

Simulations millénaires

Analyse de la variabilité multidécennale du climat

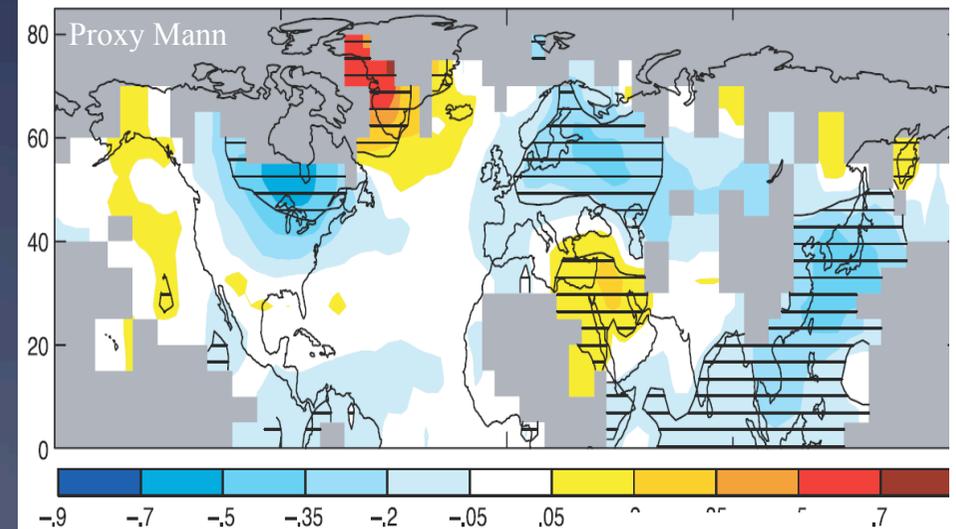
Didier Swingedouw, Laurent Terray, Christophe Cassou

CERFACS

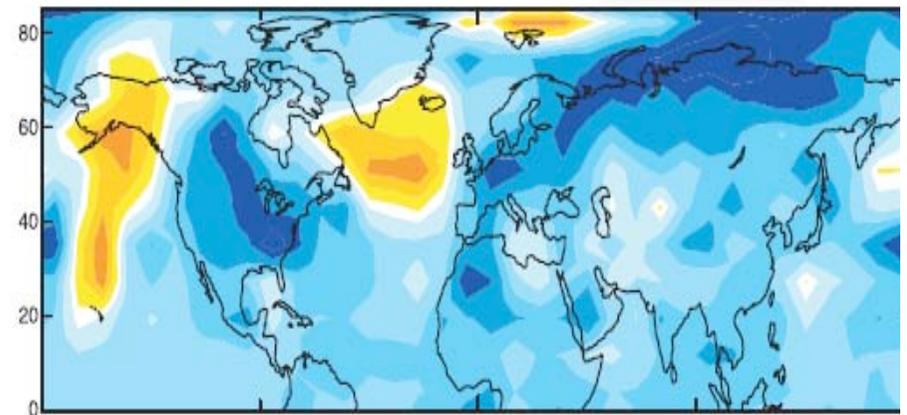
Forçage du Petit Âge Glaciaire

- * Théorie dominante : forçage solaire
- * Mais forçage solaire très faible (et de plus en plus...)
- * Mécanisme amplificateur :
 1. Schindell et al., *Nature*, 2001 : Ozone + réponse dynamique de la NAO

Regression / TSI, lag 20 ans, filtre 40 ans (1780-1680)



Simu ModelE



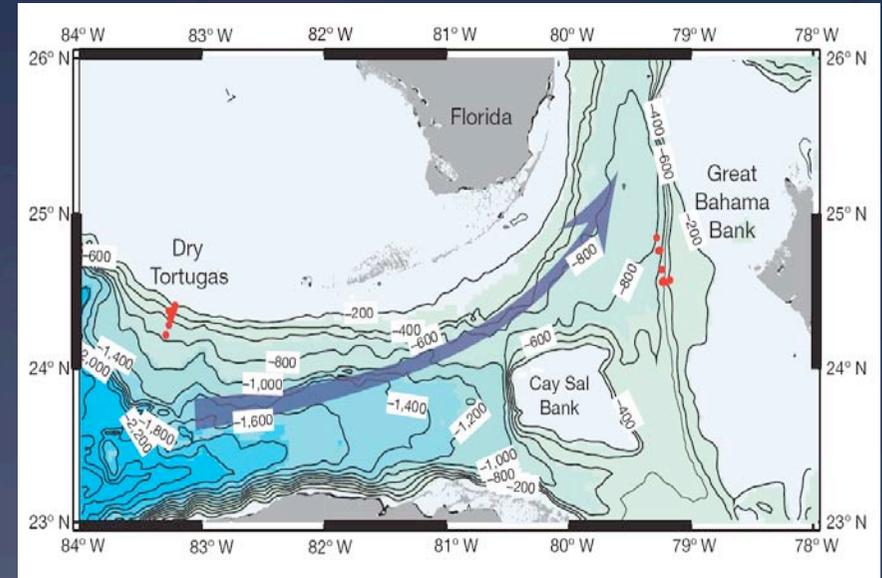
Forçage du Petit Âge Glaciaire

Mécanisme amplificateur :

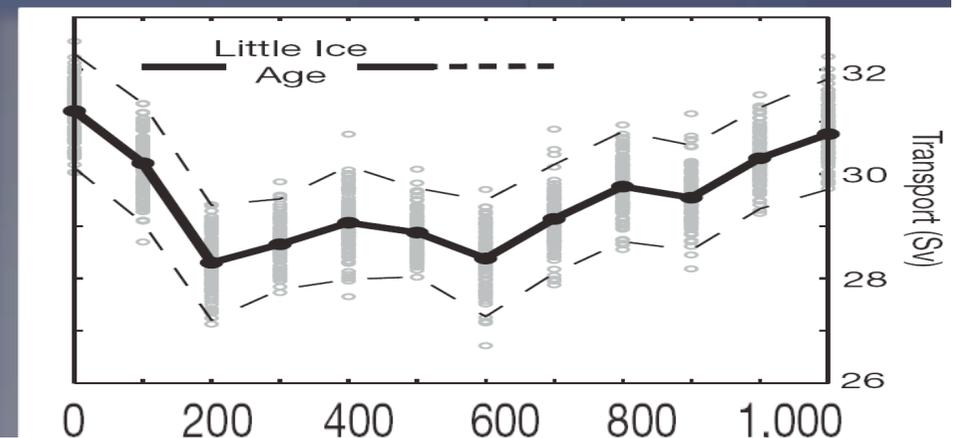
2. Lund et al., *Nature*, 2006

:

- * variabilité multi-séculaire du débit du Gulf Stream
- * liée à un changement de circulation thermohaline ?



