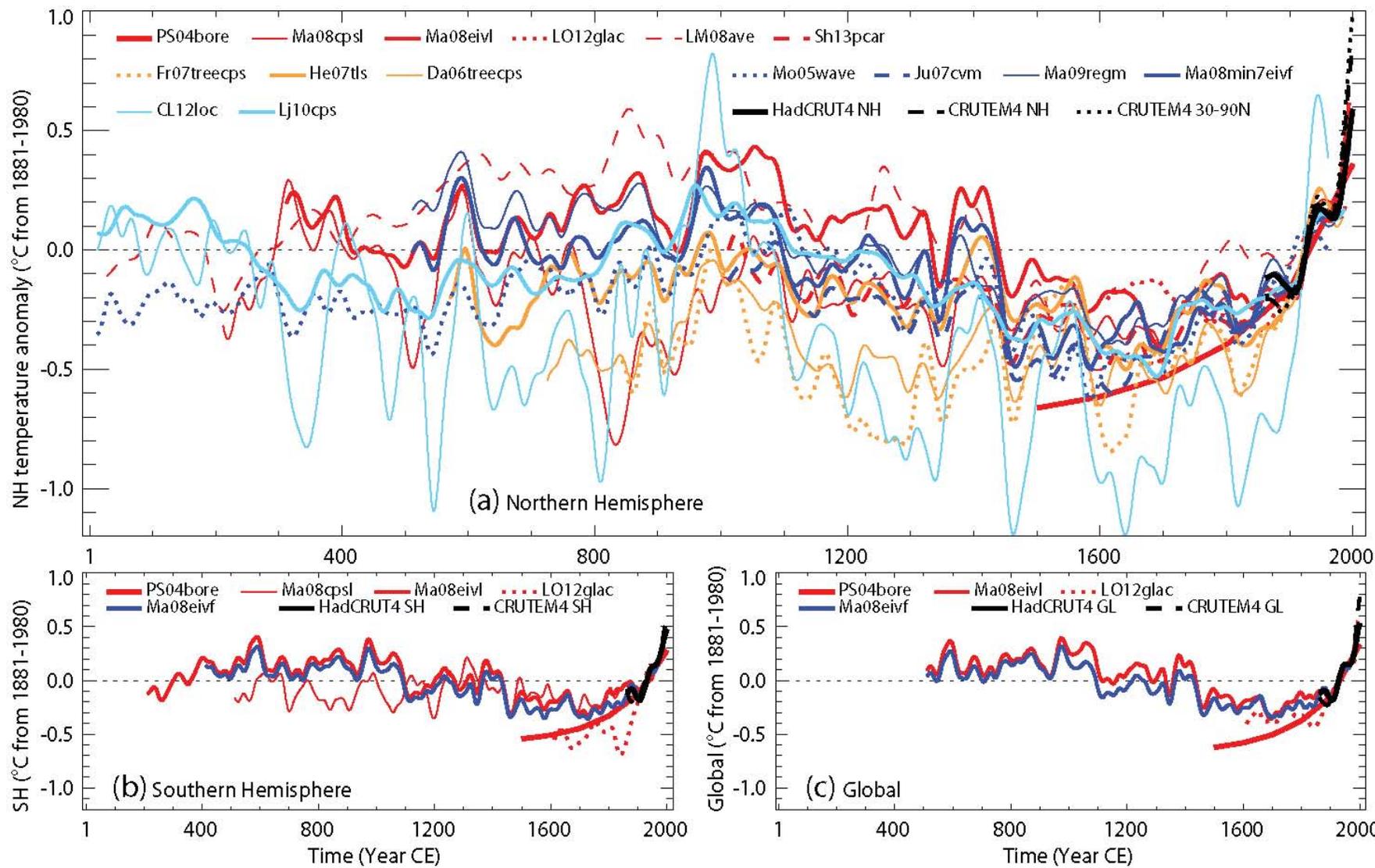


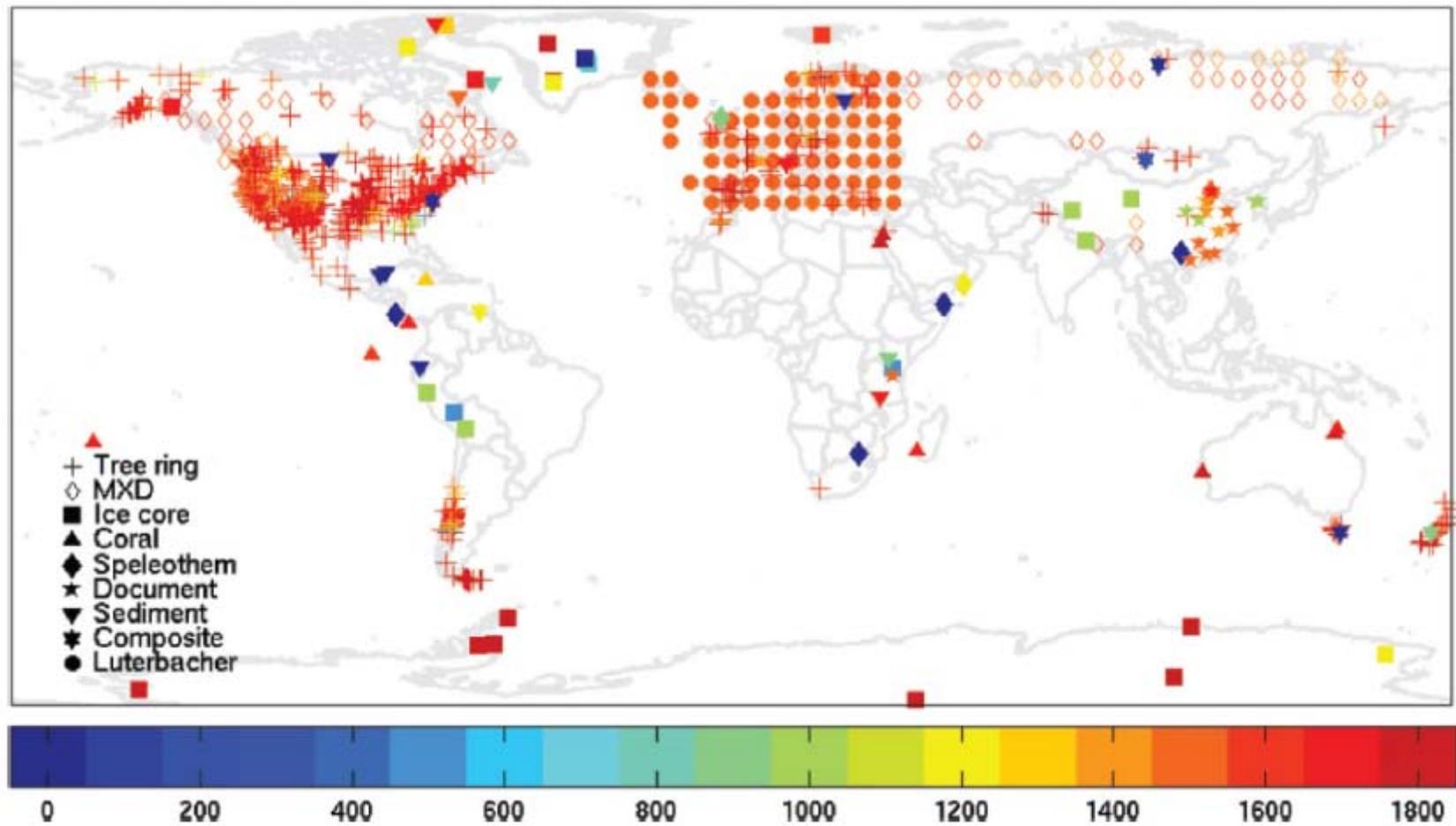
Le 20ème siècle est la période la plus humide du millénaire



# RECONSTITUTIONS MILLENNAIRES GLOBALES

---





5eme rapport du GIEC, 2013

# Conclusion:

- ~1400-1850 , à l'échelle globale une période de péjoration du climat, dite « Petit Age Glaciaire »
- Mais dans les reconstitutions: sous-représentation problématique des basses latitudes et de l'hémisphère sud
- A l'échelle de la France: fonds documentaire considérable mais « dormant »