



# L'IDENTIFICATION DES GLACIERS BLANCS POTENTIELLEMENT INSTABLES

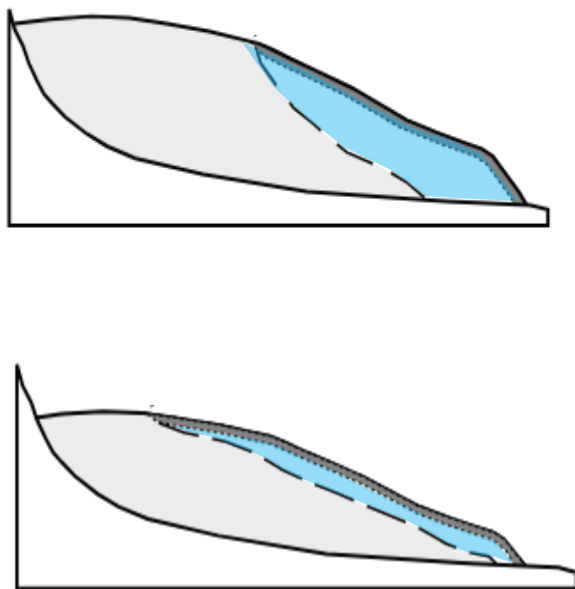
SASKIA GINDRAUX



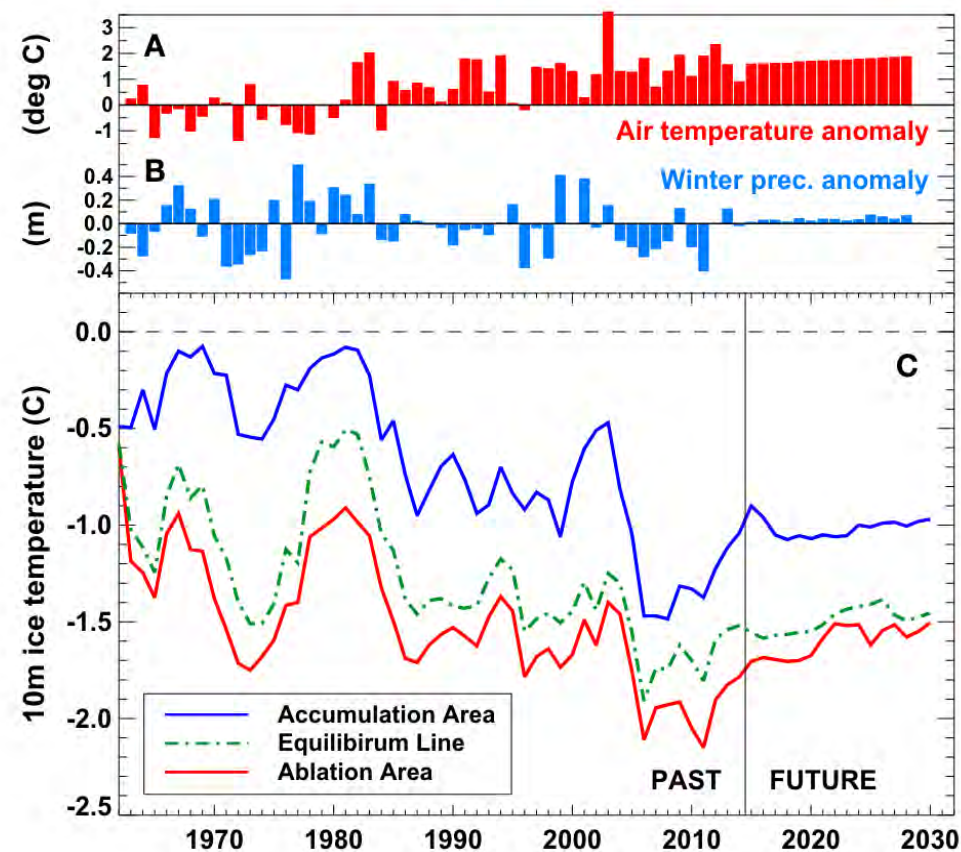
# LE RÉGIME THERMIQUE DES GLACIER EST IMPORTANT!



