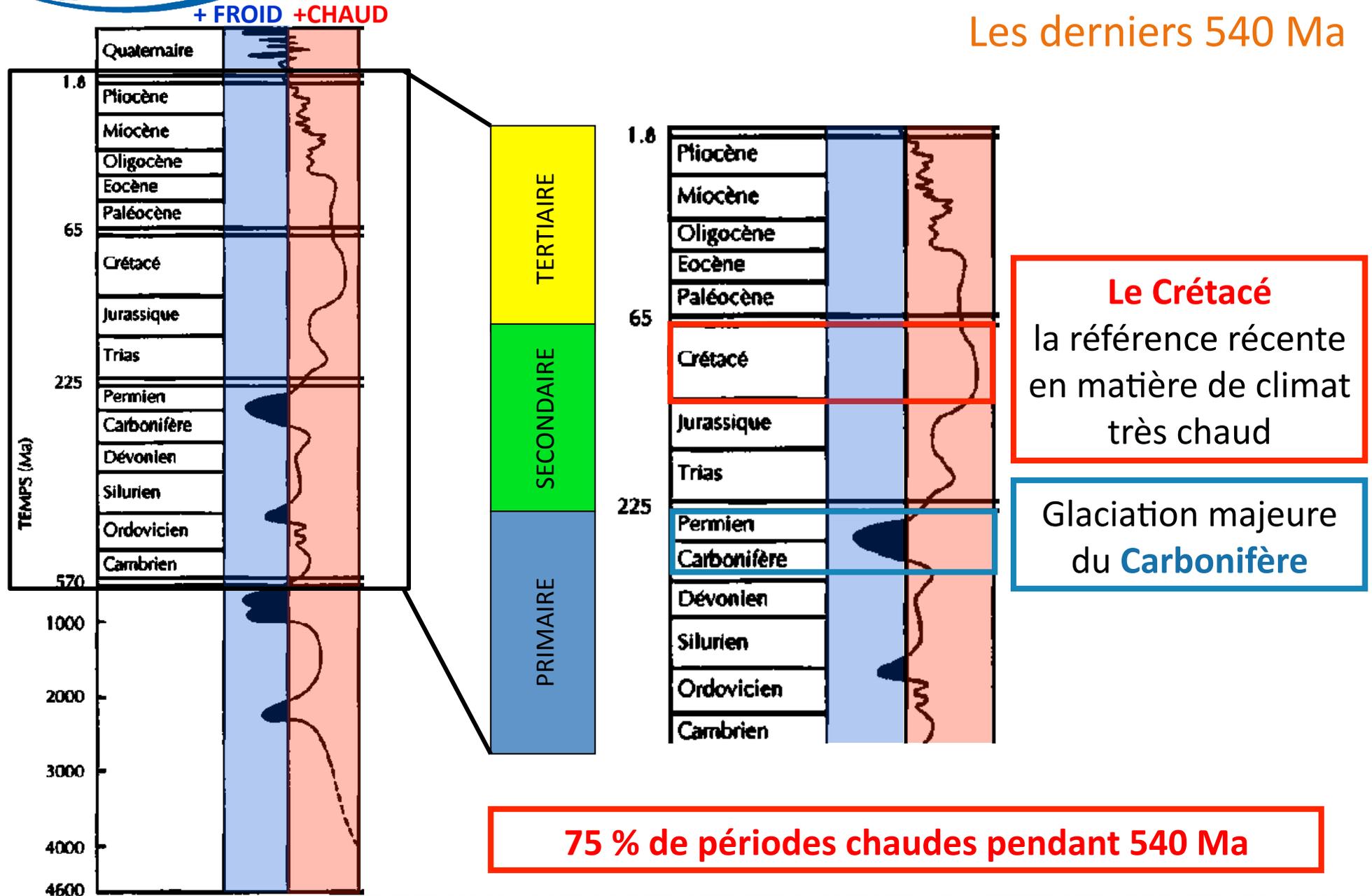


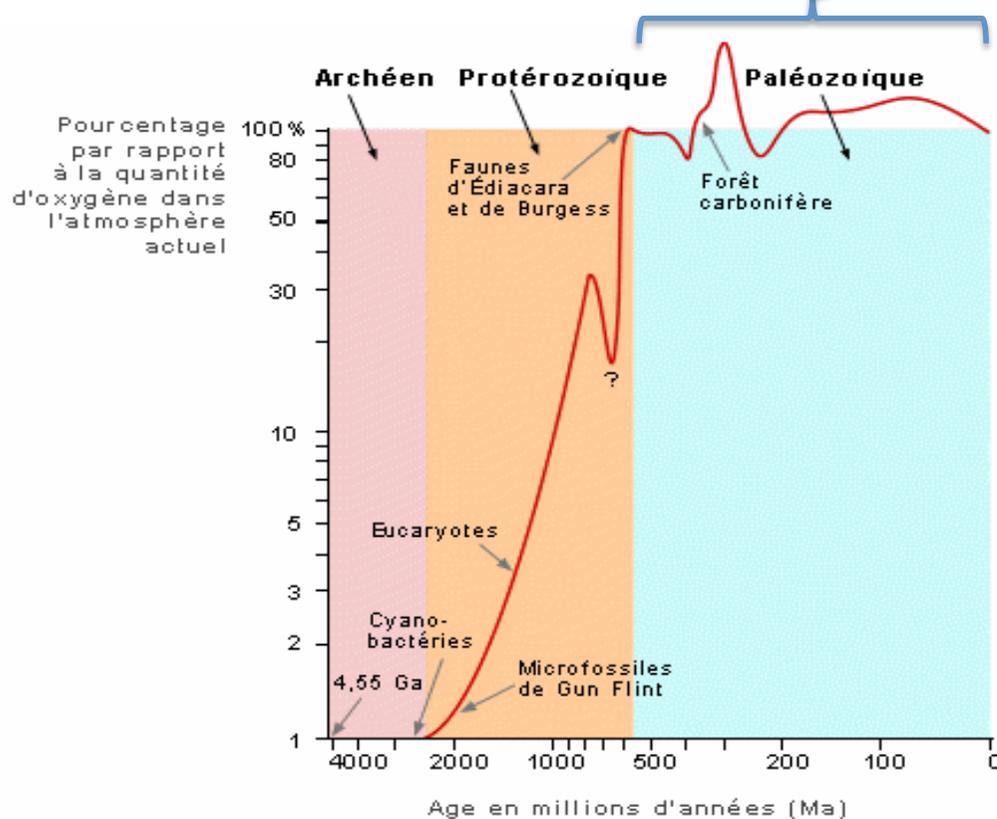
# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

