

# 1<sup>er</sup> retour sur l'utilisation de l'Avatech SP1 et comparaison avec le Snow-Micro-Pen et la Sonde de Battage



Sonde de Battage [SB]



Avatech SP1 [SP1]



Snow-Micro-Pen [SMP]

PILLOIX Thibault

Equipe MANTO-CEN / Master 2 Pro., Institut de Géographie Alpine, Grenoble

HAGENMULLER Pascal

Chercheur CEN, équipe MANTO

# Plan de l'exposé

## I . Présentation des pénétromètres

## II . Méthodologie

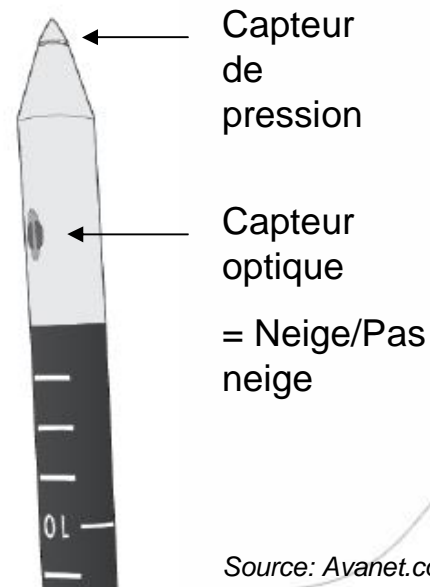
- 1- Objectifs et protocoles de mesures
- 2- Vérification de la reproductibilité des mesures

## III . Résultats

- 1- Critiques d'utilisation
- 2- Comparaison
  - 1.1 Approche visuelle
  - 1.2 Mise en évidence des erreurs de détection en profondeur
  - 1.3 Résistance à l'enfoncement en fonction des tests en compression
  - 1.4 Comparaison des valeurs absolues de contrainte entre SMP et SP1

# Présentation des pénétromètres : Le SP1

Mesure de la résistance à l'enfoncement d'une sonde dans le manteau neigeux  
→ traduit une notion de cohésion



Source: Avonet.com

# Présentation des pénétromètres : le SP1

## LEAVATECH SP1 [SP1]



Poids :	<table border="1"><tr><td>-</td><td>■</td><td>□</td><td>□</td><td>+</td></tr></table>	-	■	□	□	+
-	■	□	□	+		
Prix :	<table border="1"><tr><td>■</td><td>■</td><td>□</td></tr></table>	■	■	□		
■	■	□				
Encombrement :	<table border="1"><tr><td>■</td><td>□</td><td>□</td></tr></table>	■	□	□		
■	□	□				
Temps de Sondage :	<table border="1"><tr><td>■</td><td>□</td><td>□</td></tr></table>	■	□	□		
■	□	□				

Entraînement : Manuel  
Pointe (Ø): 0.544 cm  
Résolution  
en déplacement: 1 mesure/mm

## La sonde de battage [SB]

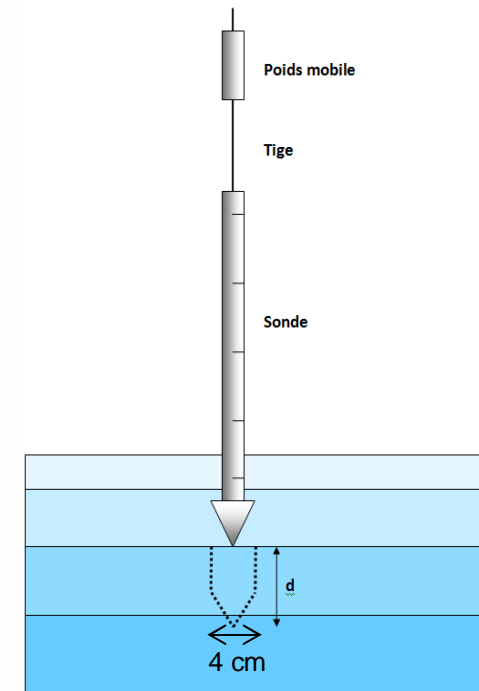


Poids :	-	+
Prix :		
Encombrement :		
Temps de Sondage :		

