

# Les rêves d'une modélisatrice des paléoclimats

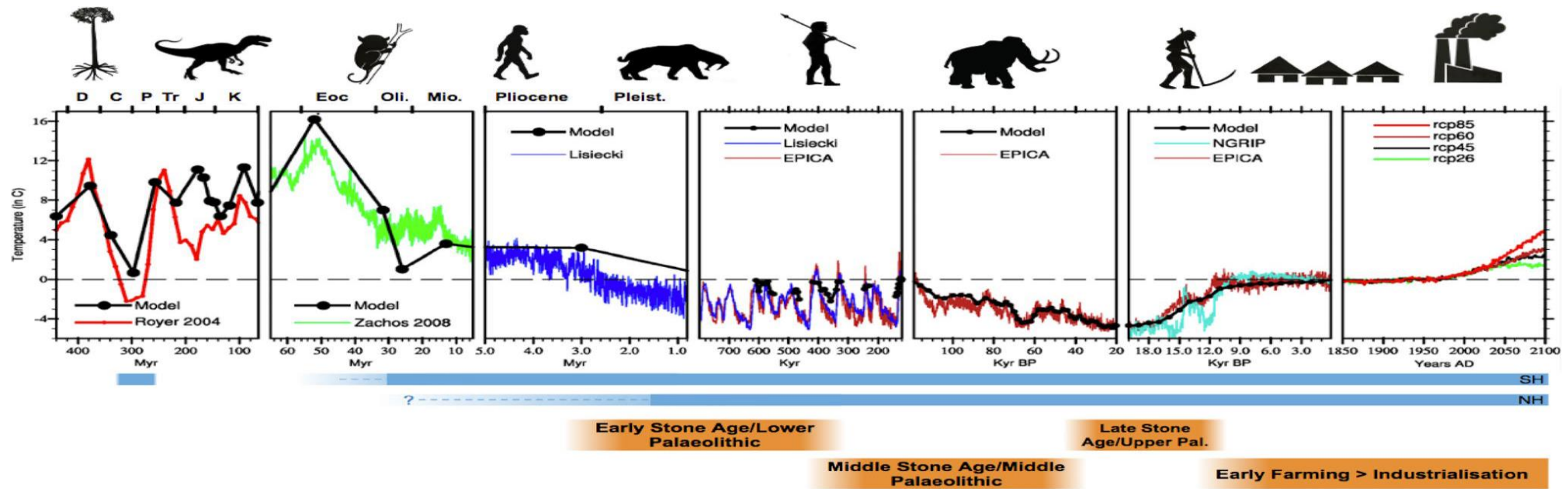
Journée PEDALONS du 2 décembre 2024

Masa Kageyama

Complément/introduction à d'autres présentations données aujourd'hui :

Isotopes, aérosols, volcans, calottes glaciaires...

# Quelles questions nous posons-nous ?



Haywood et al., 2019

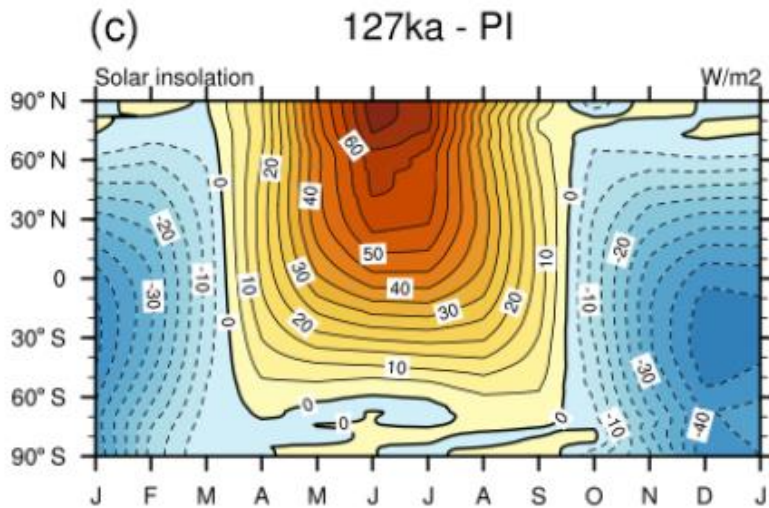
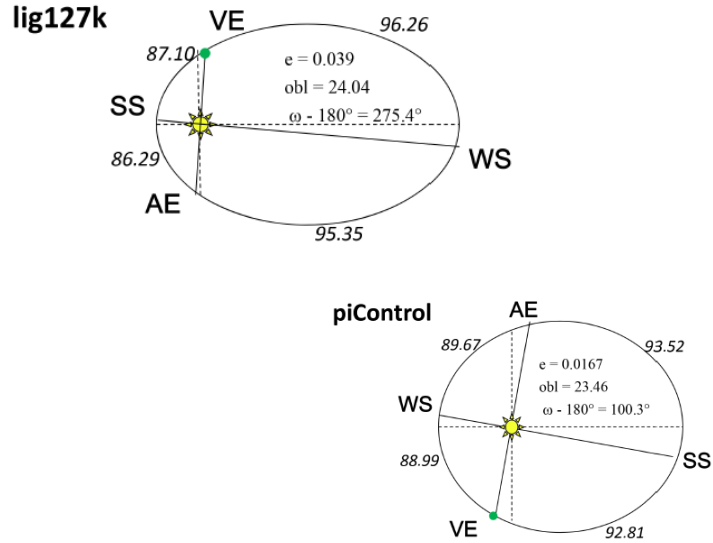
- Peut-on expliquer les reconstructions/observations grâce aux modèles de climat ?
- Rôle des forçages / rétroactions dans les changements climatiques passés ?
- Les climats du passés peuvent être utilisés comme des contraintes émergentes pour mieux anticiper le futur ?
- Quels changements du climat, de sa variabilité, aux endroits où nous n'avons pas d'enregistrement direct ?

