



A. Buisse



*« Du blanc au-dessus du vide »  
Suivi multi-paramètre de crevasses  
sur un glacier alpin pour comprendre  
la formation et l'évolution des ponts de neige*

L. Ravanel<sup>1,2</sup>, É. Lacroix<sup>1</sup>, E. Lemeur<sup>3</sup>, P. Batoux<sup>4</sup>, E. Malet<sup>1</sup>



Rencontre annuelle GNHP, 3 fév. 2022, online



## Introduction

Les ponts de neige au-dessus des crevasses

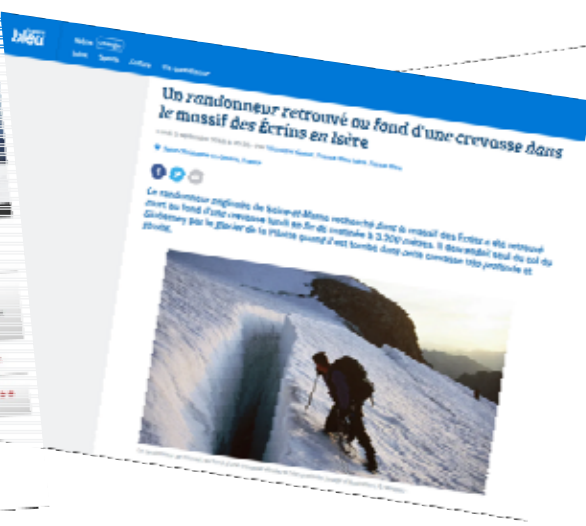
- ❑ un symbole de l'alpinisme
- ❑ un risque majeur pour les skieurs et les alpinistes





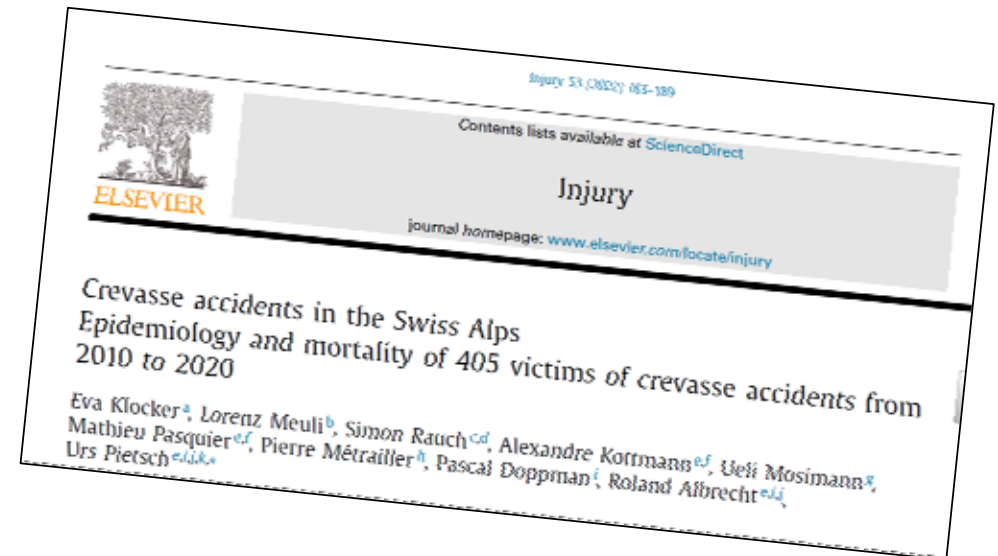
Rébuffat, 1959

Un sujet (toujours) d'actualité



## ❑ Quelle accidentalité ?

- Massif du Mont-Blanc (Fr) : 170 alpinistes † pendant les étés 2003-2012, seuls 3 % (6) en raison d'une rupture d'une PdN  
Hiver : chiffres non connus mais très supérieurs  
2008-2014 sur glaciers du versant fr. du MMB (hors VB) : 37 blessés et 13 décès (moy. : 2 décès / an)



**Problème :**  
**Absence quasi-totale de connaissances scientifiques!**



GLACIER SNOW BRIDGE MECHANICS

2006

Rick R. Rochelle\*  
Assistant Director, National Outdoor Leadership School—Alaska  
Palmer, Alaska

Rodger D. Rochelle, PE  
State Alternative Delivery Engineer, North Carolina Department of Transportation  
Raleigh, North Carolina



J.F. Hagemuller



M. Clarys

- ❑ **Mise en œuvre de 2 enquêtes en ligne** pour construire un premier ensemble de connaissances à partir de retours d'expérience



- ❑ **Instrumentation d'un site** dans le secteur du col du Midi (massif du Mont Blanc), vers 3450 m d'altitude, entre 2016 et 2018, pour comprendre la formation et l'évolution des ponts de neige