Les derniers 540 Ma

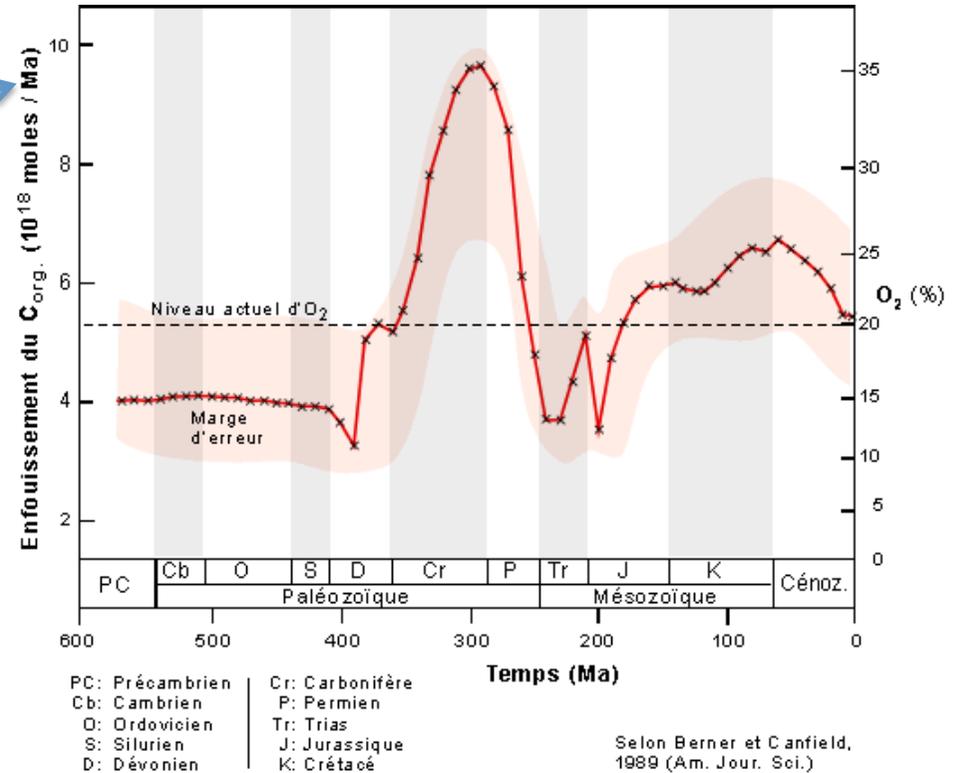


### Développement massif des forêts au Carbonifère

- **Augmentation de la concentration en oxygène dans l'atmosphère**



[http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete\\_terre.html](http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html)

