

La variabilité multi-décennale en hydrologie:

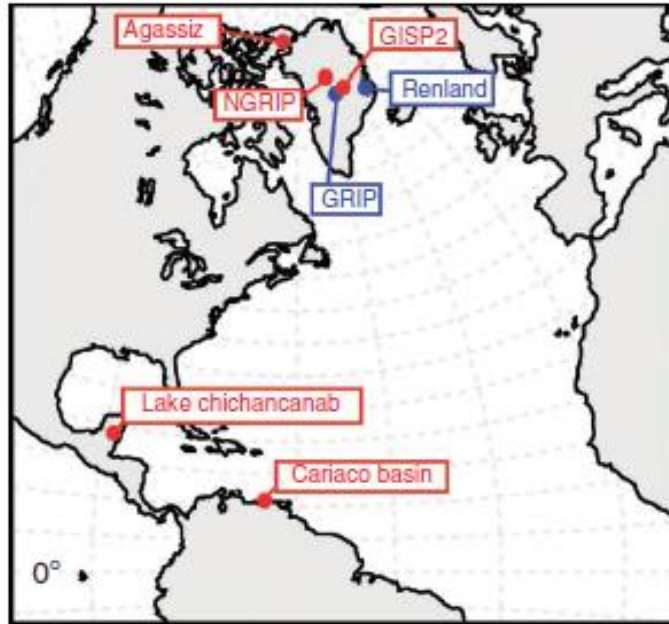
Evidences :

- **Dans le temps**
- **Dans le monde**
- **Zoom sur la France**

Potentiel de prévision en France

Evidences de variabilités multi-décennales en hydrologie: dans le temps

a

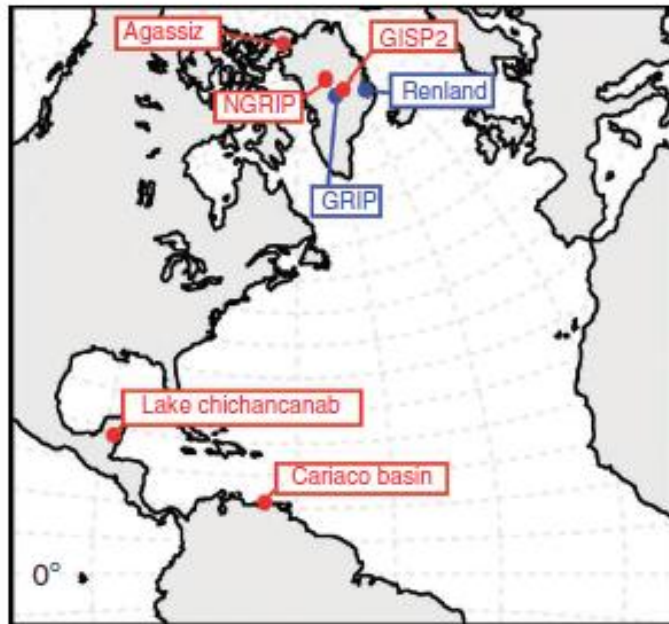


Prélèvements dans les glaces, dépôts lacustre et marin: $\delta^{18}\text{O}$ est utilisé comme un indicateur

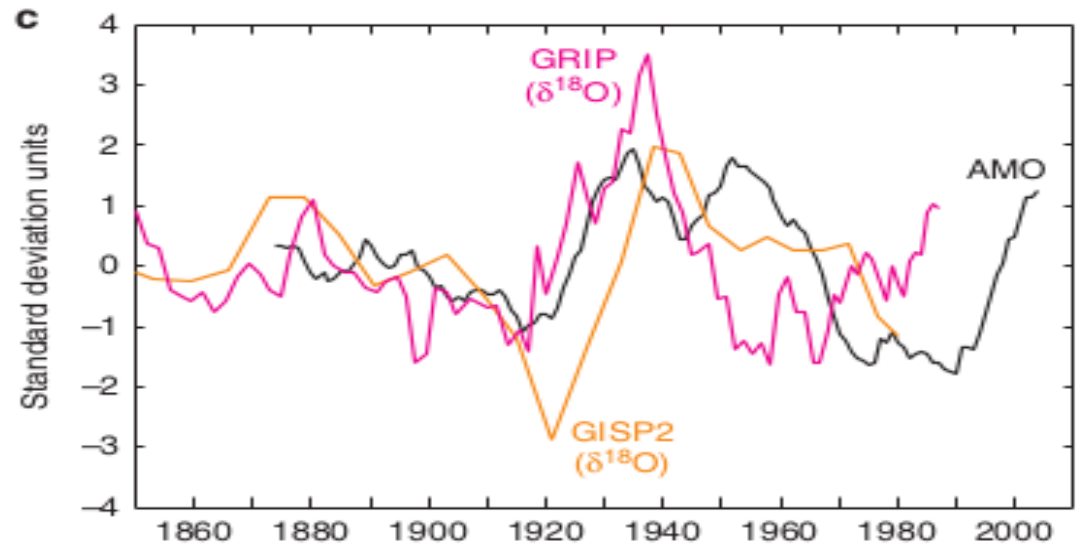
c

Evidences de variabilités multi-décennales en hydrologie: dans le temps

a



c

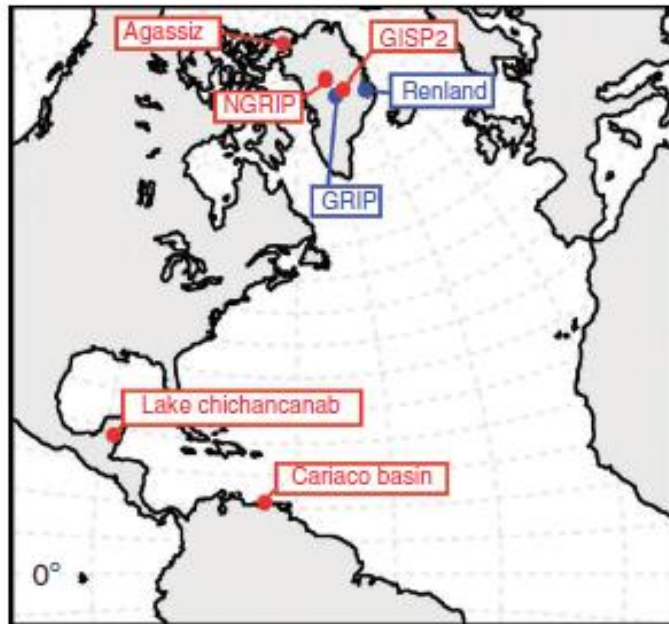


Prélèvements dans les glaces, dépôts lacustre et marin: $\delta^{18}\text{O}$ est utilisé comme un indicateur

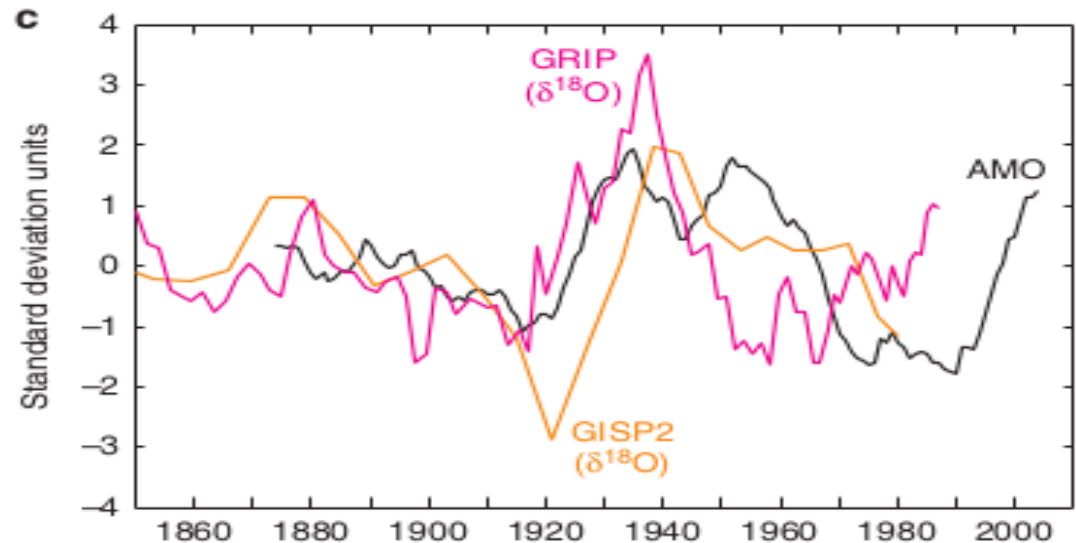
➔ Lien avéré entre précipitations / dépôts sédimentaires et circulation océanique

Evidences de variabilités multi-décennales en hydrologie: dans le temps

a



c



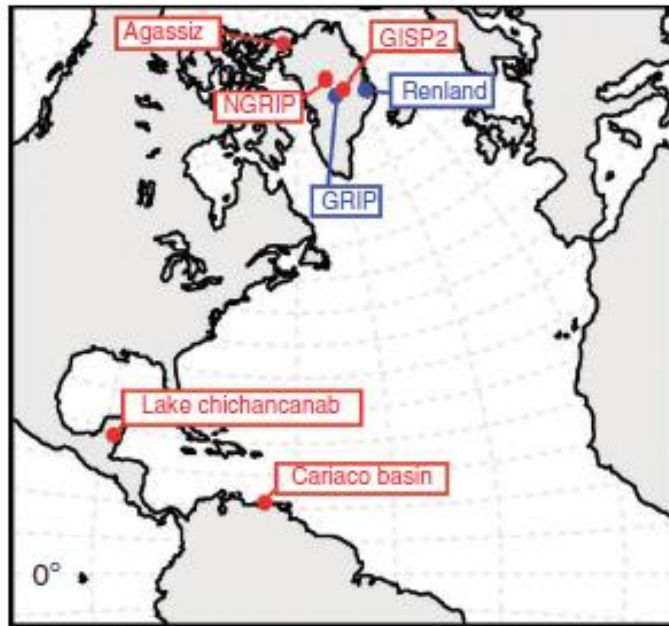
Prélèvements dans les glaces, dépôts lacustre et marin: $\delta^{18}\text{O}$ est utilisé comme un indicateur

➔ Lien avéré entre précipitations / dépôts sédimentaires et circulation océanique

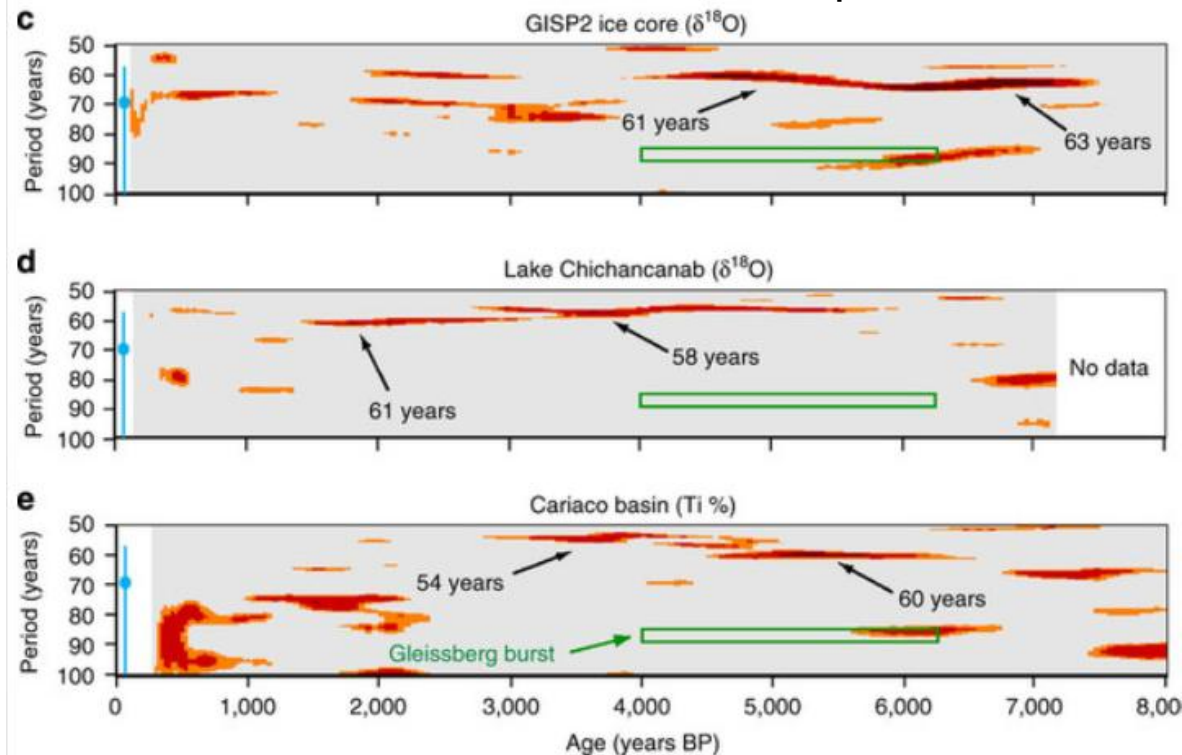
Analyse des données de δO^{18} sur 8000 ans sur chaque site, puis
Analyse des variabilités via l'analyse des fréquences

Evidences de variabilités multi-décennales en hydrologie: dans le temps

a

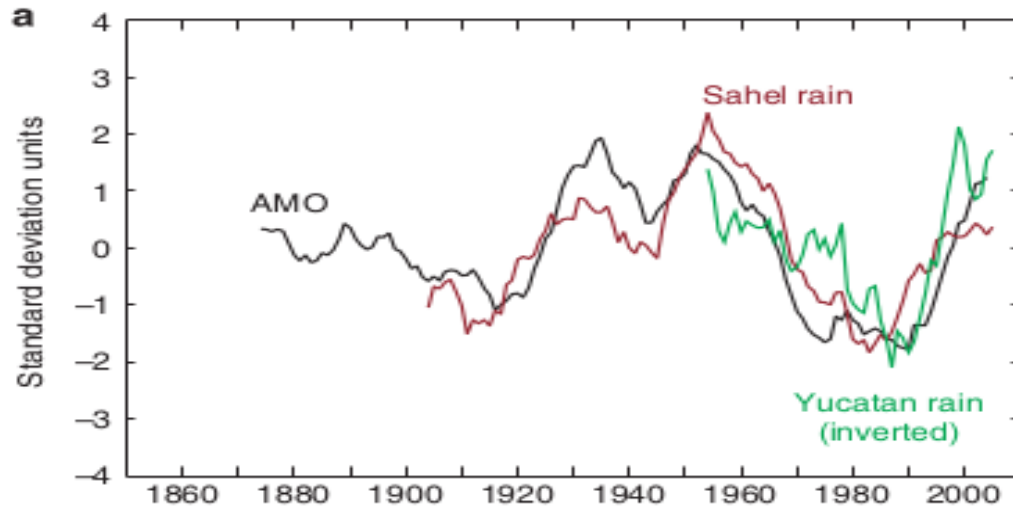


c



→ Lien durable sur 8000 ans, avec des durées de 60 à 90 ans
→ Potentiel de prévision