# Quelles utilisations ?

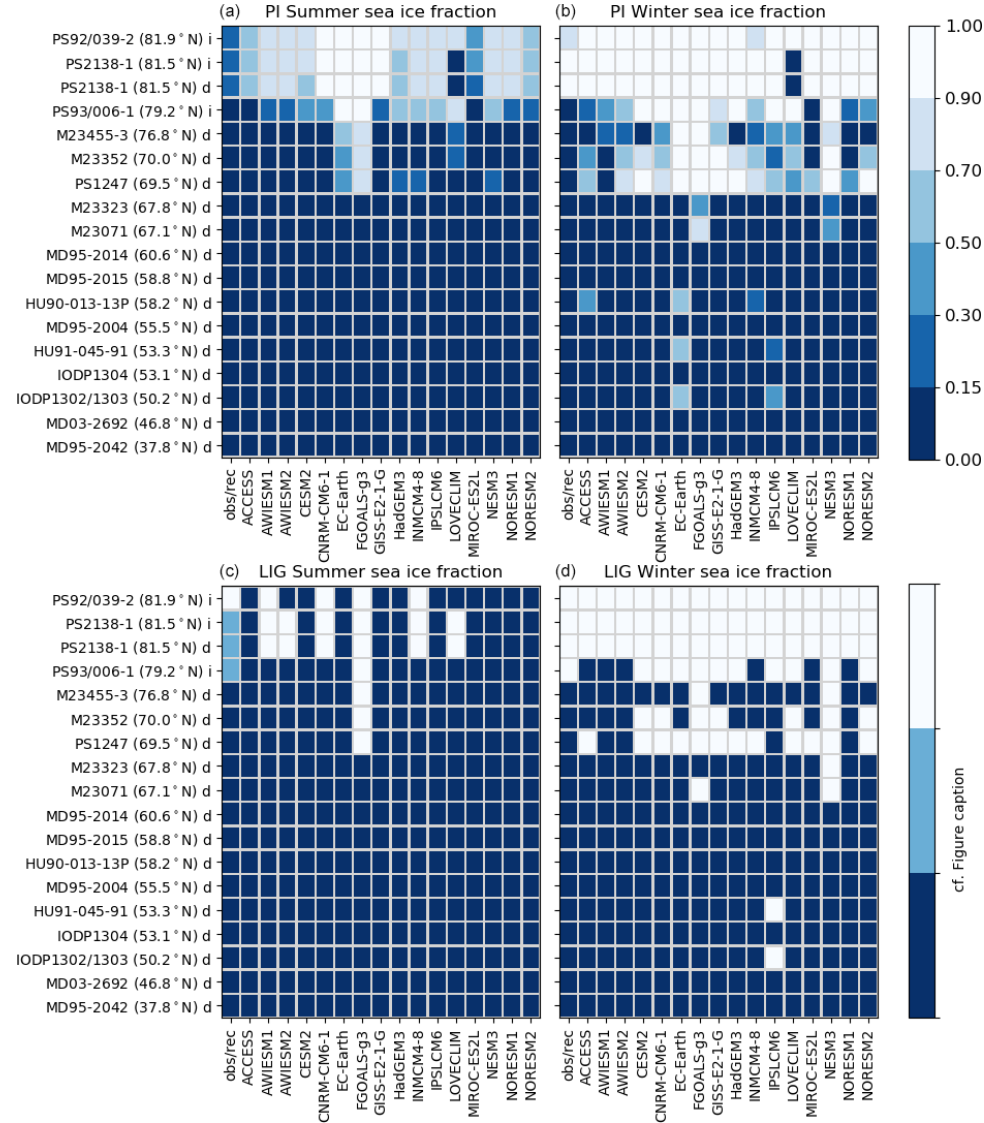
- Principalement en couplé, mais LMDZOR seul utilisé pour :
  - études d'impacts des forçages pris séparément
  - préparer un run couplé (en glaciaire)
- Echelles longues pour la mise à l'équilibre, mais échelles fines pour comprendre les caractéristiques locales des enregistrements: intérêt pour le multi-échelle, le modèle à aire limitée...
- Calcul des changements de variabilité (fine échelle temporelle et spatiale) pendant des changements climatiques abrupts (questions des archéologues)  
=> capacité de grands ensembles intéressante pour nous aussi
- Fort intérêt pour un couplé intégrant végétation dynamique, aérosols, cycle du C+, isotopes => compréhension du système complet

