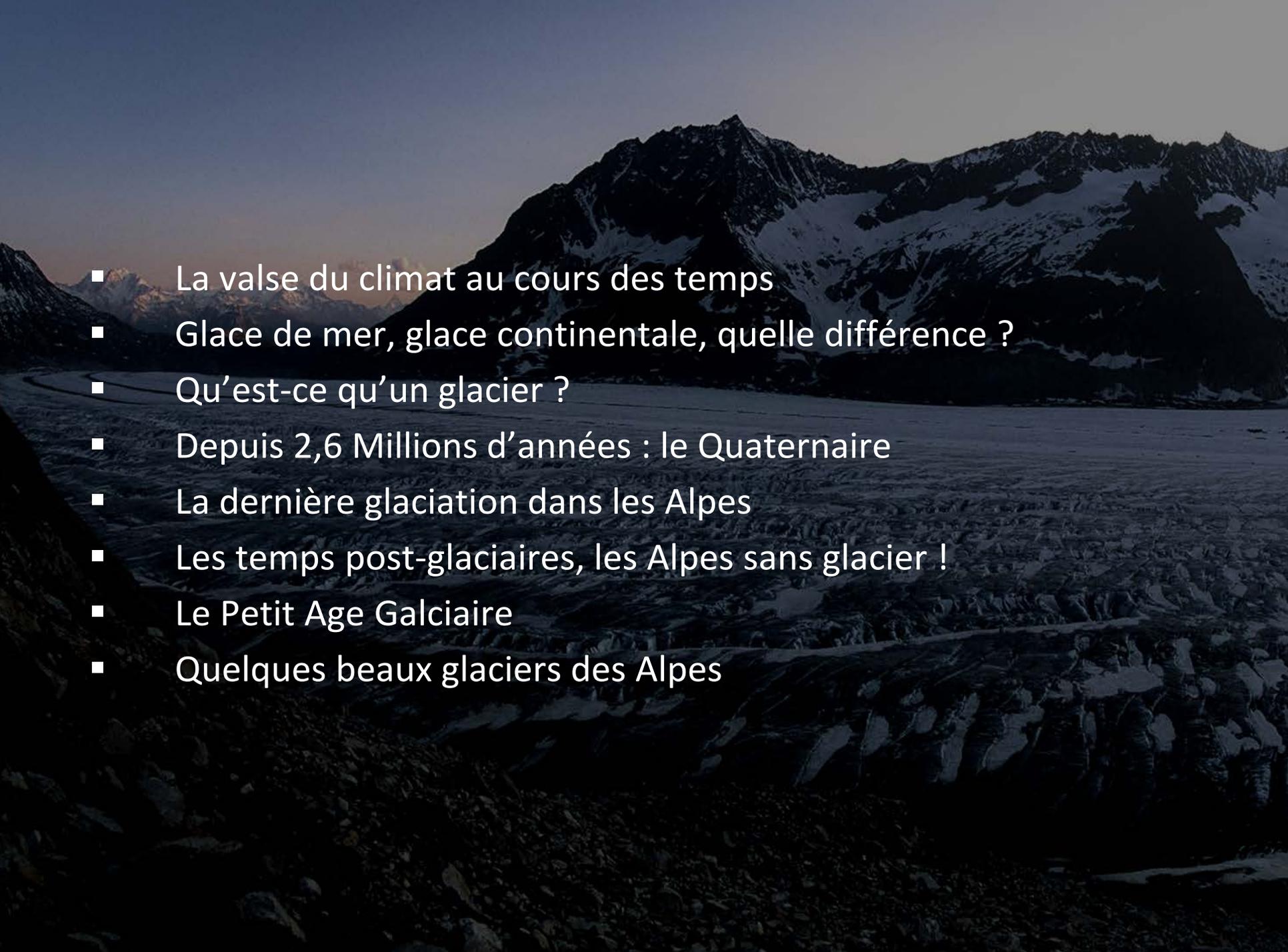




Une histoire de climat et de glaciers à Annecy !

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 black rocks, likely moraine material, interspersed with patches of snow and ice. The middle ground shows a more continuous layer of snow and ice, leading up to a range of dark, jagged mountains. The sky is a deep, dark blue, suggesting twilight or dawn. The overall scene is desolate and majestic, capturing the raw power of a glacial environment.

La valse du climat au cours des temps



2,5

6

20

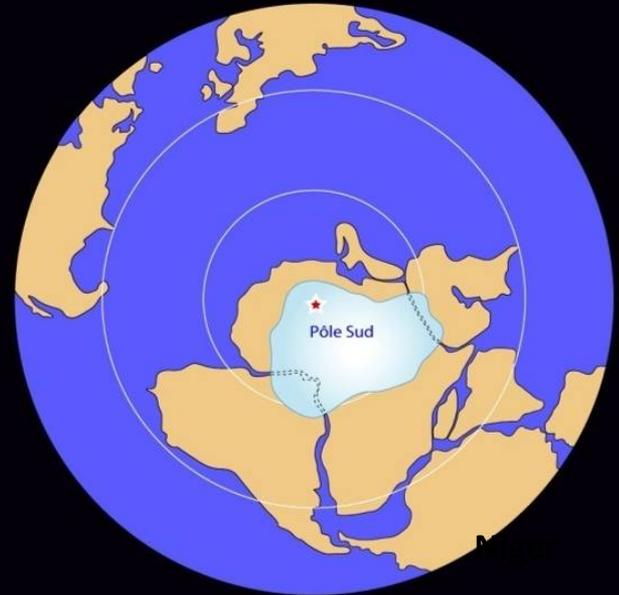
200

2010
+ 14,5°

froid

chaud

Englacement Antarctique

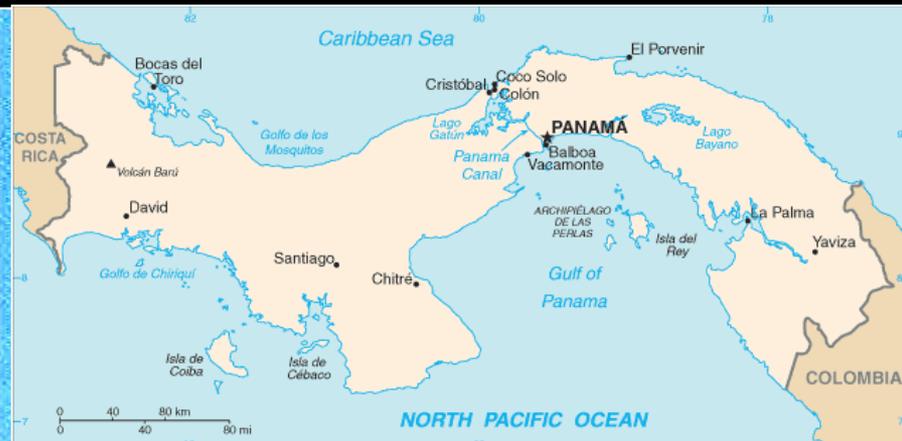


Glaciation ordovicienne

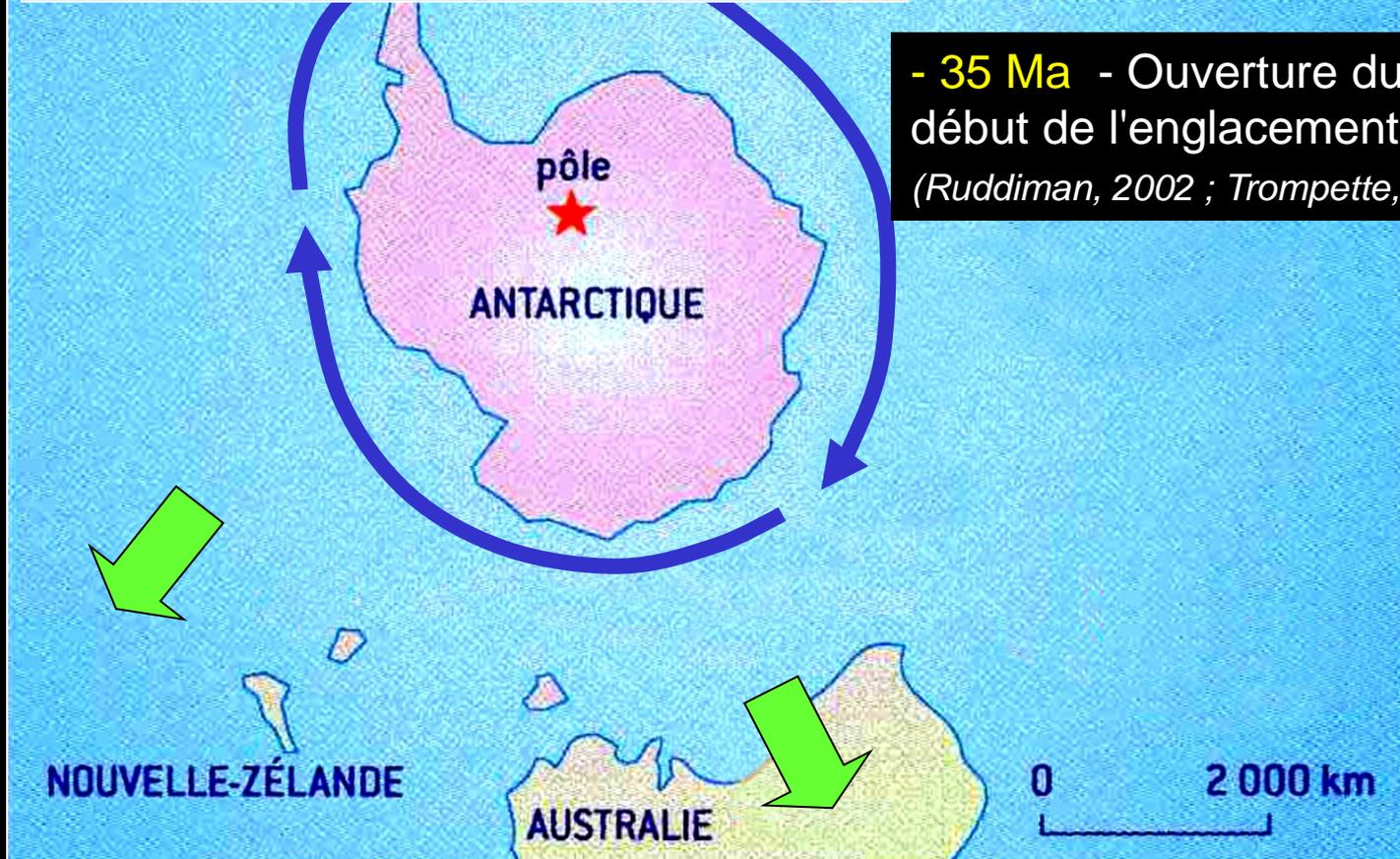
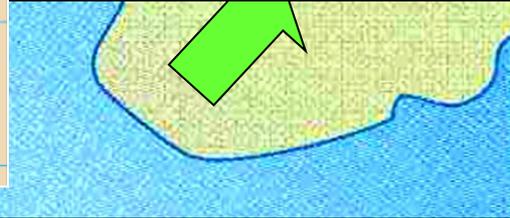


Pas de glaciers ?

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 massive glacier or ice sheet. The foreground and middle ground are filled with a complex, undulating surface of ice, showing various ridges, depressions, and textures. In the background, a range of dark, rugged mountains is visible, with patches of snow or ice on their slopes and peaks. The sky is a pale, clear blue, suggesting a bright day. The overall scene conveys the scale and texture of continental ice.

Glace de mer, glace continentale, quelle différence ?