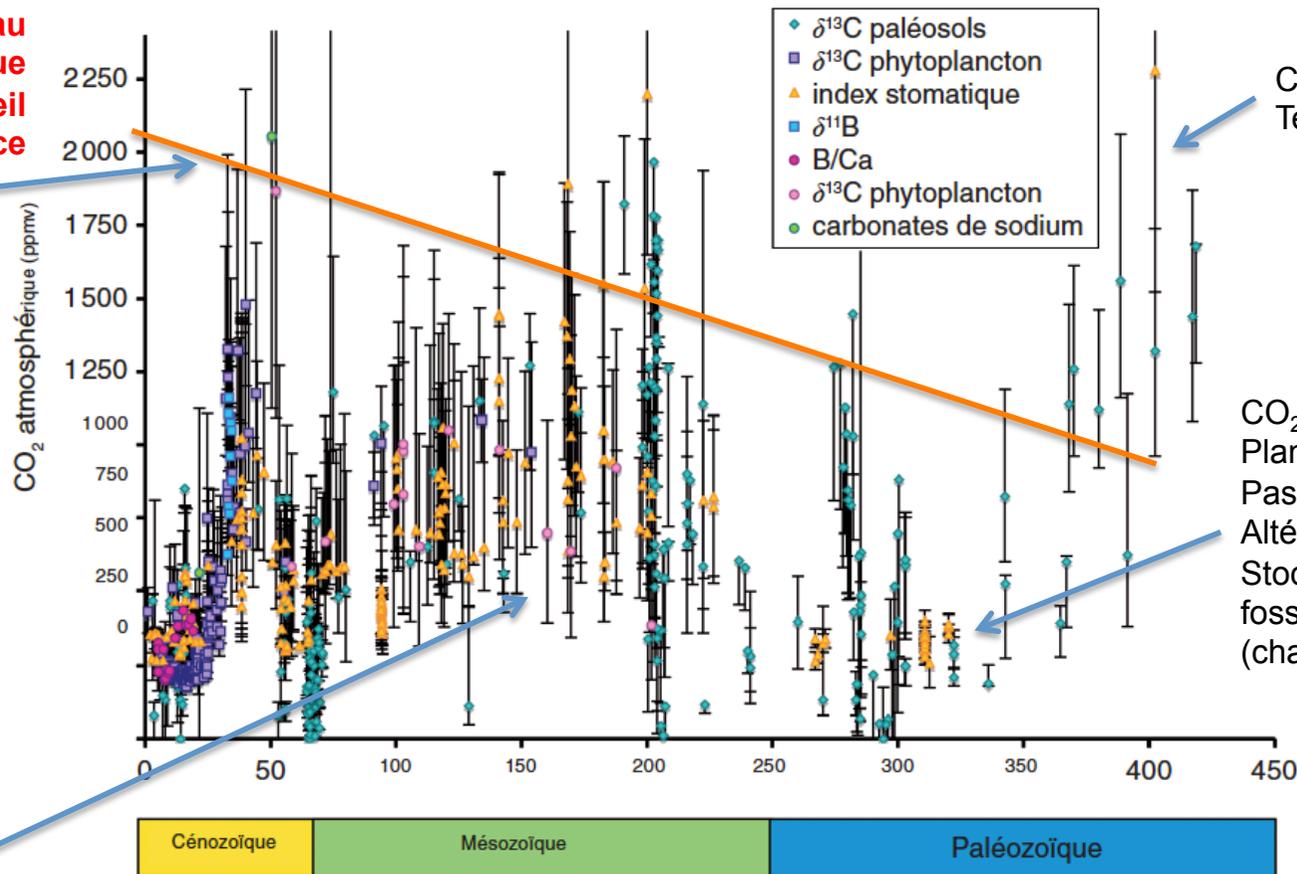


- **Consommation accentuée de  $CO_2$  atmosphérique**
- **Stockage massif sous forme de carbone fossile**
- **Un nouveau monde avec des GES réduits**

# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

## Les derniers 540 Ma : le Carbonifère

➤ Un nouveau forçage climatique dominant : le soleil dont la puissance augmente



CO<sub>2</sub> élevé:  
Tectonique, volcans

CO<sub>2</sub> en baisse puis faible:  
Plantes à racines, forêts,  
Pas de décomposeurs,  
Altération accélérée  
Stock de combustibles fossiles  
(charbon, pétrole, gaz)

Reconstruction partielle du CO<sub>2</sub> : Tectonique, volcans, décomposeurs

Présent

Temps (millions d'années)