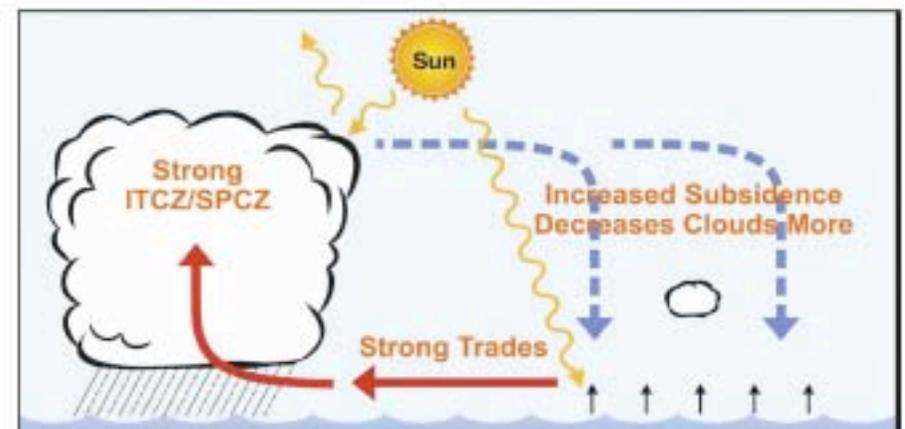
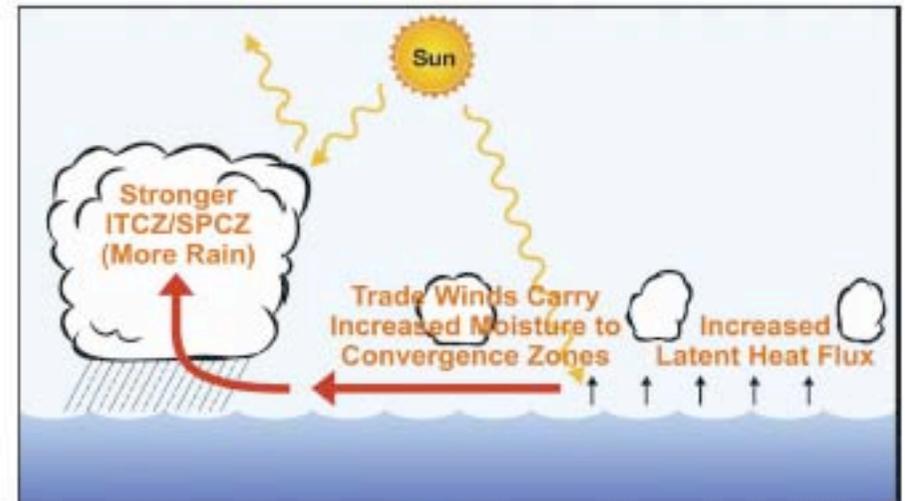
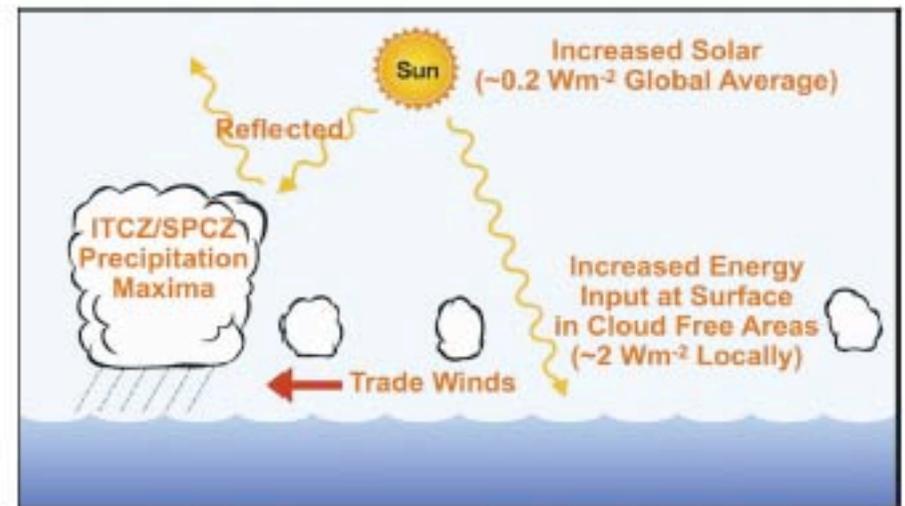
Reconstruction transport du Gulf stream



Forçage solaire sur le Pacifique

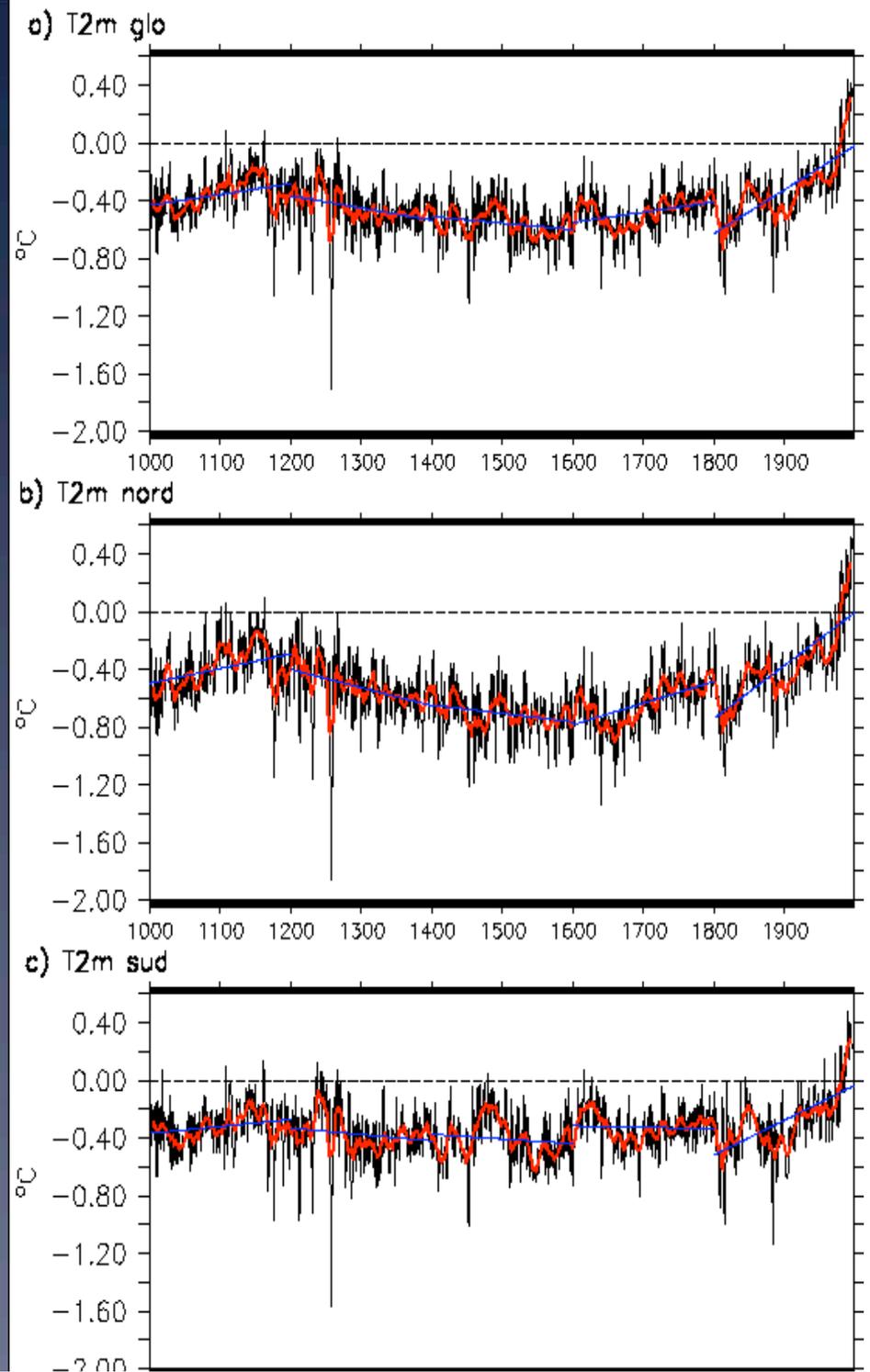
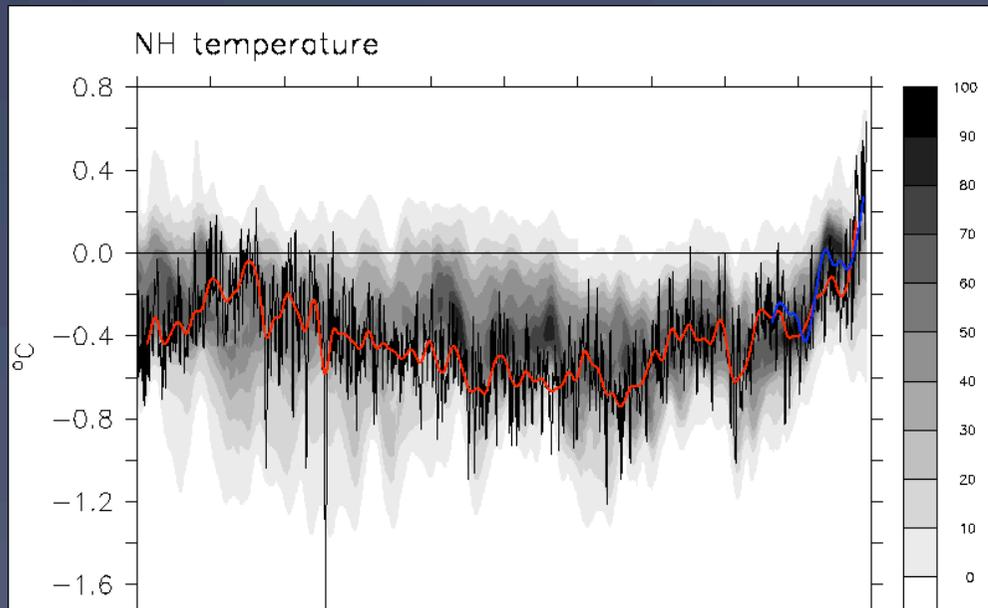
Meehl et al., *J. Climate*, 2008 :

