Écroulements, retrait glaciaire… L'alpinisme à l'épreuve du climat

Ludovic RAVANEL, Jacques MOUREY

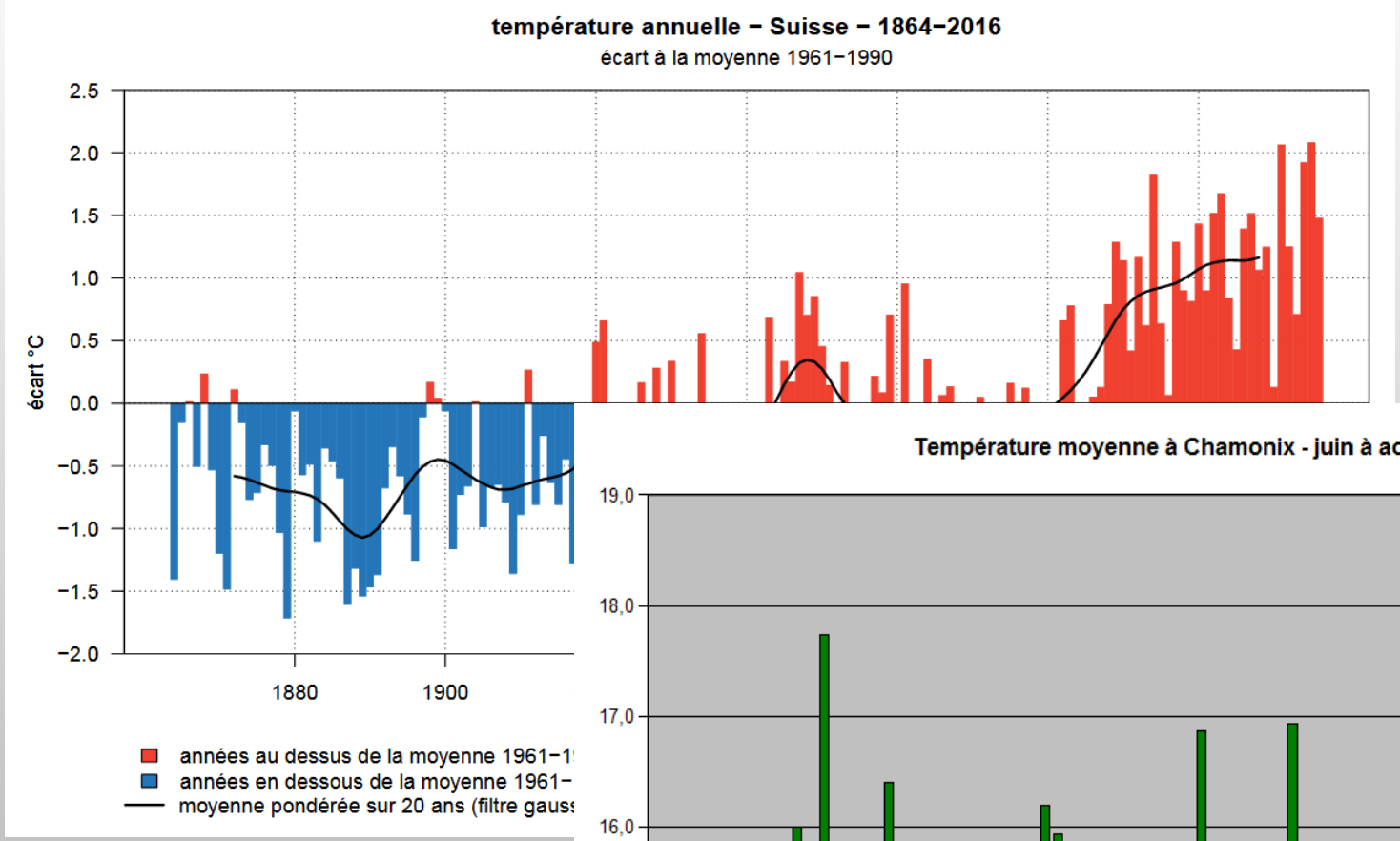
Gap, 22 nov. 2018

M. Caplain

Ludovic RAVANEL

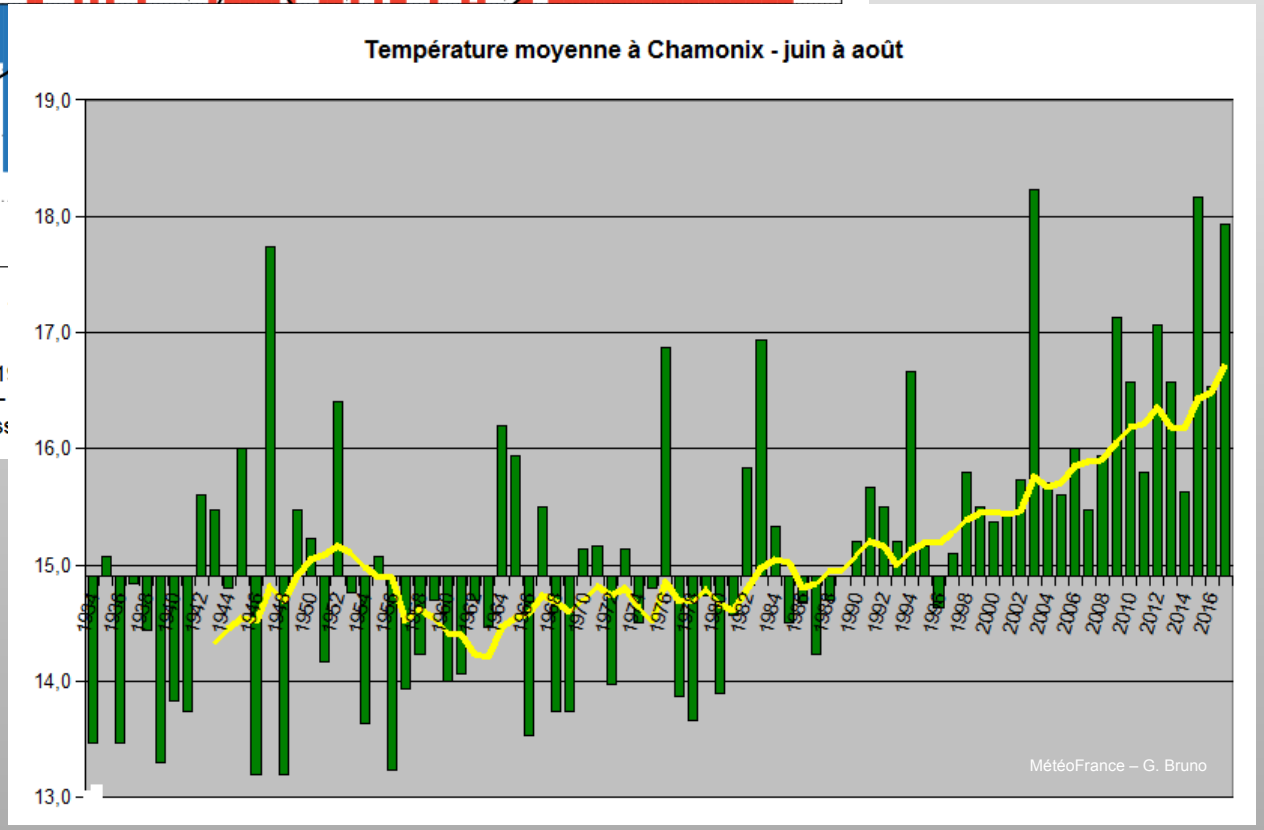
- Chargé de Recherche CNRS – Laboratoire EDYTEM
- Enseignant à l'université de Lausanne, Savoie Mont Blanc et à l'ENSA

Évolution des températures alpines depuis 150 ans



C

+ 2,1°C !!!!!



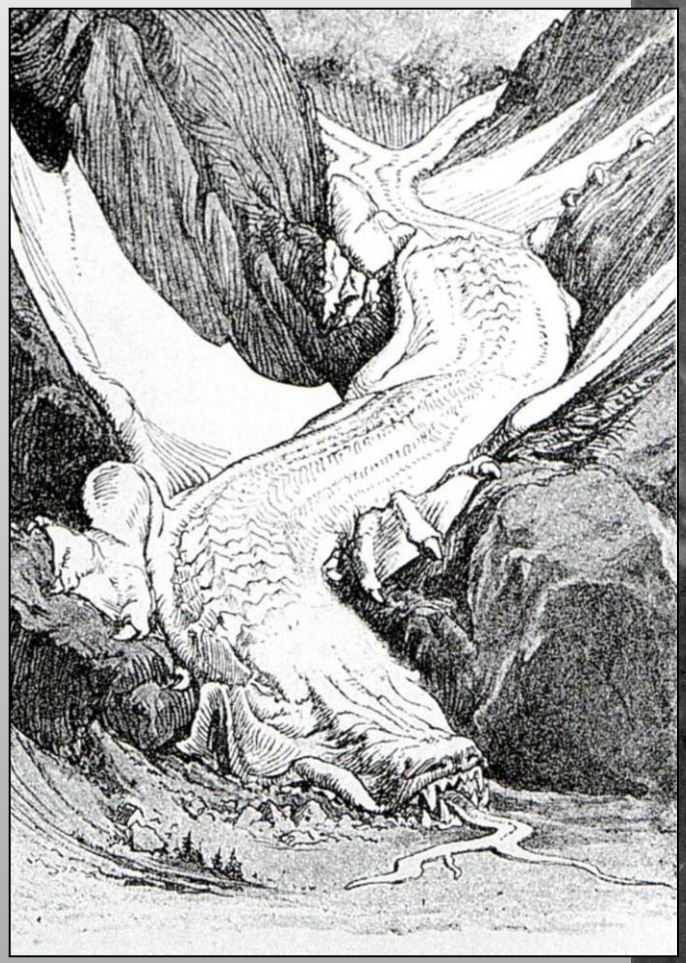
Temp. moy. 06/07/08
à Chamonix

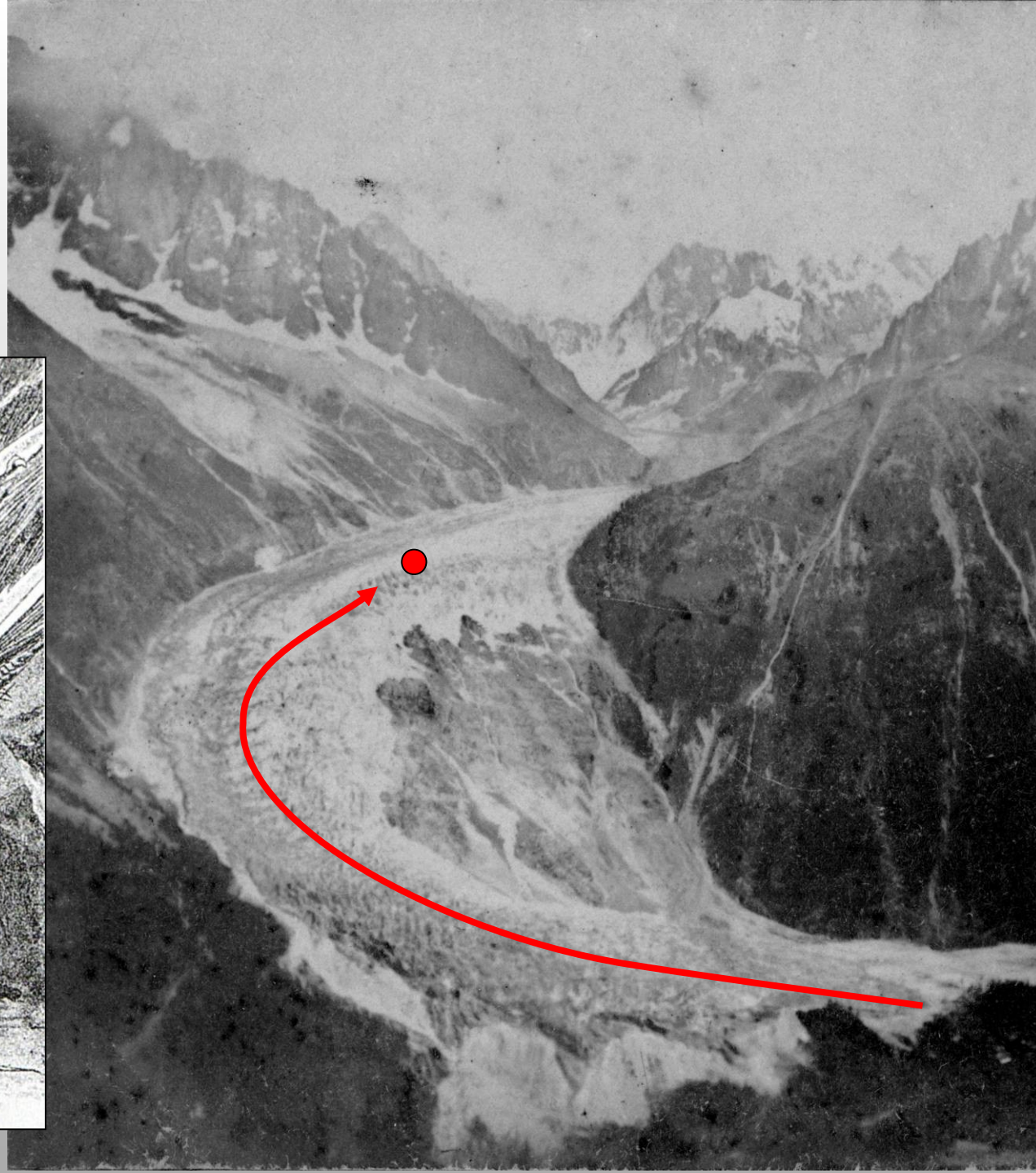
Mer de Glace
Chemin de fer du Montenvers
1042 - 1913 m
Chamonix
Mont-Blanc
CAISSE-CASH DESK
CAISSE-CASH DESK
CAISSE-CASH DESK