Passé

Source : le climat à découvert, CNRS eds, adapté de Royer 2006

# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

Les derniers 540 Ma : il y a 100 Ma, le Crétacé

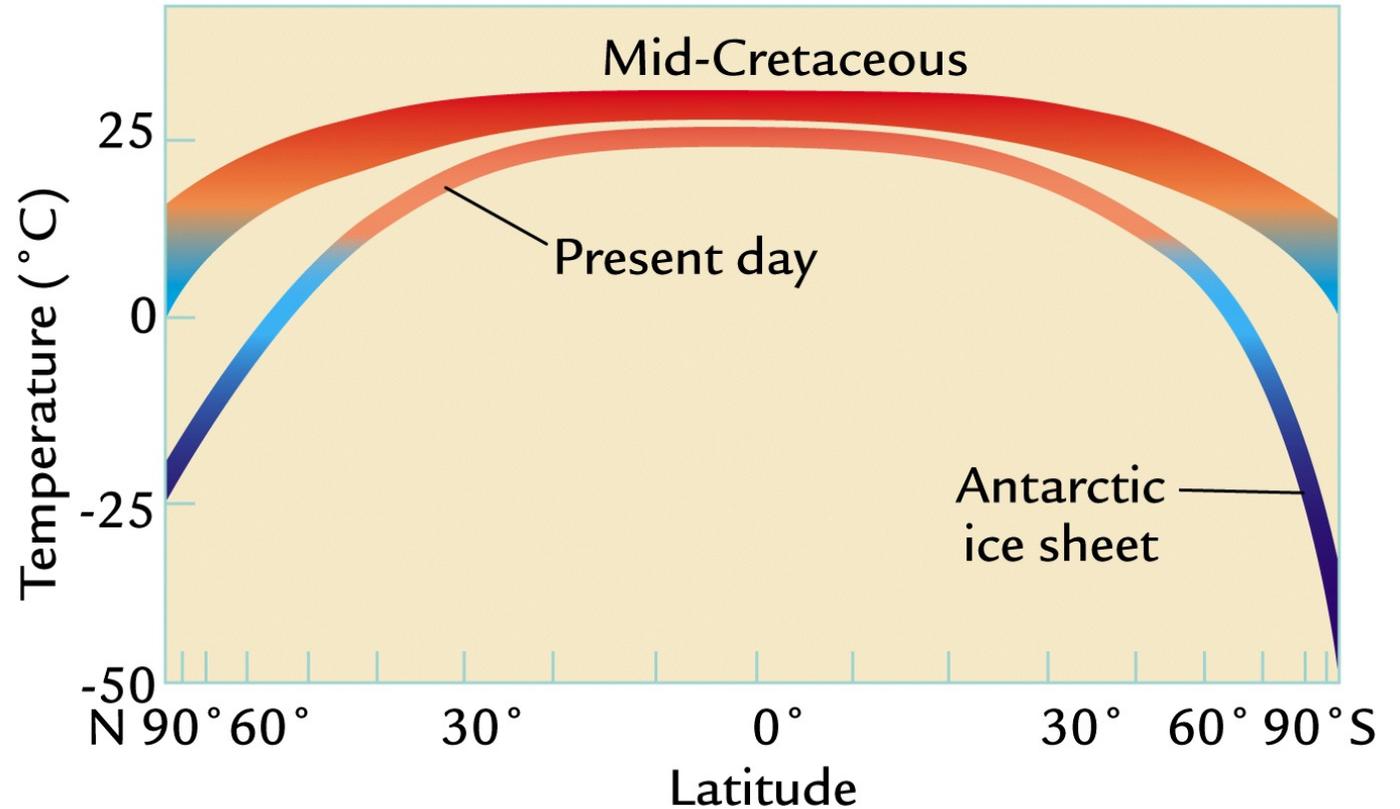


Dinosaures sur l'île d'Axel Heiberg (72°N)



Feuille fossile découvert dans la région Arctique Canadienne

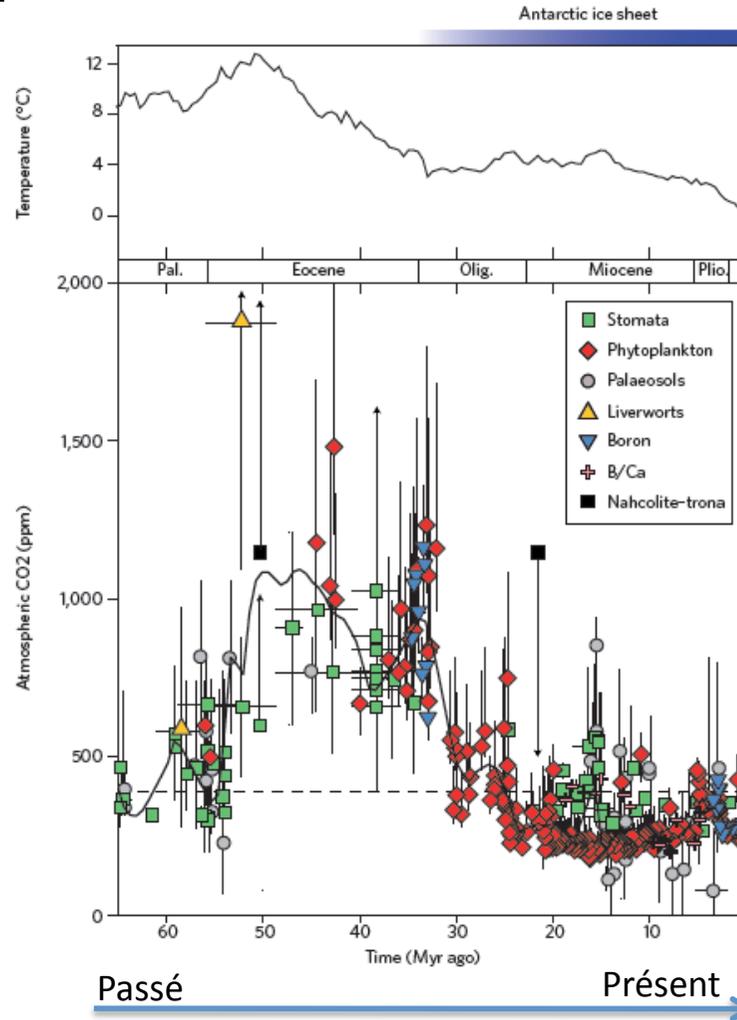
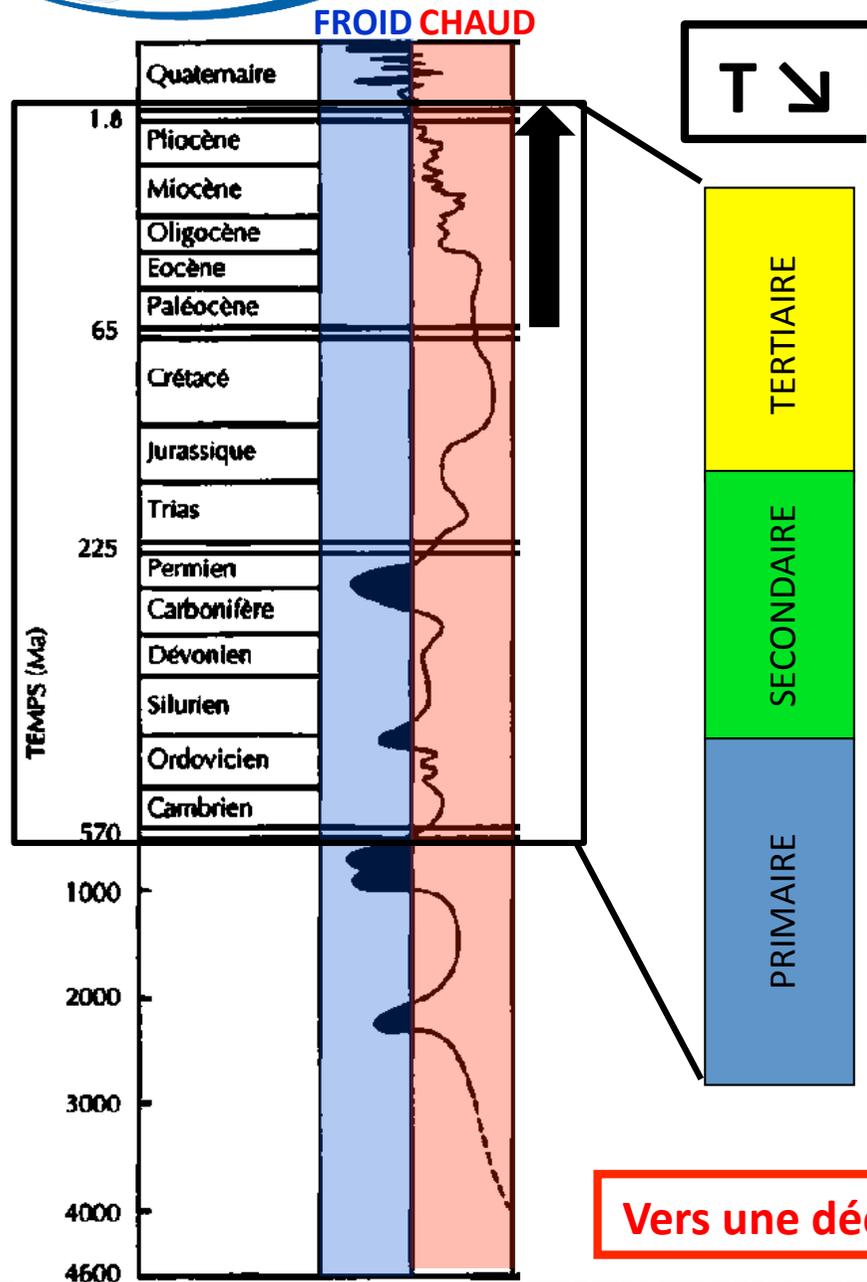
Evolution de la température en fonction de la latitude