# Quelques résultats de CMIP6

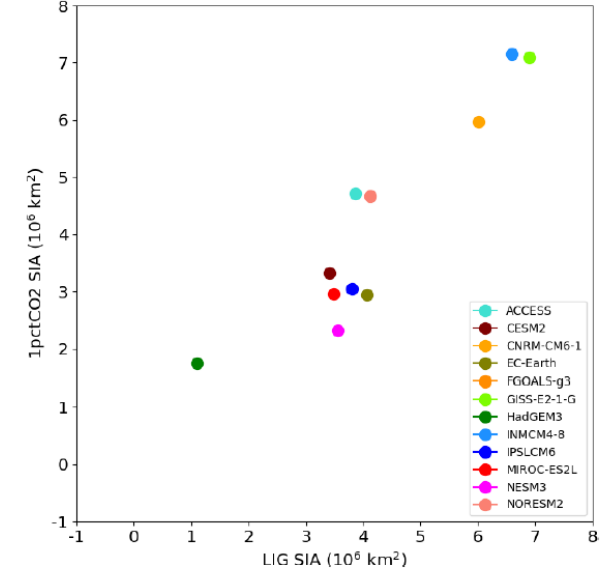
## Dernier Interglaciaire



## Banquise Arctique



Relation avec réponse à une augmentation de CO<sub>2</sub> ?