Evidences de variabilités multi-décennales en hydrologie: dans le monde



Connexion entre AMO et Précipitations

- au Sahel
- au Yucatan

Knudsen et al, 2011, Nature communication



Figure 1. Map displaying the location of the Keppel Islands, sampling sites (white dots) and the Fitzroy River. Additional information about sampling sites is provided in Table S1. Satellite image obtained from <http://glovis.usgs.gov/> and inset aerial photos courtesy of P. Williams. doi:10.1371/journal.pone.0084305.g001

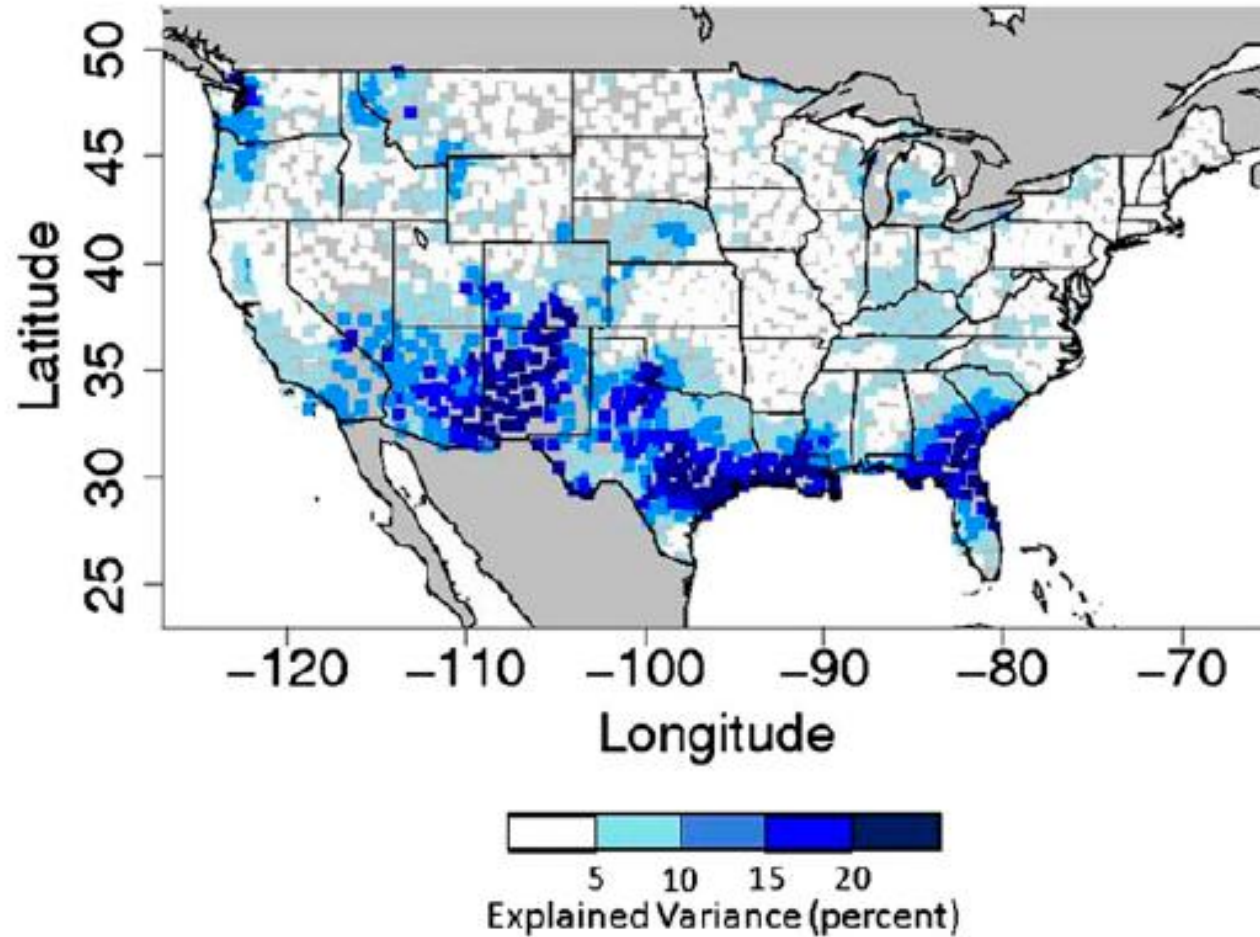
Evidence **en Australie** de variabilités liées à l'océan Pacifique via la croissance des coraux liés aux apports d'eau douce (débits)

Rodriguez-Ramirez et al., 2014, PlosOne

Evidences également **en Asie, Afrique du Sud....**

Evidences de variabilités multi-décennales en hydrologie: dans le monde

Aux Etats-Unis: quantification de la variabilité sur la ressource en eau annuelle associée aux variabilités annuelles des indices océaniques (NINO, PDO, AMO)

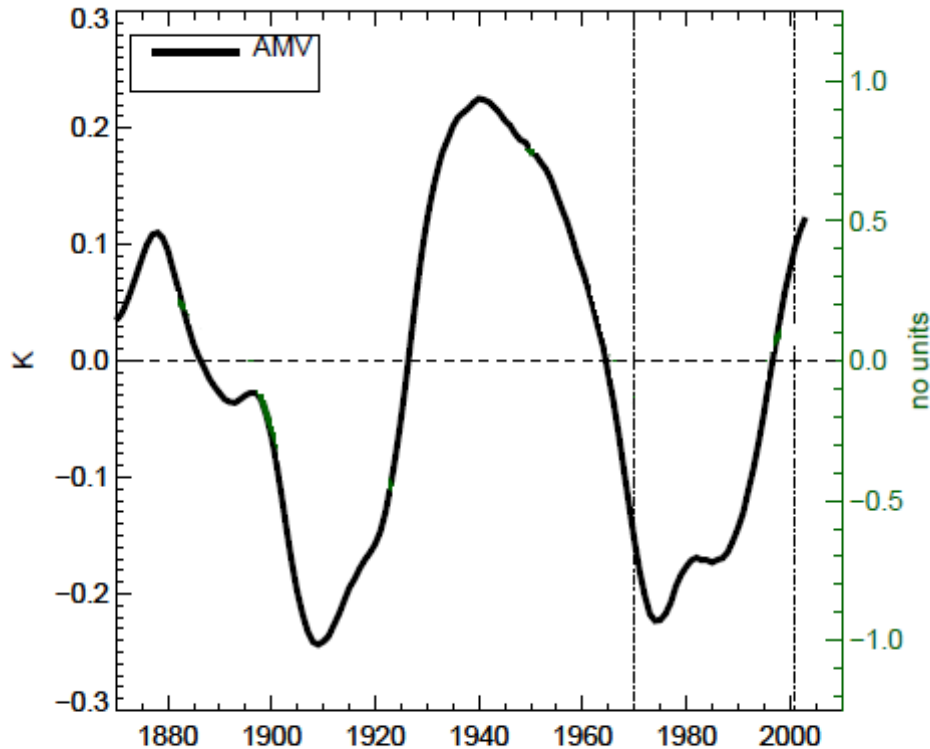


➔ Jusqu'à 20% de la variabilité annuelle

Mac Cabbe and Wollock, JHM, 2014

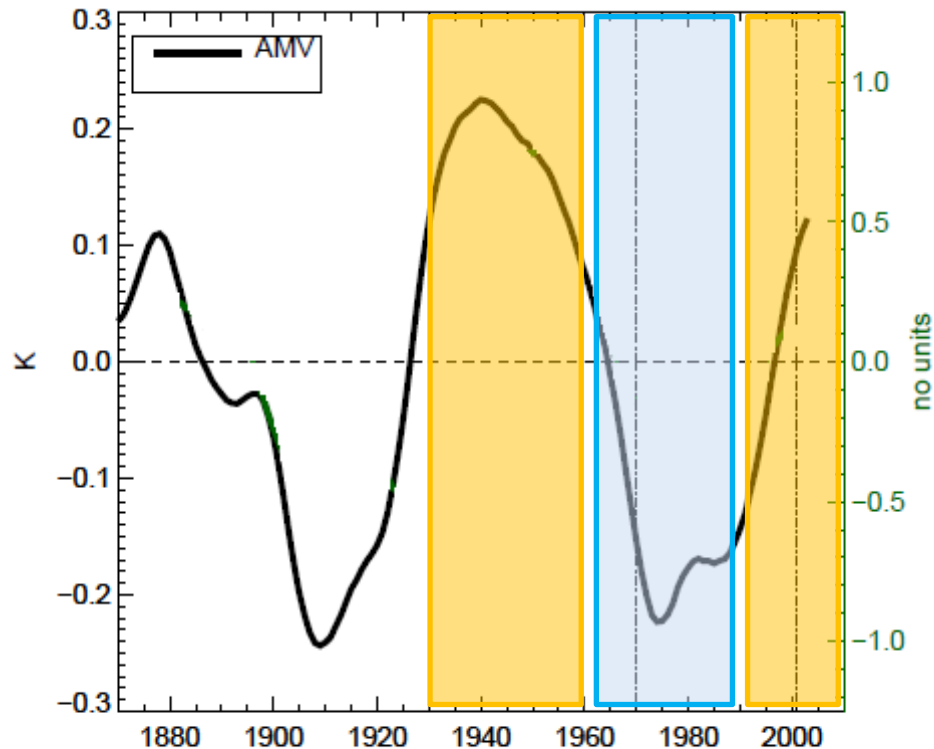
Evidences de variabilités multi-décennales : en Europe

En Europe: évidence d'une connexion forte entre AMO et précipitations au printemps



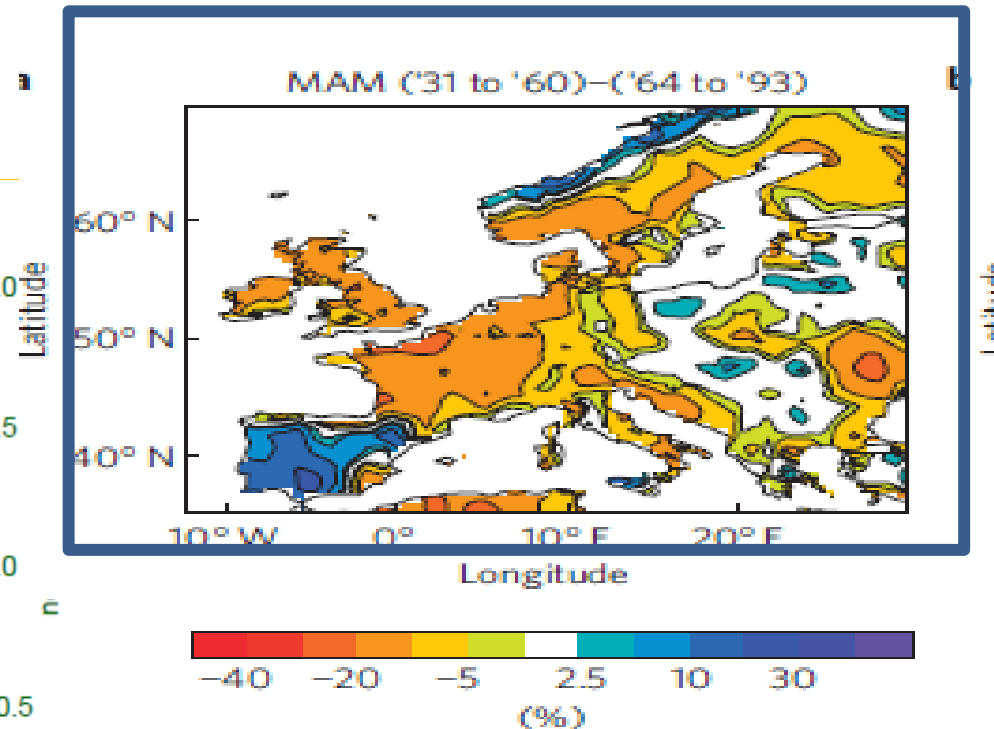
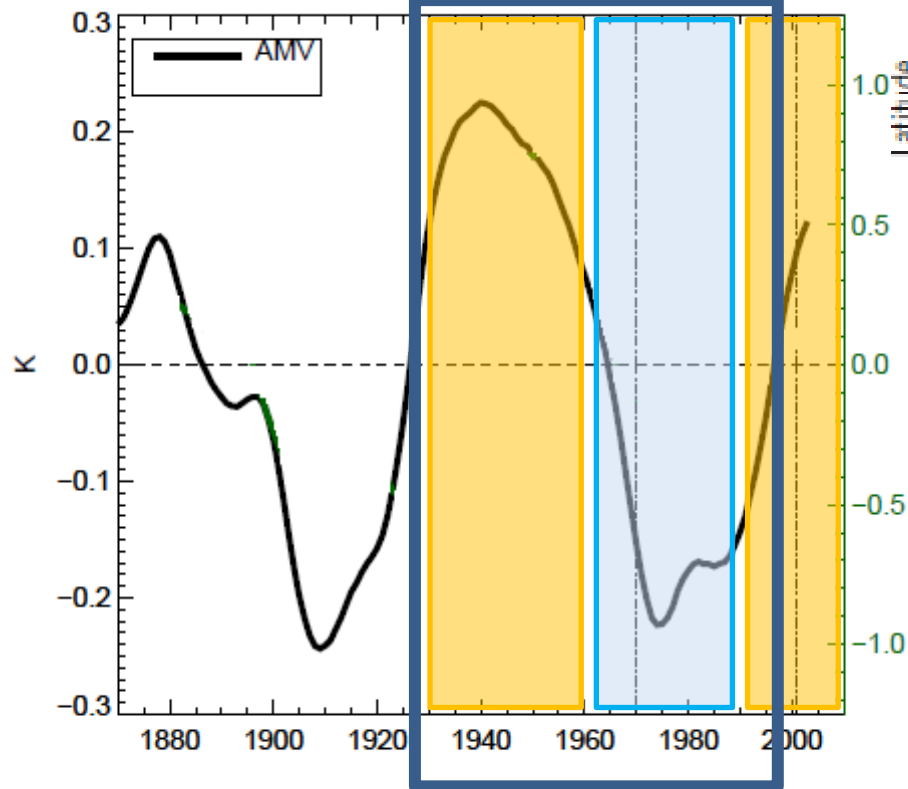
Evidences de variabilités multi-décennales : en Europe

En Europe: évidence d'une connexion forte entre AMO et précipitations au printemps



