



# La crise climatique du Petit Age Glaciaire

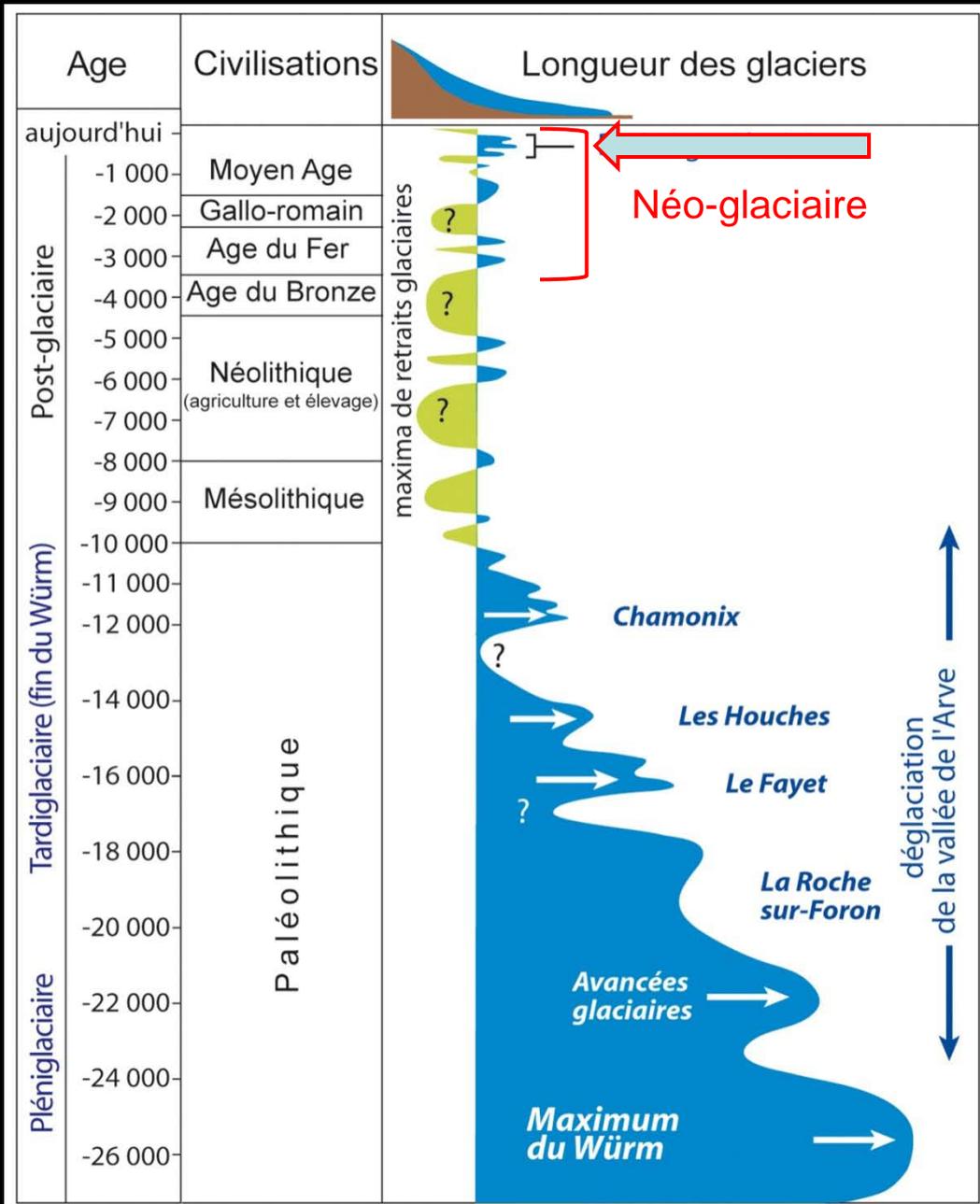
Sylvain Coutterand – EDYTEM, CNRS - 2017



- Du Tardiglaciaire à l'Holocène
- Le concept de Petit Age Glaciaire ou Petit âge de glace
- Le Petit Age Glaciaire dans les Alpes : stratotype
- Début et fin du PAG, positions de divers auteurs
- PAG et naissance de la théorie glaciaire
- L'exploration des Alpes, la découverte des glaciers
- Des catastrophes glaciaires en série
- L'héritage géomorphologique après 1850

A wide, flat landscape covered in a thin layer of snow or ice, with dark, jagged mountains in the background under a clear sky. The foreground shows a vast, flat expanse of snow or ice, possibly a glacial plain or a frozen lake. The mountains in the background are dark and rugged, with some snow patches. The sky is a pale, clear blue.

# Du Tardiglaciaire à l'Holocène



# Chronologie du Tardiglaciaire et de l'Holocène



Le concept de Petit Age Glaciaire ou Petit âge de glace

# Le concept de Petit Age Glaciaire ou Petit âge de glace

Étude des dépôts glaciaires de la Sierra Nevada :

- le topographe américain François Émile Matthes (1874-1948) identifia en aval des petits glaciers existants une série de moraines bien conservées.
- Il baptisa cet épisode Little Ice Age, " Petit Âge glaciaire".



# Début et fin du PAG

## Positions de divers auteurs

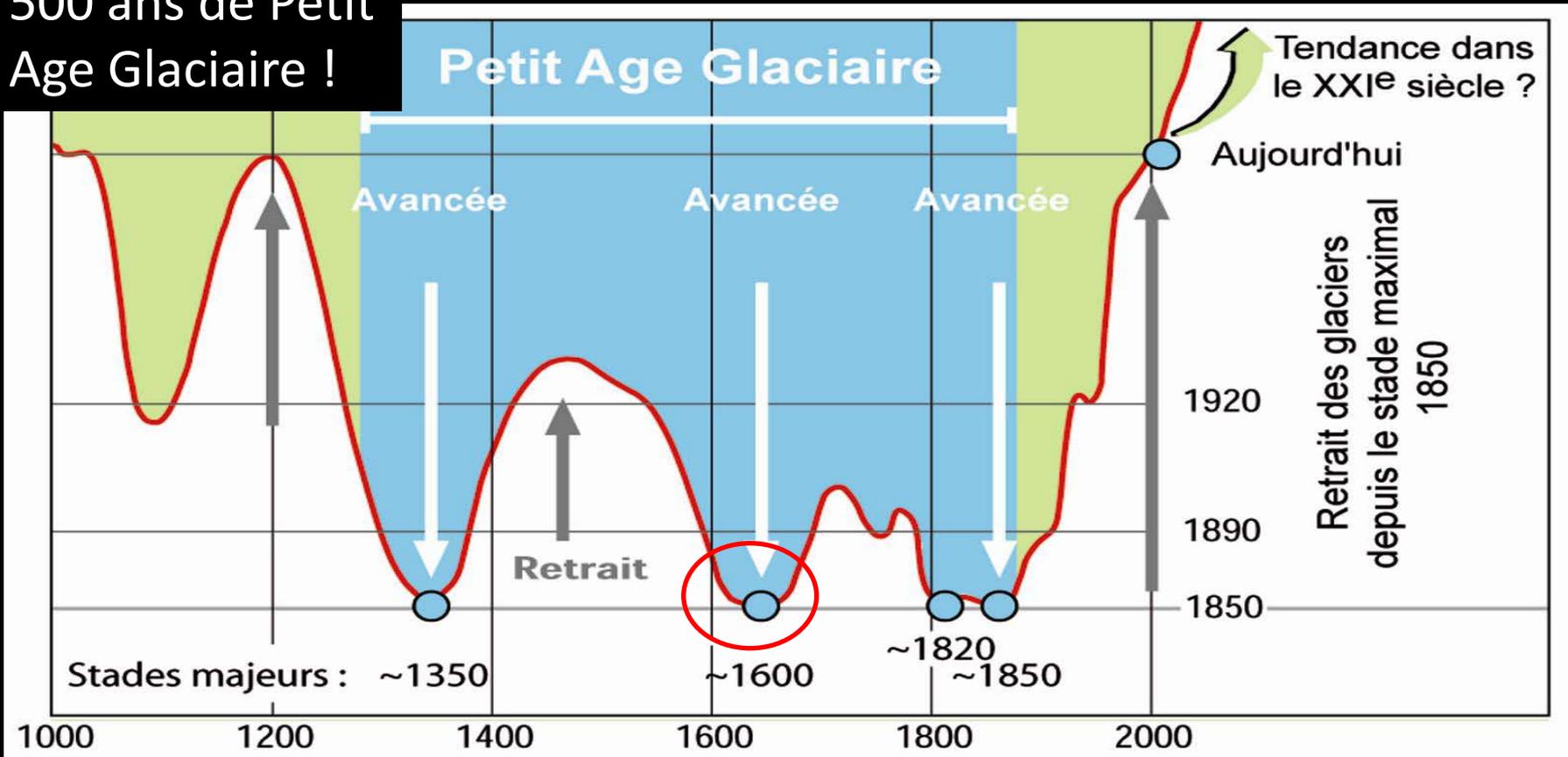
- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| STEENSBERG (1951)                | ➤ Tournant climatique autour de 1300                          |
| GRIBBIN and LAMB (1978)          | ➤ 1430-1850   |
| LAMB (1981)                      | ➤ Première phase: 1300-1450                                   |
| LAMB (1982)                      | ➤ 190 ? 1420-1850/1900  |
| PFISTER in ZUMBÜHL et al. (1983) | ➤ Moyen Age tardif -1850/60                                   |
| HOLZHAUSER (1983, 1984)          | ➤ Seconde moitié du XIII <sup>e</sup> siècle jusque vers 1850 |
| REYNAUD Louis                    | ➤ 1550 -1825  |

## COEUR DU PETIT ÂGE GLACIAIRE

- |                |                             |
|----------------|-----------------------------|
| LAMB (1982)    | ➤ 1570-1600 et 1690-1740    |
| PFISTER (1984) | ➤ vers 1688-1701 et 1850/60 |

.