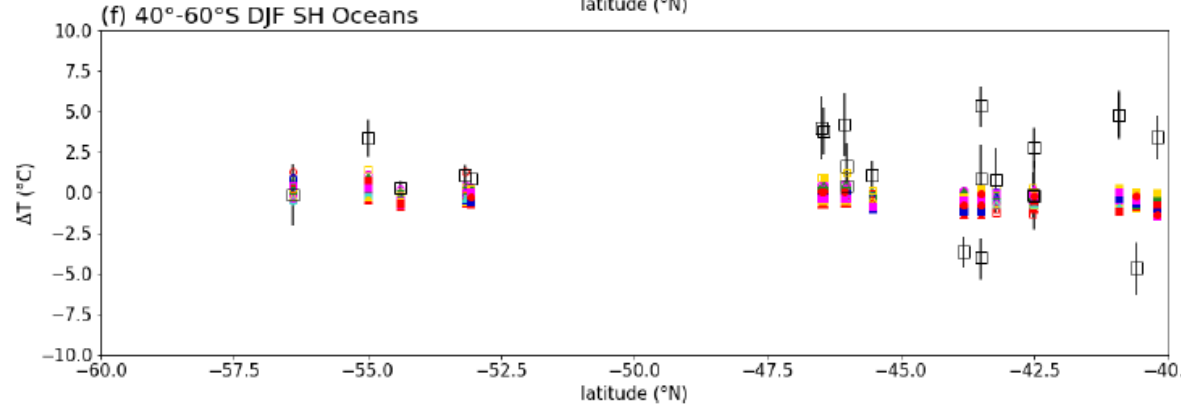
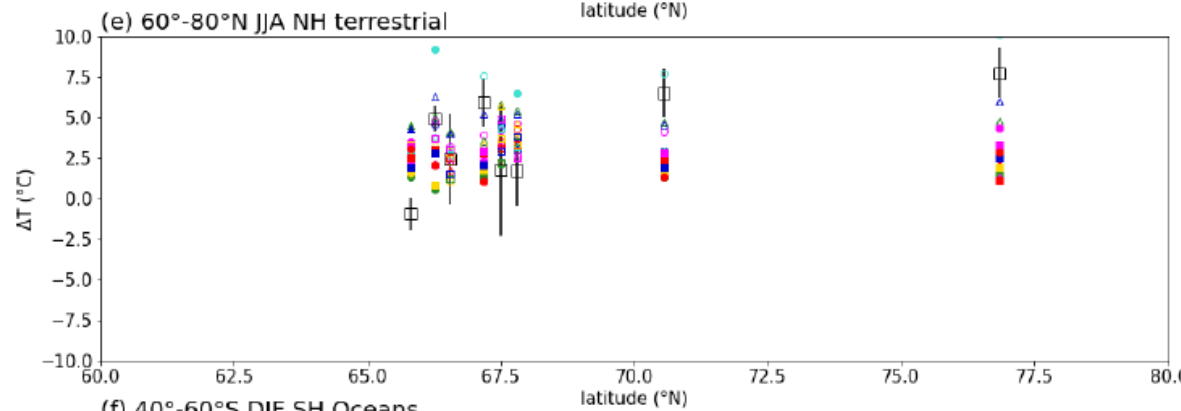
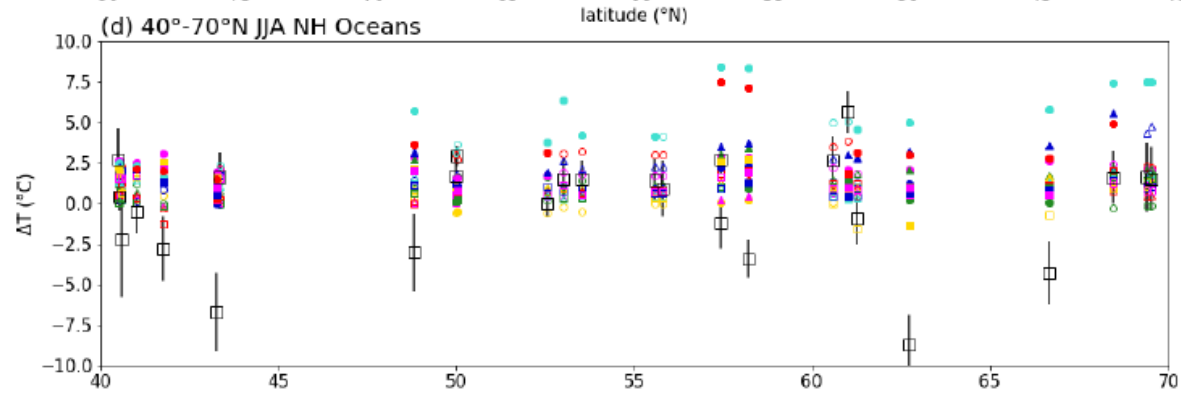
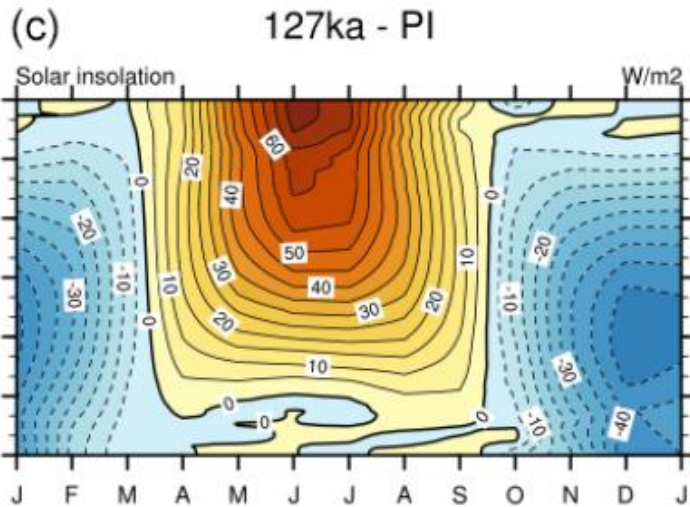
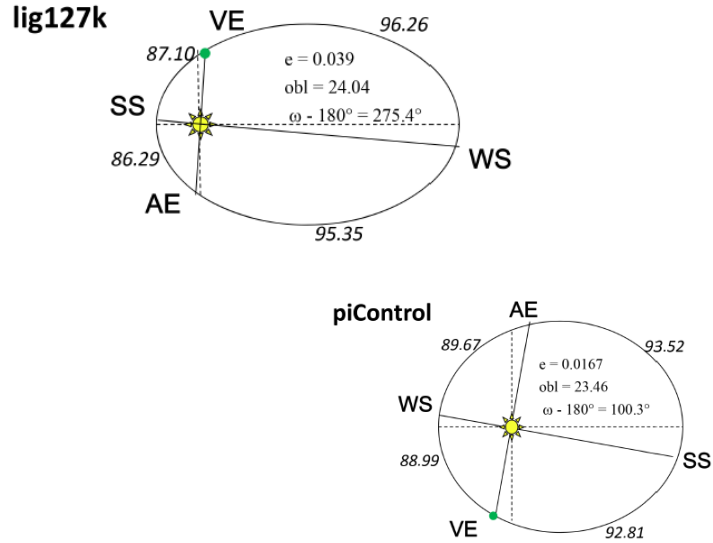


