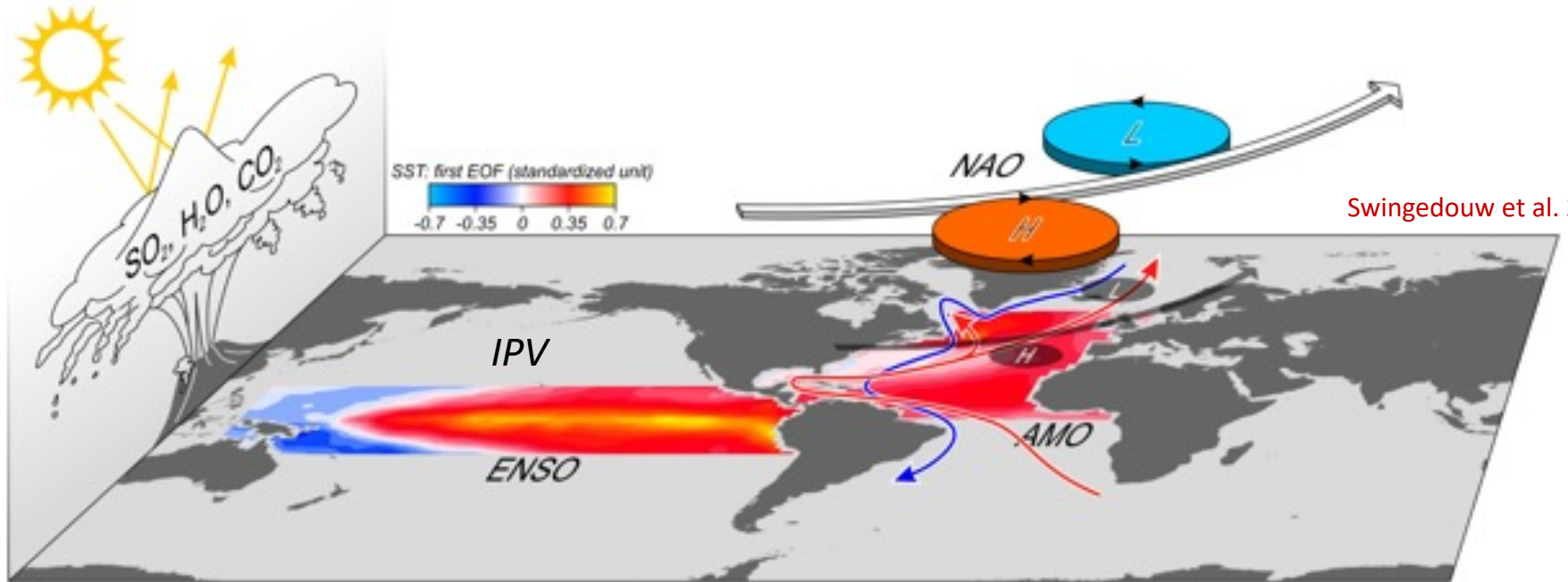


VADEMECUM: Decadal to millennial variability of the large-scale climatic modes

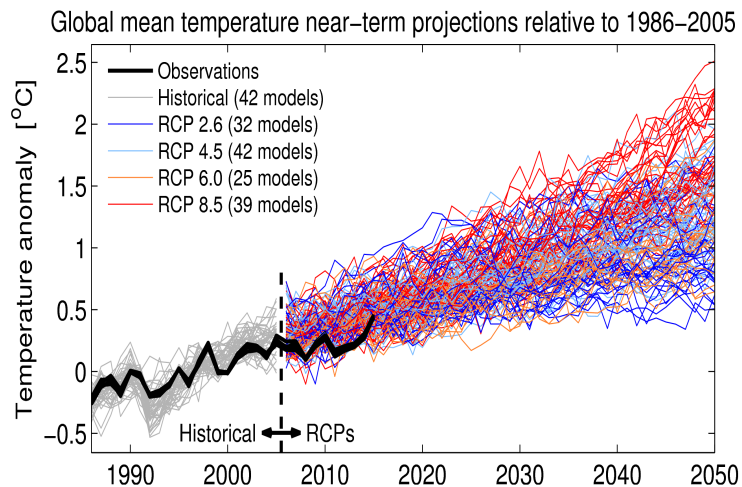
Didier Swingedouw, Simon Michel, Myriam Khodri,
Juliette Mignot, Marie Chavent, Pablo Ortega, Guillaume
Gastineau, Gerard Mc Carthy