# L'instrumentation

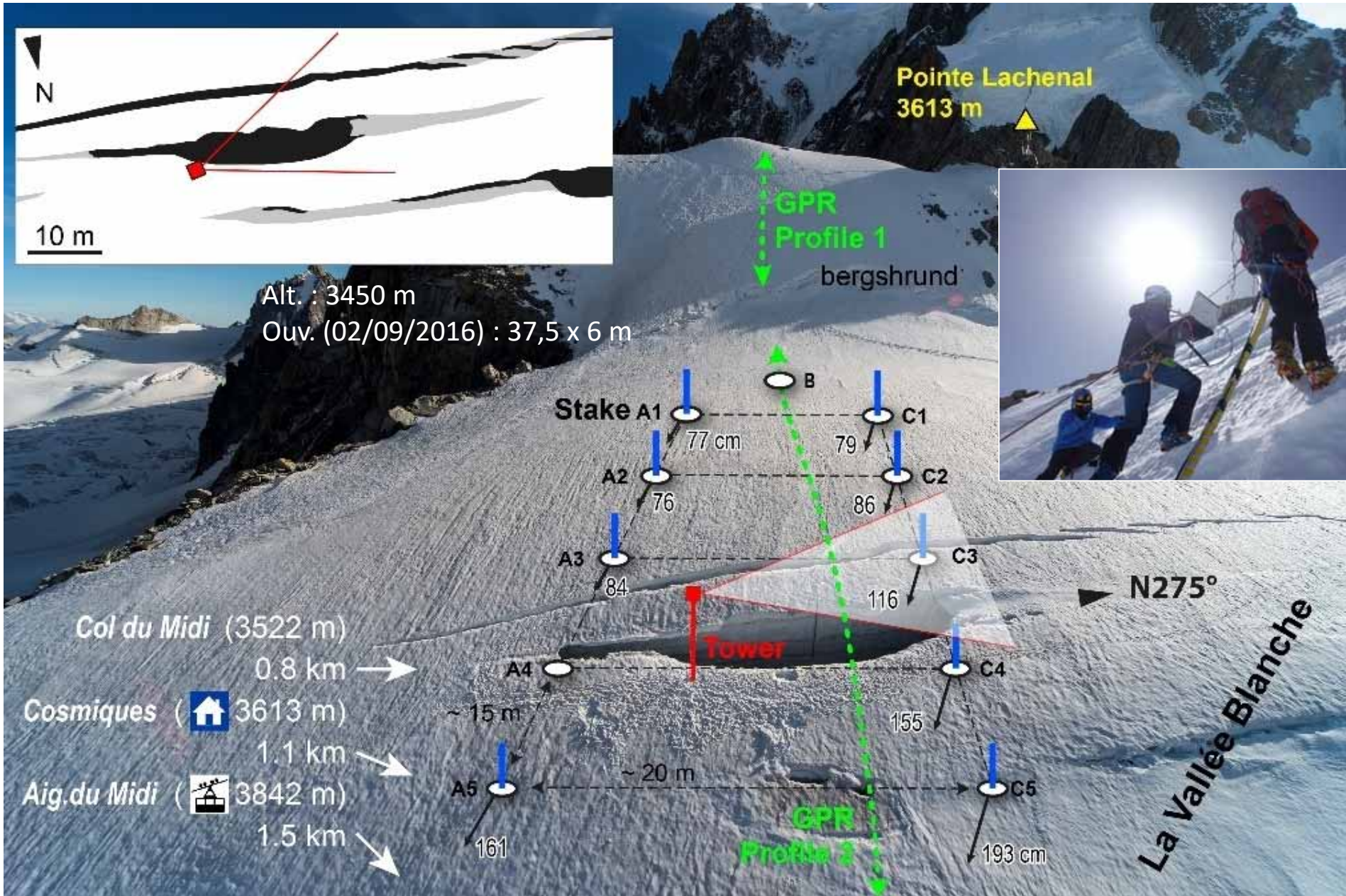
## ❑ Objectifs :

- 1) Vérifier hypothèse : construction du PdN par progradation de corniches
- 2) Rôle du vent?
- 3) Conditions nivo-météorologiques favorables aux ruptures?

## ❑ Où?

- 1) Un PdN « représentatif » et accidentogène
- 2) Accessible tout au long de l'année
- 3) En zone d'accumulation
- 4) À l'écart des principaux flux d'alpinistes et de skieurs