**Figure 12.** LIG vs. 1pctCO<sub>2</sub> July–August–September sea ice areas (for sea ice concentrations larger than 0.15). The results for the 1pctCO<sub>2</sub> simulations have been averaged for years 50 to 70.

# Quelques résultats de CMIP6

## Comparaison modèles-reconstructions (été)

### Dernier Interglaciaire

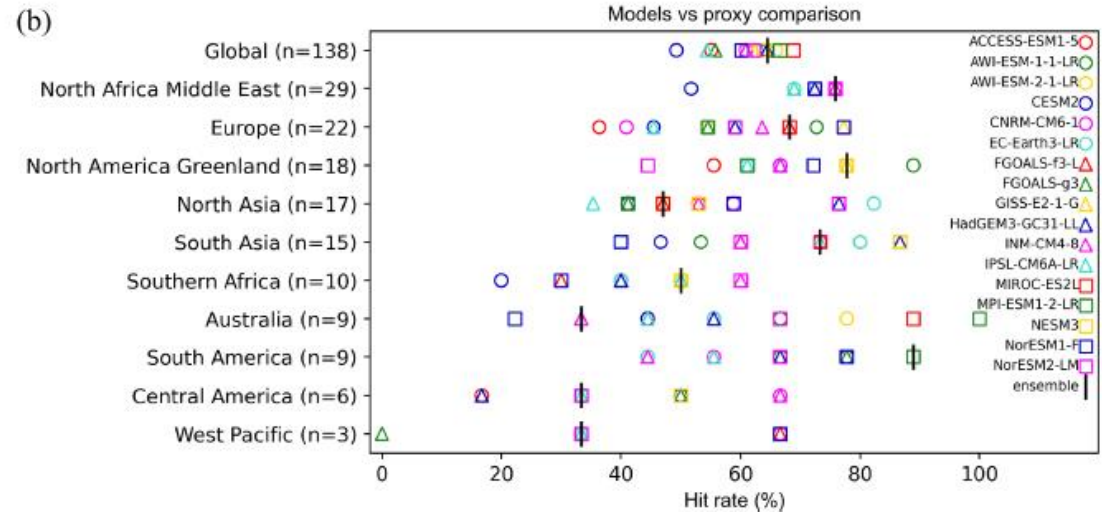
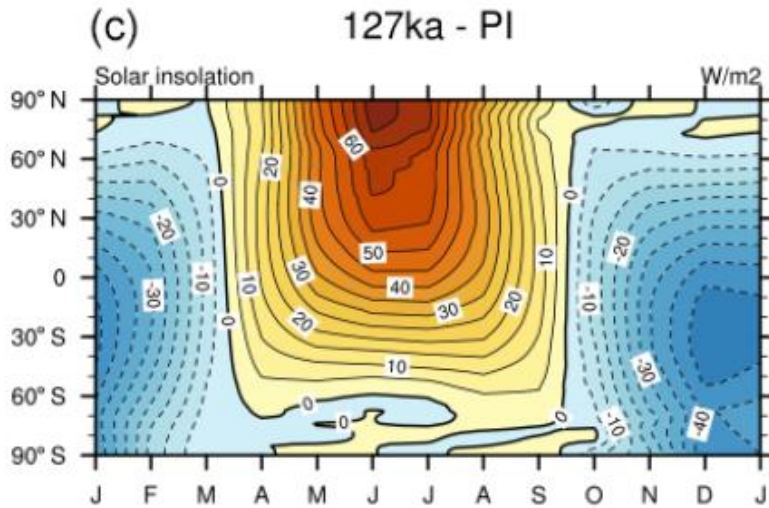
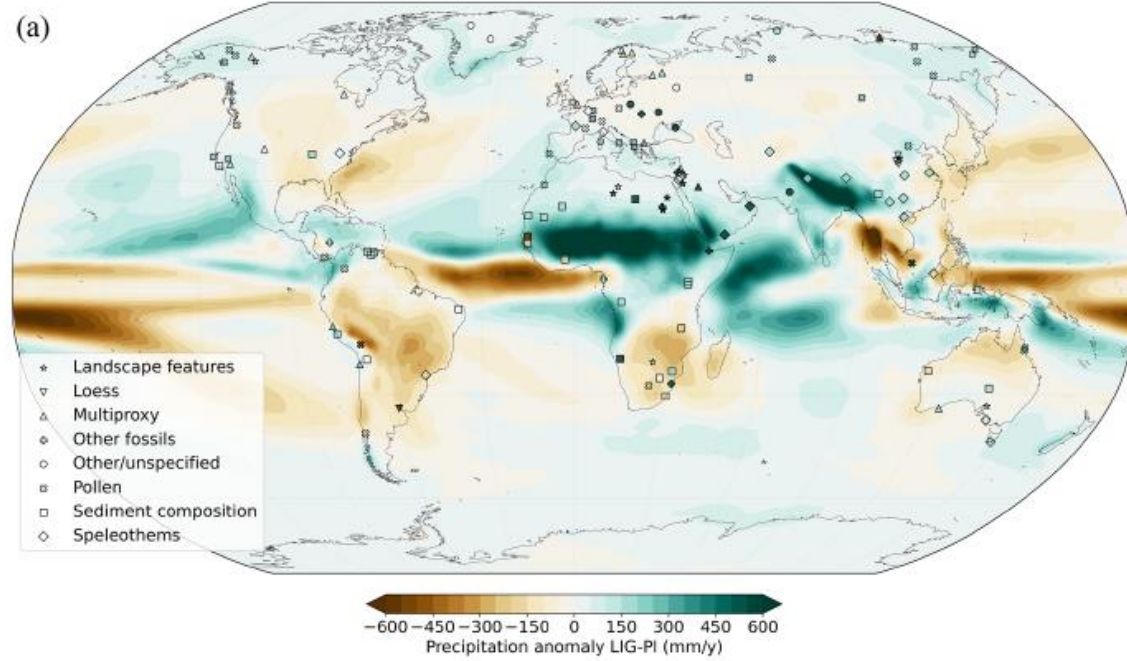
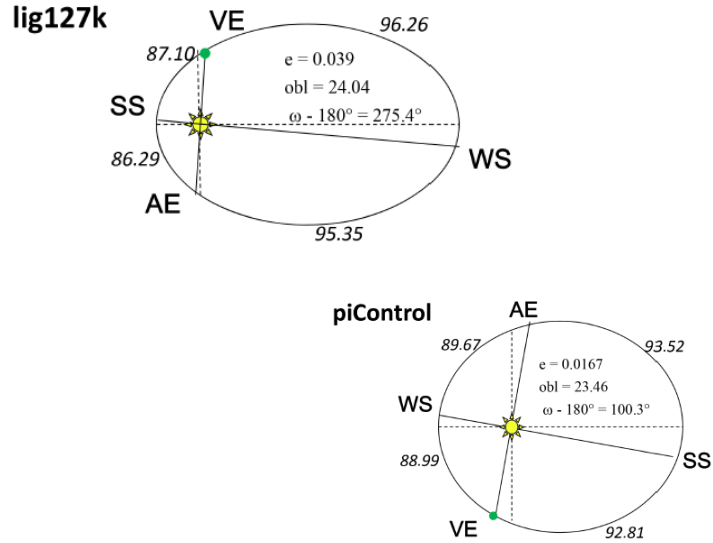


- ACCESS-ESM1-5
- AWI-ESM-1-1-LR
- AWI-ESM-2-1-LR
- CESM2
- CNRM-CM6-1
- EC-Earth3-LR
- △ FGOALS-f3-L
- △ FGOALS-g3
- △ GISS-E2-1-G
- △ HadGEM3-GC31-LL
- △ INM-CM4-8
- △ IPSL-CM6A-LR
- MIROC-ES2L
- MPI-ESM1-2-LR
- NESM3
- NorESM1-F
- NorESM2-LM
- model outside of Anom +/- 2SD
- ⊞ Anom +/- 1SD