- * Analyse sur la période 1850-2000 du cycle de 11 ans
- * Lors de maxima solaires, la circulation de Walker s'intensifie dans le Pacifique, ce qui fait migrer l'ITCZ vers le nord en hiver



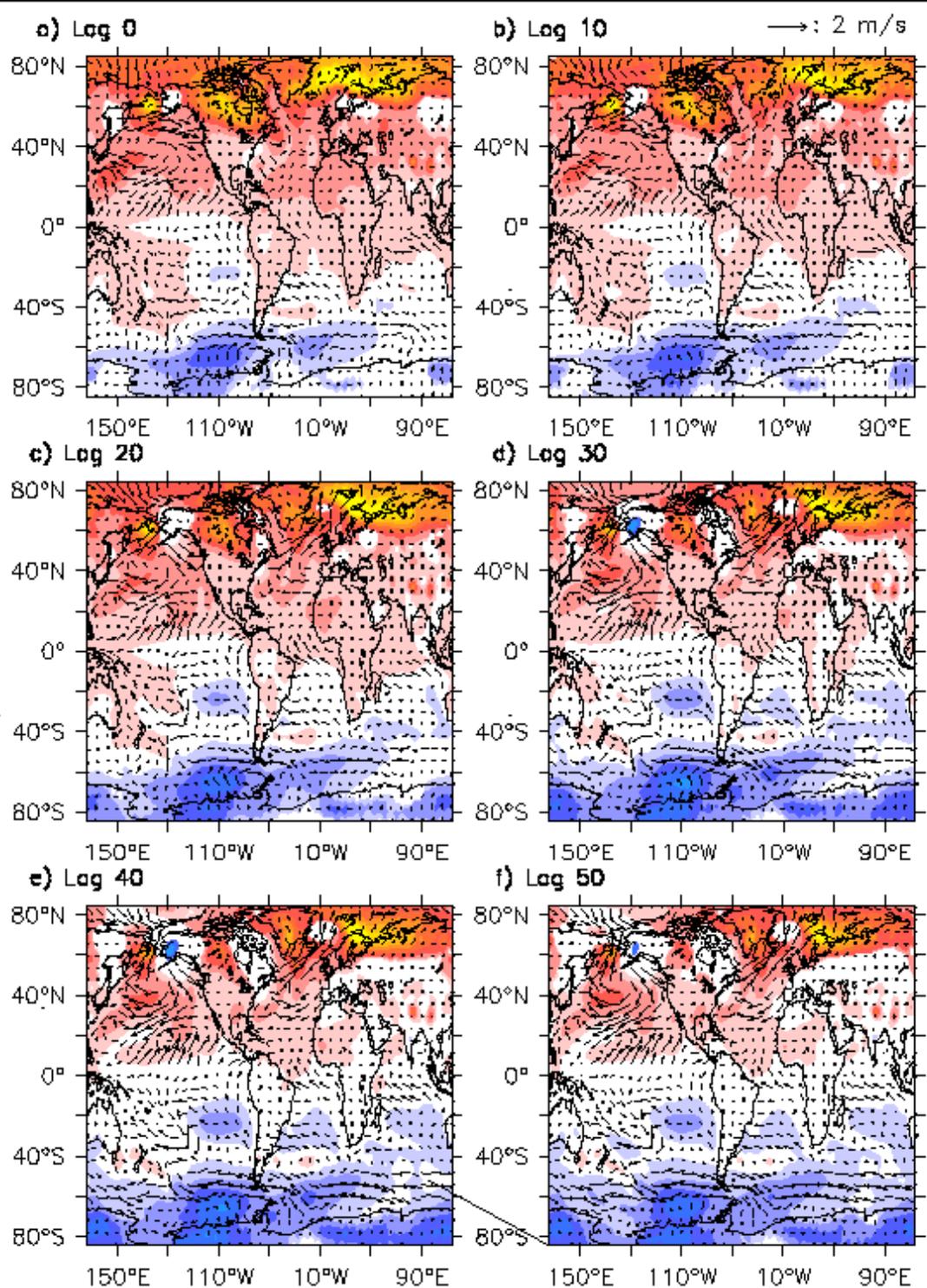
Notre simulation millénaire

- * Même forçage que Jérôme avec en plus volcans
- * Réponse plus forte dans l'hémisphère nord que sud
- * Tendence sur les 2 derniers siècles sans précédent



Effet forçage solaire en hiver

- * Régression sur l'indice solaire 1000-1860
- * Un signal NAO + semble apparaitre en Hiver comme chez Shindell et al. 2001 avec un lag d'au moins 20 ans

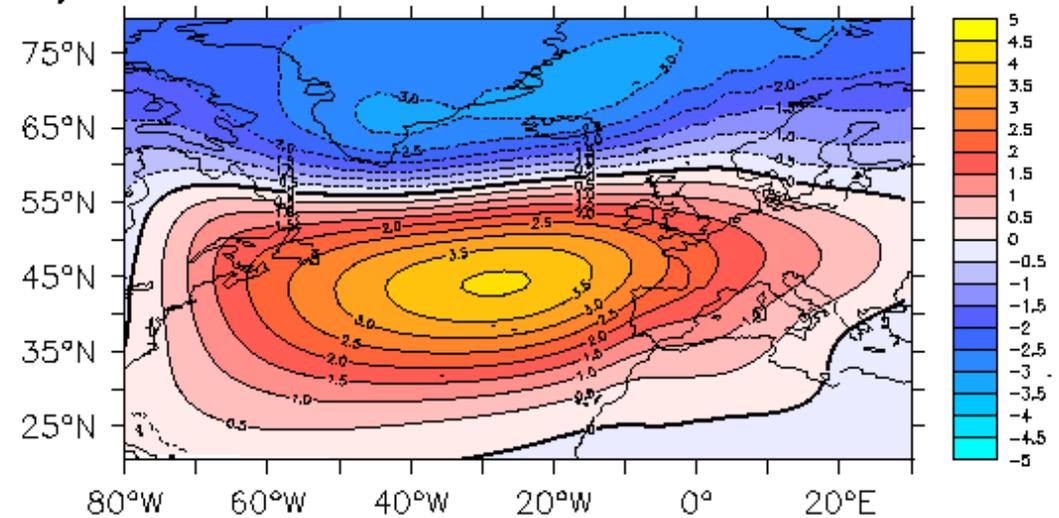


Forçage solaire et NAO

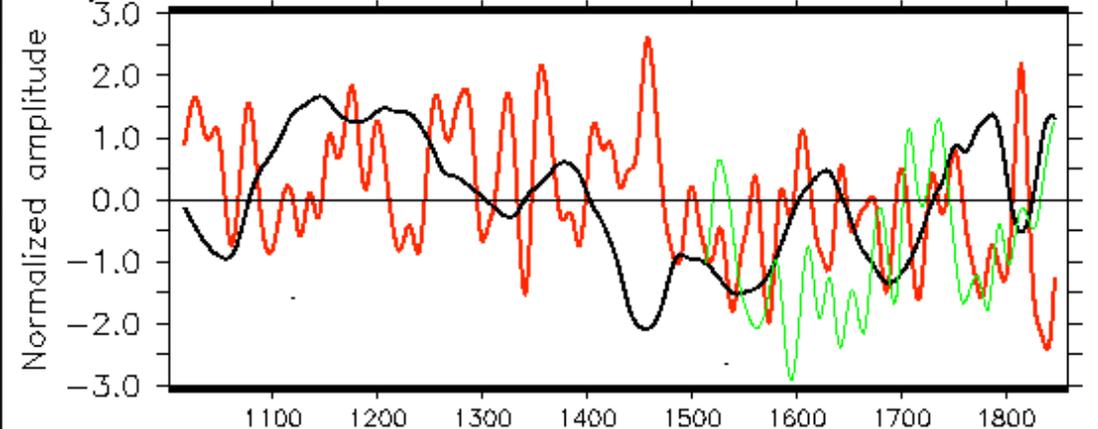
* PC1 de la fonction de la SLP se corrèle significativement avec le forçage solaire à lag 40

