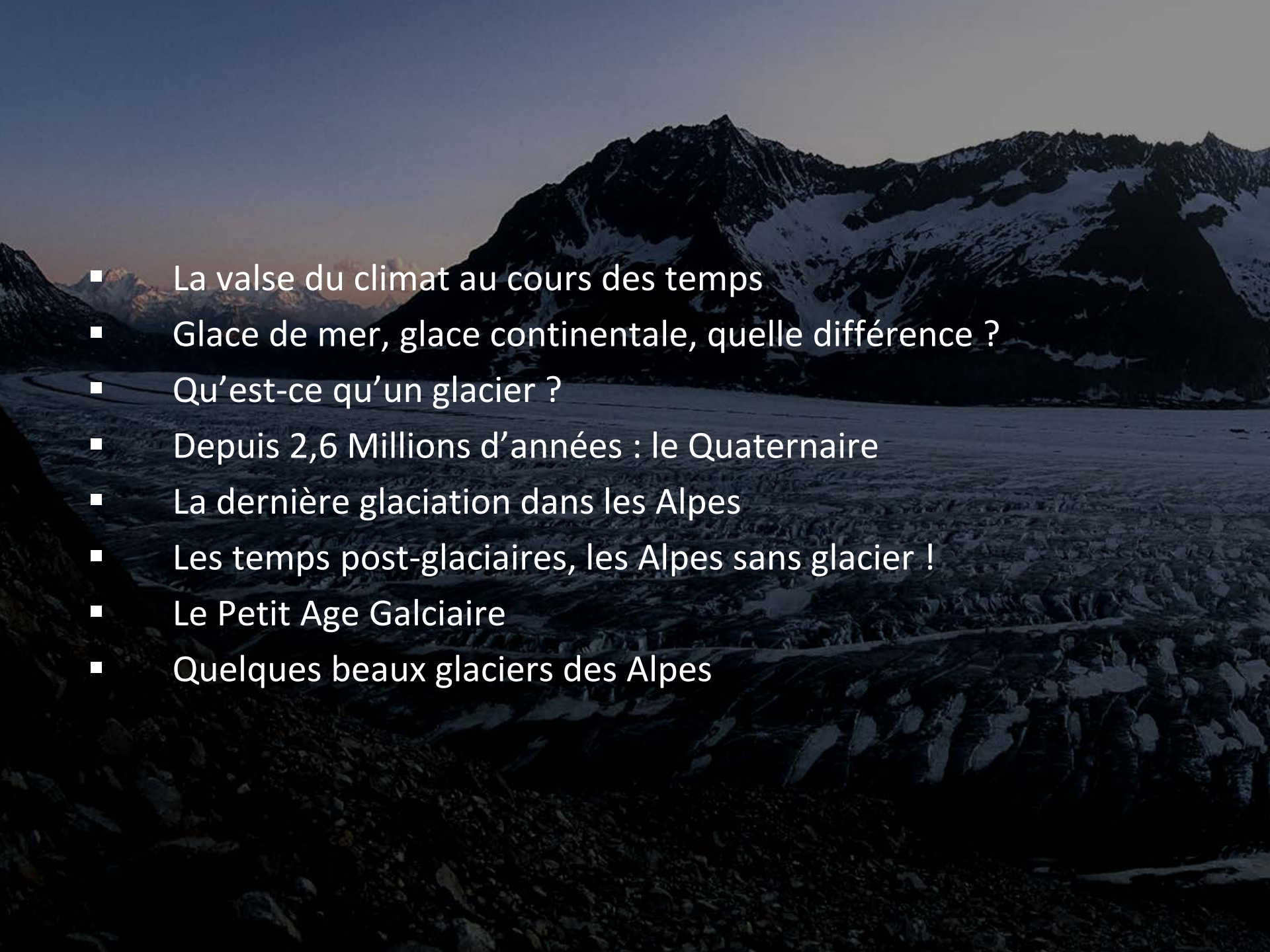




# Une histoire de climat et de glaciers à Annecy !

Sylvain Coutterand – EDYTEM, CNRS - 2017

---

- 
- La valse du climat au cours des temps
  - Glace de mer, glace continentale, quelle différence ?
  - Qu'est-ce qu'un glacier ?
  - Depuis 2,6 Millions d'années : le Quaternaire
  - La dernière glaciation dans les Alpes
  - Les temps post-glaciaires, les Alpes sans glacier !
  - Le Petit Age Galciaire
  - Quelques beaux glaciers des Alpes

A wide, rocky glacier landscape under a dark sky with snow-capped mountains in the background. The foreground is dominated by a vast, flat expanse of grey and white rocks and sediment, likely a moraine or a glacial outwash plain. In the distance, a range of jagged, snow-capped mountains rises against a dark, twilight sky. The overall scene is desolate and majestic, capturing the raw power of glacial erosion and deposition.

La valse du climat au cours des temps



2,5

6

20

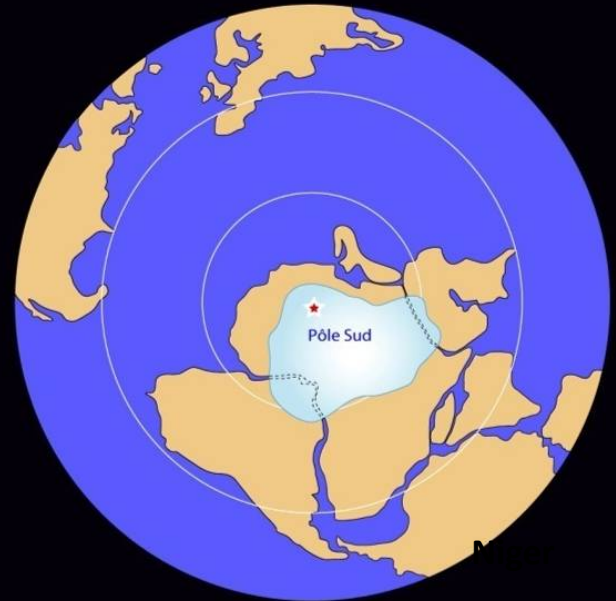
200

2010  
+ 14,5°

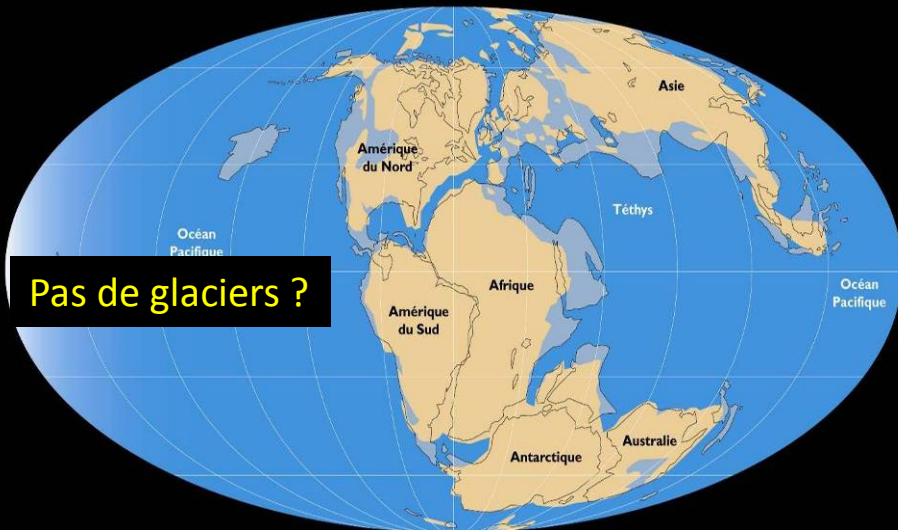
froid

chaud

Englacement Antarctique



Glaciation ordovicienne



Pas de glaciers ?

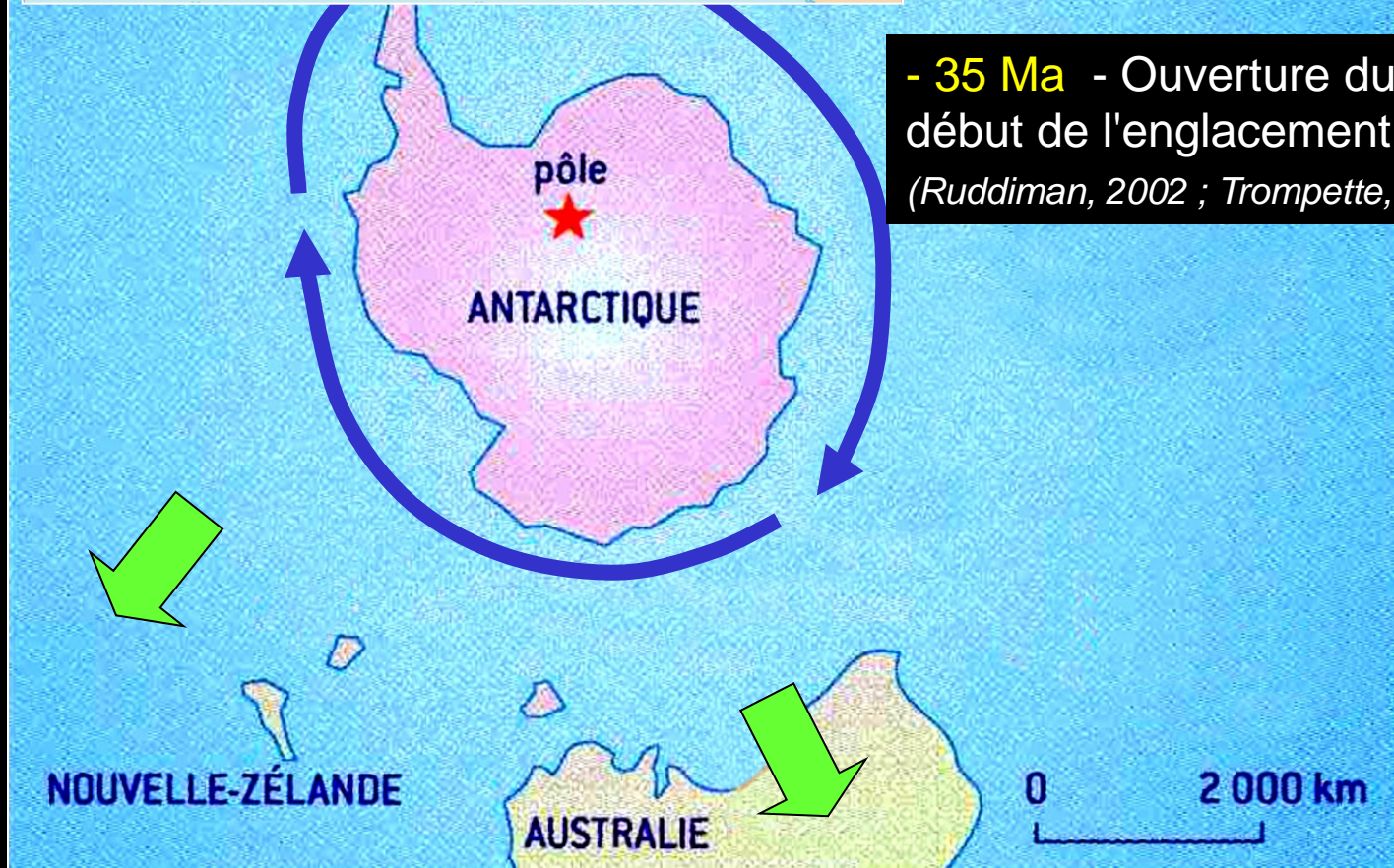
paléo températures



- **4,1 Ma** - Formation de la calotte glaciaire du Groenland ( fermeture de l'isthme de Panama).



