

Simulations paléoclimatiques
avec le modèle de l'IPSL:
ce qui est chouette avec CM5 et ce
qu'on voudrait faire avec CM6

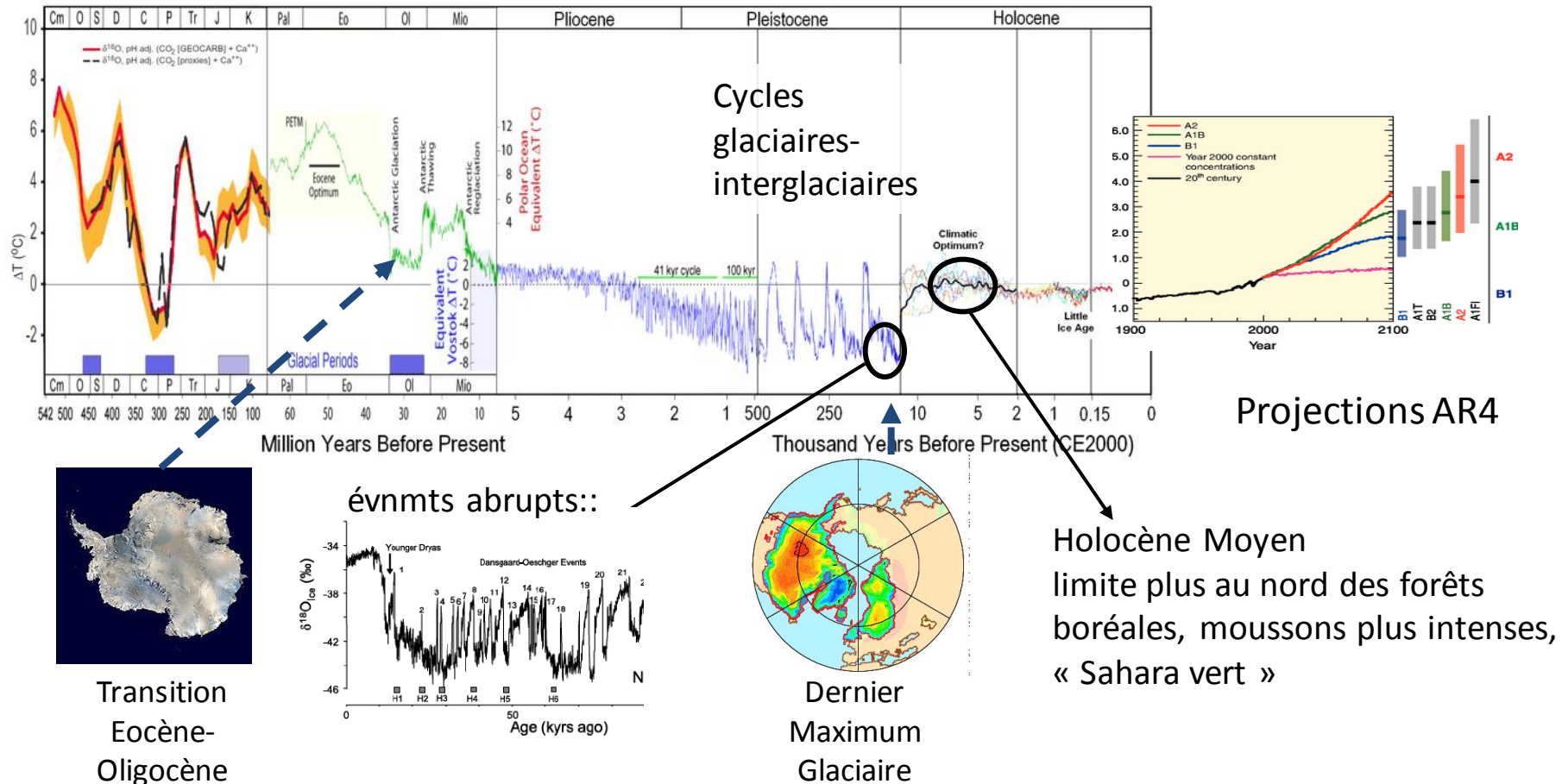
Masa Kageyama, Pascale Braconnot,
Camille Risi, Pierre Sepulchre, et al

La Terre a une histoire climatique mouvementée

Pré-Quaternaire

Quaternaire

Anthropocène



- Des climats très différents de l'actuel et documentés
- Tests de notre compréhension du fonctionnement du système climatique, telle que « résumée » dans nos modèles

Des climats différents de l'actuel et documentés

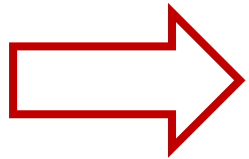
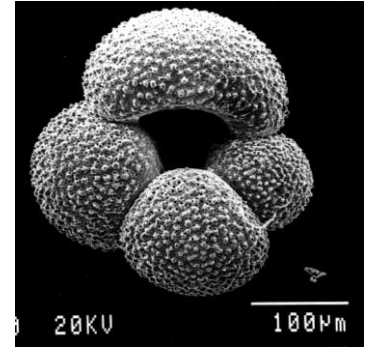
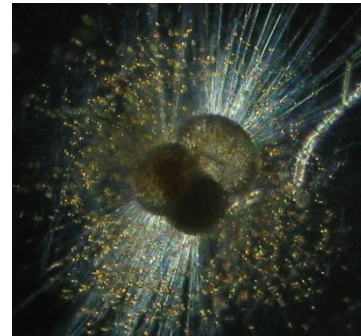
Indicateurs paléoclimatiques et paléoenvironnementaux.

