

Permafrost

Distribution et monitoring

Philippe Schoeneich

PACTE, Institut de Géographie Alpine, Université Joseph Fourier, Grenoble





PERMAFRANCE

reseau de mesure du permafrost



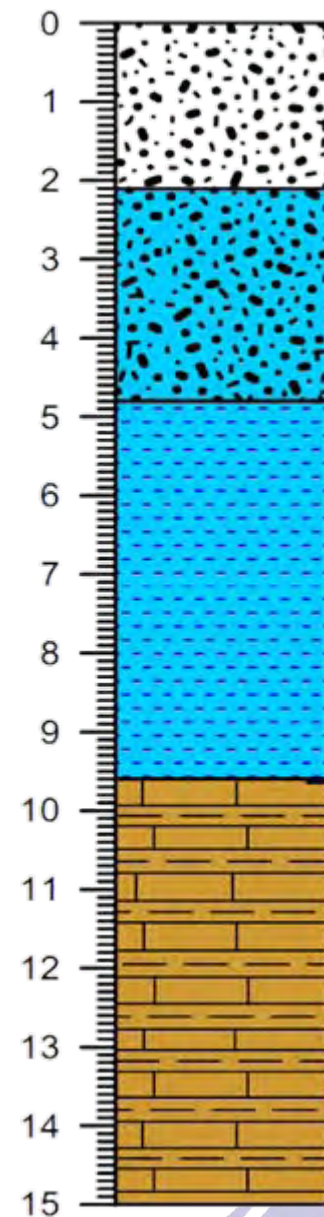
PERMAFRANCE

reseau de mesure du permafrost





Glace du sol



PERMAFRANCE
 réseau de mesure du permafrost



Fluage – glacier rocheux



Affaissements



Lacs thermokarstiques



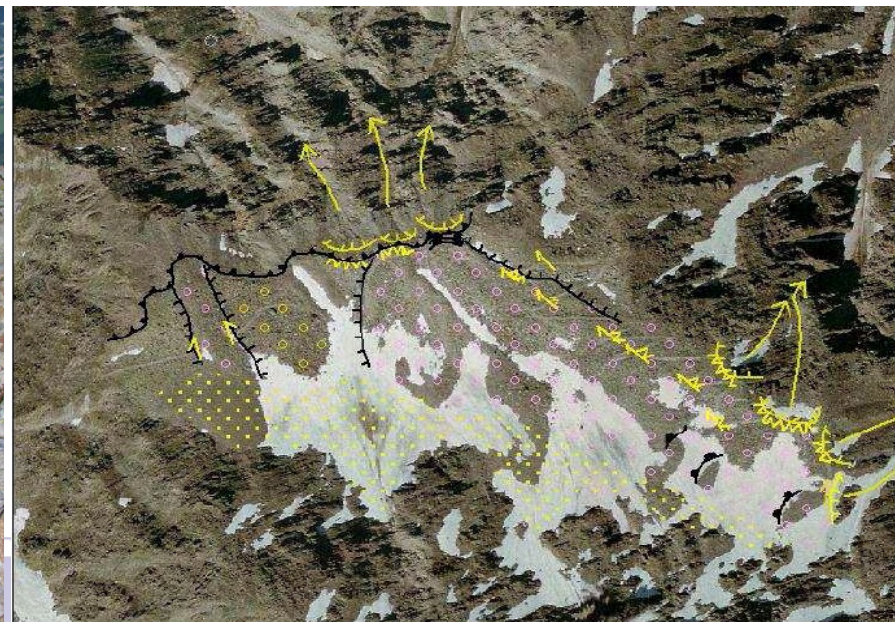
Trous et dépressions





Effondrement de glacier rocheux

Fourniture de débris aux laves torrentielles



L'étagement du gel

Permafrost
continu

Supra-
periglaciaire

Parois d'altitude

Permafrost
discontinu