- **35 Ma** - Ouverture du Passage de Drake début de l'englacement Antarctique  
(Ruddiman, 2002 ; Trompette, 2003)



Mise en place du courant circum-Antarctique



d'années


Souvenir  
d'Annecy

il y a 40 Millions d'années



# Les Alpes il y a 20 000 ans

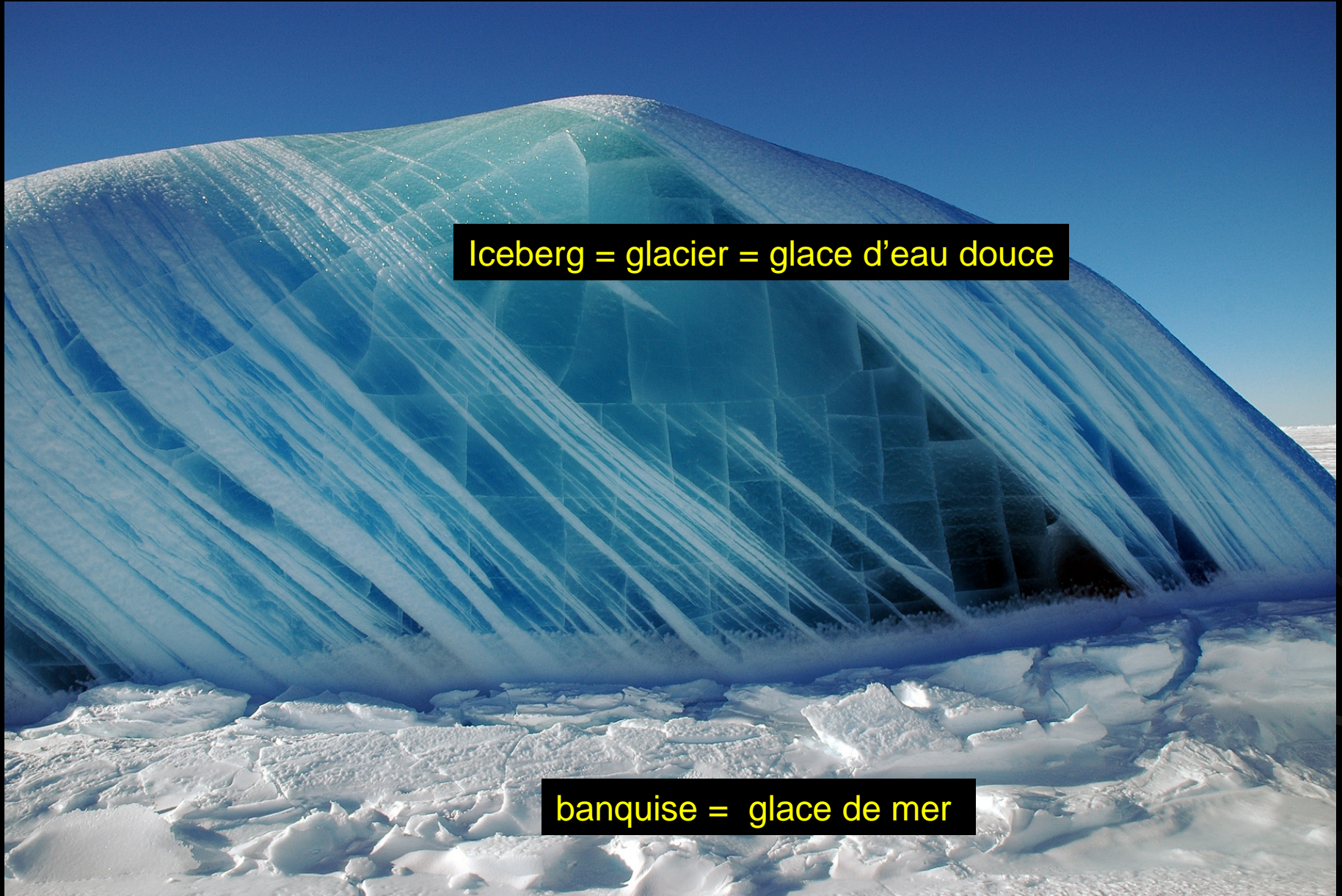


A wide-angle photograph of a vast, textured landscape of ice and snow. The foreground is dominated by a large, flat expanse of ice with intricate, wavy patterns and small pools of water. In the background, a range of dark, jagged mountains is partially covered in snow. The sky is a deep, dark blue, suggesting twilight or dawn. The overall scene is desolate and majestic.

Glace de mer, glace continentale, quelle différence ?



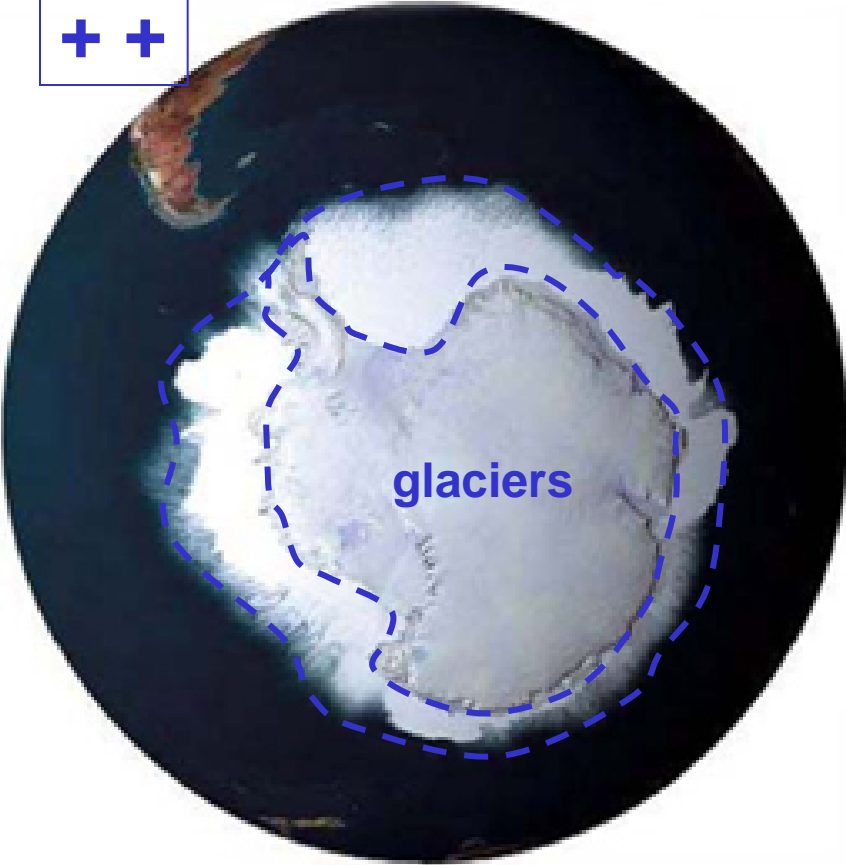
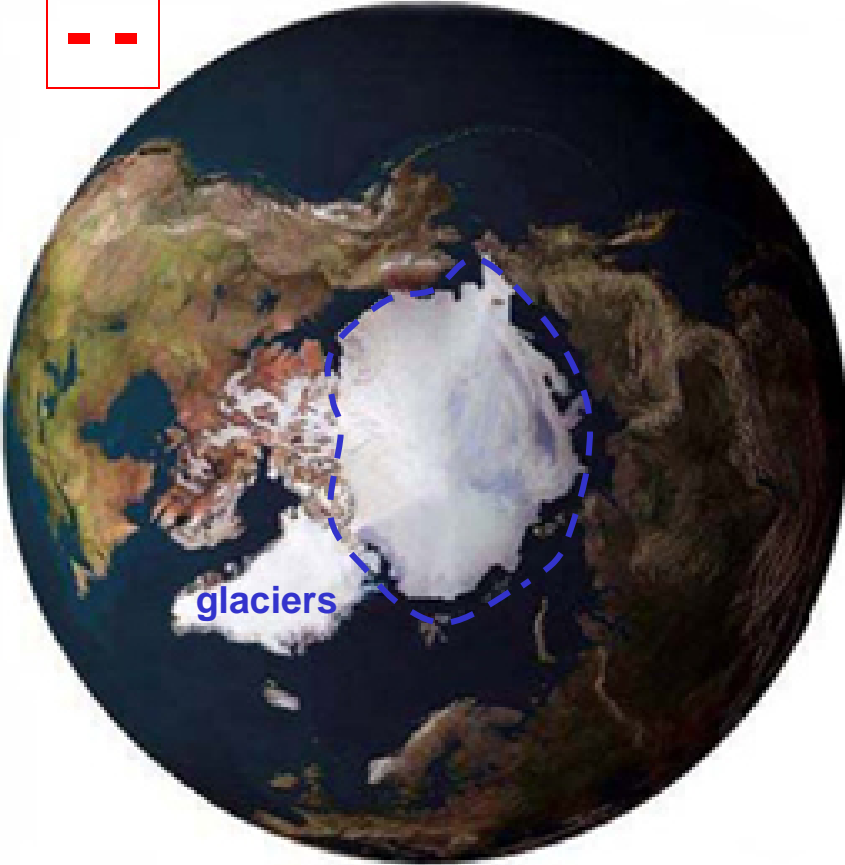
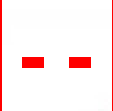
# Iceberg et banquise



Iceberg = glacier = glace d'eau douce

banquise = glace de mer

Les banquises arctique et antarctique = eau de mer gelée

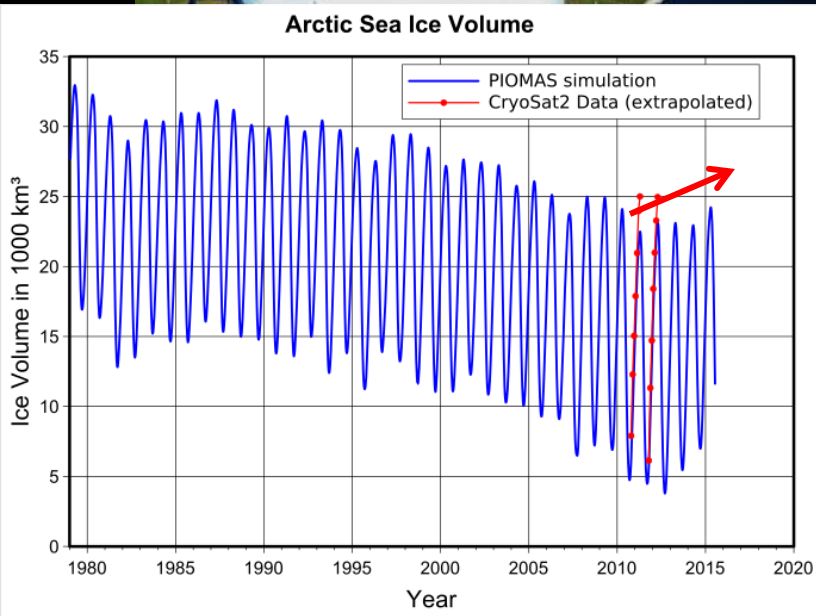
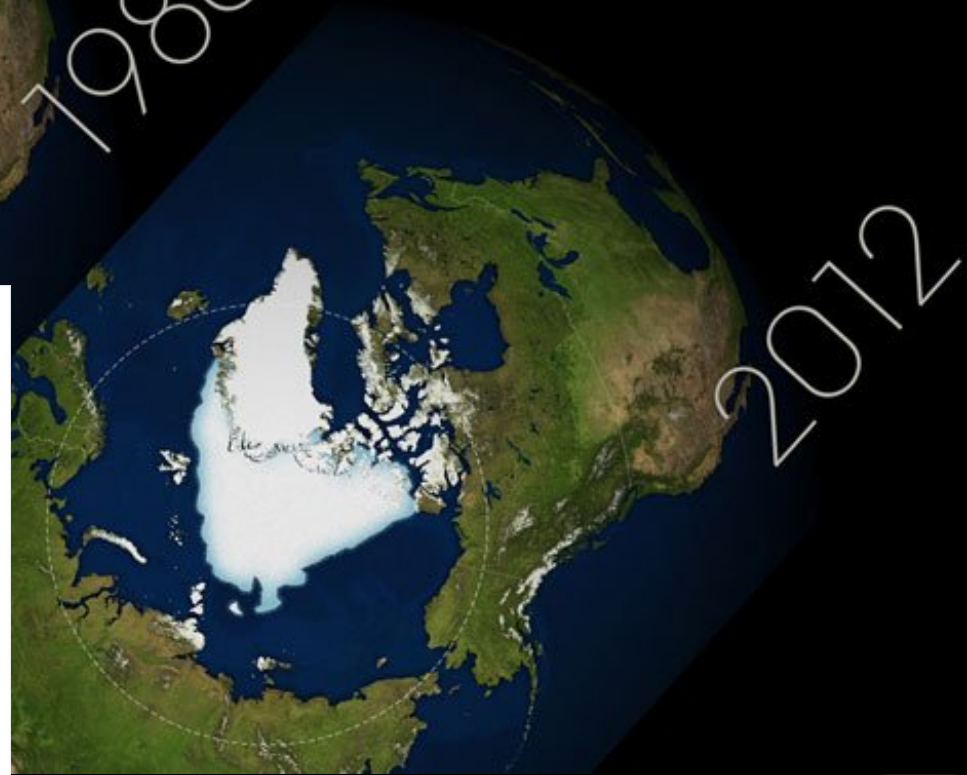


La banquise = eau de mer gelée



# Etendue de la banquise de l'Arctique en été

arte



- En 1980, l'épaisseur moyenne de la banquise arctique était comprise entre 1,89 à 2,62 m,
- en 2012 : de 1 à 1,72 m

# La glace à la surface de la Terre

GLACE = 75 % de l'eau douce de la planète  
= 2% de l'eau

10% des terres émergées



2 Inlandsis



Calottes glaciaires + Glaciers

Si toutes les glaces fondaient

Contribution à l'élévation du  
niveau des océans :


**Antarctique = 62 m**

**Groenland = 6 m**

**Calottes + Glaciers = 40 cm**

**Alpes = 5 cm !**

**= 68 m**

A wide-angle photograph of a massive glacier flowing through a mountain valley. The glacier's surface is heavily textured with numerous longitudinal and transverse ridges and grooves, indicating its slow movement and erosion of the underlying rock. In the background, dark, jagged mountain peaks are partially covered in snow, set against a twilight sky with a soft orange and blue glow. The overall scene is dramatic and emphasizes the scale and power of glacial erosion.