Entrainement : En force  
(poids jeté)

Pointe (Ø): 4 cm

Résolution  
en déplacement: Variable/1cm maximum



# Présentation des pénétromètres (2/3)

## Le Snow-Micro-Pen [SMP]



Poids :



Prix :



Encombrement :



Temps de Sondage :



Entrainement : Automatique

Pointe (Ø): 0.5 cm

Résolution  
en déplacement: 250 mesures/mm



Moteur pas à pas

Pointe  
(position  
initiale)



# Plan de l'exposé

---

I . Présentation des pénétromètres

## II **É** Méthodologie

**1- Objectifs et protocoles de mesures**

**2- Vérification de la reproductibilité des mesures**

III . Résultats

1- Critiques d'utilisation

2- Comparaison

1.1 Approche visuelle

1.2 Mise en évidence des erreurs de  
détection en profondeur

1.3 Résistance à l'enfoncement en fonction  
des tests en compression

1.4 Comparaison des valeurs absolues de  
contrainte entre SMP et SP1

# Méthodologie : Objectifs et protocoles

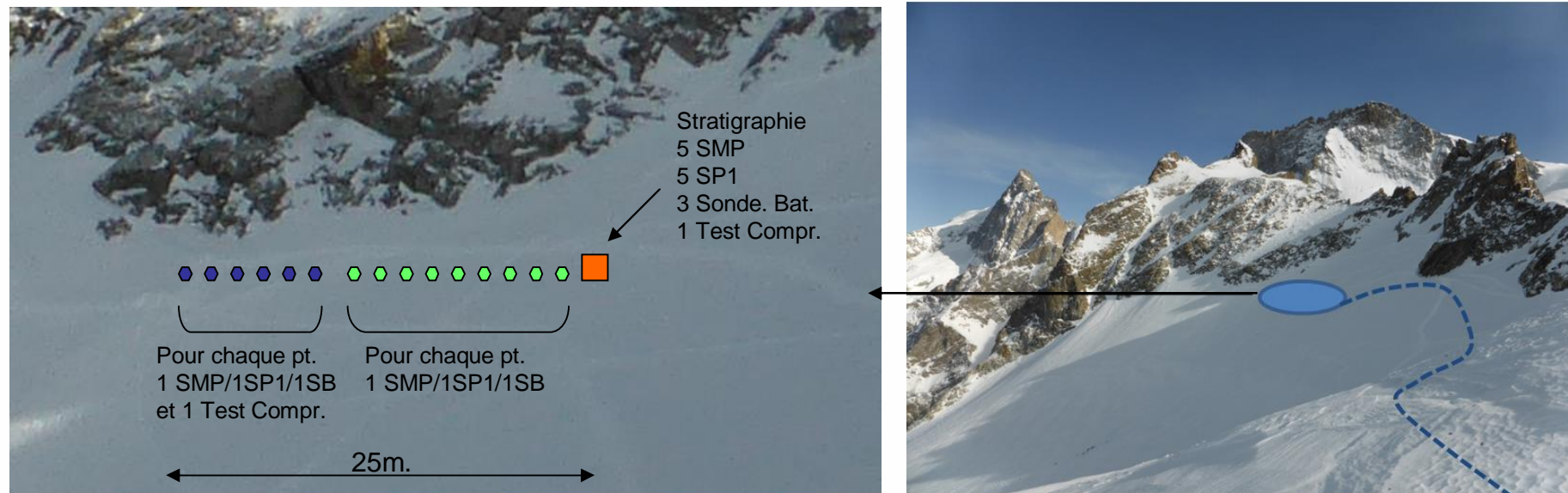
**Objectif : Comparer les profils de résistance à l'enfoncement de trois pénétromètres**

Protocole : établir plusieurs sondages à quelques centimètres de distance et pouvoir répéter l'opération dans l'espace

Sous-objectifs :

Les mesures sont-elles reproductibles au sein de cette zone ?