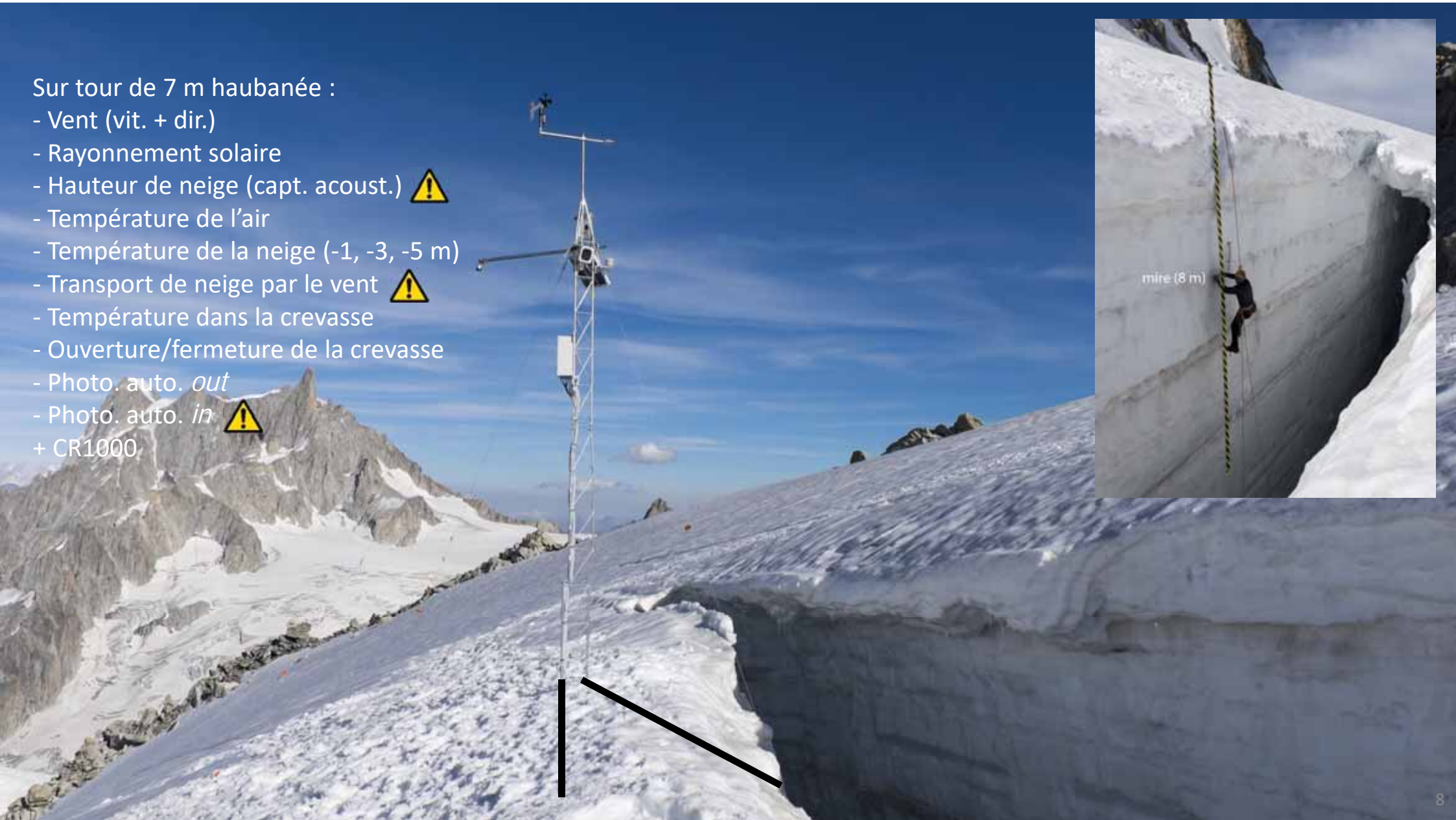






Sur tour de 7 m haubanée :

- Vent (vit. + dir.)
  - Rayonnement solaire
  - Hauteur de neige (capt. acoust.) ⚠
  - Température de l'air
  - Température de la neige (-1, -3, -5 m)
  - Transport de neige par le vent ⚠
  - Température dans la crevasse
  - Ouverture/fermeture de la crevasse
  - Photo. auto. *out*
  - Photo. auto. *in* ⚠
- + CR1000

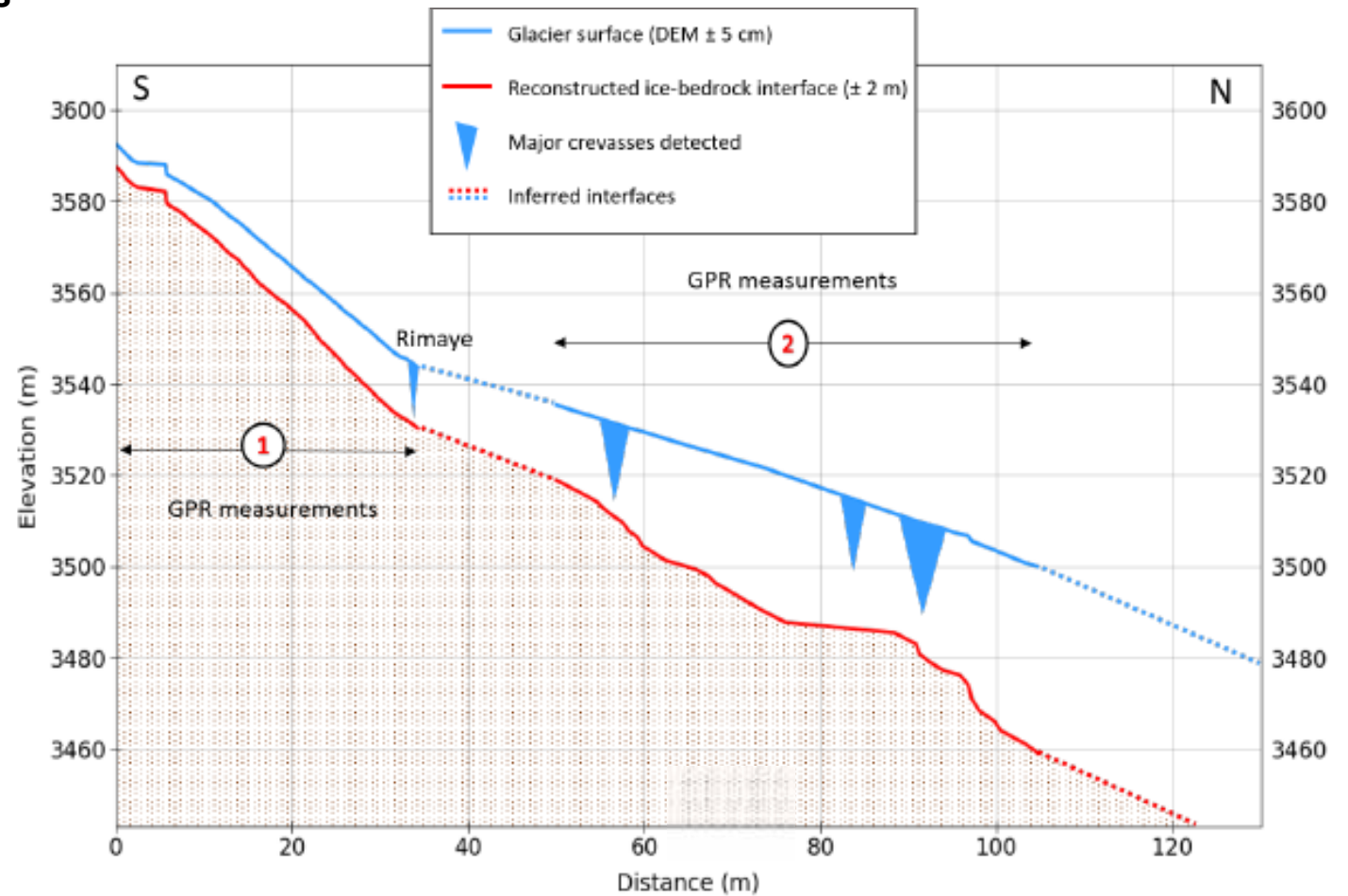
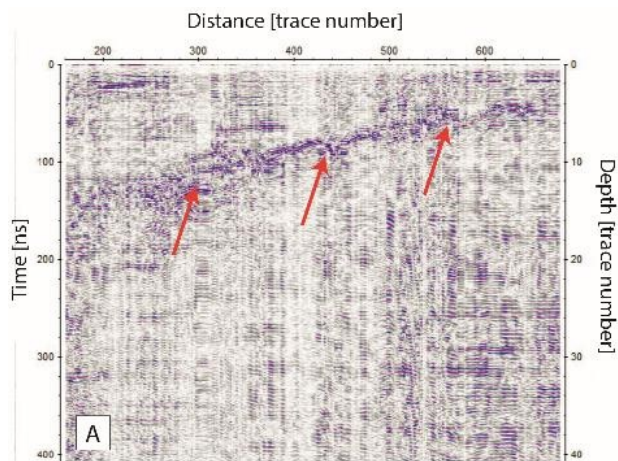