Qu'est-ce qu'un glacier ?

# Sur la Terre : deux types de glacier et de glace...

glacier tempéré

GLACIER

glacier froid



Ex. Mer de Glace 0 °C



Ex. calotte glaciaire  
du Mont-Blanc -16 °C




# Notion de ligne de névé (ligne d'équilibre glaciaire)

- Reconstitution de la ligne d'équilibre glaciaire (LEG)

La ligne d'équilibre glaciaire (LEG) représente la limite entre les zones d'accumulation et les zones d'ablation.



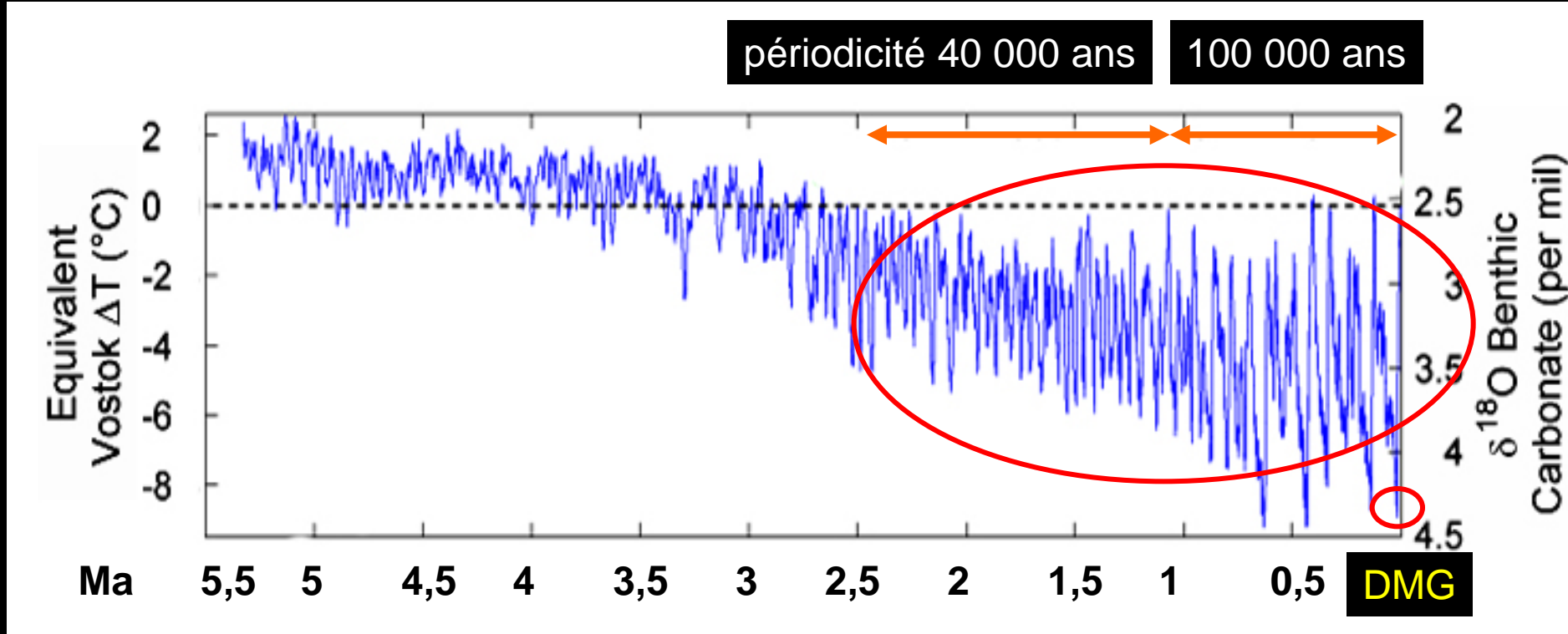
Mesure de l'accumulation annuelle sur le glacier de la Girose à 3200 mètres d'altitude dans le massif des Ecrins © L. Reynaud.

A dark, atmospheric landscape of a glacier valley. The foreground is dominated by a wide, textured expanse of ice and rock, likely a moraine or a glacier's edge. In the background, jagged mountains are partially covered in snow, set against a twilight sky. The overall mood is somber and ancient.

Depuis 2,6 millions d'années : le Quaternaire

# Cadre stratigraphique du Quaternaire les sédiments océaniques : archives du climat

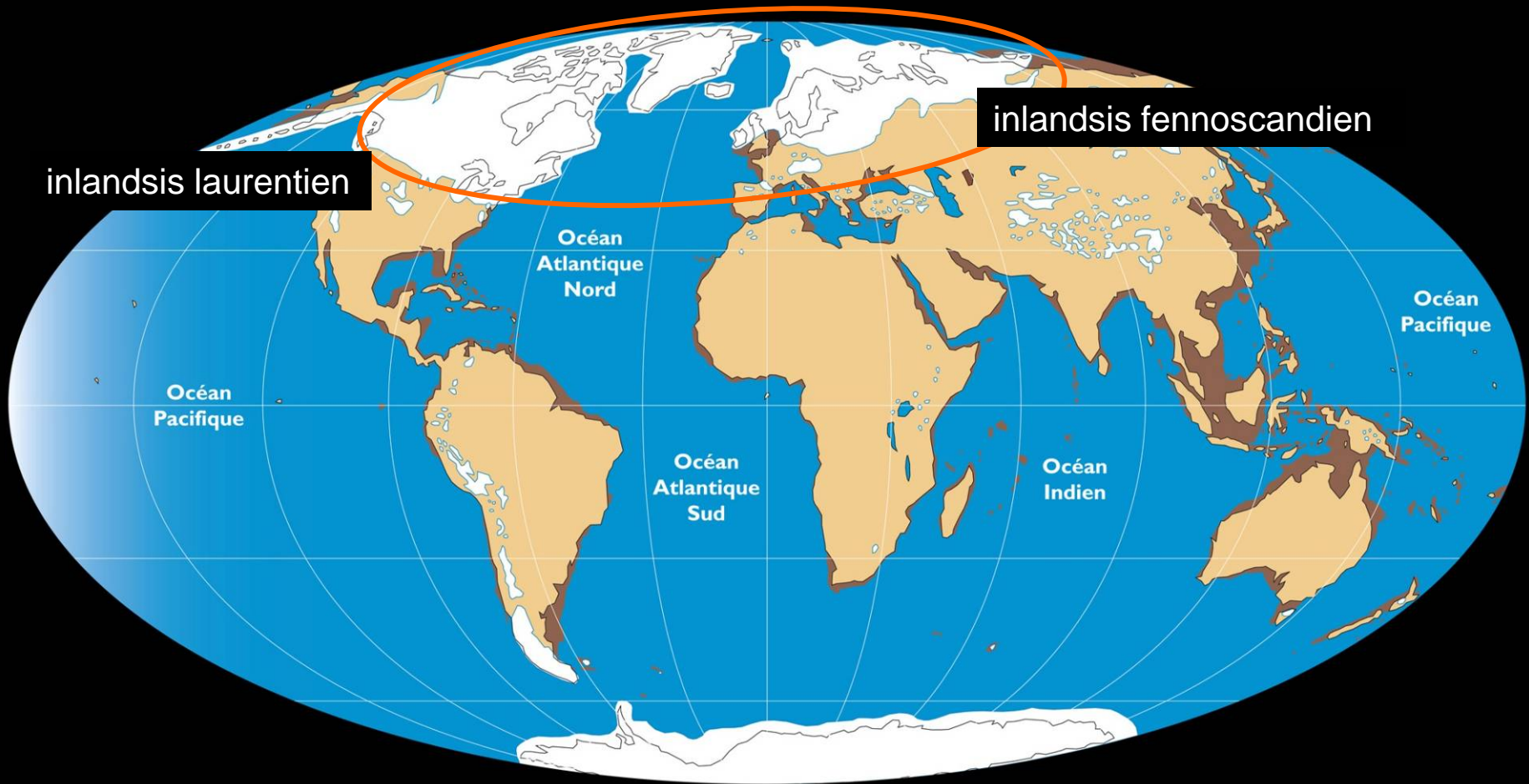
6 millions d'années de fluctuations climatiques



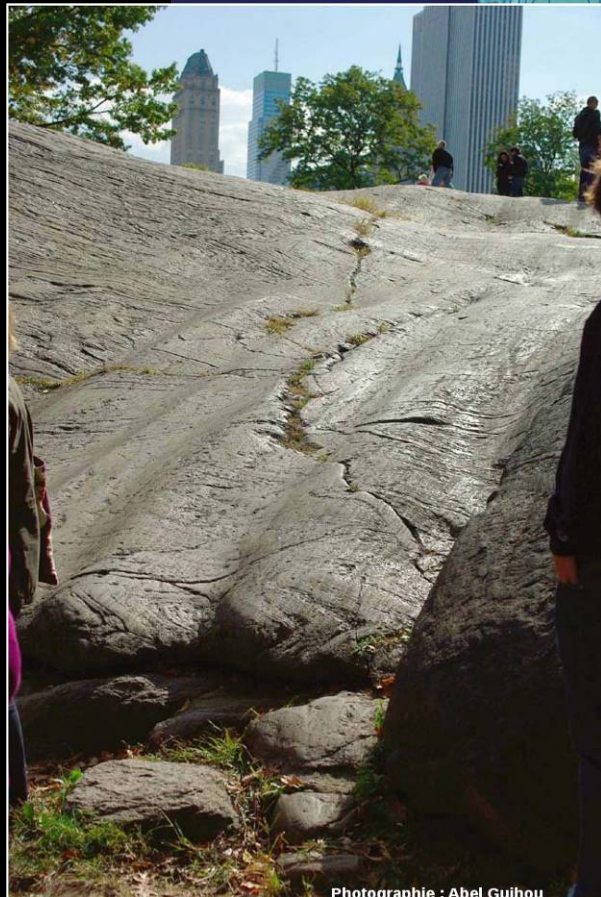
Quaternaire depuis 2,6 millions d'années  $\Rightarrow$  environ 30 glaciations

# La Terre pendant le dernier maximum glaciaire – 22 000 ans

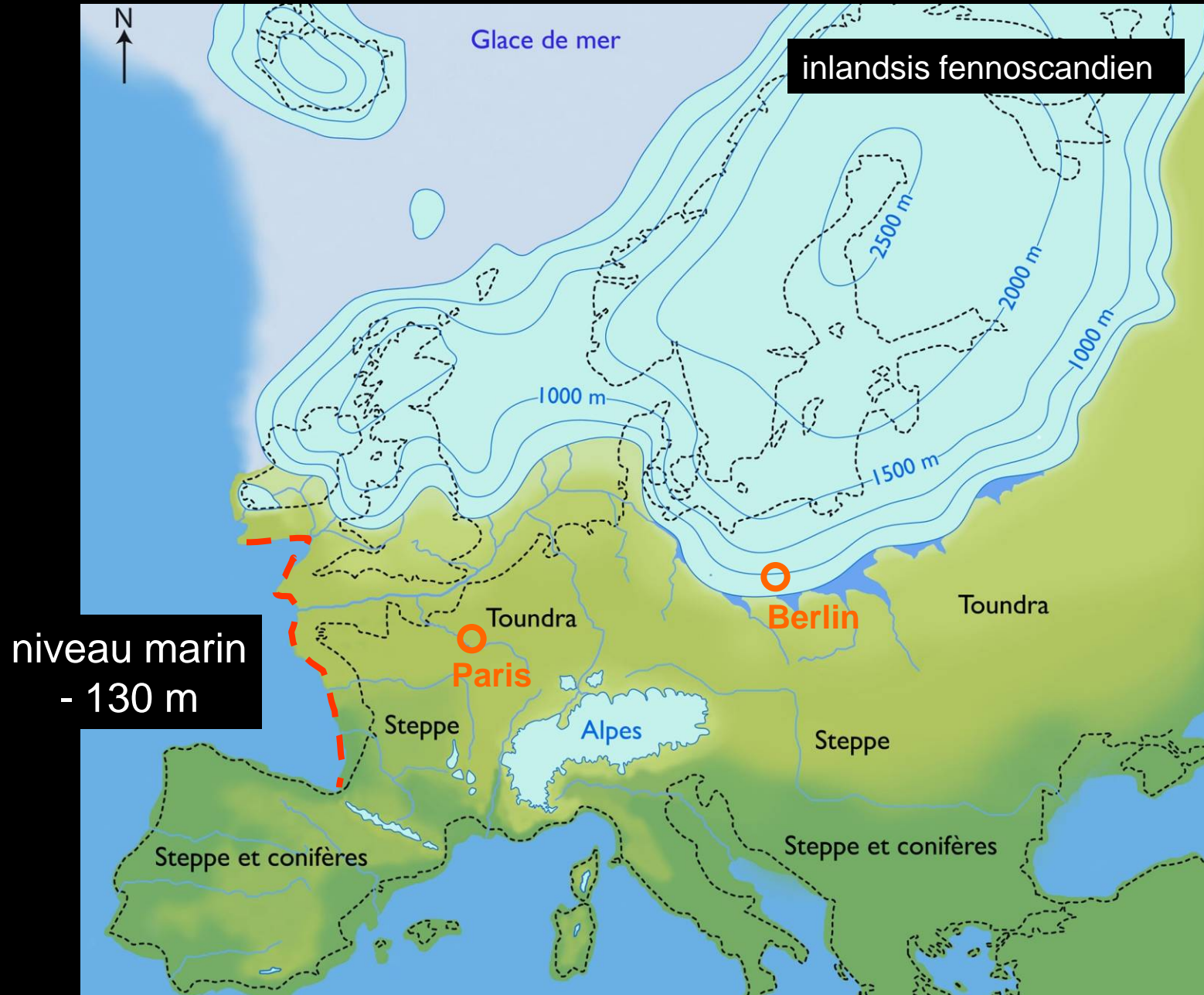
## calottes glaciaires de l'hémisphère Nord



# Inlandsis de la Laurentide



# l'Europe au dernier maximum glaciaire





## Le Quaternaire dans les Alpes du Nord

- comment reconstituer l'englacement des Alpes ?