# 500 ans de Petit Age Glaciaire !



D'après les travaux de Pfister (1984)

- Abaissement des températures des printemps et des étés
- Augmentation des précipitations
- Écart entre les périodes les plus froides et les plus chaudes de 1,5° à 1,8°
- l'activité solaire en baisse
- période centrée sur le « minimum de Maunder » (1645-1715, taches peu visibles).

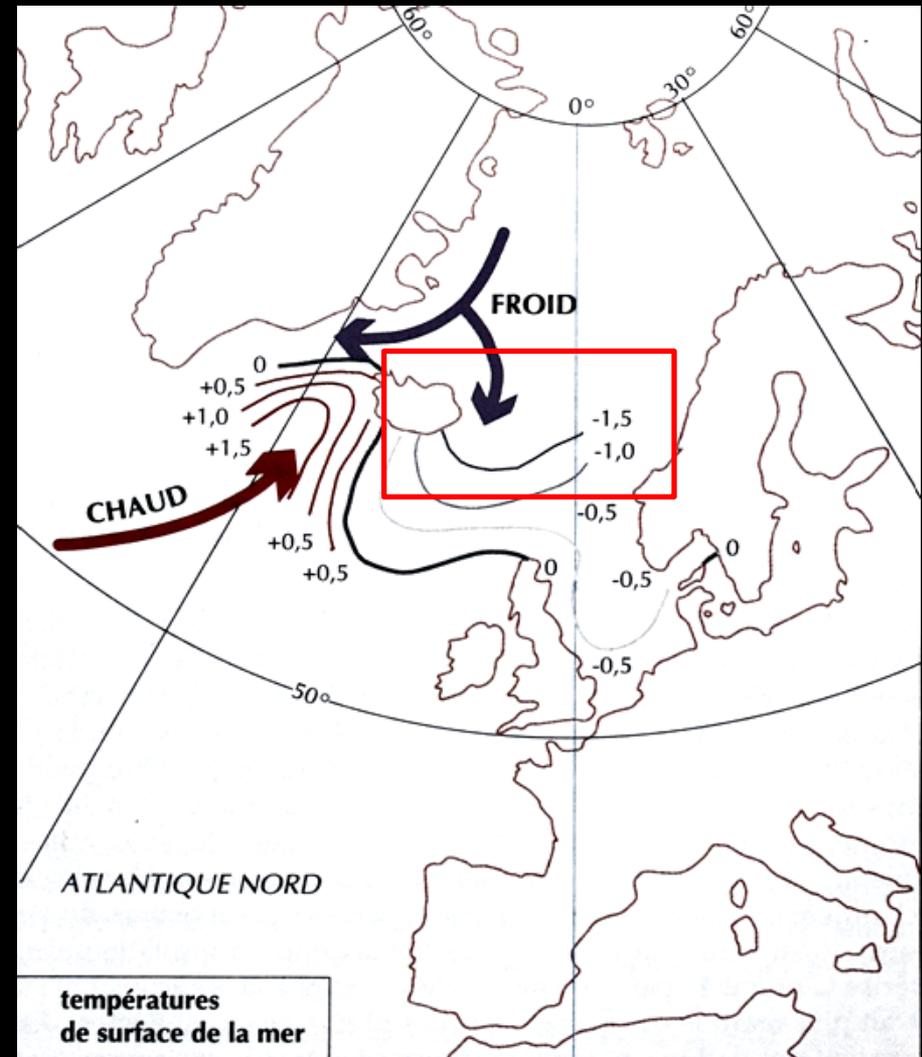
# Nombreuses éruptions volcaniques

- Des perturbations climatiques majeures ont eu lieu dans l'hémisphère nord à partir de l'année 1275.
- Le début du processus a pu être lié à quatre éruptions volcaniques qui seraient survenues durant une période de cinquante ans.



# Descente du front polaire et extension de la banquise

- Un refroidissement aurait provoqué une extension de la banquise le long de la côte est du Groenland. La glace aurait fondu au contact de l'eau de mer, en entraînant une diminution de sa densité.
- Les eaux de surface, trop légères, ne se mélangeaient plus avec les eaux profondes de l'Atlantique.  
Cette modification de la circulation a conduit à réduire les courants chauds parvenant en Arctique, et a donc diminué le transfert de chaleur vers les côtes est de l'Atlantique.

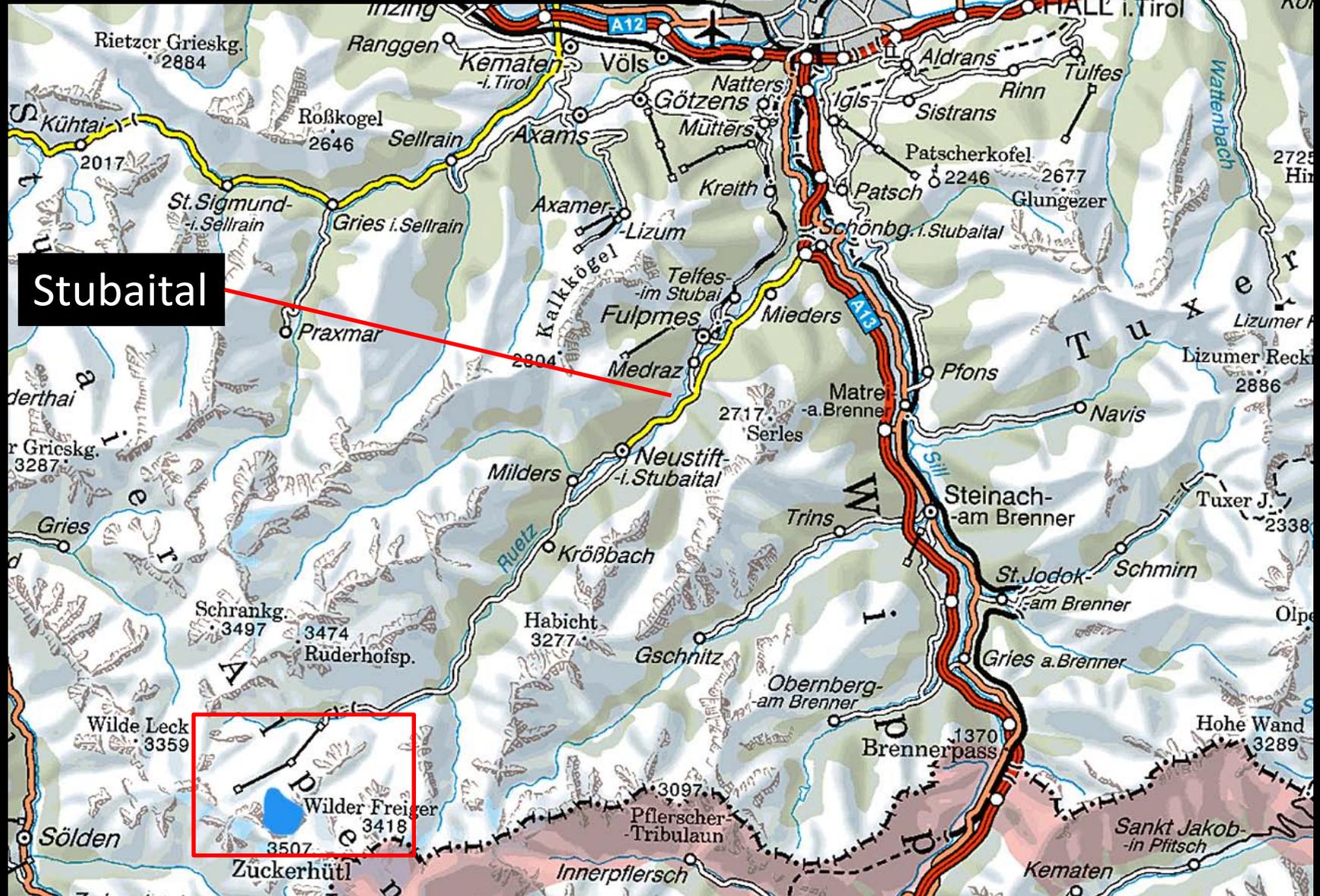




Le Petit Age Glaciaire dans les Alpes : stratotype

# Stade de Fernau (Tyrol) = PAG

localité type : le glacier de Fernau



# La tourbière de Fernau

## Stratotype du PAG alpin

- Stratigraphie de l'incision : cinq millénaires d'histoire climatique

PAG = stade de Fernau

- Lors des crues  
Le front du glacier s'avance vers la tourbière ► **dépôts des sables (fluvio-glaciaire)**
- lors des retraits  
► **reprise de la tourbification**