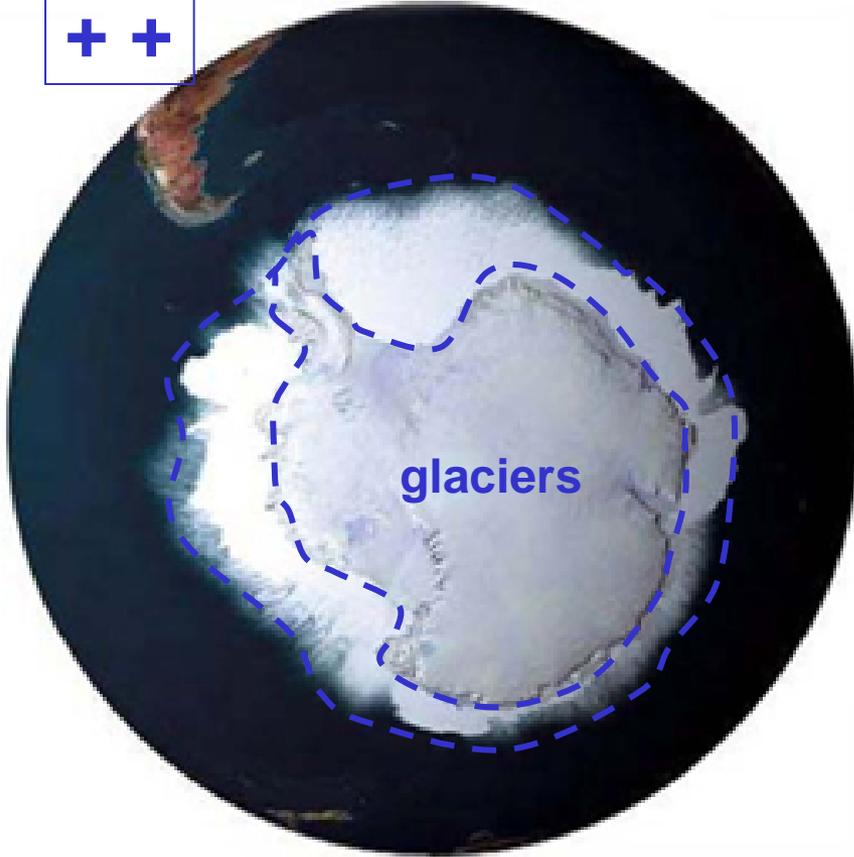
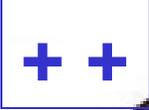
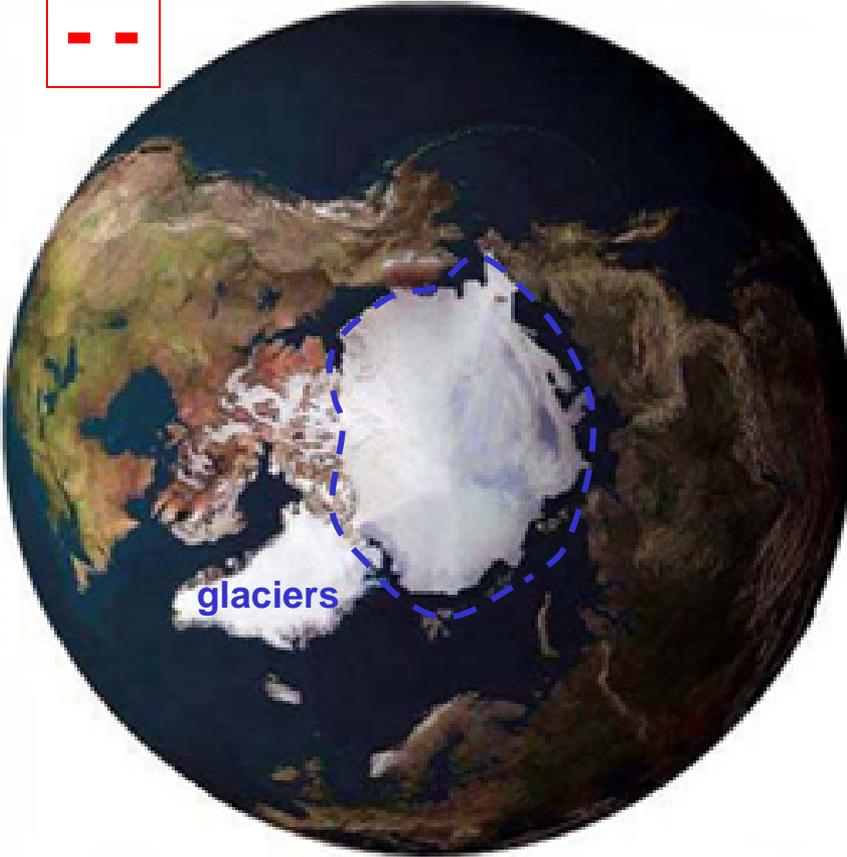
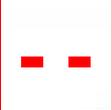
Iceberg et banquise



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

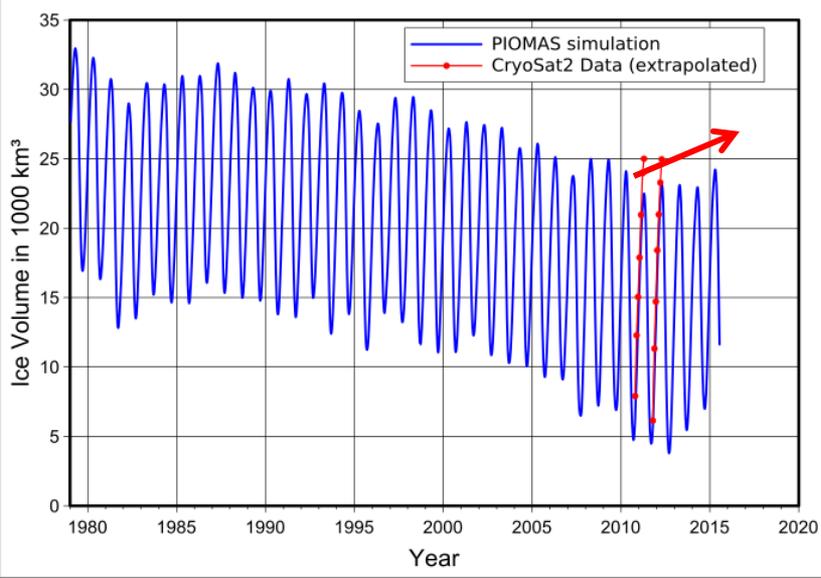


1980



2012

Arctic Sea Ice Volume



- 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 :

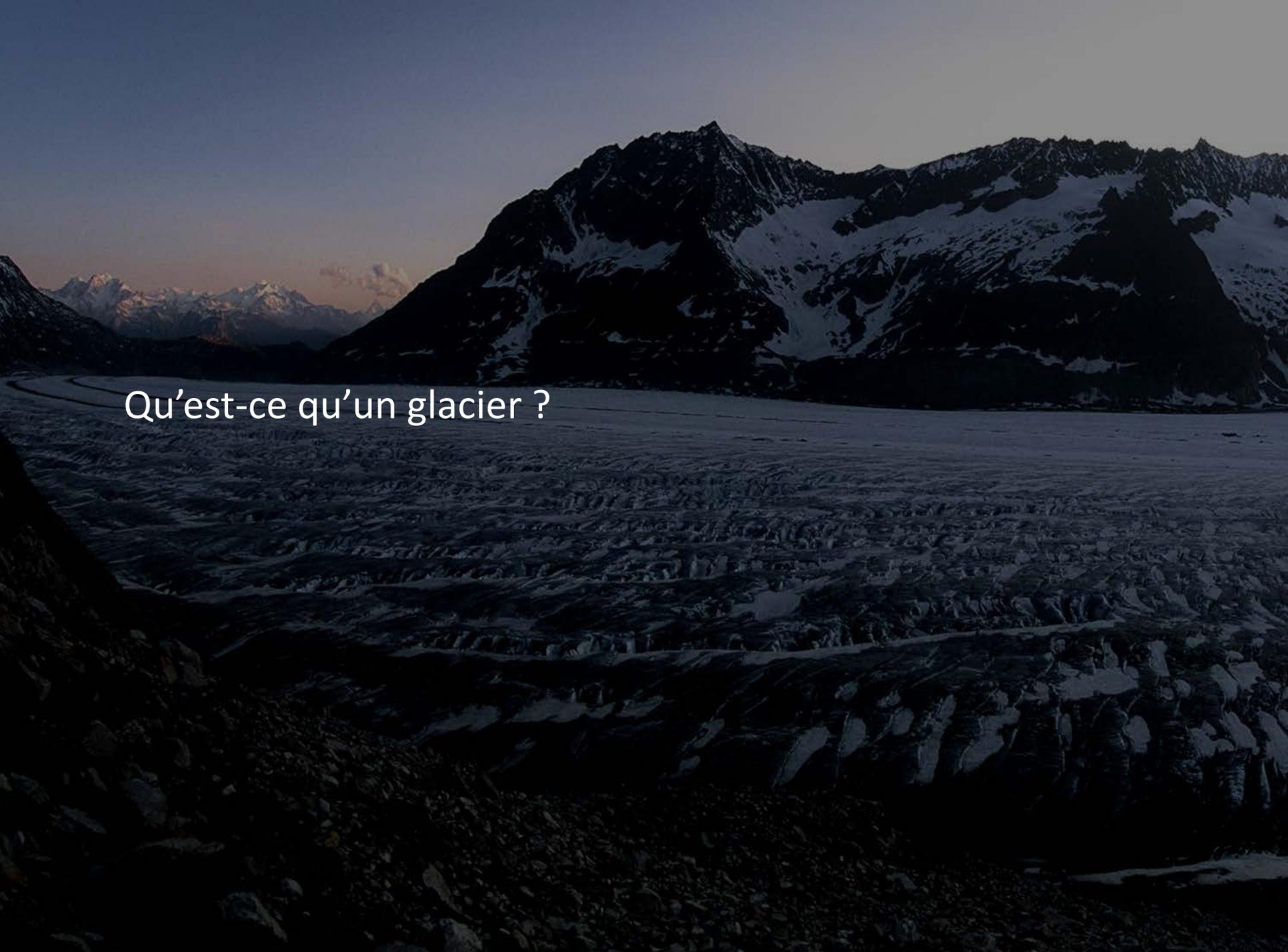
Antarctique = 62 m

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, powerful movement. 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

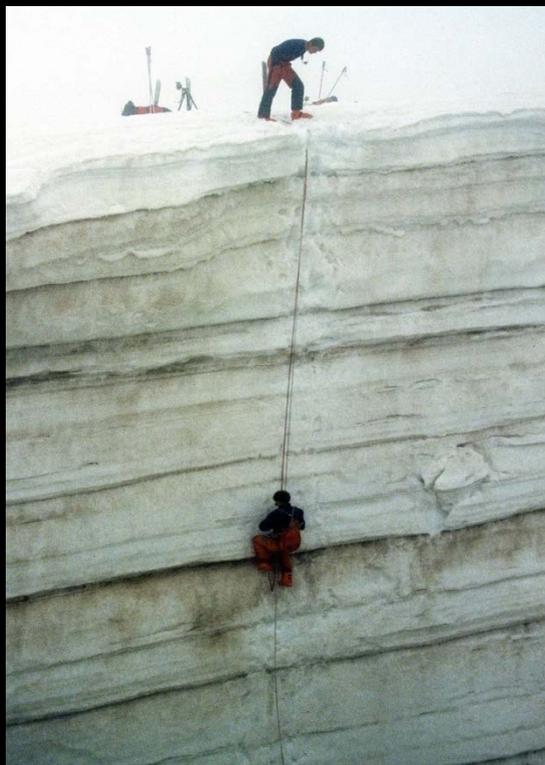


Ex. calotte glaciaire
du Mont-Blanc -16 °C

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.