→ exemples

Pollens, restes de végétation



Plancton, flore et faune marines
Isotopes de l'oxygène, du carbone, et
de nombreux autres éléments



De nombreux paramètres biologiques
Mais aussi des paramètres physiques, comme les isotopes

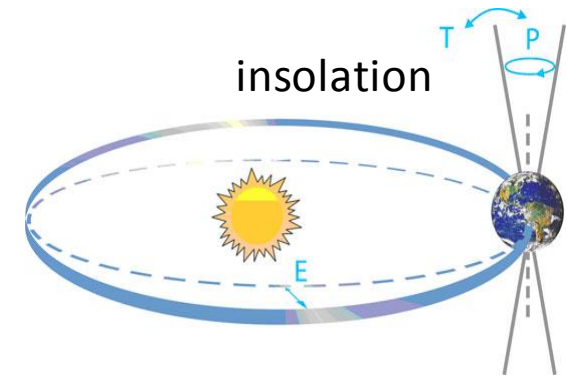
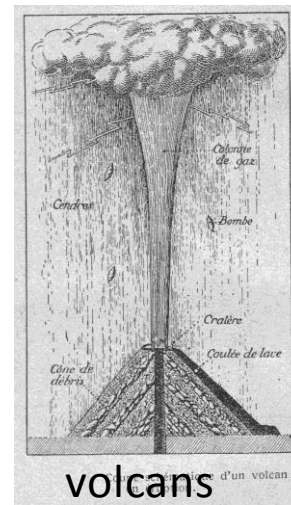
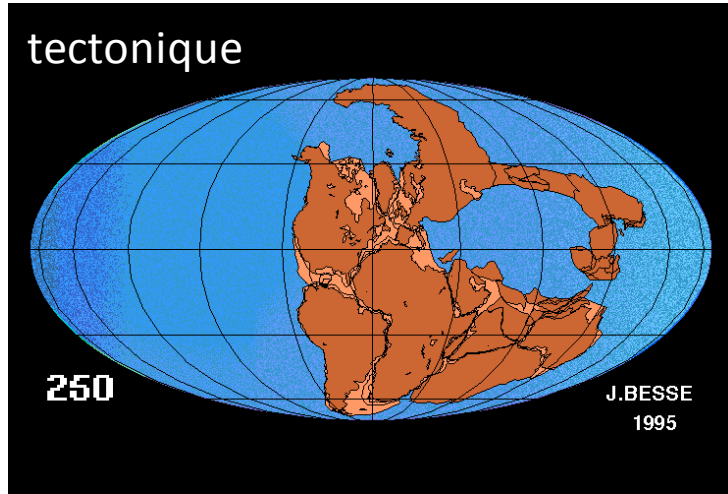
Loess



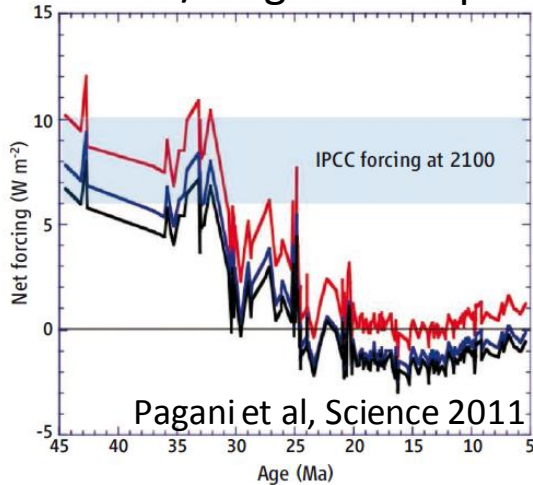
Carottes de glace: accumulation, isotopes de l'eau,
de l'azote, poussières, etc



Forçages et rétroactions



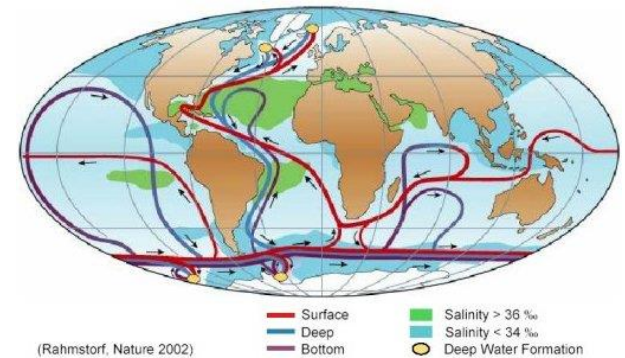
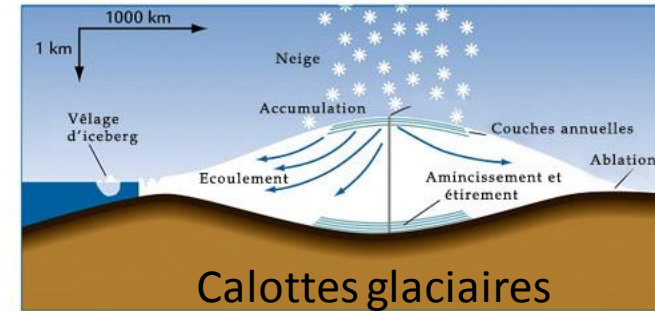
CO₂, cycle du
carbone/biogéochimiques