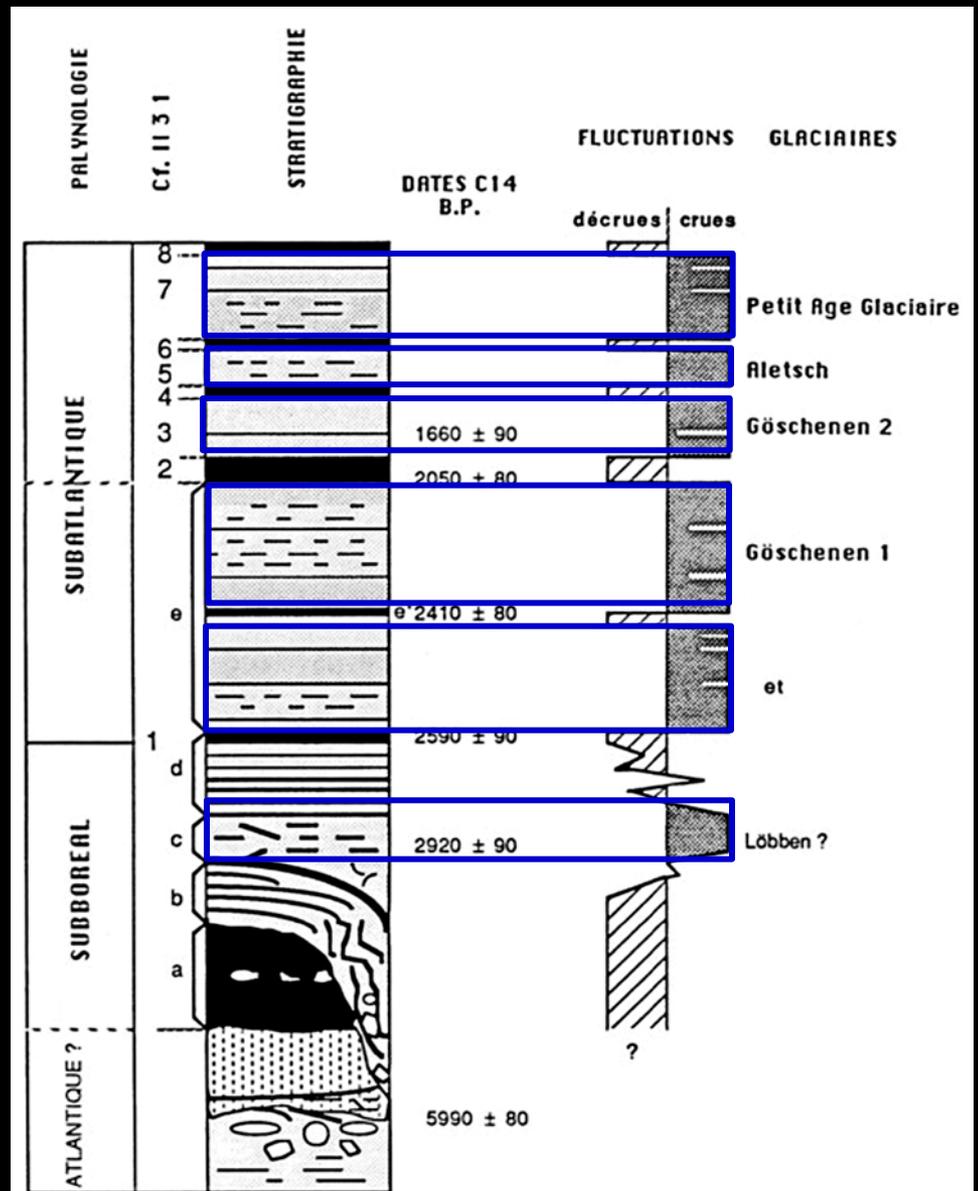


Fig. 4. La tourbière de Fernau : stratigraphie (noir : tourbe ; gris : sables morainiques), dates radiocarbones et fluctuations glaciaires. D'après AARIO L., 1944 et MAYR F., 1964.

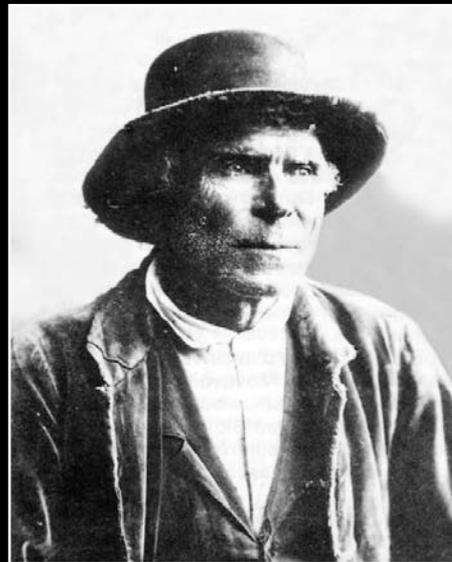


PAG et naissance de la théorie glaciaire

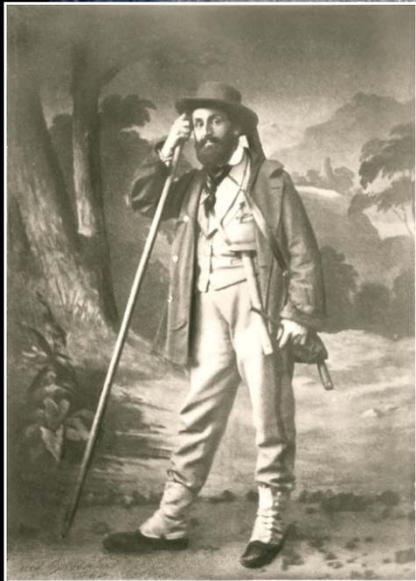
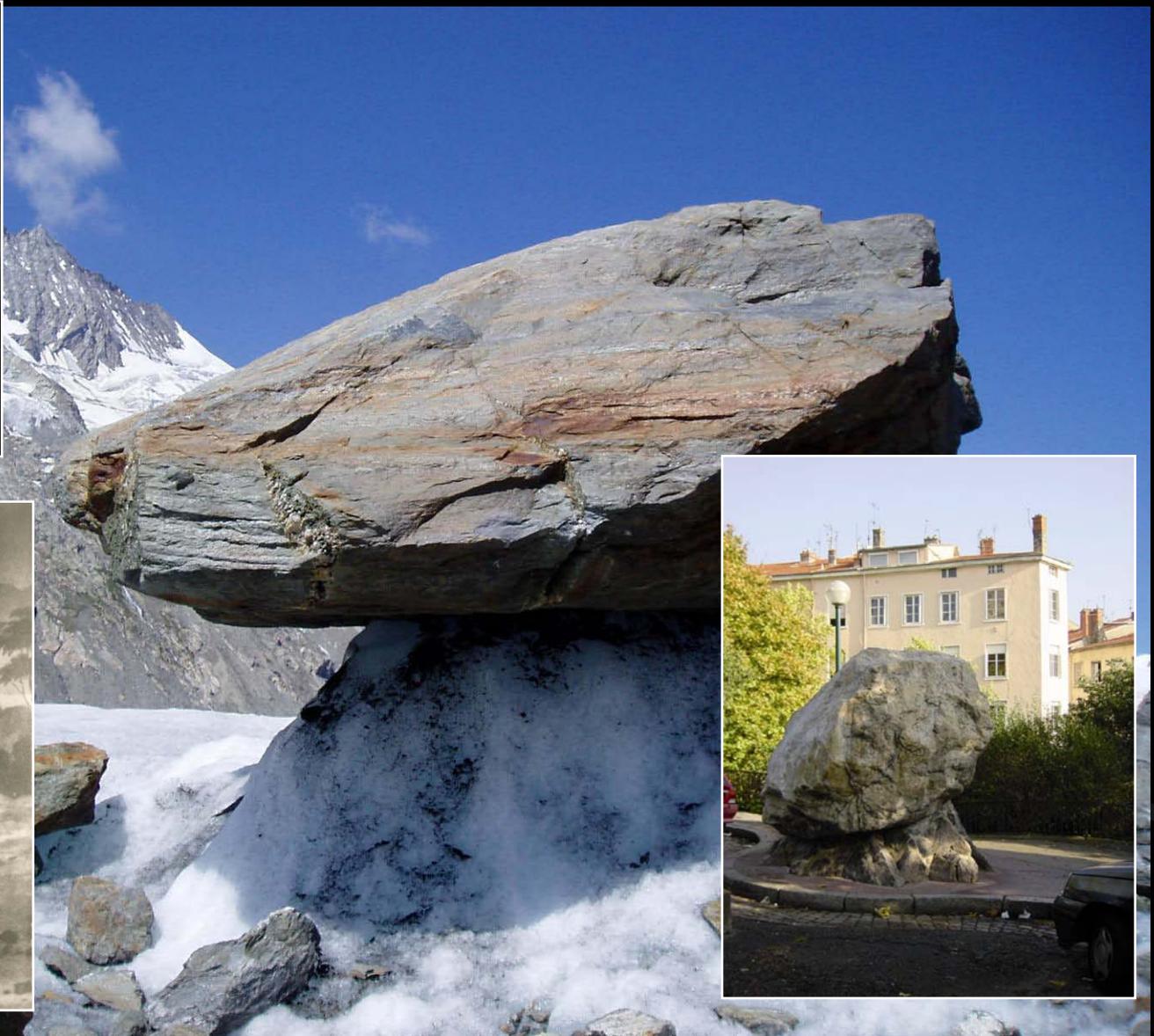
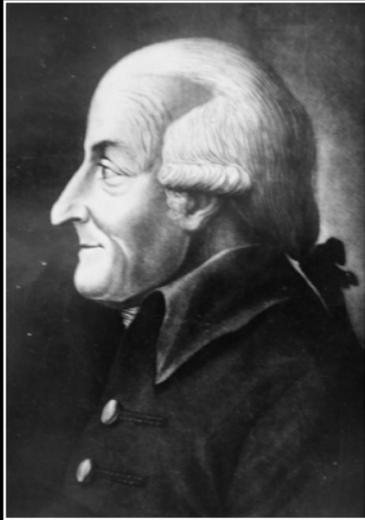
# L'occurrence du PAG dans les Alpes naissance de la théorie glaciaire