F. Louison

NIVEAU DU GLAC
LEVEL OF THE GLAC
1990

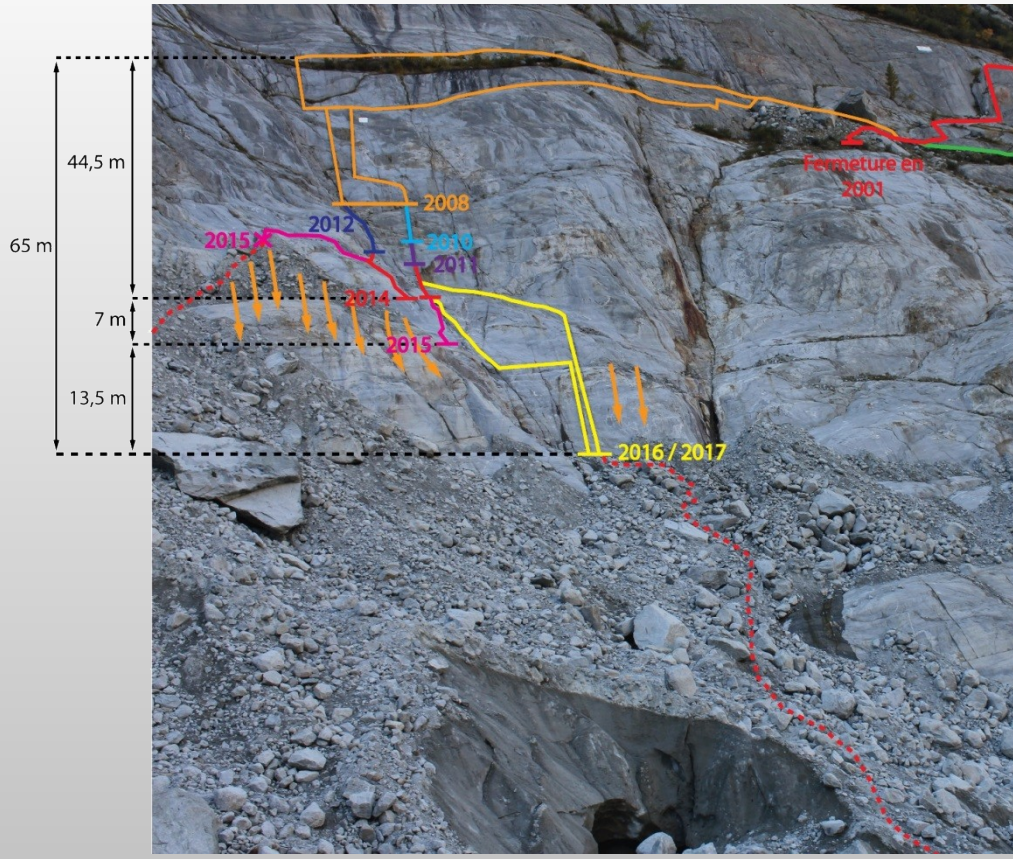
La Mer de Glace



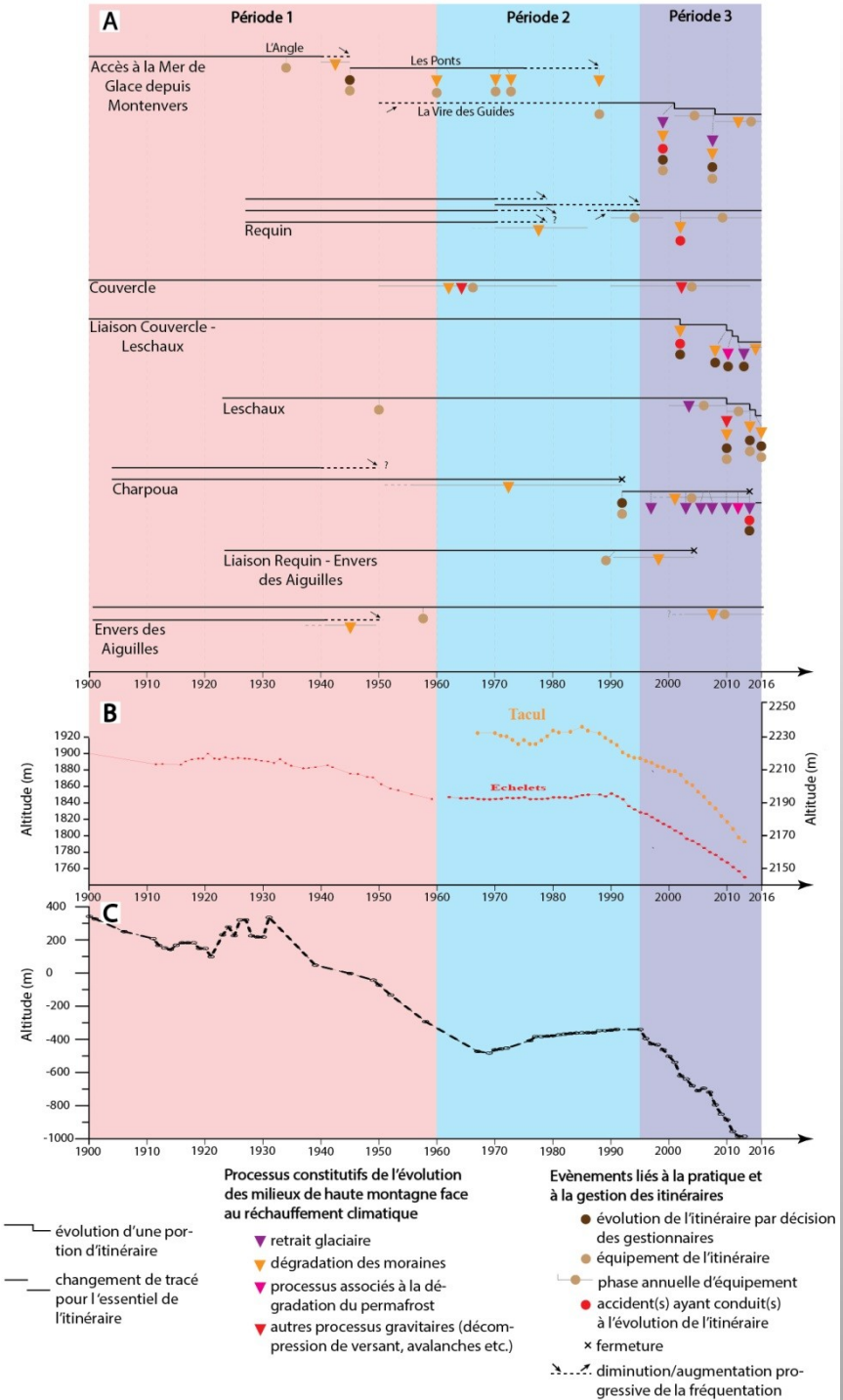


ÉTAPE 1 – Accéder au refuge

→ Les accès aux refuges

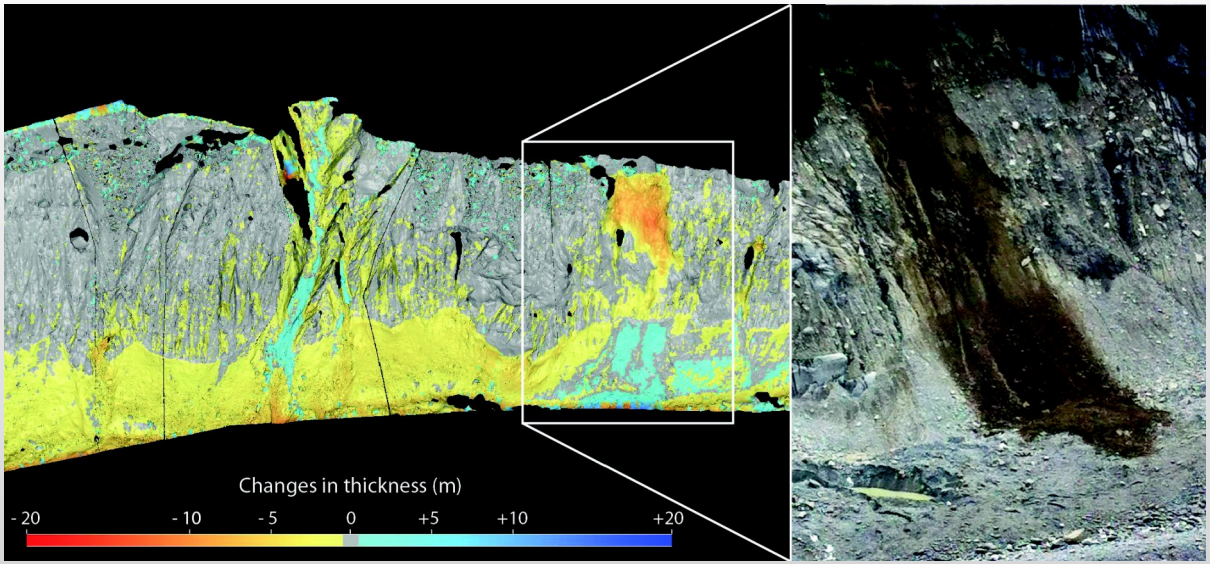


Mer de Glace



Mourey & Ravanel, 2017

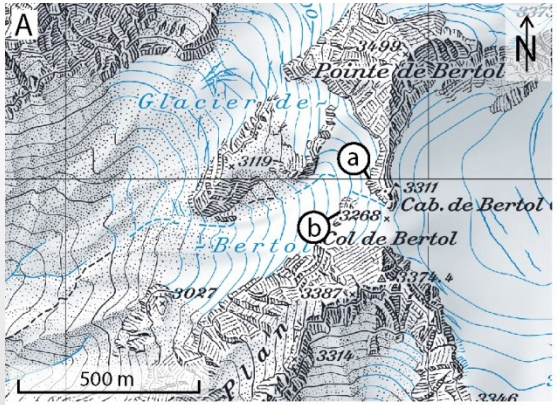
Mer de Glace, moraine latérale droite



28 août 2014
~ 40 000 m³

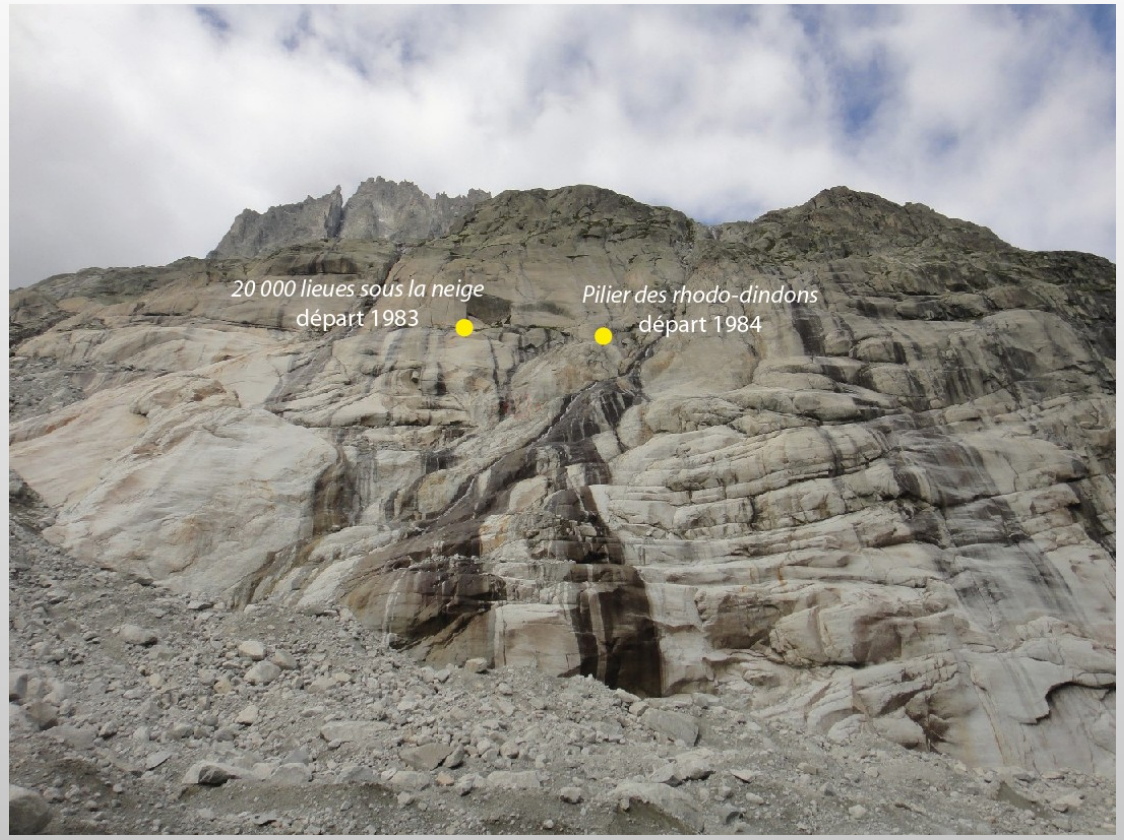
Juin 2016
2015-17 : 68 000 m³

Cabane de Bertol

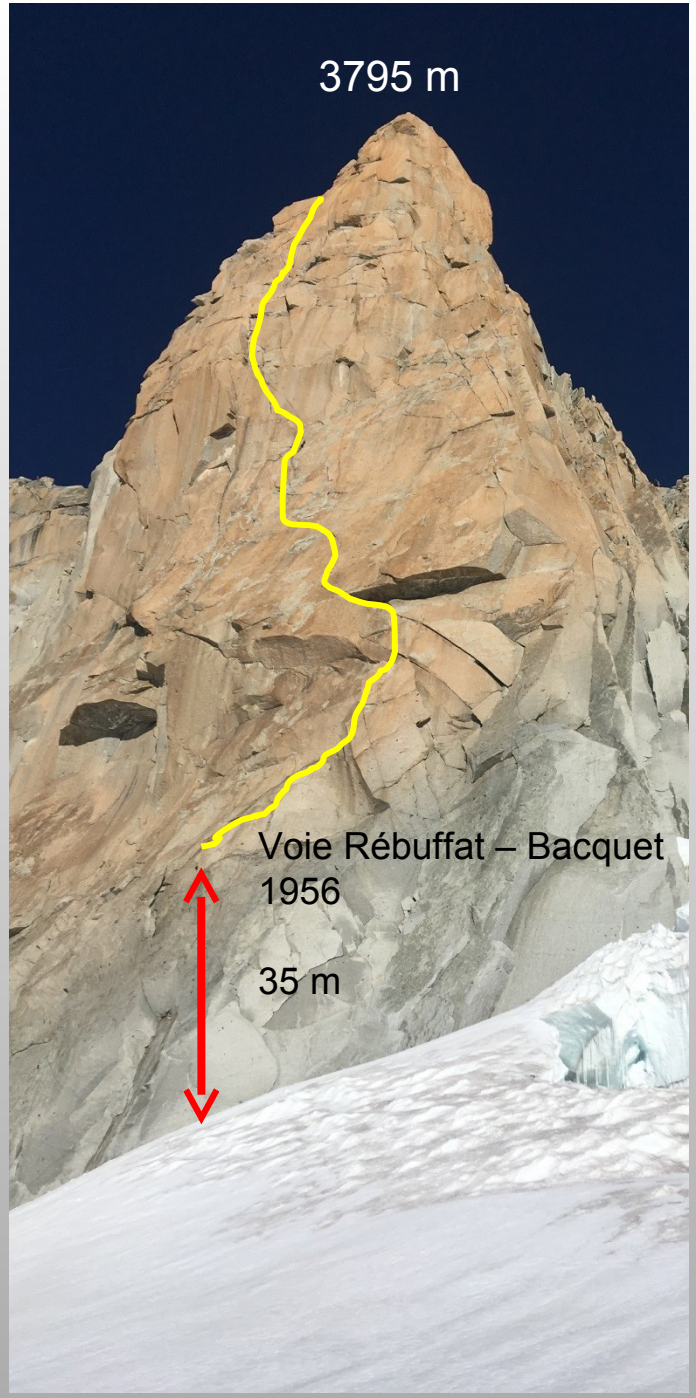


Refuge des Conscrits

→ Accès aux voies d'escalade



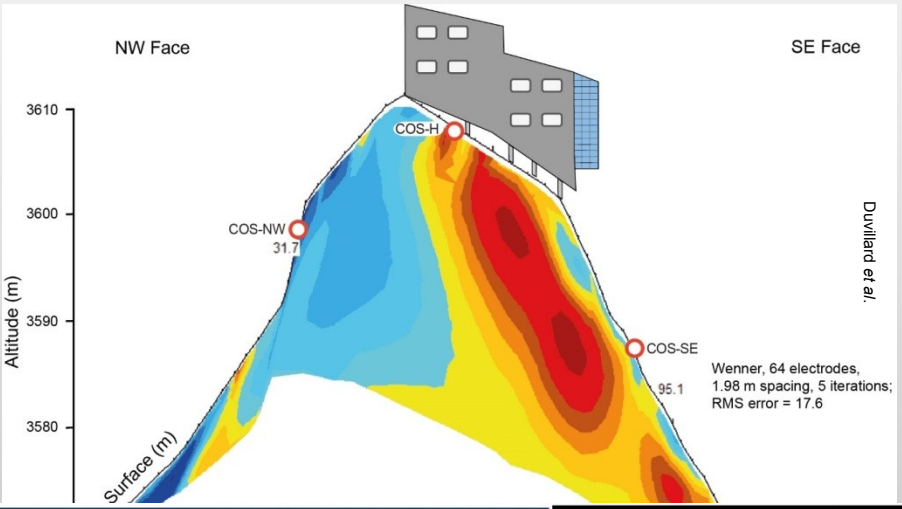
Dalles sous l'Envers

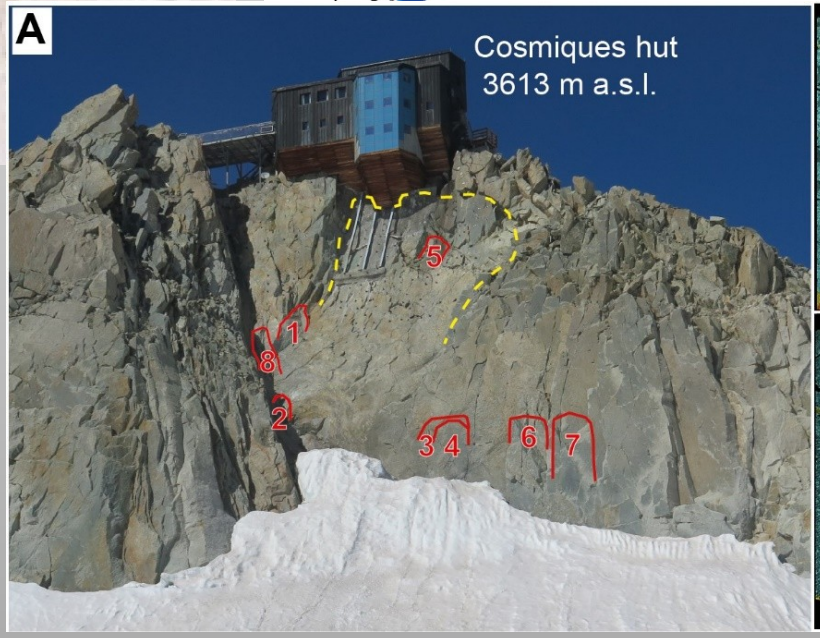


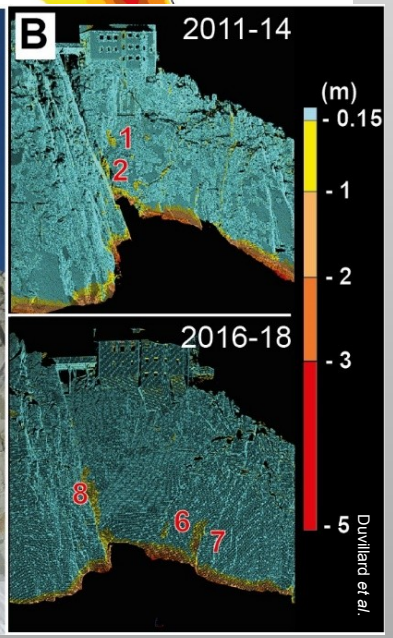
Face sud de l'Aiguille du Midi

ÉTAPE 2 – Le refuge

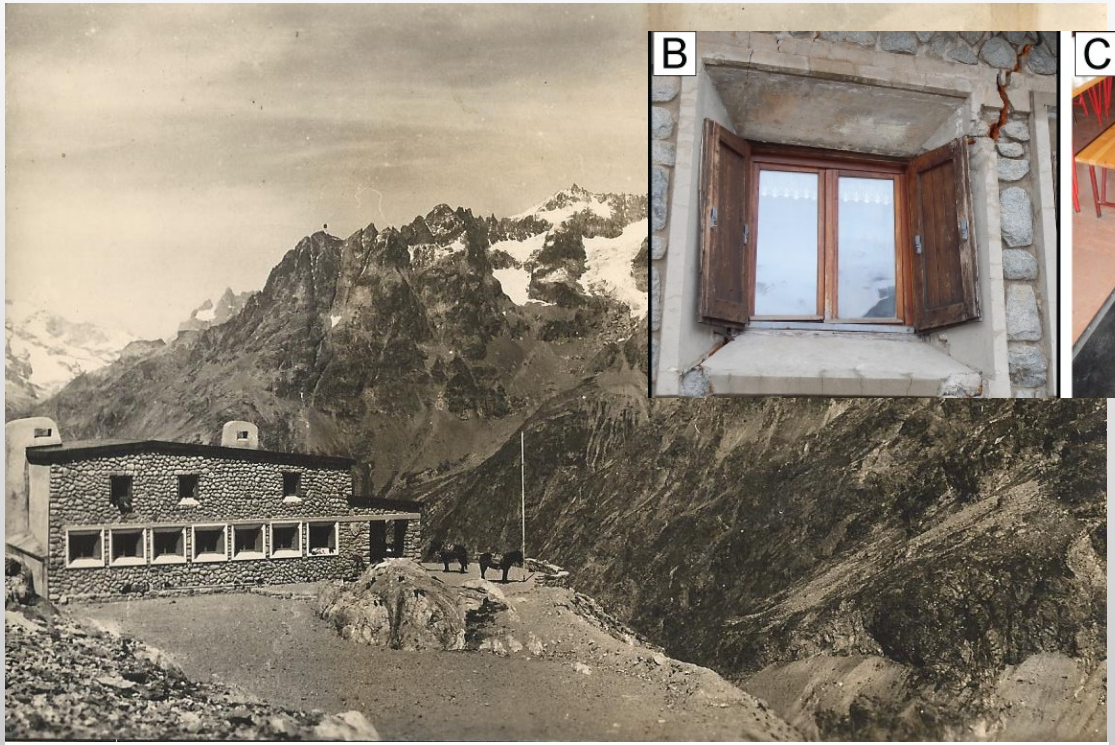
Refuge des Cosmiques, 1998, 600 m³

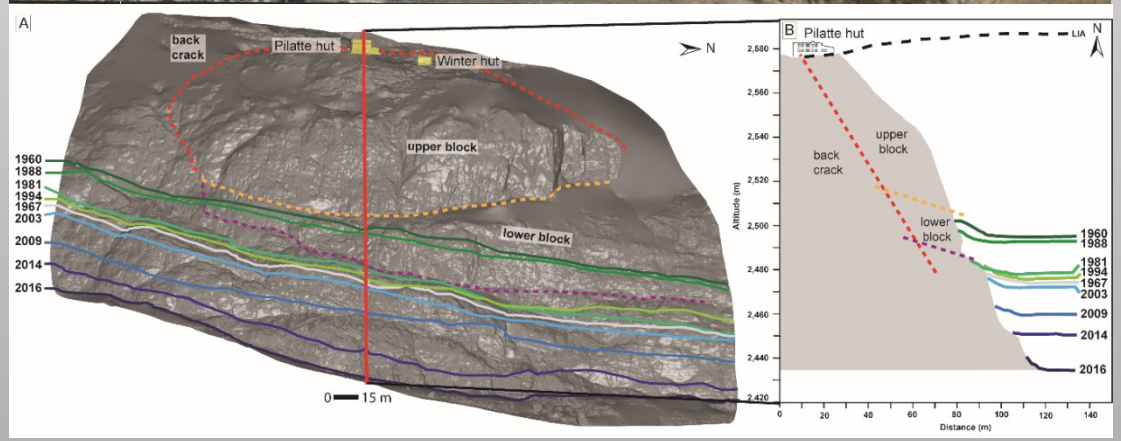


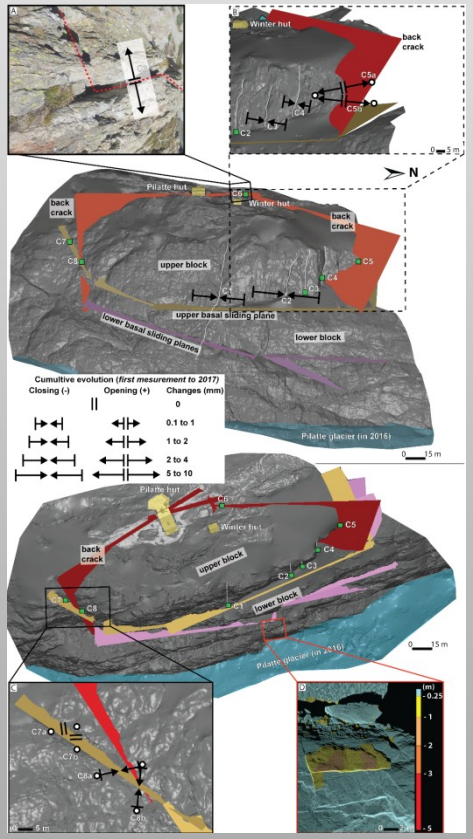




ÉTAPE 2 – Le refuge



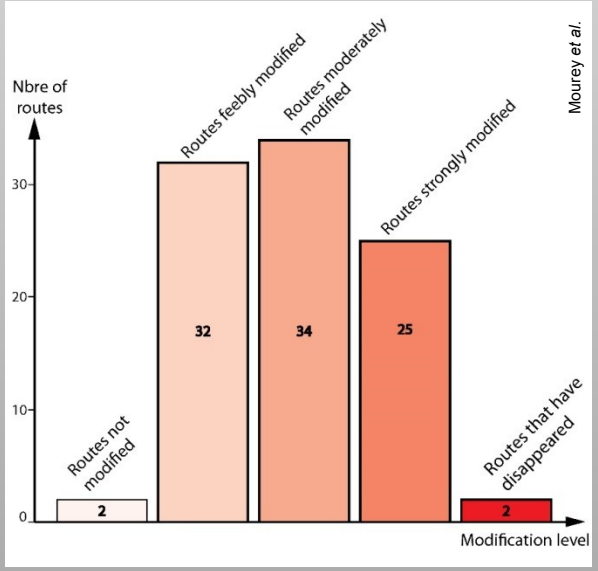




Duvillard *et al.*, 2018

Refuge de la Pilatte, 400 000 m³

ÉTAPE 3 – La course