# Quelques résultats de CMIP6

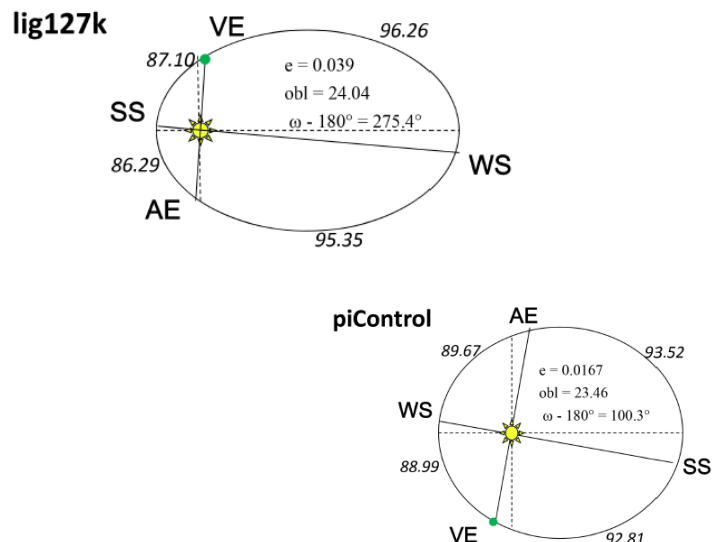
Comparaison modèles-reconstructions – précipitation annuelle

## Dernier Interglaciaire



# FastTrack CMIP7

## Dernier Interglaciaire



Simulation 100 ans (300 fortement encouragés)

Départ piControl

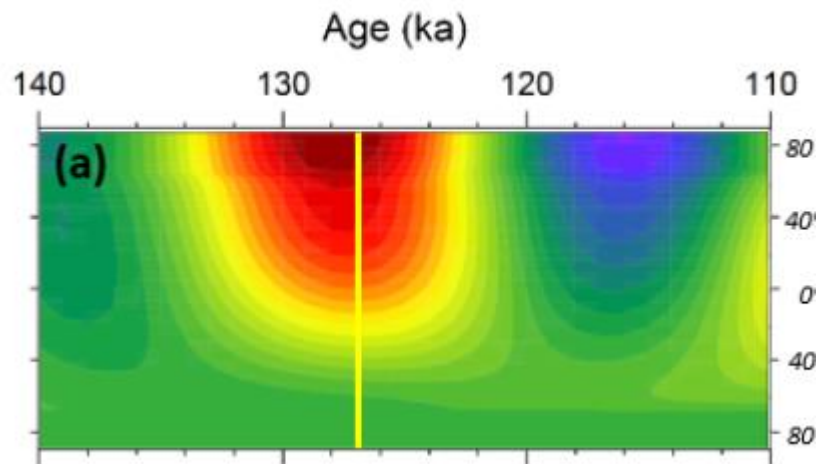
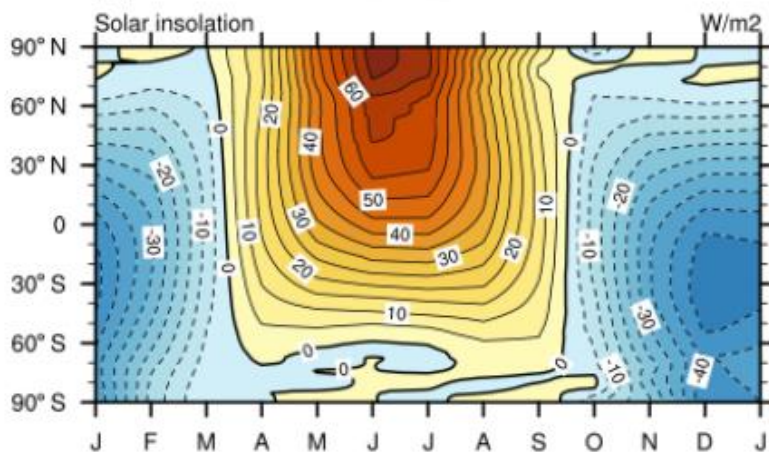
Simulation « facile »: insolation + GHG