Periglaciaire

Permafrost riche en glace
Glaciers rocheux

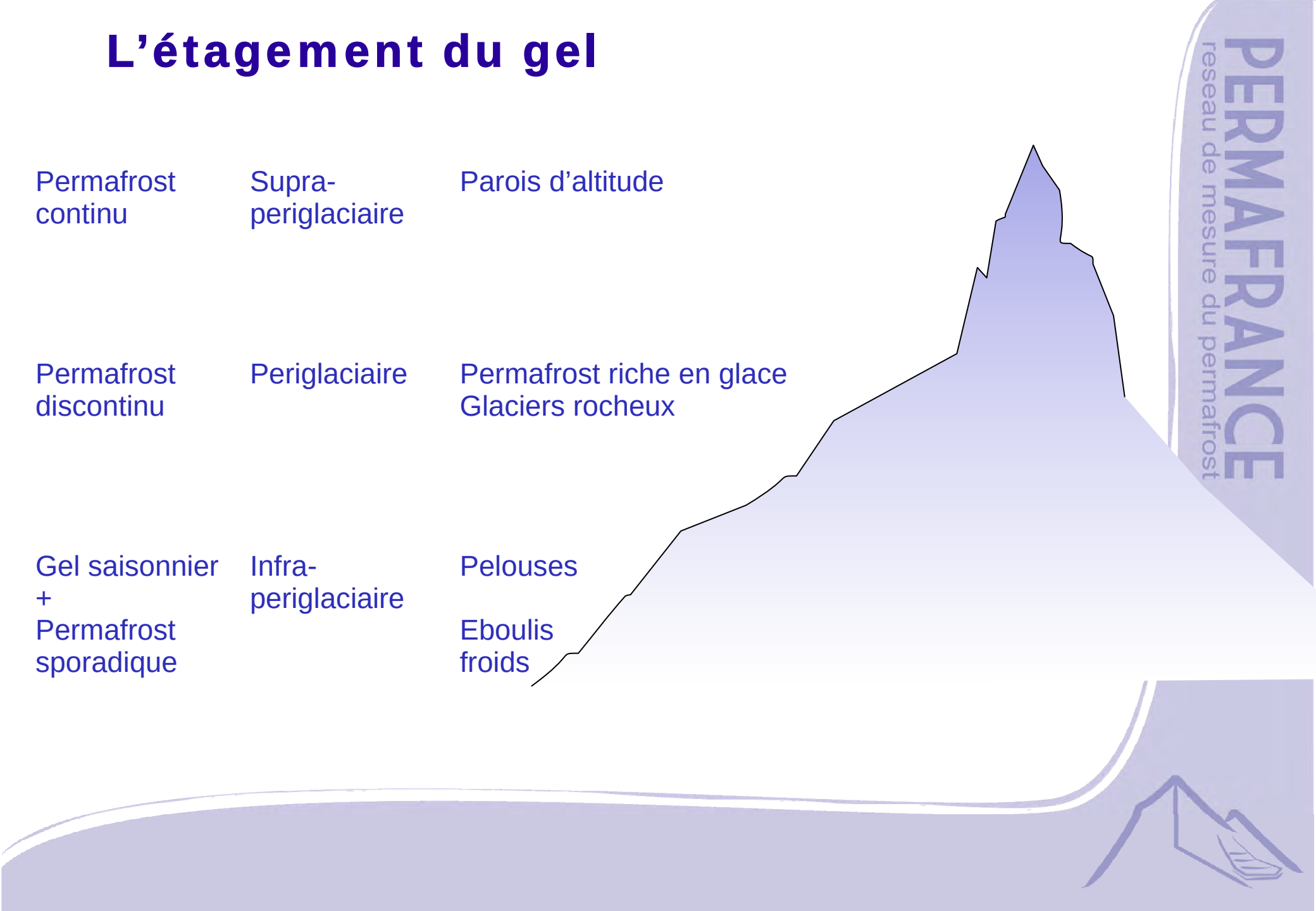
Gel saisonnier
+
Permafrost
sporadique

Infra-
periglaciaire

Pelouses

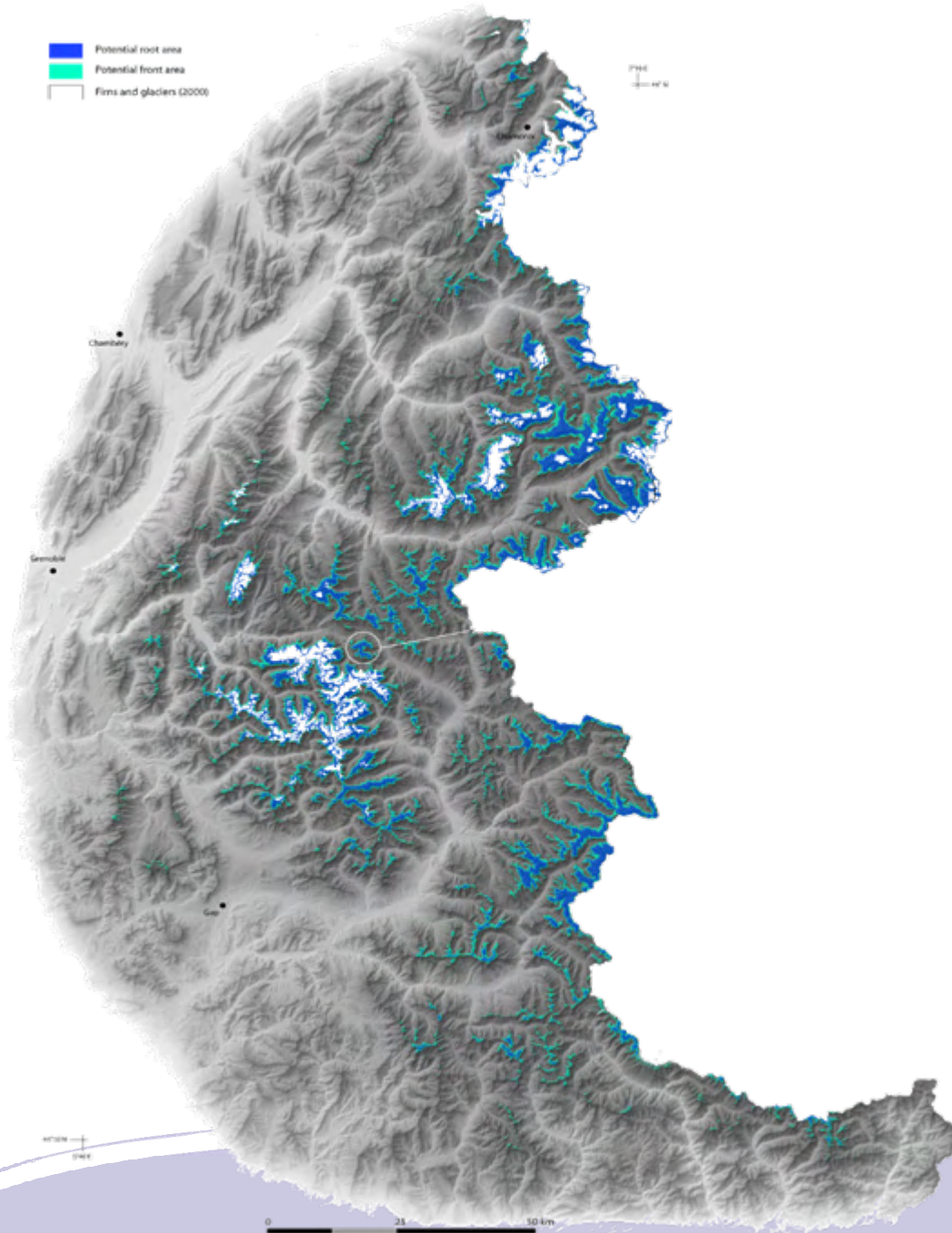
Eboulis
froids

PERMAFRANCE
réseau de mesure du permafrost



La carte de distribution potentielle du permafrost en France

env. 1300 km²



L'observatoire PermaFRANCE

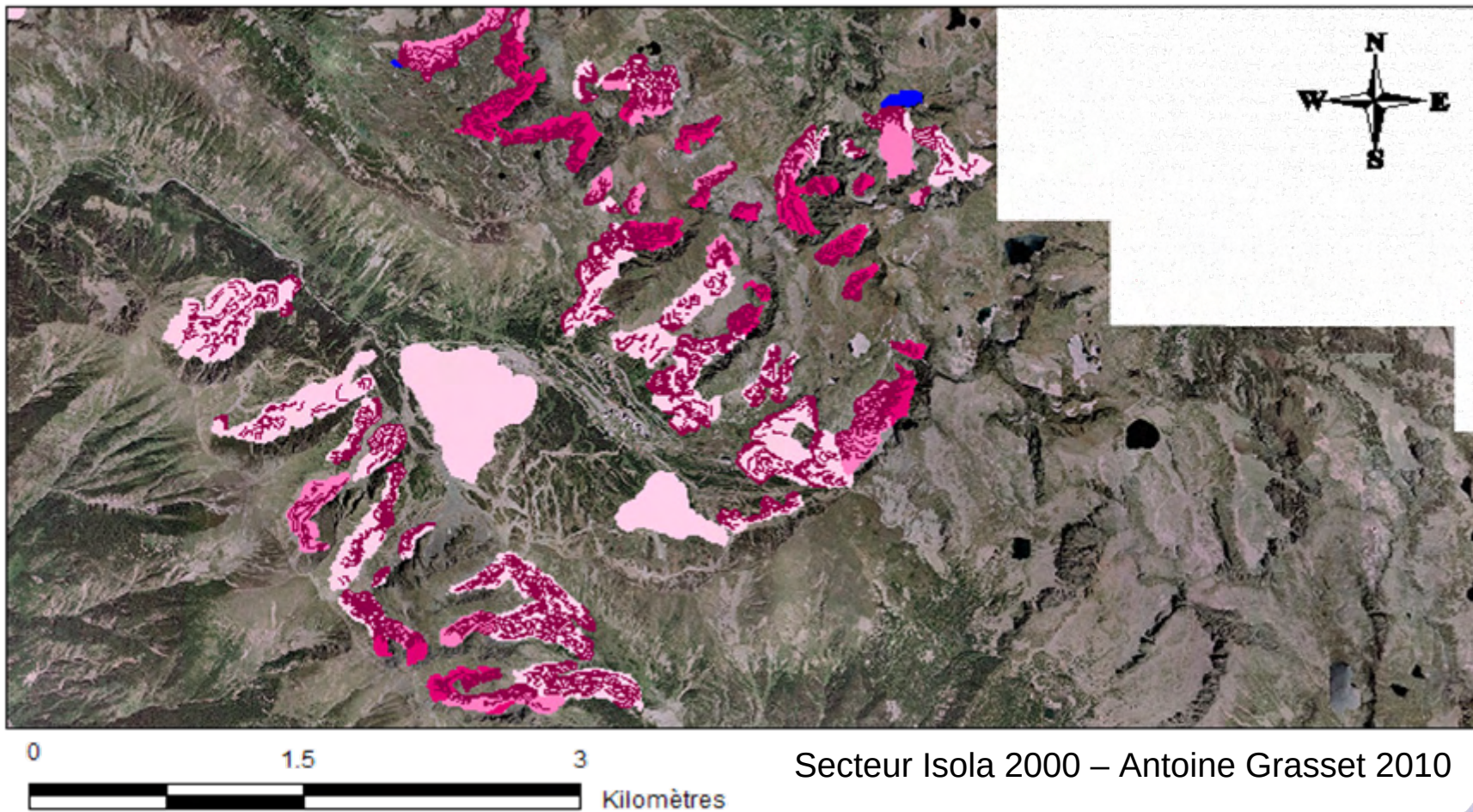
Inventaires et sites instrumentés

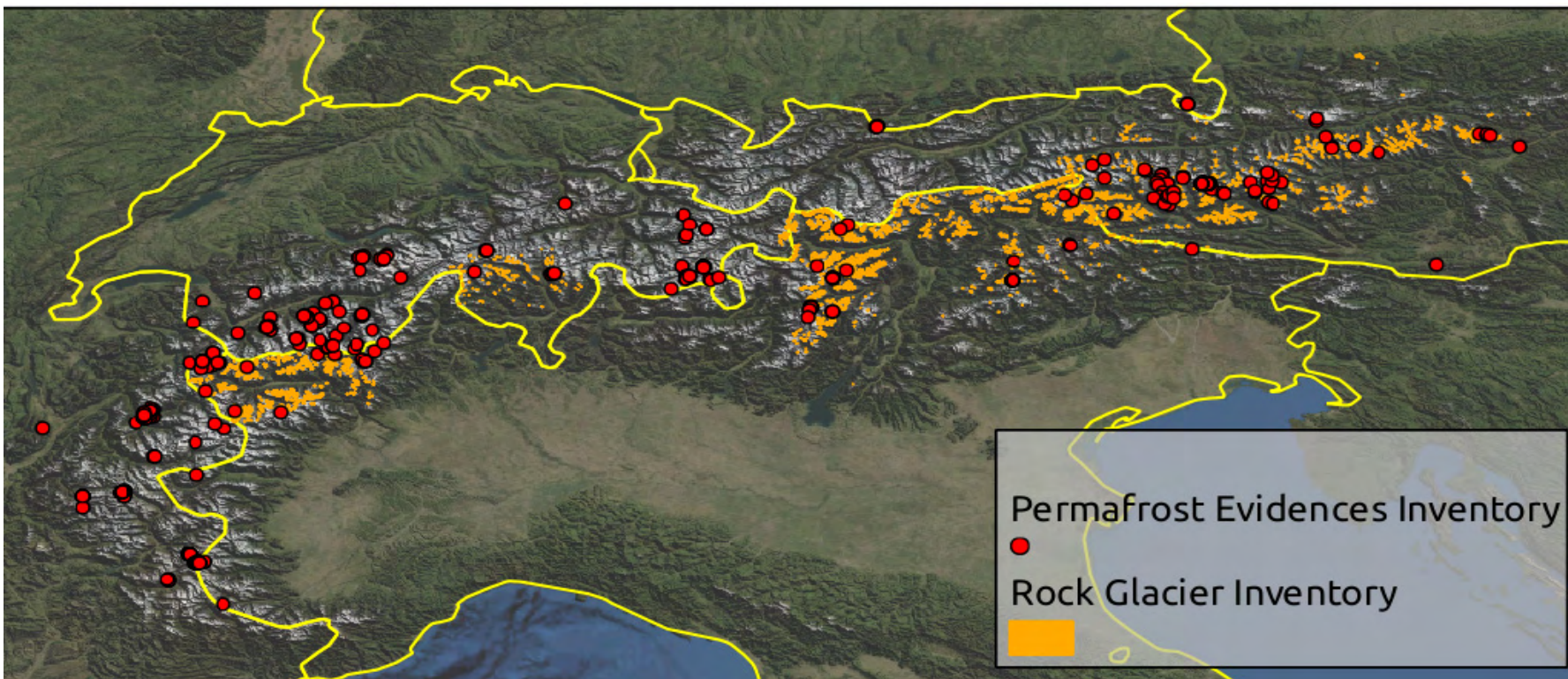


Les composantes de l'observatoire PermaFrance

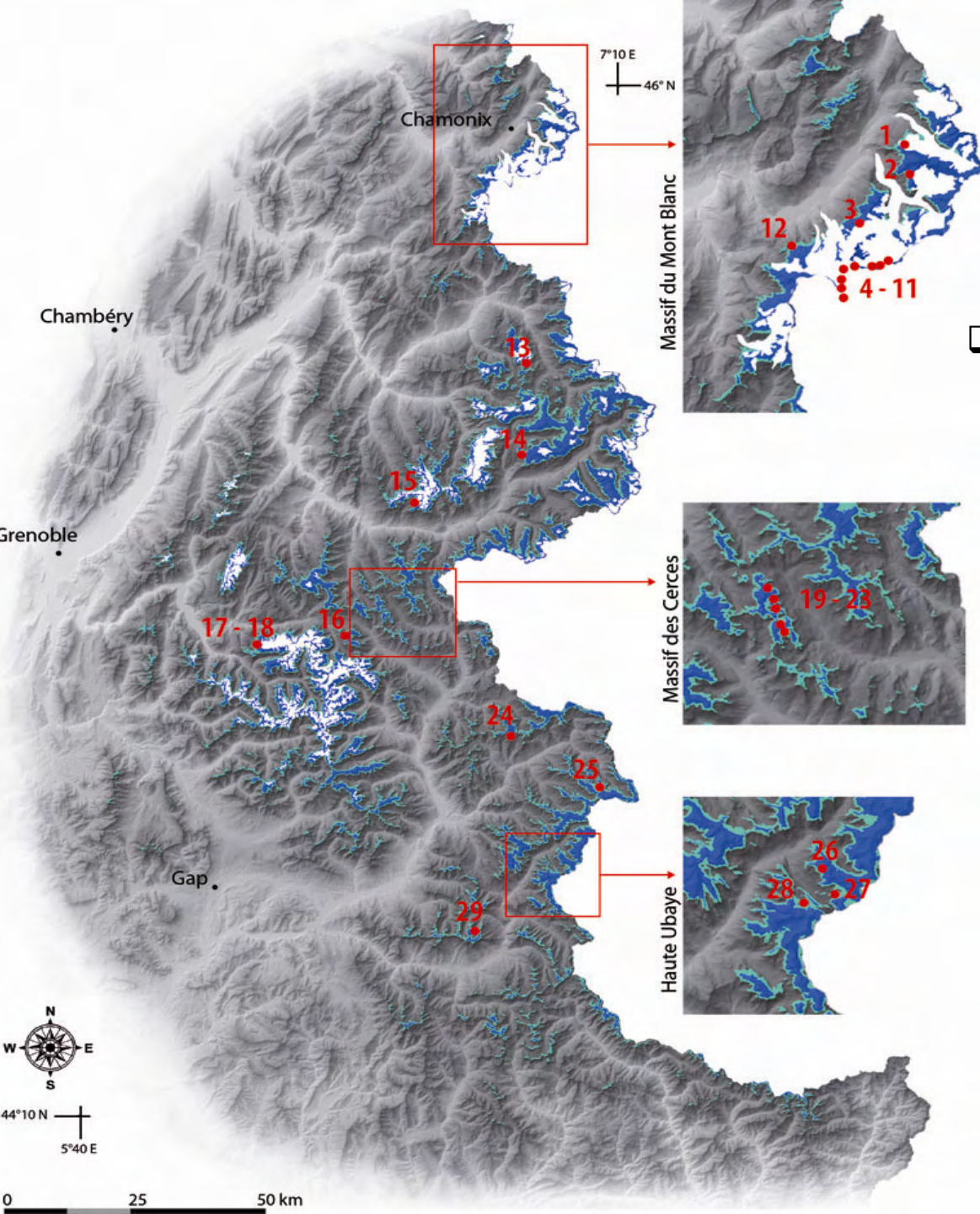
	Haute altitude			Basse altitude	
	Parois rocheuses	Bedrock	Formations superficielles	Gel saisonnier	Eboulis froids
Inventaires	Inventaire écoulements historiques		Inventaires glaciers rocheux		Inventaires éboulis froids
Dynamique des processus	Observation écoulements		DGPS Géodésie		
	Lidar		Imagerie radar		
Températures	RST		GST BTS	Profils de sols	Sites instrumentés
	Profils en forages	Profils en forages	Profils en forages		
Teneur en glace	Géophysique		Géophysique ERT, GPR, ...		Géophysique ERT
Végétation			Relevés sur glacier rocheux		Relevés botaniques

Les inventaires de glaciers rocheux





Les sites instrumentés



PermaFRANCE

- Mesures depuis 2004
- Structuration en cours
- Objectif SO pour 2012
- Rapport périodique...