Modes de variabilité climatique

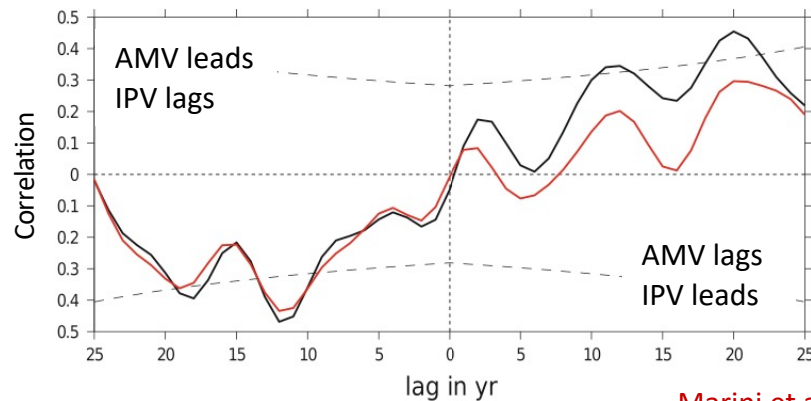
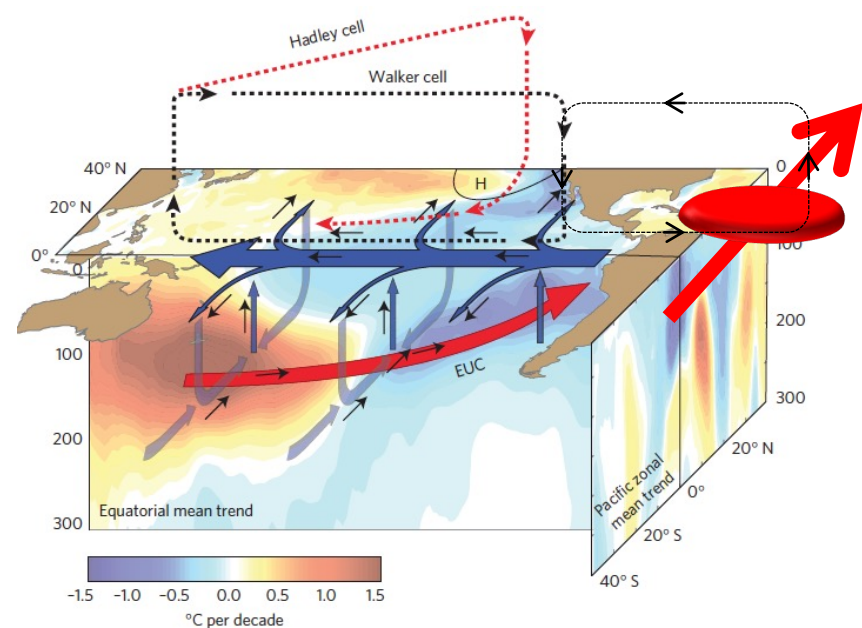


Comment évaluer les interactions entre ces modes à basse fréquence (>décennies) avec moins de deux siècles de mesures instrumentales ?

Hiatus et liens entre l'Atlantique et le Pacifique



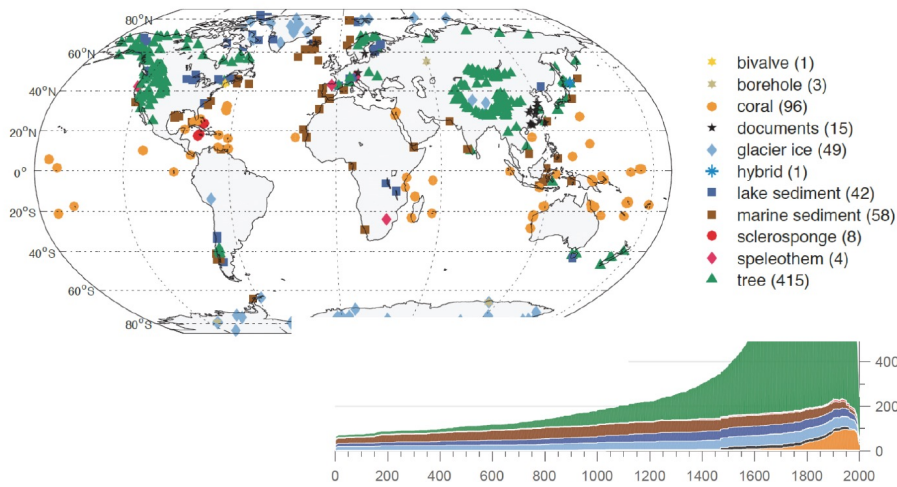
- Qu'est ce qui a mené le Hiatus ?
- L'Atlantique ou le Pacifique?