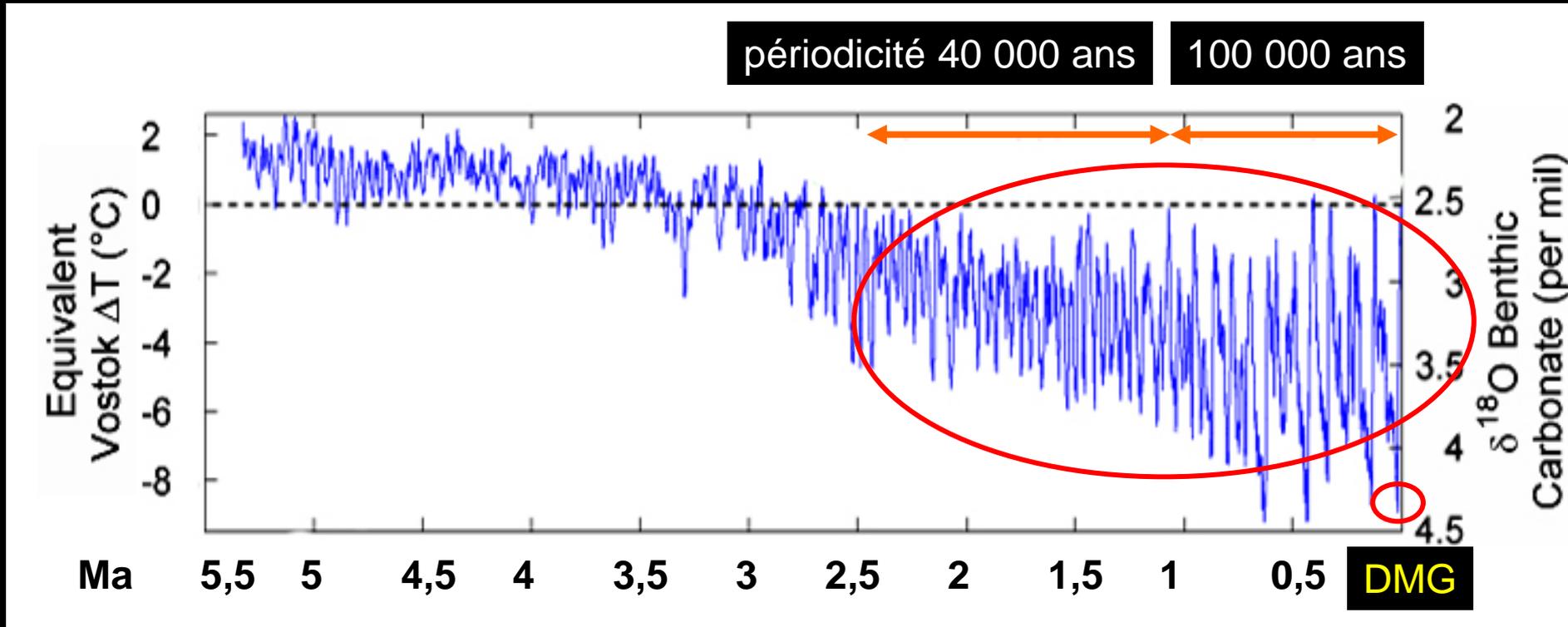
Mesure de l'accumulation annuelle sur le glacier de la Girose à 3200 mètres d'altitude dans le massif des Ecrins © L. Reynaud.

A dark, atmospheric landscape of a glacier valley. In the foreground, a wide, flat expanse of a glacier or moraine field is visible, showing subtle textures and shadows. The middle ground is dominated by a large, rugged mountain range with significant snow cover. The sky is a deep, dark blue, suggesting twilight or dawn. The overall mood is somber and majestic.

Depuis 2,6 millions d'années : le Quaternaire

Cadre stratigraphique du Quaternaire les sédiments océaniques : archives du climat

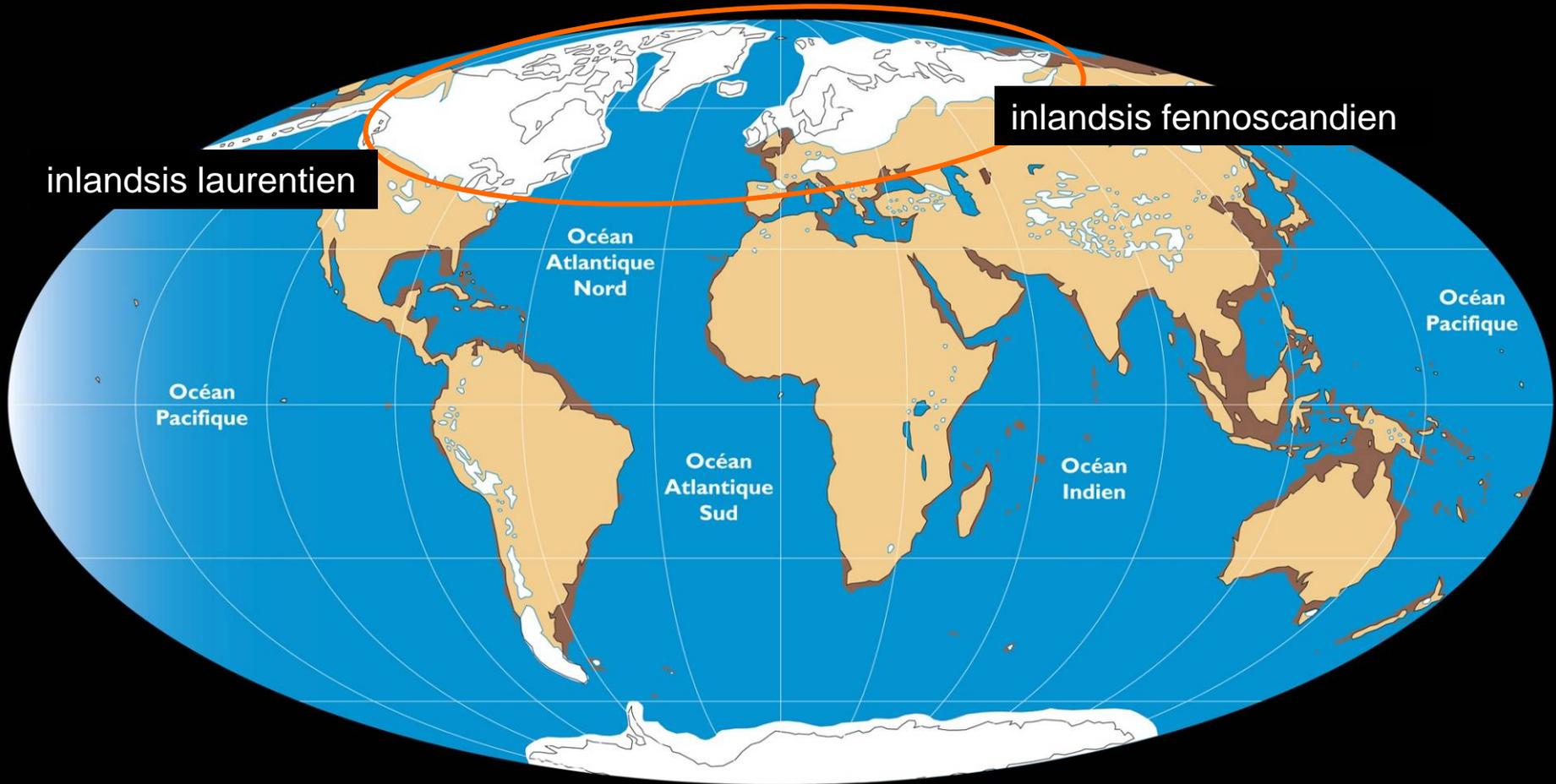
6 millions d'années de fluctuations climatiques



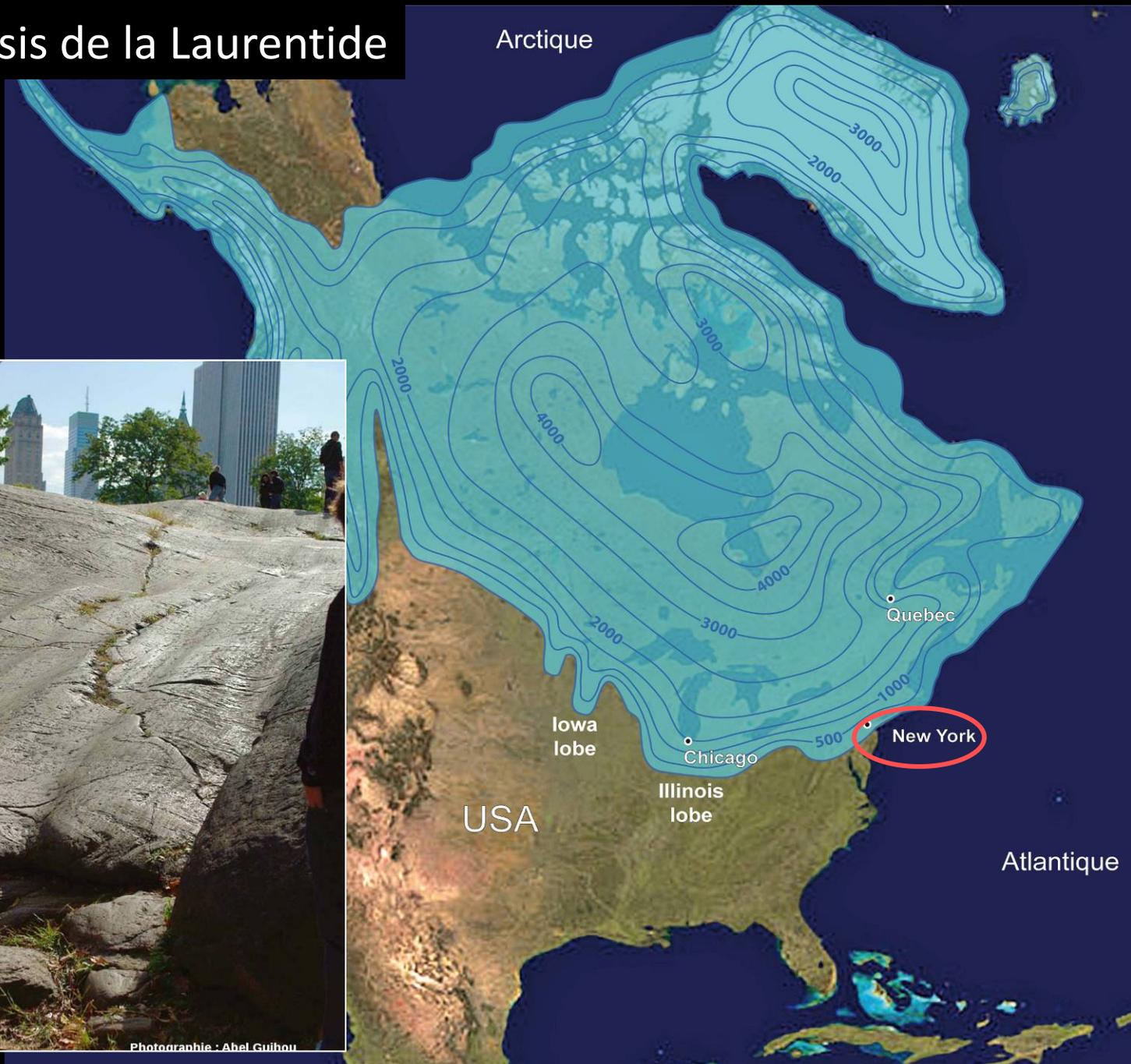
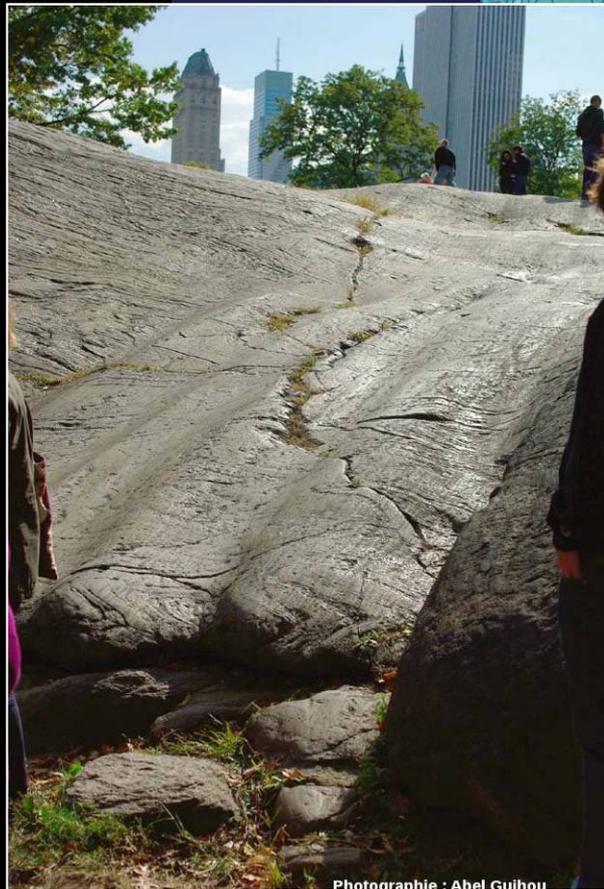
Quaternaire depuis 2,6 millions d'années \Rightarrow environ 30 glaciations