⇒ Giétroz 1818

Les acteurs

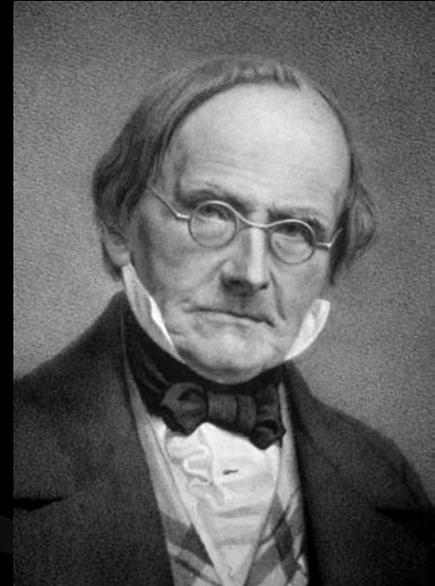
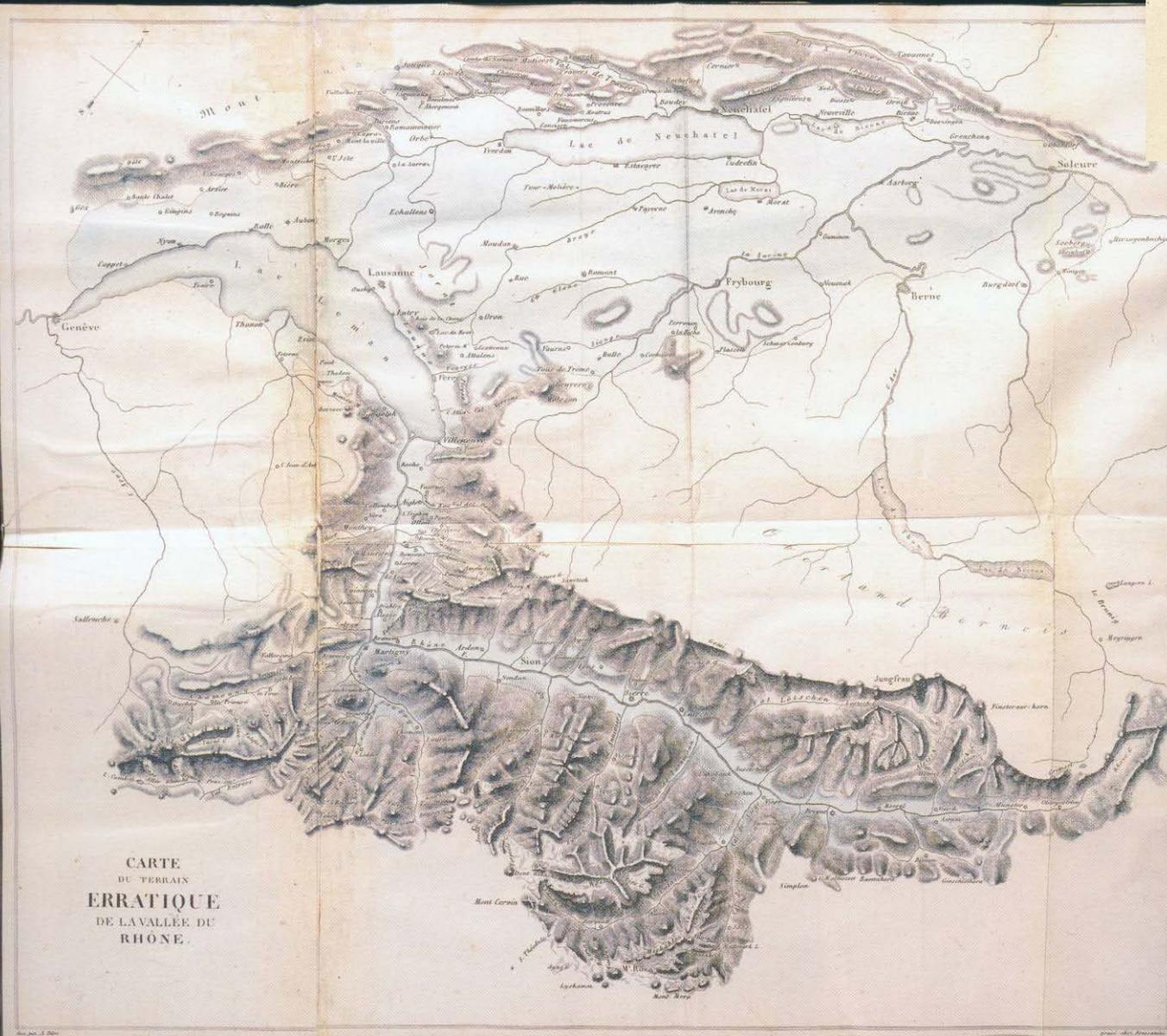


# Les blocs erratiques, à l'origine de la théorie glaciaire



# Les premières cartographies

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



De Charpentier  
1841



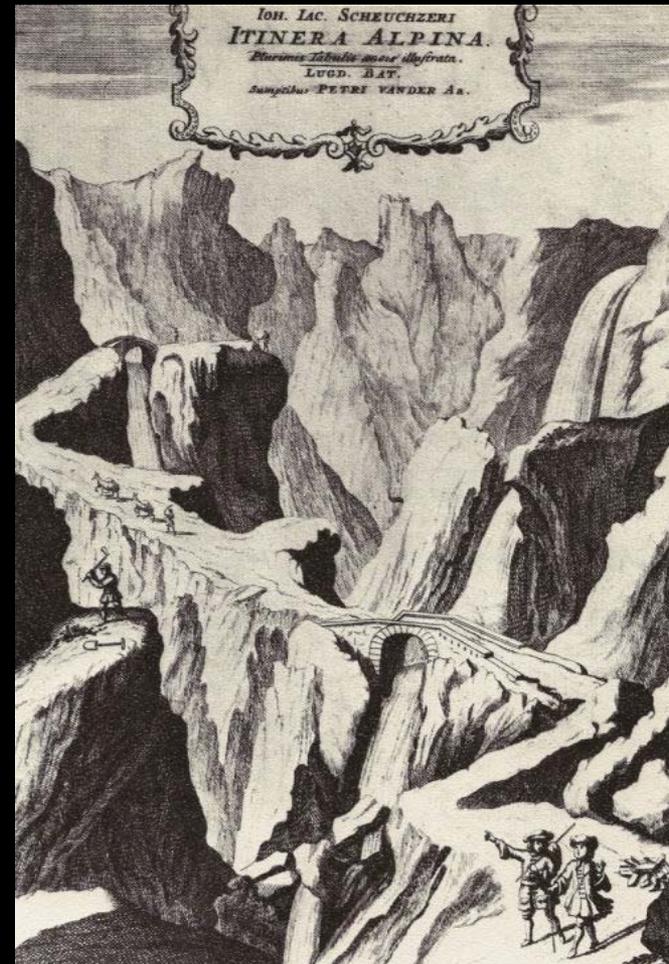
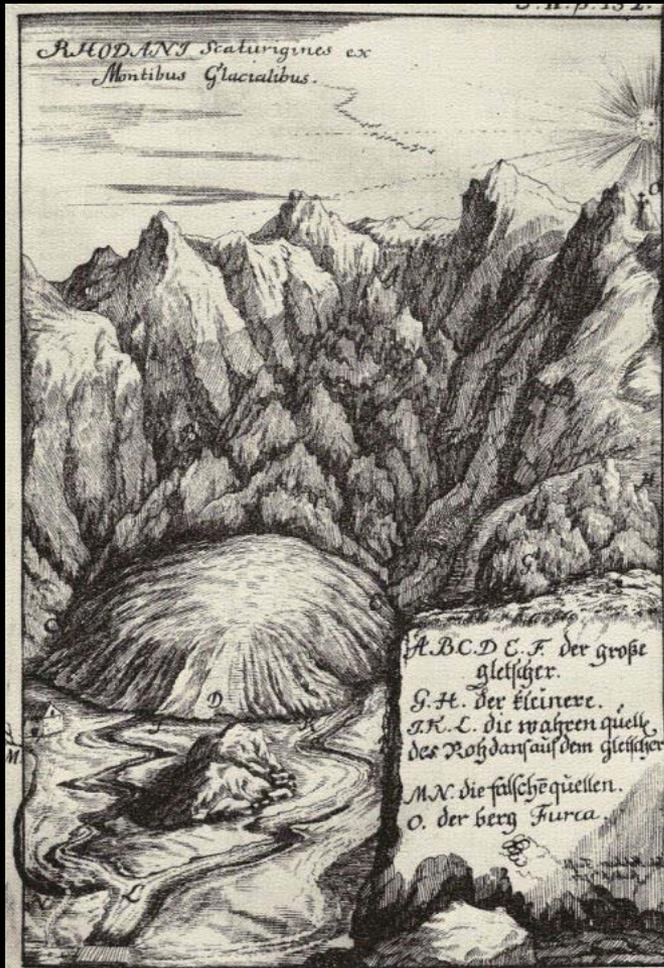
A wide-angle photograph of a vast, flat glacier in the foreground, stretching towards a range of snow-capped mountains in the background. The sky is clear and light, suggesting a bright day. The glacier's surface is textured with small ridges and depressions. The mountains in the distance are rugged and partially covered in snow, with some peaks appearing to have thin layers of ice or snow. The overall scene is a majestic and serene depiction of an alpine glacial landscape.

L'exploration des Alpes, la découverte des glaciers

# L'occurrence du PAG, l'exploration des Alpes, la découverte des glaciers

Johann Jakob Scheuchzer, 1672 -1733

- l'ouvrage "Itinera Alpina", parait en 1708



# De Saussure et la science



VOYAGE  
AUTOUR  
DU  
MONT-BLANC.

INTRODUCTION.