Mieux comprendre la variability pluri-décennale

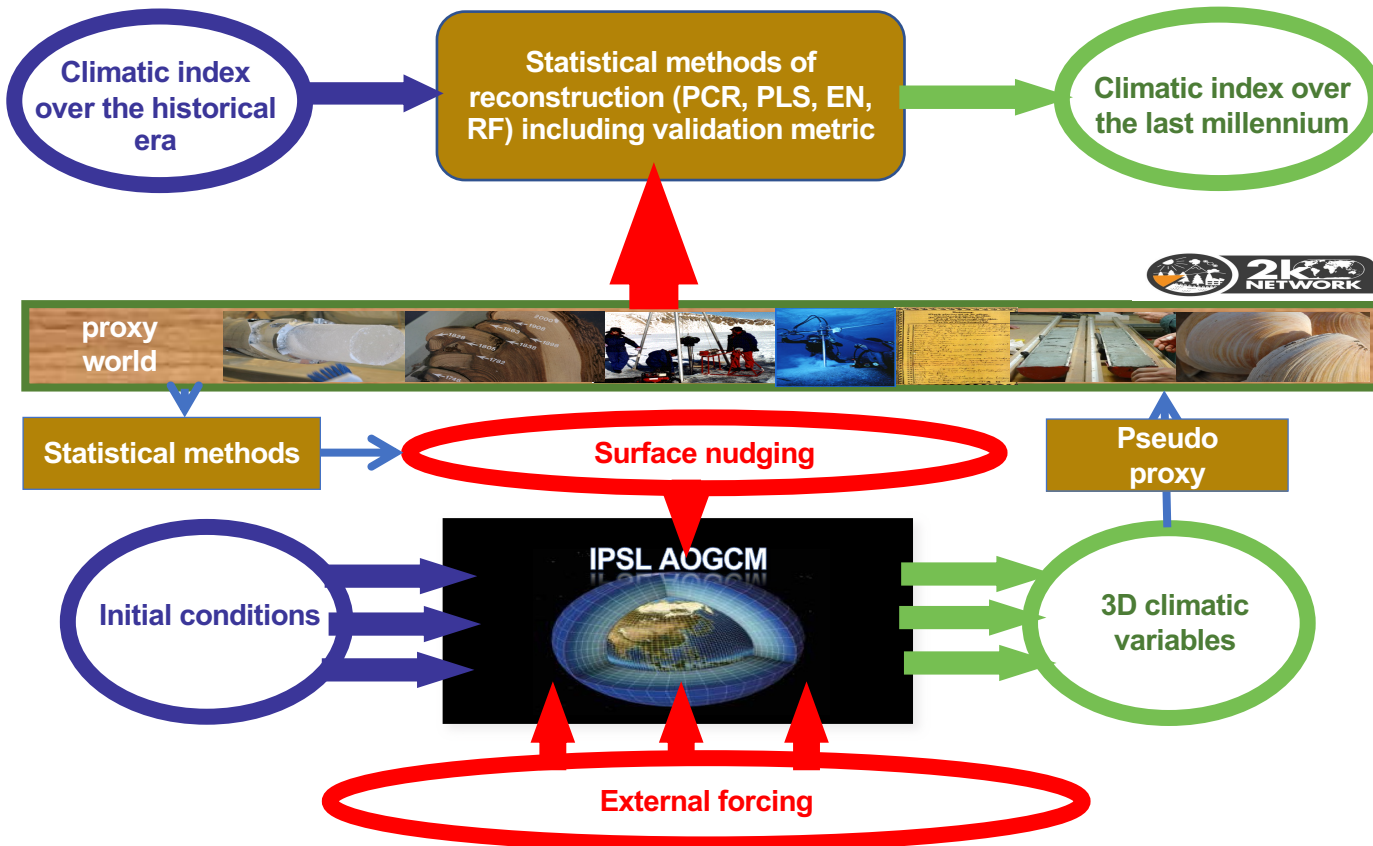
- Les observations instrumentales sont trop courtes et perturbées par le forçage anthropique et notamment les aérosols
- PAGES2K est un projet international qui collecte tous les enregistrements paéoclimatiques de qualité sur les deux derniers millénaires
- Comment l'utiliser pour comprendre l'évolution passée de la variabilité climatique ?

PAGES2k 2.0.0 (692 records from 648 sites)



Méthodes

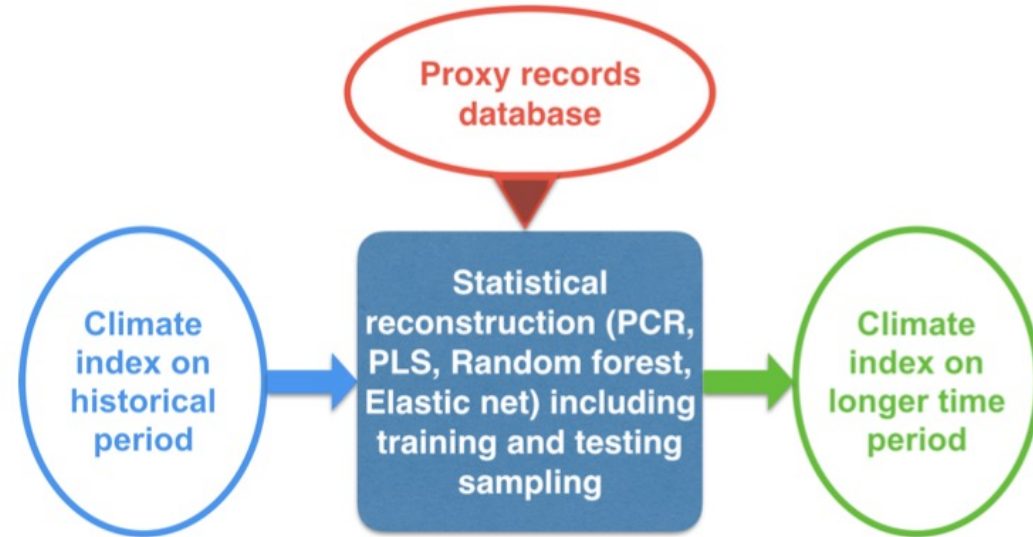
Utiliser des modèles numériques et statistiques pour reconstruire la variabilité climatique