Végétation



Poussières,
aérosols, chimie



+ Variabilité interne,
Questions sur l'existence
d'équilibres multiples

Enjeux et défis pour la modélisation des paléoclimats

- Système physique

- Liens tectonique-climat
- Modélisation des climats chauds (>400ppm): pas de calottes glaciaires!
- Changements climatiques abrupts, transitions climatiques entre états glaciaires et interglaciaires
- Rôle des forçages et rétroactions en climat glaciaire, lien avec sensibilité climatique
- Compréhension des signaux isotopiques

- Cycle du carbone

- Cycle du carbone à long terme (incluant érosion...)
- Niveaux glaciaires des gaz à effet de serre

- Impacts

- Mise en place de la biodiversité en lien avec les changements climatiques
- Episodes d'anoxie des océans
- Environnement des premiers hommes/hominidés
- Demande de haute résolution spatiale

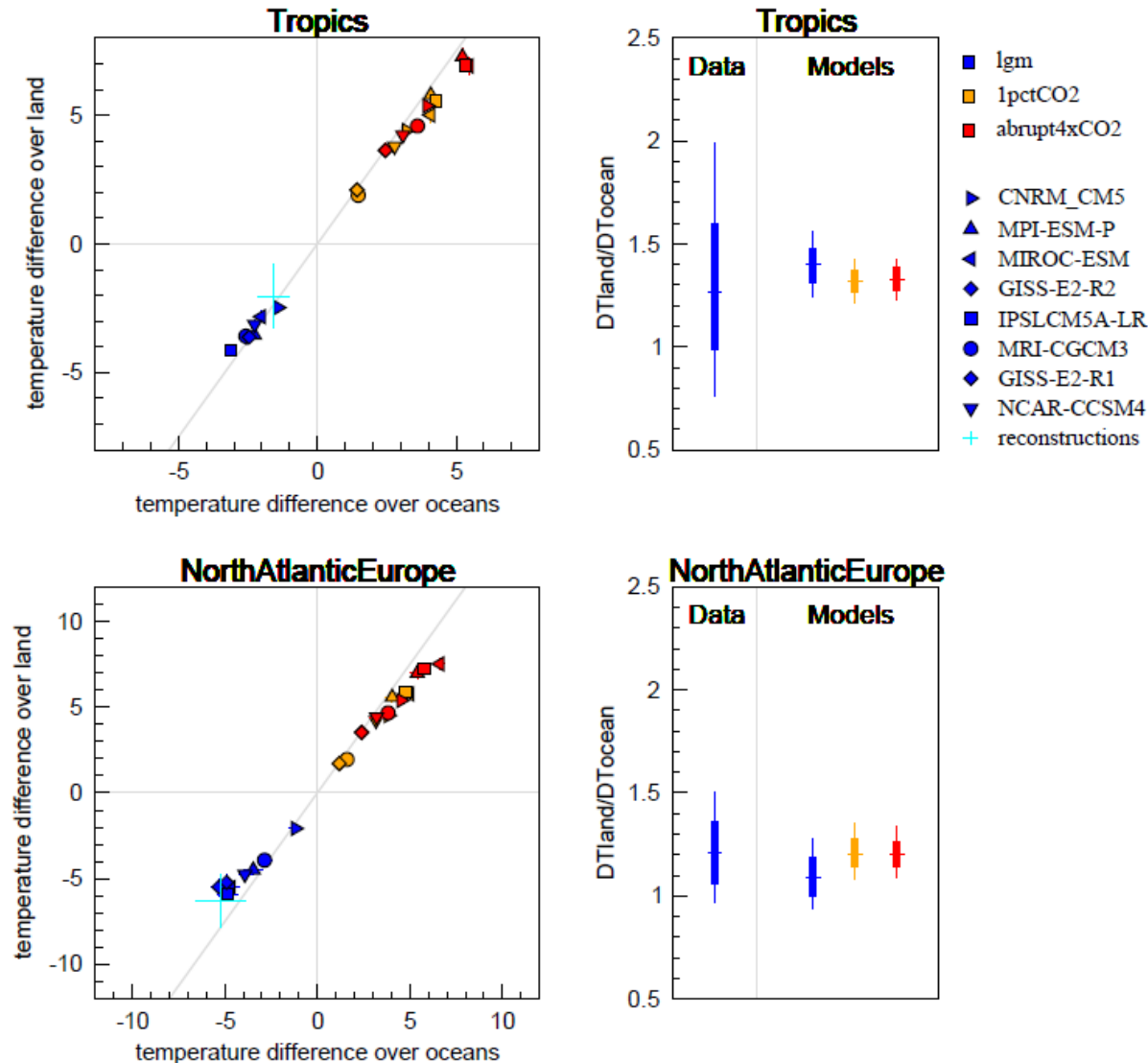
→ Simulations longues (plusieurs dizaines de milliers d'années avec la même version de modèle en séquentiel), incluant toutes les composantes du système Terre

→ Simulation des indicateurs paléoclimatiques: traceurs (epsilon Nd, isotopes oxygène et carbone), végétation, productivité marine...