# EST-CE QUE LA GLACE REFROIDIS?



Irvine-Fynn, 2011



Huss & Fischer, 2016

# MOTIVATION


1. Où se trouve la glace froide dans la zone d'ablation dans les Alpes suisses ?
2. Peut-on estimer les régimes thermiques de la glace à l'échelle régionale ou mondiale ?



Thésard à l'EPFZ / ETH  
Janosch Beer

Supervision:  
Dr. Mylène Jacquemart  
Prof. Dr. Daniel Farinotti

**ETH** zürich

  
Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology

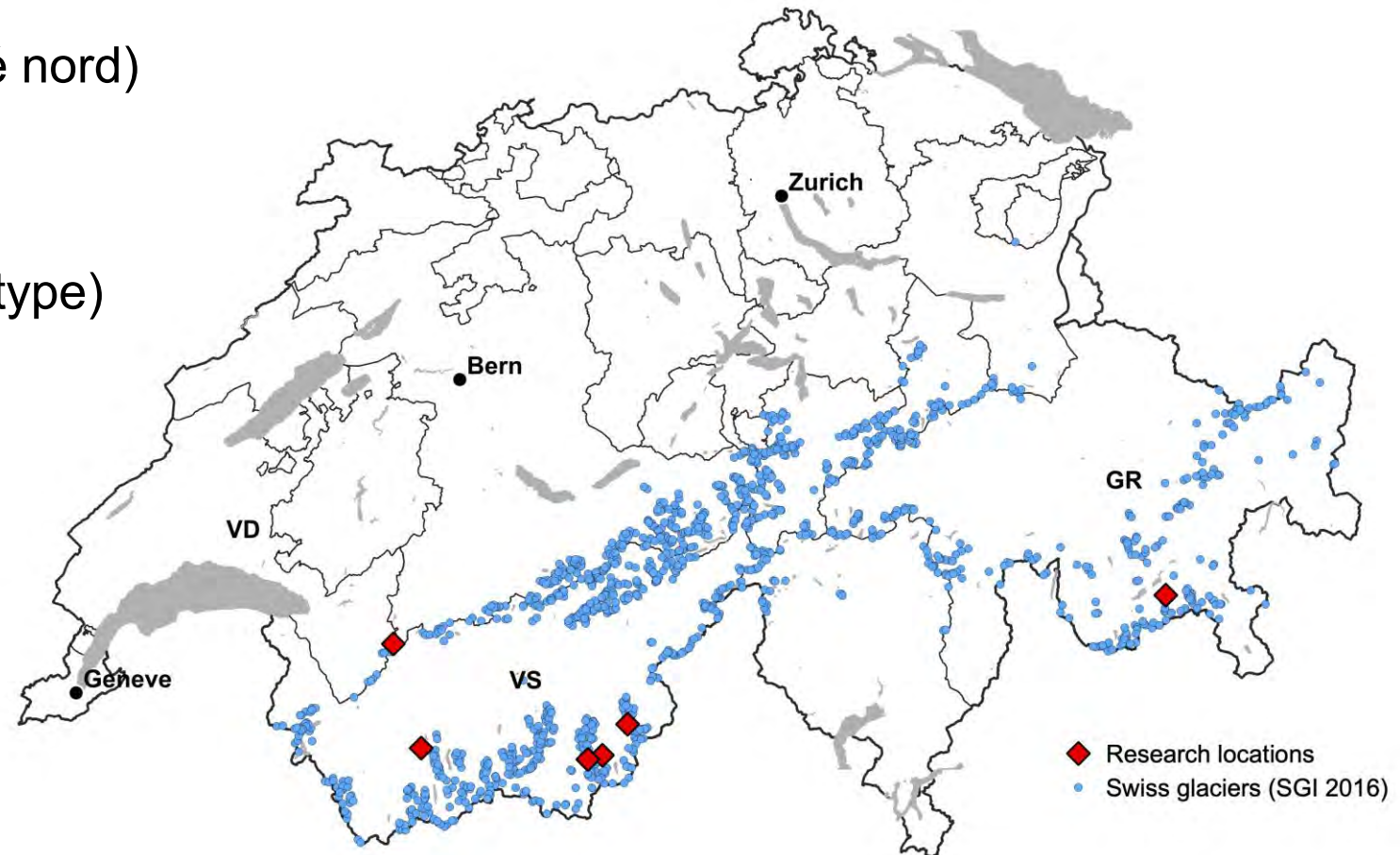


**crealp**  

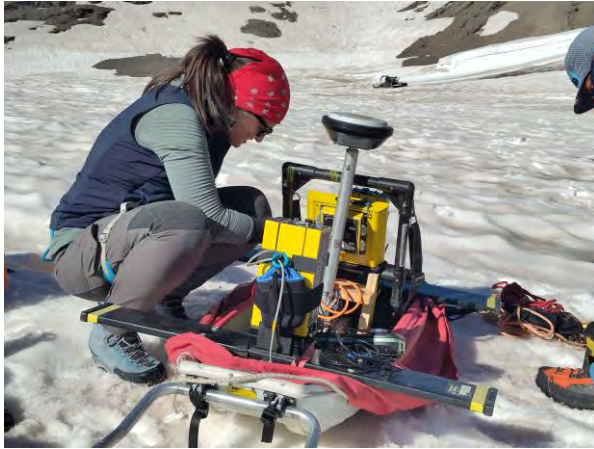



# 1. OÙ SE TROUVE LA GLACE FROIDE DANS LA ZONE D'ABLATION?

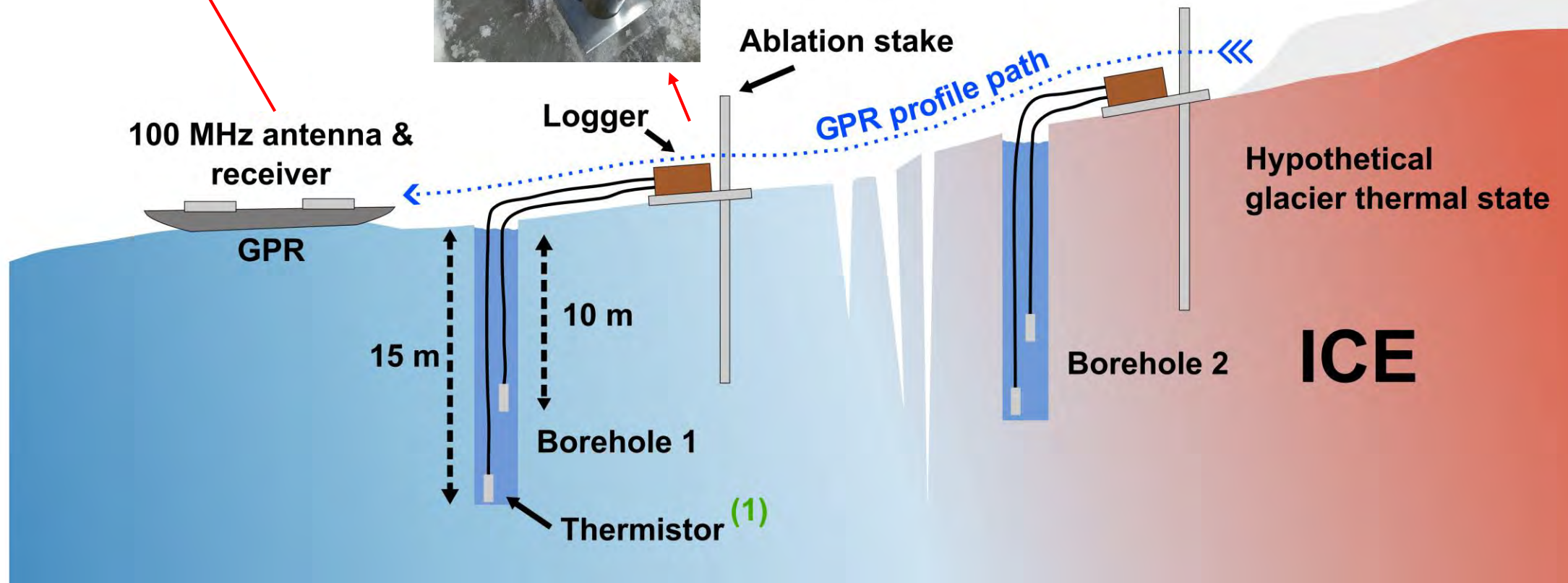
- Six Glaciers
- Altitude entre 2700 et 3900 m
- Toutes les expositions (majorité nord)
- Critères
  1. Accessibilité
  2. Morphologie (Marmolada type)
  3. Mesures antérieures de la température de la glace (Corvatsch, Sex Rouge)