* Ce signal est cohérent avec données où il existe un délai de 20-30 ans (Waple et al. 2002)

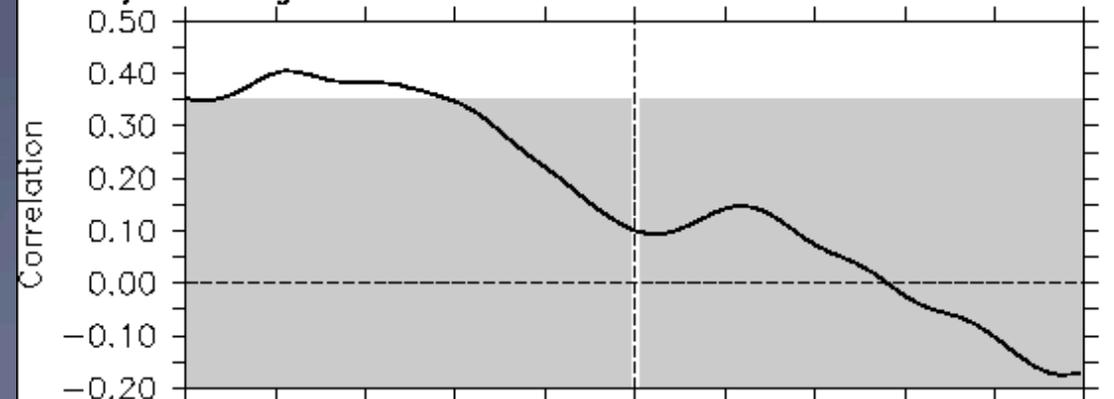
a) EOF 1 of SLP for DJF in MILL



b) Time series — Solar — NAO model — NAO Luterbacher



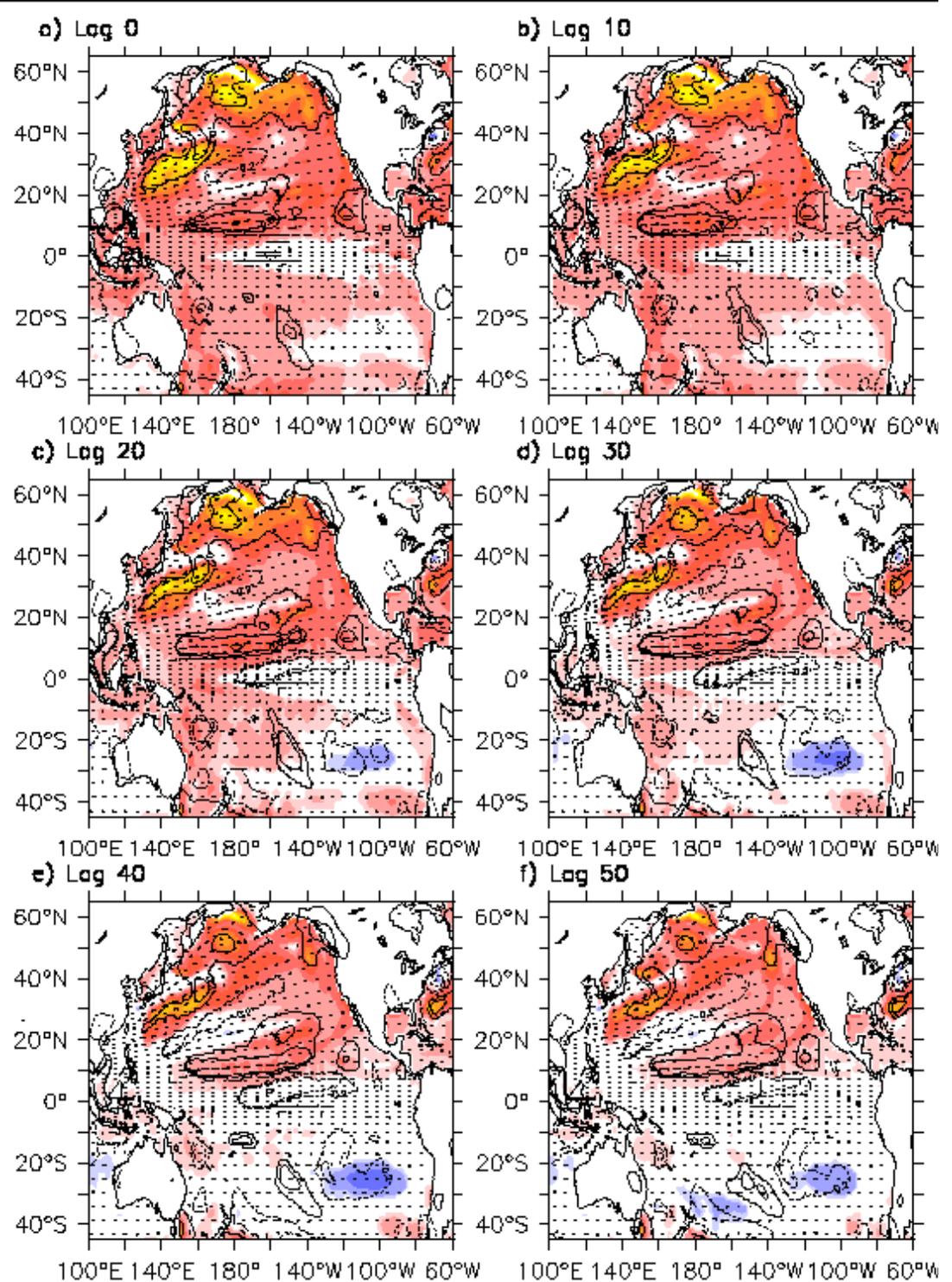
c) Lead Lag



SST et précip. dans le Pacifique