Ce qui est bien - 1:

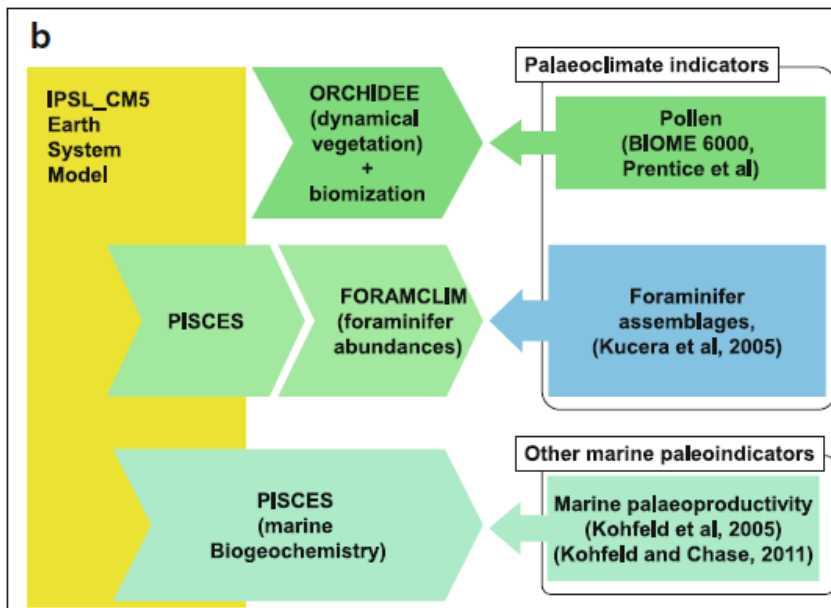
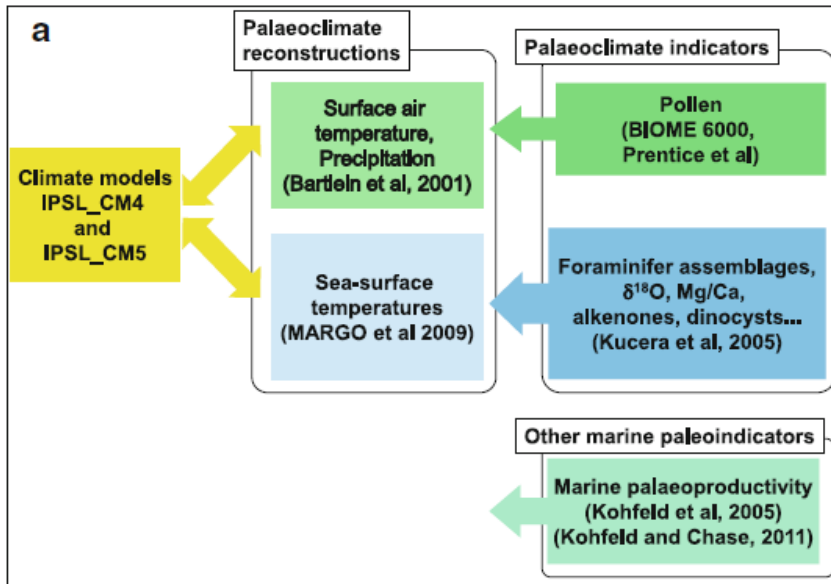
études sur les climats passés et futurs avec le même modèle

- Cf. présentations Pascale et Myriam



Ce qui est bien – 2:

modélisation des indicateurs paléoclimatiques via PISCES



3 périodes paléo dans CMIP5

➤ Dernier millénaire

GES, volcanisme, activité solaire

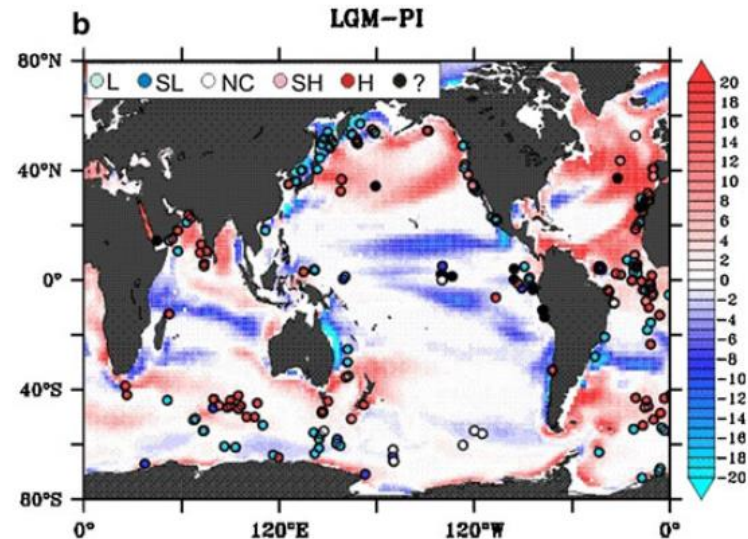
→ cf. présentation Myriam

➤ Holocène Moyen (il y a 6000 ans)

Insolation (paramètres orbitaux), GES

➤ Dernier Maximum Glaciaire (il y a 21000 ans)

GES, calottes glaciaires...