# APERÇU DES MÉTHODES DE TERRAIN



Objectif :  
Identifier la structure thermique  
Identifier la transition de la température froide



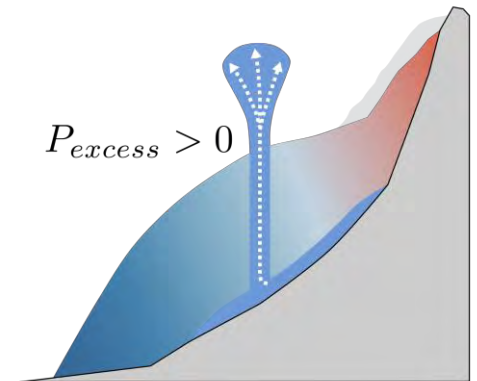
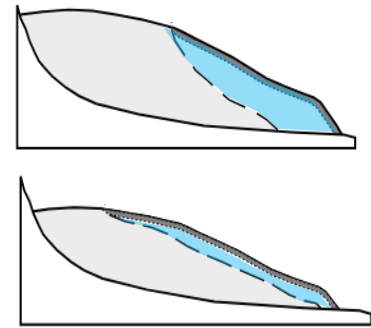






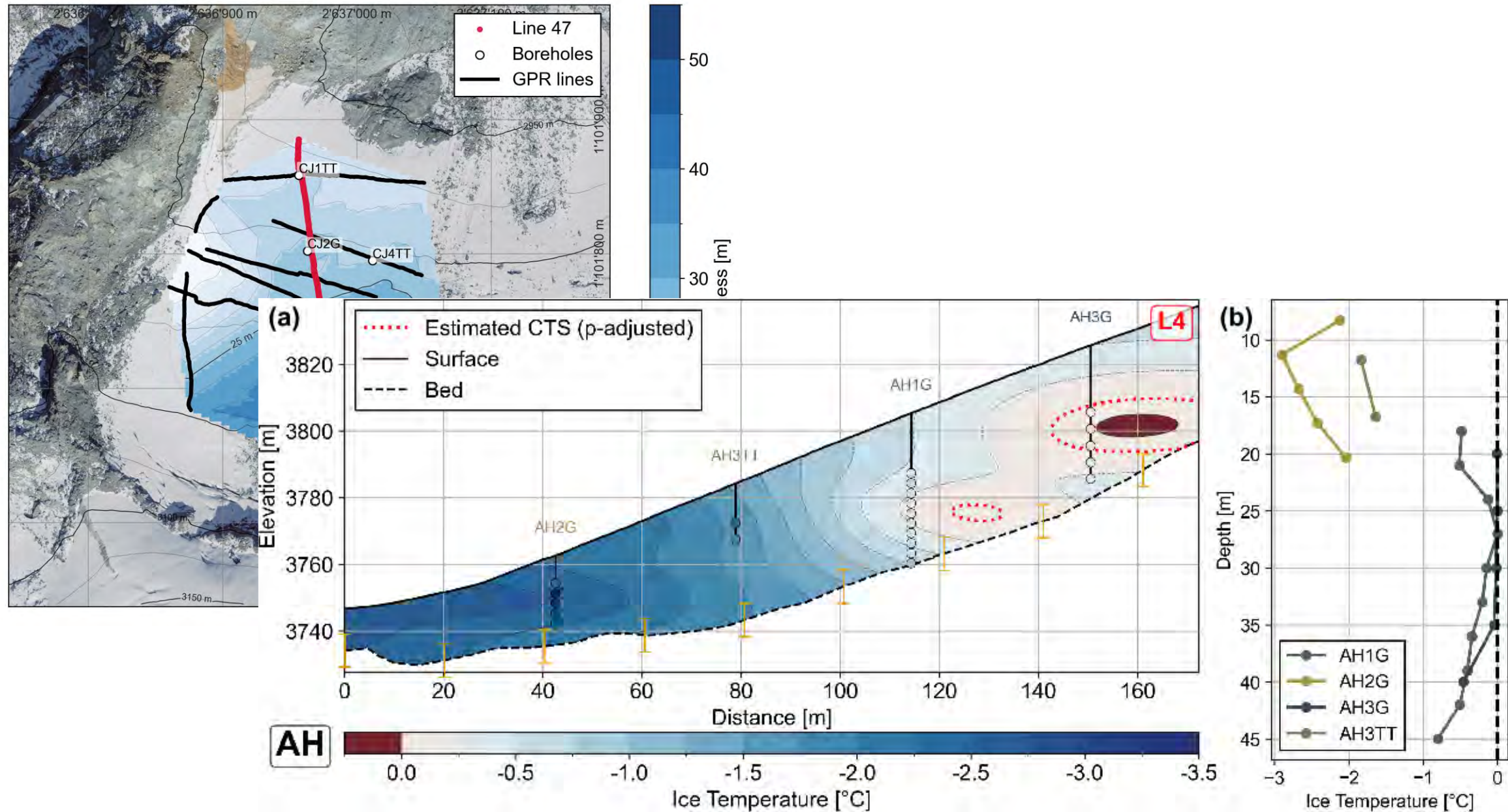
# CAMPAGNES DE TERRAIN 2024-2025

- Forages et installation de capteurs de températures et réalisation de mesures GPR sur six glaciers
- Conditions polythermiques généralisées mais différentes structures
  - langue froide avec zone d'accumulation tempérée