**Des températures globales jusqu'à 6°C supérieures à celles d'aujourd'hui**

# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

## Les derniers 540 Ma : depuis 65 Ma



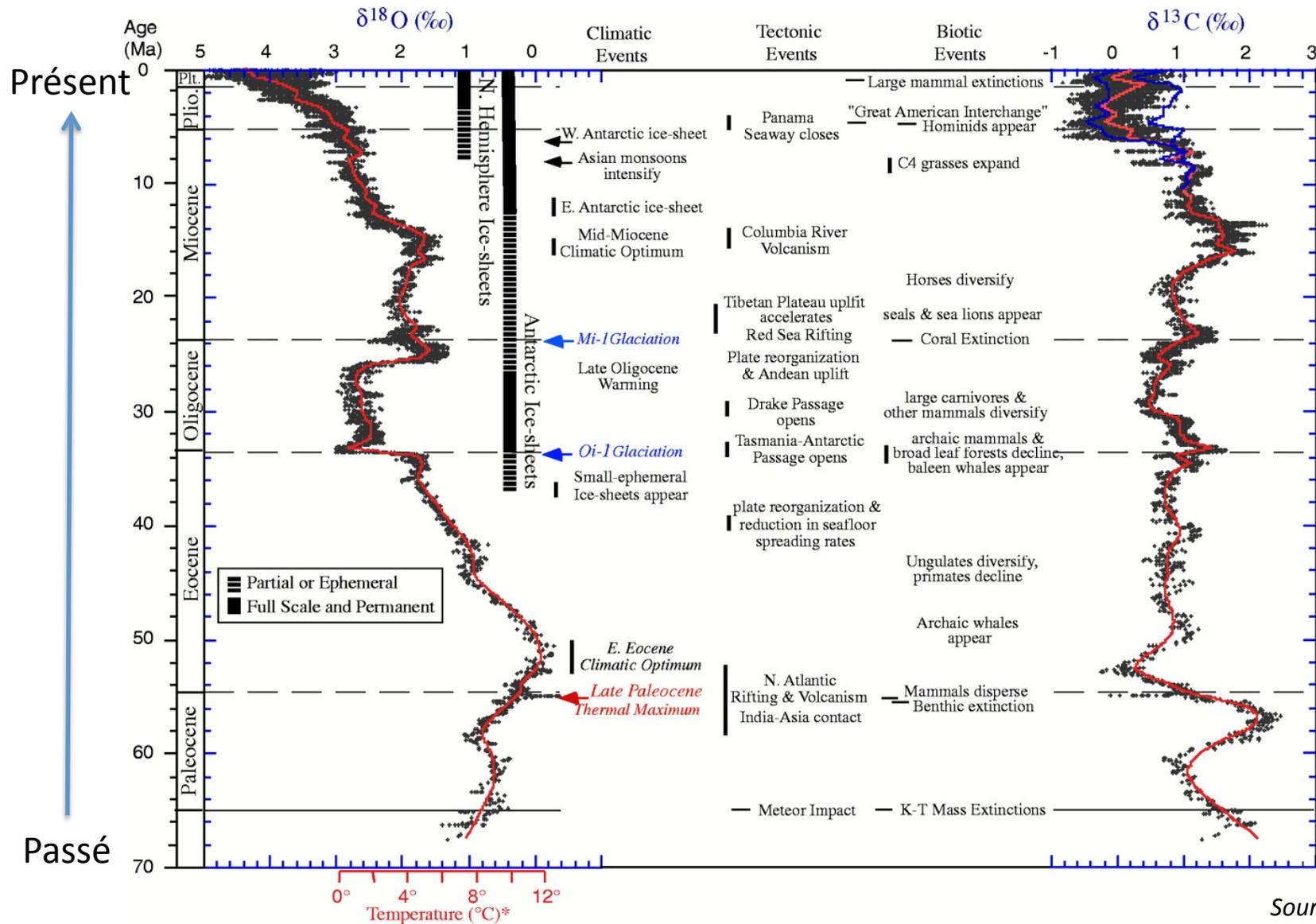
- Maximum du CO<sub>2</sub> à l'Eocène encore mal compris
- Hypothèse actuelle sur la subduction de Thetys, ancien océan riche en carbonate puis accroissement volcanisme
- Diminution ensuite par accroissement de l'érosion.