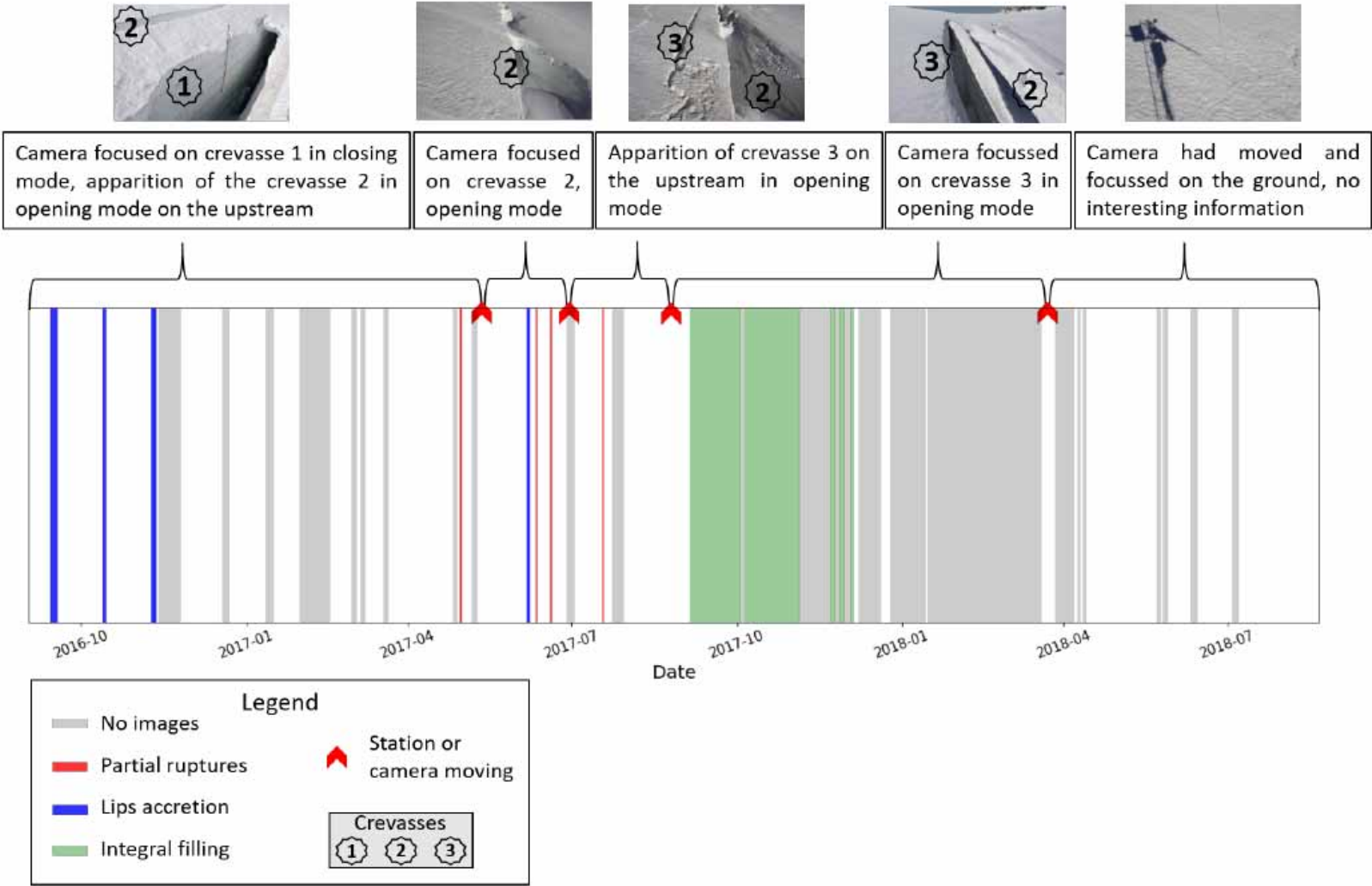
3 janvier 2018 : 202 km/h...