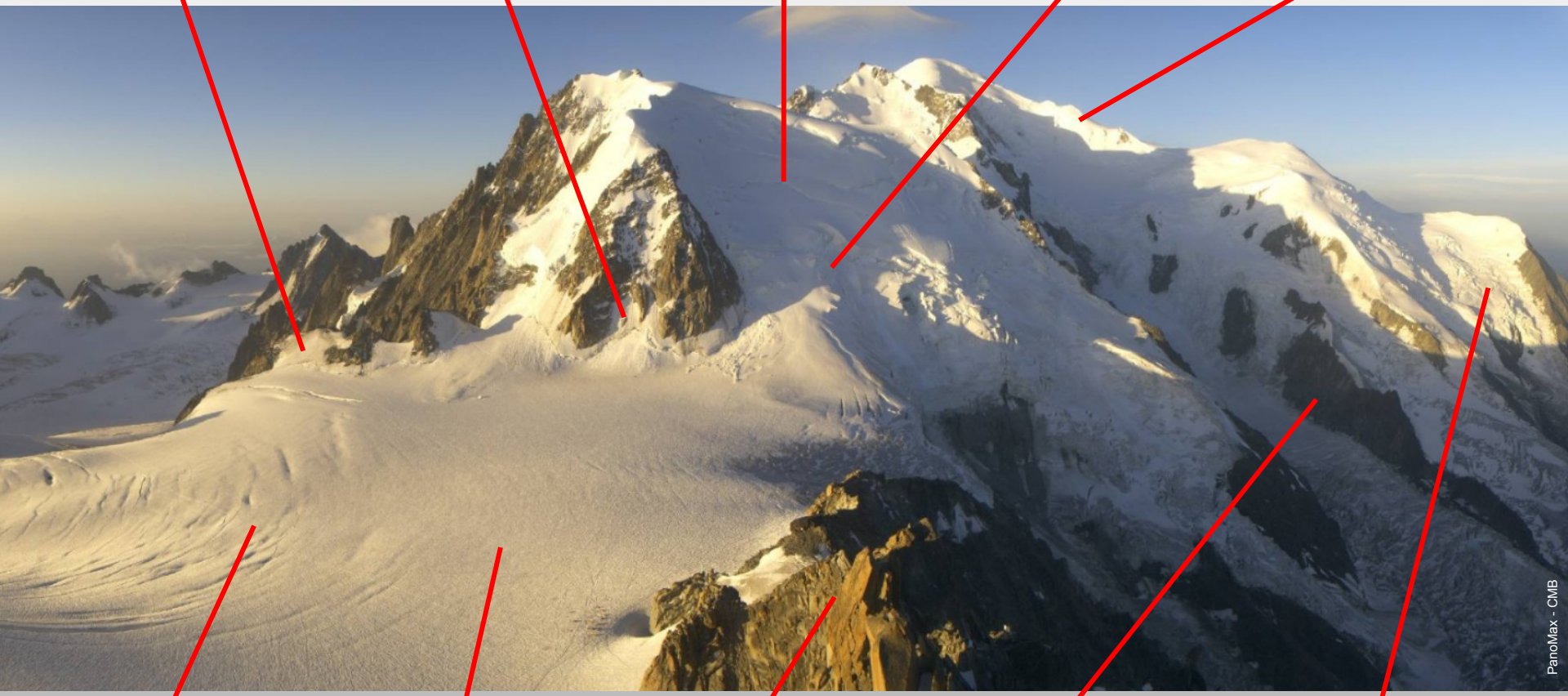


Principaux effets du changement climatique sur les milieux de haute montagne	Processus affectant et modifiant les itinéraires		Nombre d'itinéraires affectés (XX/95 - YY %)	Partie(s) des courses la (les) plus affectée(s)	Effets sur les conditions de fréquentation des itinéraires
Dégradation du permafrost	Eboulements / écroulements		28 - 27	↗	● ▲
	Chutes de pierres (cryoclastie, ruissellement)		55 - 52	↗	●
Retrait des couvertures glacio-nivales et évolution des arêtes en neige	Couvertures glacio-nivales «en glace» plus tôt dans la saison éstivale (voire de manière quasi permanente)		58 - 55	↗	●
	Accroissement des angles de pente		53 - 50	↗	●
	Retrait des couvertures glacio-nivales; apparition du substratum rocheux en général très fracturé voire déstructuré		53 - 50	↗	▲
	Arête de neige devenant plus étroites		25 - 24	↗	●
Retrait glaciaire	Processus paraglaciaires	Désenglacement et augmentation de la hauteur des moraines	47 - 45	⇢ ↘	● ▲
		Accroissement des angles de pente des moraines	47 - 45	⇢ ↘	●
		Déstabilisation rocheuses (chutes de pierres, éboulements, écroulements, glissements)	47 - 45	⇢ ↘	●