Source : Beerling and Royer, Nat. Geosc., 2011

**Vers une décroissance progressive des températures et du CO<sub>2</sub>**

# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

## Les derniers 540 Ma : depuis 65 Ma

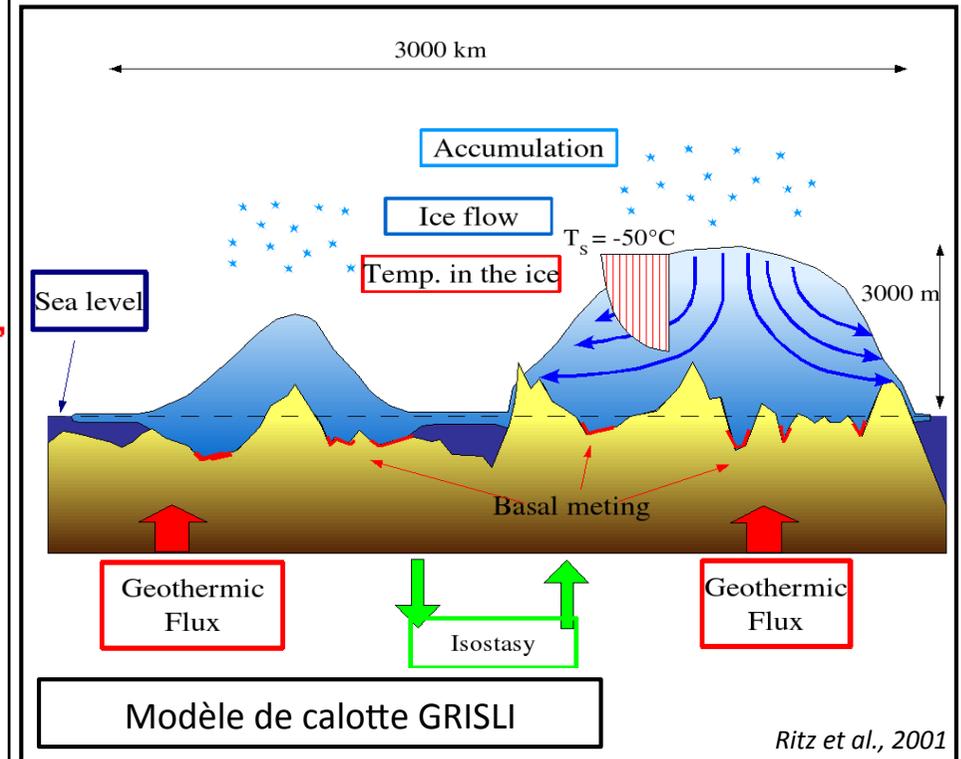
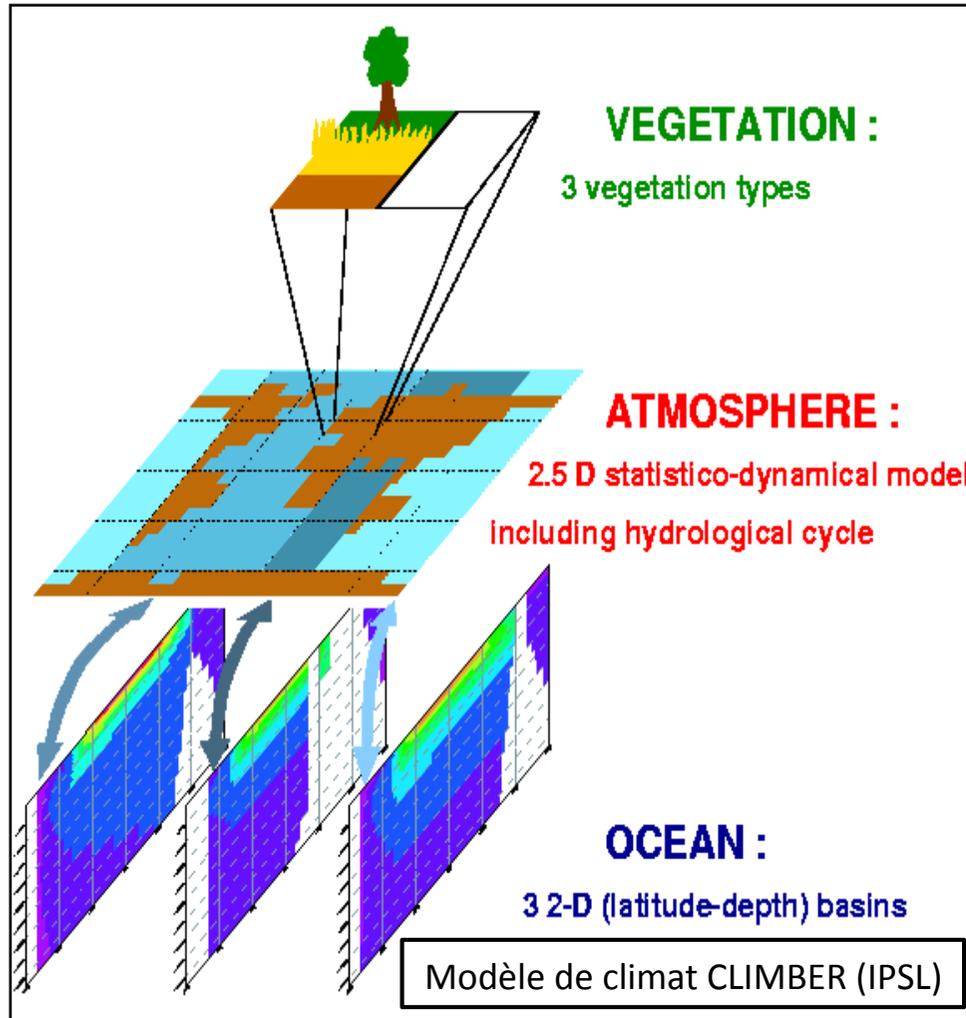


Source : Zachos et al.

# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

## Les derniers 540 Ma : la formation des calottes polaires

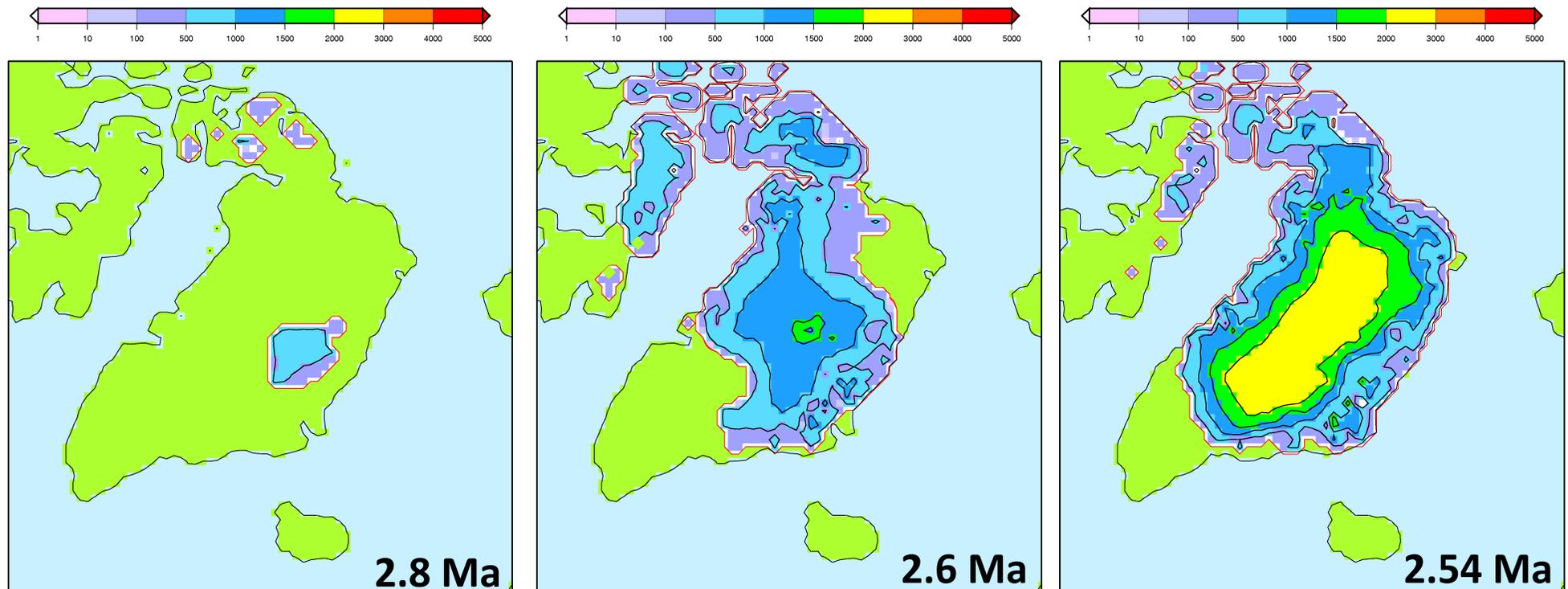
### Simulation par couplage modèles climat-calotte