# Les blocs erratiques à l'origine de la théorie glaciaire





# Les témoins de l'englacement des hauts reliefs alpins : la région du Grimsel (Suisse)

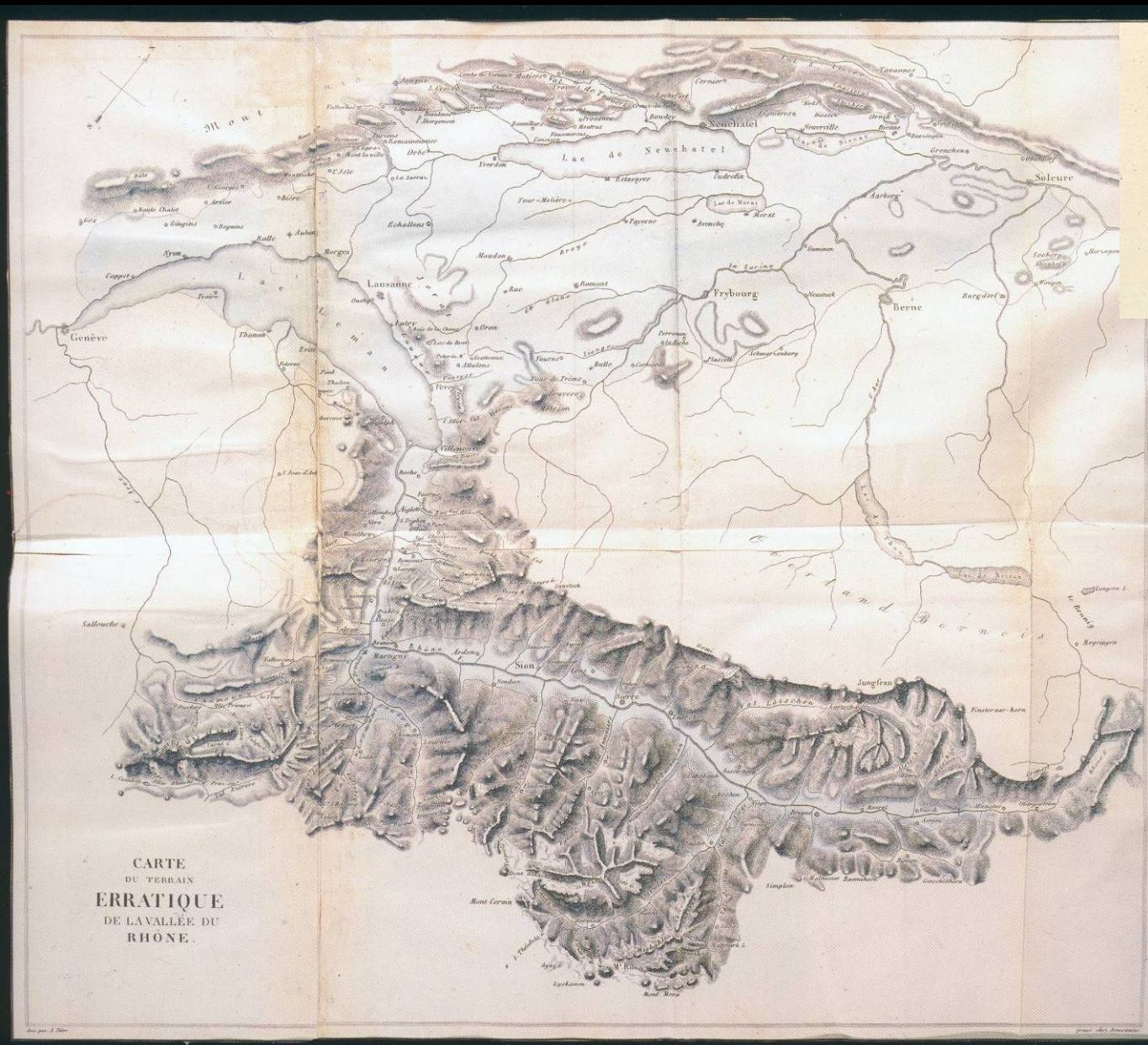
Le modelé glaciaire : la "trimline"



# Formes de dépôt : moraines latérales du glacier de Tschierva (Bernina)



# Les premières cartographies



CARTE  
DU TERRAIN  
**ERRATIQUE**  
DE LA VALLÉE DU  
RHÔNE.

De Charpentier

1841

CARTE  
DU TERRAIN  
**ERRATIQUE**  
DE LA VALLÉE DU  
RHÔNE.

• *historique des recherches*



# Les glaciations quaternaires dans les Alpes



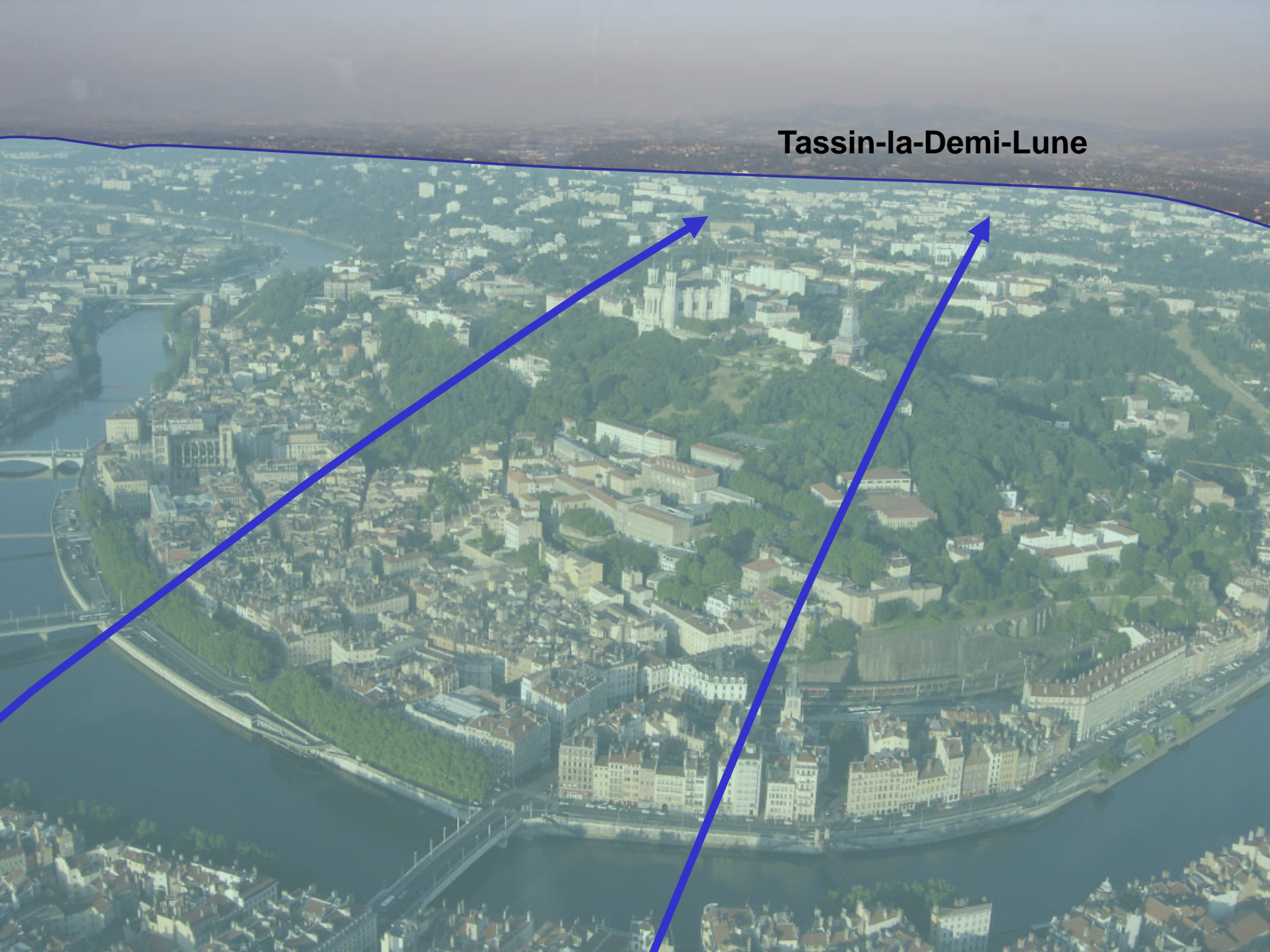
la pierre de Rancé  
granite du Mont Blanc



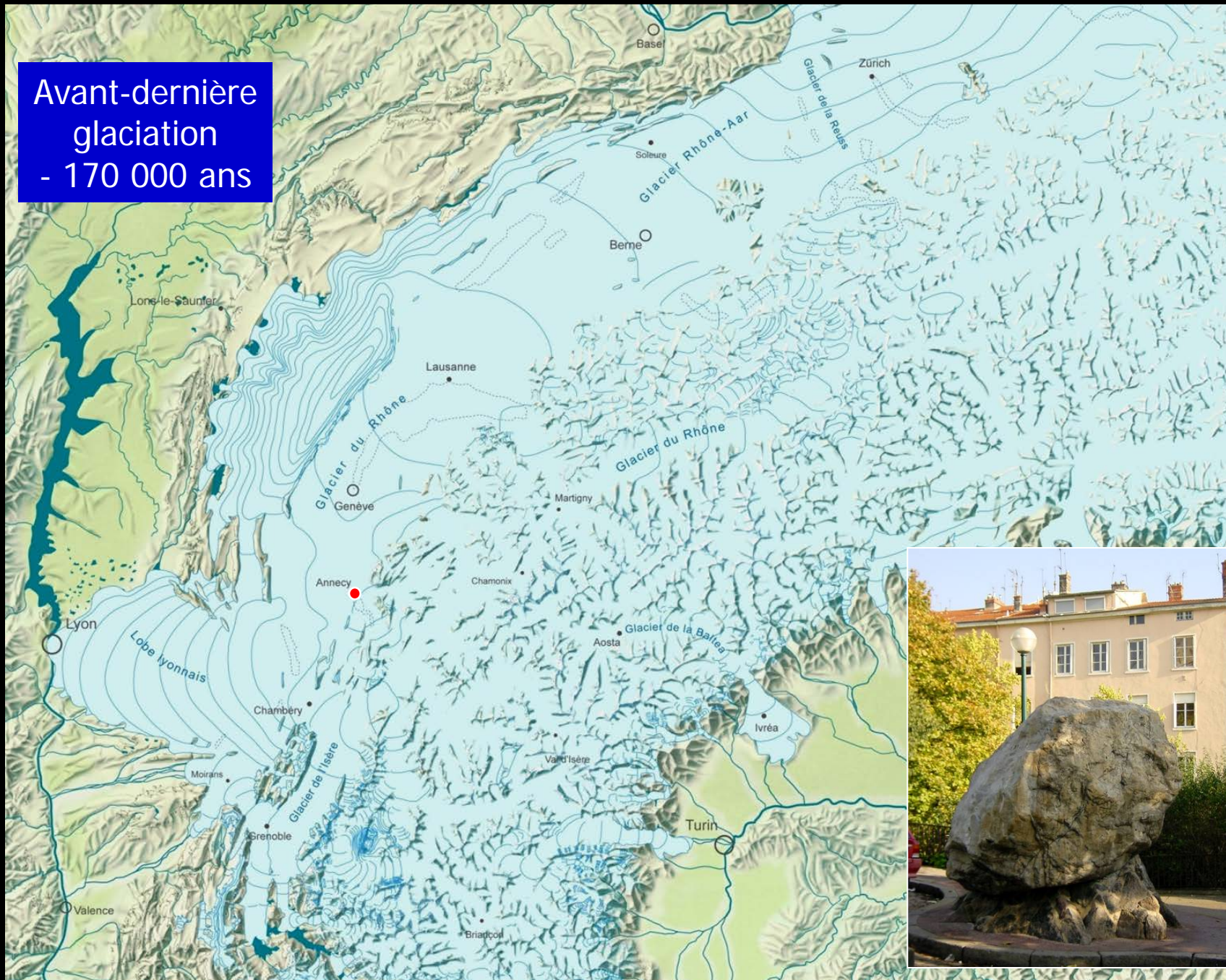
Glaciations de  
la Dombes  
- 280 000 ans  
- 350 000 ans