		Développement de la torrentialité en zone proglaciaire	3 - 3	⇢ ↘	●
	Désenglacement du substratum rocheux et apparition de dalles lisses		77 - 73	↗	●
	Désenglacement du substratum rocheux et apparition de blocs instables		30 - 28	↗	● ●
	Apparition de nouvelles zones de crevasses		47 - 45	⇢ ↘	● ●
	Crevasses et rimayes plus ouvertes		78 - 74	⇢ ↗ ↘	● ●
	Fragilisation des ponts de neige				●
	Rupture du front de glaciers froids		4 - 4	↘	●
	Chutes de séracs issues du front de glaciers froids		12 - 11	↗	●
	Chutes de séracs issues de la surface des glaciers		23 - 22	↘	●
	Rupture du front de glaciers tempérés		7 - 7	↘	●
	Modification de l'hydrologie supra-glaciaire (bédières plus nombreuses, larges et profondes)		4 - 4	⇢ ↘	▲ ●
	Accroissement de l'angle de pente de certains secteurs		73 - 70	↘	●
	Surface des glaciers plus souvent «en glace»		49 - 47	⇢ ↗ ↘	●
	Développement d'une couverture détritique à la surface des glaciers		24 - 23	⇢ ↘	▲
	Chutes / glissement de matériaux rocheux à la surface des glaciers		11 - 10	⇢ ↘	●
	Regel nocturne moins fréquent				●