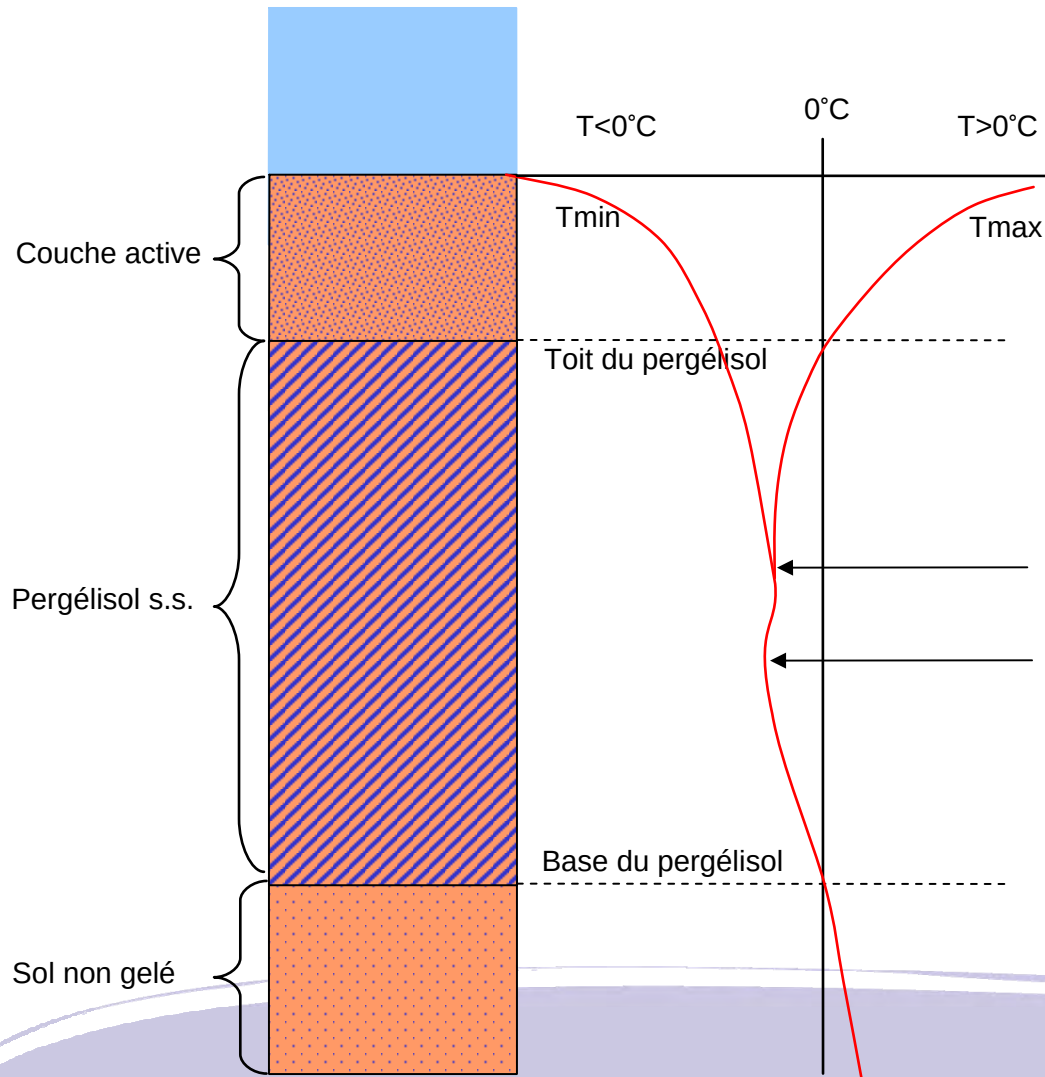
Le permafrost – paramètres pertinents

TAAM = Température moyenne annuelle air

Evolution du couvert neigeux

BTS = Bottom Temperature of Snow cover

GST = Ground Surface Temperature



Profondeur de la couche active

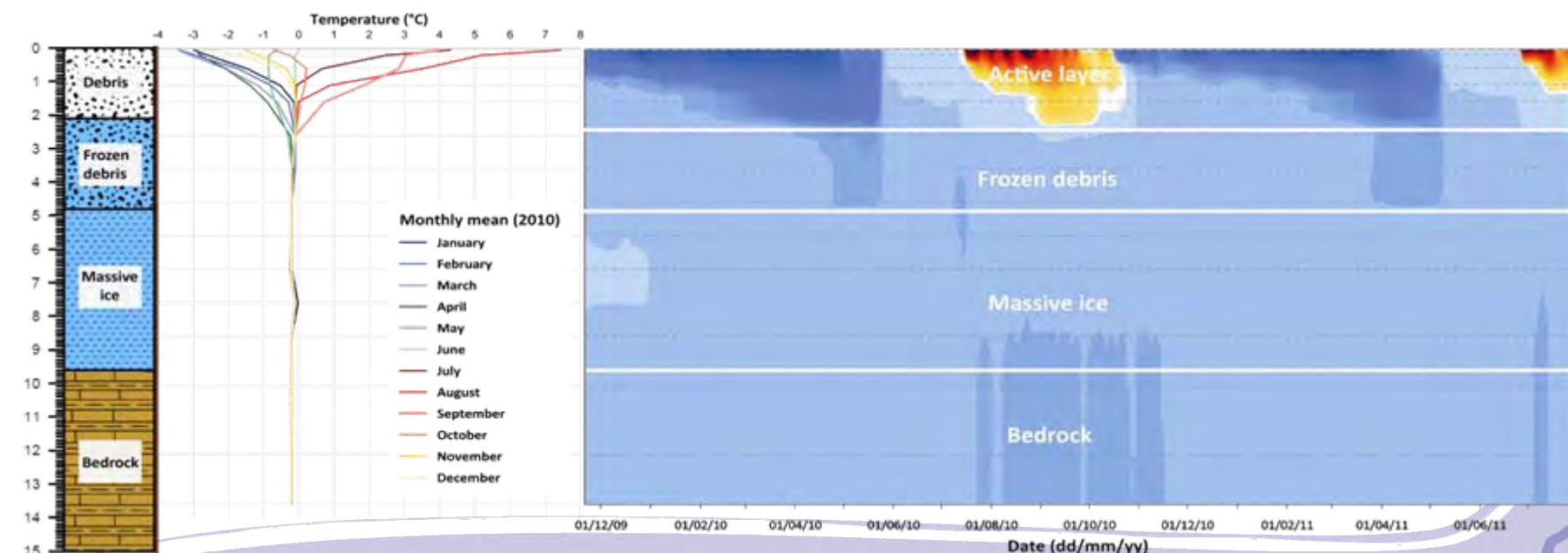
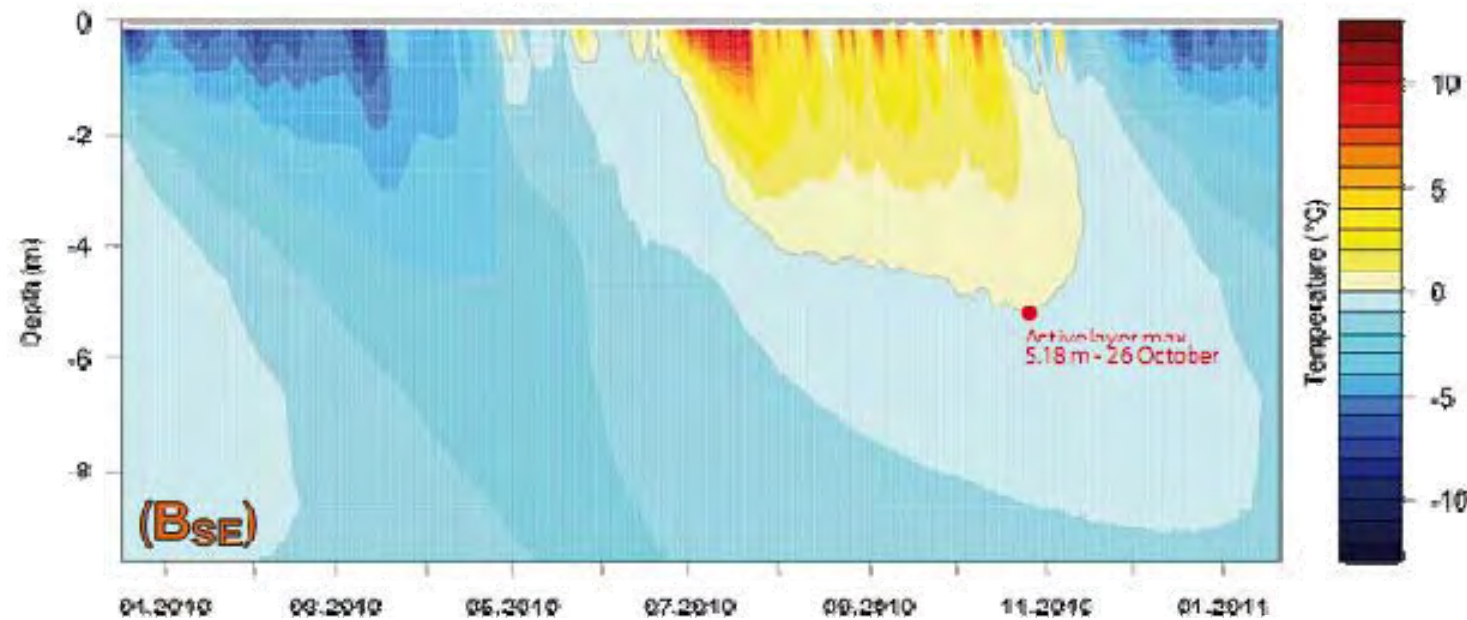
ZAA = Zero Annual Amplitude (prof + T°)

Temperature moyenne minimale (prof + T°)