## Les derniers 540 Ma : la formation des calottes polaires

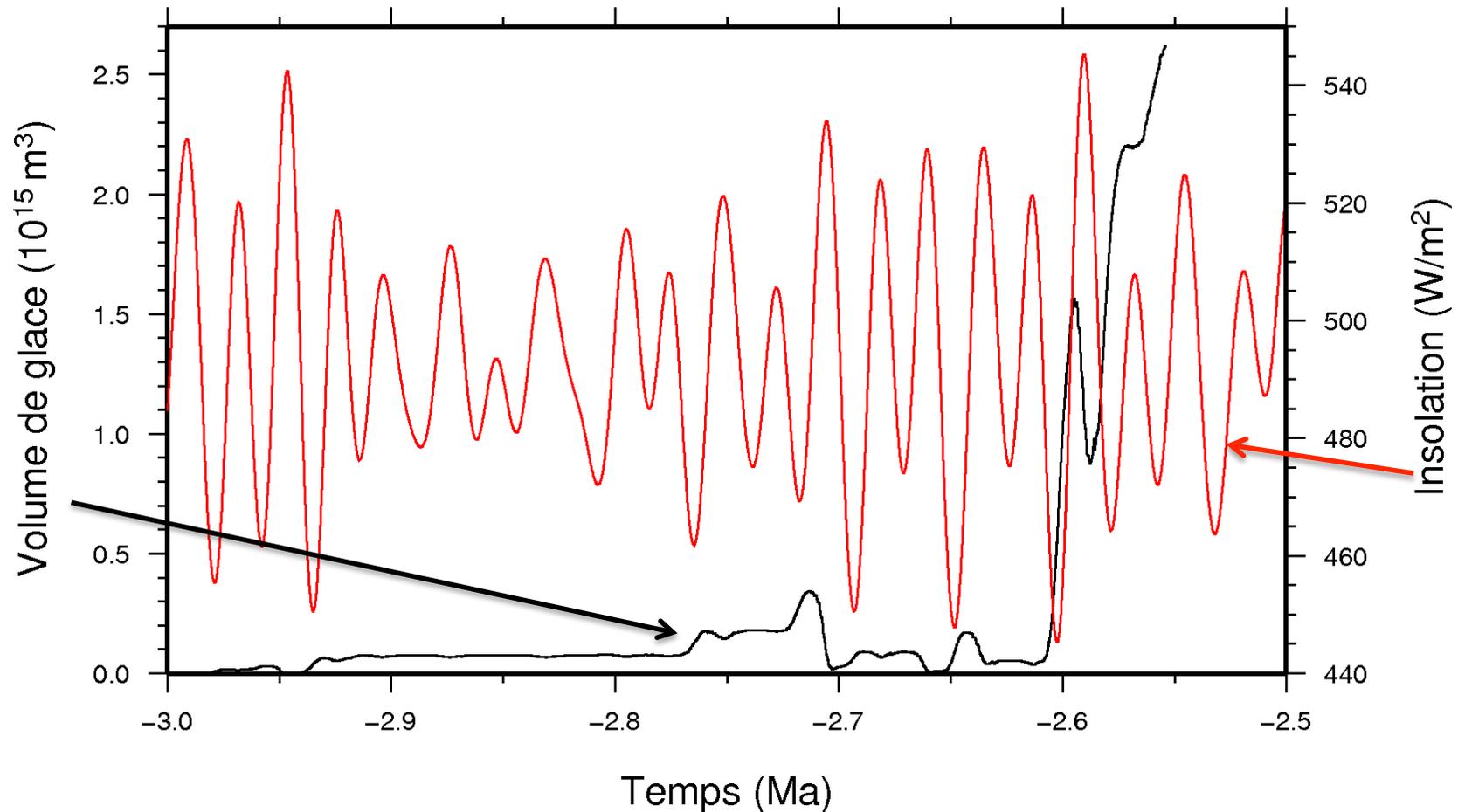
### Simulation de l'englacement du Groenland, il y a 3 Ma

- Modèle couplé climat-calotte
- CO<sub>2</sub> constant à 280 ppm
- Insolation *Laskar, 2004*
- 500 000 ans de simulation entre 3 et 2.5 Ma



## Les derniers 540 Ma : la formation des calottes polaires

### Lien avec l'ensoleillement



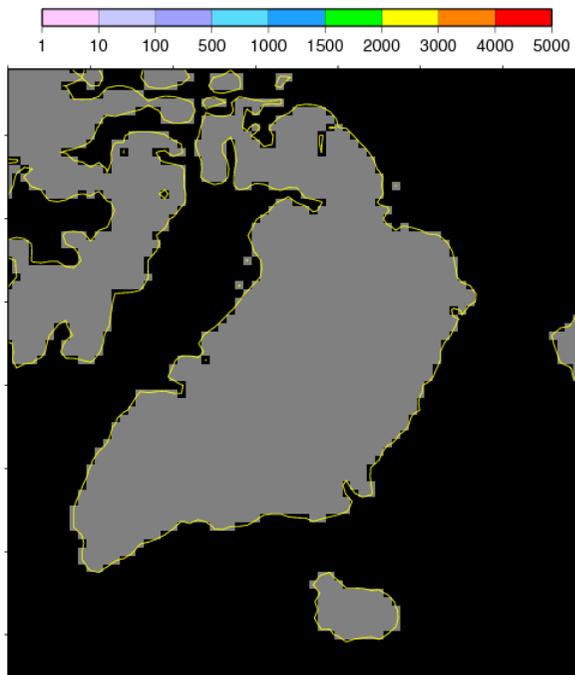
# La Terre dans tous ses états depuis 4,5 Ga

## Les derniers 540 Ma : la formation des calottes polaires

*Un tel englacement aurait-il été possible avec des concentrations plus fortes en CO<sub>2</sub> ?*

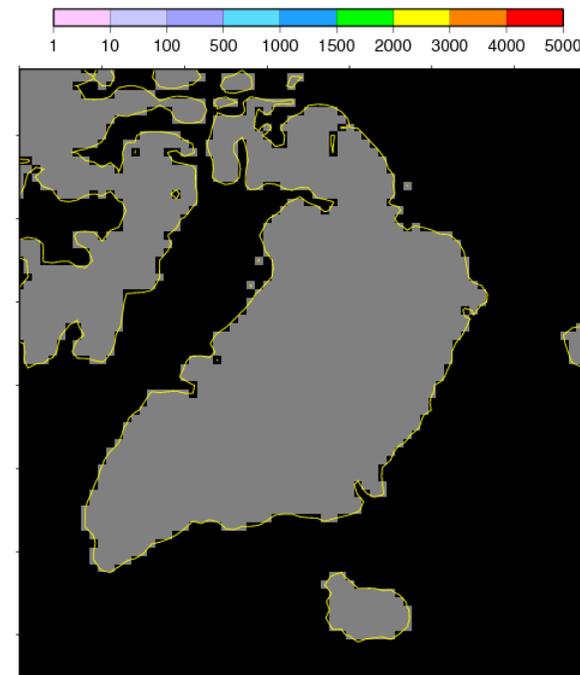
### Simulation au Groenland à 3.88 Ma – durée : 150 ka

t = -3880 ky BP



CO<sub>2</sub> = 280 ppm

t = -3880 ky BP



CO<sub>2</sub> = 320 ppm