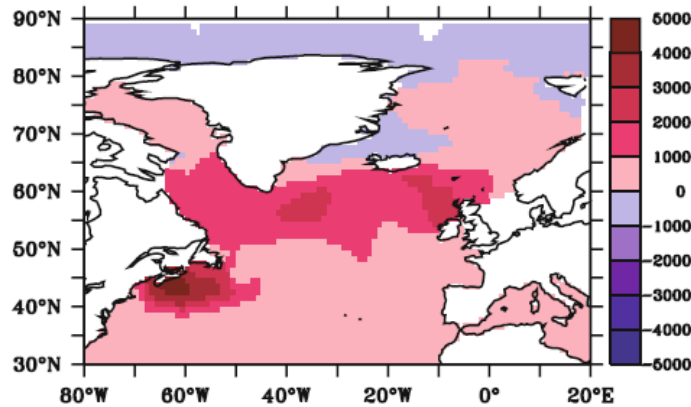


Anomalie d'export de matière organique entre le DMG et PI, comparaison aux données

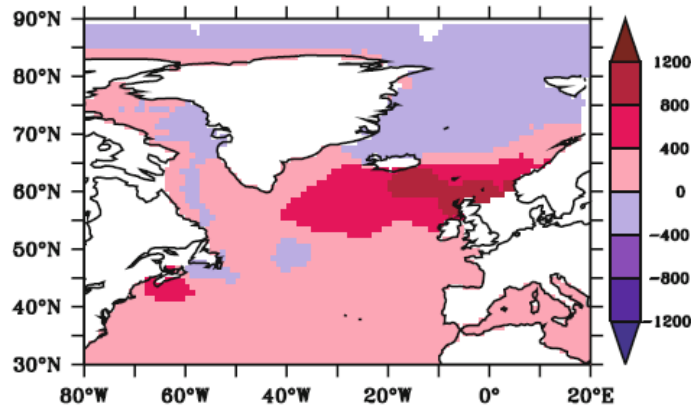
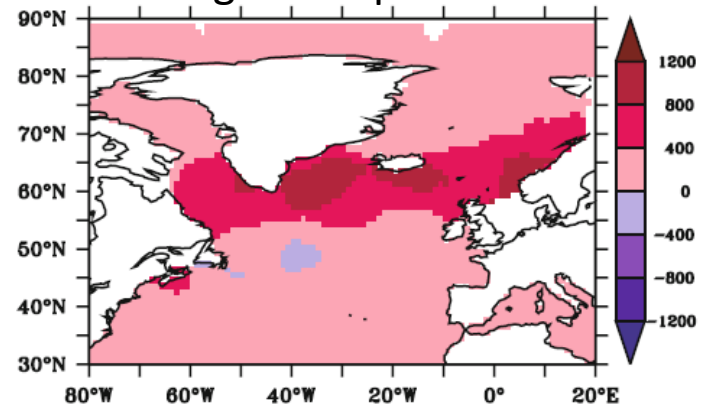
PISCES + FORAMCLIM (Lombard et al, 2011)

North Atlantic: # of *N. Pachyderma*

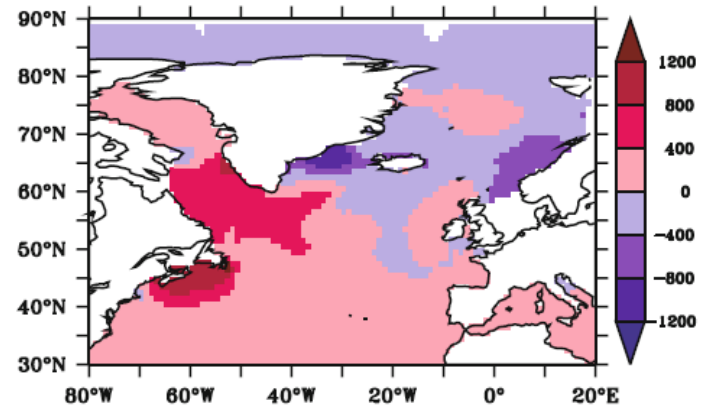
Total change



Change due to temperature-driven
change in respiration rate



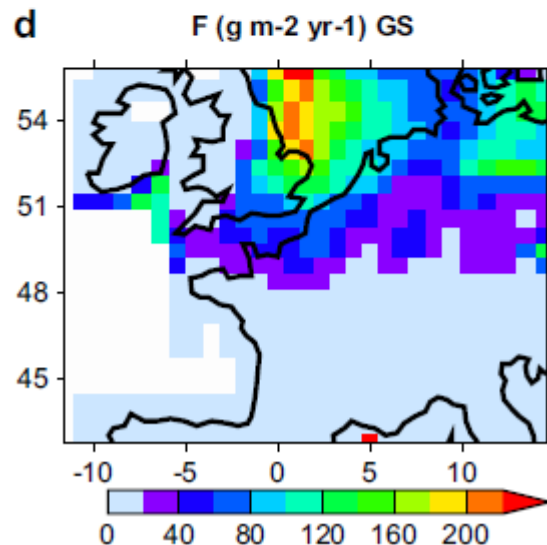
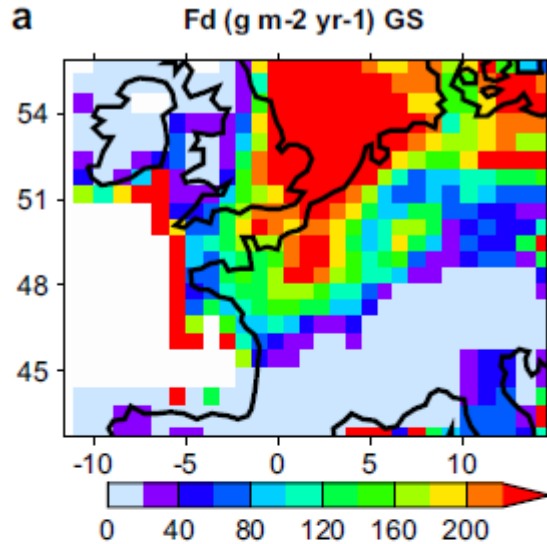
Change due to temperature-driven
change in nutrition rate