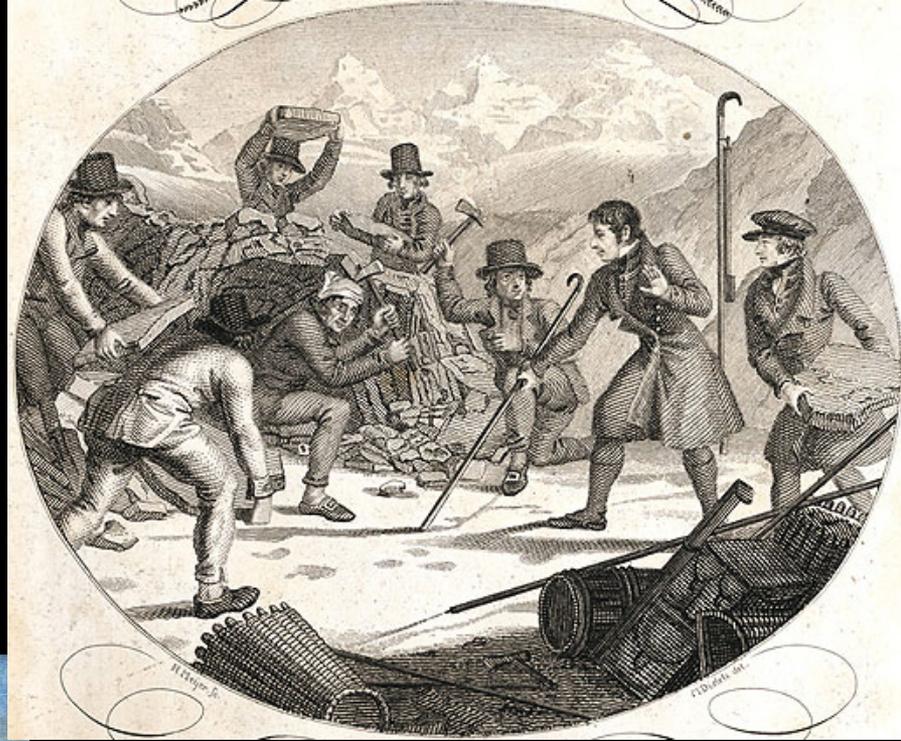
LE Mont-Blanc est une des montagnes de l'Europe, dont la connoissance paroîtroit devoir répandre le plus de jour sur la Théorie de la Terre.

Sa cime, élevée de 2446 toises au dessus du niveau de la Méditerranée, est la plus haute de toutes celles qui ont été mesurées avec quelque exactitude, non-seulement en Europe,

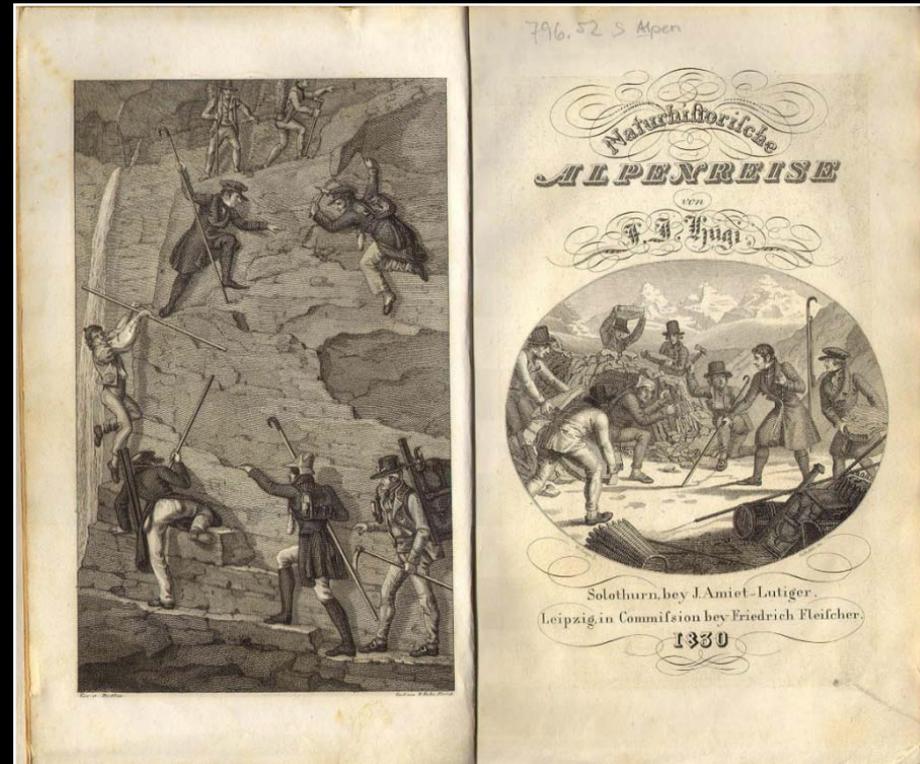
Y y 2



Franz Joseph Hugi 1791 - 1855



# L'étude du glacier de l'Unteraar et la naissance de la glaciologie



# Travaux de Louis Agassiz au glacier de l'Unteraar



# Les scientifiques à la Mer de Glace



Forbes



Vallot

# Les premières mesures des glaciers

- Le professeur François-Alphonse Forel (1841-1912) mesure systématique des glaciers depuis 1880

Le professeur Forel  
Au glacier du Rhône



# Le glacier d'Aletsch, menaces du Märjelensee et processions

- 1653, procession de Jésuites : le glacier d'Aletsch menace les alpages du village de Naters, Ils édifient une statue de saint Ignace
- 1818, procession à l'alpage de l'Ussere Aletschji



Alpage de l'Ussere Aletschji : croix du Baselflie 1818

# L'histoire des bisses du Valais : marqueurs des crues du PAG

## Le glacier d'Altesch et l'Oberriederi

L'Oberriederi était déjà en activité en 1150. Ce bisse prenait son eau en bordure du glacier d'Aletsch vers 2000 m, contournait le Rinderhorn et terminait son cours, après 11 km, dans les prairies d'Oberried. Il a été détruit vers 1600 par la crue du glacier.

Maillet découvert sous un rocher  
le long de l'Oberriederi  
Age  $^{14}\text{C}$  = 800 ans



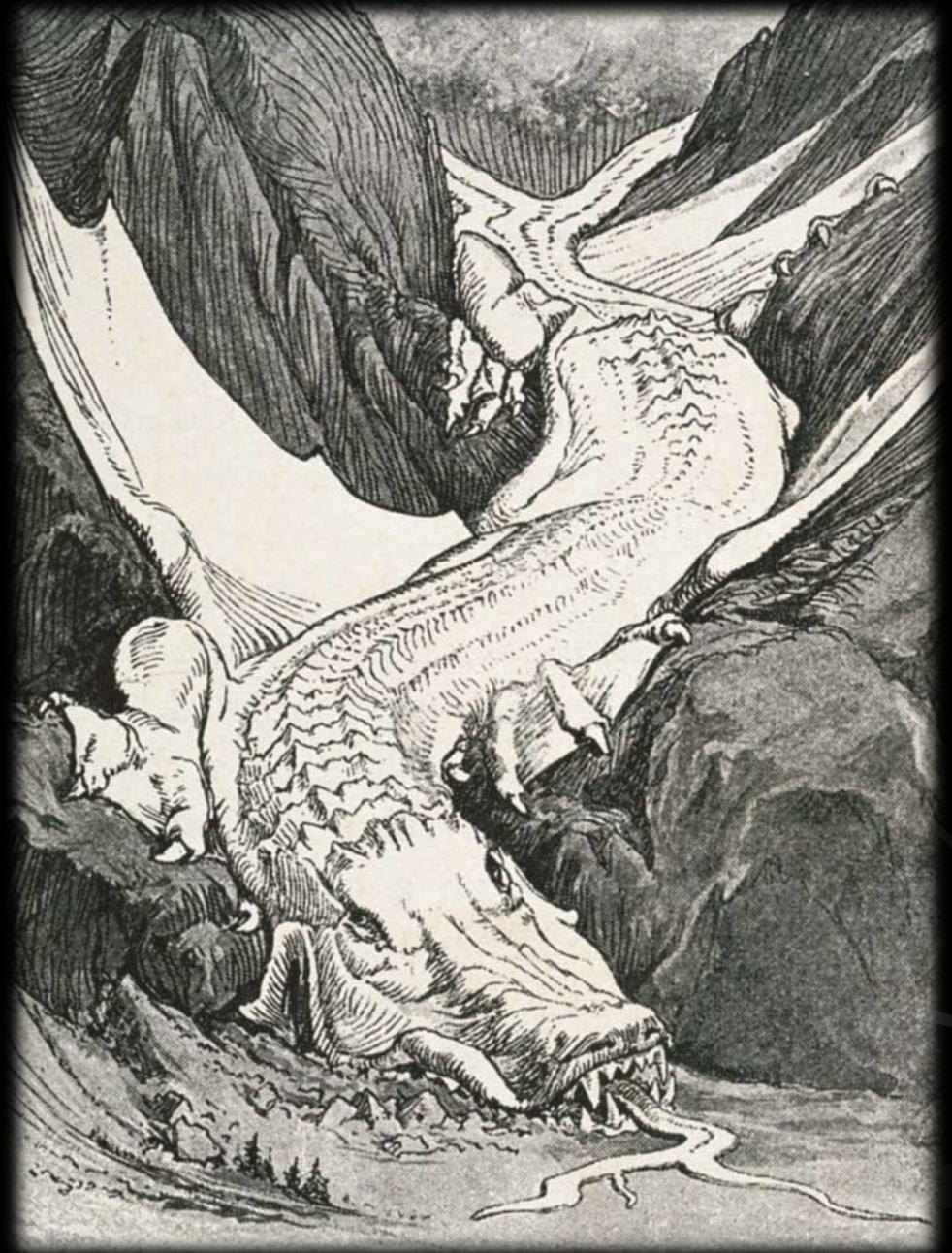
1854

le glacier d'Aletsch  
s'avance dans la forêt



# Des catastrophes glaciaires en série

- les glaciers détruisent des alpages, des villages : Bonanay et Le Chatelard la Rosière à Argentièrre,