  - glace froide au sommet et noyau tempéré
- Glace froide observée à des endroits (3000 m d'altitude) qui sont typiquement considérés comme tempérés
- Surpression d'eau détectée au lit du glacier Alphubel, justifiant des investigations supplémentaires





# RÉSULTATS ALPHUBEL



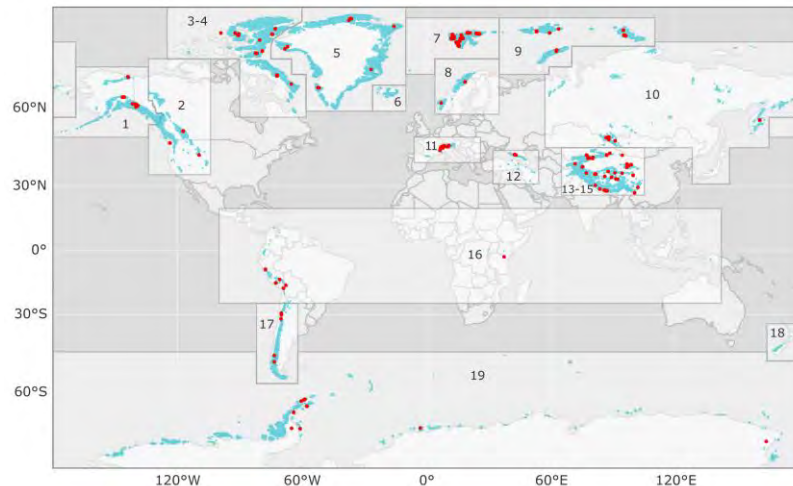
# MODÉLISATION PHYSIQUE À L'ÉCHELLE RÉGIONALE



Un package IDL qui permet de modéliser l'évolution de l'ensemble des 200'000 glaciers de la Terre en dehors des calottes glaciaires.