**Tassin-la-Demi-Lune**



Avant-dernière  
glaciation  
- 170 000 ans



# Les blocs erratiques du Riss

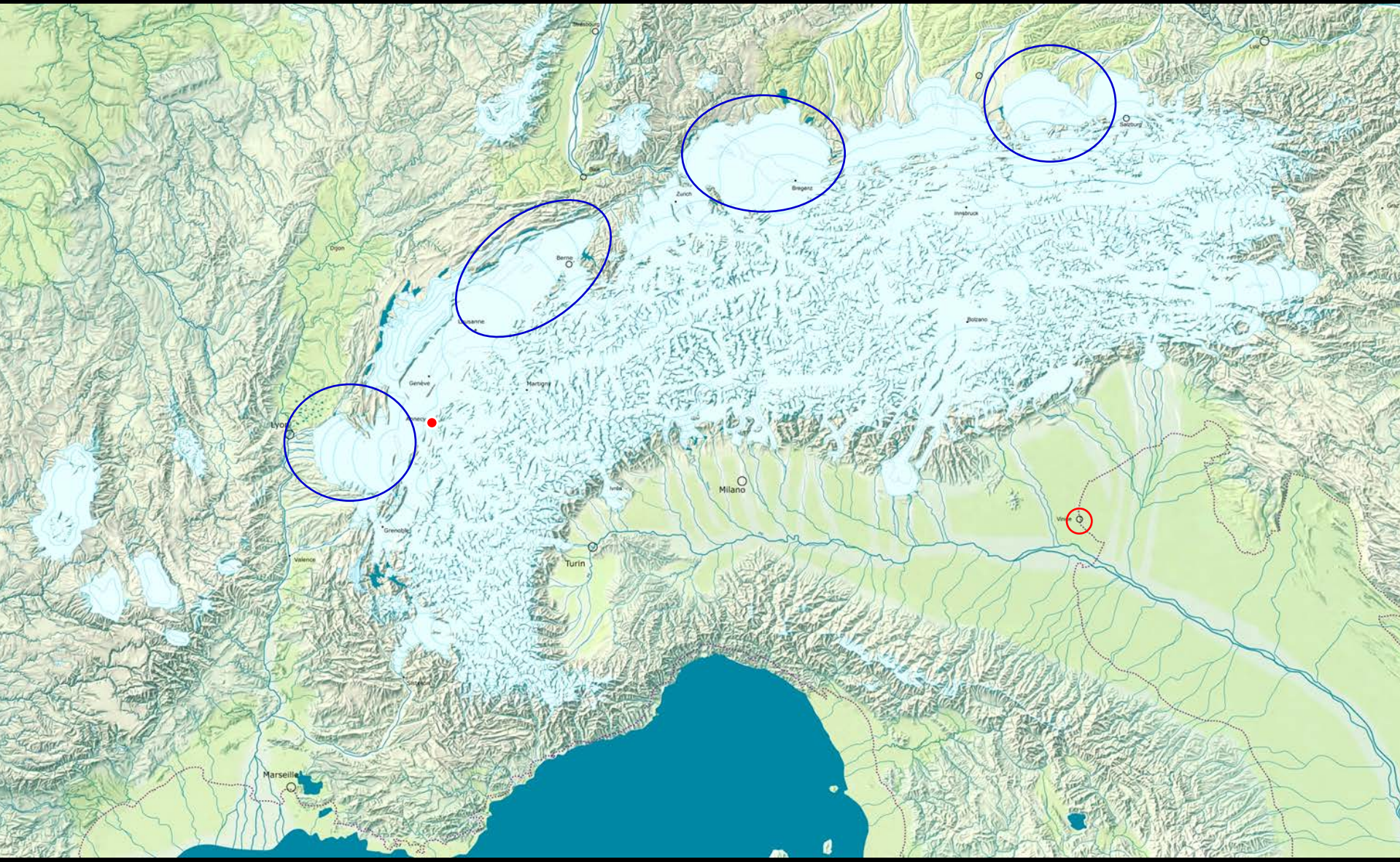
■ âge - 175 000 ans



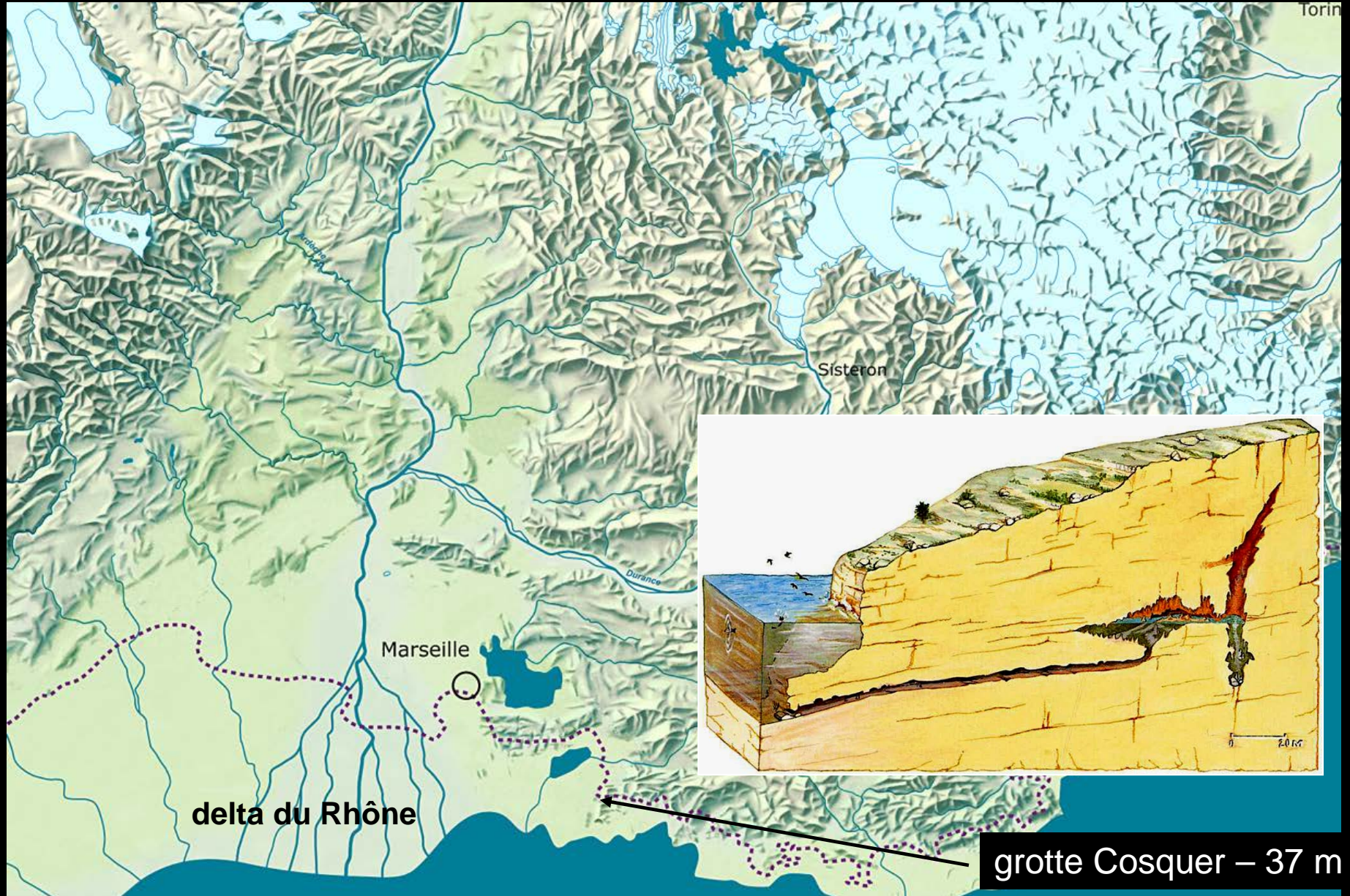


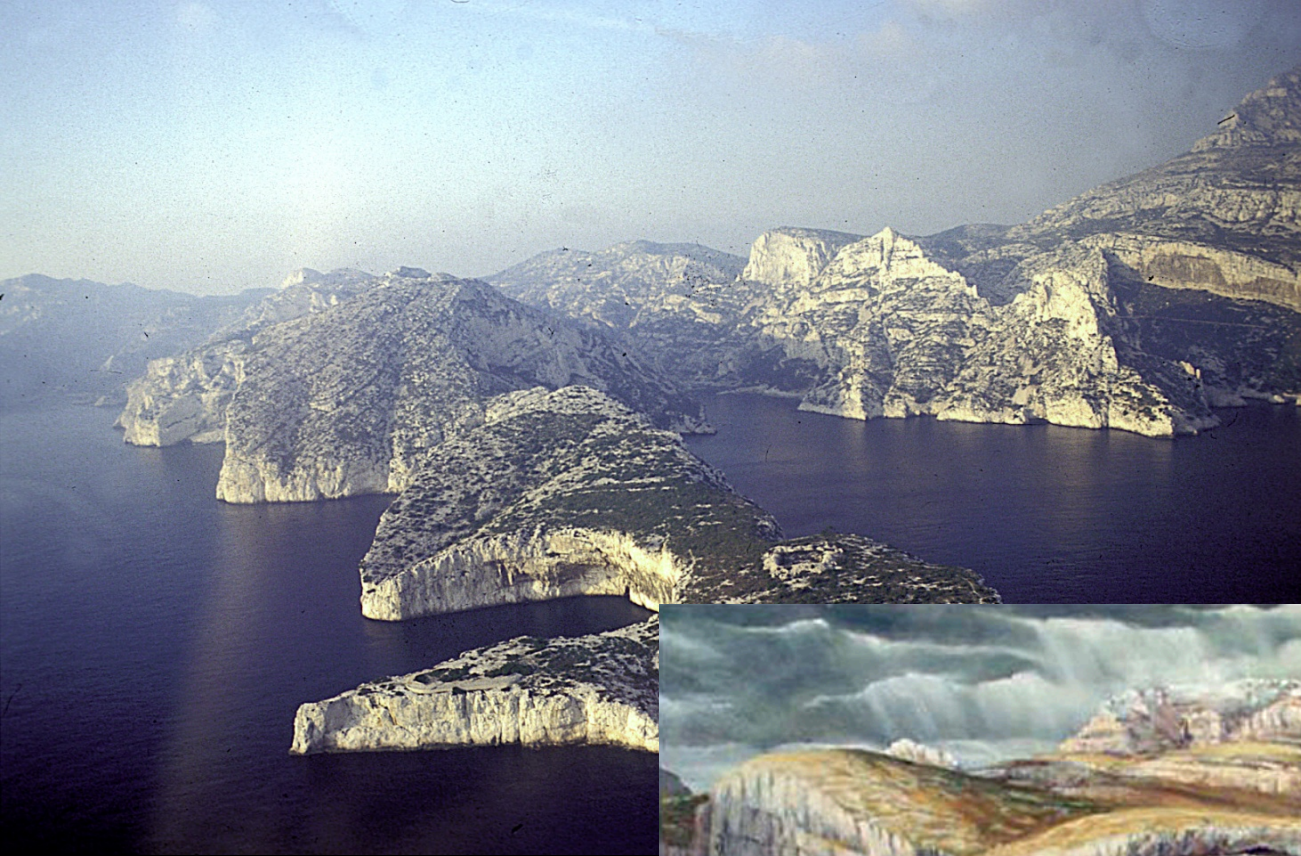
# Les Alpes, le Massif Central, les Vosges et le Jura