Change due to food-driven
change in nutrition rate

Poussières, végétation presque dynamique

Sans vegetation



Avec vegetation

- Formation des loess européens
- Nécessité d'une bonne représentation des vents à la surface – haute résolution

+ végétation

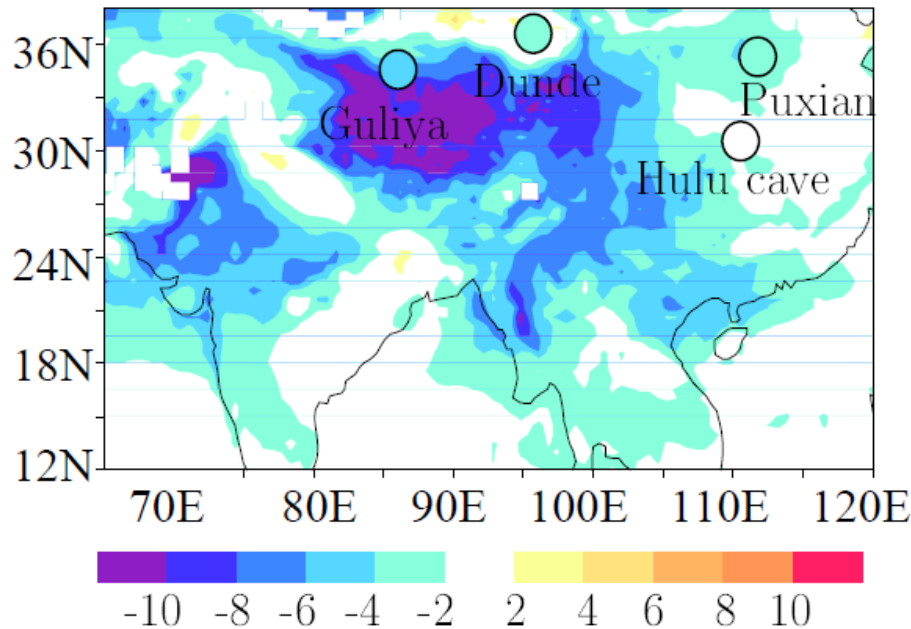
→ Utilisation de zooms

- Futur (très proche): impact radiatif des aérosols, en interactif

Ce qui est bien – 2bis: modéliser les indicateurs paléoclimatiques: isotopes

→ Les isotopes de l'oxygène dans LMDZOR

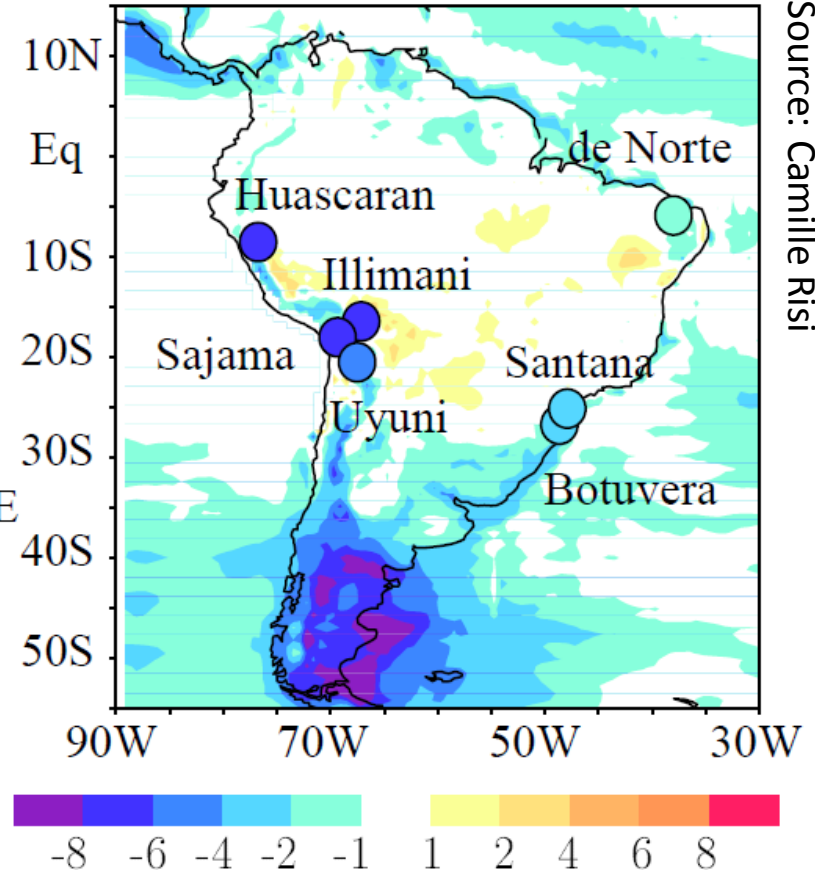
Dernier Maximum Glaciaire - Present



$\Delta\delta^{18}O$ (‰)

(corrigé de l'eau de mer)