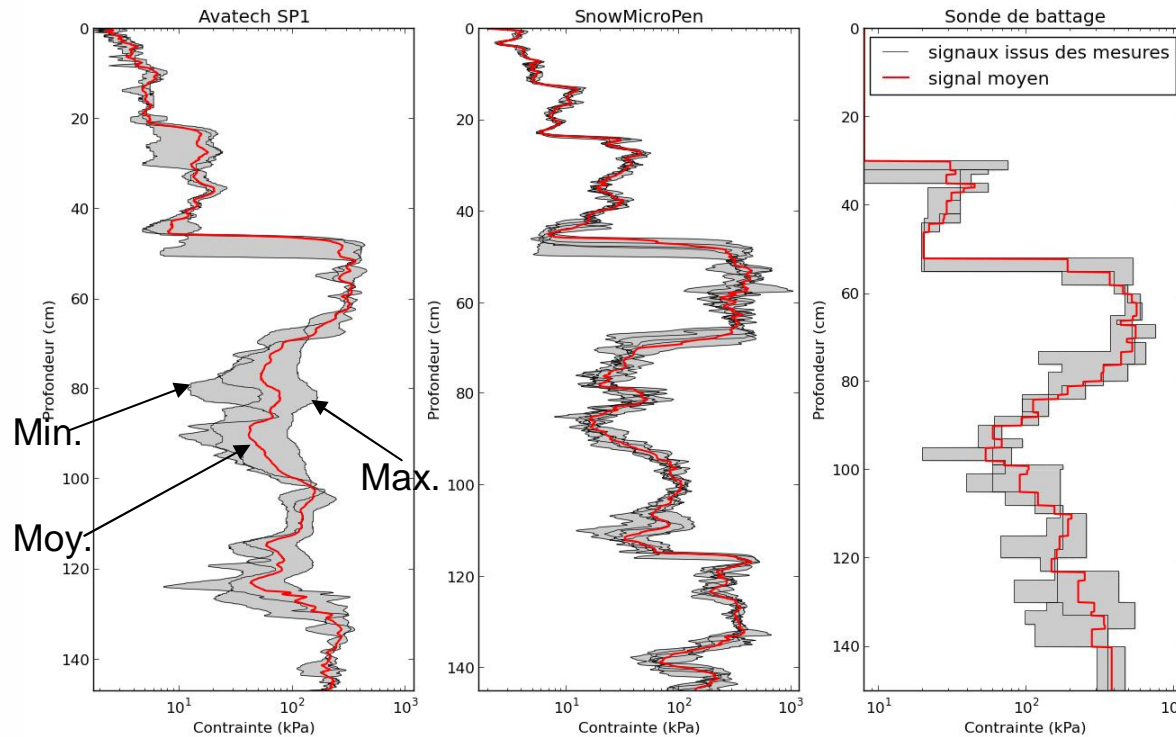
Les pénétromètres capturent-ils la même variabilité spatiale ?



# Méthodologie : vérification de la reproductibilité

Est-ce que la zone de mesure définie permet la comparaison ?

Variation des signaux : Neige ou instrument ?



La Grave, Glacier du Vallon. Mars 2015

Normalisation par la surface de la pointe

# Plan de l'exposé

---

- I . Présentation des pénétromètres
- II . Méthodologie
  - 1- Objectifs et protocoles de mesures
  - 2- Vérification de la reproductibilité des mesures
- III È Résultats**
  - 1- Critiques d'utilisation**
  - 2- Comparaison
    - 1.1 Approche visuelle
    - 1.2 Mise en évidence des erreurs de détection en profondeur
    - 1.3 Résistance à l'enfoncement en fonction des tests en compression
    - 1.4 Comparaison des valeurs absolues de contrainte entre SMP et SP1