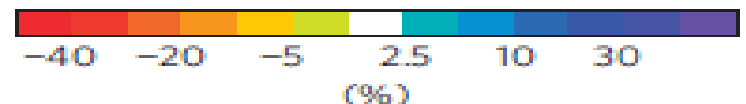
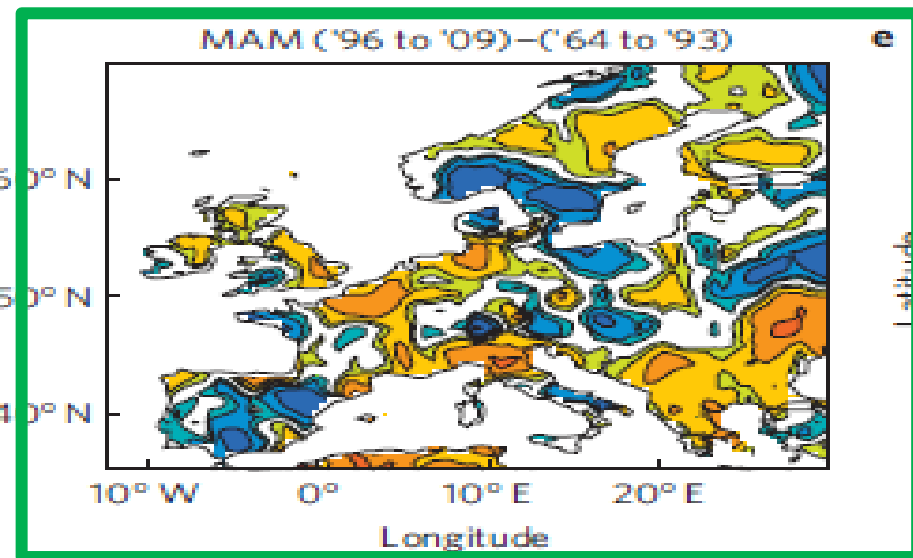
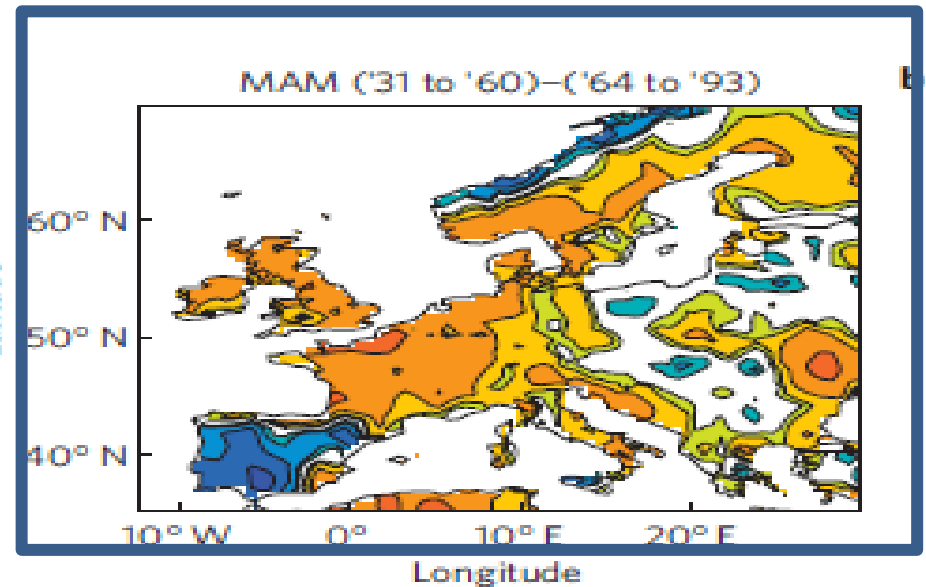
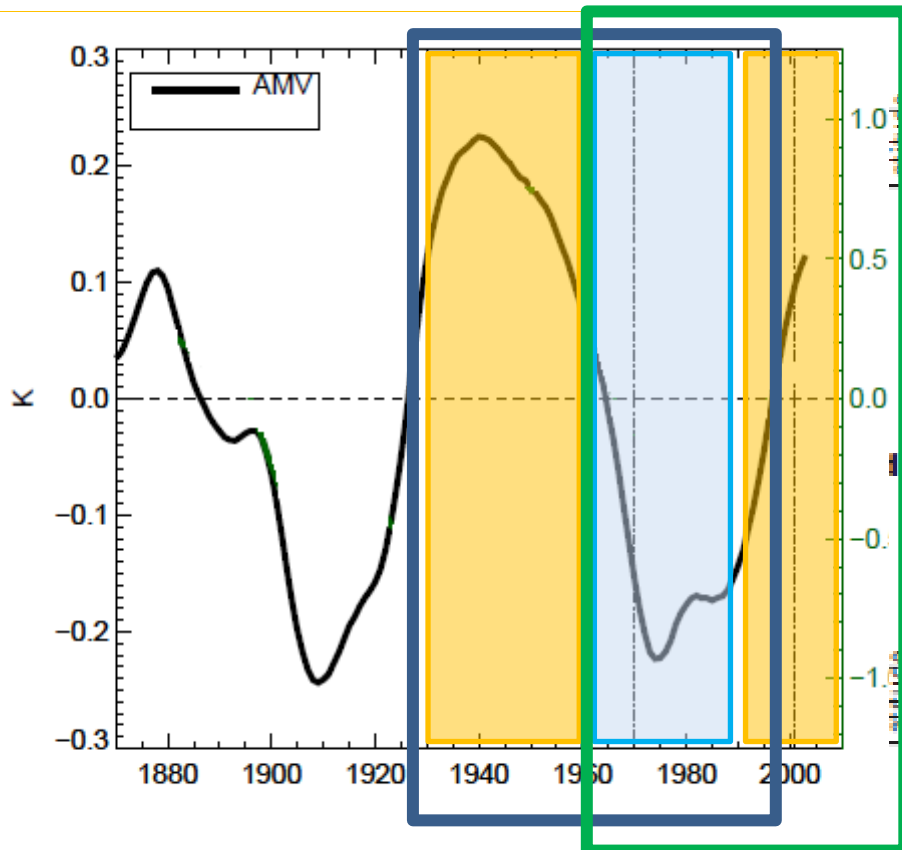
Evidences de variabilités multi-décennales : en Europe

En Europe: évidence d'une connexion forte entre AMO et précipitations au printemps



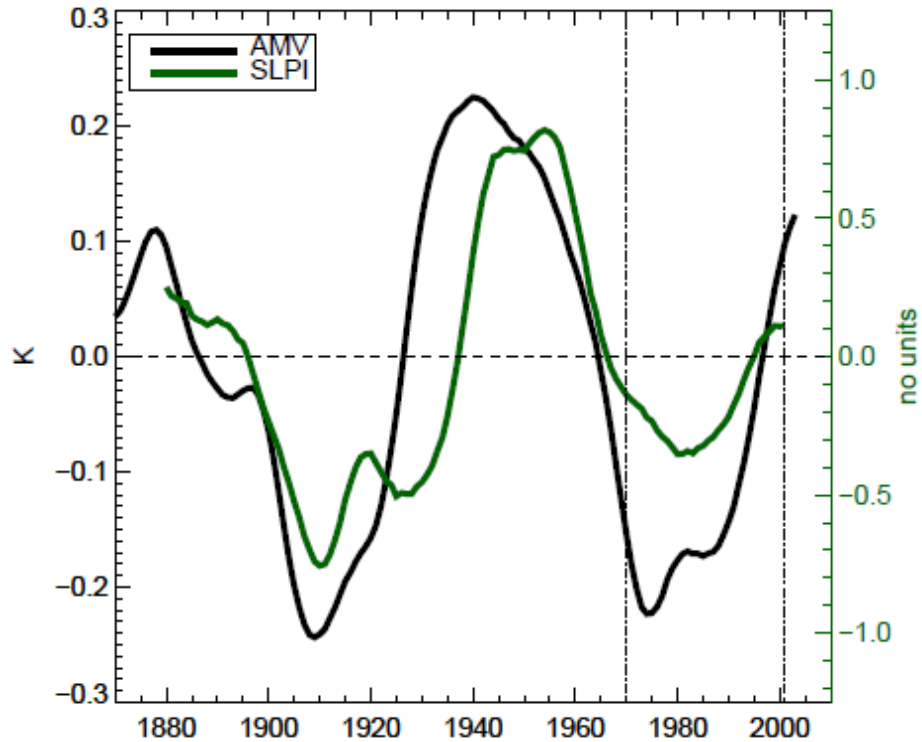
Evidences de variabilités multi-décennales : en Europe

En Europe: évidence d'une connexion forte entre AMO et précipitations au printemps



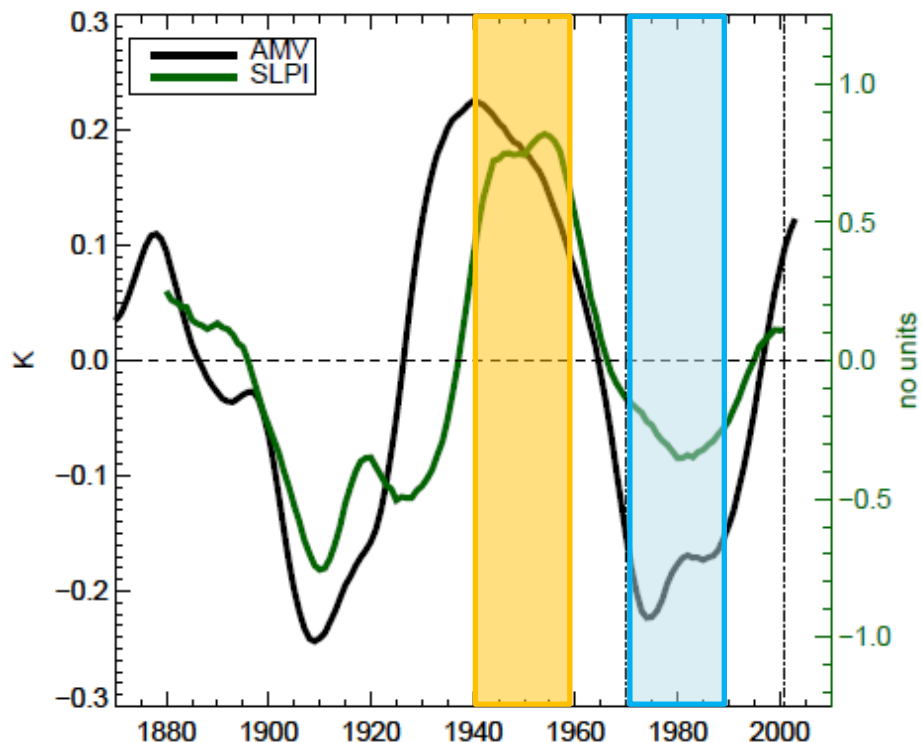
Evidences de variabilités multi-décennales : en France

En France: forte connexion entre AMO et pression atmosphérique
(avec un décalage de quelques années)



Evidences de variabilités multi-décennales : en France

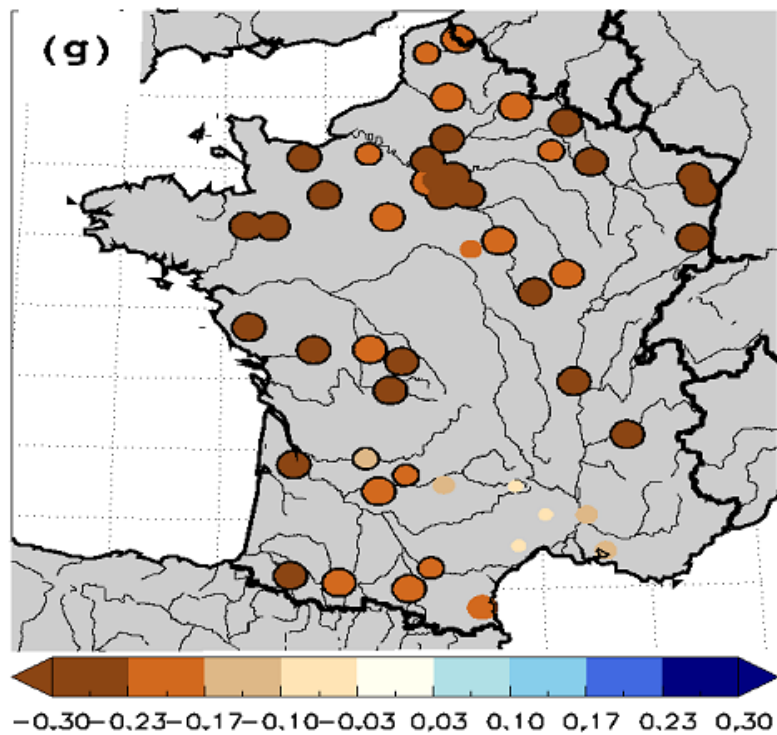
En France: forte connexion entre AMO et pression atmosphérique
(avec un décalage de quelques années)



Analyse des données entre
la période chaude (1938-1958)
et la période froide (1965-1985):

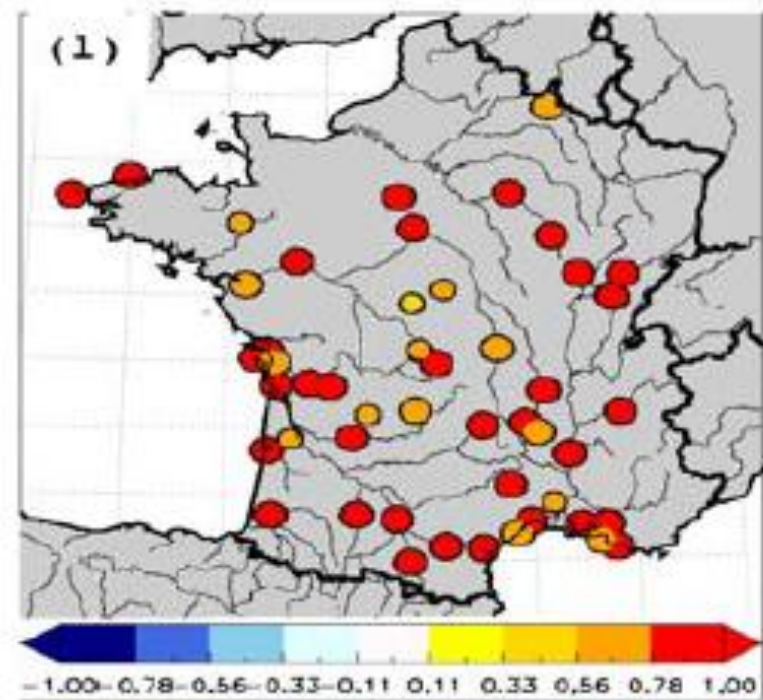
Evidences de variabilités multi-décennales : en France