La Terre pendant le dernier maximum glaciaire – 22 000 ans

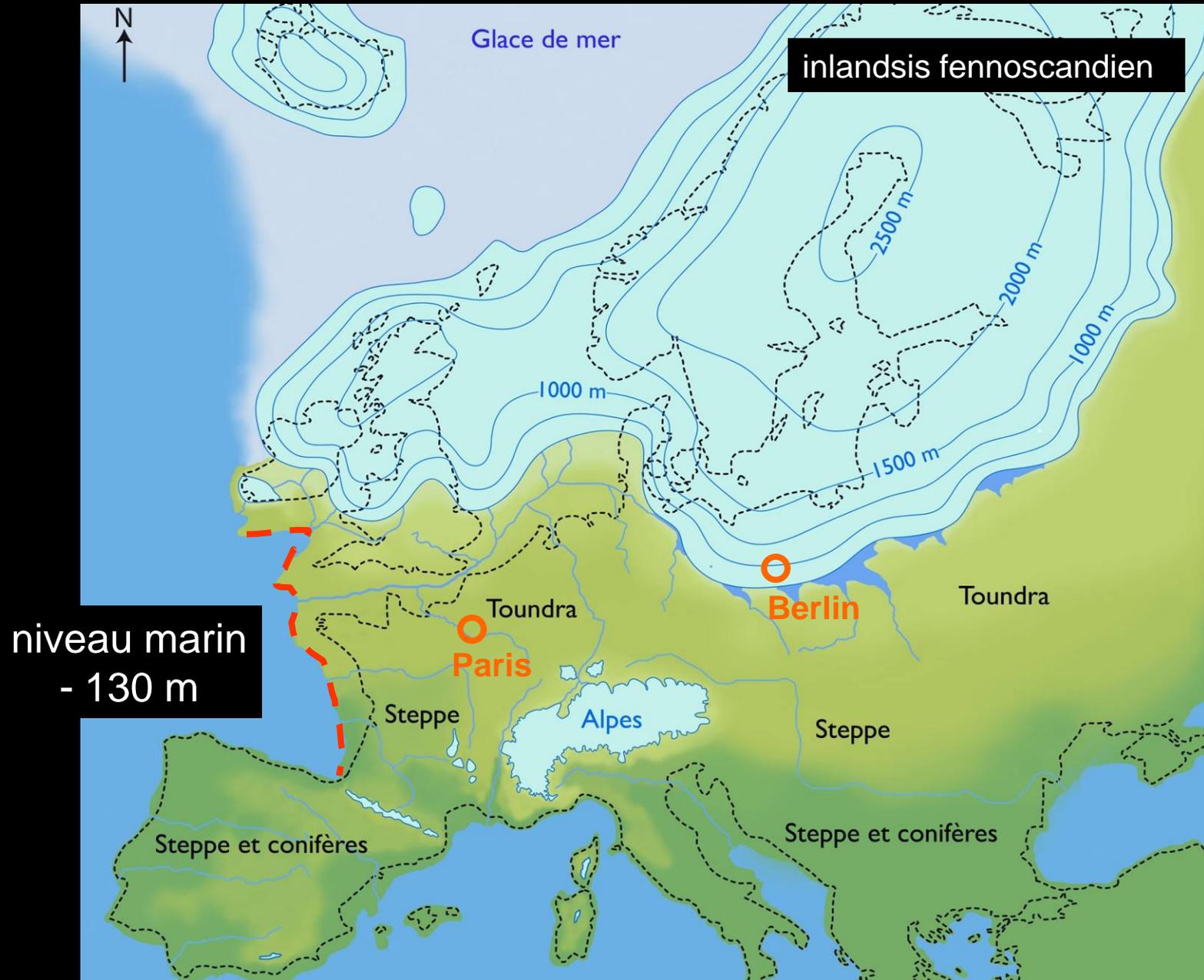
calottes glaciaires de l'hémisphère Nord



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)

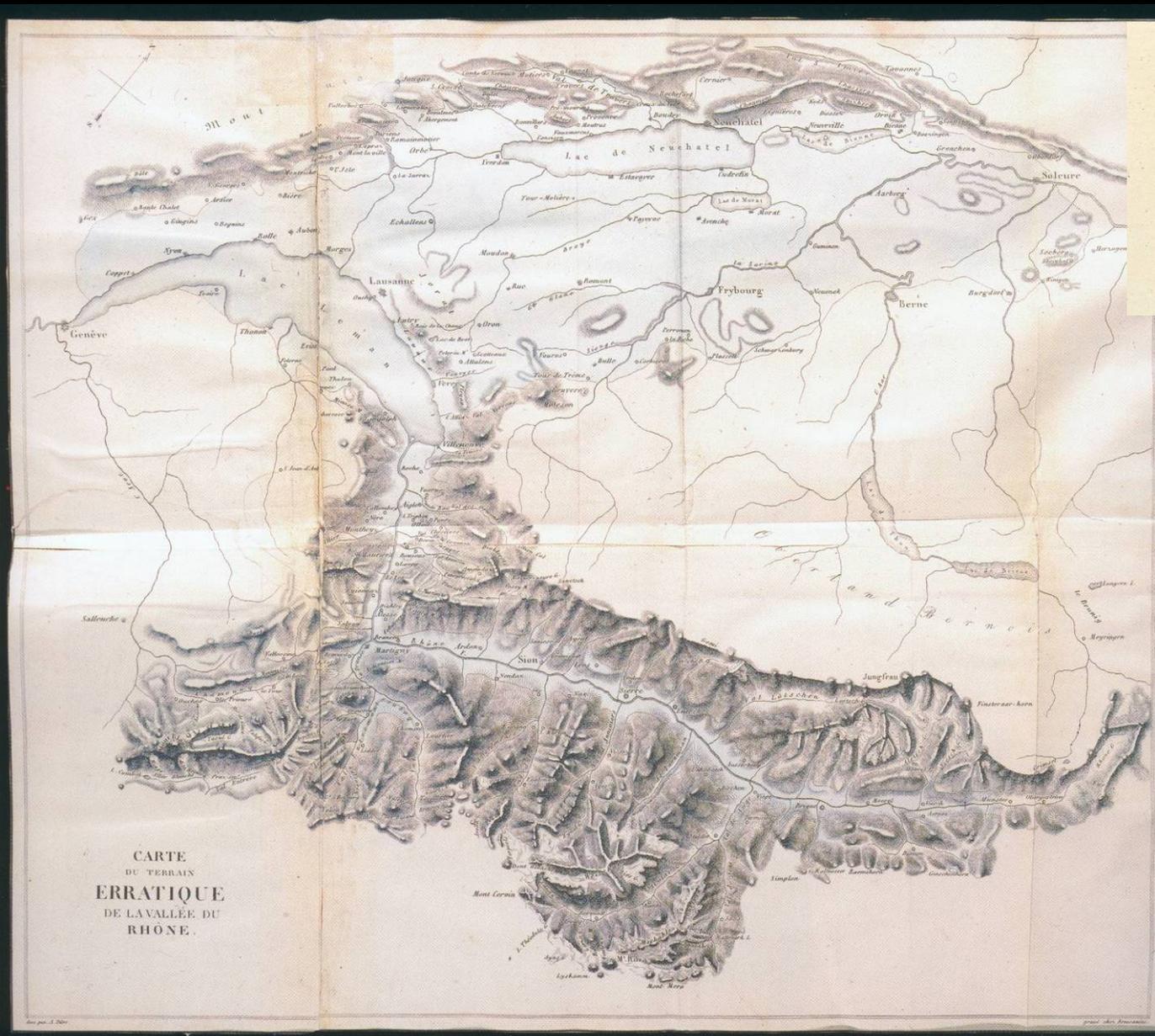
Le modelé glaciaire : la "trimline"