# Résultats & Discussion

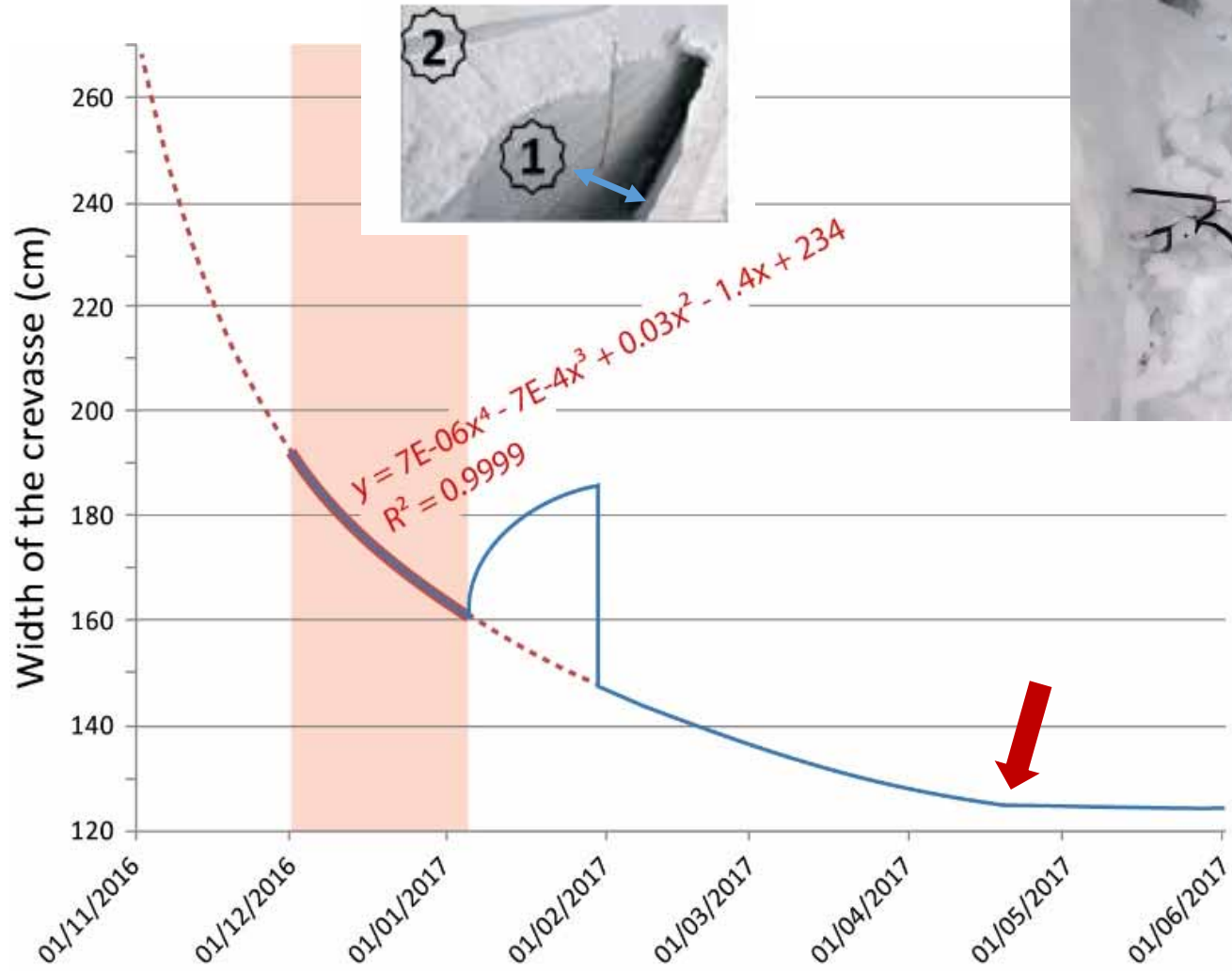
## ☐ La relation bedrock-crevasses



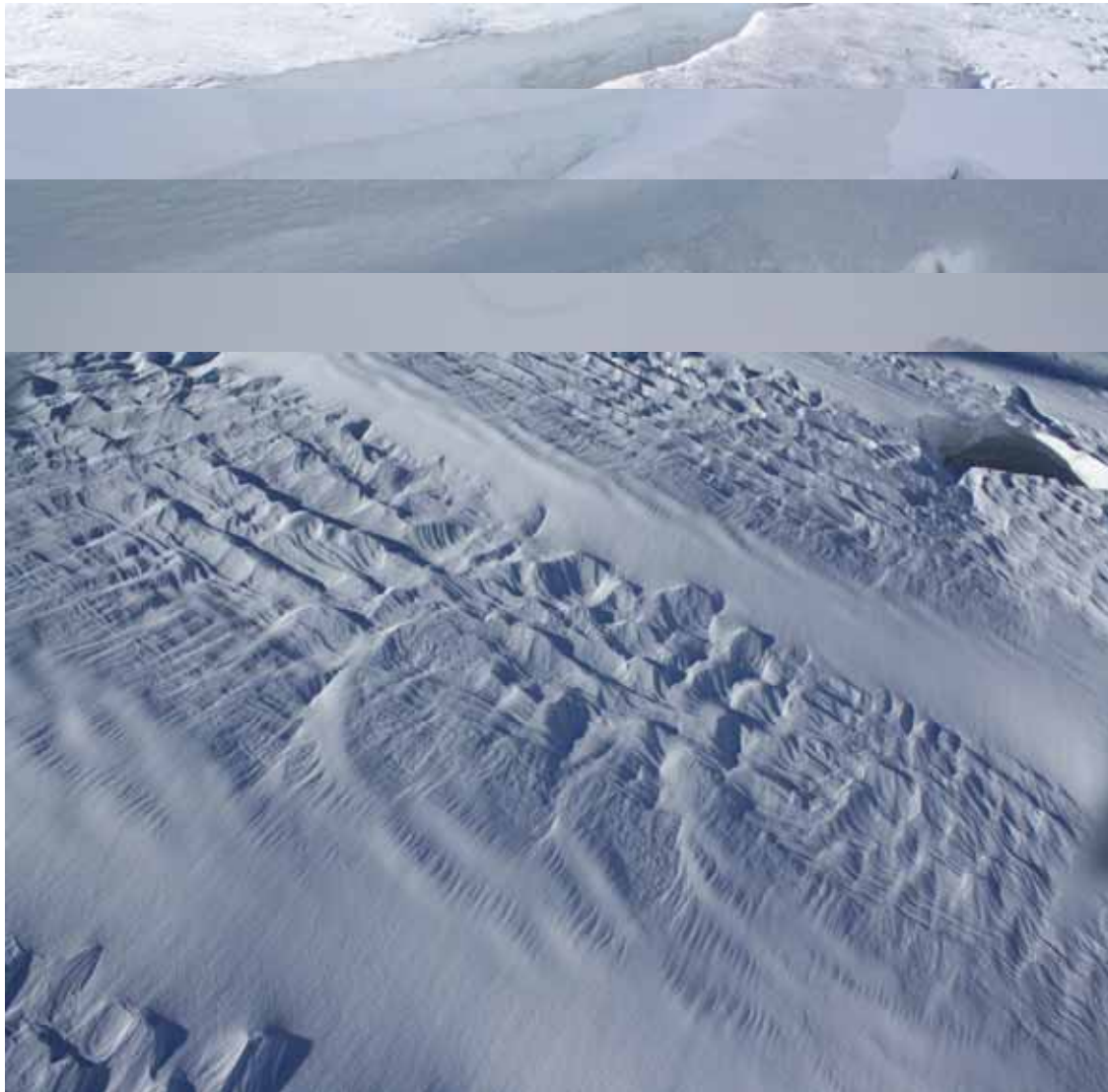