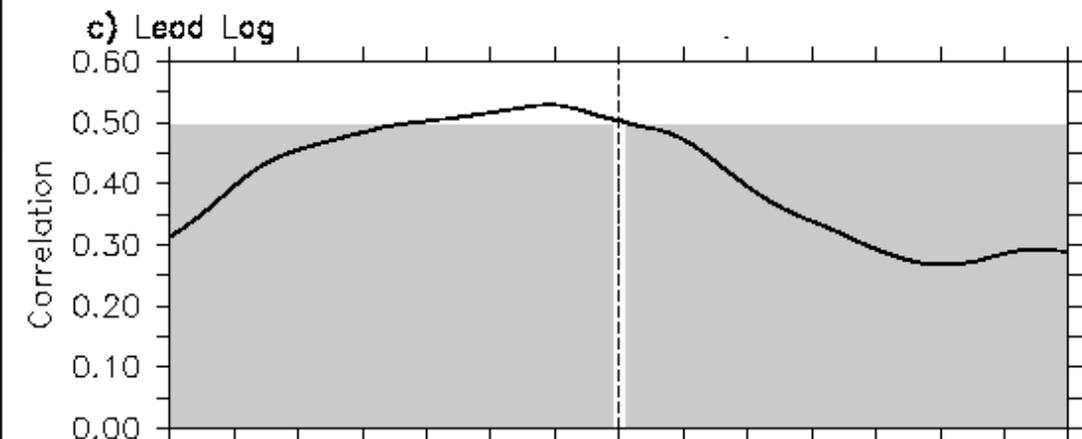
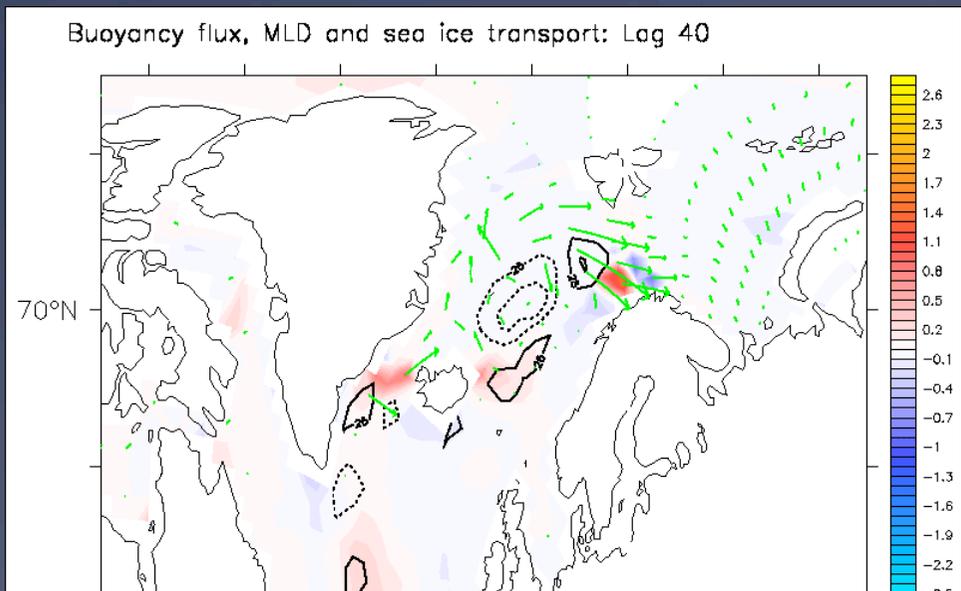
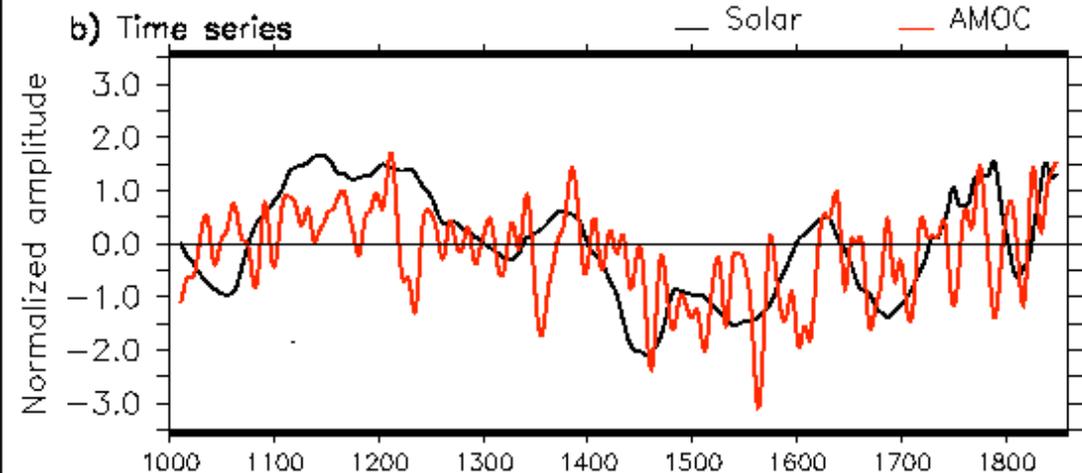
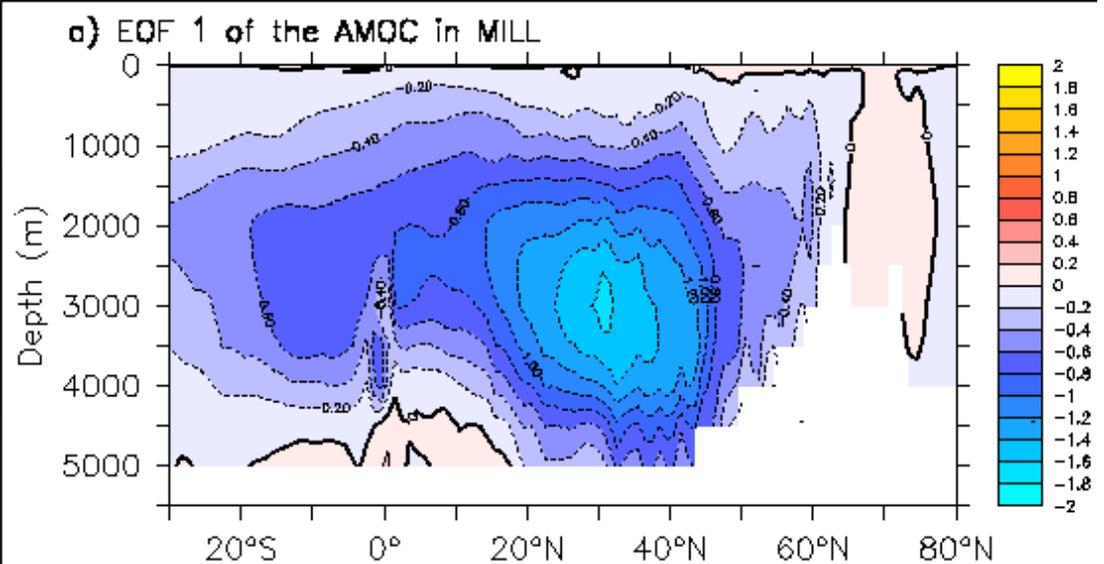
* Dans le Pacifique tropical, on voit une migration de l'ITCZ vers le nord en environ 30 ans après le forçage solaire