# Résultats : critiques d'utilisation

## Avatech SP1

- Couleur de la sonde
- Electronique
- Vitesse de sondage
- Taille de l'opérateur
- Leger / Facile d'utilisation



# Résultats : critiques d'utilisation

## Le Snow-Micro-Pen

- **Lourd et encombrant**
- **Couteux**
- **Fragile !**
- **Précision / résolution**

## La sonde de battage

- **Robuste**
- **Long et répétitif**
- **Dépendant de l'opérateur**
- **Faible résolution / Précision**

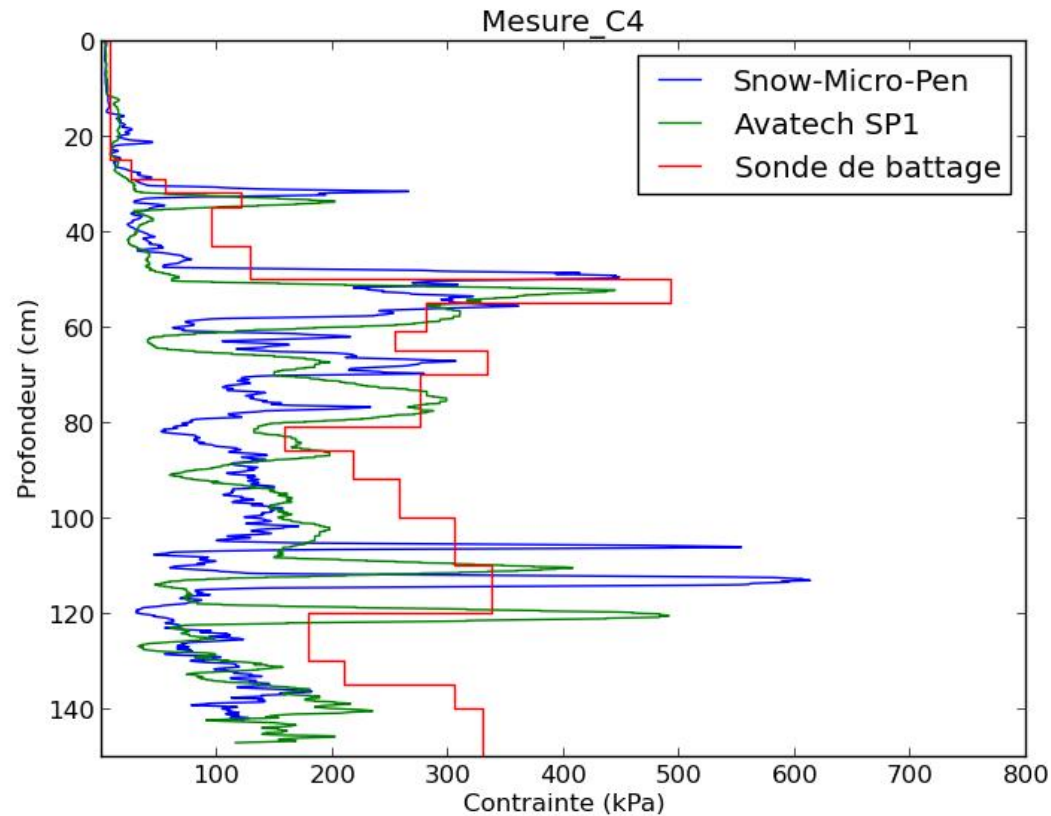


# Plan de l'exposé

---

- I . Présentation des pénétromètres
- II . Méthodologie
  - 1- Objectifs et protocoles de mesures
  - 2- Vérification de la reproductibilité des mesures
- III È Résultats**
  - 1- Critiques d'utilisation
  - 2- Comparaison**
    - 1.1 Approche visuelle**
    - 1.2 Mise en évidence des erreurs de détection en profondeur**
    - 1.3 Résistance à l'enfoncement en fonction des tests en compression**
    - 1.4 Comparaison des valeurs absolues de contrainte entre SMP et SP1**