# Principales phases d'évolution



## ❑ Comportement des crevasses : l'ex. de C1

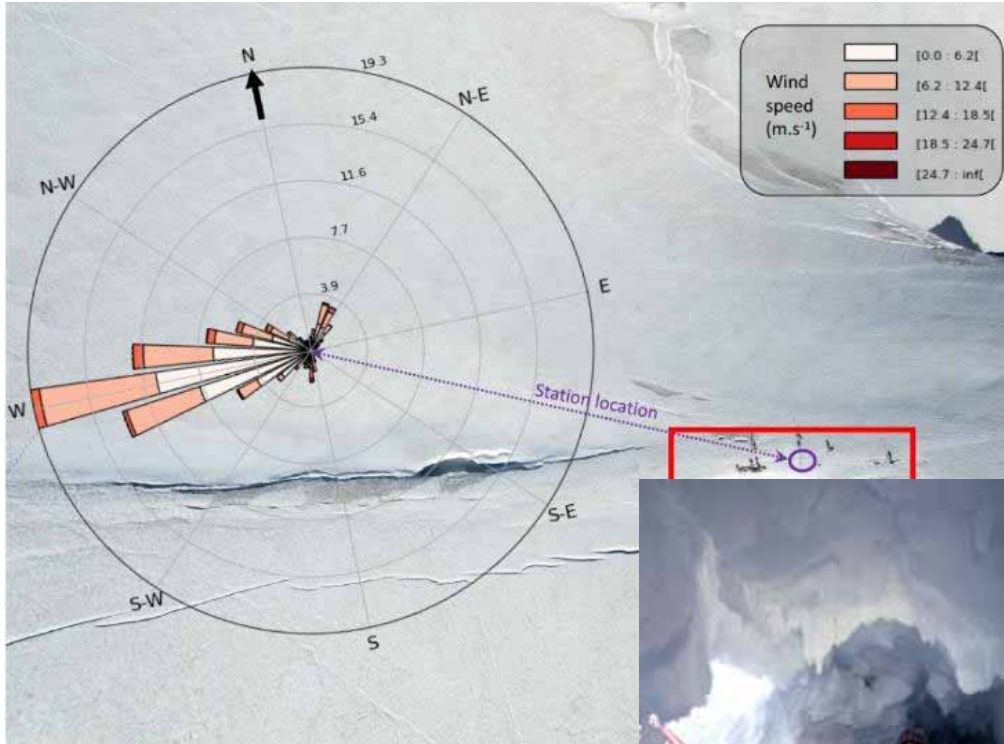


## ❑ Deux modalités de dépôt de la neige