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

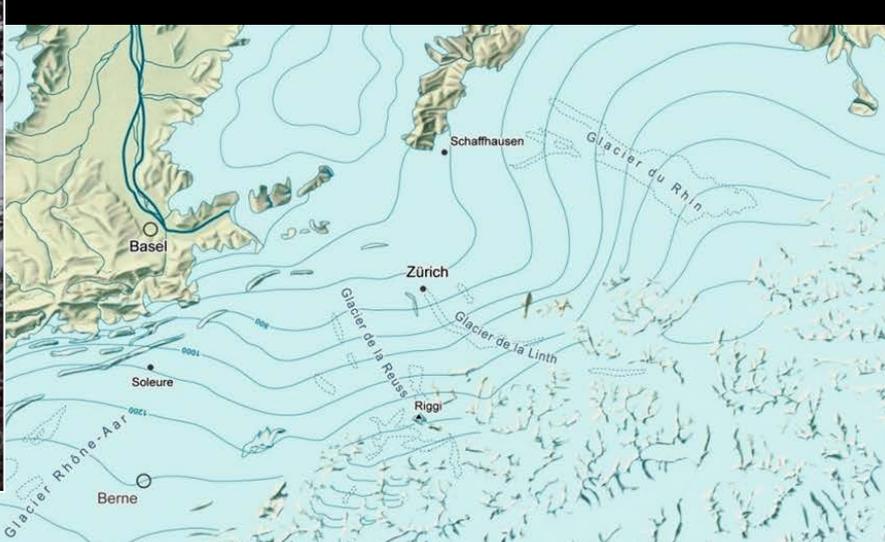
• historique des recherches



Les glaciations quaternaires dans les Alpes



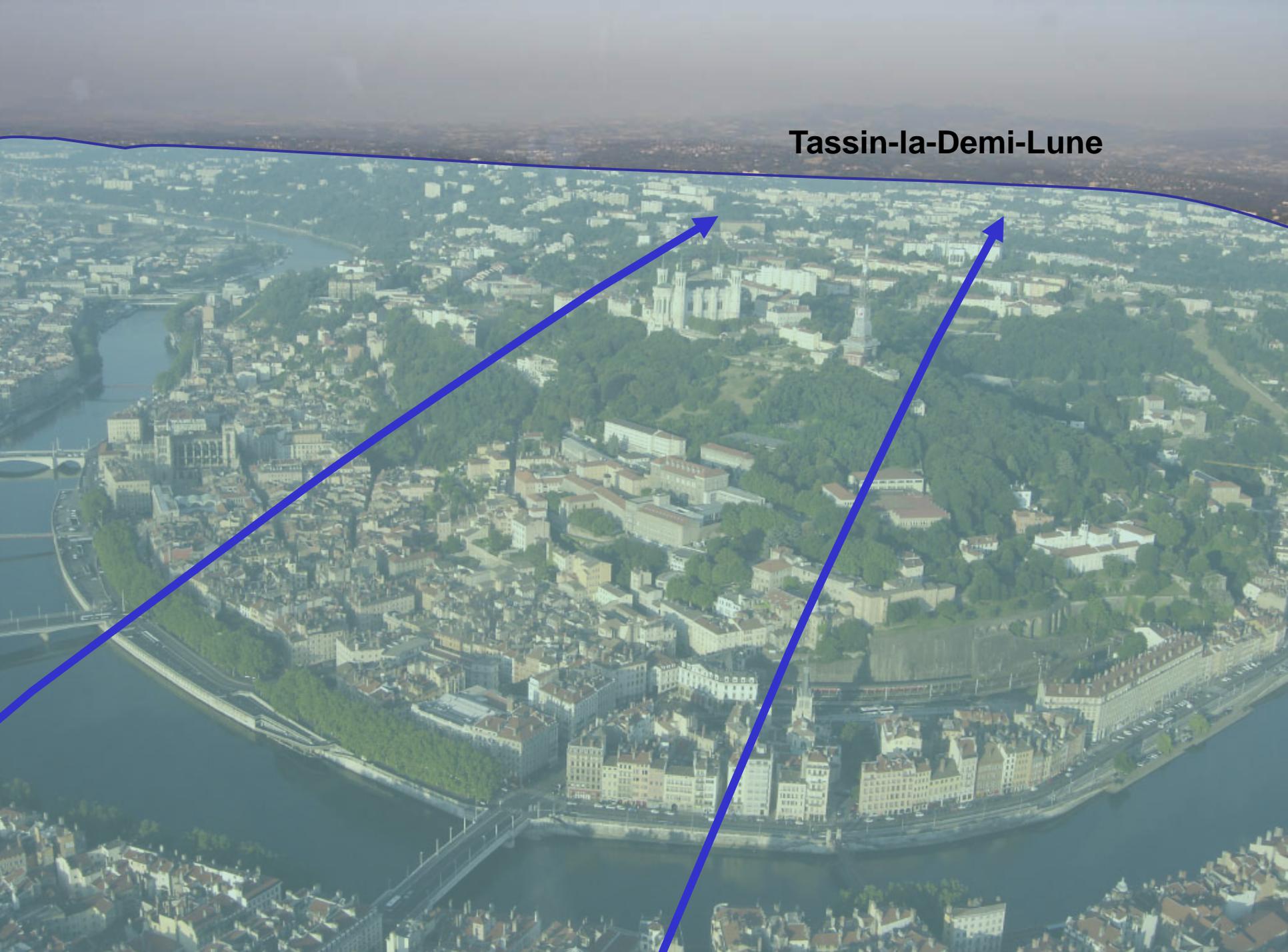
la pierre de Rancé
granite du Mont Blanc



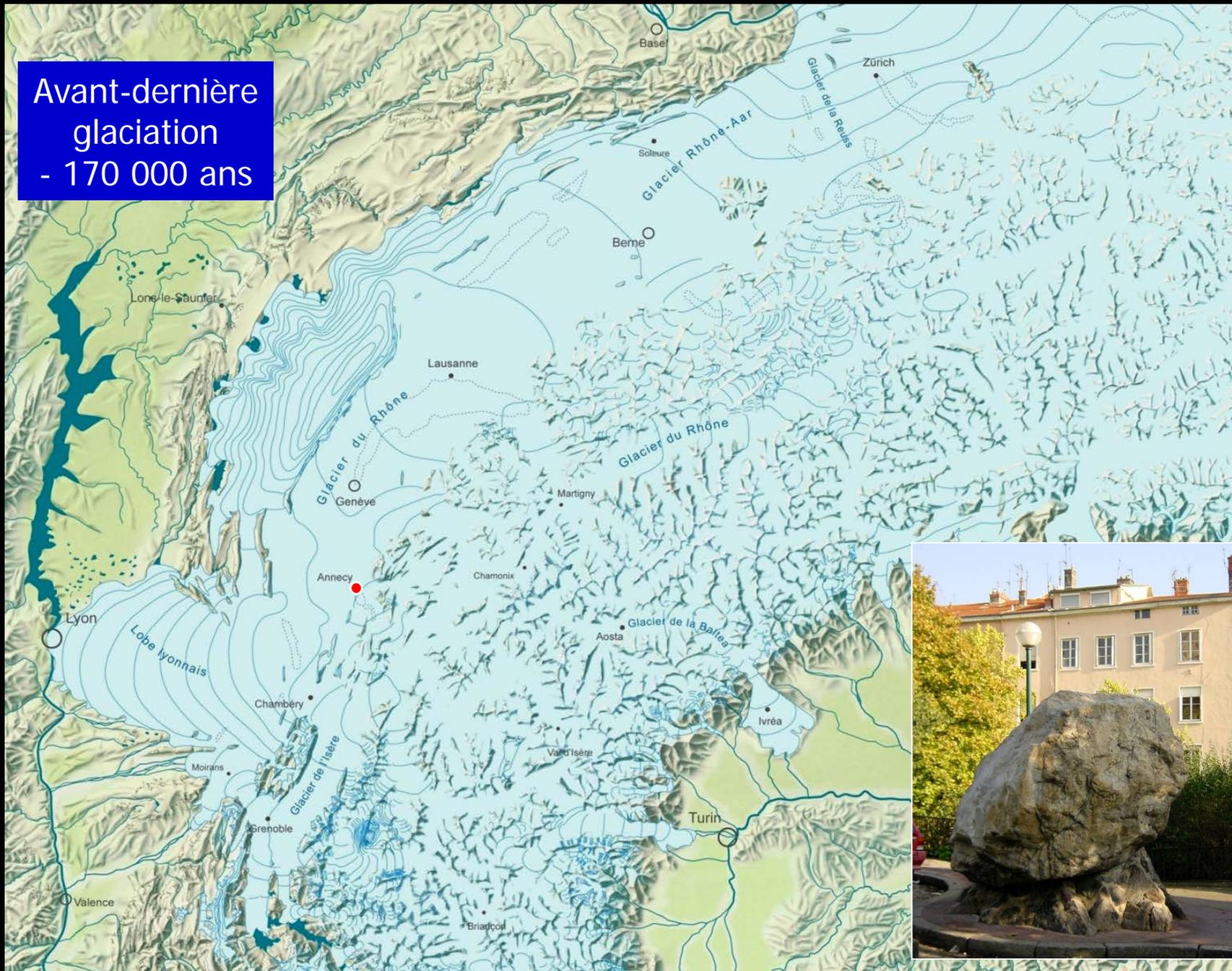
Glaciations de
la Dombes
- 280 000 ans
- 350 000 ans