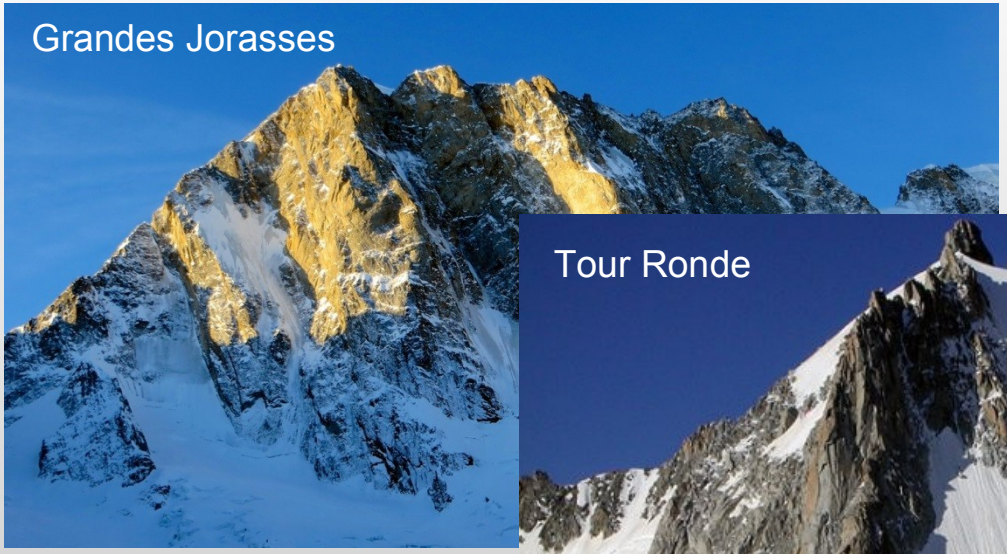
⇢ Approche
↗ Voie
↘ Descente

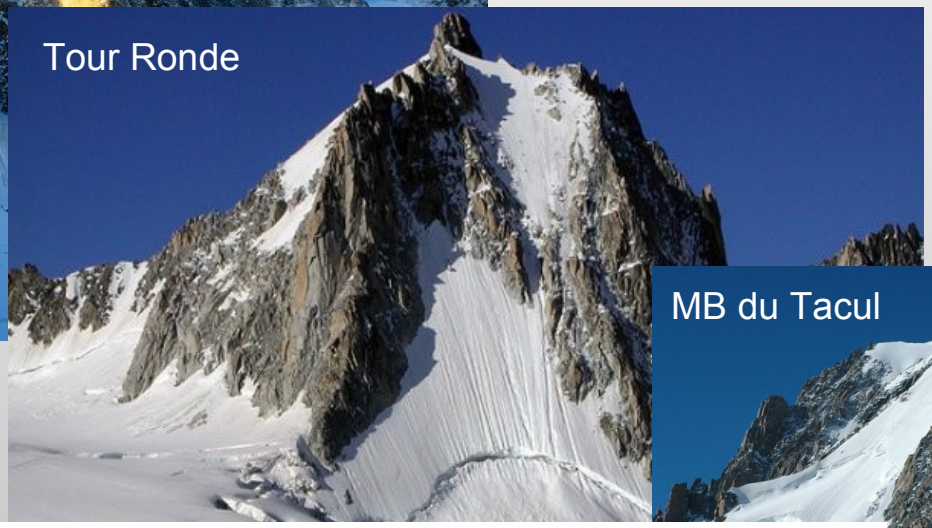
● Augmentation de la dangerosité
● Accroissement de la difficulté technique
▲ Allongement et plus grande pénibilité du cheminement
▲ Modification du tracé et des techniques de progression requises

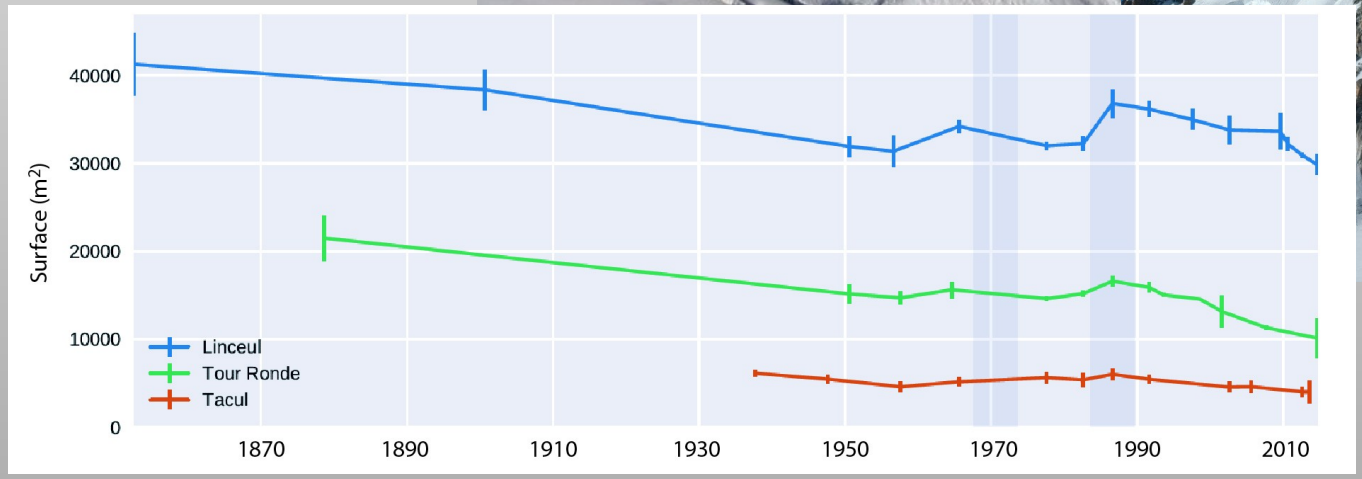
Mourey et al.


Pentes
neige → glace
Couvertures de
glace ↓
Angle
de pente ↑
Crevassement ↑
Amincissement
des arêtes
de neige
PanoMax - CMB
Ponts de neige
plus fins
et instables?
Regel nocturne ↓
Assèchement
des arêtes /
déchaussement
de blocs
Éboulements /
écroulements
rocheux ↑
Glacier
froid → tempéré /
déstabilisation

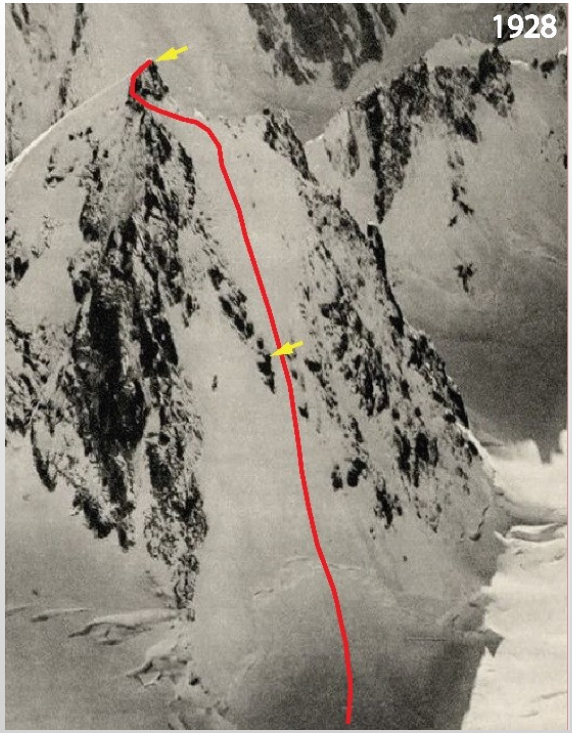
Évolution des couvertures glacio-nivales



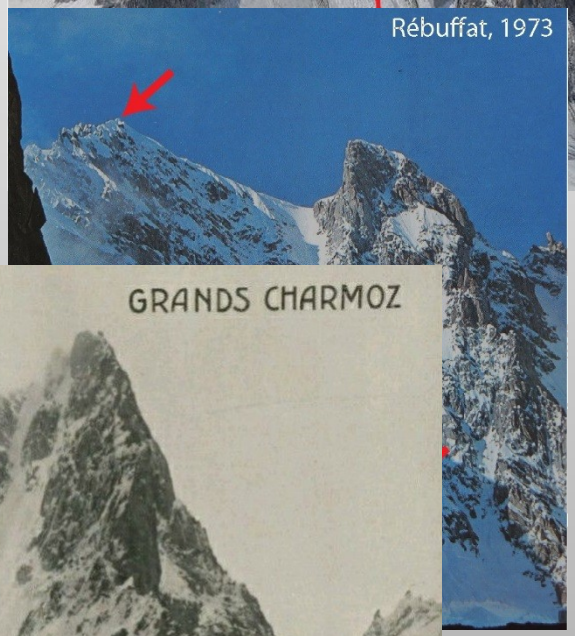




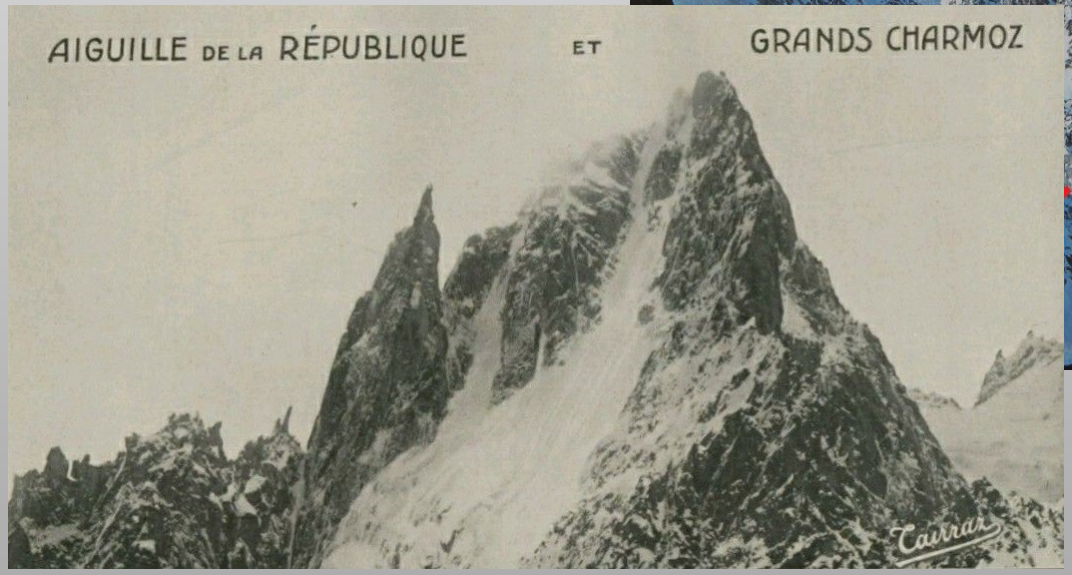
Guillet et Ravanel, 2017


1928

2017


Rébuffat, 1973

Lelièvre, 2017
Mourey et al.


AIGUILLE DE LA RÉPUBLIQUE
ET
GRANDS CHARMOZ
Cauvrat

Triangle du Tacul

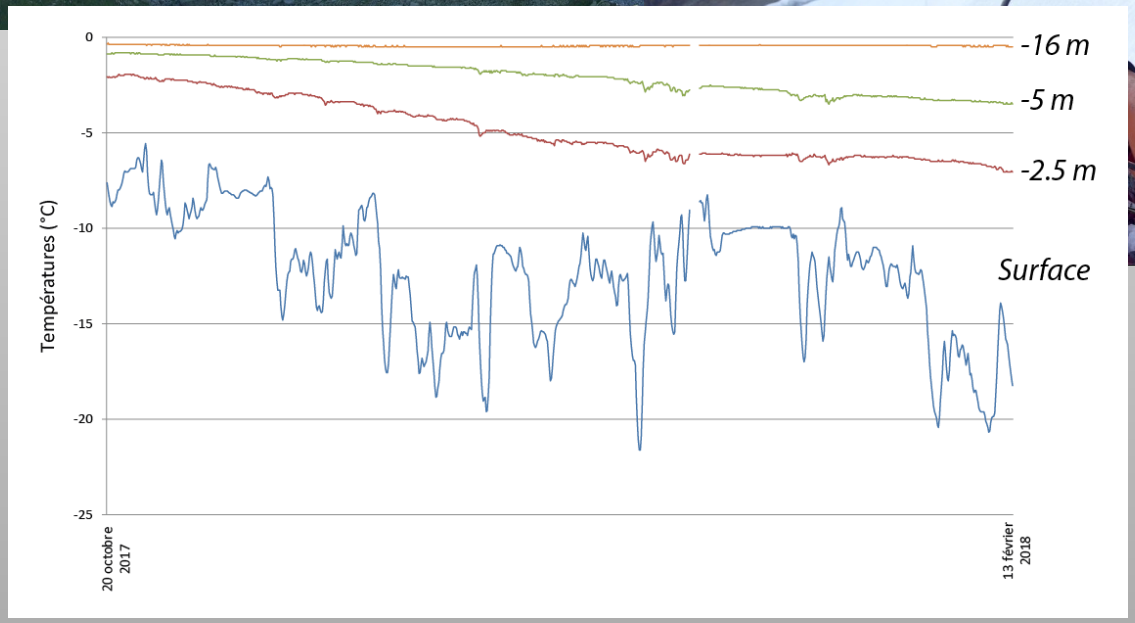
La glace qui fond actuellement a **2650 ans**…