Reconstructing climatic modes of variability from proxy records using ClimIndRec version 1.0

Simon Michel¹, Didier Swingedouw¹, Marie Chavent², Pablo Ortega³, Juliette Mignot⁴, and Myriam Khodri⁴

- Méthodes de regression linéaire et non-linéaire
- Utilisation de plusieurs méthodes de regressions (cf. Théorème du « No free lunch »)
- Période apprentissage/test comme première validation des méthodes de reconstruction
- Pseudo-proxy ou approche en modèle parfait comme autre outil de validation

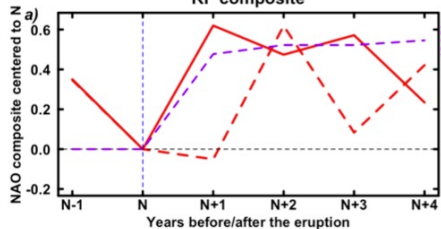


Application à la NAO

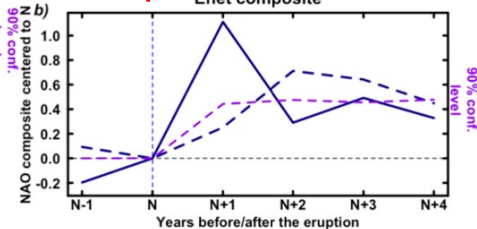
D'après la validation "apprentissage/test", le "random forest" est la meilleure méthode pour la reconstruction de la NAO



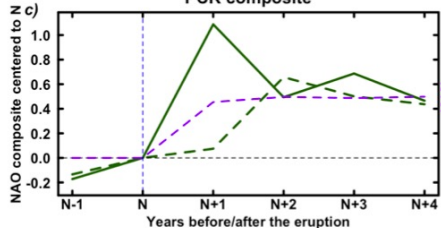
RF composite



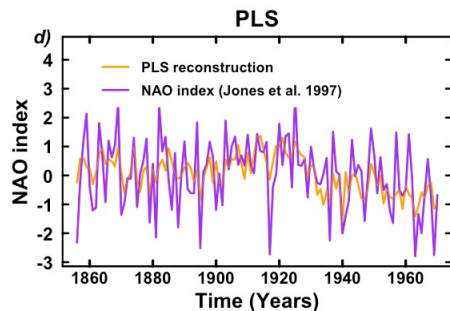
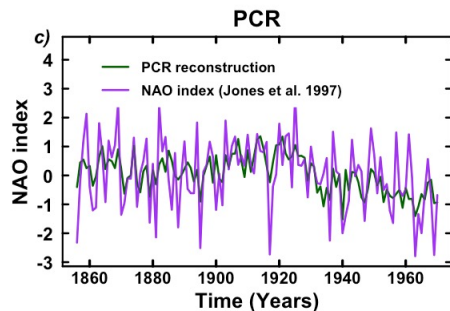
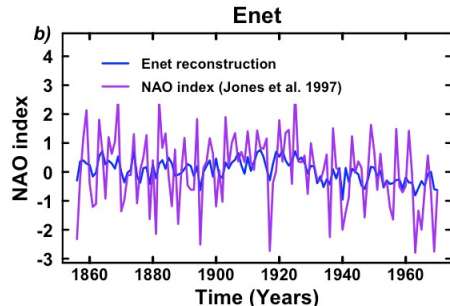
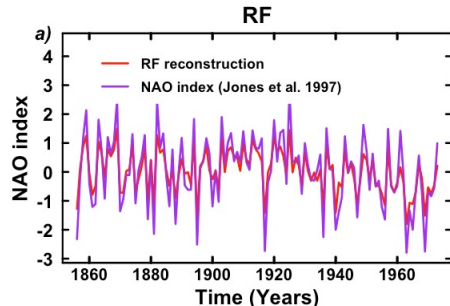
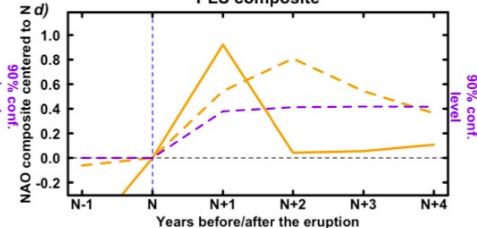
Enet composite