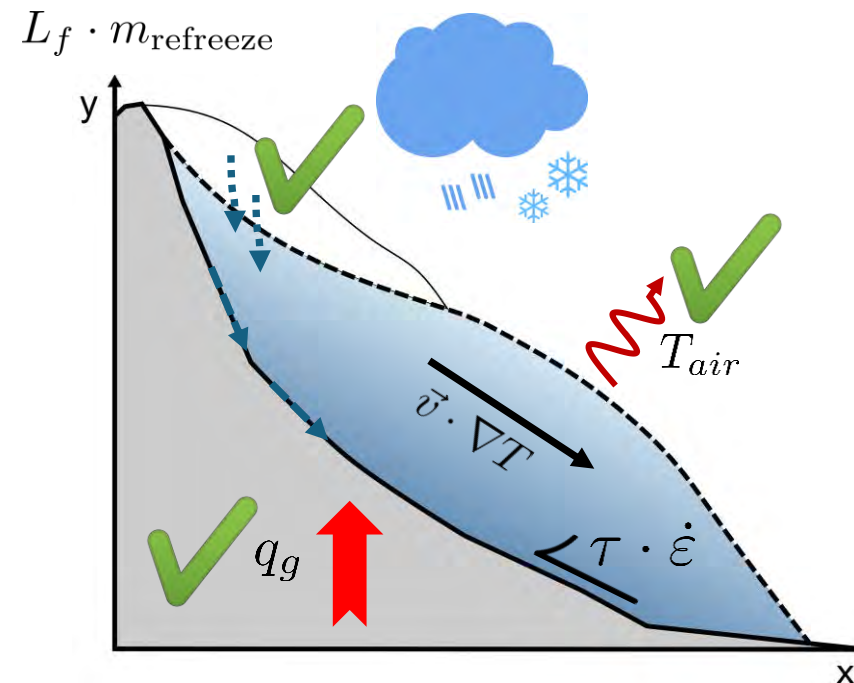
## 1. Valider le modèle avec glenglat

Base de données mondiale des températures intraglacières



(Jacquemart & Welty 2024)