Evolution **printanière** entre 1938-1958 et 1965-1985



Contraste marqué des
précipitations printanières

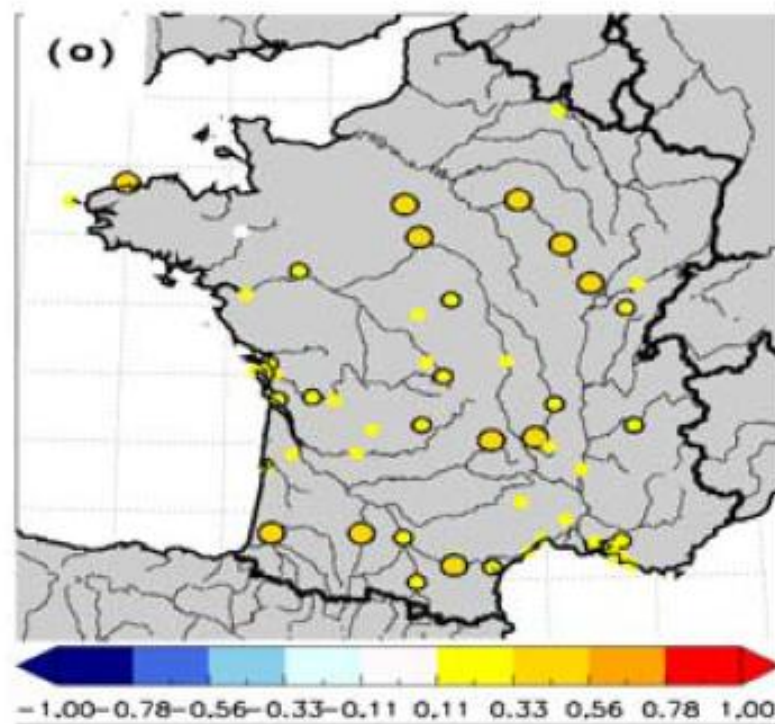
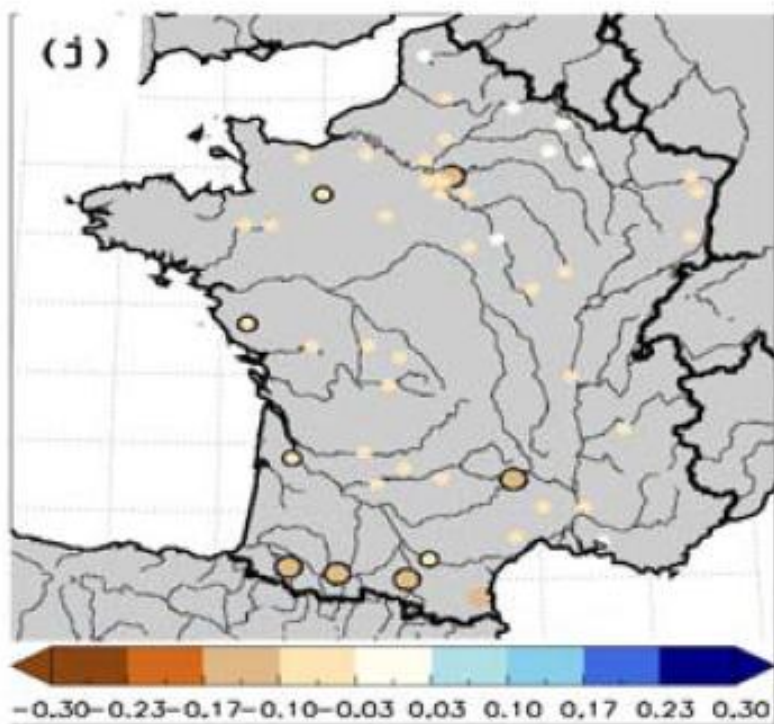
connexion très forte au printemps



Contraste marqué des
températures printanières
~1°C

Evidences de variabilités multi-décennales : en France

Evolution **annuelle** entre 1938-1958 et 1965-1985



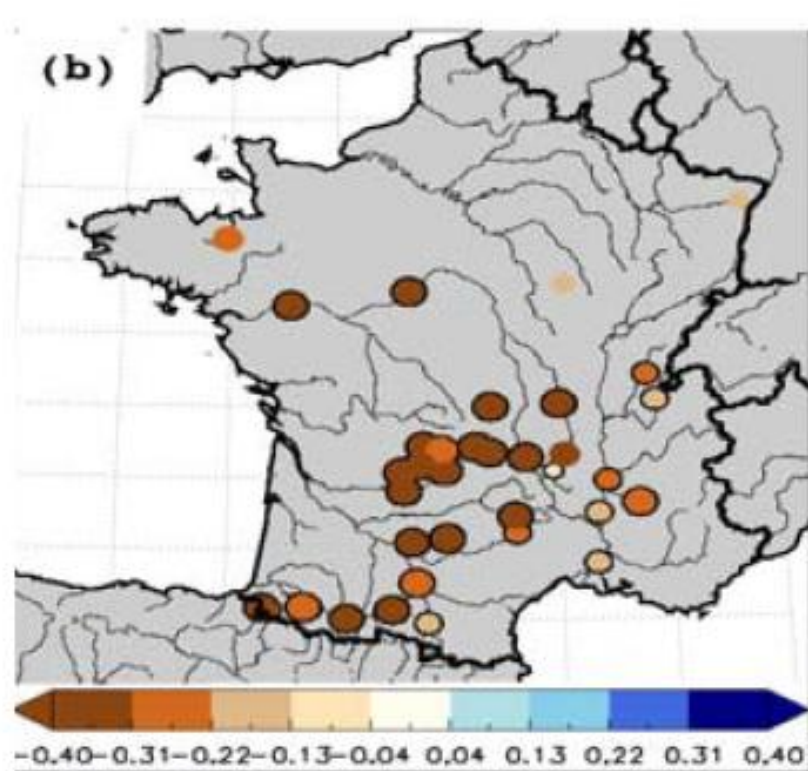
Contraste des **précipitations**
annuelles ~ **bruitées**

Contraste des **températures**
annuelles ~ **faibles**

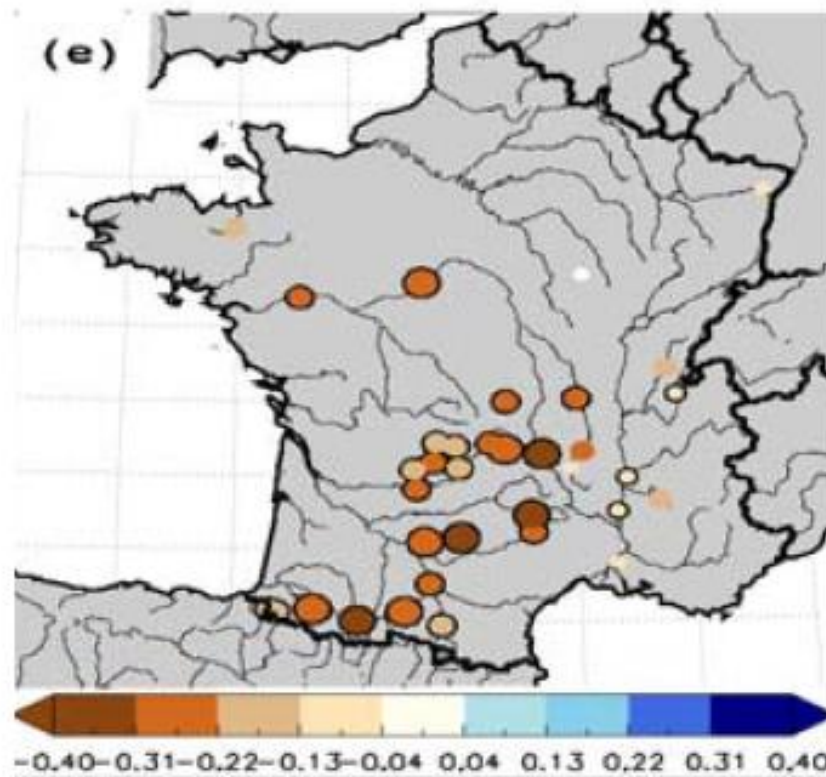
mais pas de signal annuel marqué

Evidences de variabilités multi-décennales : en France

Evolution **des débits** entre 1938-1958 et 1965-1985



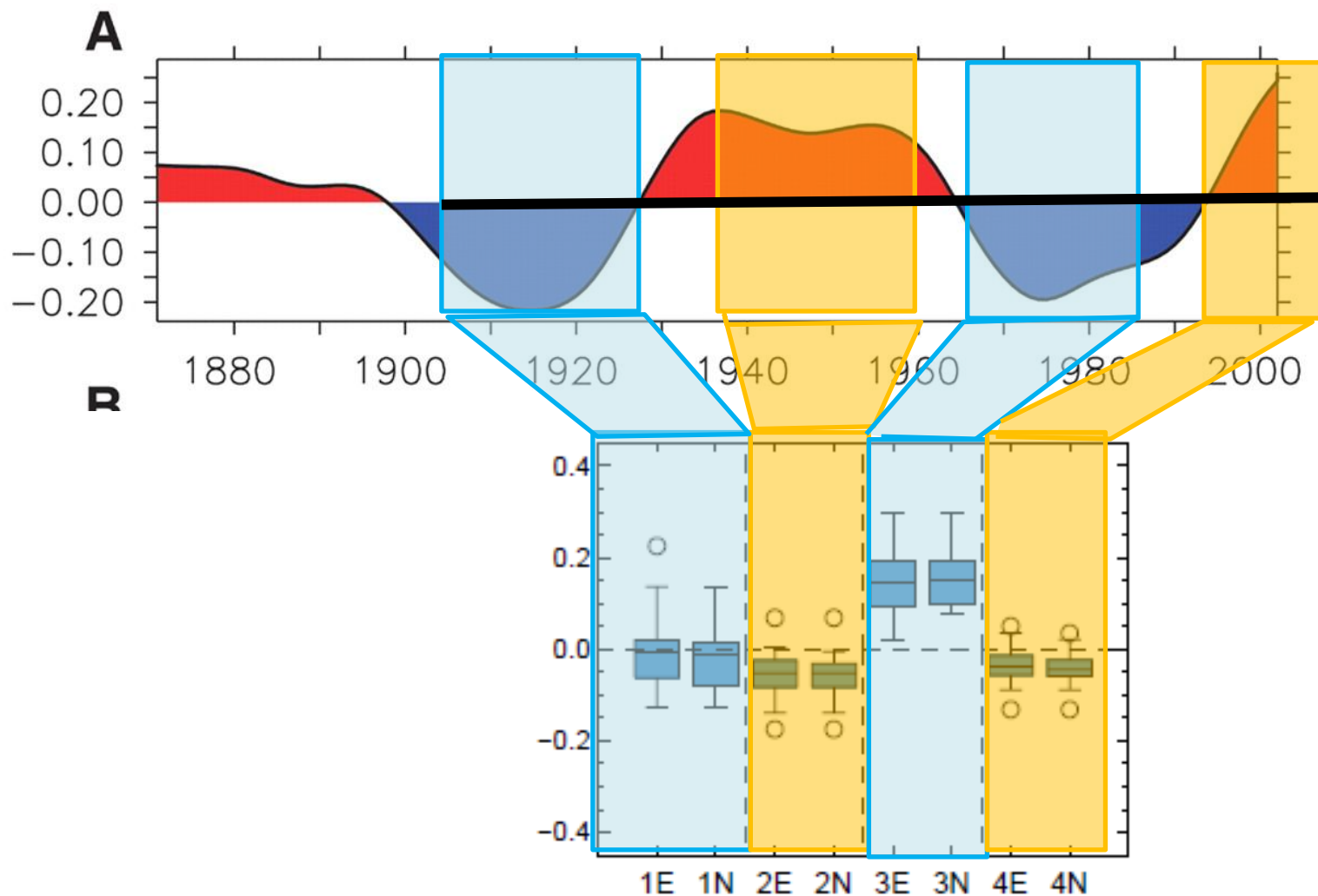
Contraste des **débits**
printaniers: jusqu'à **40%** !



contraste des **débits annuels** :
plus de **20%** !

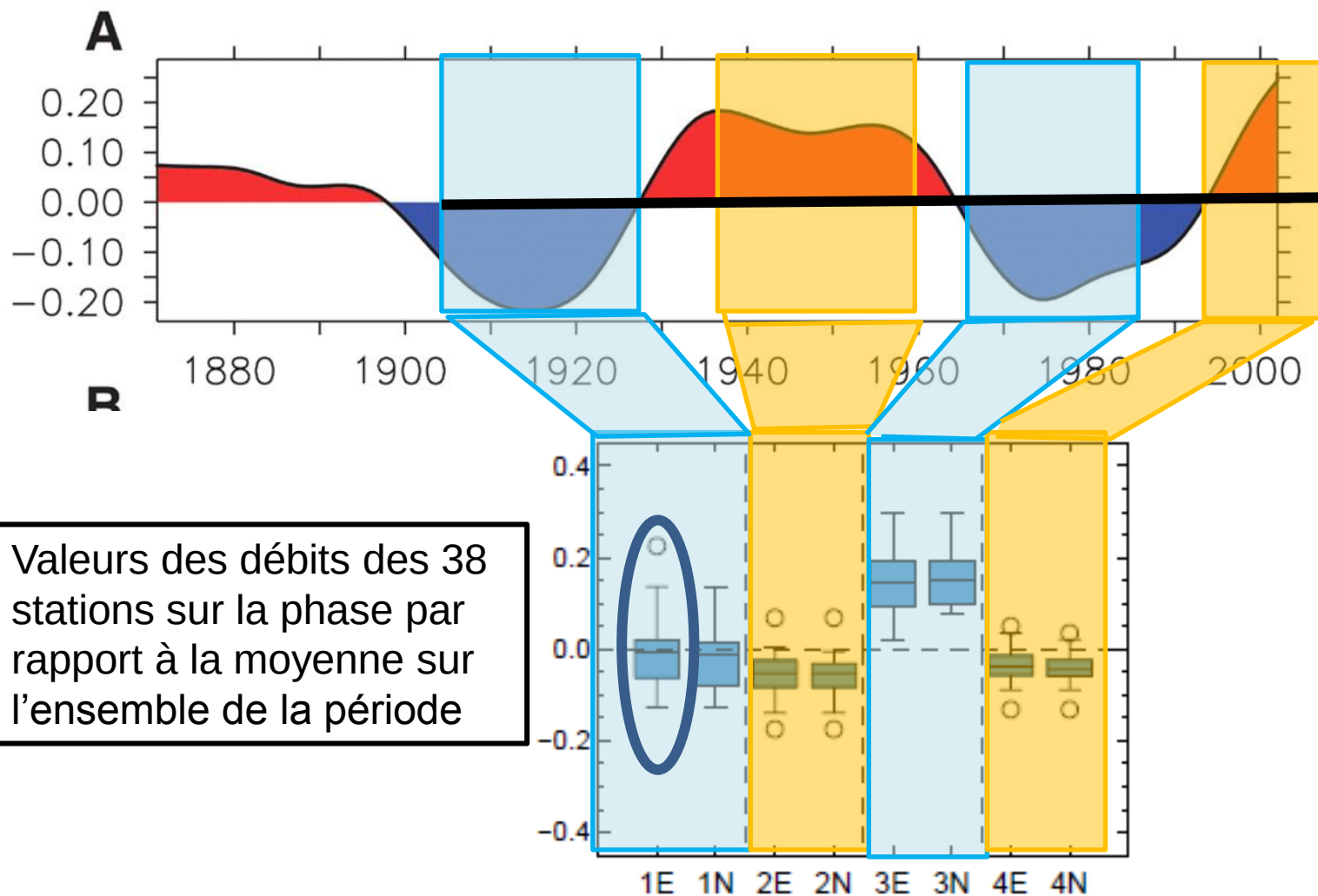
Evidences de variabilités multi-décennales : en France