PCR composite



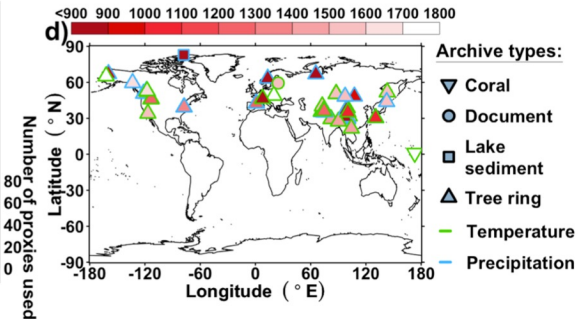
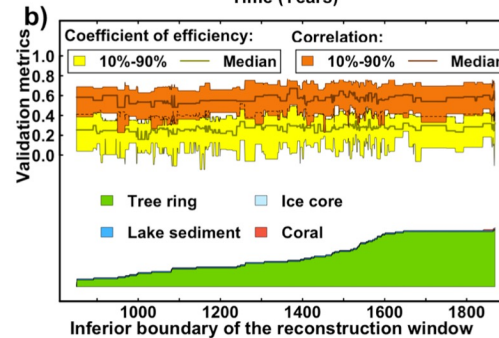
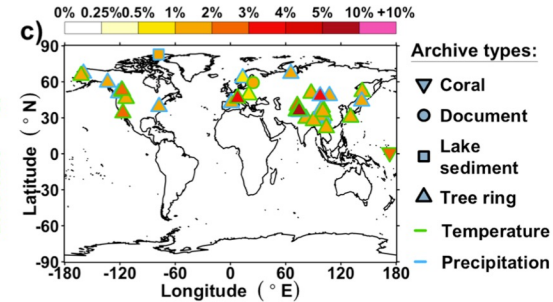
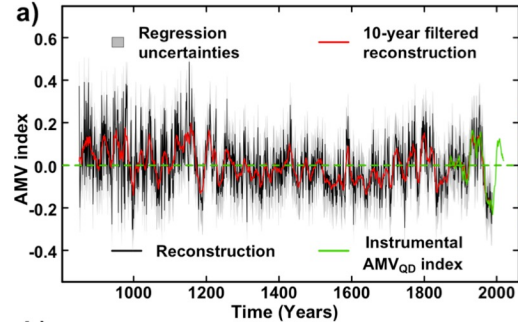
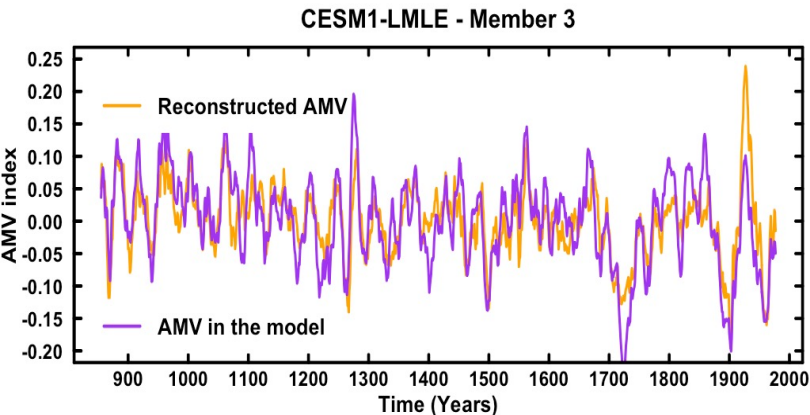
PLS composite



Confirmation d'une NAO positive l'année suivant les grosses éruptions volcaniques, voir les quelques années suivantes

Reconstruction de l'AMV

- Utilisation d'une quarantaine de proxies, prenant avantage des téléconnexions de l'AMV
- Bonne validation en mode "modèle parfait"



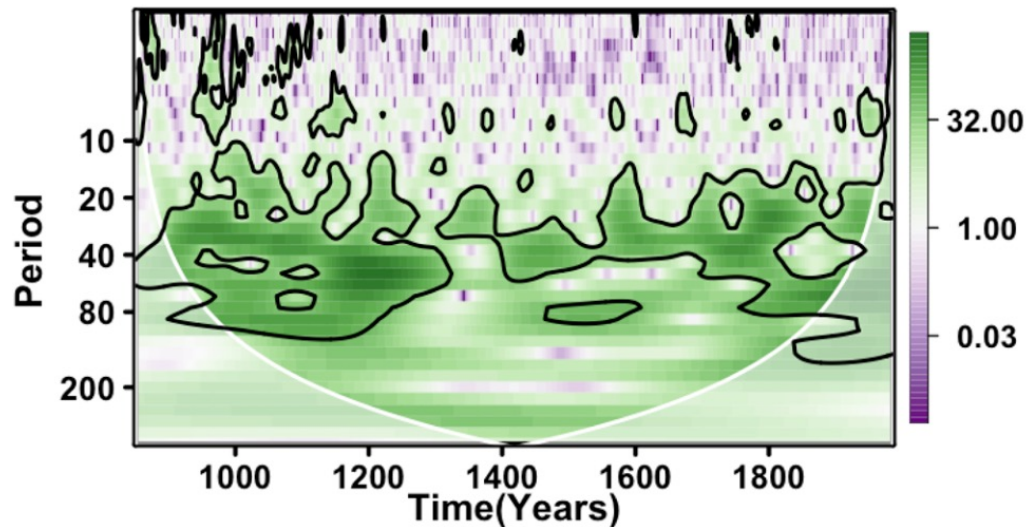
Early warning signal for a tipping point suggested by a millennial Atlantic Multidecadal Variability reconstruction

Received: 3 June 2021

Simon L. L. Michel^{1,2}✉, Didier Swingedouw², Pablo Ortega³,
Guillaume Gastineau⁴, Juliette Mignot⁴, Gerard McCarthy⁵ & Myriam Khodri⁴