LMDZ zooms 50km résolution



Source: Camille Risi

→ Analyse des facteurs contribuant aux changements observés en ^{18}O

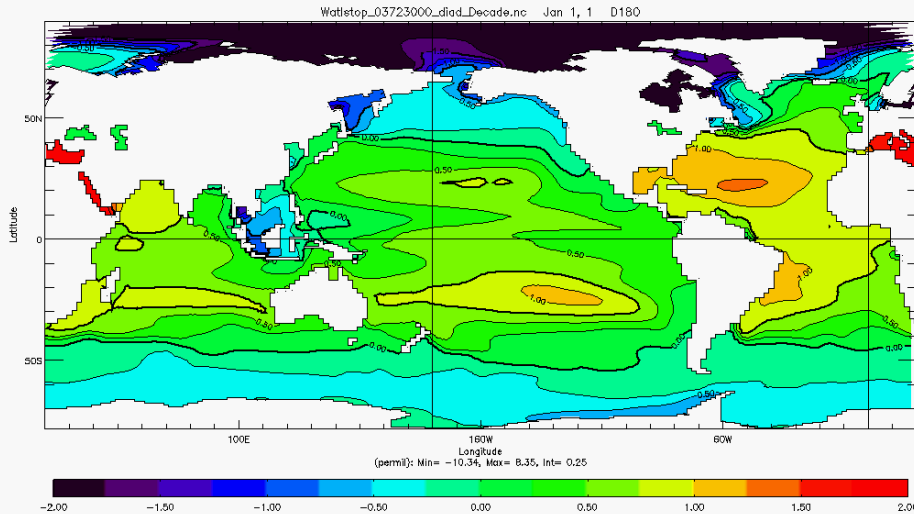
→ Intérêt pour représentation isotopes dans le système couplé

Et les isotopes dans NEMO

NEMO

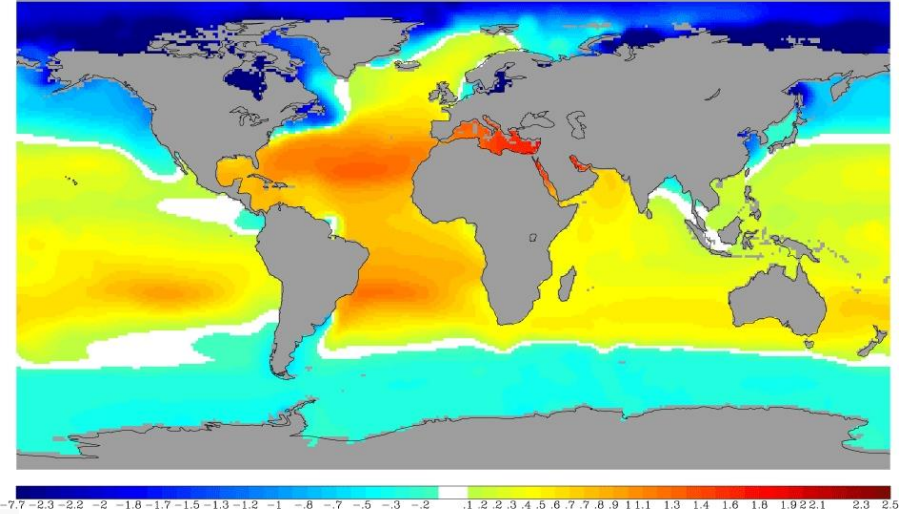
Anne Mouchet,

Projet PAST4FUTURE

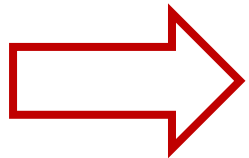


Version 1.1 Surface $\delta^{18}\text{O}_{\text{seawater}}$ Surface

0.18



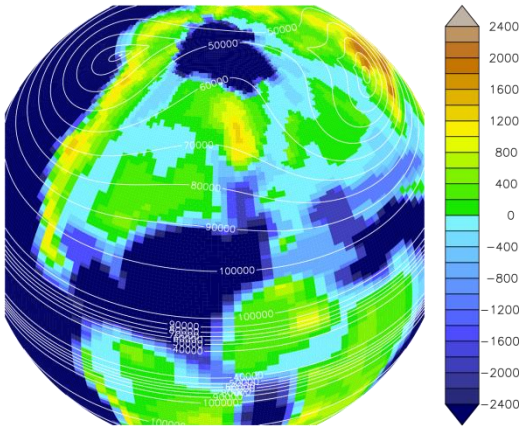
Obs. Schmidt et al.



A quand le mariage LMDZOR-ISO NEMO-ISO???

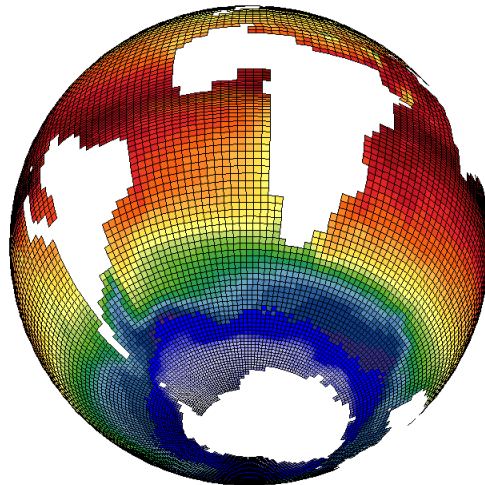
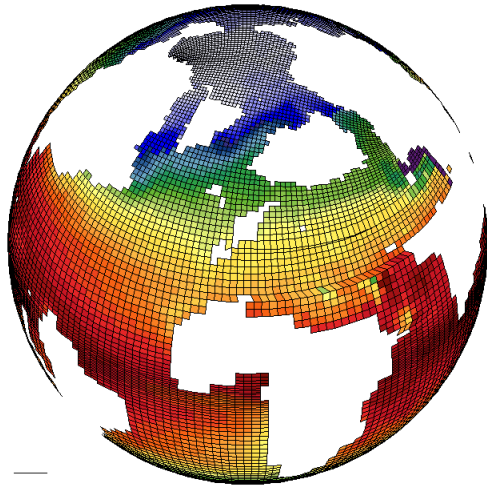