⇒ Test banquise arctique

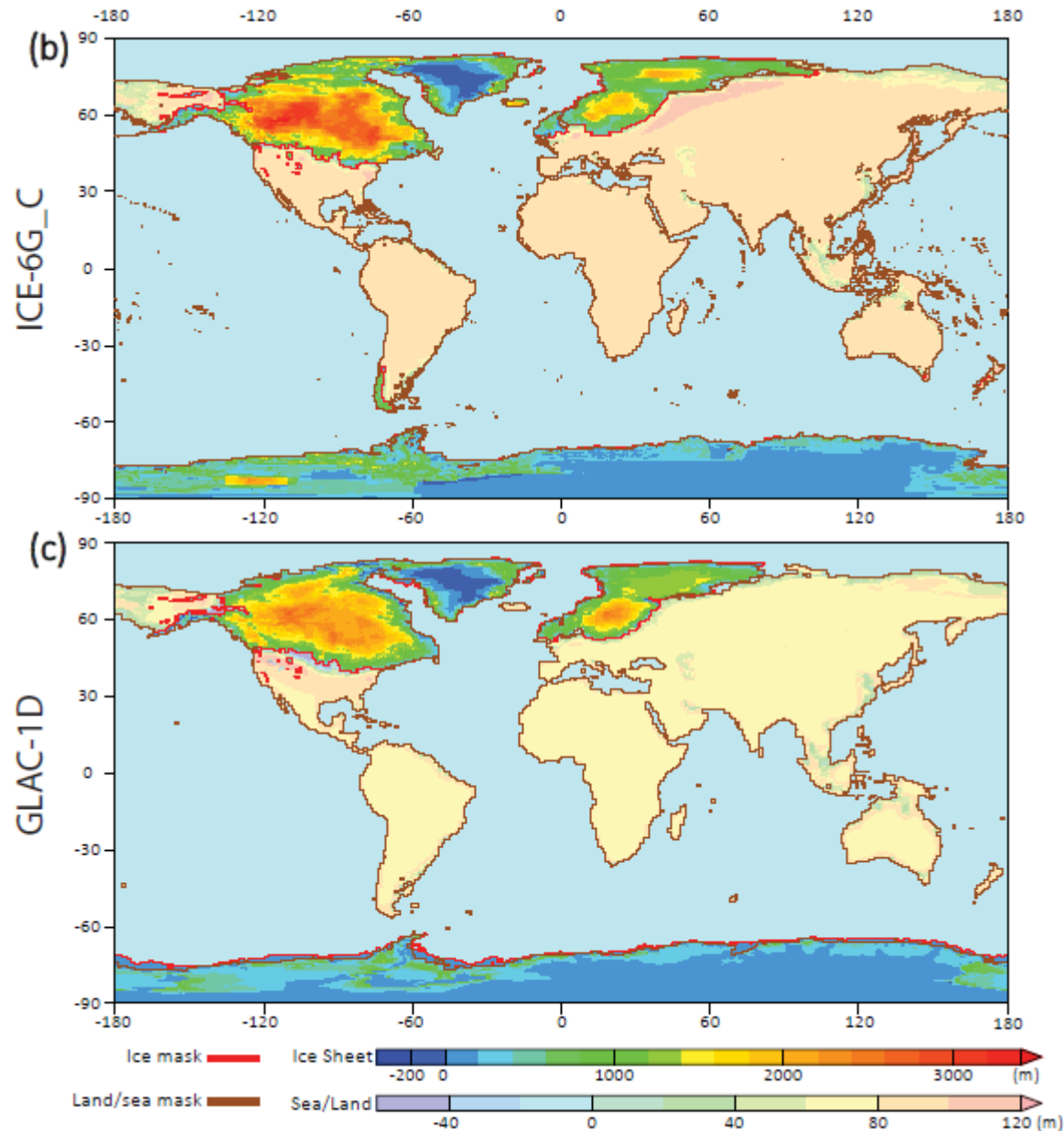
⇒ Si équilibre, test précipitations, températures à l'échelle globale