Teneur en glace

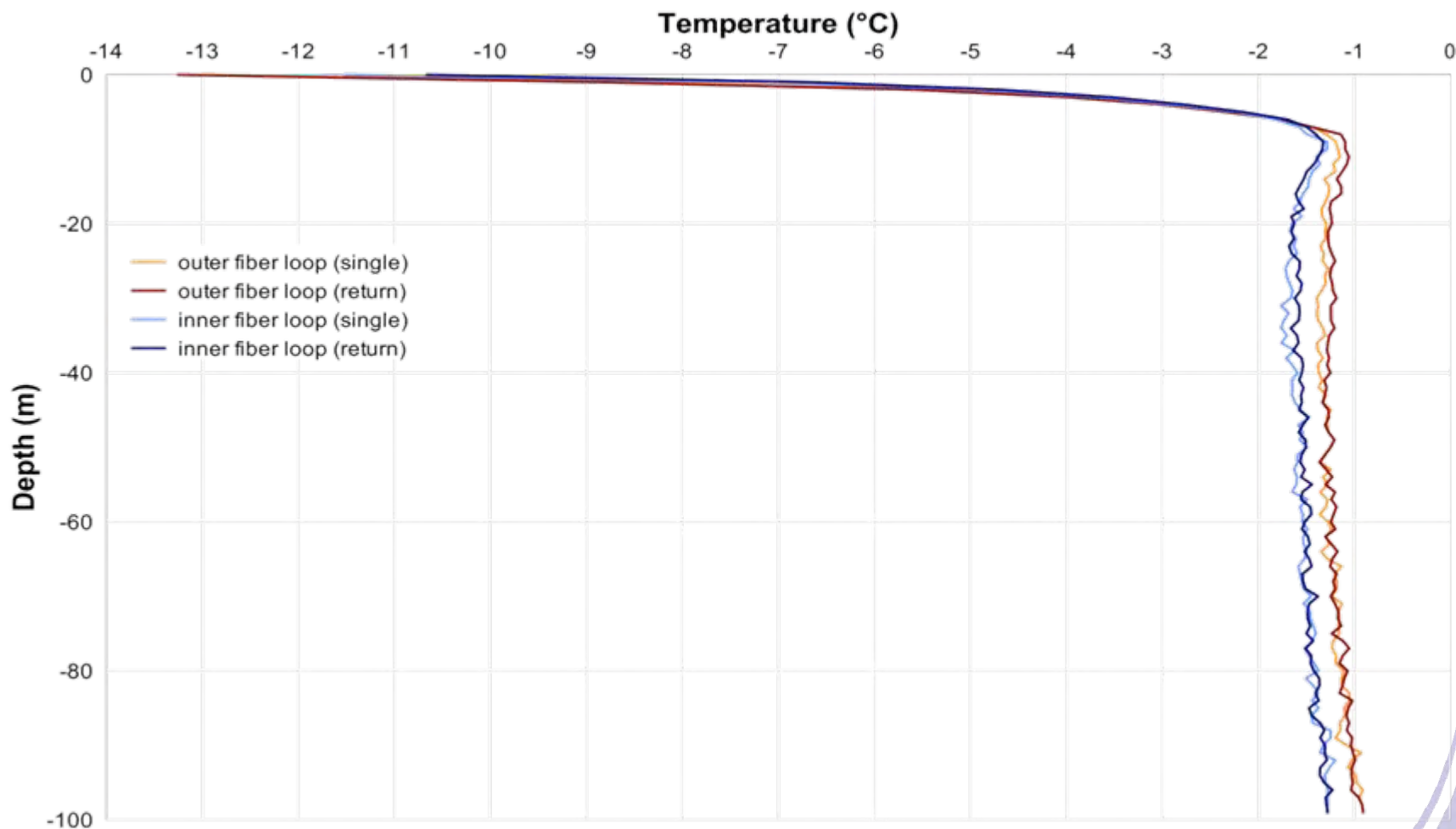
Profondeur de la base

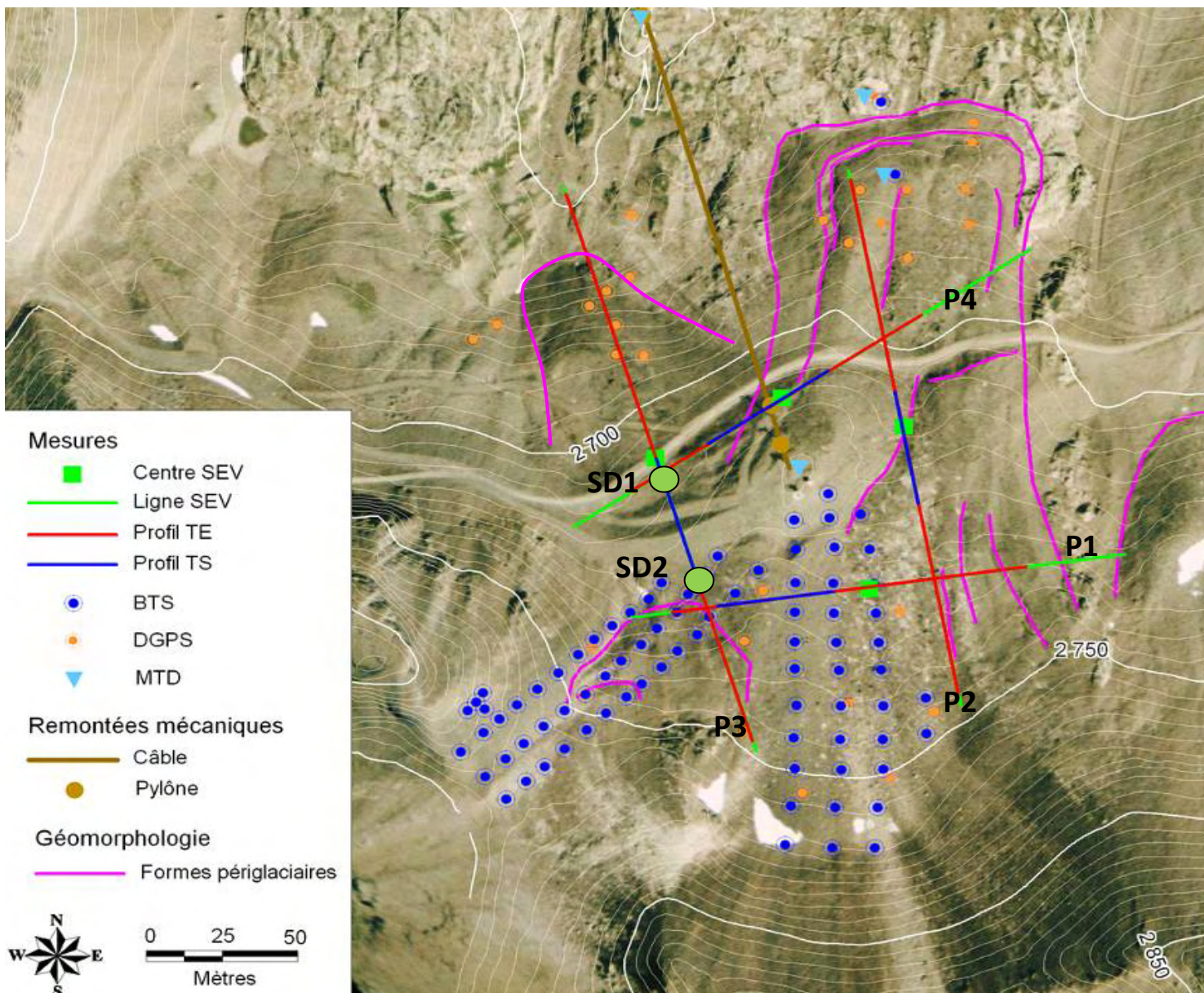
Aiguille du Midi
 Paroi SE



Bellecombes, sondage aval

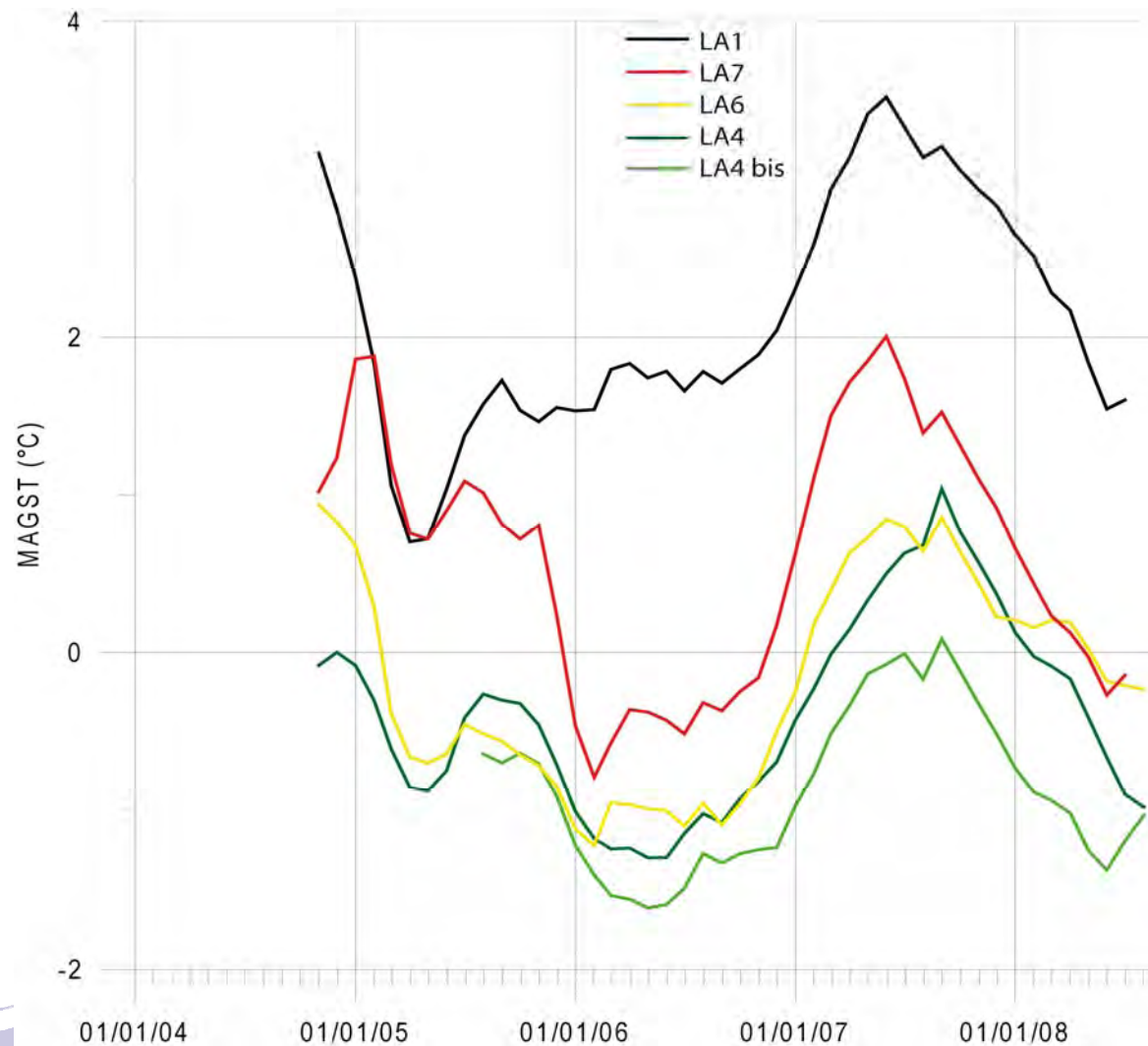
Forage profond – mesures sur fibre optique (DTS)