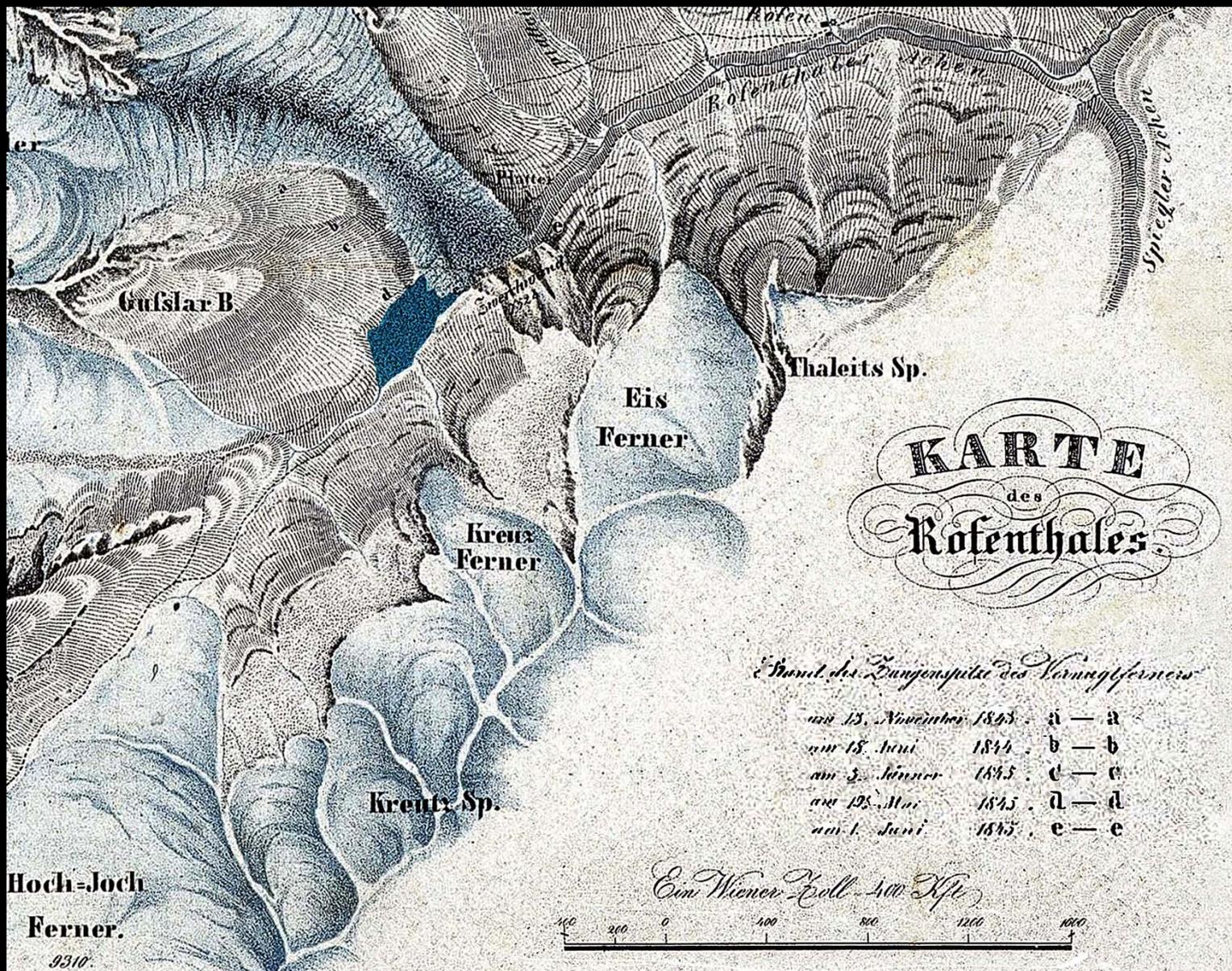


# Les débâcles du lac de Mattmark au PAG Glacier de l'Allalin – vallée de Sass

- 633 – 1680 – 1740 – 1772
- 1965 - avalanche glaciaire, 88 †



# Tyrol : le Vernagt-Ferner





## Tyrol : le Rofensee en 1846

- Procession en 1718



# Hier, aujourd'hui, des catastrophes glaciaires



Weisshorn et Bisgletscher  
un cocktail détonnant

- depuis 1636, à Randa, les chutes de glace ont causé un total de 51 morts en déclenchant 19 avalanches



# Bilan des catastrophes glaciaires dans les Alpes

Année	Glacier	Nombre de morts	Cause
1595	Giétro	140	Débâcle de lac périglaciaire
1597	Hohmattu, Balmen	81	Avalanche de glace
1636	Bis	37	Avalanche de glace
1717	Triolet (It)	7	Avalanche de glace
1720	Bis	12	Avalanche de glace
1792	Altels	4	Avalanche de glace
1817	Griaz (Fr)	4	Avalanche de glace
1818	Giétro	44	Débâcle de lac périglaciaire
1819	Bis	2	Avalanche de glace
1829	Gruben	1	Débâcle de lac périglaciaire
1889	Nantillons (Fr)	1	Avalanche
1892	Tête-Rousse	195	Rupture de poche d'eau
1895	Altels	6	Avalanche de glace
1895	Grands-Couloirs (Fr)	2	Avalanche de glace
1901	Rossboden	2	Avalanche glace-neige-roche
1904	Argentière (Fr)	2	Rupture de poche d'eau
1918	Rhône	1	?
1922	Bas glacier de Grindelwald	3	Avalanche de glace

Année	Glacier	Nombre de morts	Cause
1932	Hochalmkees (At)	3	Débâcle de lac périglaciaire
1934	Rhône	2	Débâcle de lac périglaciaire
1941	Rhône	6	Avalanche de glace
1948	Rosenloui	3	Avalanche de glace
1949	Tour (Fr)	6	Avalanche glaciaire
1952	Luseny (It)	4	Avalanche de glace
1965	Allalin	88	Avalanche de glace
1974	Breitlouwenen	2	Avalanche de glace
1976	Hochfirn	3	Avalanche de glace
1982	Giesen	1	Avalanche de glace
1982	Haut glacier de Grindelwald	1	Avalanche de glace
1994	Bossons (Fr)	9	Avalanche de glace
1995	Bossons (Fr)	3	Avalanche de glace
1997	Charpoua (Fr)	1	Avalanche de glace
1997	Brenva (It)	2	Avalanche de glace

Relativisons le risque glaciaire : sur une durée d'environ 400 ans (1589-2000), le programme européen Glaciorisk (2001-2003) a recensé 206 glaciers "dangereux" et 672 accidents provoquant au total 721 morts (225 en France). **C'est, au total, le bilan moyen d'environ 2 heures de la guerre de 14-18, une heure sur Omaha Beach le 6 juin 44 !**

Les glaciers ont fait chaque année, depuis Louis XIV, à peu près autant de morts que les loups !

## PAG et impact sur la société

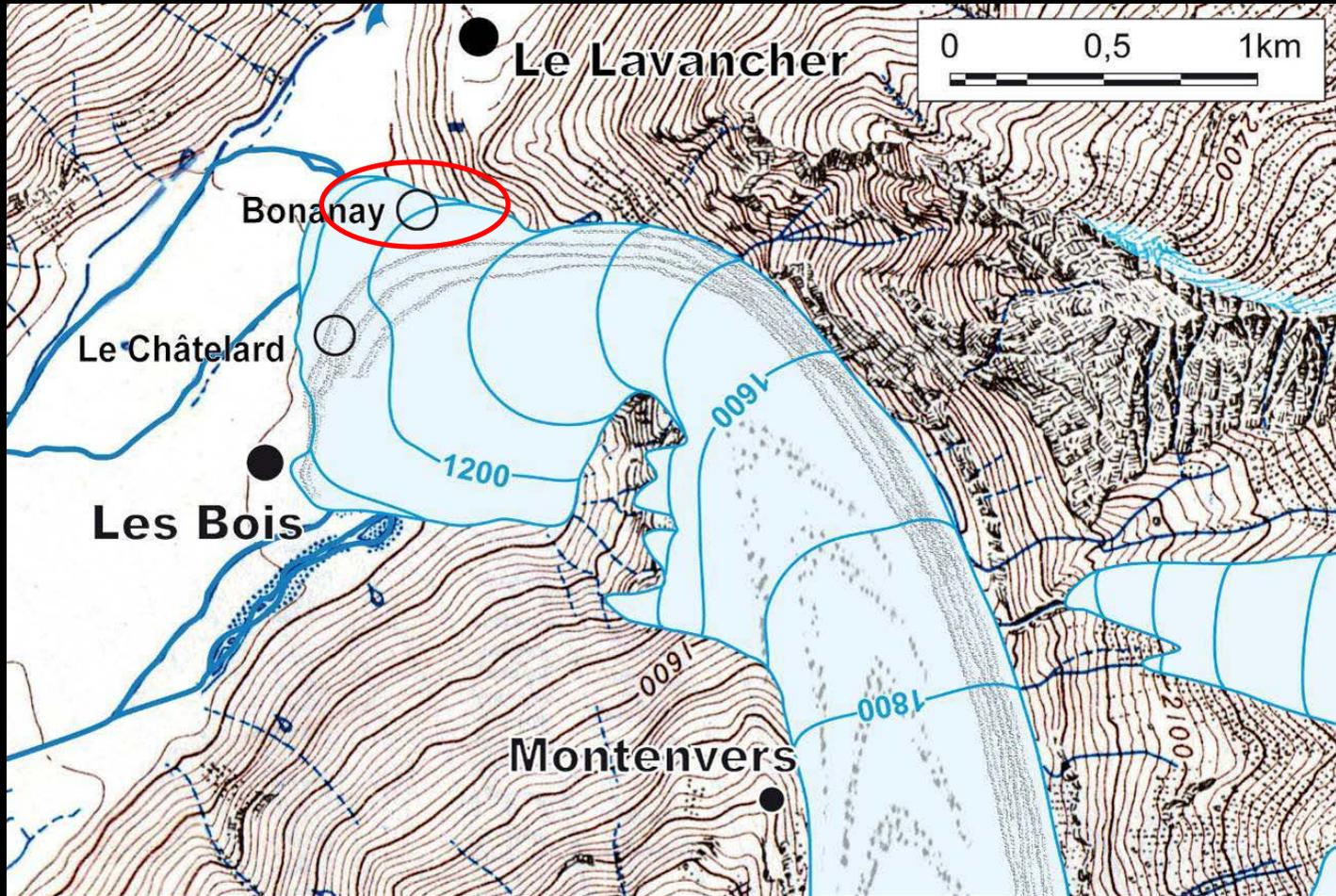


- Peinture du 17e siècle des Londoniens assistent à une "Fête de la glace"