Tassin-la-Demi-Lune



Avant-dernière
glaciation
- 170 000 ans



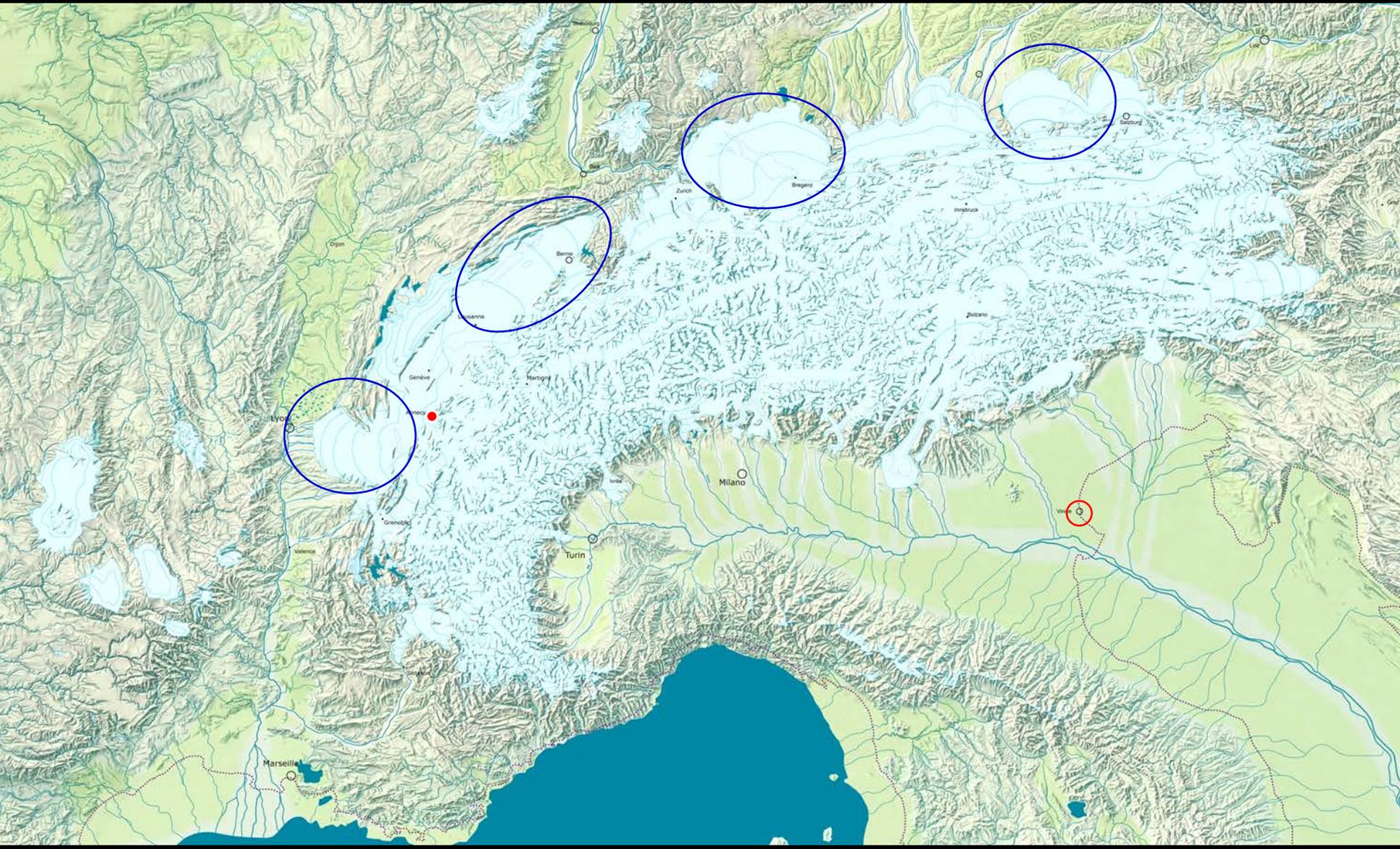
Les blocs erratiques du Riss

■ âge - 175 000 ans

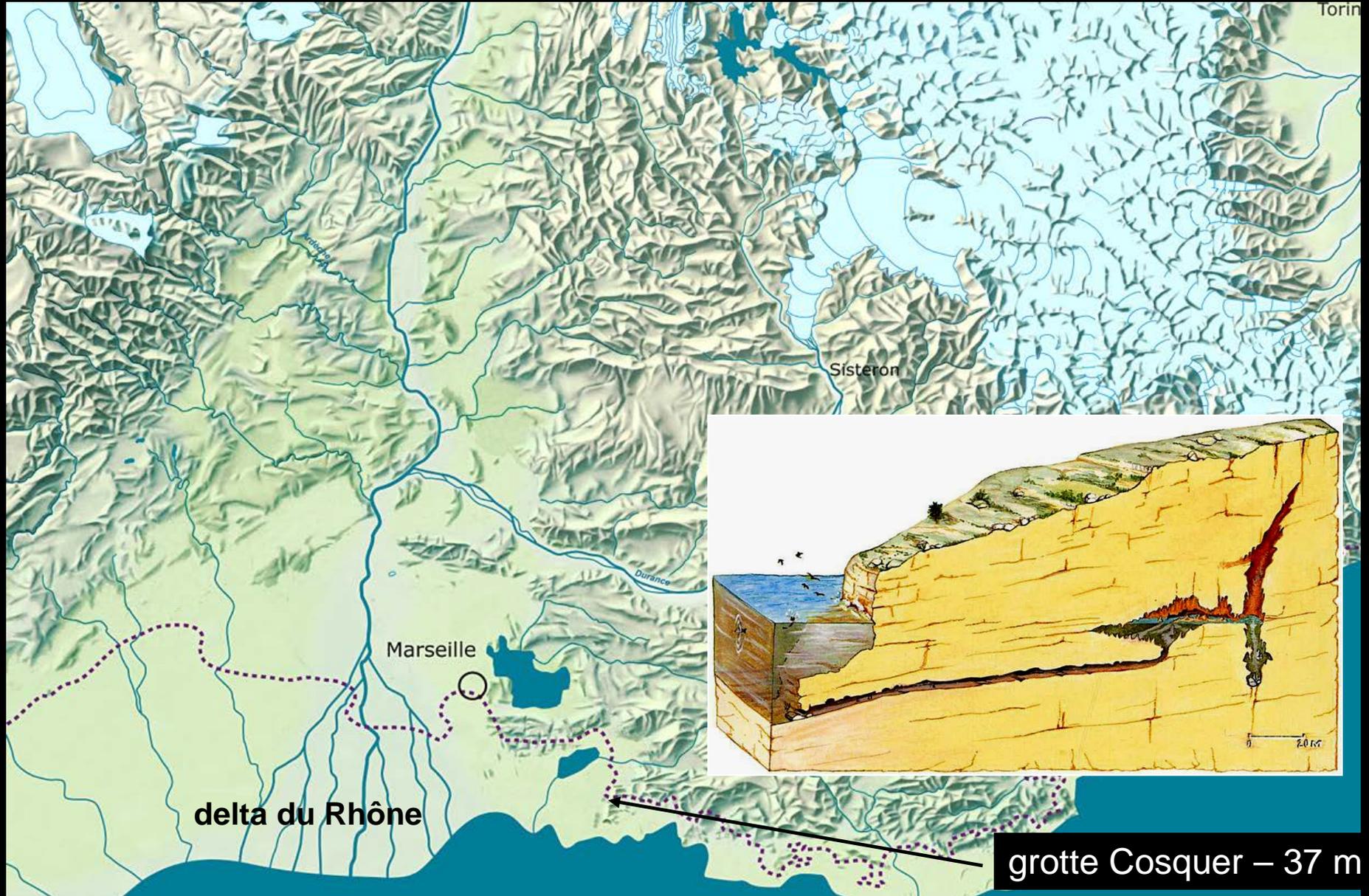


Les Alpes, le Massif Central, les Vosges et le Jura

Il y a 25 000 ans



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



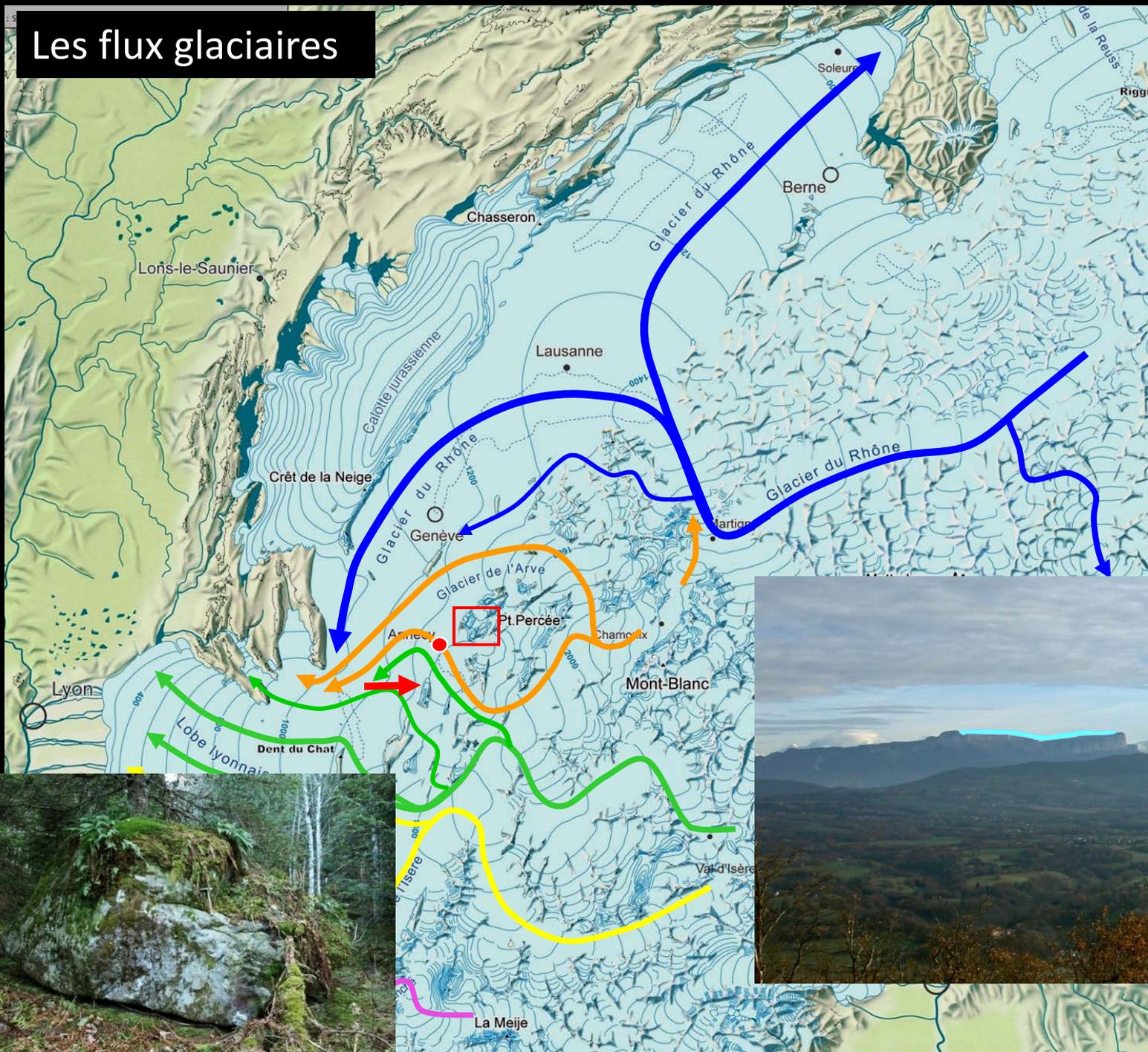


Dernière glaciation "Würm" (dernier maximum glaciaire)