Evolution de la température moyenne annuelle du sol

Laurichard – 2003-2008



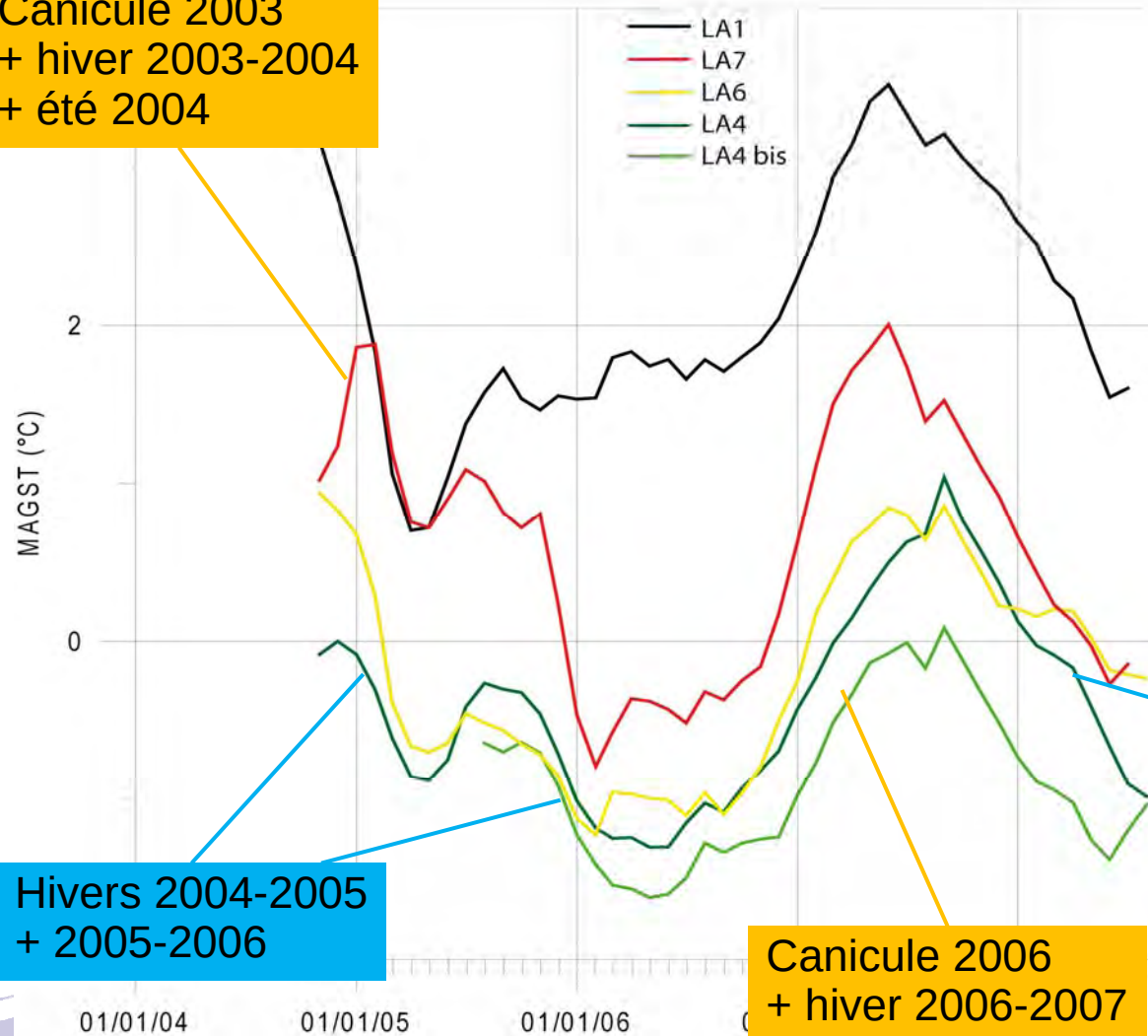
Évolution T° moyenne annuelle

Moyenne mobile 12 mois

Evolution de la température moyenne annuelle du sol

Laurichard – 2003-2008

Canicule 2003
+ hiver 2003-2004
+ été 2004



Évolution T° moyenne annuelle

Moyenne mobile 12 mois

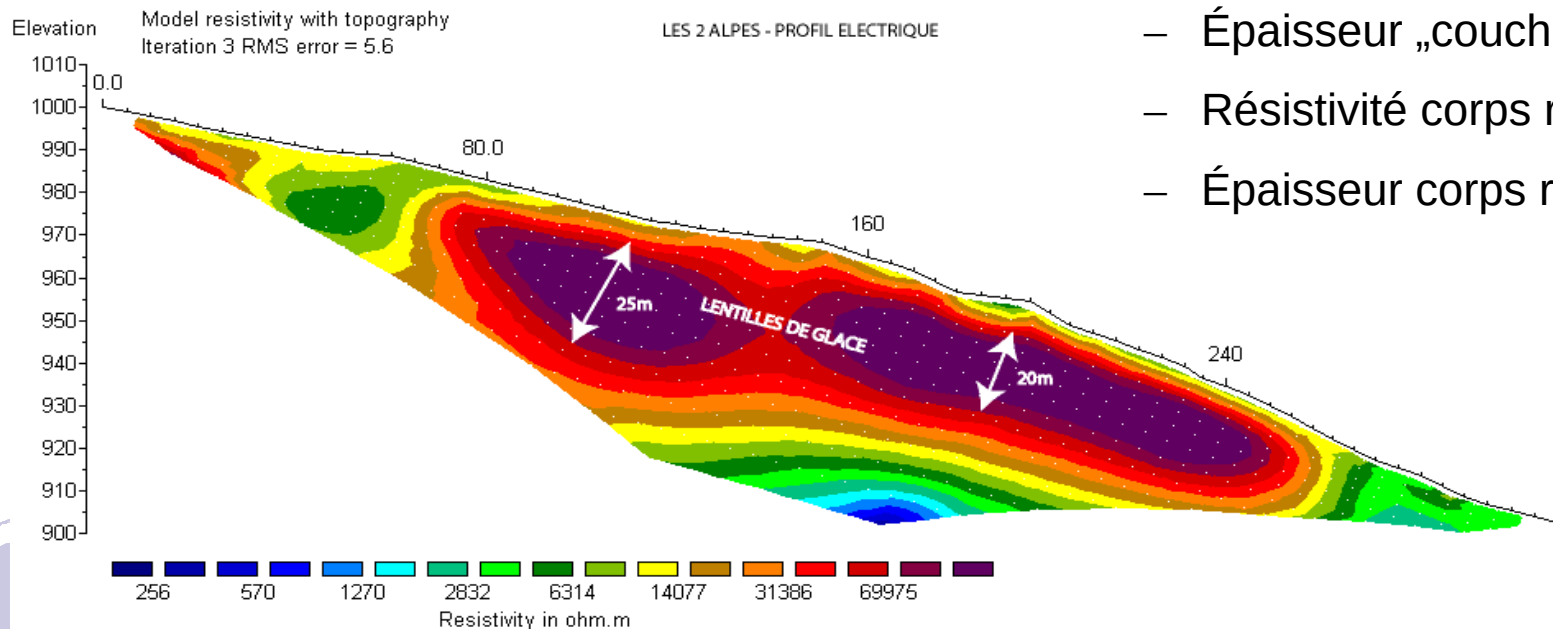
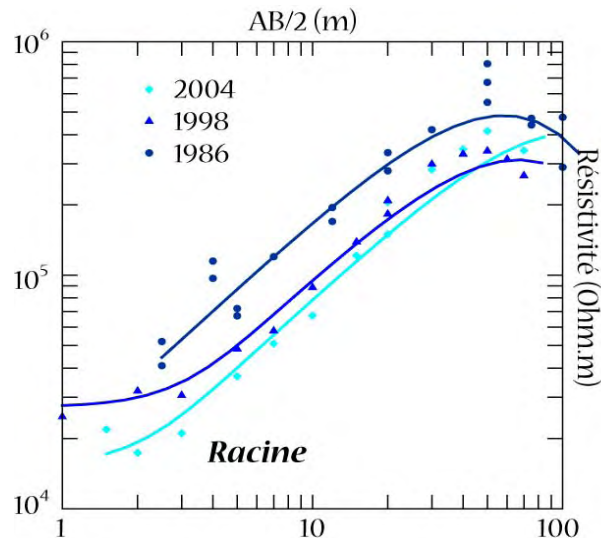
Hiver 2007-2008