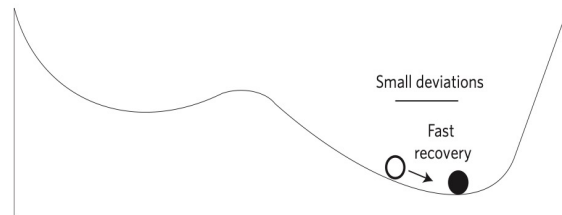
Accepted: 10 August 2022

Analyse en ondelettes de l'indice AMV reconstruit



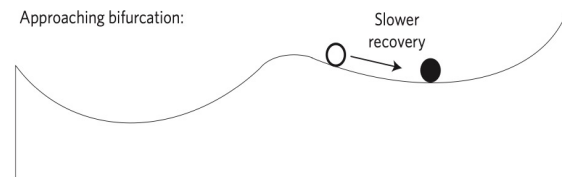
Lenton 2011

Far from bifurcation:

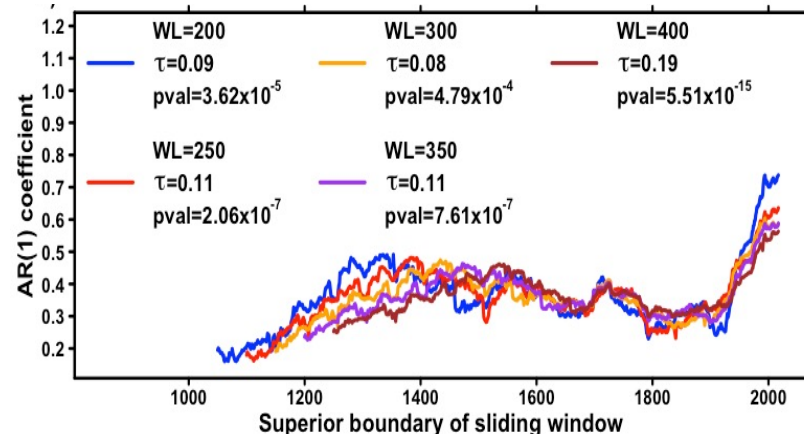


Larger deviations

Approaching bifurcation:

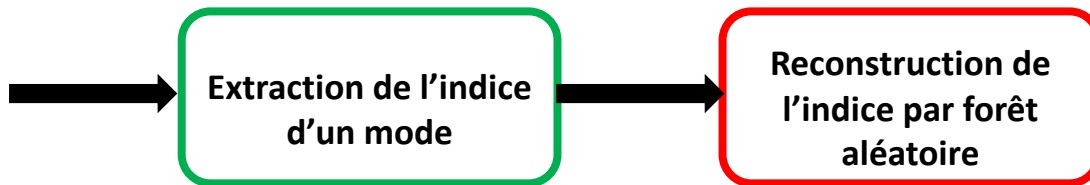
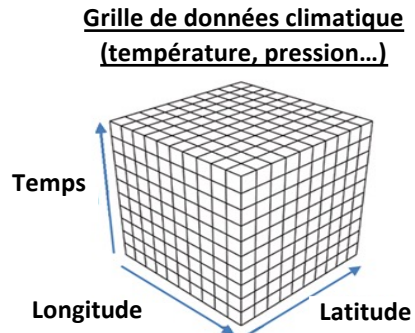


Indicateur de bifurcation (Kendall tau)

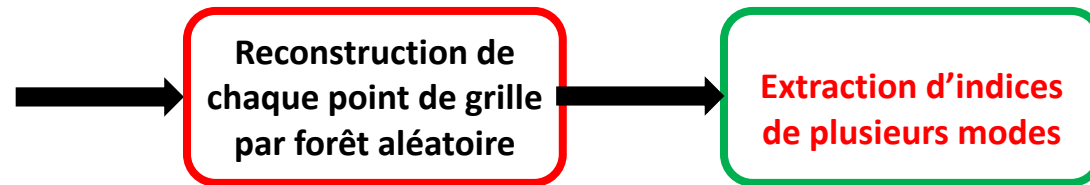
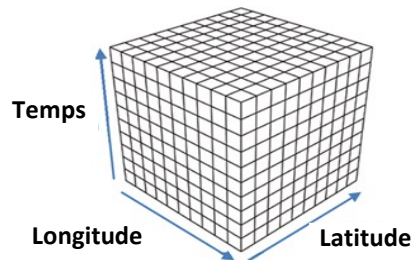