Un modèle « flexible »: d'autres géographies



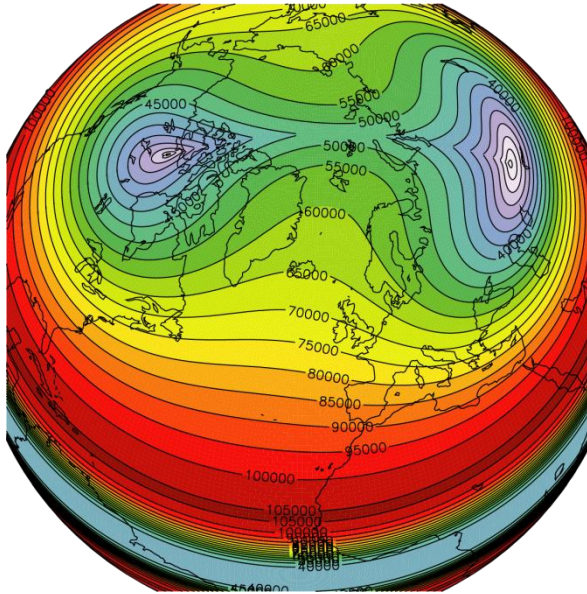
Comment utiliser IPSLCM avec des paléogéographies ?

- Nouvelle grille
- Nemo forcé (validation de la grille)
- Simulations couplées
 - Routage de l'eau
 - Couplage O-A
 - Quid du temps de simulations ?

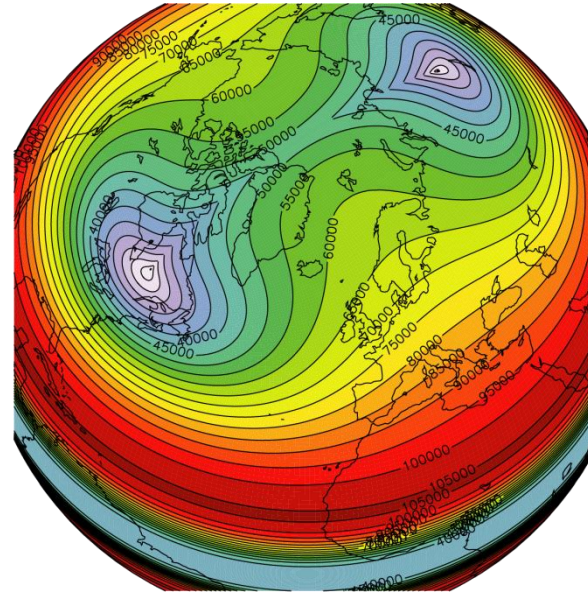


Rotation de la grille ORCA1 → PALEORCA1

e2t (ORCA1)

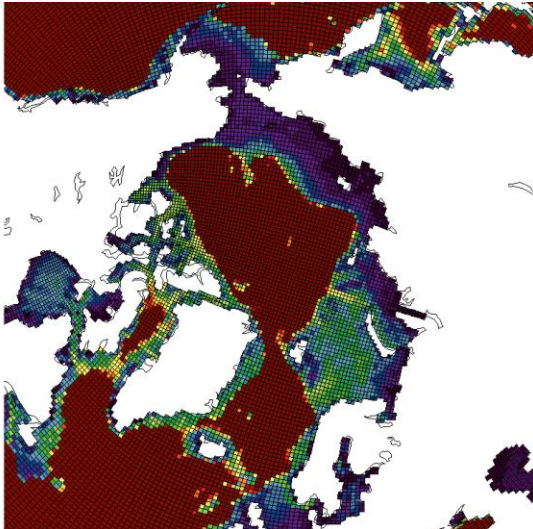


e2t (PALEORCA1)

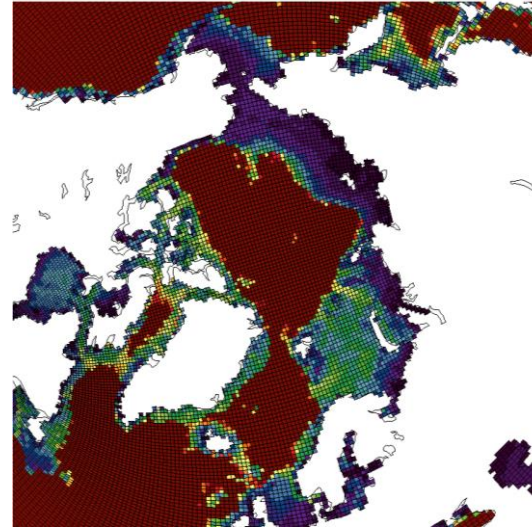


Cohérence de la bathymétrie ?

ORCA1



PALEORCA1



Desiderata et engagements pour CM6, 7...

- Un modèle représentant les paléo-indicateurs:
 - PISCES, isotopes, végétation
- Un modèle flexible, pour faciliter les changements de conditions aux limites/forçages
- Un modèle qui peut tourner longtemps
- Un même modèle pour études climats passés et futurs

→ Engagements dans les développements, proposition de métriques