Hivers 2004-2005
+ 2005-2006

Canicule 2006
+ hiver 2006-2007

Monitoring géoélectrique

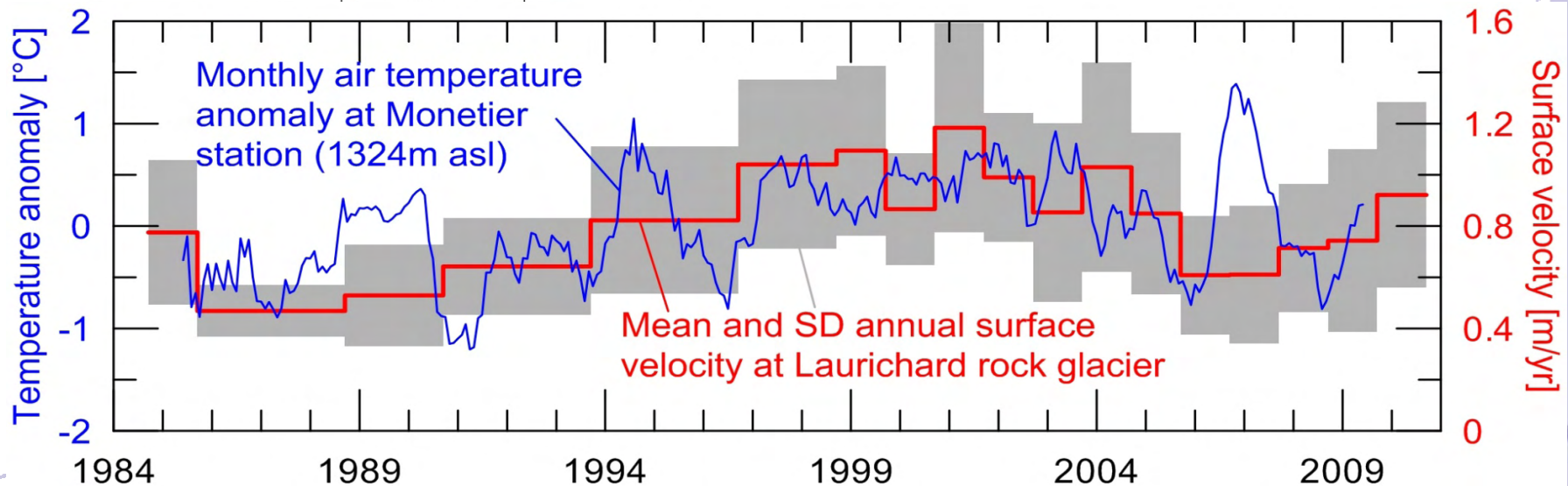
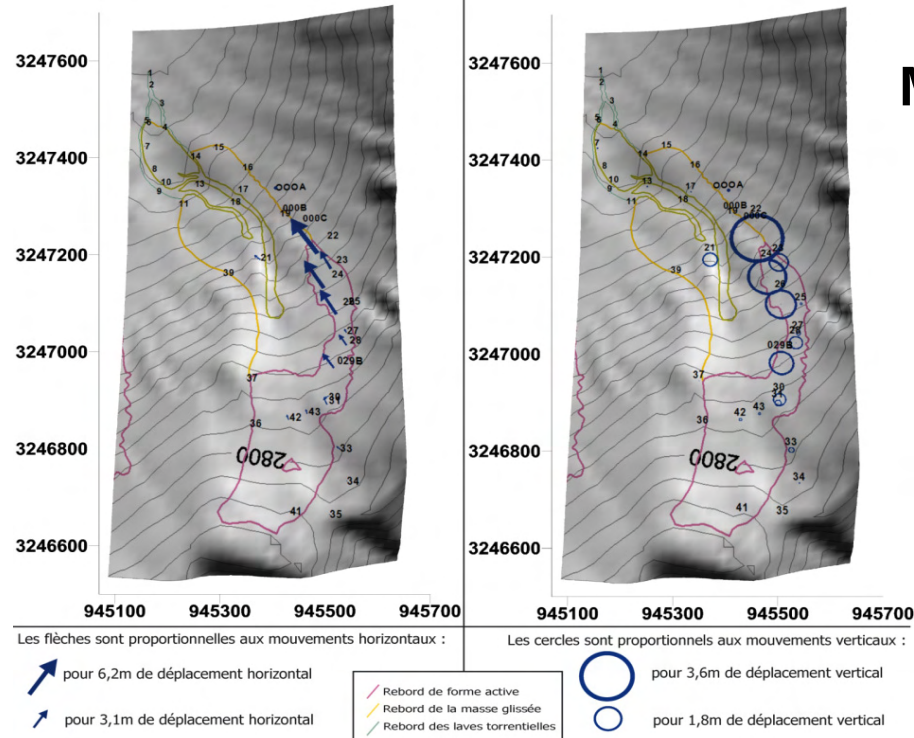
- Techniques de mesures
 - Sondage électrique vertical
 - Trainé électrique
 - Tomographie de résistivité électrique
- Paramètres pertinents
 - Épaisseur „couche active“
 - Résistivité corps résistant
 - Épaisseur corps résistant

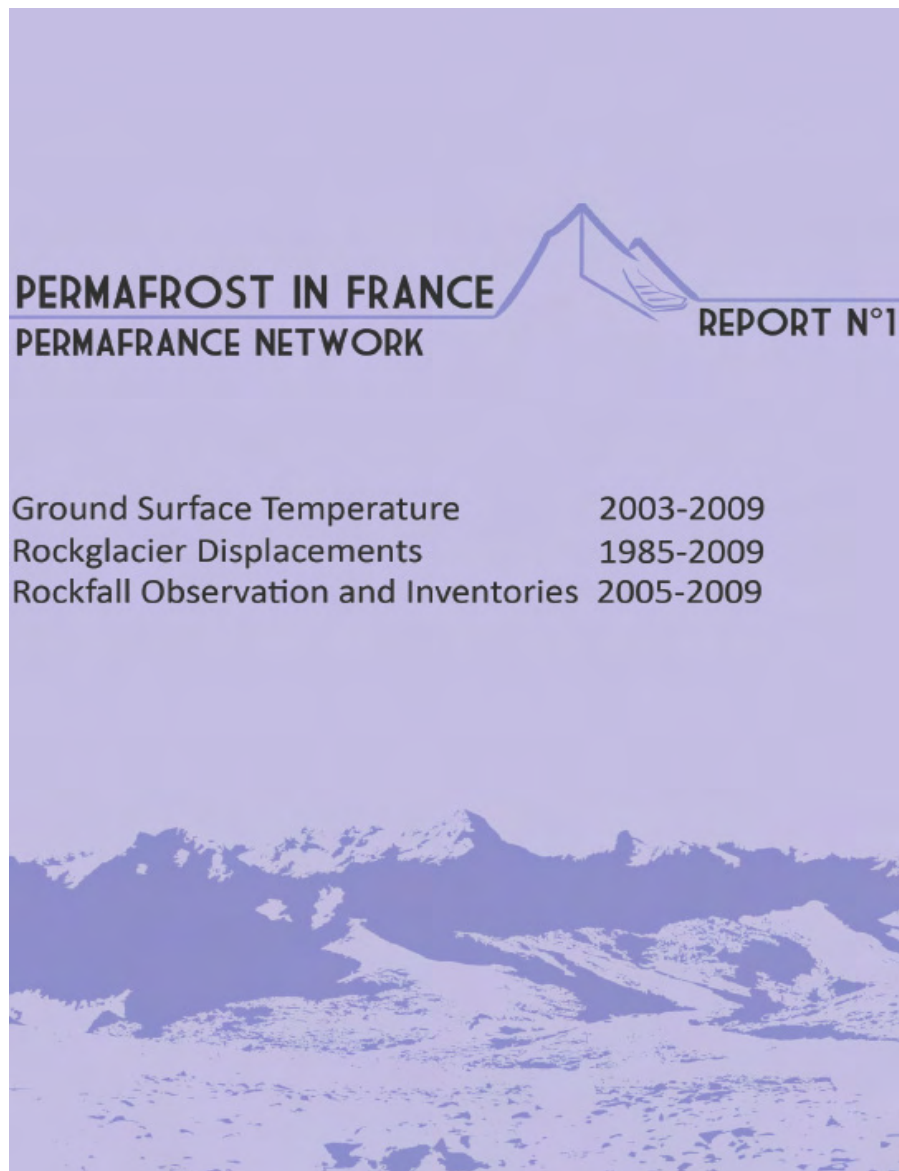


Unit Electrode Spacing = 5.00 m.