Reconstruction d'une SST grillée spatialement

Stratégie entreprise jusqu'ici

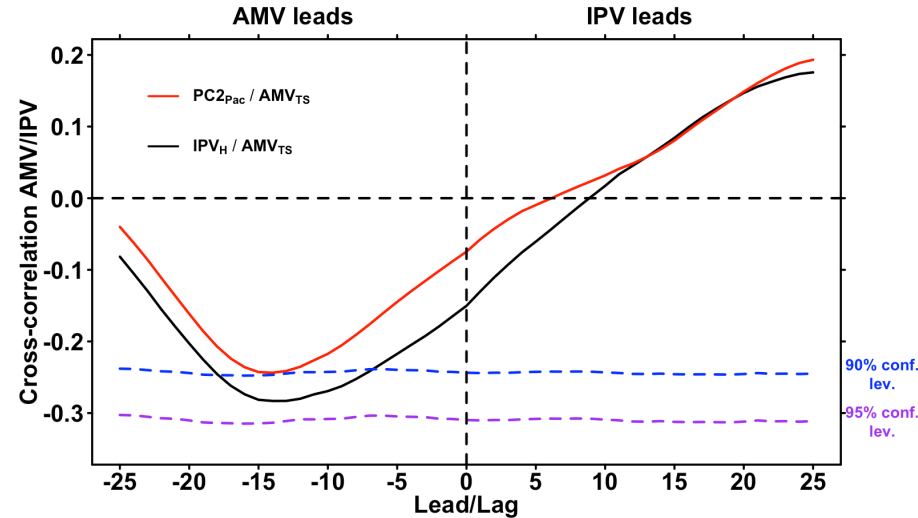
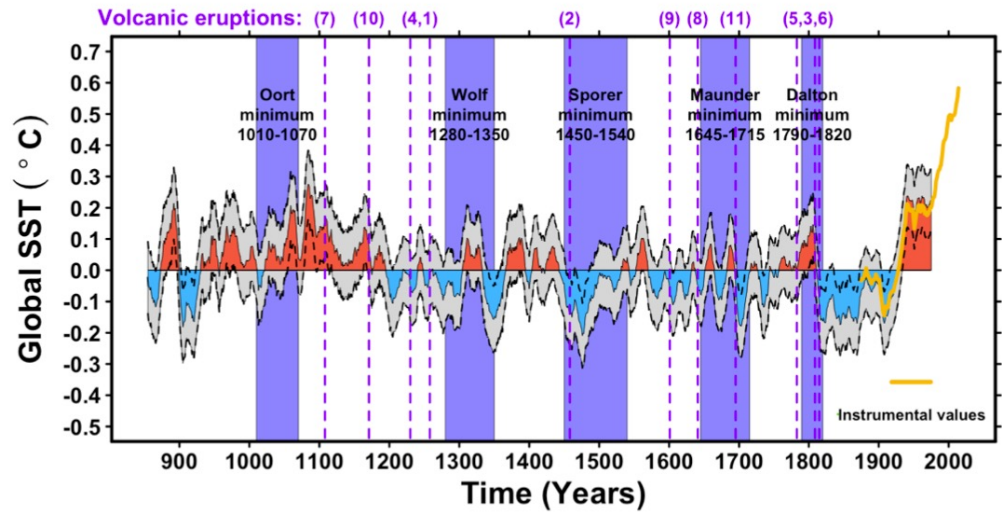
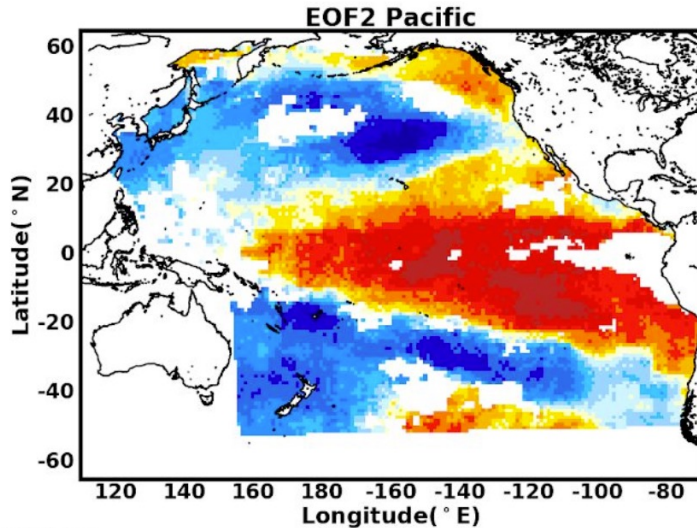


Nouvelle approche plus générale



Implications

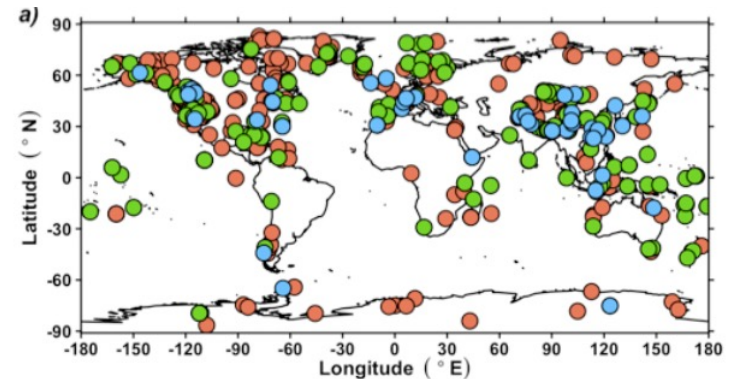
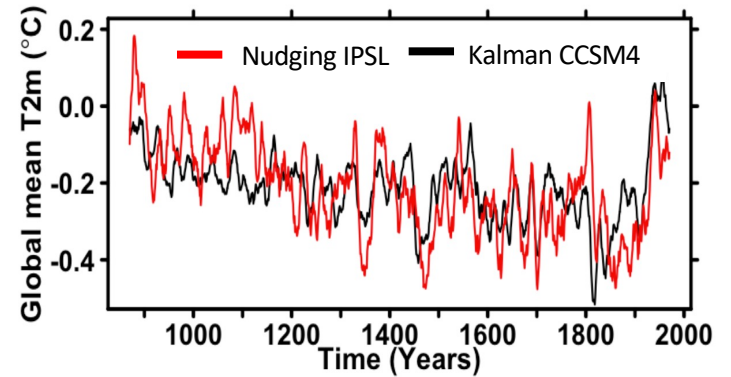
- Entrée dans le petit âge de glace dès le XII^e siècle!
- Confirmation du fait que l'AMV – mène l'IPV (comme sur la période historique, Marini et al. 2013)