- 28 000 ans



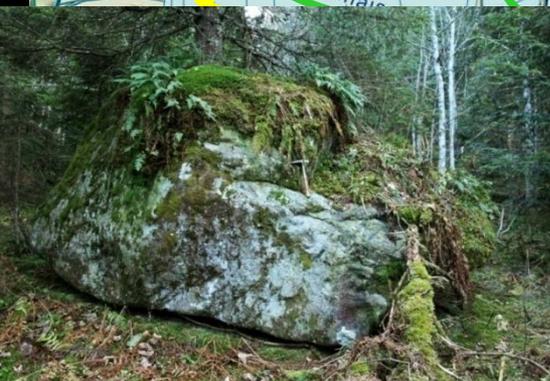
Les flux glaciaires



Rhône

Arve

Isère

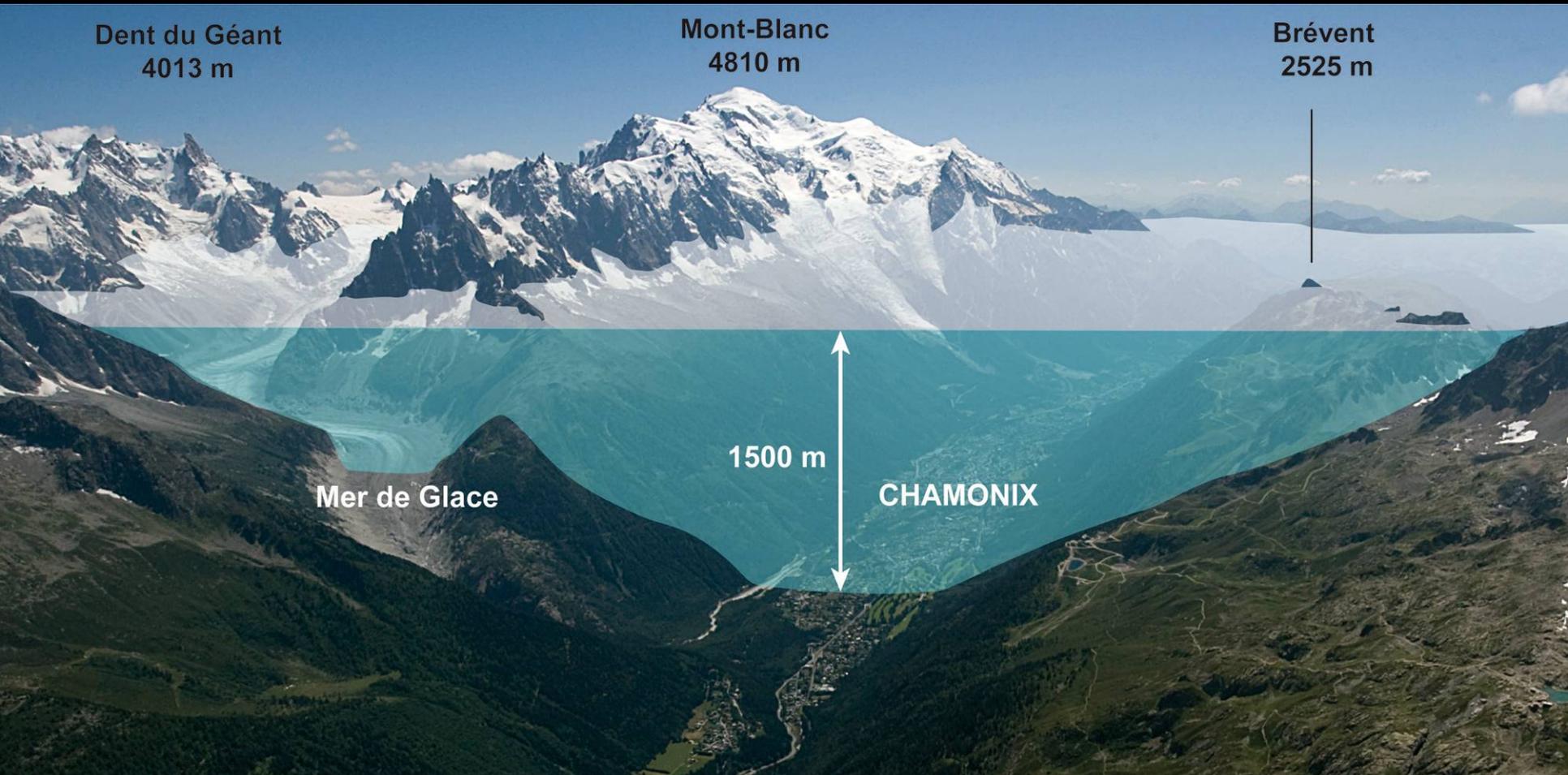


le bassin de la Mer de Glace – 28 000 ans



Mer de Glace

La vallée de Chamonix – 28 000 ans



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

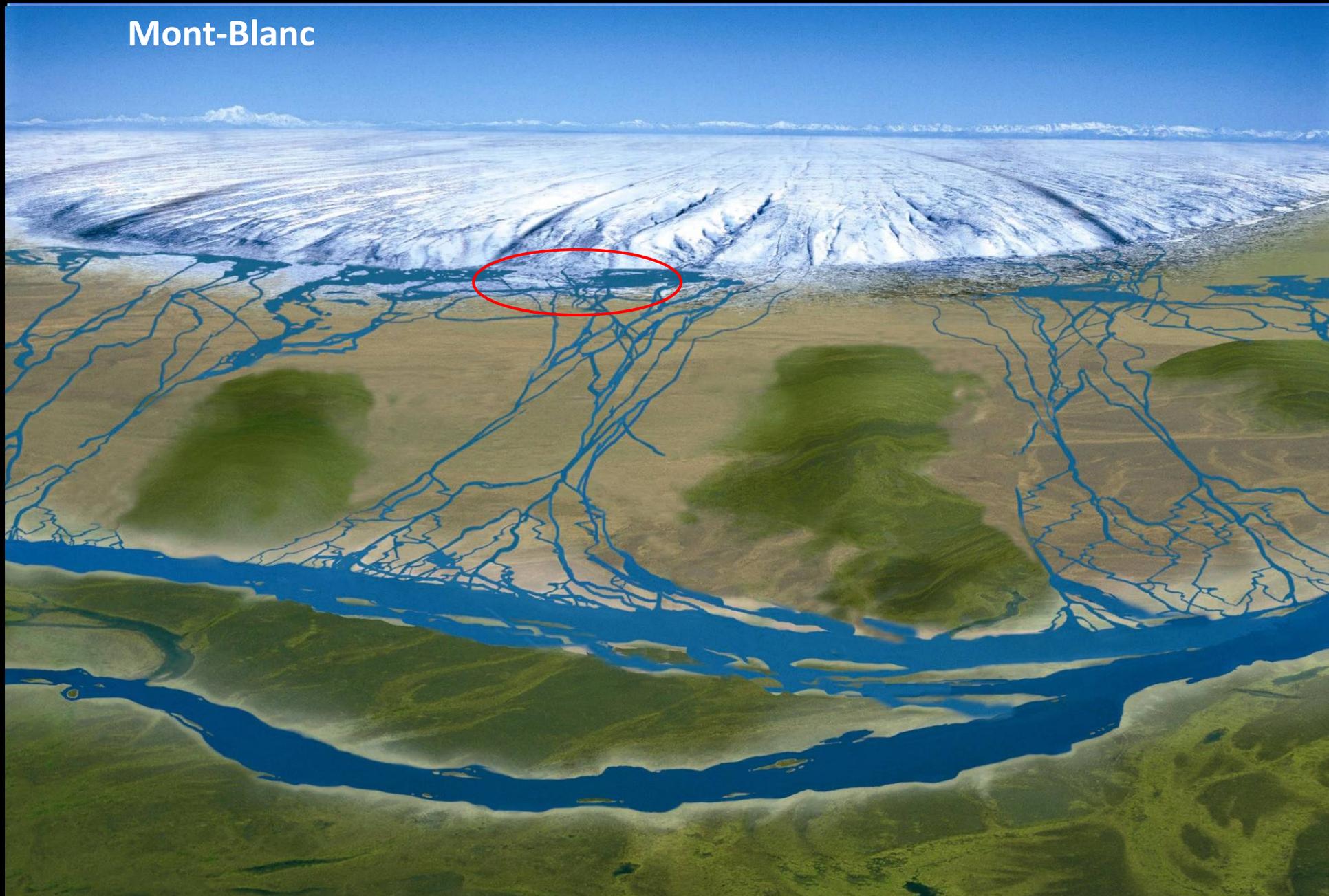


Le lac Léman et Genève



Lyon – 28 000 ans

Mont-Blanc



Recherche d'analogue : le lobe glaciaire du Malaspina aujourd'hui



- un lobe de piémont

Des lacs d'origine glaciaire



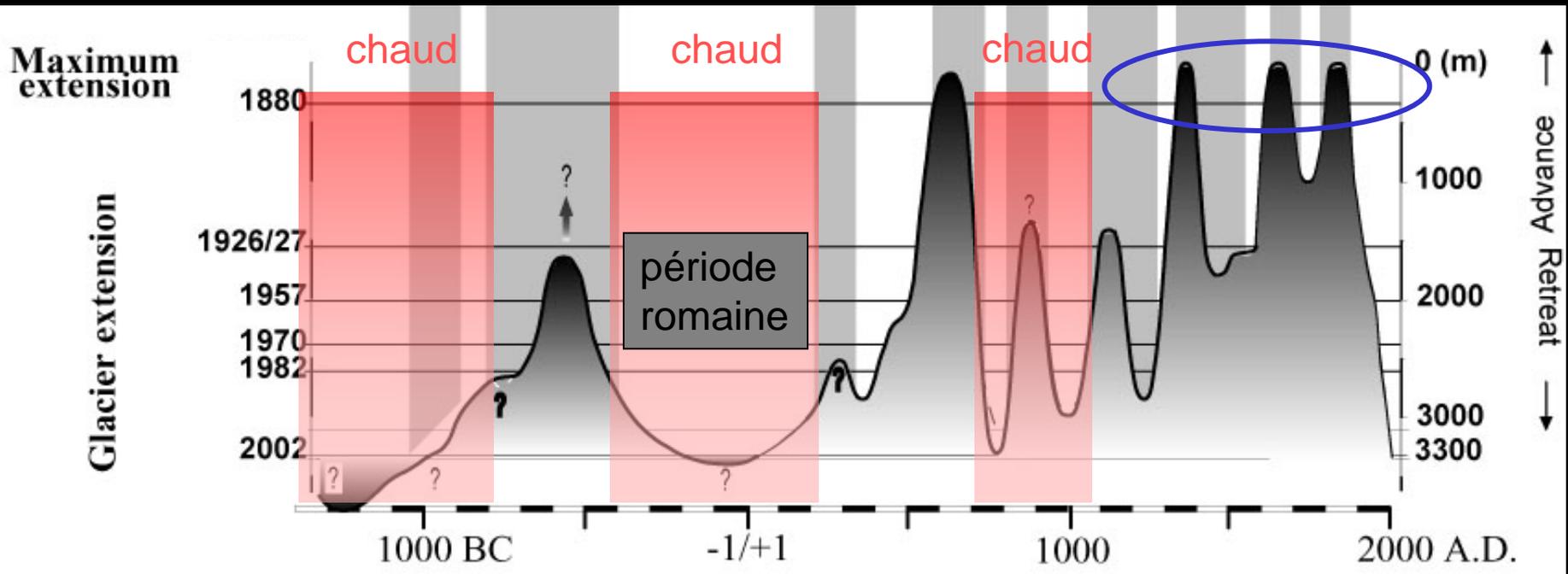
A dark, atmospheric landscape of a mountain valley. The foreground is a rocky, scree-covered slope. In the middle ground, a wide, flat valley floor is visible, possibly a former glacial plain. The background features jagged, snow-capped mountain peaks under a dark, overcast sky. The overall mood is somber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



Copyright Christian Schlüchter

La crise climatique du Petit Age de Glace

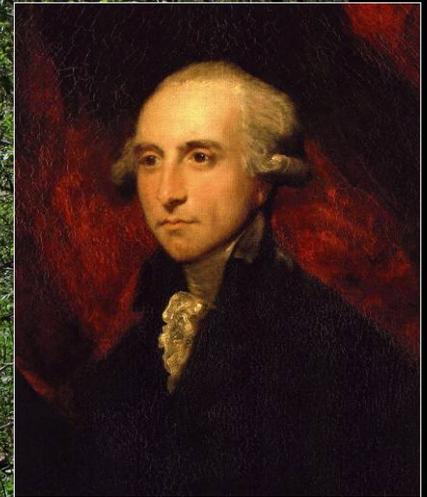
des catastrophes glaciaires en série

Les glaciers détruisent

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

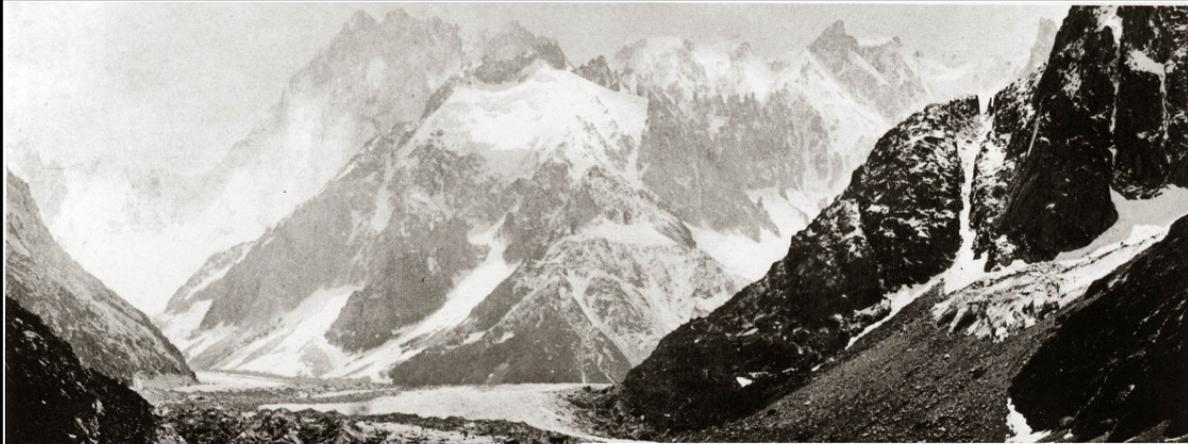


1741 - les « inventeurs » de la Mer de Glace



A wide, flat, rocky landscape under a dark sky, with snow-capped mountains in the background. The foreground is a vast, flat expanse of grey rocks and sediment, likely 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 emphasizes the scale of the geological features.

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, rugged mountains rises against a twilight sky. The sky is a mix of deep blue and purple, with a few wispy clouds. The overall scene is dramatic and majestic.