Analyse sur **plusieurs phases AMO** par rapport à la moyenne



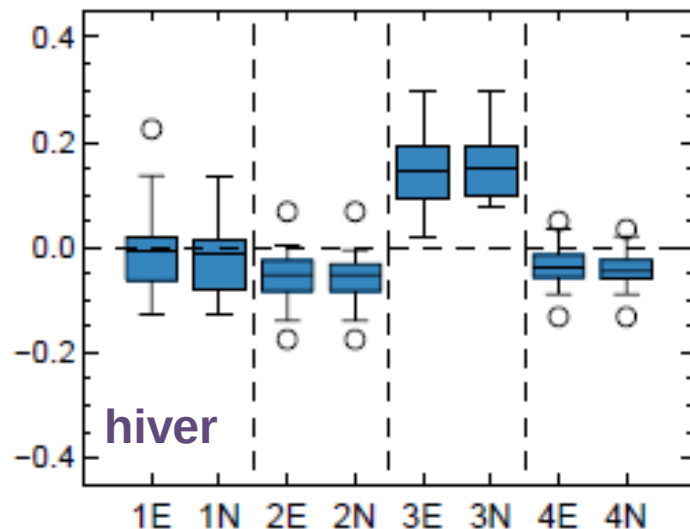
Evidences de variabilités multi-décennales : en France

Analyse sur **plusieurs phases AMO** par rapport à la moyenne

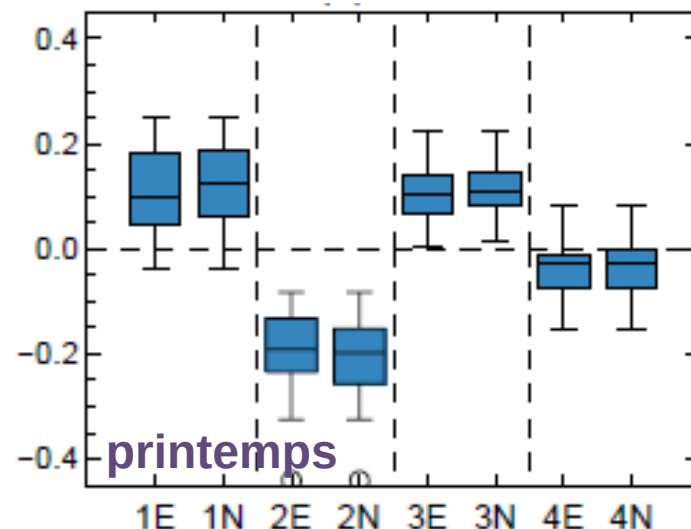


Evidences de variabilités multi-décennales : en France

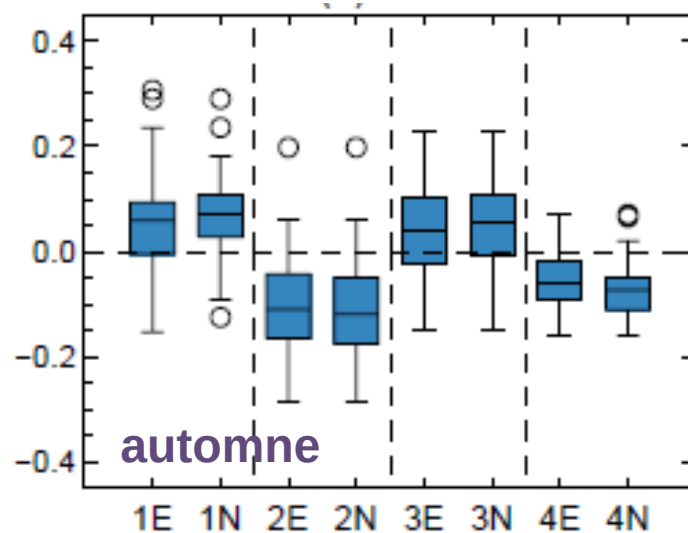
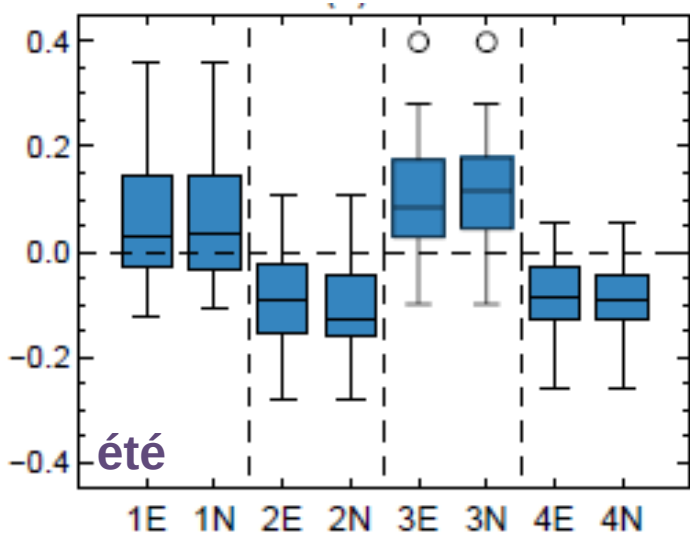
Analyse sur **plusieurs phases AMO** par rapport à la moyenne



1910-1930 1938-1958 1965-1985 1995-2012

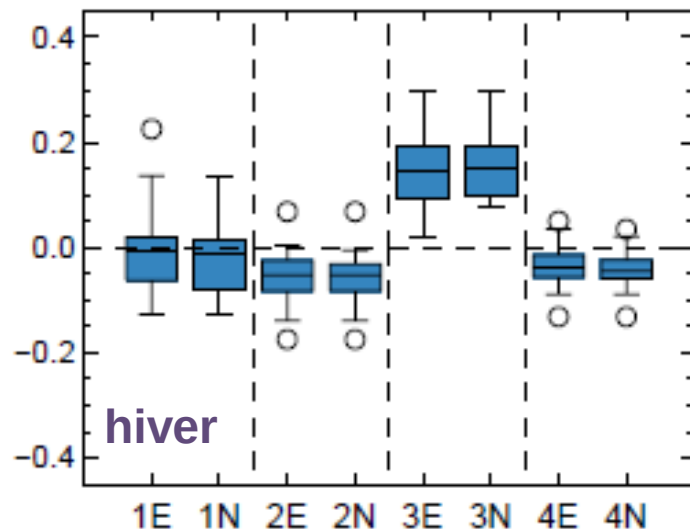


1910-1930 1938-1958 1965-1985 1995-2012

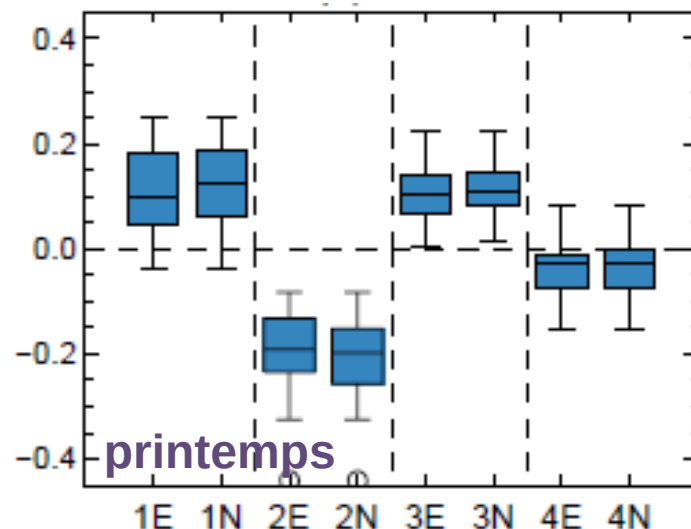


Evidences de variabilités multi-décennales : en France

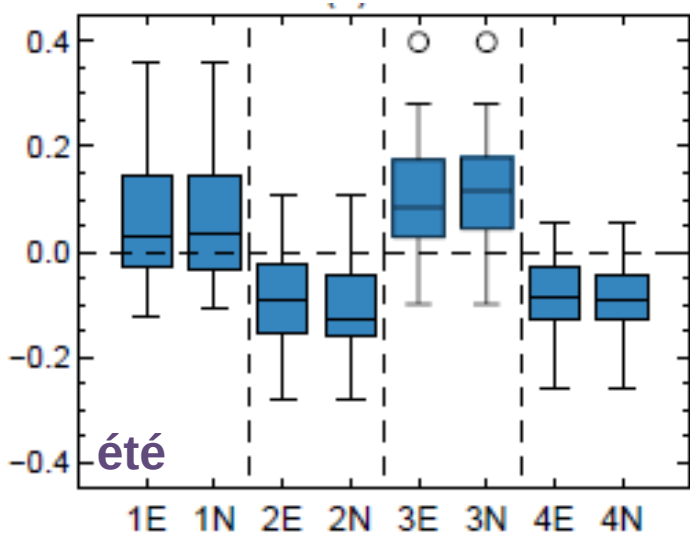
Analyse sur **plusieurs phases AMO** par rapport à la moyenne



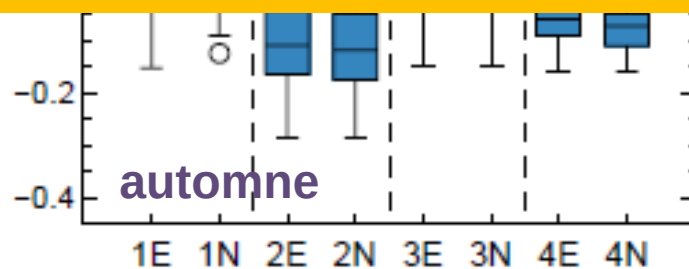
1910-1930 1938-1958 1965-1985 1995-2012



1910-1930 1938-1958 1965-1985 1995-2012



La persistance du lien entre AMO et débits en été s'explique par la mémoire hydrologique liée au manteau neigeux, à l'eau du sol et aux nappes