## Il y a 25 000 ans



# Les Alpes du sud et les rivages de la Méditerranée Il y a 25 000 ans



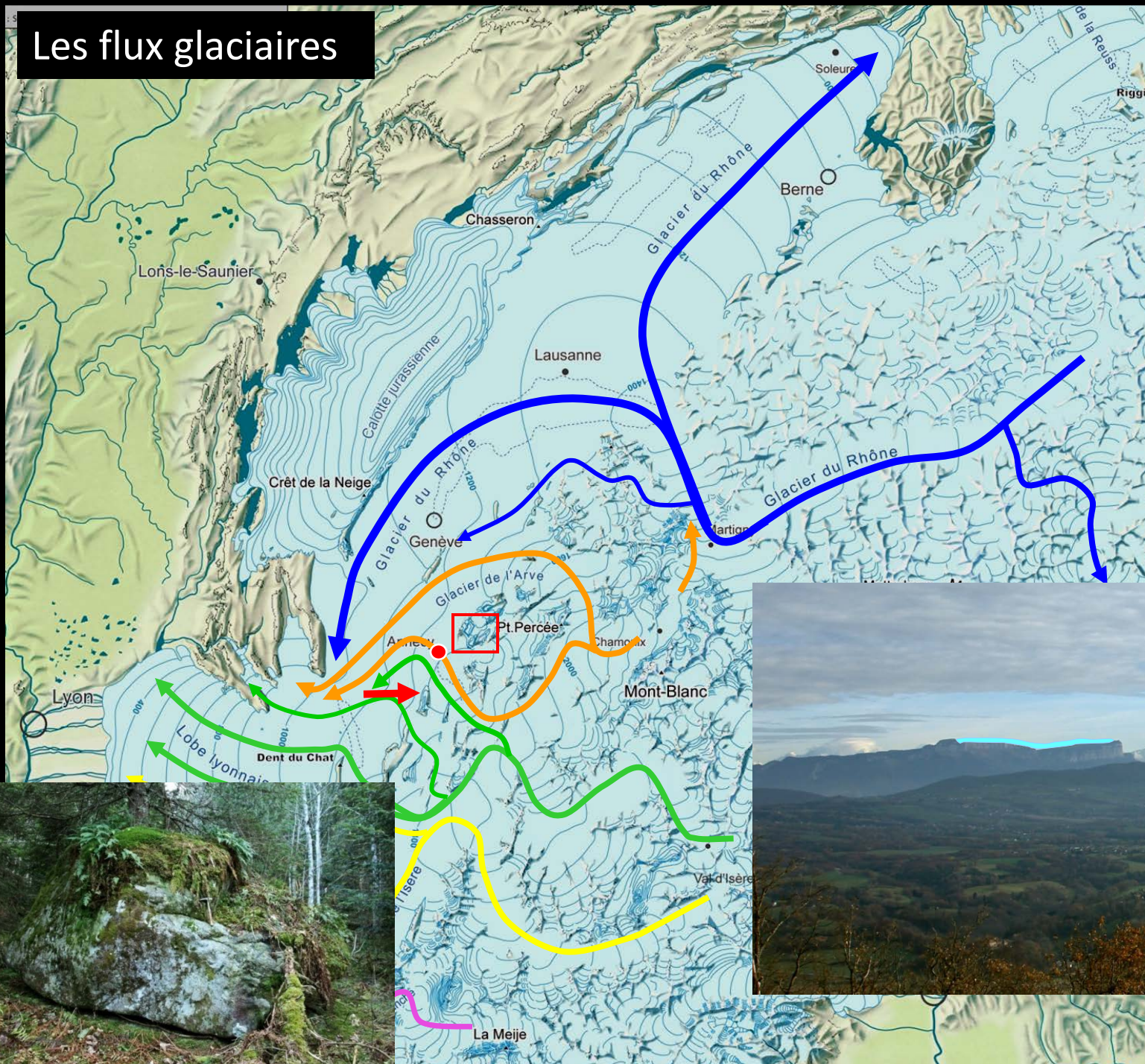


# Dernière glaciation "Würm" (dernier maximum glaciaire)

- 28 000 ans



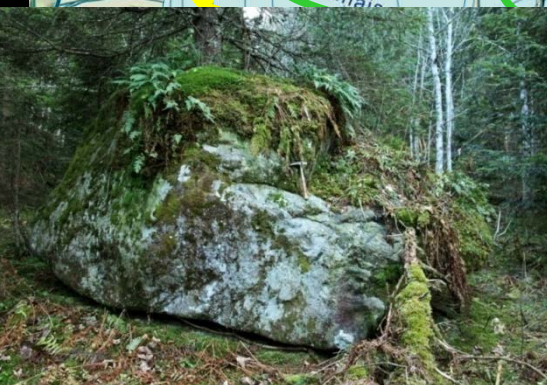
# Les flux glaciaires



Rhône

Arve

Isère

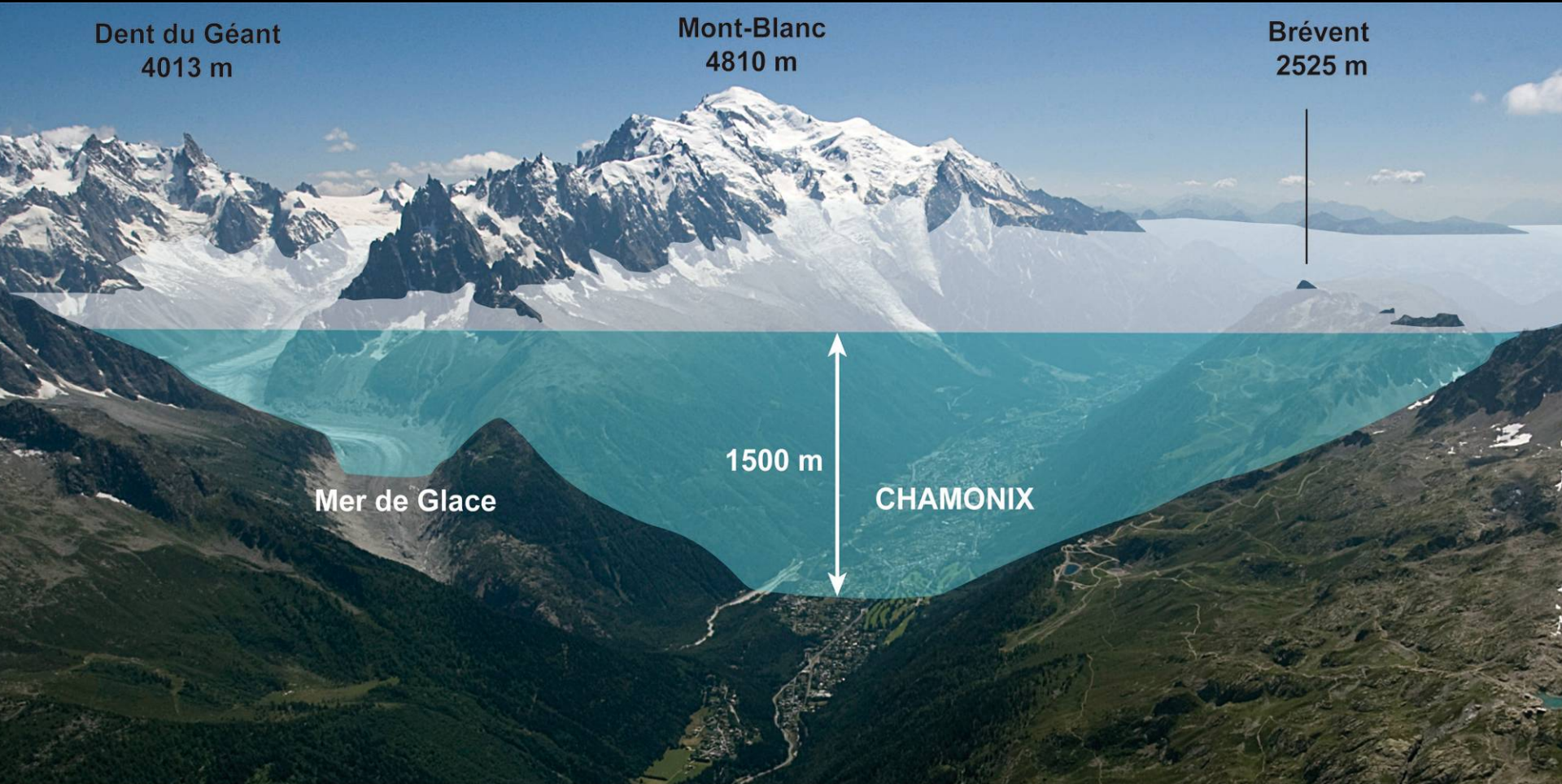


# le bassin de la Mer de Glace – 28 000 ans



*Mer de Glace*

# La vallée de Chamonix – 28 000 ans



La vallée de l'Arve aujourd'hui    Il y a 16 000 ans



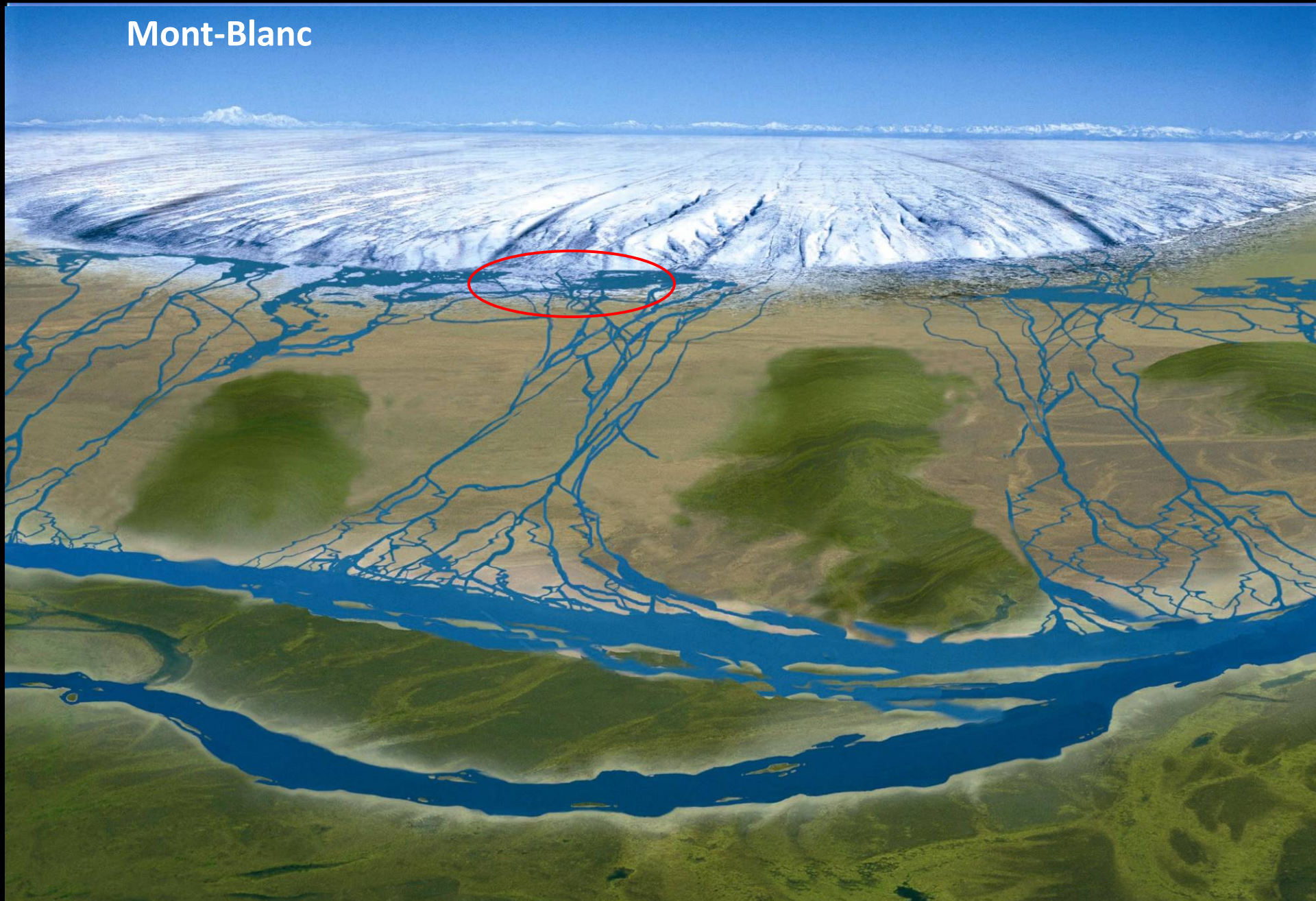


# Le lac Léman et Genève



Lyon – 28 000 ans

Mont-Blanc

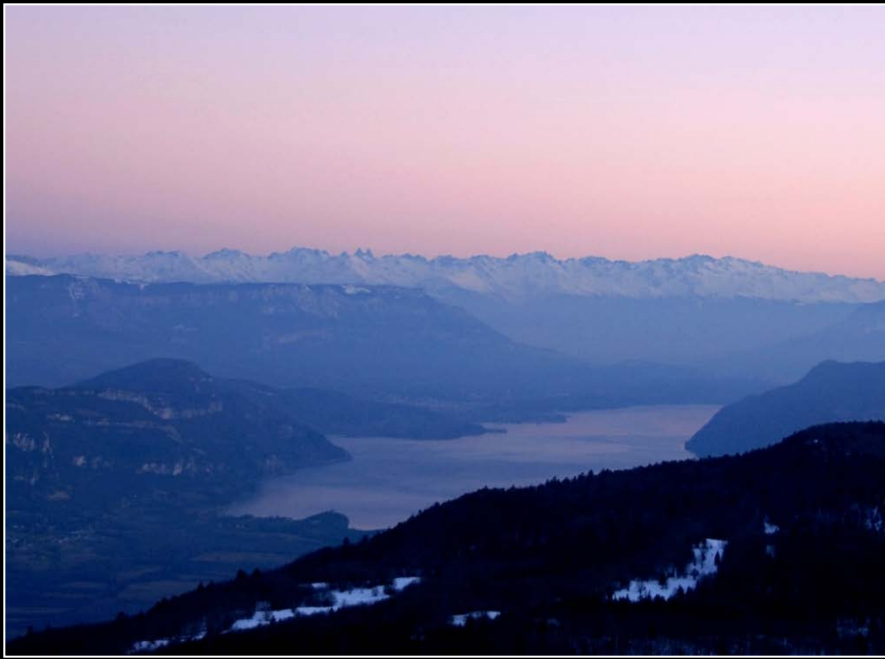



# Recherche d'analogie : le lobe glaciaire du Malaspina aujourd'hui



- un lobe de piémont

# Des lacs d'origine glaciaire



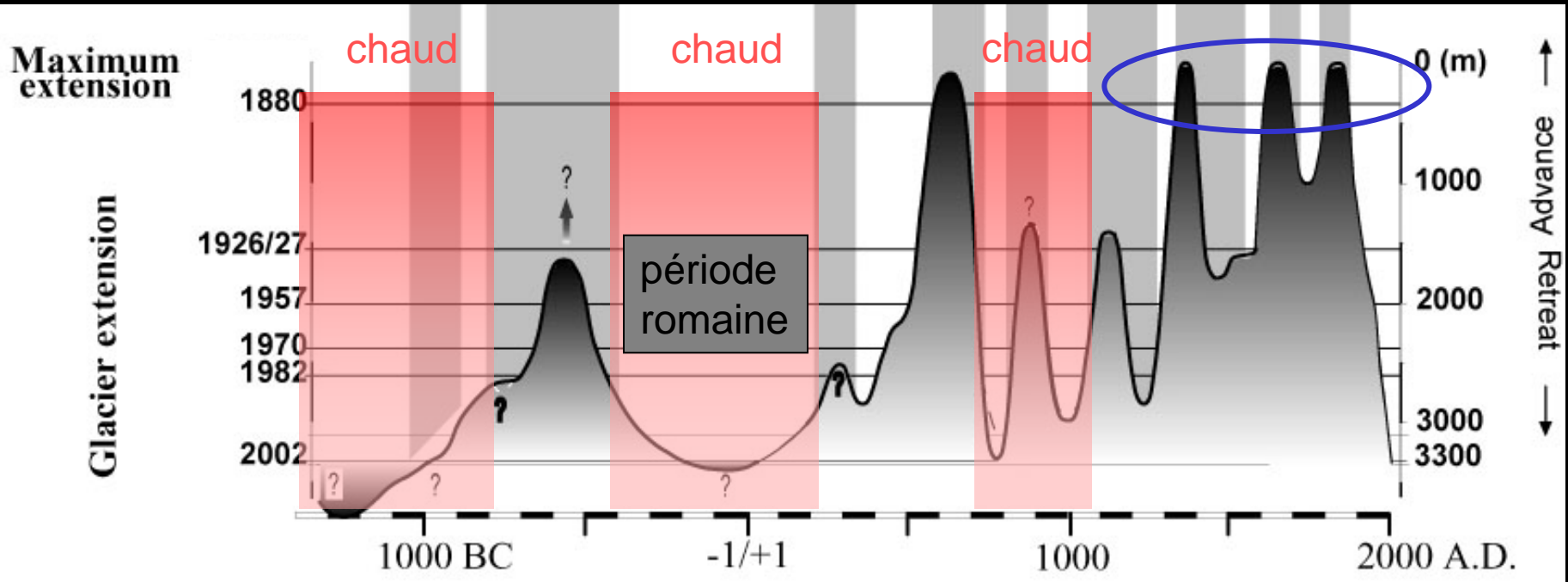
A dark, atmospheric landscape of a mountain valley. The foreground is a rocky, scree-covered slope. In the middle ground, a wide, flat valley floor is visible, possibly a former glacial plain. The background features a range of jagged, snow-capped mountain peaks under a dark, overcast sky. The overall mood is somber and desolate.

Les temps post-glaciaires et le Petit Age Glaciaire  
les Alpes sans glacier !



Alternance d'avancées et de retraits des glaciers des Alpes depuis 10 000 ans...

Petit Age Glaciaire  
entre le XIV<sup>e</sup> siècle et 1850



# A la Mer de Glace

## Les affleurements de bois fossiles Troncs d'aroles

Age : 2000 ans  
et 4000 ans

*Travaux de Melaine Le Roy  
EDYTEM; Université de Savoie*



*Copyright Melaine Le Roy*



# Au glacier du Mont Miné (Suisse)

Age - 6000 ans