* Ce signal est lié à la persistance d'une anomalie de SST



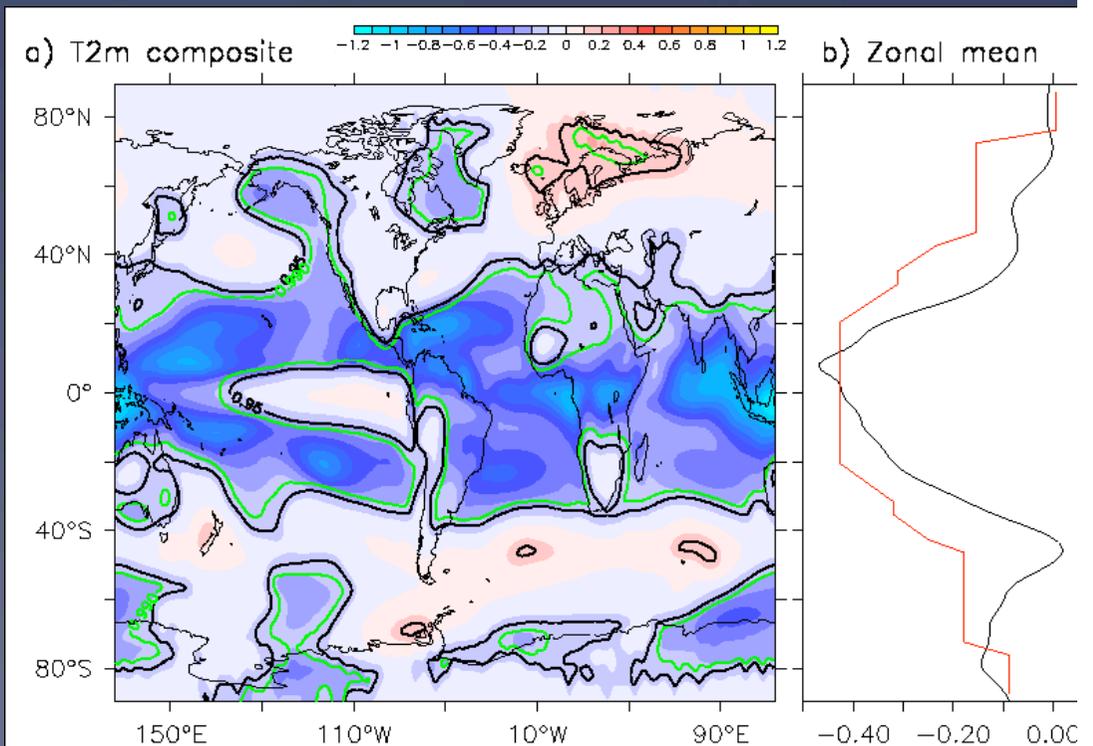
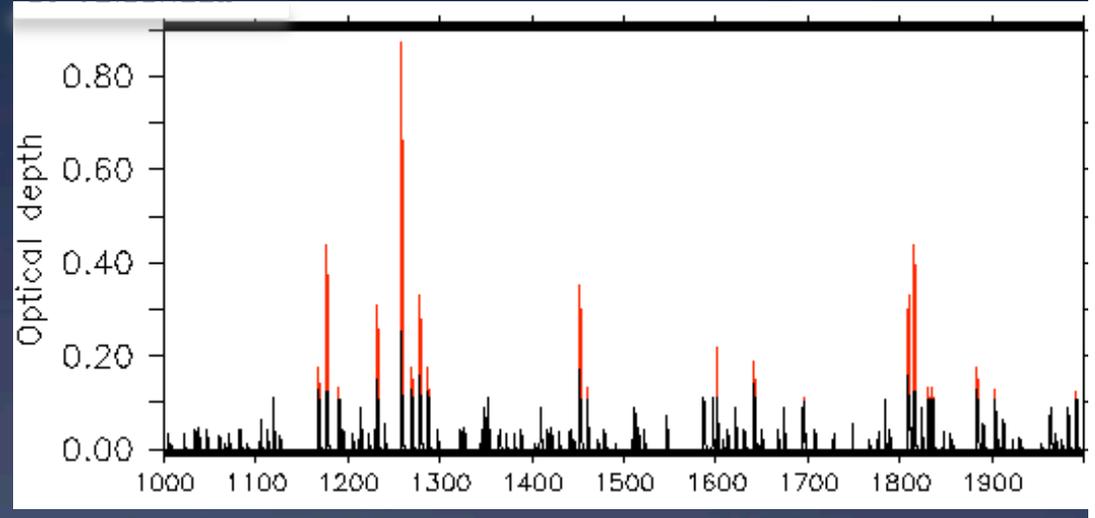
Forçage solaire et THC

- * PC1 se corrèle significativement avec le forçage solaire à lag 10
- * Ce signal correspond à une diminution de la THC avec le solaire
- * Contradiction Lund et al. (2006)



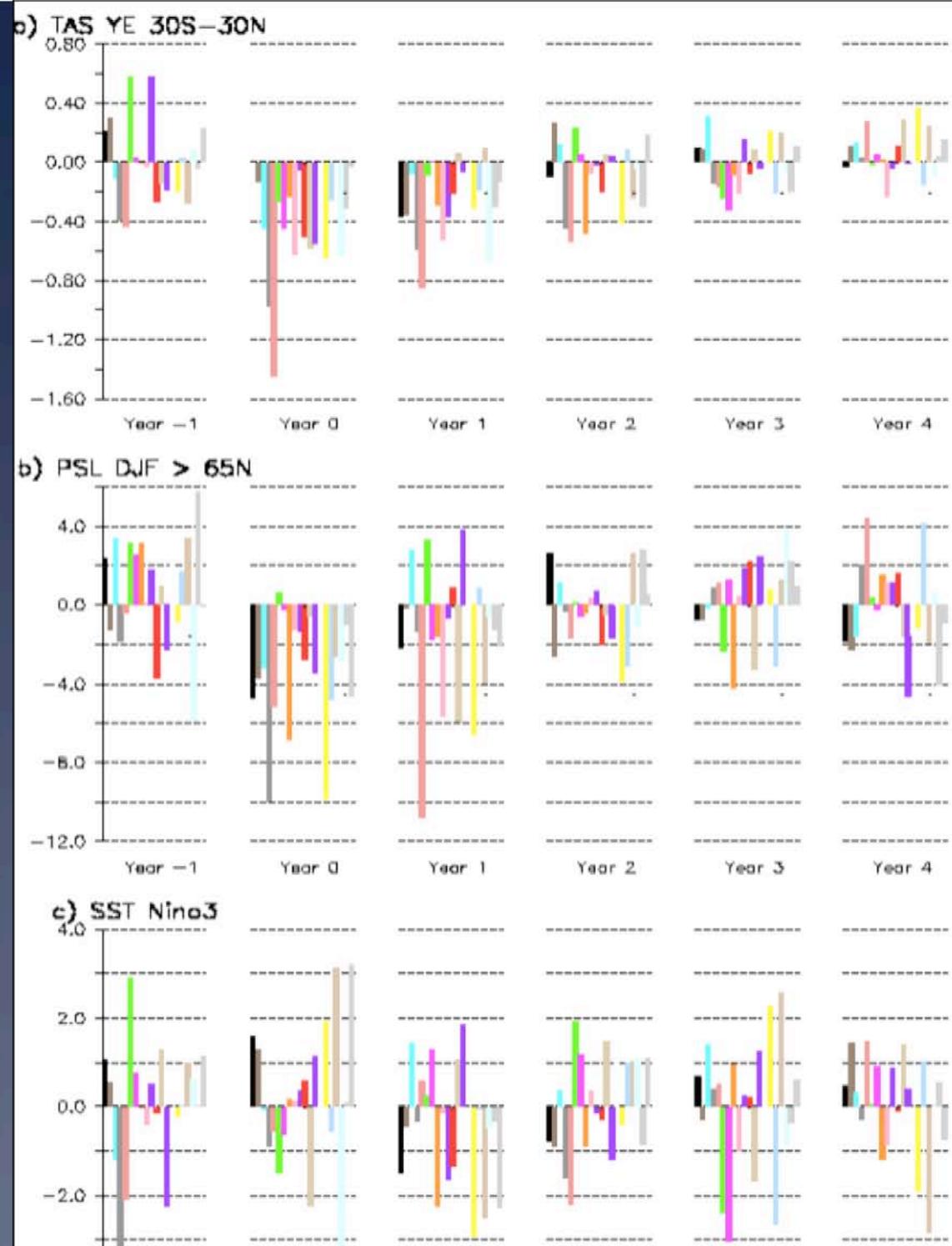
Signature des volcans

- * Composite sur les 20 volcans > Pinatubo
- * Fort refroidissement dans les tropiques
- * Réchauffement sur l'Europe du Nord



Effet des volcans

- * L'effet des volcans persiste 3 ans
- * Il y a un forçage d'une NAO+ après une éruption
- * Il y a un petit signal d'un forçage d'un Nino l'année de l'éruption



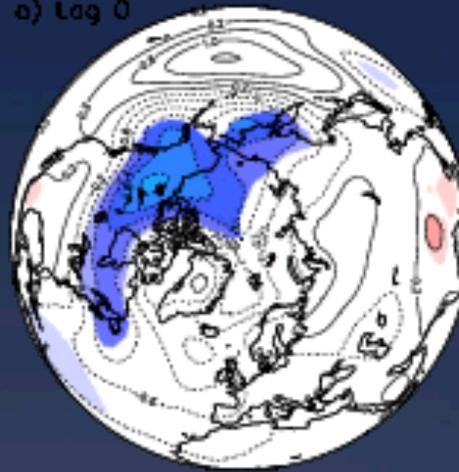
Conclusions

- * Deux simulations de mille ans dont une avec forçages naturels solaire, volcanique et CO₂
- * Forçage volcanique refroidit surtout la surface au niveau des tropiques et réchauffe l'Europe du Nord par le biais d'une NAO+
- * Forçage solaire force également (faiblement) une NAO+ et se projette de façon similaire au GHG (amplification polaire au nord, AMOC...)
- * Comparaison du modèle avec reconstructions de 1000 ans sont encourageantes !