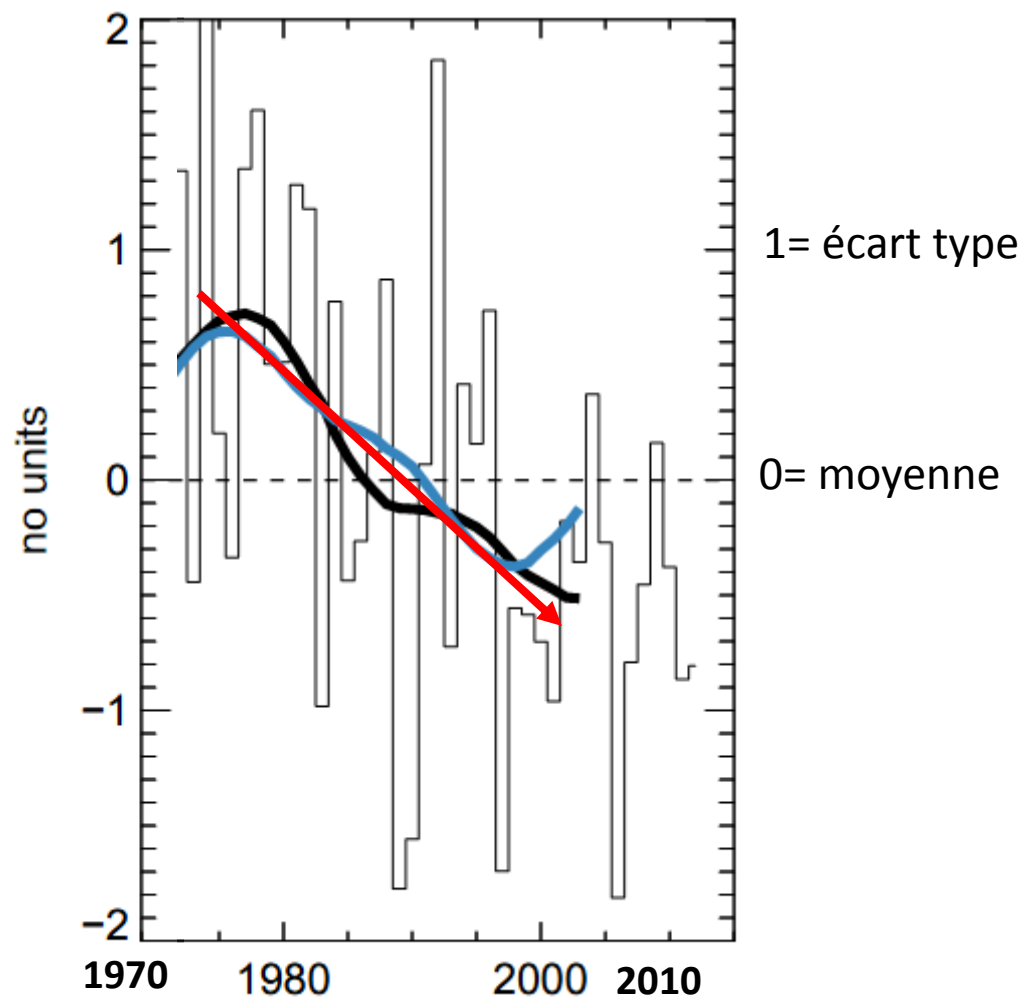


Evidences de variabilités multi-décennales : en France

En France: illustration sur une station hydrologique

Sur 40 ans :
Tendance nette à la baisse

— Moy Glis An
— Moy Glis Print

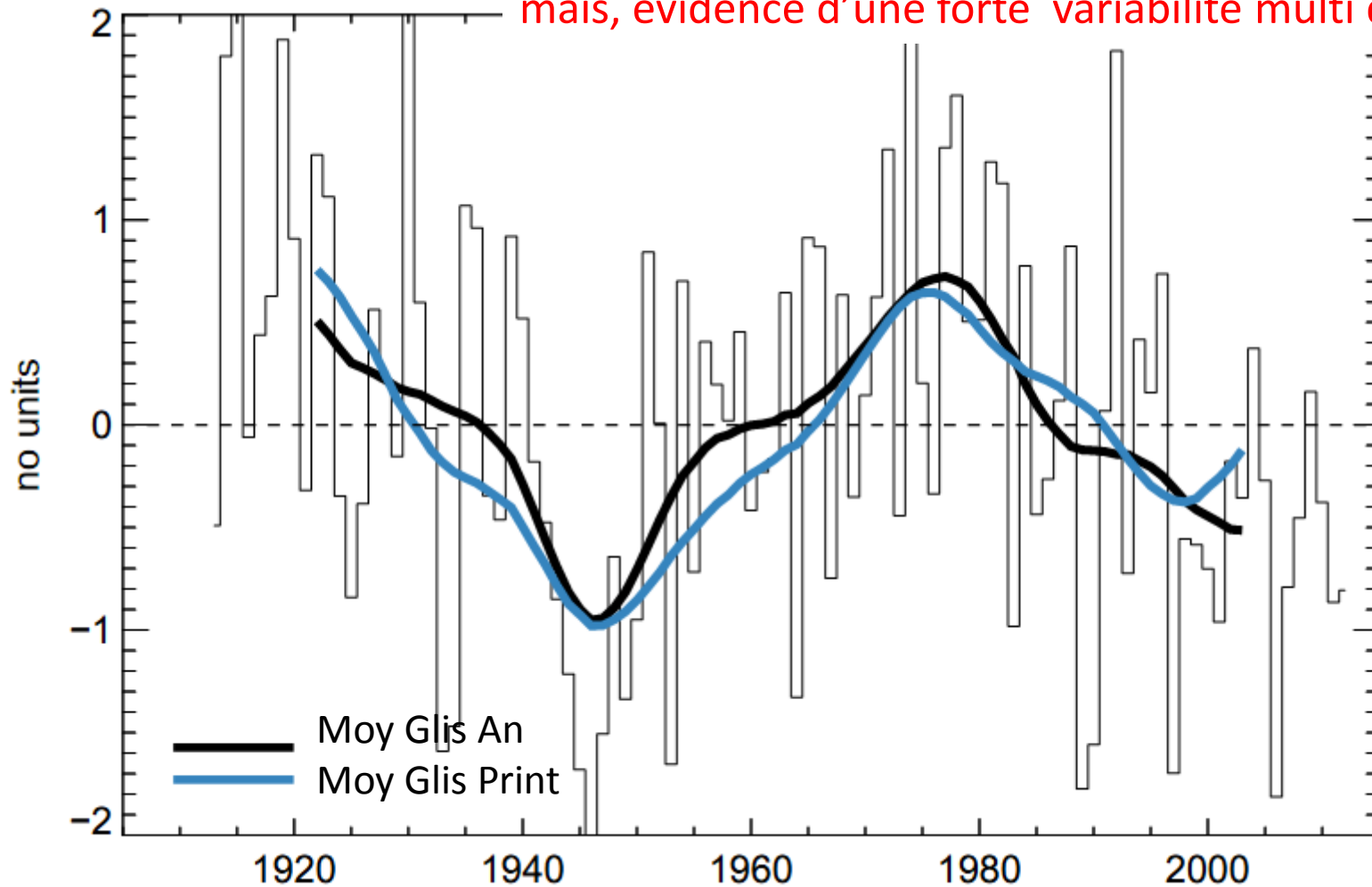


Evolution (standardisée) des débits annuels du Salat à Roquefort

Evidences de variabilités multi-décennales : en France

En France: illustration sur une station hydrologique

Sur 100 ans: pas de tendance visible,
mais, évidence d'une forte variabilité multi décennale

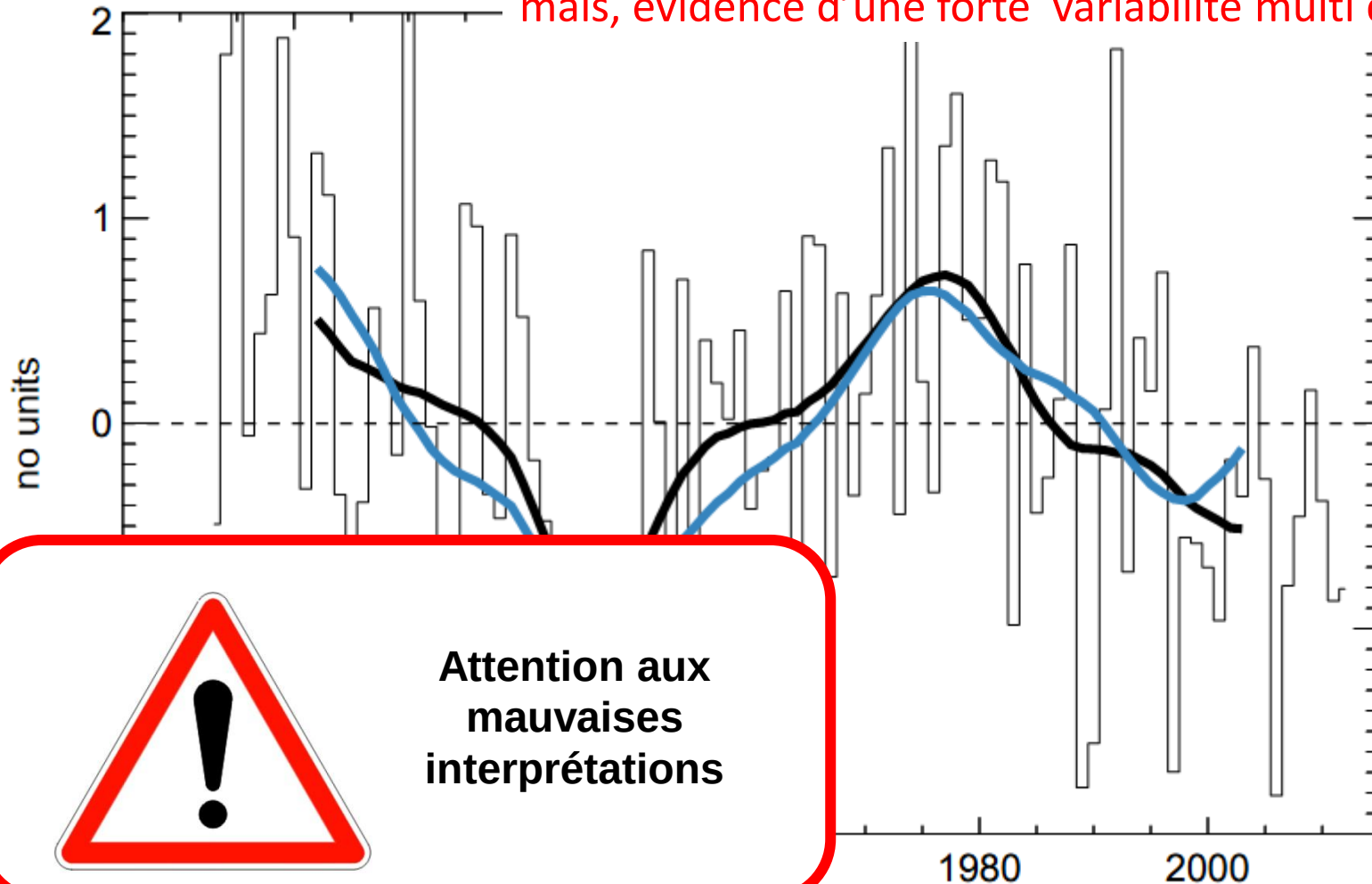


Evolution (standardisée) des débits annuels du Salat à Roquefort

Evidences de variabilités multi-décennales : en France

En France: illustration sur une station hydrologique

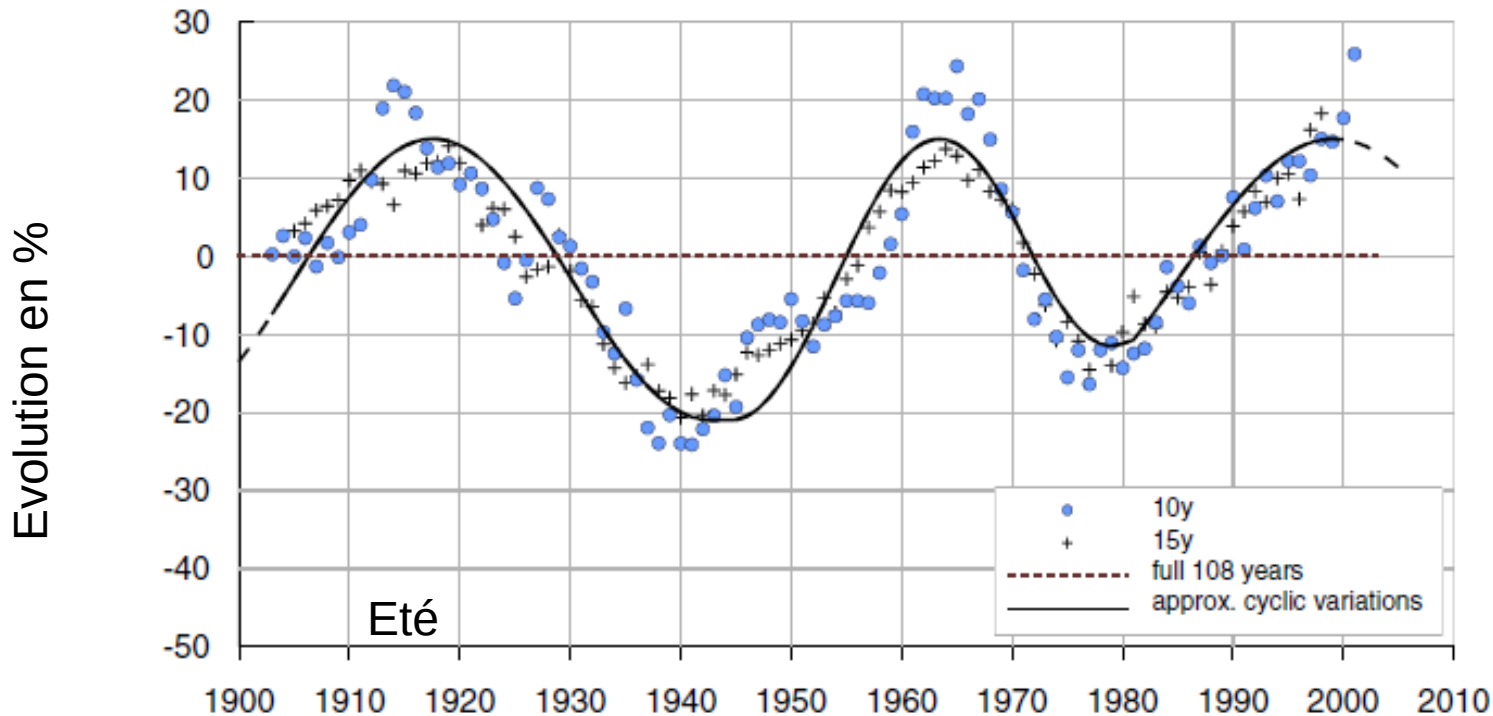
Sur 100 ans: pas de tendance visible,
mais, évidence d'une forte variabilité multi décennale



Evolution (standardisée) des débits annuels du Salat à Roquefort

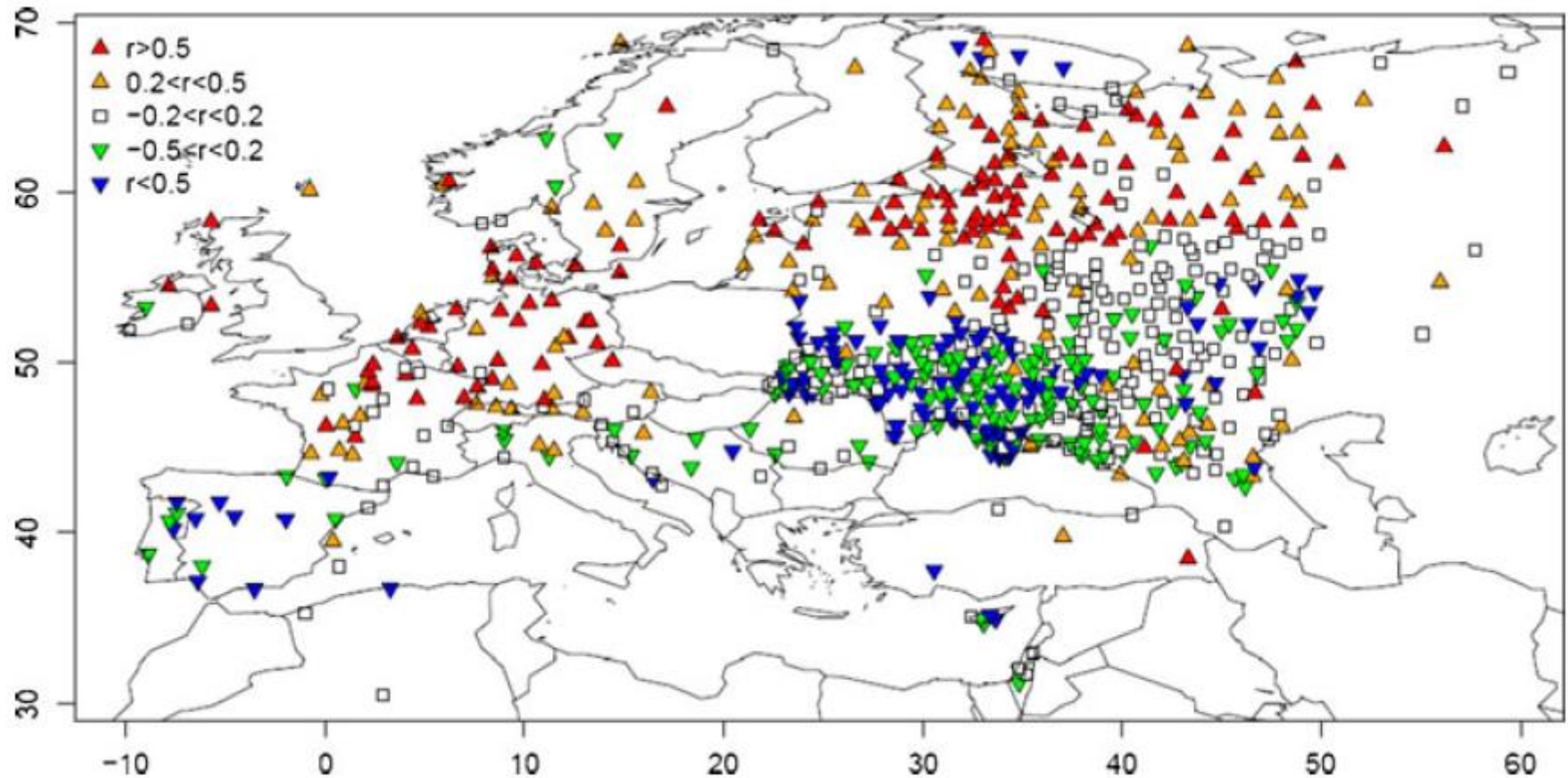
Evidences de variabilités multi-décennales : les extrêmes

Analyse de l'évolution **des précipitations extrêmes**
données disponibles toutes les **10mins depuis 1898** à Uccle, Belgique