→ la Tamise gelée en 1660

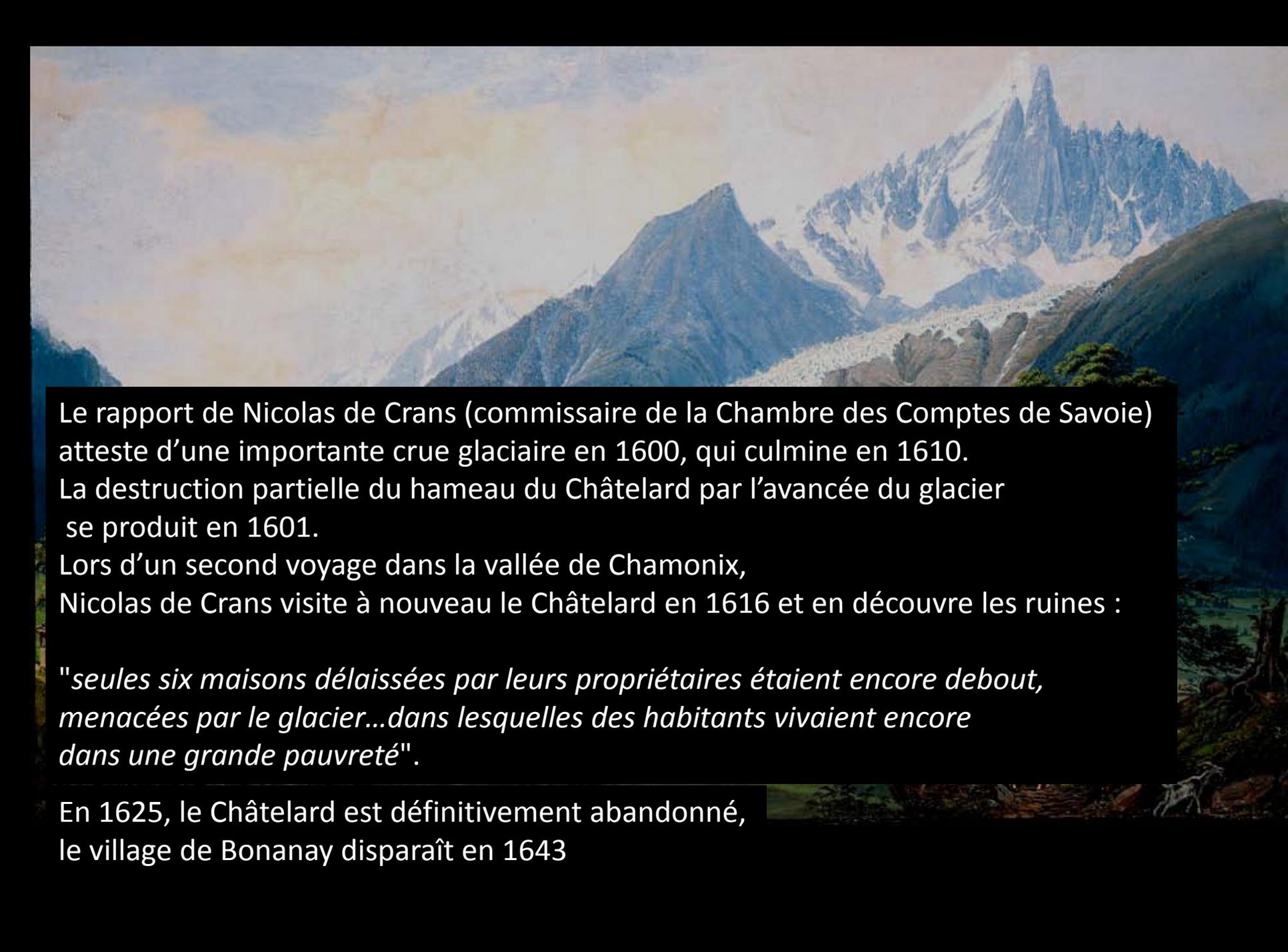
- le froid s'abat sur la France en 1693 et 1694, près de 1,7 millions de Français meurent
- l'hiver 1788-1789 a considérablement contribué à la Révolution Française de l'été

# La Mer de Glace au Petit Age Glaciaire, en 1643



Selon Le Roy Ladurie (1967), le Châtelard existait probablement depuis 1289 et comptait 21 foyers au début du XVII<sup>e</sup> siècle

Bonanay, installé en 1458, comptait 20 foyers au début du XVII<sup>e</sup> siècle

A painting of a mountain landscape. In the foreground, a small settlement is visible, partially obscured by a large glacier. The mountains in the background are rugged and snow-capped. The sky is a pale, hazy blue.

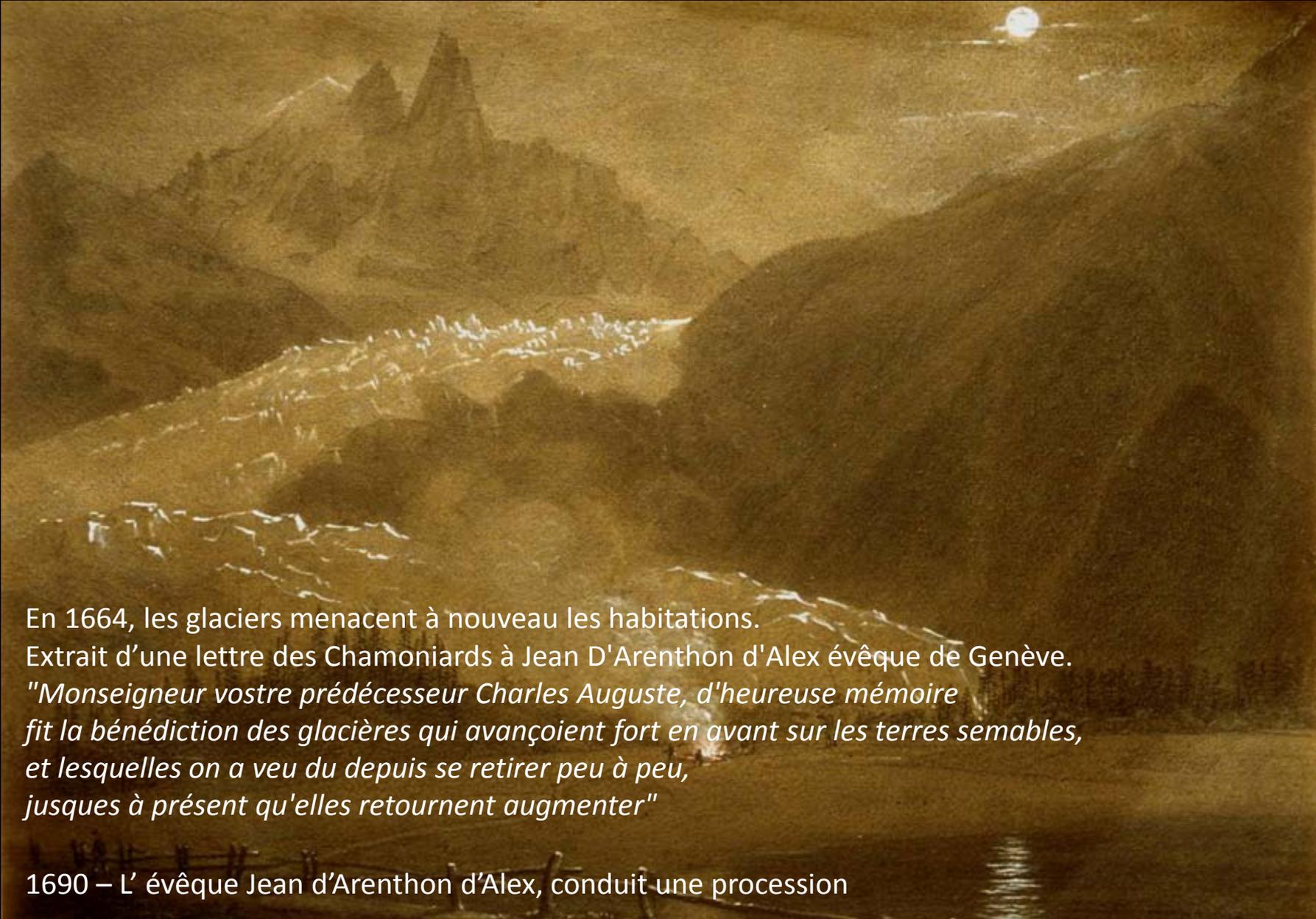
Le rapport de Nicolas de Crans (commissaire de la Chambre des Comptes de Savoie) atteste d'une importante crue glaciaire en 1600, qui culmine en 1610. La destruction partielle du hameau du Châtelard par l'avancée du glacier se produit en 1601.