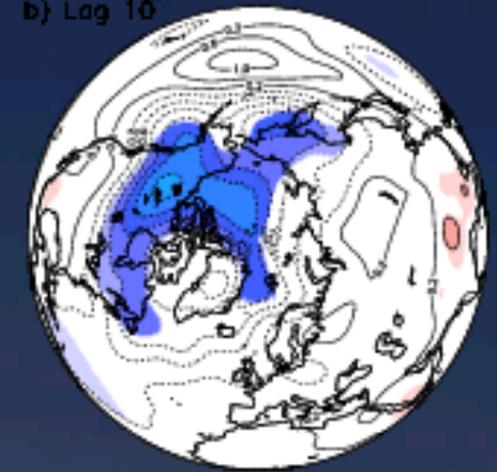
Oscillation Arctique

- Le signal apparaît partir du bassin Pacifique

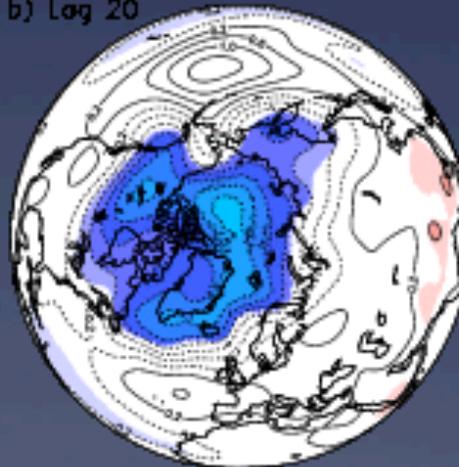
a) Lag 0



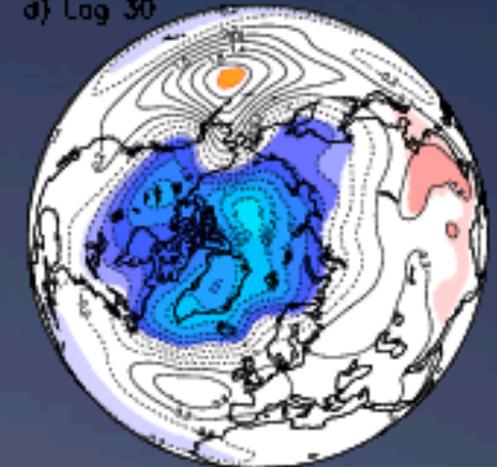
b) Lag 10



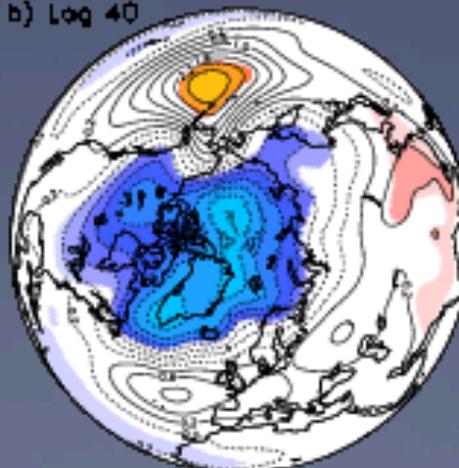
b) Lag 20



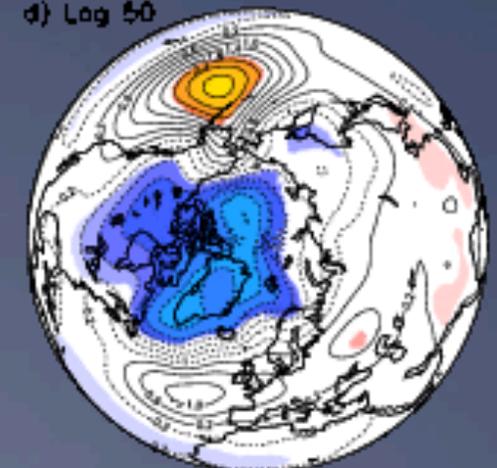
d) Lag 30



b) Lag 40



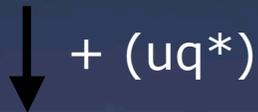
d) Lag 50



TSI



Oceanic LHF at the equator



Westward LHT



Deep convection above BoxW



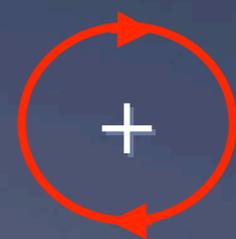
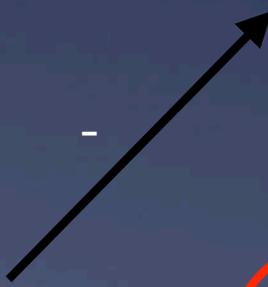
North Pacific anticyclone



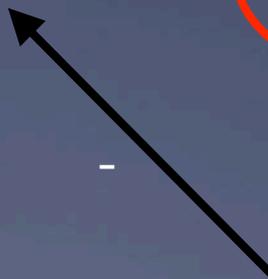
Slow positive feedback (memory, 40 yr)



Oceanic LHF and HT towards BoxW



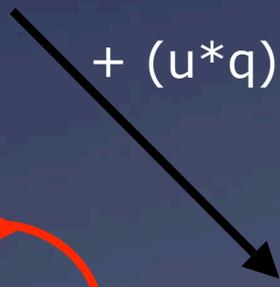
SST in the BoxW



Fast positive feedback (trigger, 1yr)



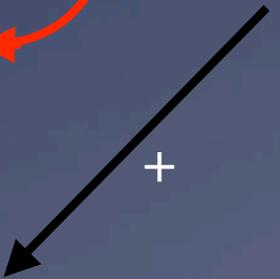
Equatorial westerlies



+



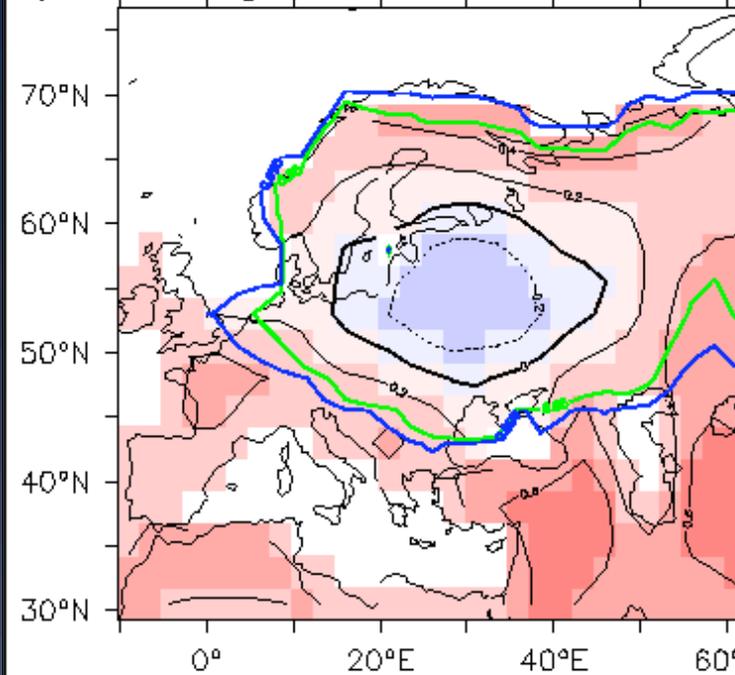
Walker cell



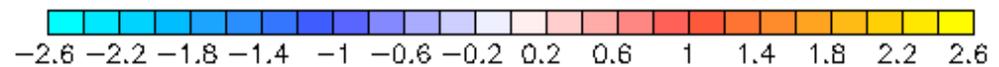
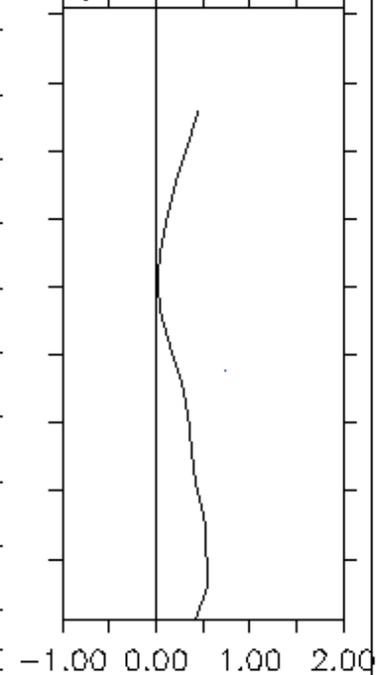
Données sur 1000 ans