Evidences de variabilités multi-décennales : les extrêmes

Comparaison des évolutions **des précipitations extrêmes** en Europe



→ forte cohérence spatiale sur les extrêmes de précipitations

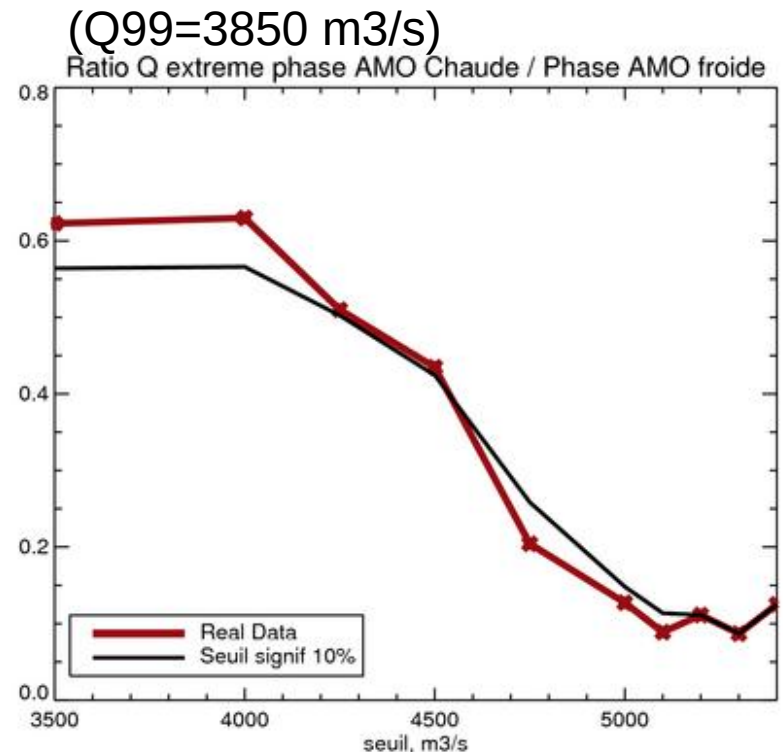
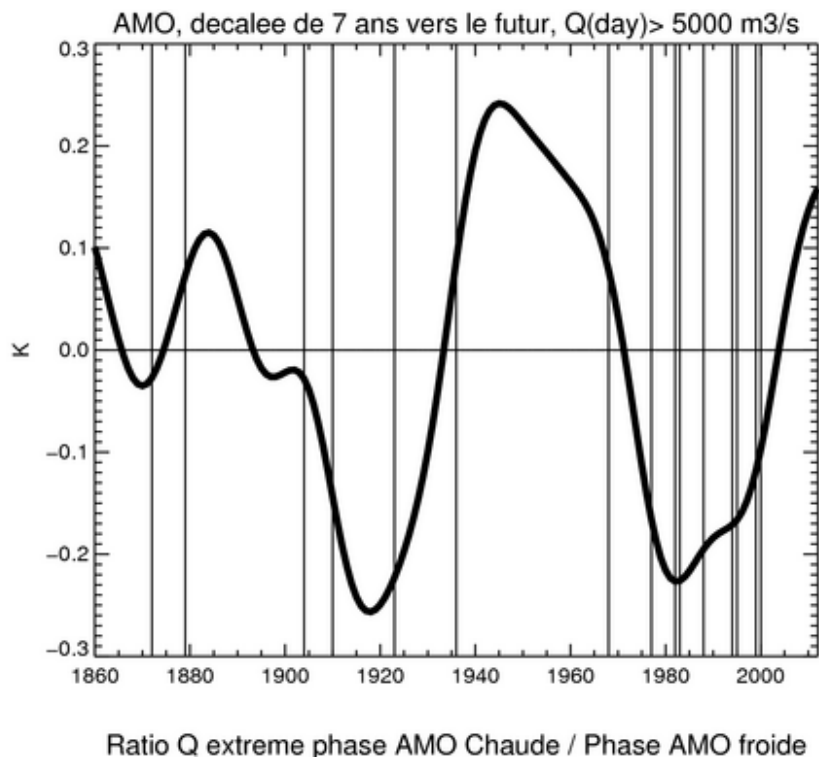
Willems, Climatic Change, 2013

Evidences de variabilités multi-décennales : les extrêmes

Lien entre AMO et les **crues de la Loire à Montjean**

Traits verticaux: crues supérieures à 5000 m³/s

Différence du nombre d'évènements de débits extrêmes ($Q > \text{seuil}$) entre phases chaude et froide AMO (en incluant un décalage de 7 ans)

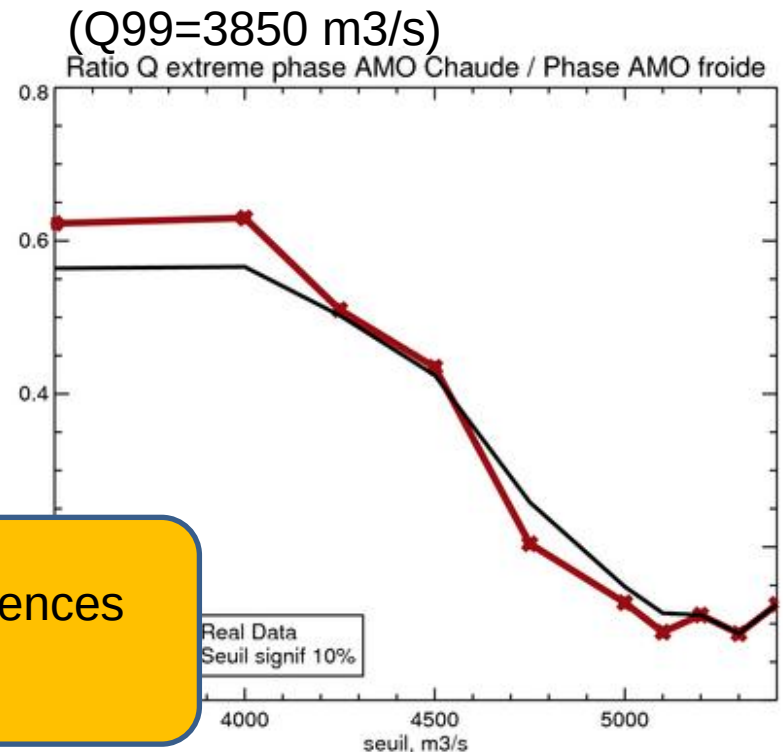
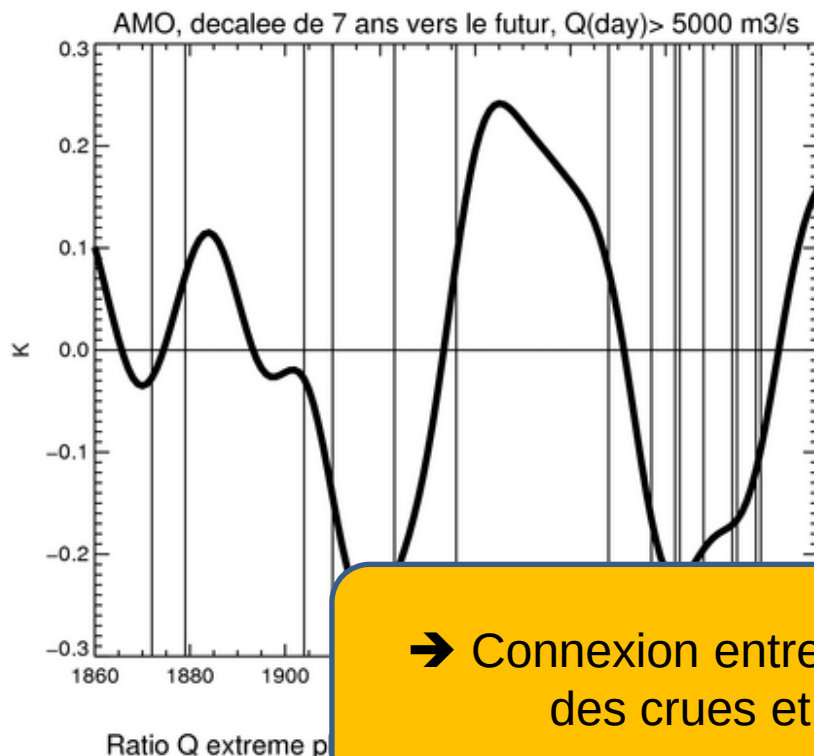


Evidences de variabilités multi-décennales : les extrêmes

Lien entre AMO et les **crues de la Loire à Montjean**

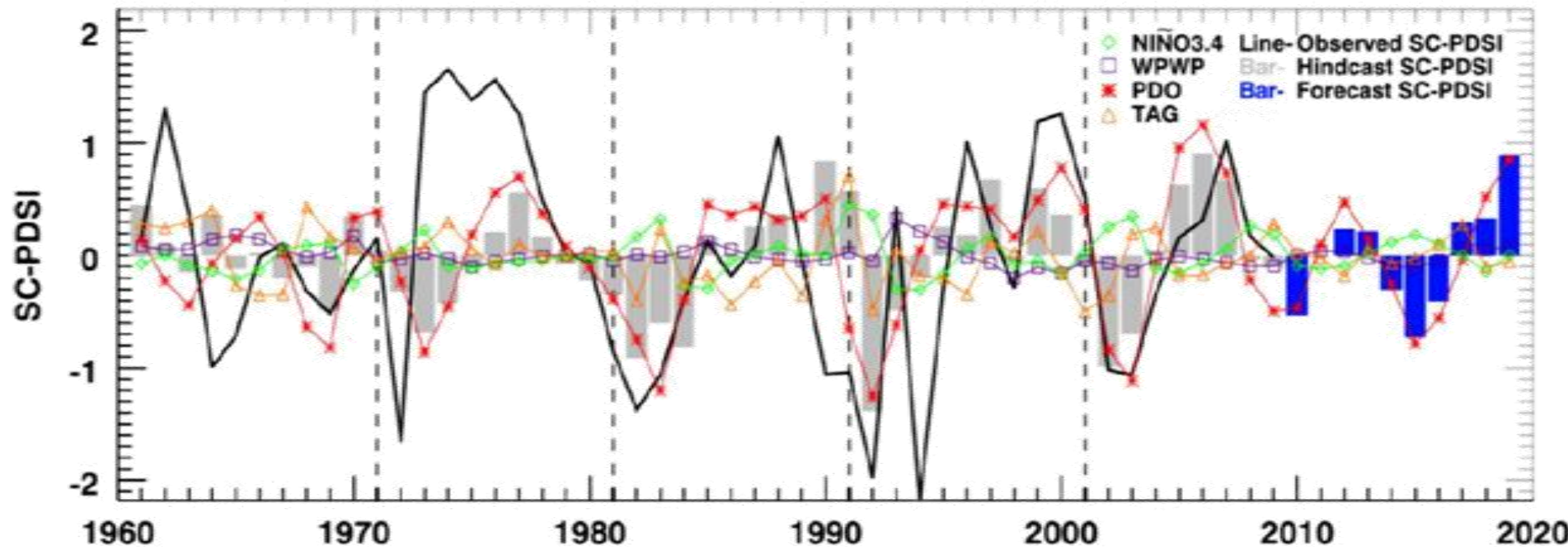
Traits verticaux: crues supérieures à 5000 m³/s

Différence du nombre d'évènements de débits extrêmes ($Q > \text{seuil}$) entre phases chaude et phase froide AMO (en incluant un décalage de 7 ans)



→ Connexion entre fréquences des crues et AMO

Projection pluri-annuelle en Afrique du Sud, via le lien avec la PDO

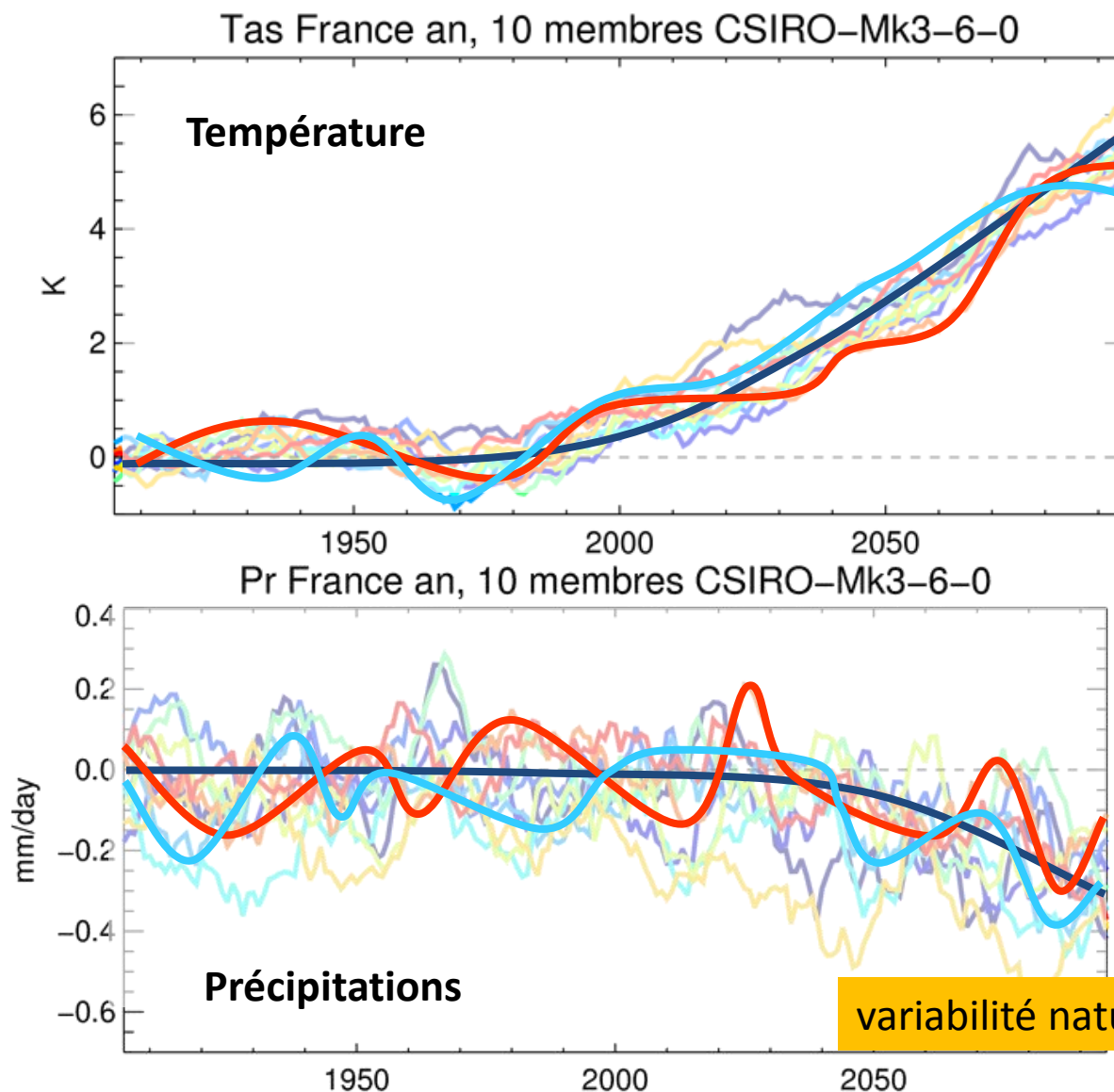


Lien entre **indice de précipitation** (Palmer Drought Index) et variation océanique en Afrique du Sud et projection dans la prochaine décennie (en bleu)

Vers une prévision décennale des débits?