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



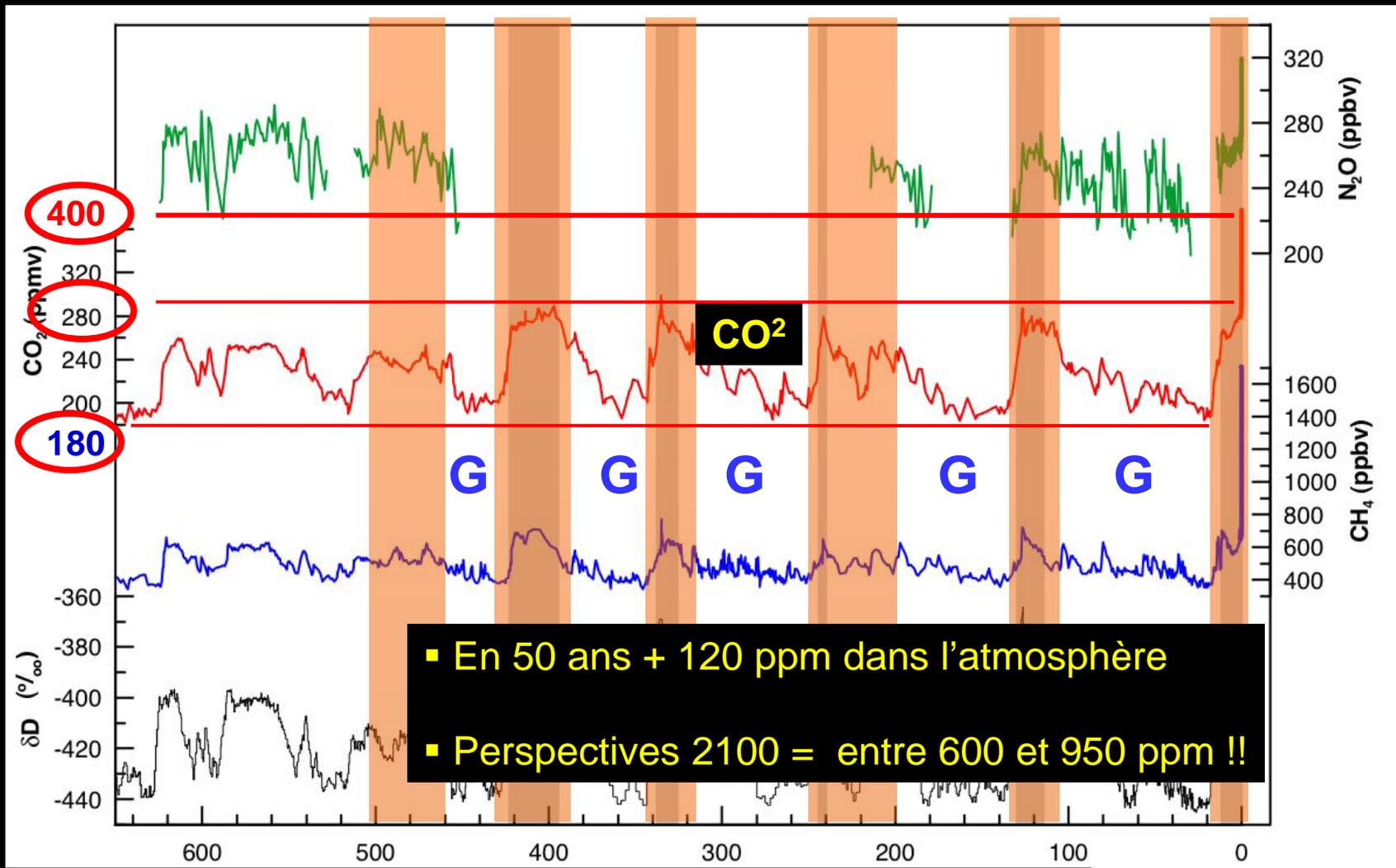




Epaisseur de glace 900 m



Relation entre la température et composition chimique de l'atmosphère

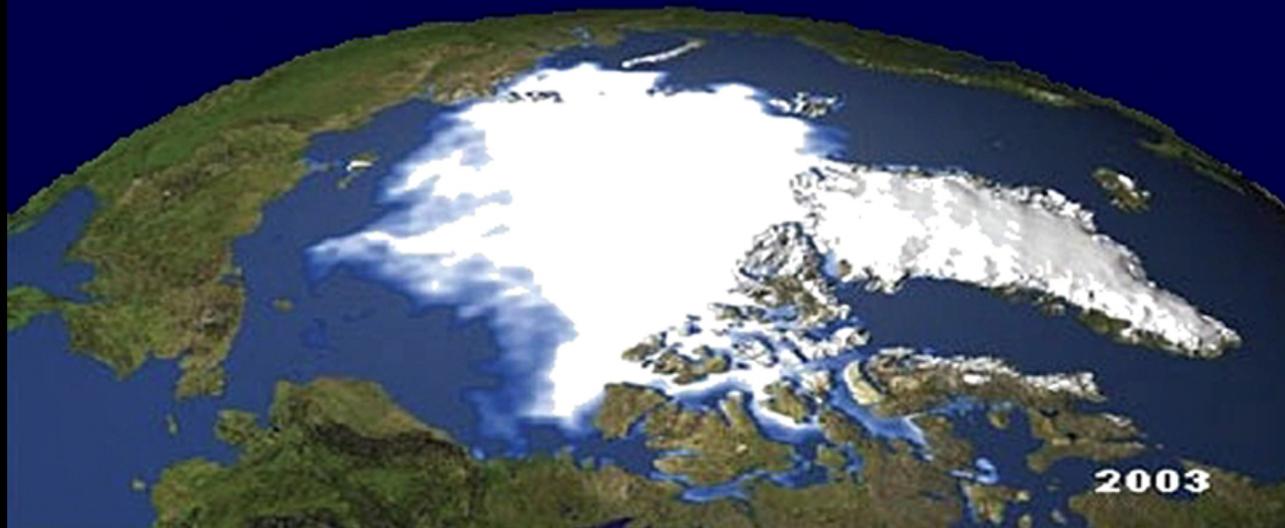


ppm = partie par million

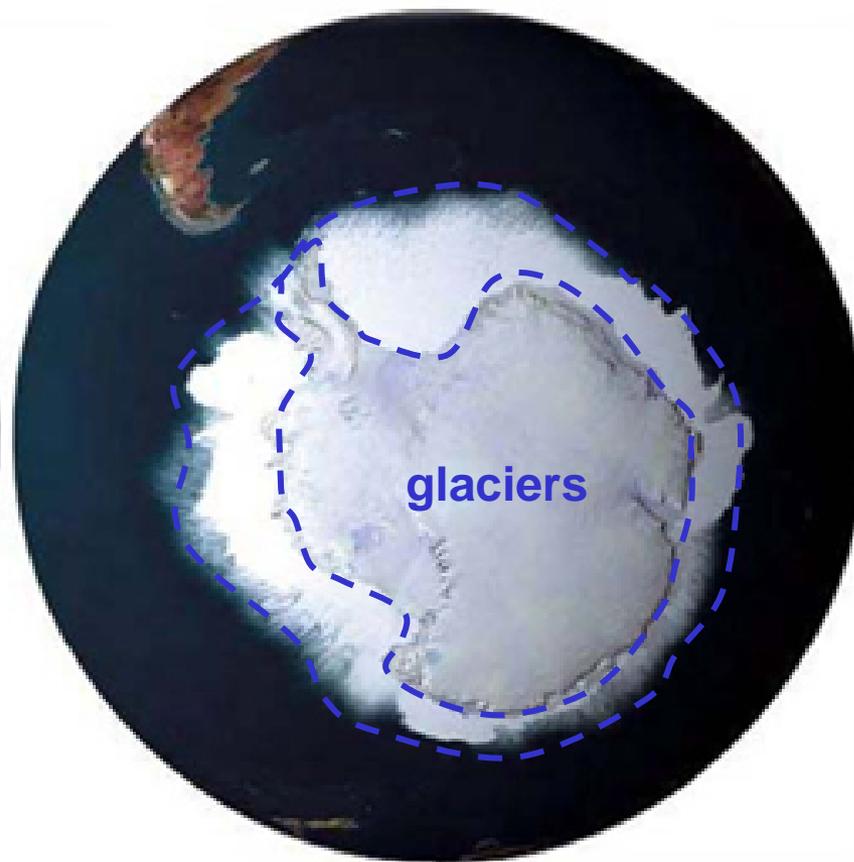
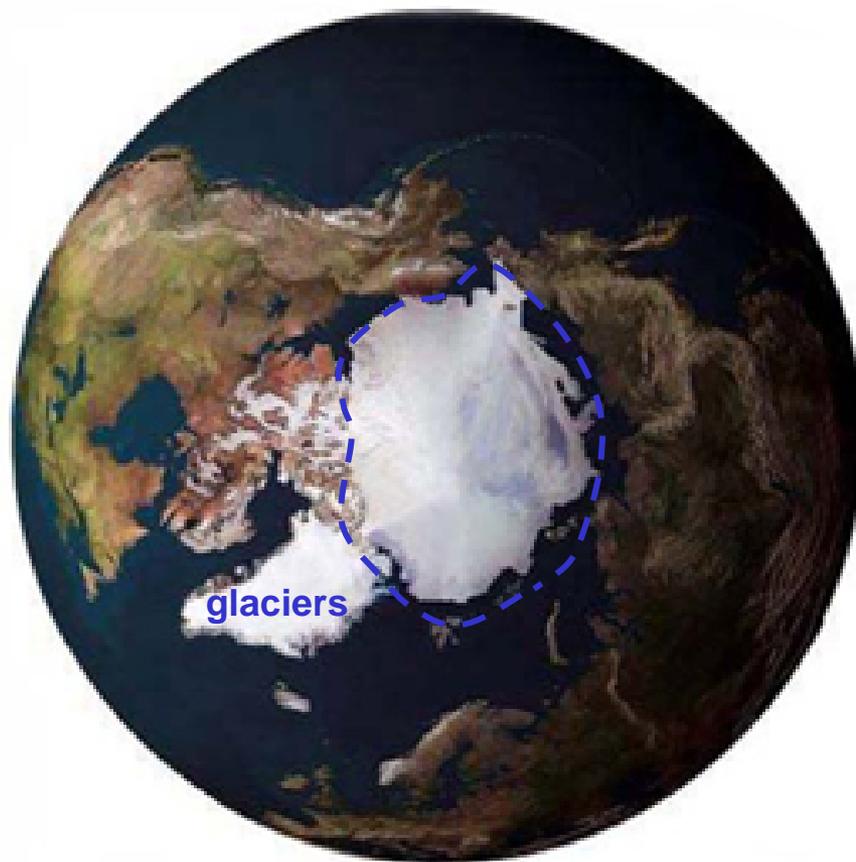
1 ppm représente une molécule pour 1 million de molécules

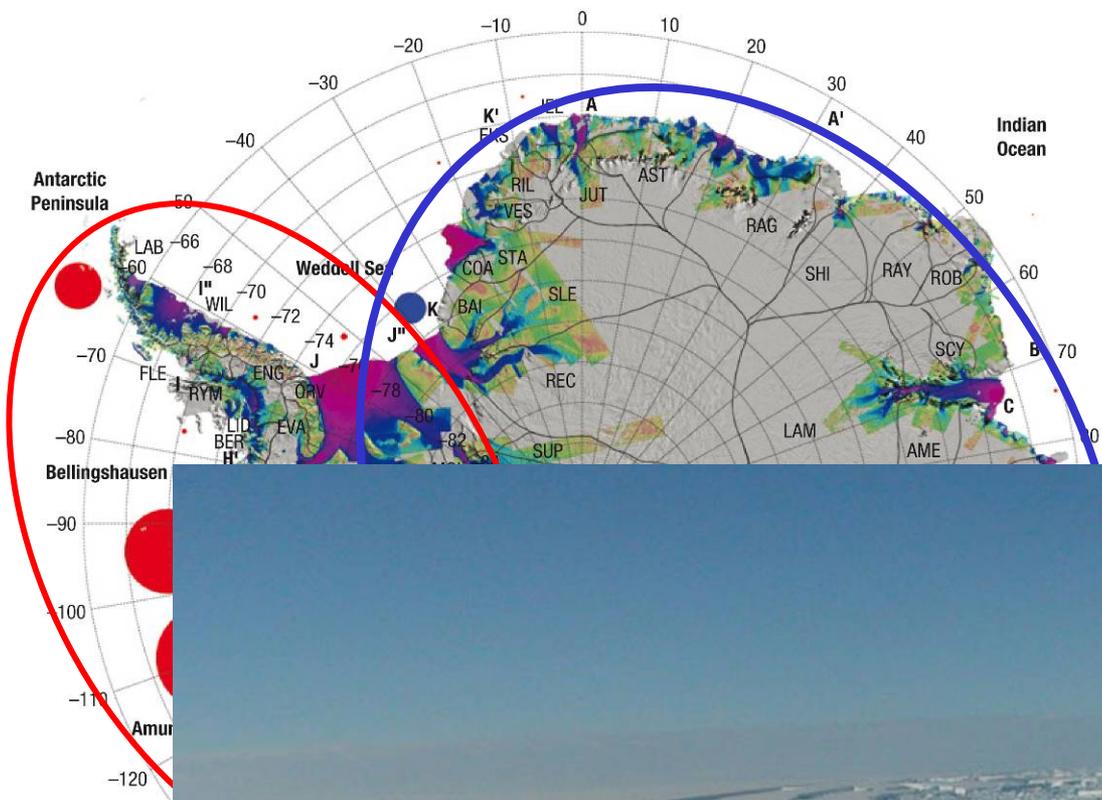
Source : GIEC

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 CO² 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