- * Données grillées de Guiot
- * Régression sur indice solaire
- * Accord relatif avec notre simulation : effet radiatif + réponse NAO like

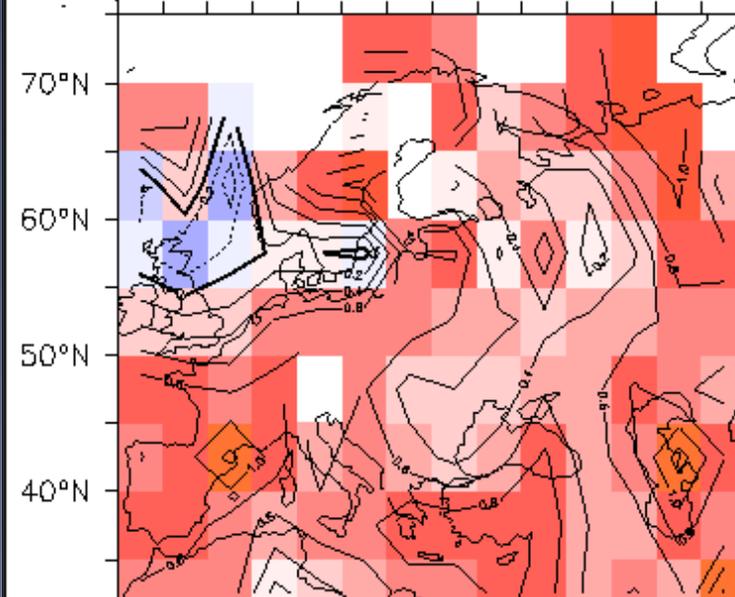
a) Model: Log=40



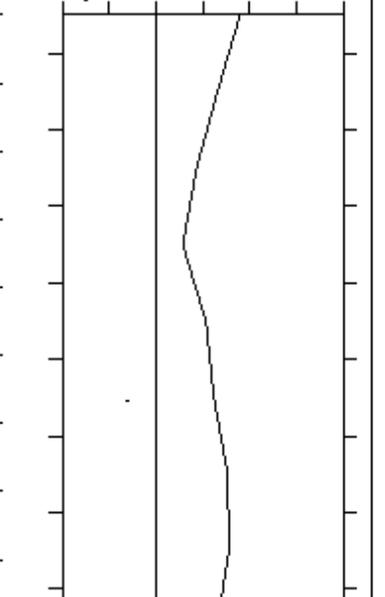
b) Zonal mean



c) Guiot

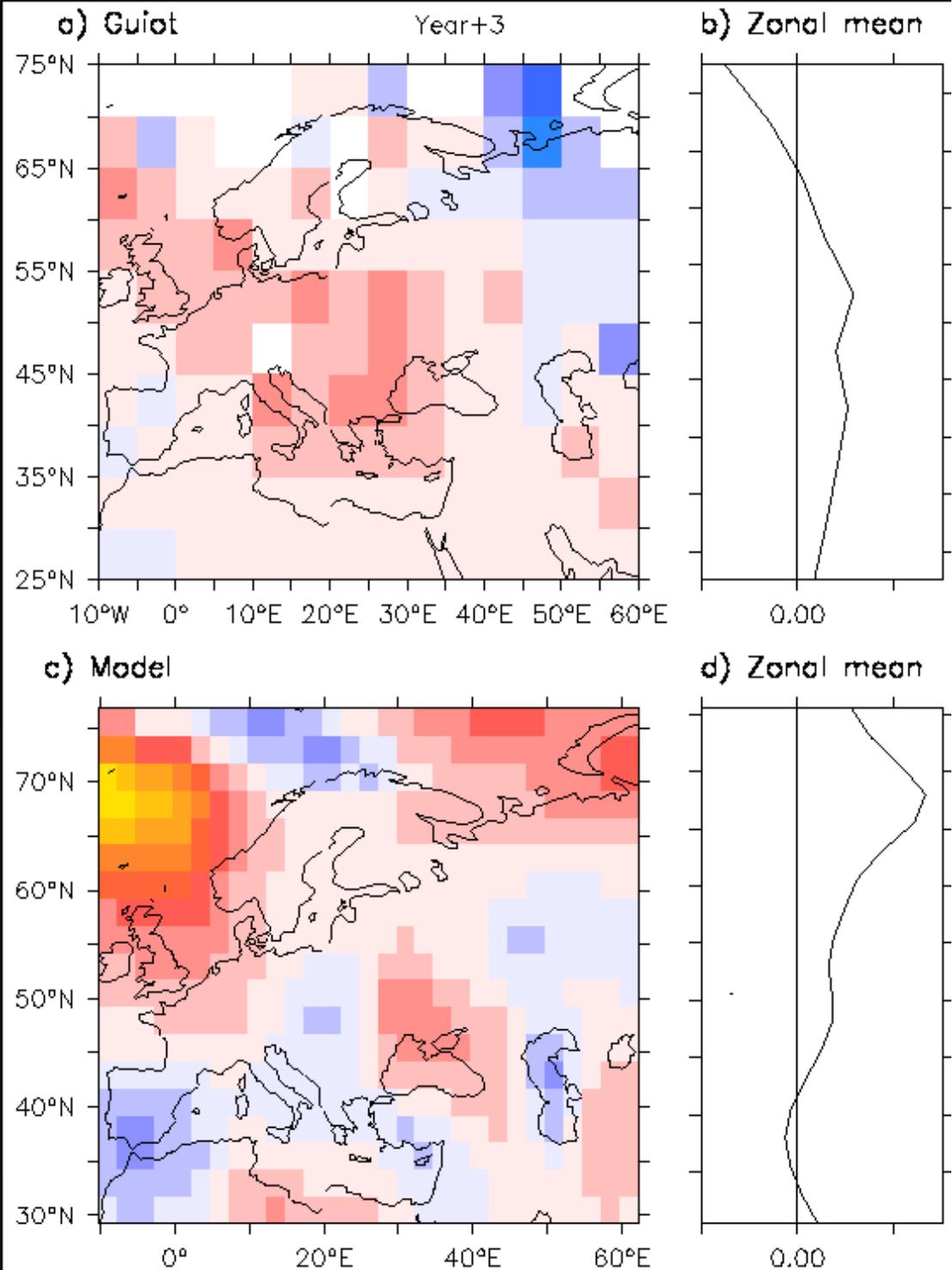


d) Zonal mean



Comparaison avec données Joel

- Comparaison avec Pinatubo = OK (Ottera 2005)
- Composite d'été sur 20 volcans supérieurs au Pinatubo



Perspectives

- * Analyse en régime de temps pour l'Atlantique Nord et la Méditerranée (collaboration Laurent Dézileau, Christophe Cassou, Bruno Joly)
- * Comparaison avec données paléo ? Aller vers les données : downscaling + intégration MAIDEN (collaboration Pierre-Alain danis)
- * Comparaison avec IPSL-CM4 (collaboration Jérôme Servonnat)
- * AMOC et AMO dans simulation de contrôle (Stagiaire INSA)