Pour la suite: point de départ de transitoires interglaciaires

(c) 127ka - PI



# Le dernier maximum glaciaire (il y a 21000 ans)

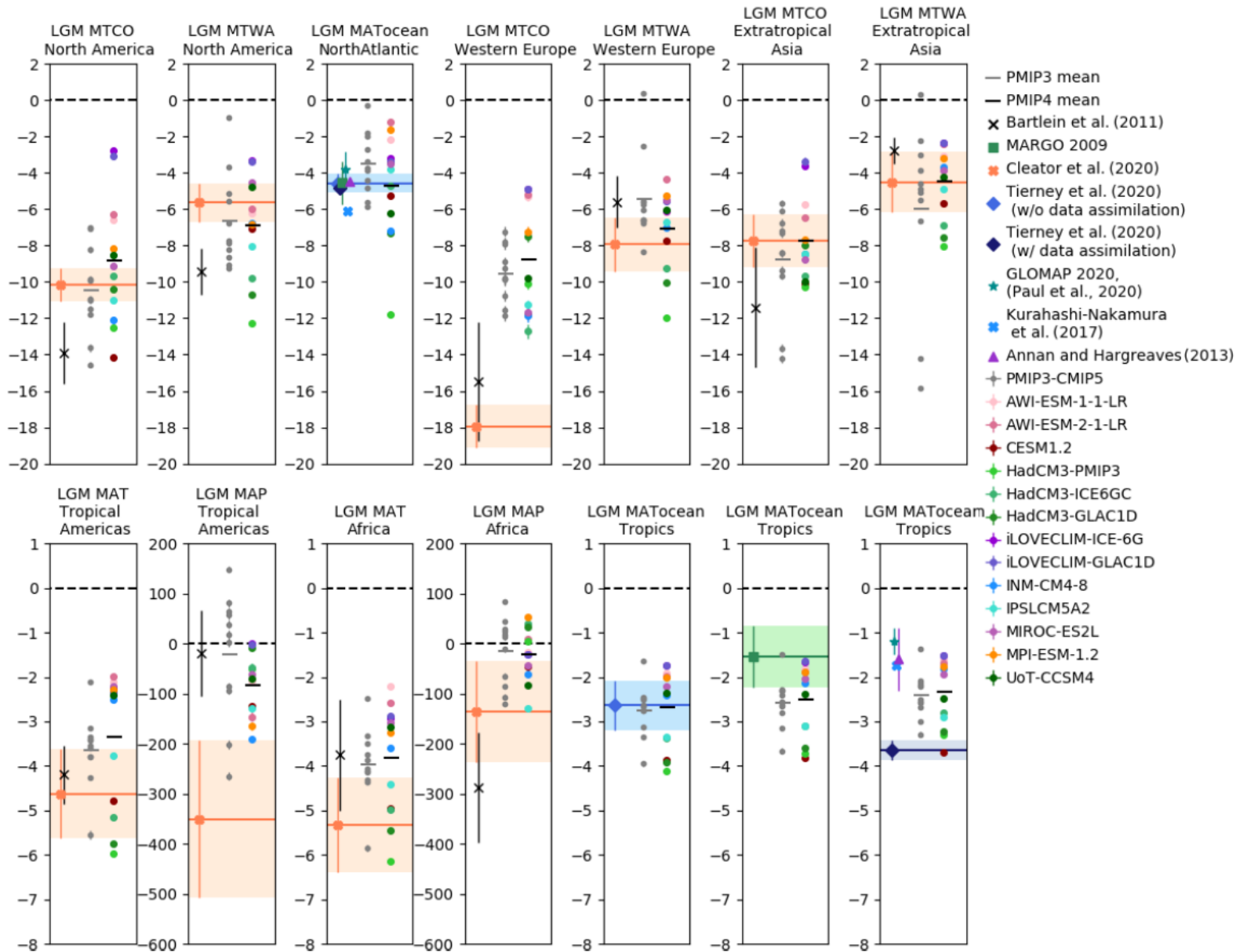


- Changement calottes glaciaires
- GES beaucoup plus faibles

=> Un challenge !



# Le dernier maximum glaciaire (il y a 21000 ans). Résultats CMIP6



➔ pas de simulation IPSLCM6

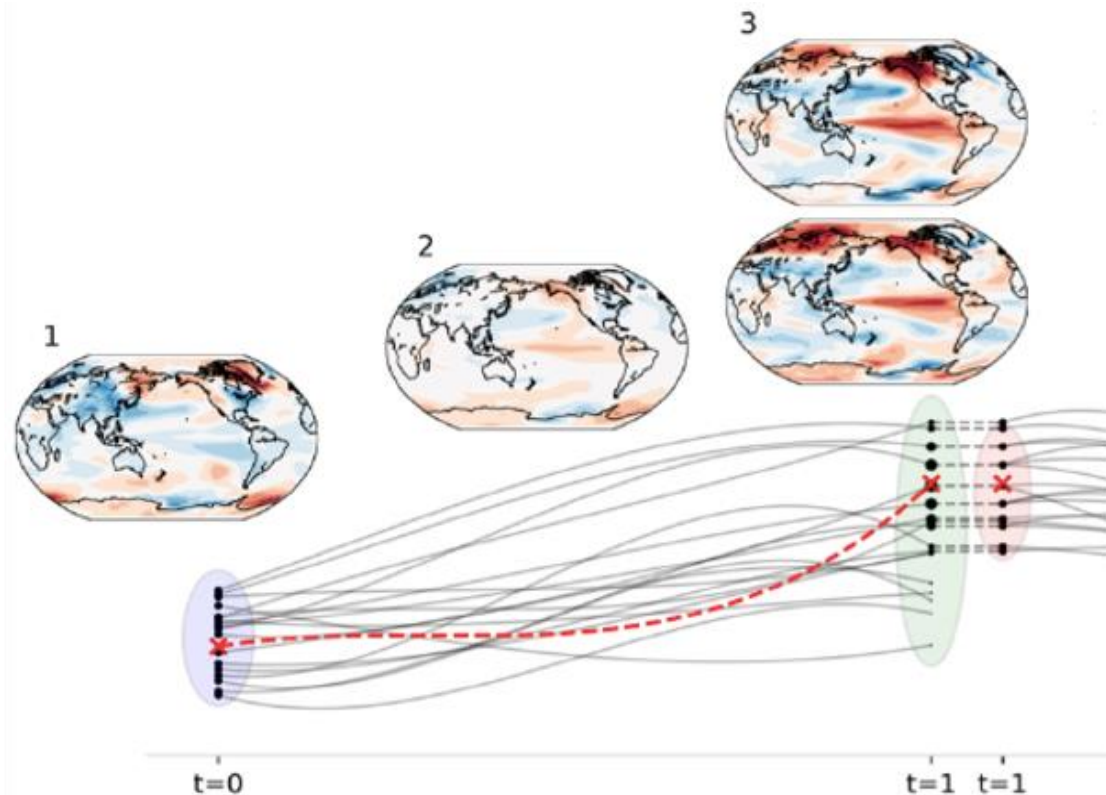
(pb banquise)

Faire mieux pour CMIP7

Le rêve: simulation couplée avec végétation dynamique et impact des aérosols

+ test différents ECS (thèse Vivien Bauer 2025-2028)

# De grands ensembles



- Pour caractériser les incertitudes
- Pour caractériser les changements de variabilité/extrêmes au cours de changements climatiques rapides
- Vers assimilation de données ?

# Propositions et pré-requis

- Stress test garanti pour le modèle (atmosphère seule ou couplé) 😊  
➔ on vous prépare ça !
- Des évaluations basées sur des états climatiques très différents :  
last interglacial pour le FastTrack CMIP7, mais mon préféré reste le Dernier Maximum Glaciaire et les événements abrupts de la dernière période glaciaire
- Un modèle robuste, qui accepte des conditions d'insolation et de conditions aux limites très différentes des conditions actuelles

Merci à vous !