Quid des projections en France ?

CMIP5
AR5



Tendances dues
aux émissions de
GES + Aérosols

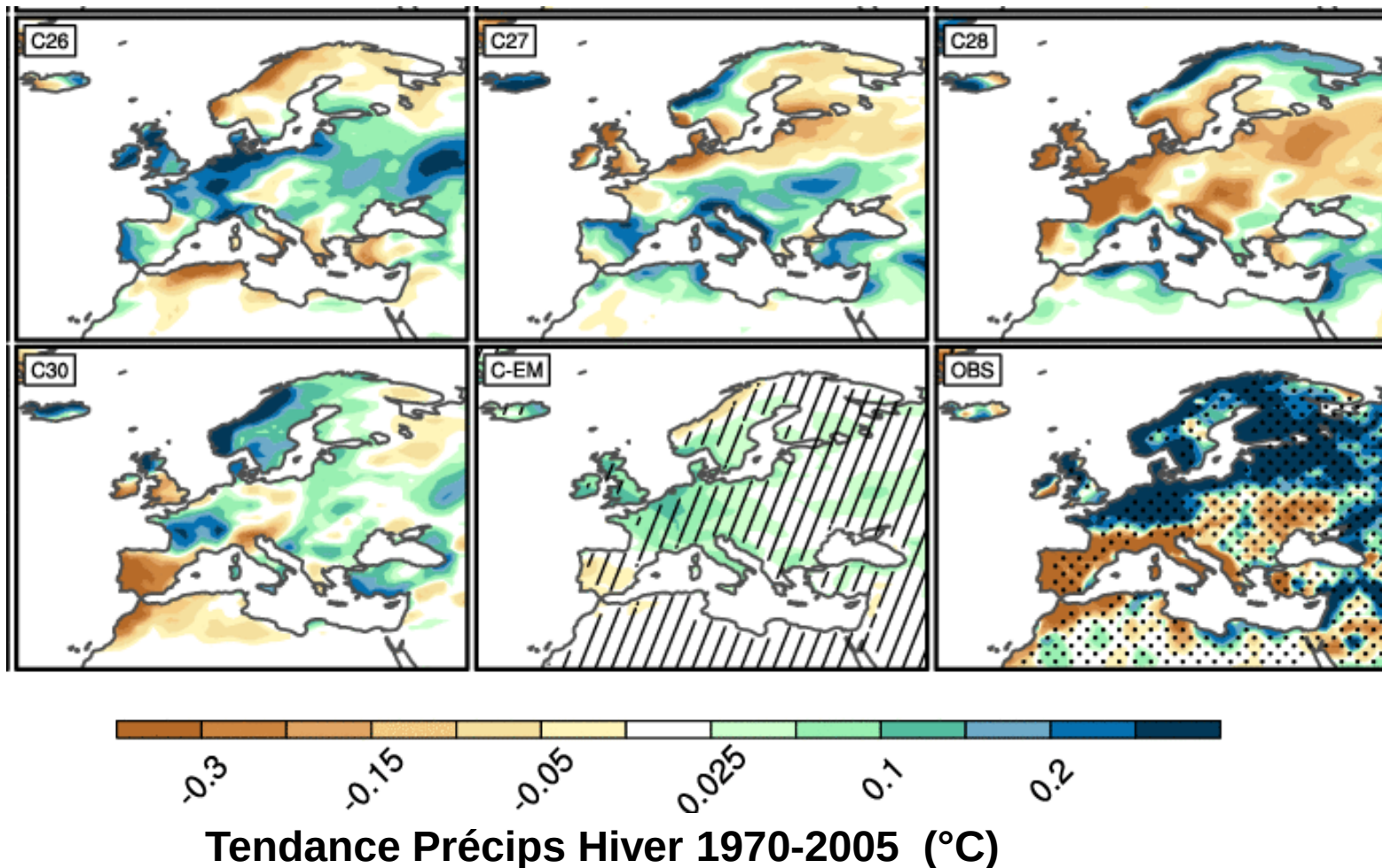
+ variabilités
naturelles

variabilité naturelle bien présente

Vers une prévision décennale des débits?

➔ Illustration de la sensibilité des modèles de climat aux conditions initiales:
30 membres de CESM (modèle de climat américain)

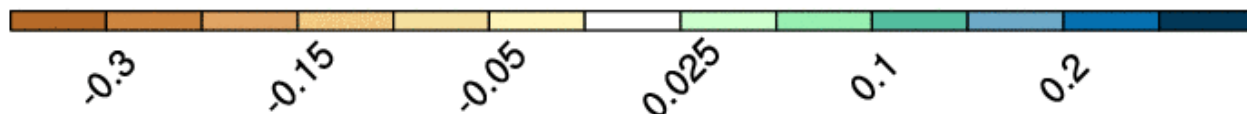
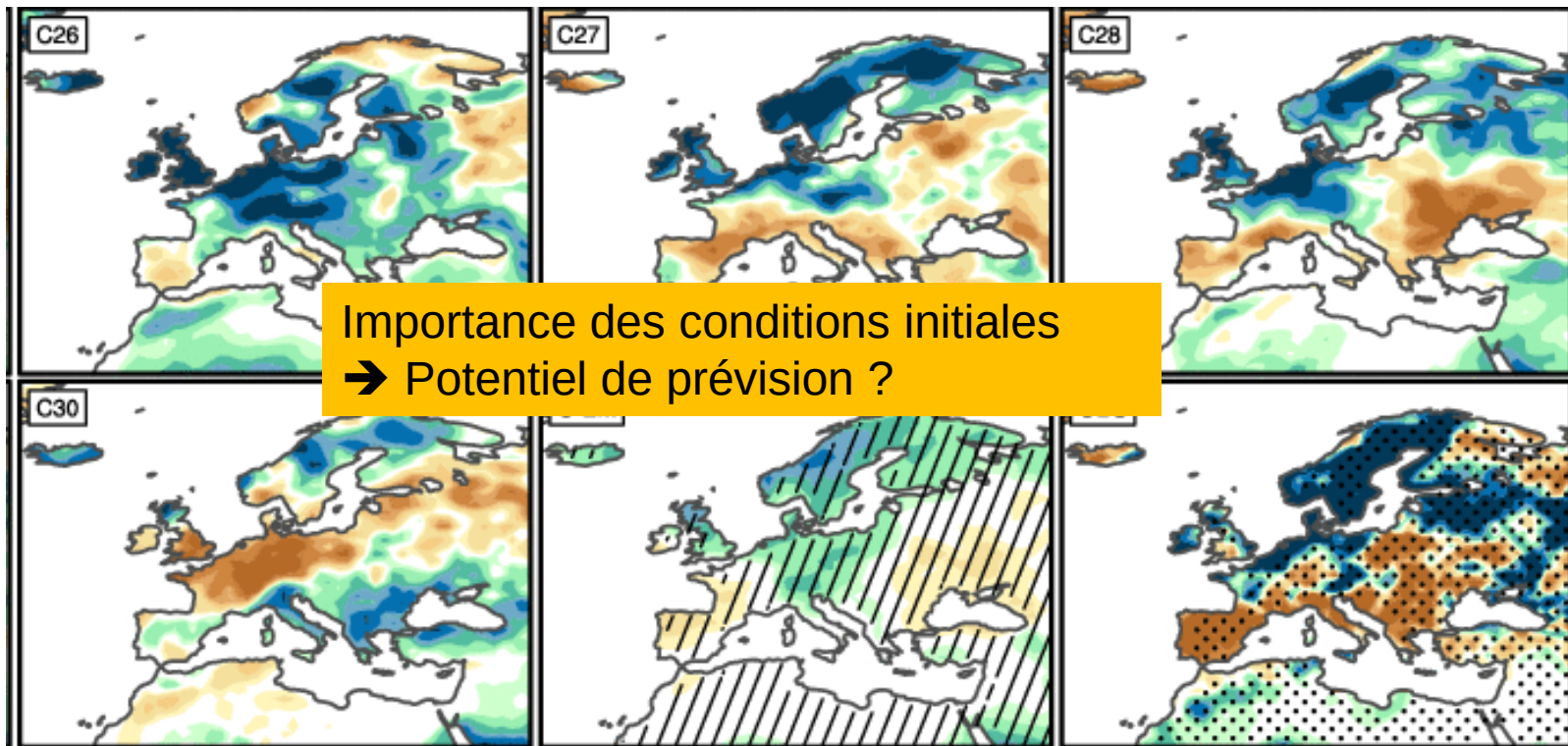
- ✓ Même modèle climatique,
- ✓ Même forçages (obs)
- ✓ **Conditions initiales différentes (en 1920).**



Vers une prévision décennale des débits?

➔ Illustration de la sensibilité des modèles de climat aux conditions initiales:
30 membres de CESM (modèle de climat américain)

- ✓ Même modèle climatique,
- ✓ Même forçages (obs)
- ✓ **Conditions initiales différentes (en 1920).**

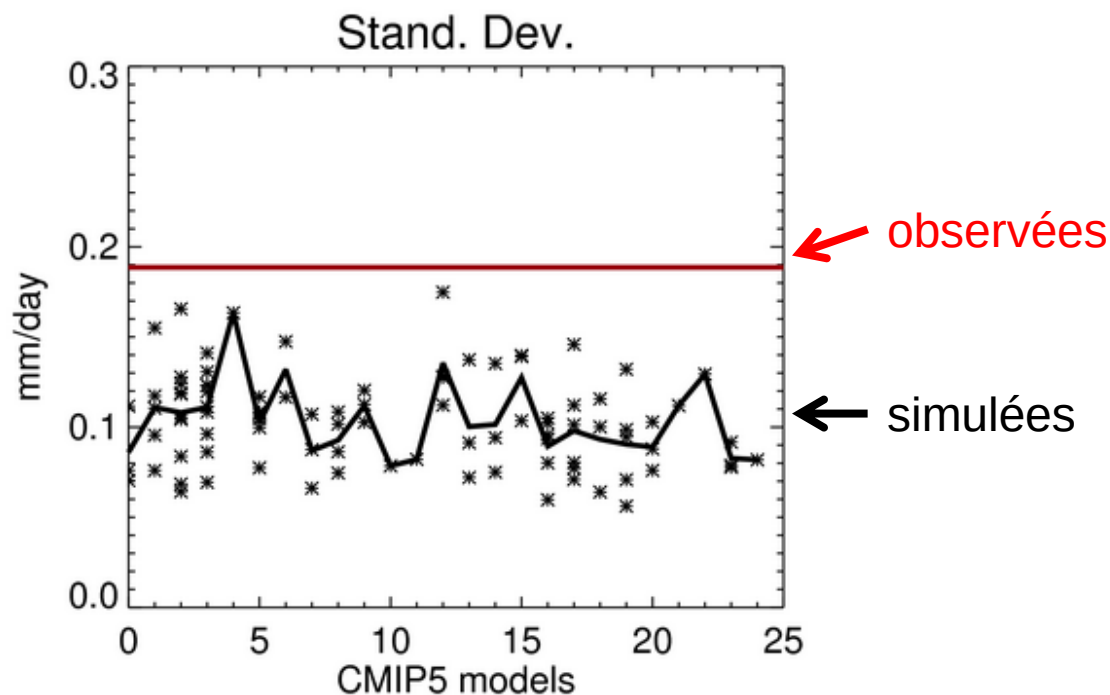


Tendance Précips Ete 1970-2005 (°C)

Vers une prévision décennale des débits?

Dans CMIP5, sur le 20^{ième} siècle, les précipitations simulées présentent bien une variabilité naturelle,
mais au printemps, celle-ci est sous estimée par rapport aux observations

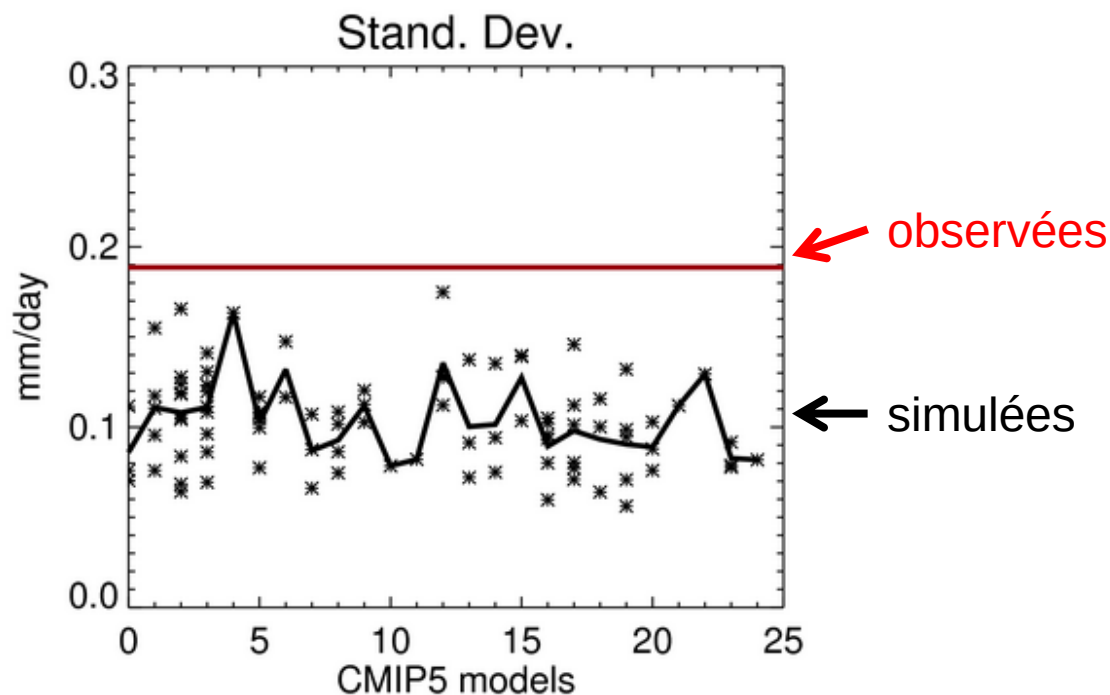
Variabilités décennales des précipitations
au printemps



Vers une prévision décennale des débits?

Dans CMIP5, sur le 20^{ième} siècle, les précipitations simulées présentent bien une variabilité naturelle,
mais au printemps, celle-ci est sous estimée par rapport aux observations

Variabilités décennales des précipitations
au printemps



Or, c'est au printemps que s'exprime le plus la connexion entre AMO et précipitations en France

Vers une prévision décennale des débits?

Pour conclure:

Actuellement: difficile d'utiliser les projections décennales directement pour l'hydrologie en France car:

bien que les modèles de **climat reproduisent bien l'AMO** ils ne représentent pas bien la connexion entre l'AMO et le climat en Europe au printemps

→ Potentiel avec des méthodes de débiaisage par type de temps....

Source : Julien Boé

→ Amélioration des prévisions décennales



la variabilité naturelle peut dépasser l'amplitude de l'impact des CC projetés sur les prochaines décennies