Évolution thermique des glaciers

Glacier de Corbassière (massif du Grand Combin)
(Novembre 2007)

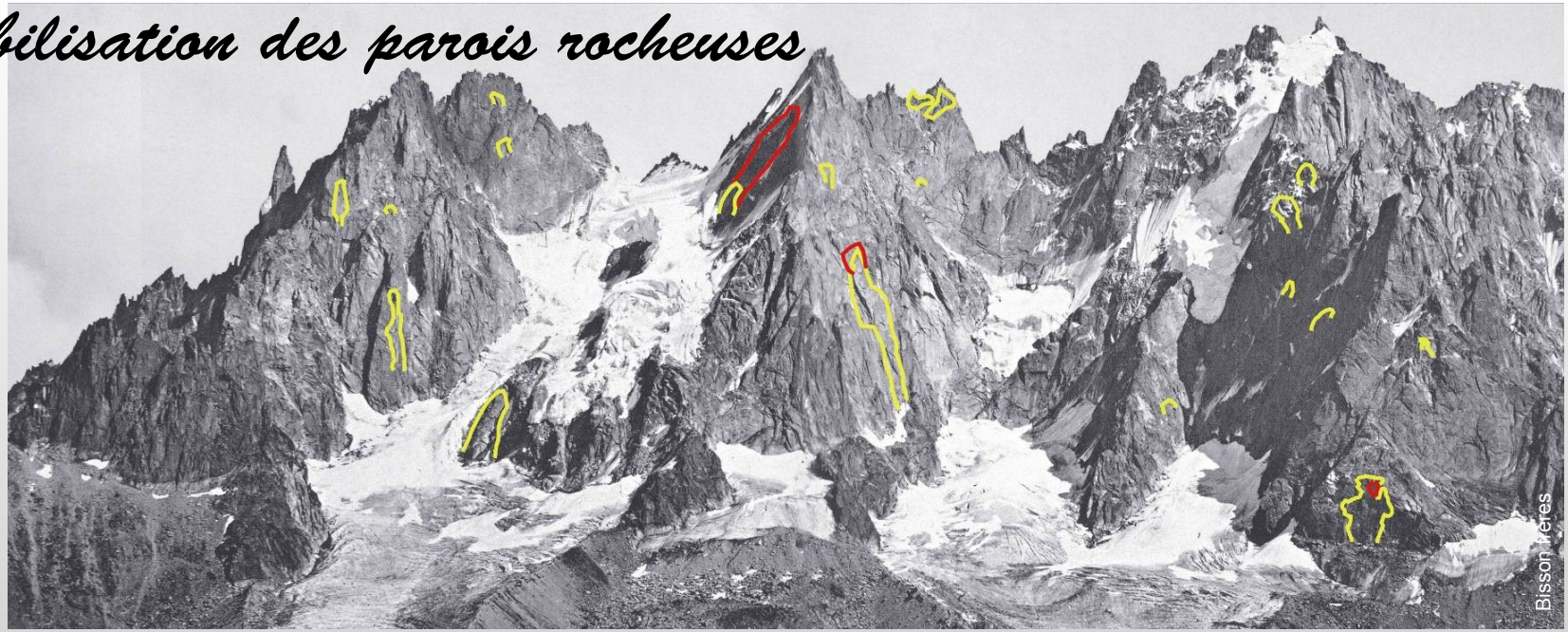
R. Brunner

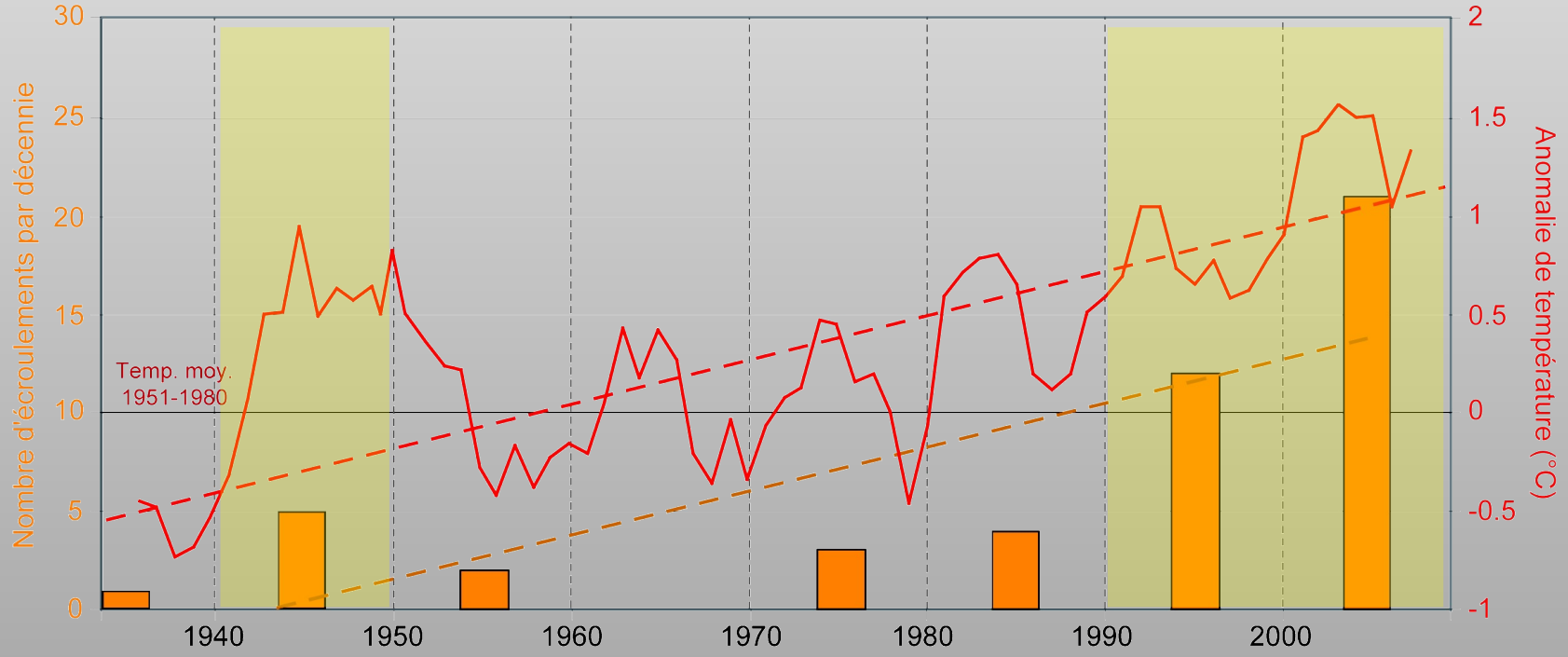
Aiguille du Midi

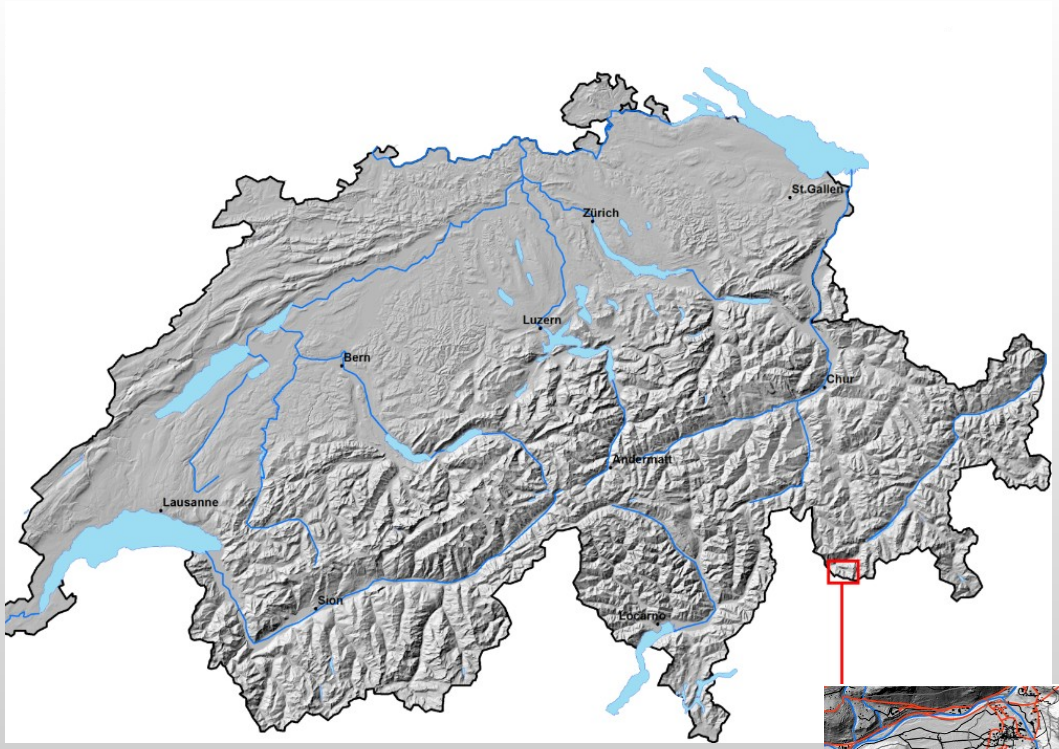


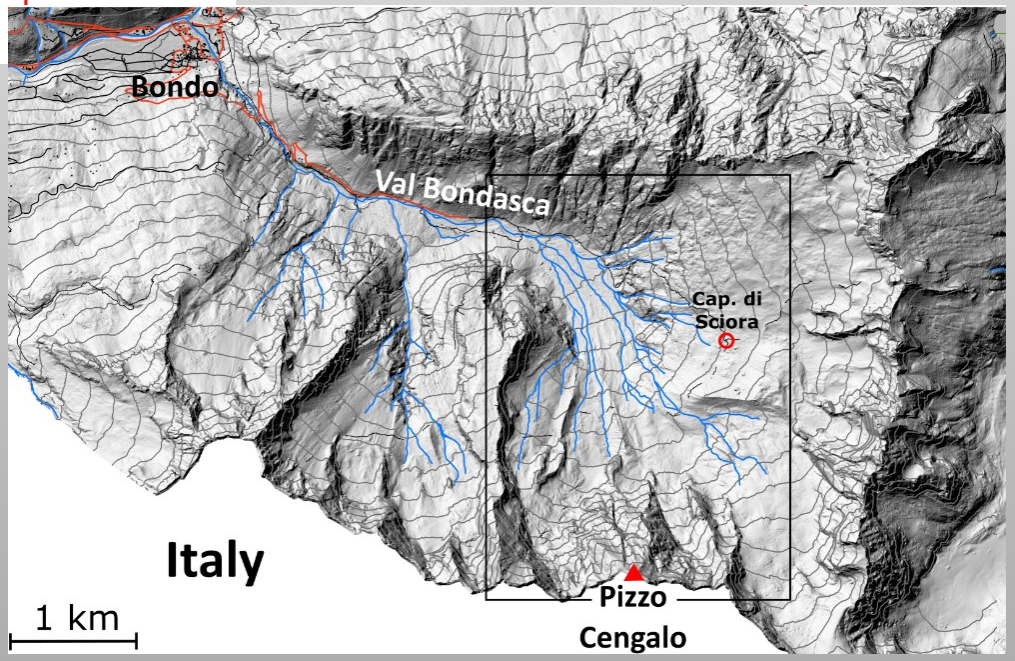
Déstabilisation des parois rocheuses

Aiguilles de Chamonix






St.Gallen
Zürich
Luzern
Bern
Chur
Andermatt
Lausanne
Sion
Locarno


Bondo
Val Bondasca
Cap. di
Sciora
Italy
Pizzo
Cengalo
1 km

M. Phillips

22 août 2017 – APN SLF

23 août 2017 – APN SLF

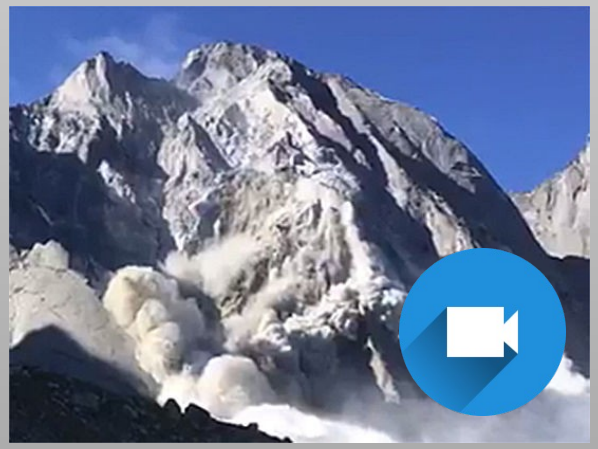
BBC NEWS

Switzerland landslide: Are the Alps melting?