- 8200 ans





# Au glacier de Forno (Bernina)

- tourbe rejetée par le glacier

Age : 7000 ans



Photos Melaine Le Roy

# Steingletscher (col du Susten)



A l'âge du Bronze, il y a 4000 ans,  
le front du Steingletscher  
s'arrêtait environ 600 mètres plus  
haut

# La crise climatique du Petit Age de Glace

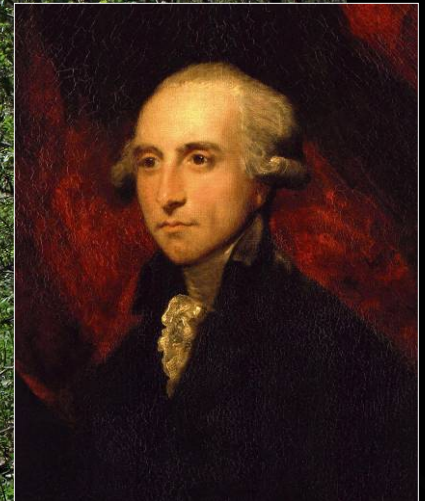
## des catastrophes glaciaires en série

Les glaciers détruisent

- des alpages,
- des mines,
- des villages : Bonanay, le Châtelard,
- la Rosière à Argentière
- Tiefenmatten près de Zermatt.



# 1741 - les « inventeurs » de la Mer de Glace



A wide, flat, rocky landscape under a dark sky, with snow-capped mountains in the background. The foreground is filled with dark, jagged rocks and patches of snow. The middle ground shows a vast, flat expanse of snow and rock, possibly a former glacier bed. In the background, a range of dark, jagged mountains is partially covered in snow. The sky is a deep, dark blue, suggesting twilight or dawn. The overall scene is desolate and dramatic.

150 ans de recul des glaciers



1860



2015

# La Mer de Glace et le chalet du Chapeau



# Le Glacier d'Aletsch

1855



2010





A wide-angle photograph of a vast, rocky glacier landscape in the Alps. The foreground is dominated by dark, jagged rock formations. The middle ground shows a wide, flat expanse of ice and rock, with numerous small, dark patches of rock scattered across the surface. In the background, a range of dark, snow-capped mountains rises against a twilight sky. The lighting is soft and dim, suggesting dusk or dawn. The overall scene is majestic and serene.