Lors d'un second voyage dans la vallée de Chamonix, Nicolas de Crans visite à nouveau le Châtelard en 1616 et en découvre les ruines :

*"seules six maisons délaissées par leurs propriétaires étaient encore debout, menacées par le glacier...dans lesquelles des habitants vivaient encore dans une grande pauvreté".*

En 1625, le Châtelard est définitivement abandonné, le village de Bonanay disparaît en 1643

## Le glacier des Bois (Mer de Glace)



En 1664, les glaciers menacent à nouveau les habitations.

Extrait d'une lettre des Chamoniards à Jean D'Arenthon d'Alex évêque de Genève.

*"Monseigneur votre prédécesseur Charles Auguste, d'heureuse mémoire fit la bénédiction des glacières qui avançaient fort en avant sur les terres semables, et lesquelles on a vu du depuis se retirer peu à peu, jusques à présent qu'elles retournent augmenter"*

1690 – L' évêque Jean d'Arenthon d'Alex, conduit une procession

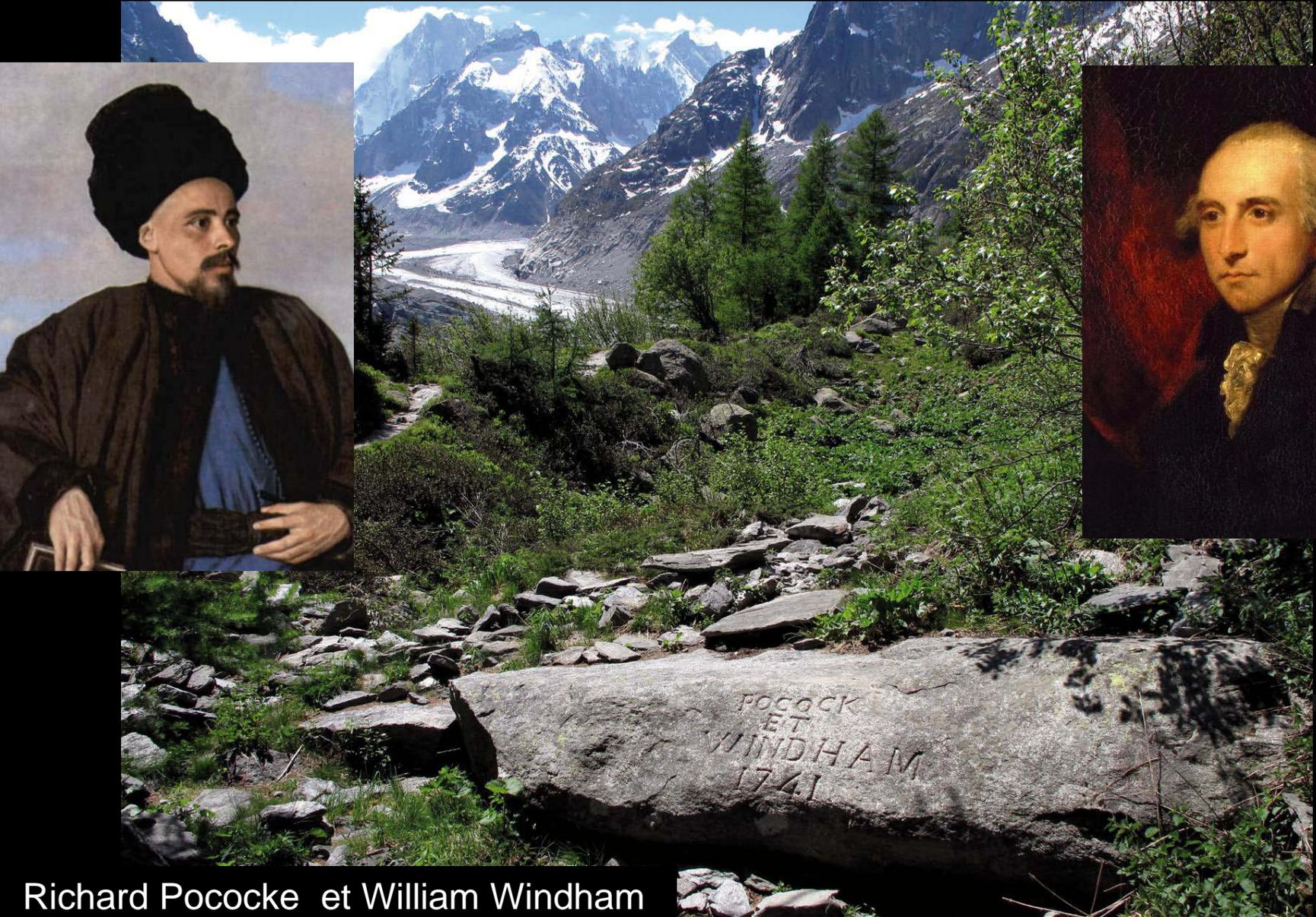
# Le glacier d'Argentière au PAG



Destruction partielle du hameau de la Rosière en 1643  
par la crue du glacier

Destruction du hameau de la Bonneville en 1610 et 1614 (Le Roy Ladurie, 1967)  
par une poche d'eau.

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



Richard Pococke et William Windham

# Des conséquences insoupçonnées Quand le PAG influençait la qualité des instruments de musique !



La qualité inégalée des violons du luthier

le secret de... Stradivarius !

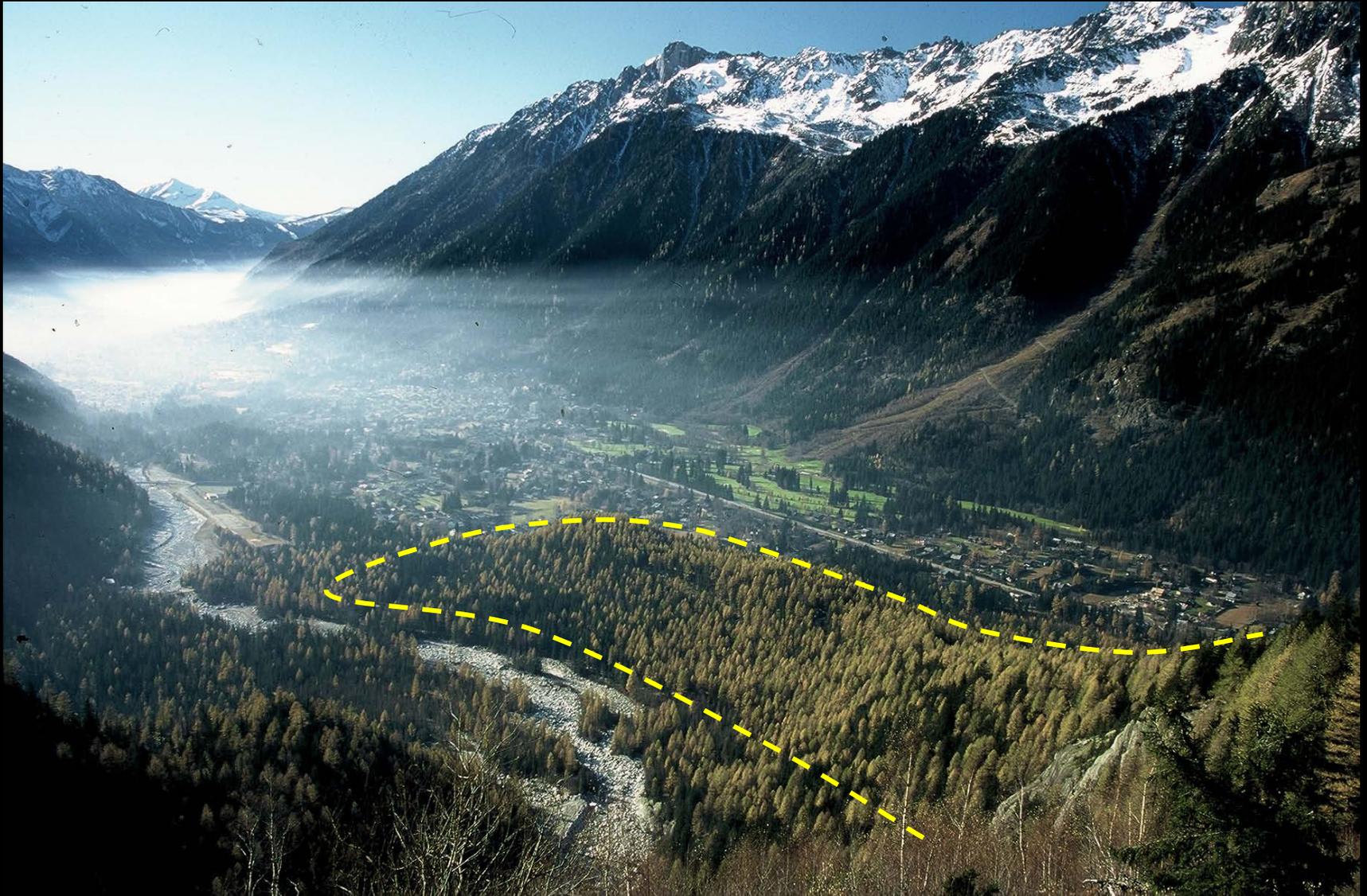
➤ des mélèzes aux cernes plus resserrés...



# L'héritage géomorphologique après 1850

# L'empreinte de la Mer de Glace au village des Bois

- de volumineuses constructions morainiques



# Le glacier du Rhône en 1855 et en 2014



# Le glacier du Rhône et son lac pro-glaciaire en 2016