At Least 8 Are Missing After Landslide i[redacted] Swiss Alps

LE FIGARO

Une masse rocheuse de quatre millions de mètres cubes de roches s'est détachée de la paroi du Piz Cengalo et s'est déversée dans une vallée derrière le petit village de Bondo.

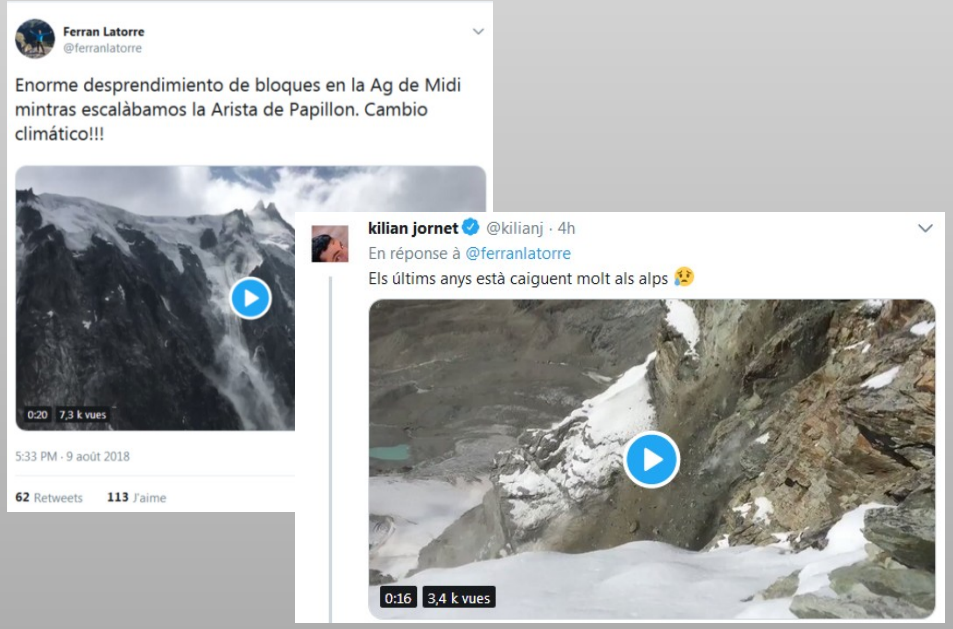


Piz Cengalo 3369 m

Val Bondasca 1400 m (8 victimes)

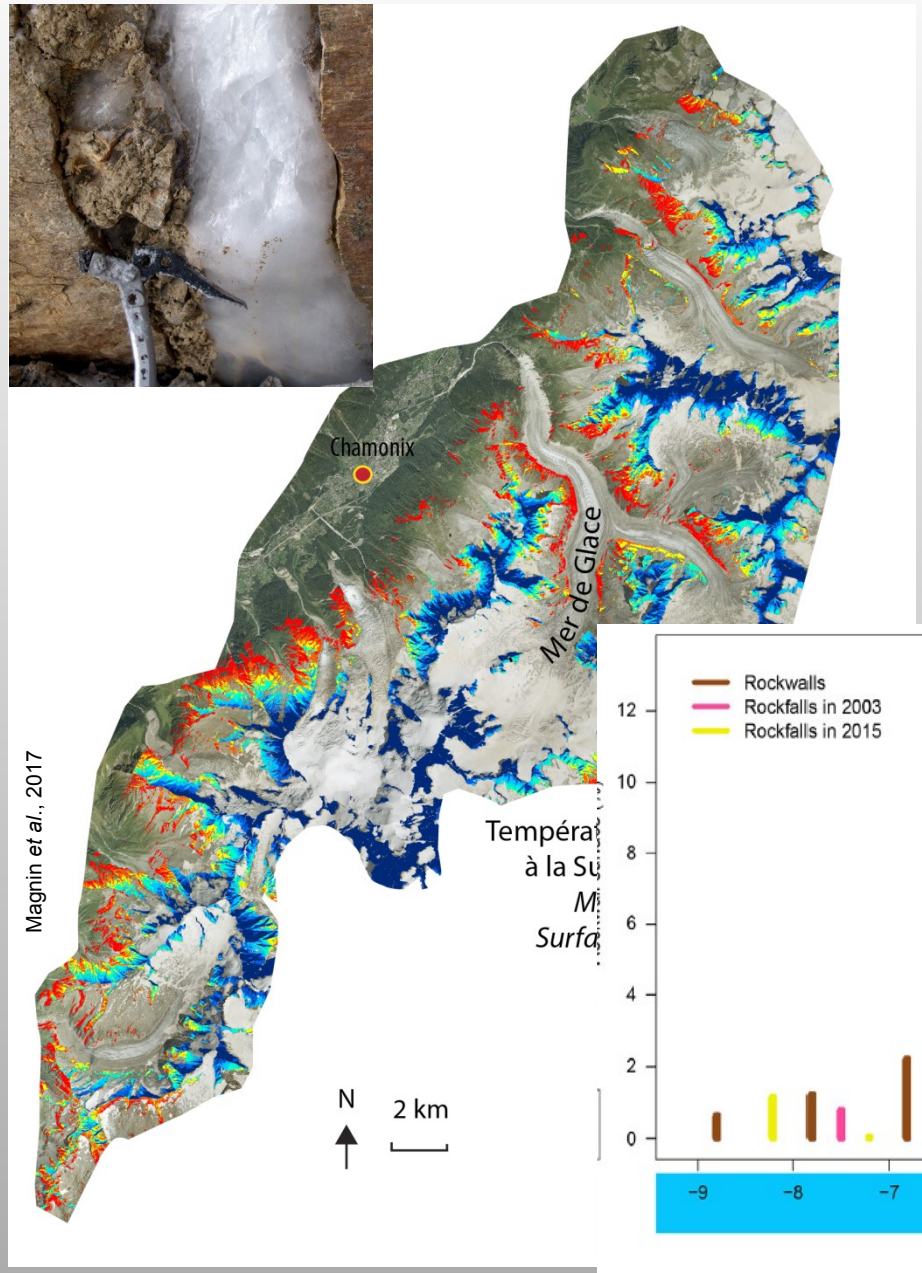
Bondo 800 m (99 infras. détruites)

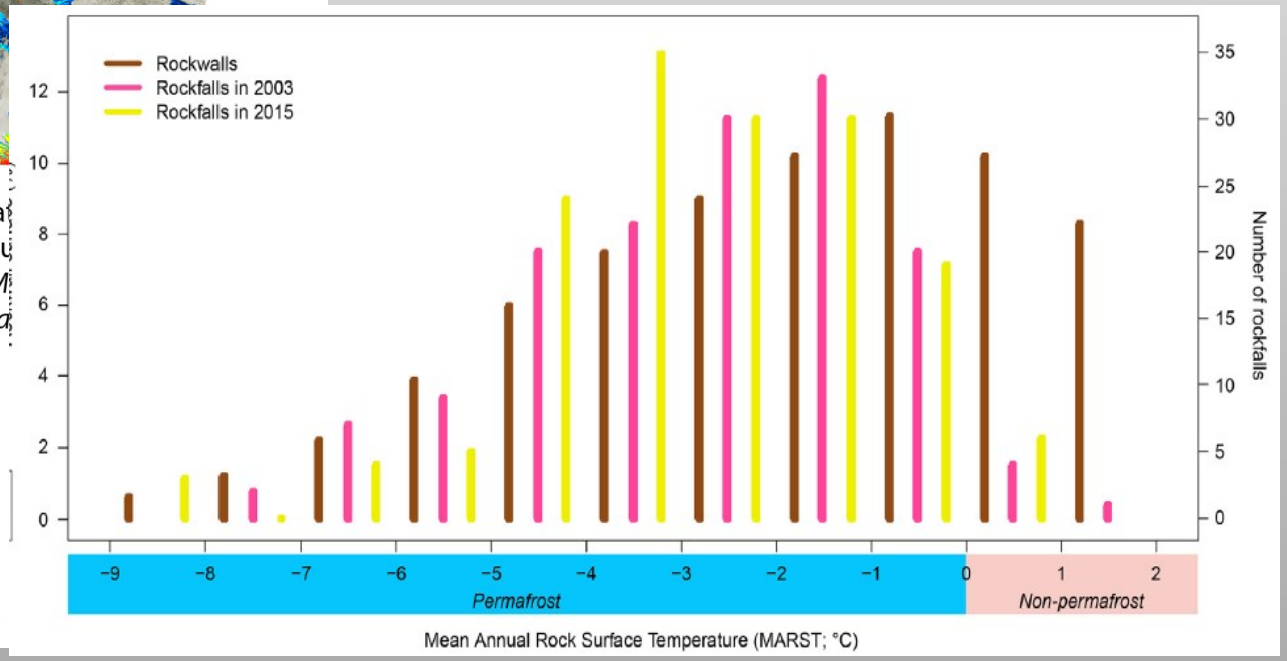
Canicules
de 2015, 2017, 2018…



Le permafrost

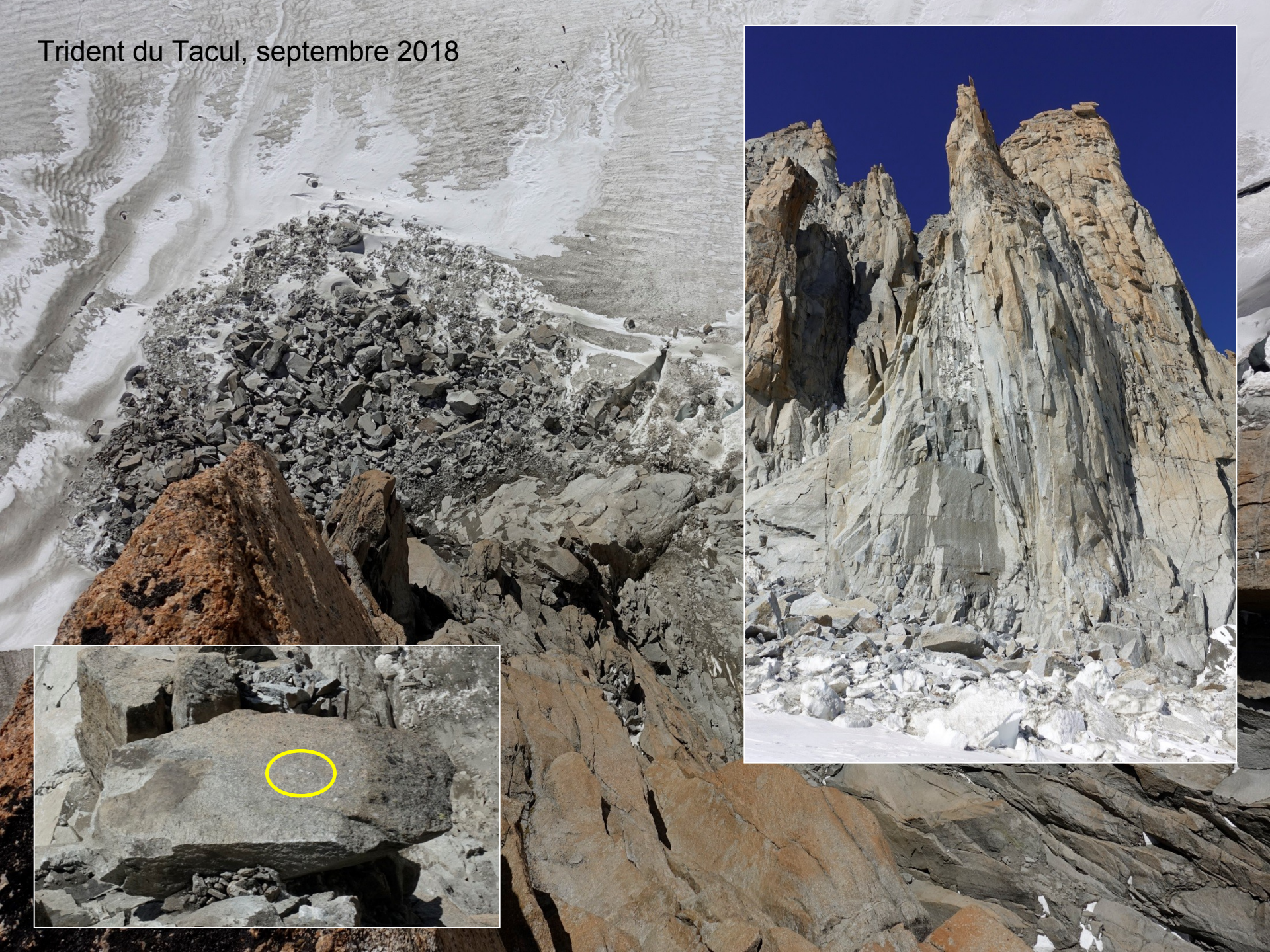
= terrains dont la température reste durablement négative