## 2. Inclure les processus physiques essentiels

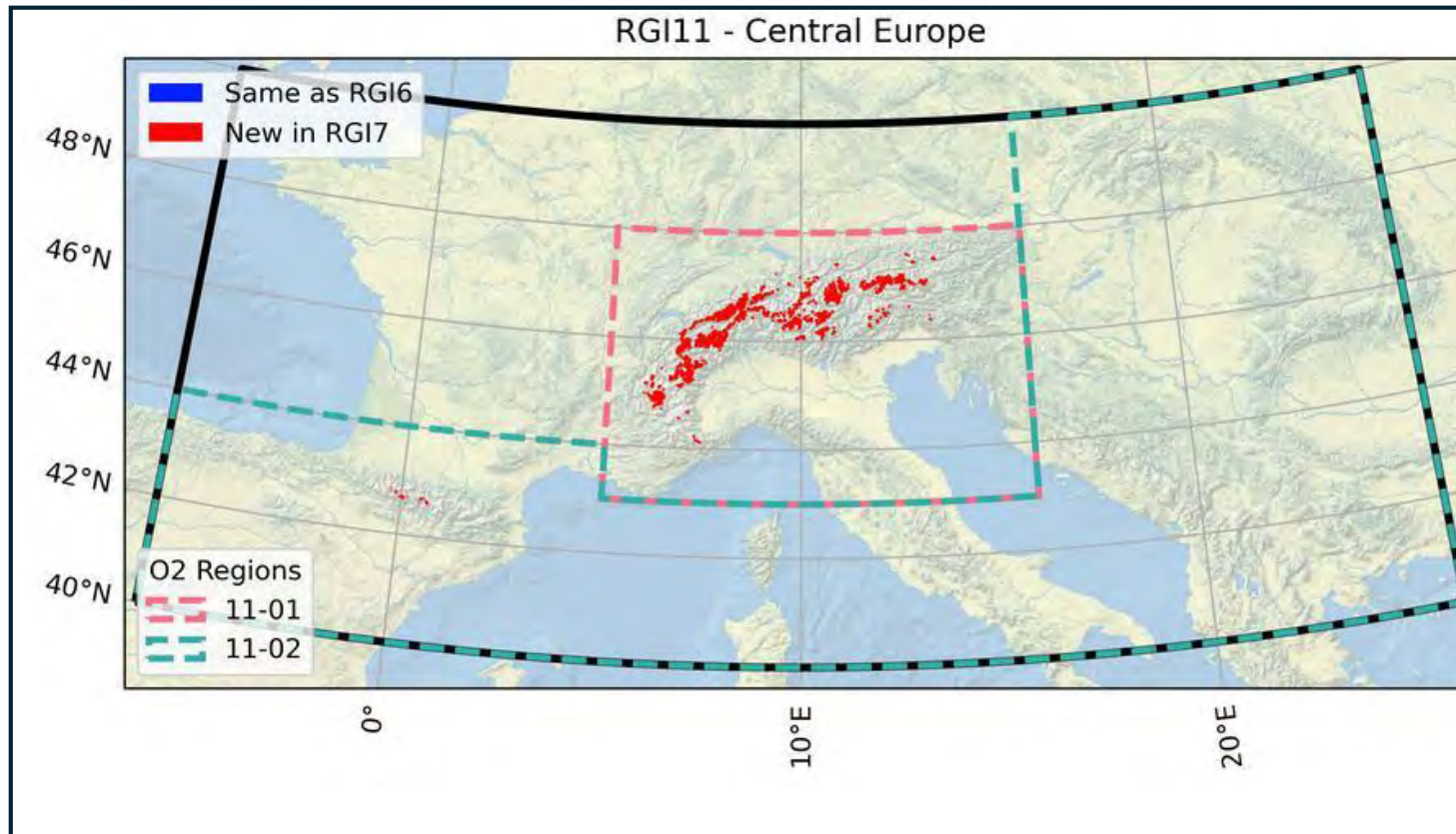



Thermal drivers



# MODÉLISATION PHYSIQUE À L'ÉCHELLE RÉGIONALE

## 3. Appliquer le modèle à tous les glaciers des Alpes d'Europe centrale



But 

- Première estimation des conditions thermiques actuelles
- Tendances temporelles dans le cadre du changement climatique (actuel et futur)
- Amélioration de la capacité à identifier les glaciers polythermiques

# IMPLÉMENTATION DES RÉSULTATS DANS LA PRATIQUE

- La modélisation permettra d'identifier les glaciers potentiellement instables en Valais.
- Pour chacun de ces glaciers, un index de risque sera déterminé.

---

## Définition de l'index du risque $RI$

$$RI = \left( \sum A + \sum C \right) \cdot B$$

$$\longrightarrow RI_{rev} = RI \times F_c \times F_t$$

A: Processus de danger: Chute de sérac, rupture de poche d'eau, vidange de lac, lave torrentielle  
(1,0)

C: Potentiel de dommage (1,0)