Intégration dans le modèle IPSL-CM5A-LR



- Nudging de la SST dans le modèle IPSL-CM5A-LR
- Comparaison avec la réanalyse de Hakim et al. (2016, off-line Kalman filter avec CCSM4)
- Les données proxies montrent un meilleur accord avec la réanalyse de Hakim et al. de manière générale
- La “validation” sur la SST historique est cependant meilleure pour notre reconstruction



Significantly correlated with: ● Nudging IPSL only ● Kalman CCSM4 only ● Both

Perspectives

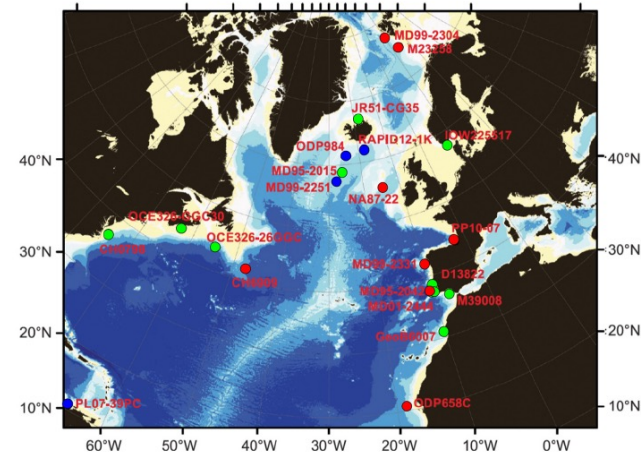
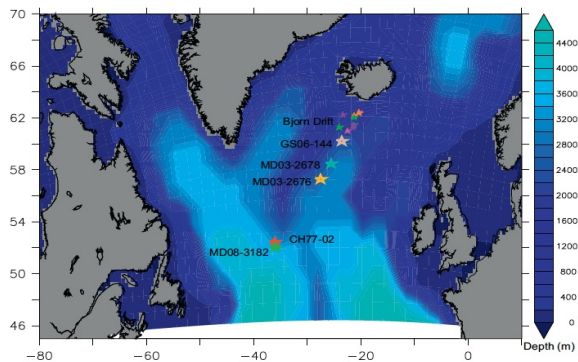
- Le code CimIndRec de reconstruction des modes climatiques par méthodes statistiques est disponible pour la communauté
- Simon Michel est en train d'implémenter d'autres méthodes basées sur des réseaux de neurones notamment (en postdoc à Utrecht)
- Myriam Khodri a été lauréate d'une bourse ERC synergies pour implémenter une méthode de filtre à particule qui devrait permettre de mieux reconstruire la circulation atmosphérique et la variabilité sur les continents
- Les reconstructions et analyses d'autres modes de variabilité et leurs interactions sont en développement
- Extension sur une plus longue période de temps ? (e.g. PAGES12K) : projet UKRI en collaboration avec l'Université Royal Holloway de Londres



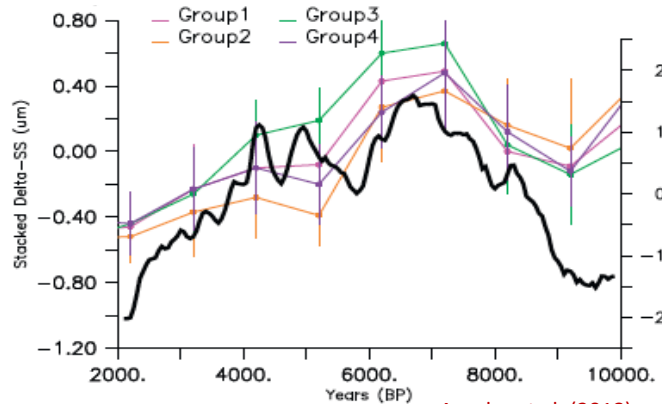
Merci!

A new AMOC reconstruction over the Holocene

- Use of 22 sediment cores with SST proxy records (Eynaud et al. 2017)
- Use of EOF analysis to find consistent variability (Ayache et al. 2018)



Eynaud et al. (2017)



Ayache et al. (2018)

- Validation using pseudo-proxy (does the method work in the model “world”?)
- Validation using independent of deep ocean circulation, glaciers’ evolution...
- Calibration in Sverdrup using NH hemisphere reconstruction (Jomelli et al., *Nat. Com.*, 2022)