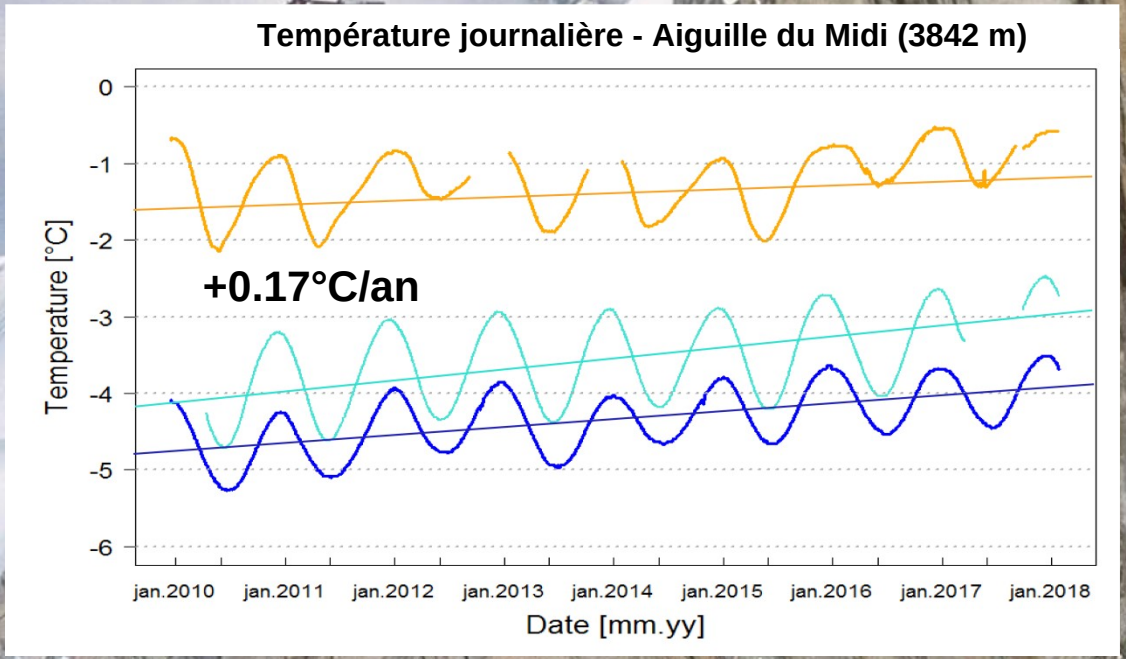
Éperon Tournier, septembre 2017

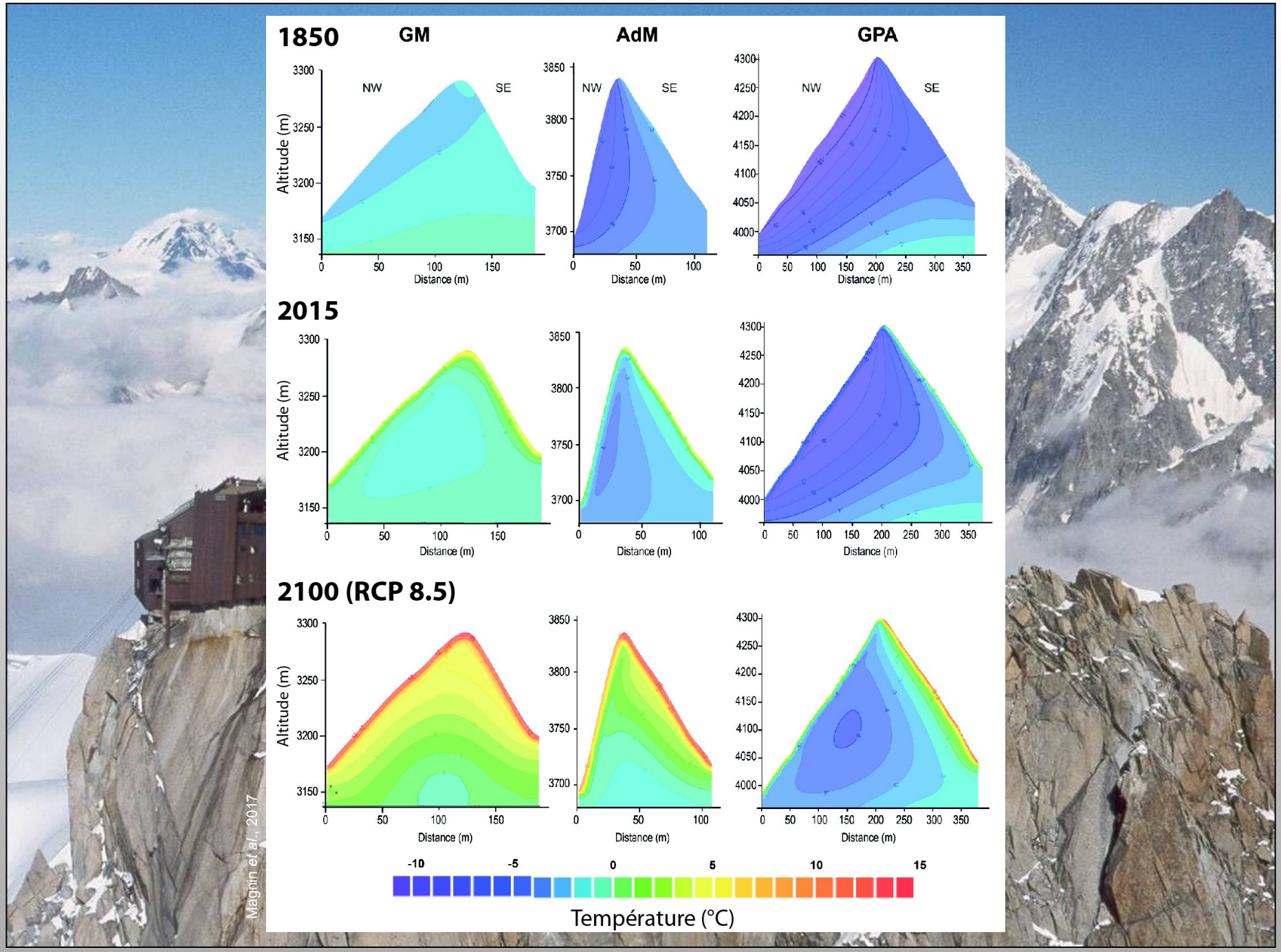
Trident du Tacul, septembre 2018

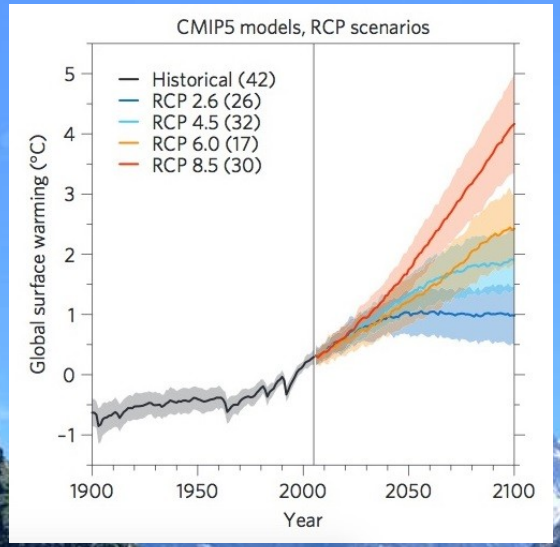


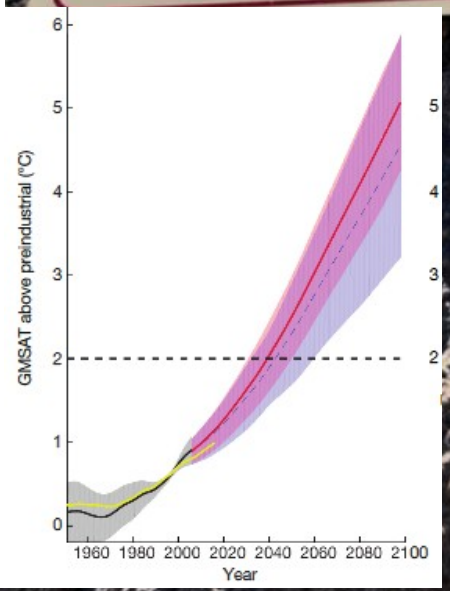
Meije, été 2018

L'Aiguille du Midi (3842 m), un laboratoire du permafrost…




1850
GM
AdM
GPA
NW
SE
Altitude (m)
Distance (m)
2015
2100 (RCP 8.5)
-10
-5
0
5
10
15
Température (°C)
Magnin et al., 2017





ARTICLE

doi:10.1038/nature24672

Greater future global warming inferred from Earth's recent energy budget

Patrick T. Brown[1] & Ken Caldeira[1]

Climate models provide the principal means of projecting global warming over the remainder of the twenty-first century but modelled estimates of warming vary by a factor of approximately two even under the same radiative forcing scenarios. Across-model relationships between currently observable attributes of the climate system and the simulated magnitude of future warming have the potential to inform projections. Here we show that robust across-model relationships exist between the global spatial patterns of several fundamental attributes of Earth's top-of-atmosphere energy budget and the magnitude of projected global warming. When we constrain the model projections with observations, we obtain greater means and narrower ranges of future global warming across the major radiative forcing scenarios, in general. In particular, we find that the observationally informed warming projection for the end of the twenty-first century for the steepest radiative forcing scenario is about 15 per cent warmer (+0.5 degrees Celsius) with a reduction of about a third in the two-standard-deviation spread (−1.2 degrees Celsius) relative to the raw model projections reported by the Intergovernmental Panel on Climate Change. Our results suggest that achieving any given global temperature stabilization target will require steeper greenhouse gas emissions reductions than previously calculated.

F. Louison

Ces changements vous obligent-ils à adapter votre pratique du métier de guide ?

Taux de réponse : **99,6%**

	Nb	
Non réponse	**1**	0,4%
Non	**7**	3,0%
Oui	**222**	96,5%
Total	**230**	

Mourey et al.

- **35 modalités d'adaptation différentes identifiées; 5 stratégies principales.**

Taux de réponse : **89,6%**

	Nb	
Non réponse	**24**	10,4%
Changement de saisonnalité	**85**	37,0%
Changement des activités pratiquées	**60**	26,1%
Changement des lieux de pratiques	**59**	25,7%
Plus de réactivité et d'attention à porter aux conditions	**52**	22,6%
Changement des techniques de progression	**12**	5,2%
Autres	**9**	3,9%
Total	**230**	

Mourey et al.

F. Louison

Merci!
Ludovic.Ravanel@univ-smb.fr