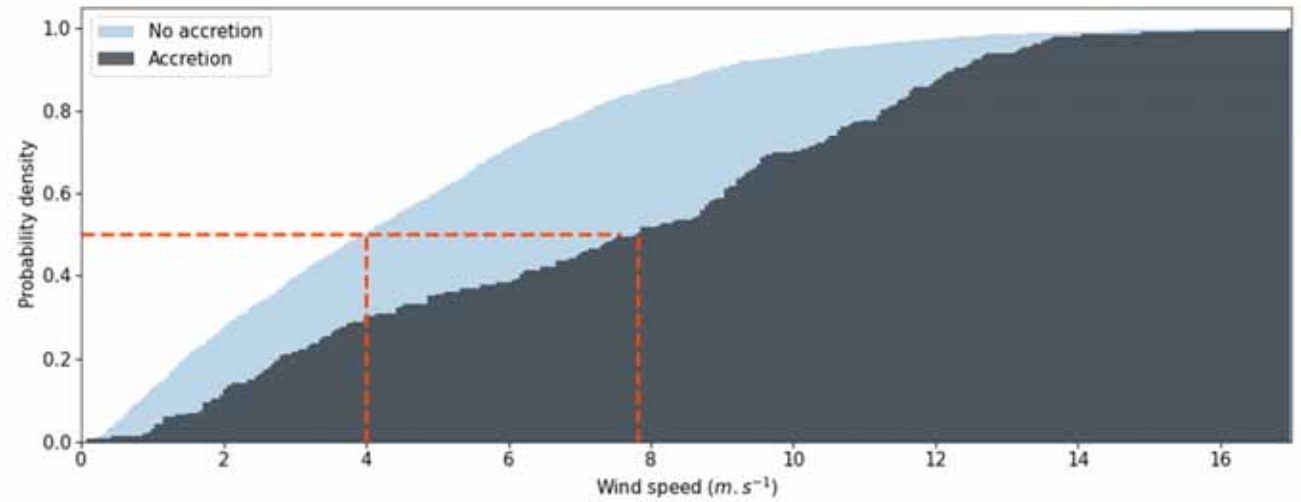
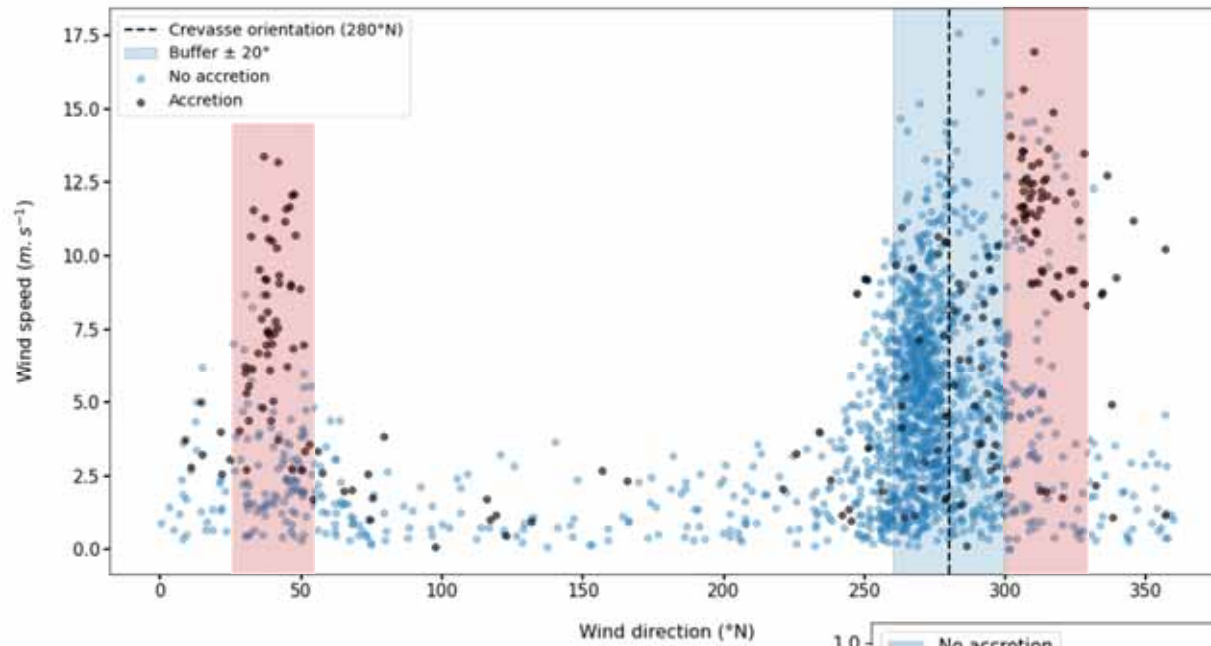


Période	Processus majeur	Vent	TMJA (°C)
---------	------------------	------	-----------