Monitoring des déplacements

- Techniques de mesures
 - Géodésie
 - DGPS
 - LIDAR





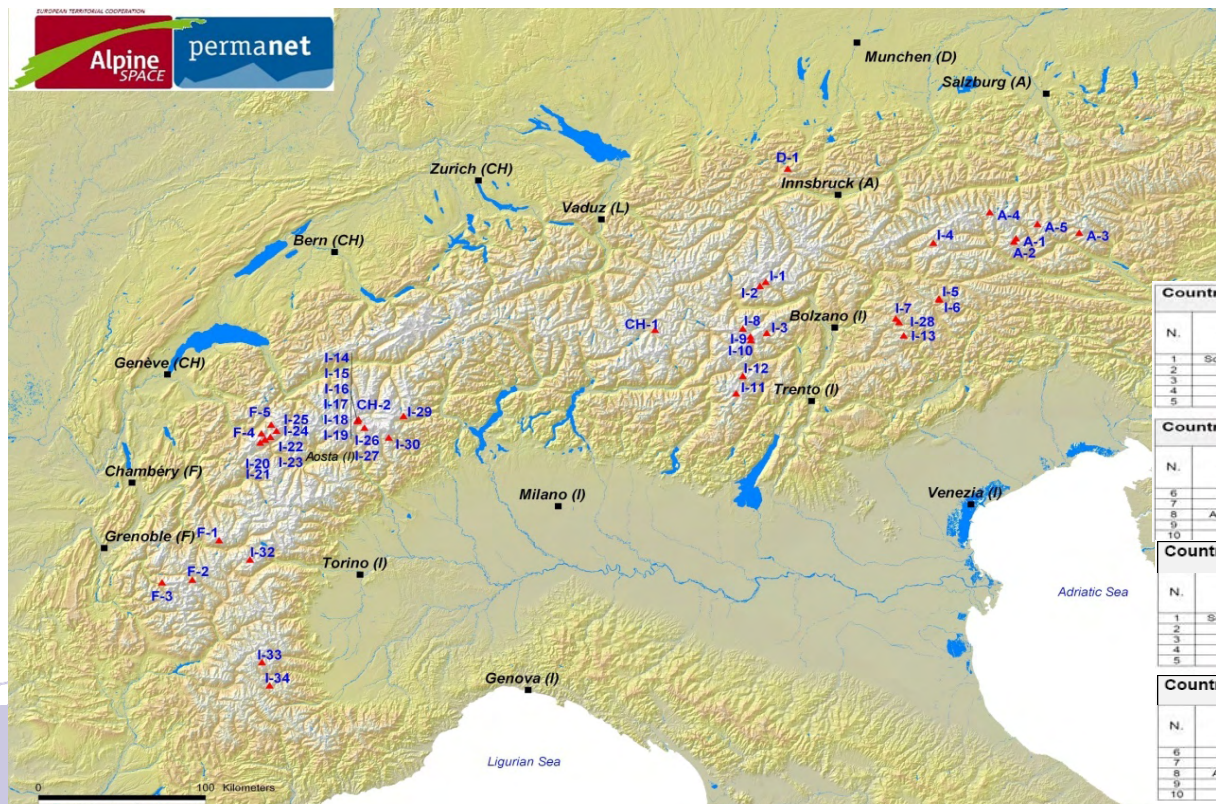
Rapport périodique



Le réseau alpin PermaNET

❑ PermaNET

- 13 partenaires de 5 pays
- Projet CTE Alpine Space 2008-2011
- Objectif: réseau alpin coordonné de monitoring à long terme



Country: ITALY						
N.	Location	Elevation [m asl]	Instrumented sites for different permafrost monitoring typologies			
			Permafrost	Active layer		
			Bedrock	Rock Glacier	Climate	Rock Face Deposits Other
1	Sommelier Pass	2890	[x]		[x]	
2	Marmolada	3256	[x]			
3	Presena	2700	[x]			
4	Bolzano (?)	?		?		
5						

Country: FRANCE						
N.	Location	Elevation [m asl]	Instrumented sites for different permafrost monitoring typologies			
			Permafrost	Active layer		
			Bedrock	Rock Glacier	Climate	Rock Face Deposits Other
6	Deux Alpes	3178	[x]	[x]		
7	Lauchard	2450-2630	[x]			
8	Aiguille du Midi	3840	[x]			
9						
10						

Country: AUSTRIA						
N.	Location	Elevation [m asl]	Instrumented sites for different permafrost monitoring typologies			
			Permafrost	Active layer		
			Bedrock	Rock Glacier	Climate	Rock Face Deposits Other
1	Sommelier Pass	2890	[x]		[x]	
2	Marmolada	3256	[x]			
3	Presena	2700	[x]			
4	Bolzano (?)	?		?		
5						

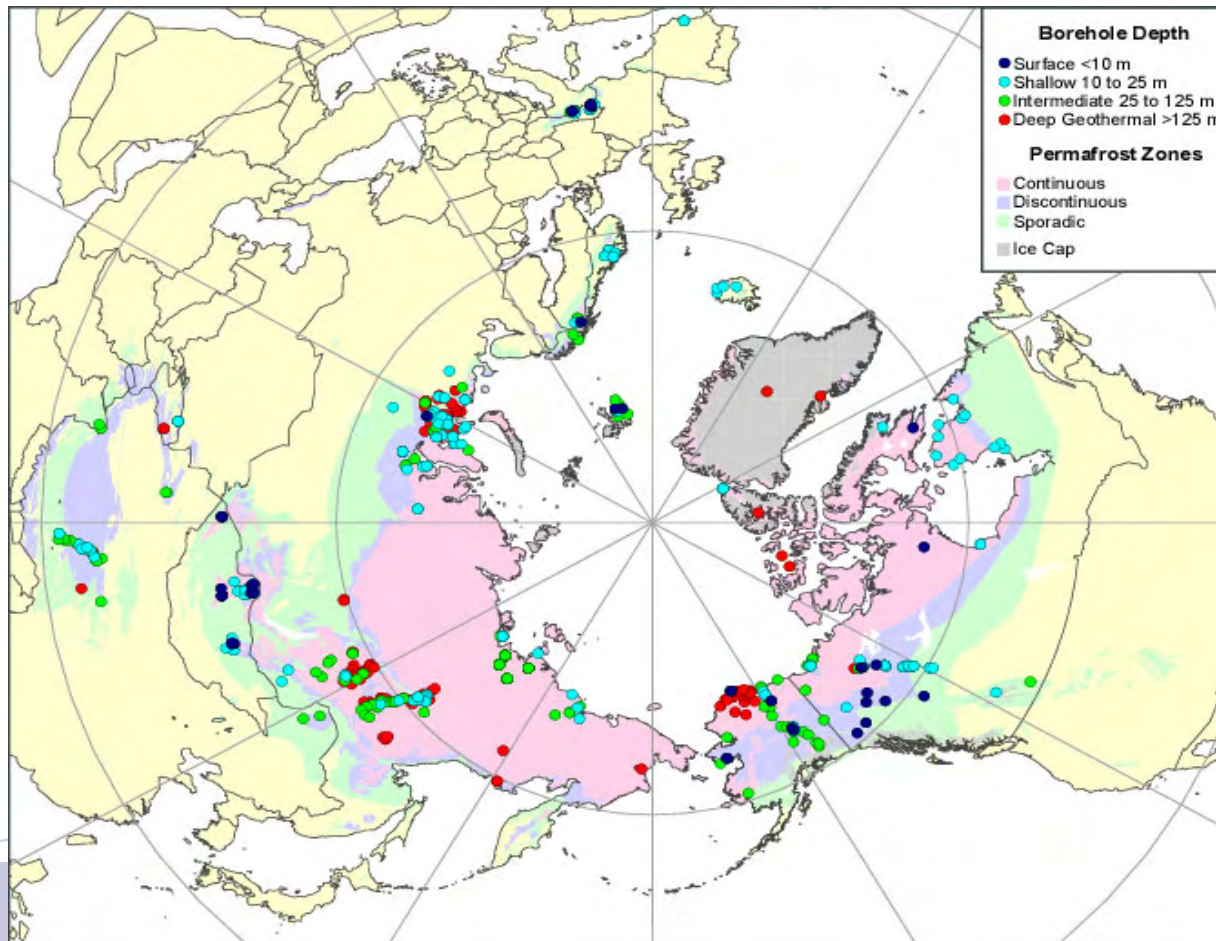
Country: GERMANY						
N.	Location	Elevation [m asl]	Instrumented sites for different permafrost monitoring typologies			
			Permafrost	Active layer		
			Bedrock	Rock Glacier	Climate	Rock Face Deposits Other
6	Deux Alpes	3178	[x]	[x]		
7	Lauchard	2450-2630	[x]			
8	Aiguille du Midi	3840	[x]			
9						
10						



Les réseaux mondiaux

□ GTN-P – Global Terrestrial Network for Permafrost

- Standards
- Bases de données



Les dispositifs français

Les dispositifs:

- ☐ SO – Systèmes d'Observation – INSU
- ☐ ORE – Observatoire de Recherche en Environnement – MEDD
- ☐ ZA – Zones Atelier – INEE
- ☐ OHM – Observatoire Homme-Milieu – INEE
- ☐ SOERE – Systèmes d'observation et d'expérimentation pour la recherche en environnement – CNRS /Allenvi

Les enjeux:

- ☐ Budget de fonctionnement
- ☐ (Ré)équipement des sites
- ☐ Personnel