Quelques beaux glaciers des Alpes

# Mer de Glace aujourd'hui





14/09/2008

**Vitesses d'écoulement : 700 m par an**

# Le glacier d'Aletsch



# Le glacier d'Aletsch





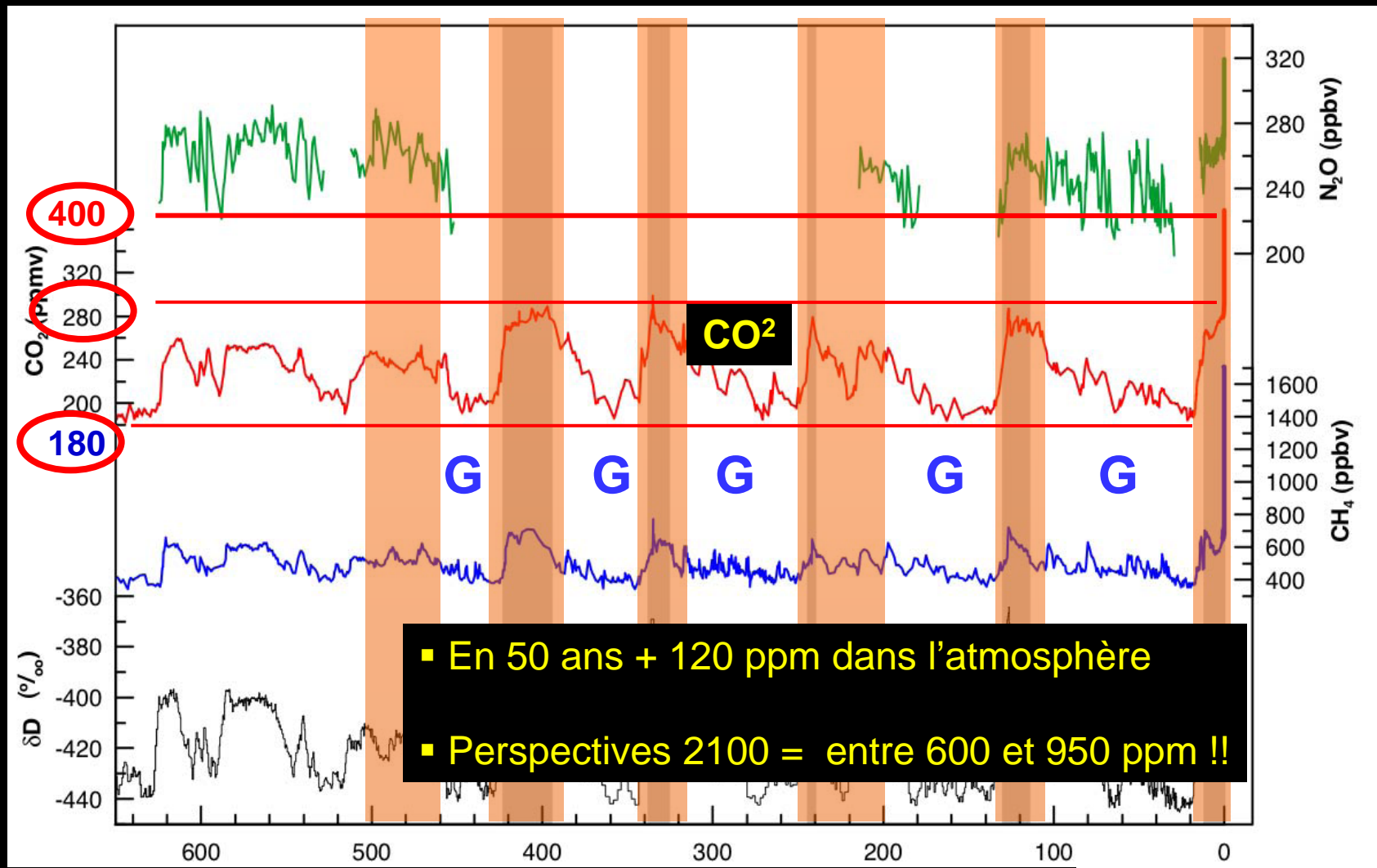


Epaisseur de glace 900 m





# Relation entre la température et composition chimique de l'atmosphère

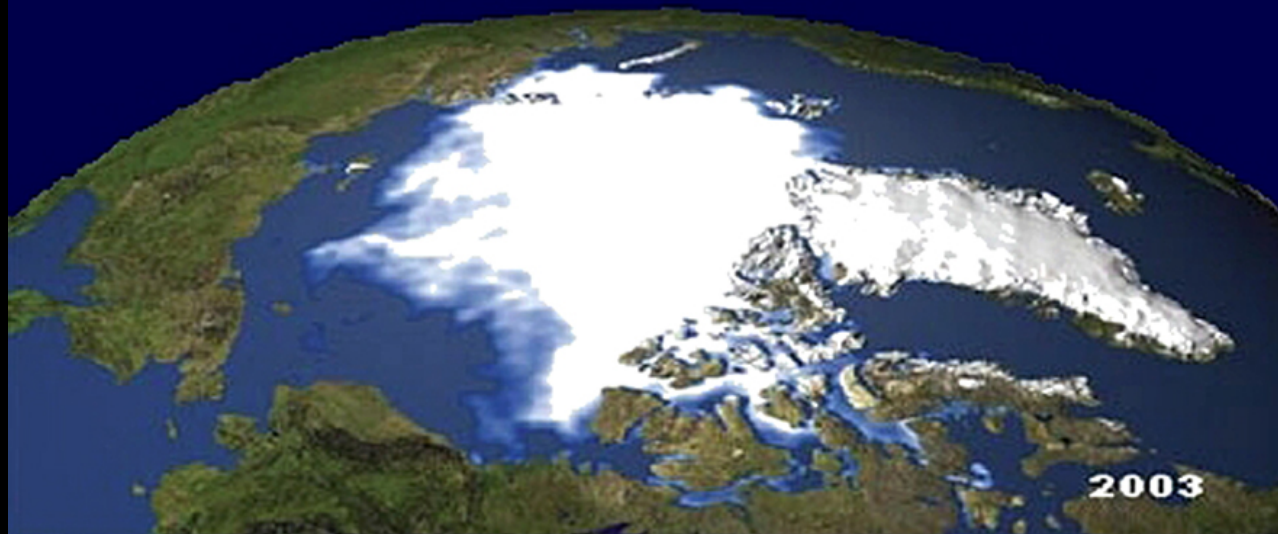
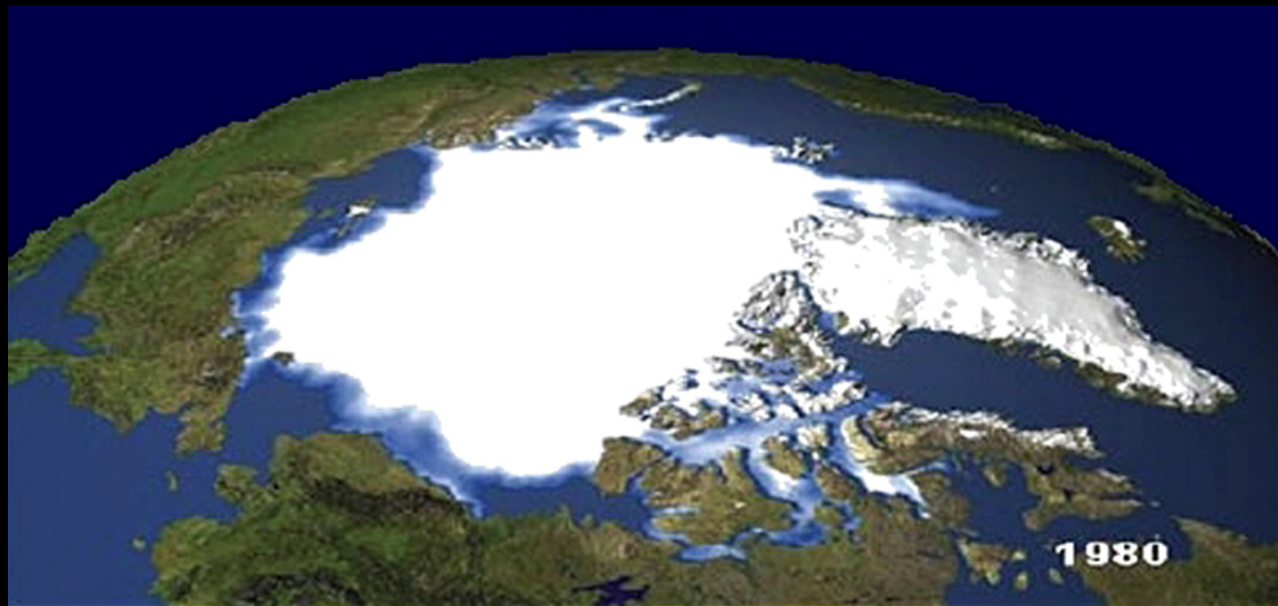


ppm = partie par million

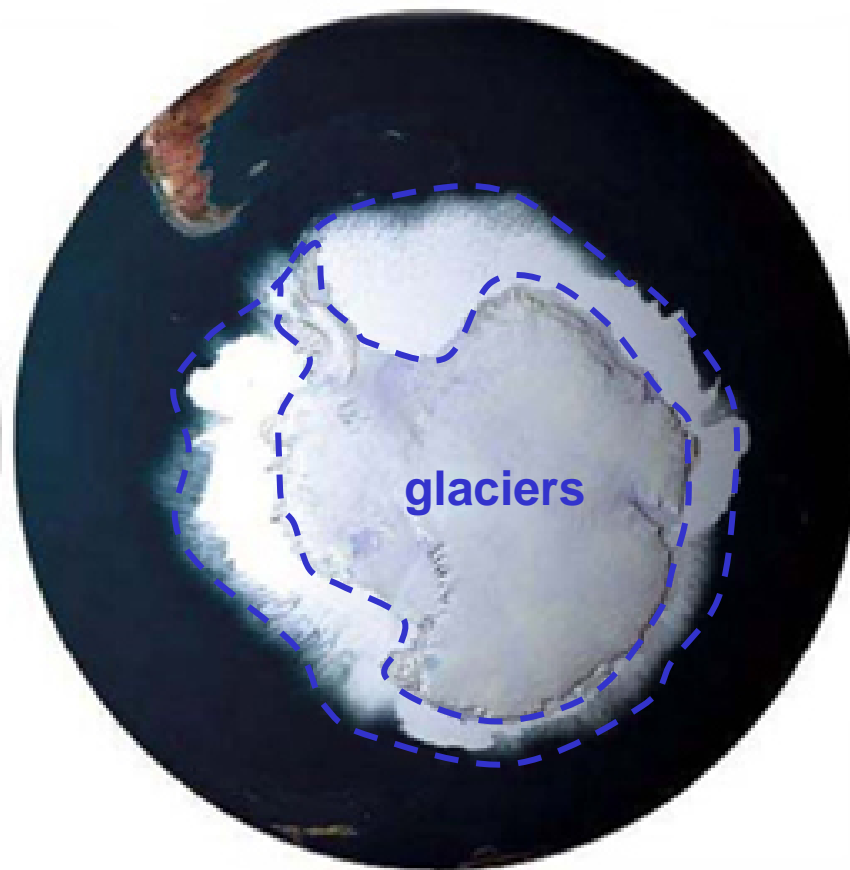
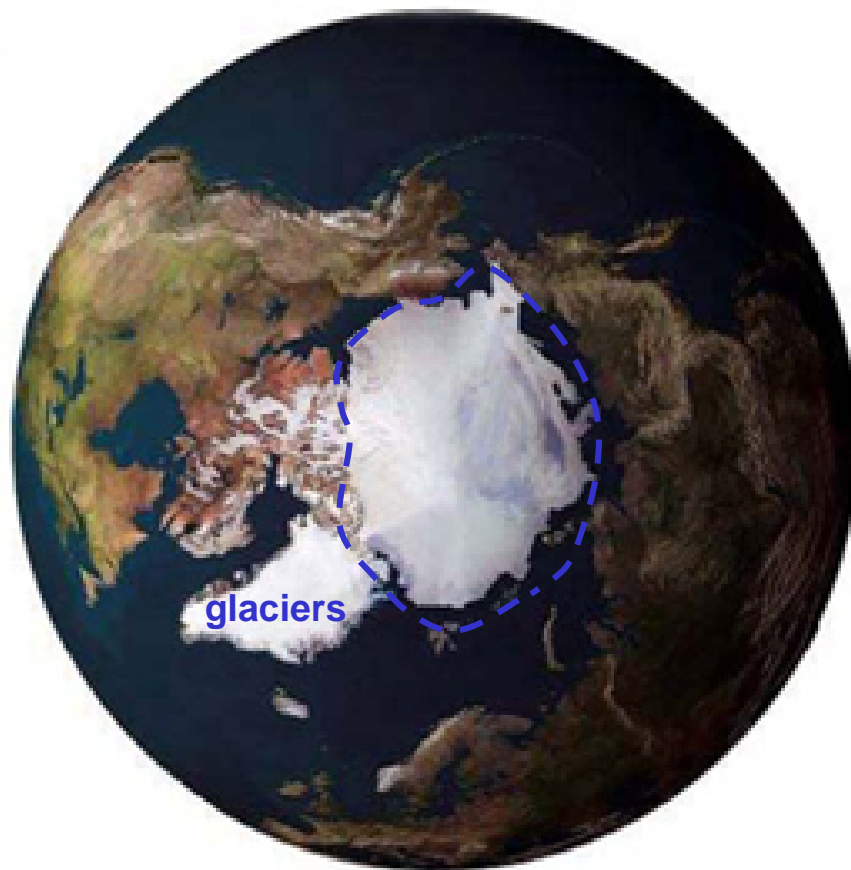
1 ppm représente une molécule pour 1 million de molécules

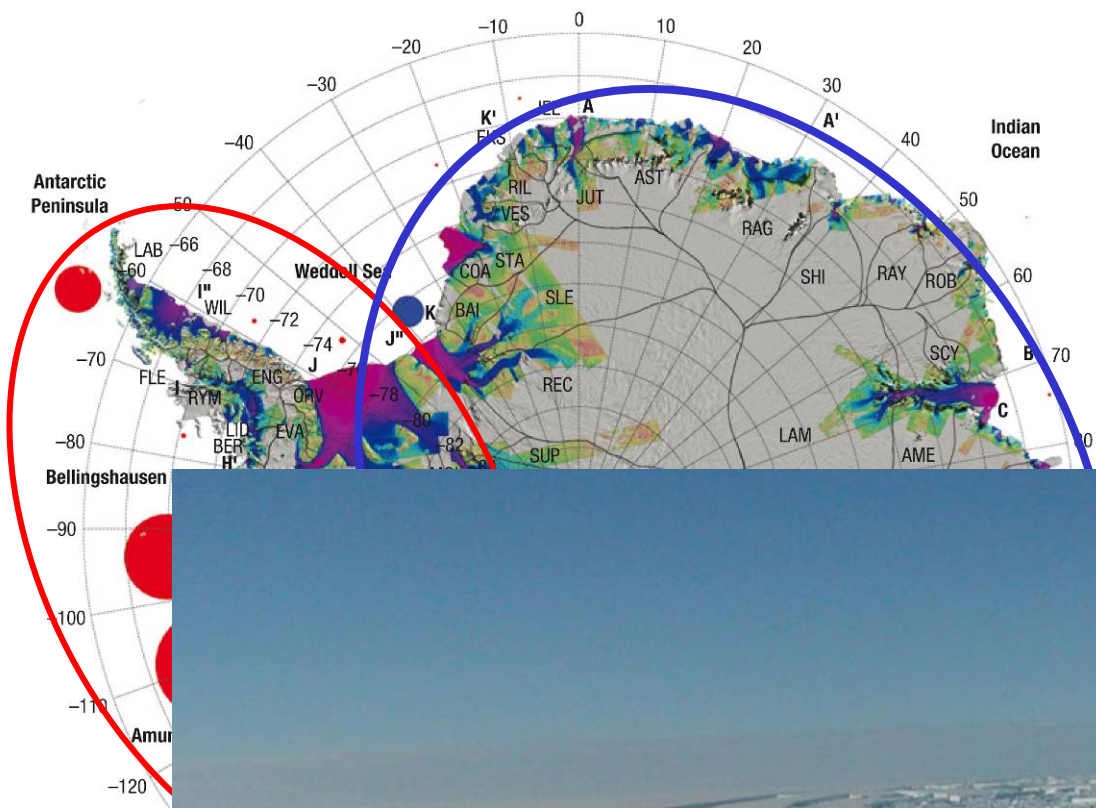
Source : GIEC

# Etendue de la banquise de l'Arctique



La banquise arctique et antarctique = eau de mer gelée





# Conclusion

## Du point de vue du climat et de la cryosphère

- depuis 2,6 millions d'années, le climat traverse un des épisodes les plus froids que la planète ait connu
- un glacier n'est jamais en position d'équilibre, les crues alternent avec les décrues
- sommes-nous à la veille d'un changement environnemental majeur ?
- changement climatique : l'impact anthropique est maintenant avéré !!
- les modèles de prévisions climatiques sont-ils fiables ?
- ATTENTION : en 50 ans, la teneur en CO<sup>2</sup> de l'atmosphère a augmenté de 100 ppm

**Restons optimistes : les modèles démontrent que la prochaine glaciation commencera dans 30 à 40 000 ans**

*En attendant le retour à des conditions climatiques favorables à une nouvelle glaciation...*

**merci de votre attention**

**Glaciers**

**Climat**

<http://www.glaciers-climat.com>

**copyright Sylvain Coutterand**