## ❑ Le rôle de l'orientation du vent

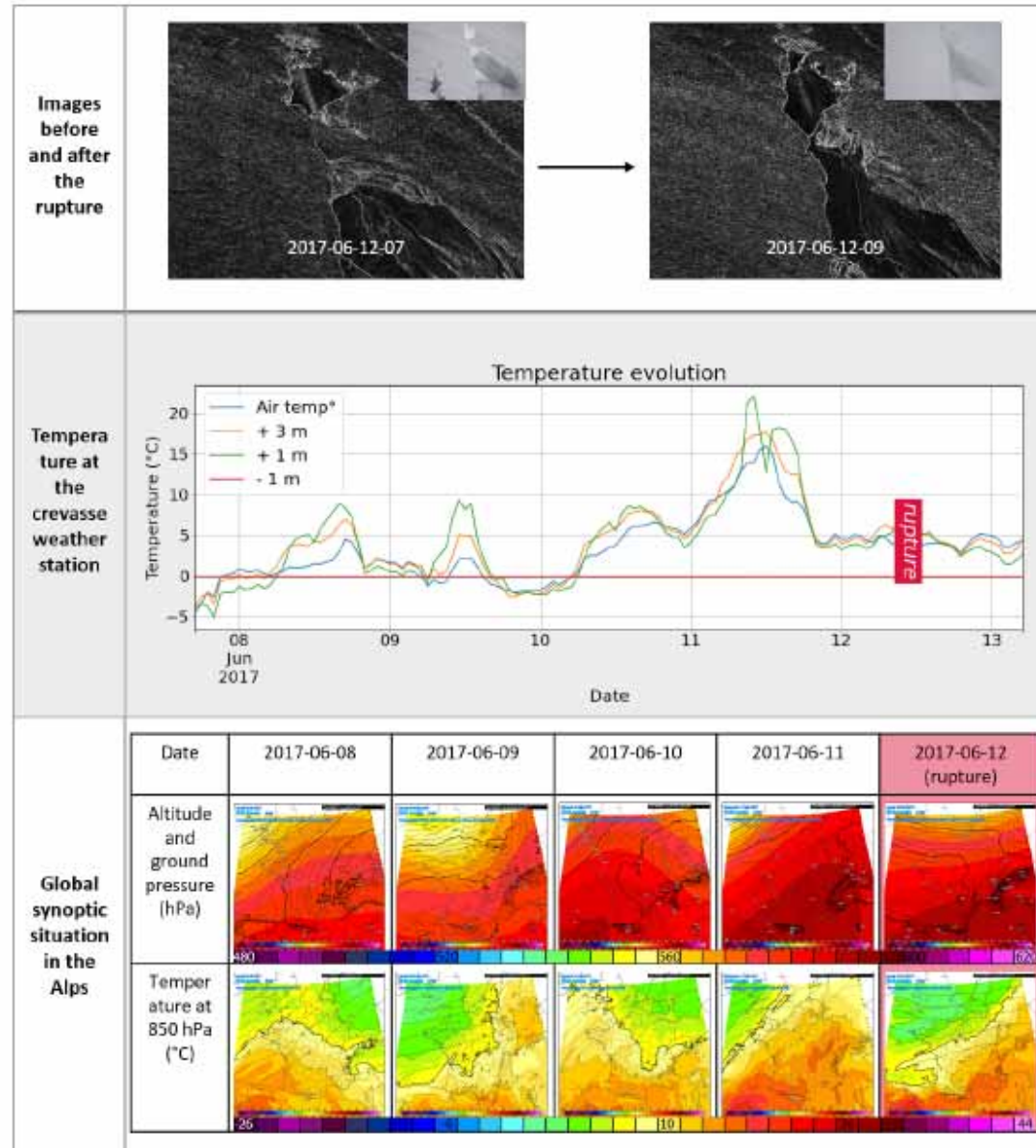


## ❑ Le rôle de la vitesse du vent



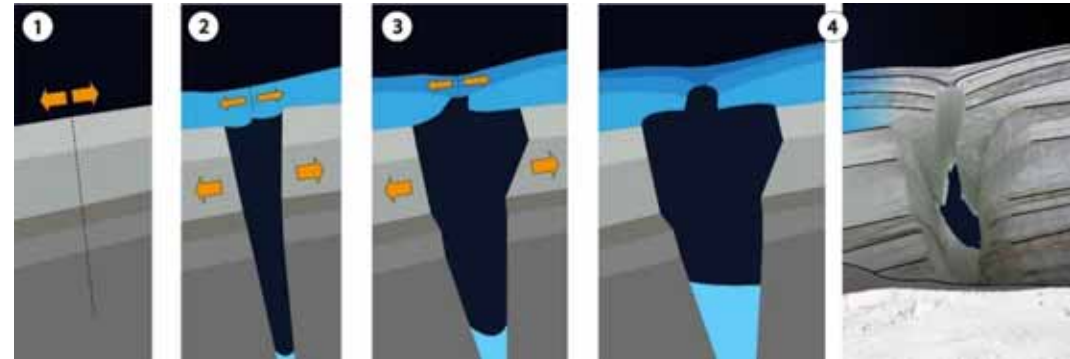


❑ L'effet déstabilisateur des températures élevées



# Conclusions

- ❑ GPR : permet d'imager l'épaisseur du glacier et la position des crevasses
- ❑ Des crevasses « transitoires » sur bosses rocheuses (cycles de vie courts; faible advection)
- ❑ Formation d'un « pont » de neige :
  - remplissage si vent // à la crevasse
  - progradation de corniches si vent fort  $\pm \perp$
  - + développement à mesure de l'ouverture
- ❑ Les conditions chaudes sont favorables aux ruptures naturelles (métamorphose de neige humide)
- ❑ De nouveaux éléments pour la prévention...



**Merci!**

[ludovic.ravanel@univ-smb.fr](mailto:ludovic.ravanel@univ-smb.fr)