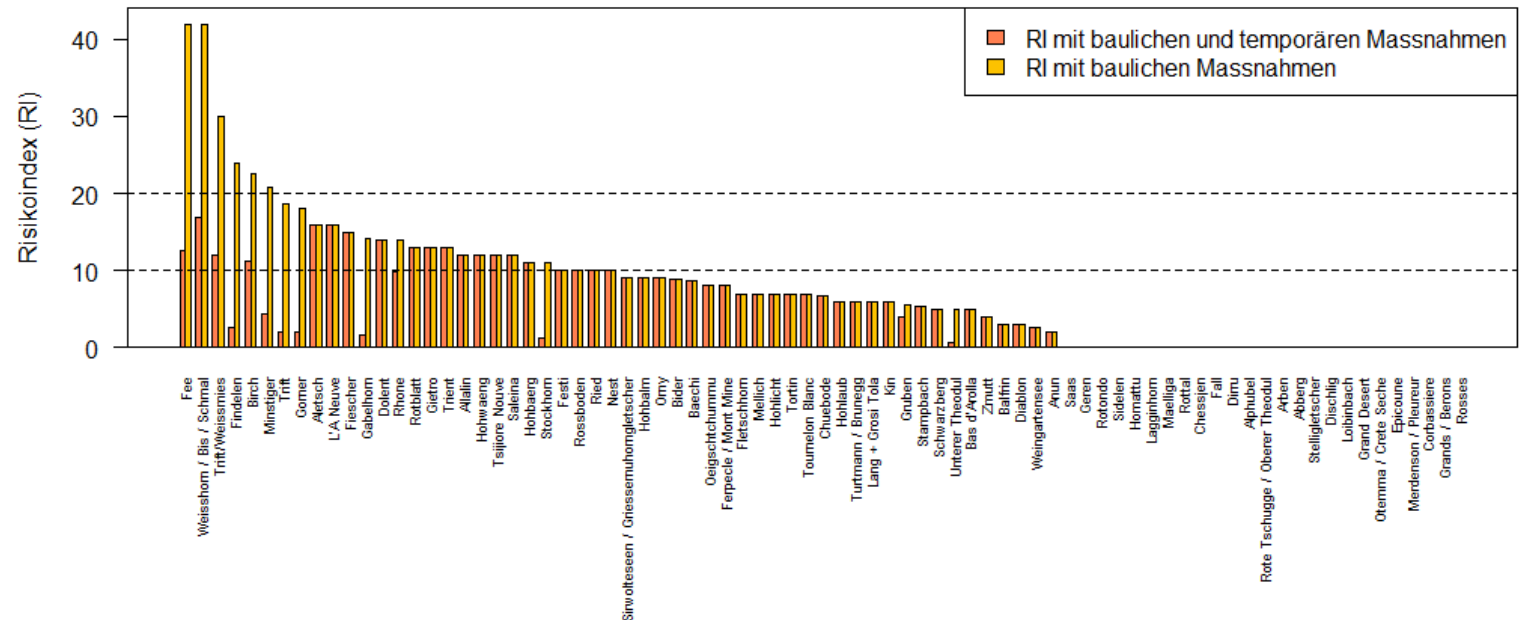
B: Probabilité d'occurrence (0-3)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	Nr.	Region	Gletscher	A: Gefahrenart (1=WAHR, 0=FALSCH)					B: Ereignis-/ Mobilisierungswahrscheinlichkeit (gutachterlich) (0=s. tief, derzeit keine Gefahr erkennbar, 1=tief, Gefahr mögl., derzeit nicht erkennbar und/oder keine Ereignisse bekannt; 2=wahrscheinlich, Gefahr in Entwicklung, Ereignisse bekannt; 3=s. wahrscheinlich, Disposition gegeben, Mobilisierung	C: Betroffene Infrastruktur (0=nicht betroffen, 1=betroffen)							Risikoinweis ohne Massnahmen $R_{Gletscher} = (\sum A + \sum C) \cdot B$	Reduktionsfaktor temporäre Massnahmen $F_t$ (Wirksamkeit temporäre Massnahmen gemäss Checklisten Anhang D)	Reduktionsfaktor bauliche Massnahmen $F_b$ (Wirksamkeit temporäre Massnahmen gemäss Checklisten Anhang D)	Risikoinweis mit Massnahmen $R_{Gletscher, mit} = R_{Gletscher} \cdot F$	
2																					
3				Eisabbruch	Wassertasche	Gletschersee	Murgang / Hang-, Felsinstabilitäten	Über tiefung		Siedlung (Gewichtung: 3-fach)	Strasse (Gewichtung: 2-fach)	Alpstrasse (Gewichtung: 1-fach)	Eisenbahn (Gewichtung: 2-fach)	Alp (Gewichtung: 1-fach)	Kraftwerk, Hochspannungsleitung, Kieswerk (Gewichtung: 2-fach)	Tourist. Anlage (Skigebiet, Bahnanlagen, Camping etc.) (Gewichtung: 3-fach)	Tourist. Anlage (Wanderweg, Loipe etc.) (Gewichtung: 1-fach)	10.0	1.00	0.67	6.7

Risikoindex mit temporären und baulichen Massnahmen

- Keine Gefahr (RI < 10)
- Geringe-mittlere Gefahr (RI 10 bis <= 20)
- Erhöhte Gefahr (RI > 20)







Centre de recherche sur l'environnement alpin  
Zentrum für alpine Umweltforschung  
Research center on alpine environment