# Résultats : Comparaison (1/4)



Approche visuelle:

SB : bonne concordance avec SMP et SP1 mais effet de résolution et surestimation des contraintes

**SP1/SMP : très bonne concordance**

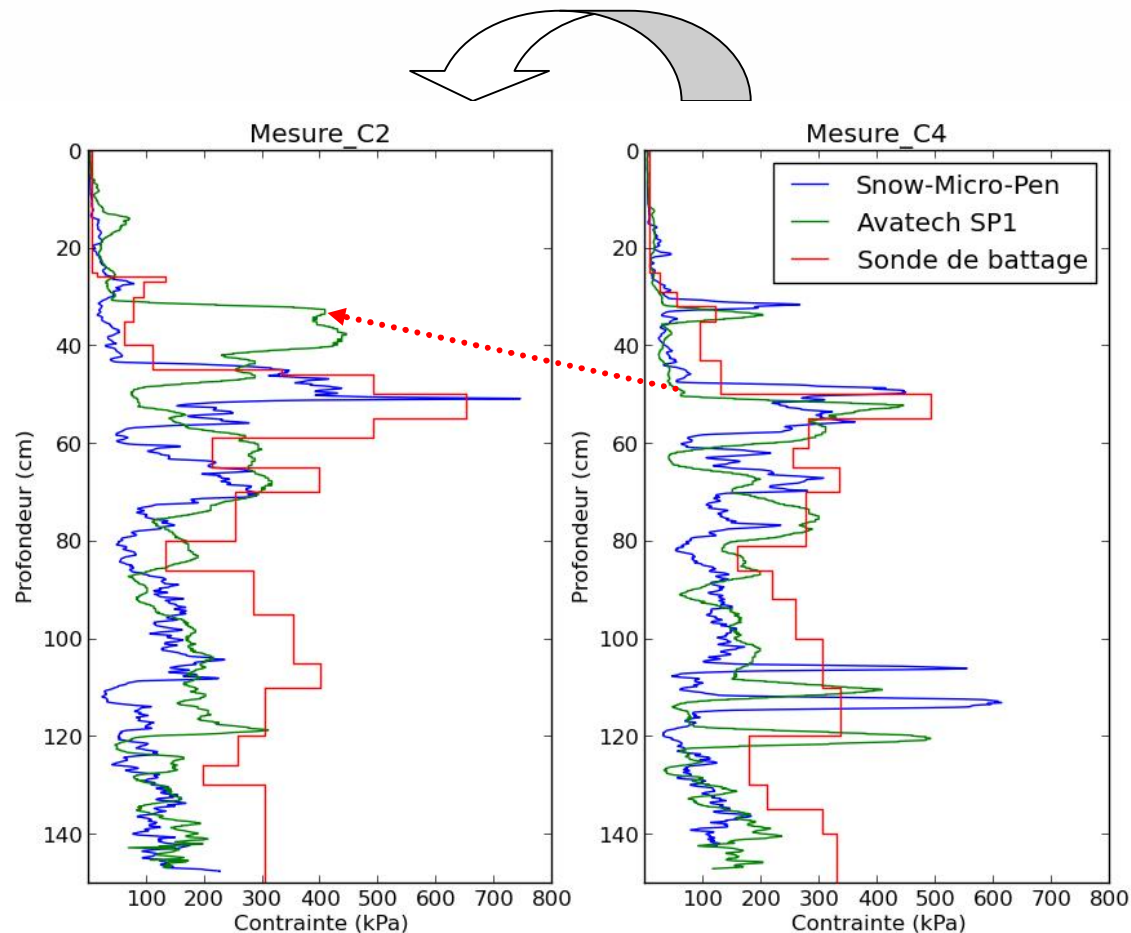
**MAIS**

Mesure de résistance à l'enfoncement.

La Grave, Glacier de la Girose. Mars 2015

# Résultats : Comparaison (1/4)

4m40 entre les deux points  
de mesures



**Pas systématiquement !**

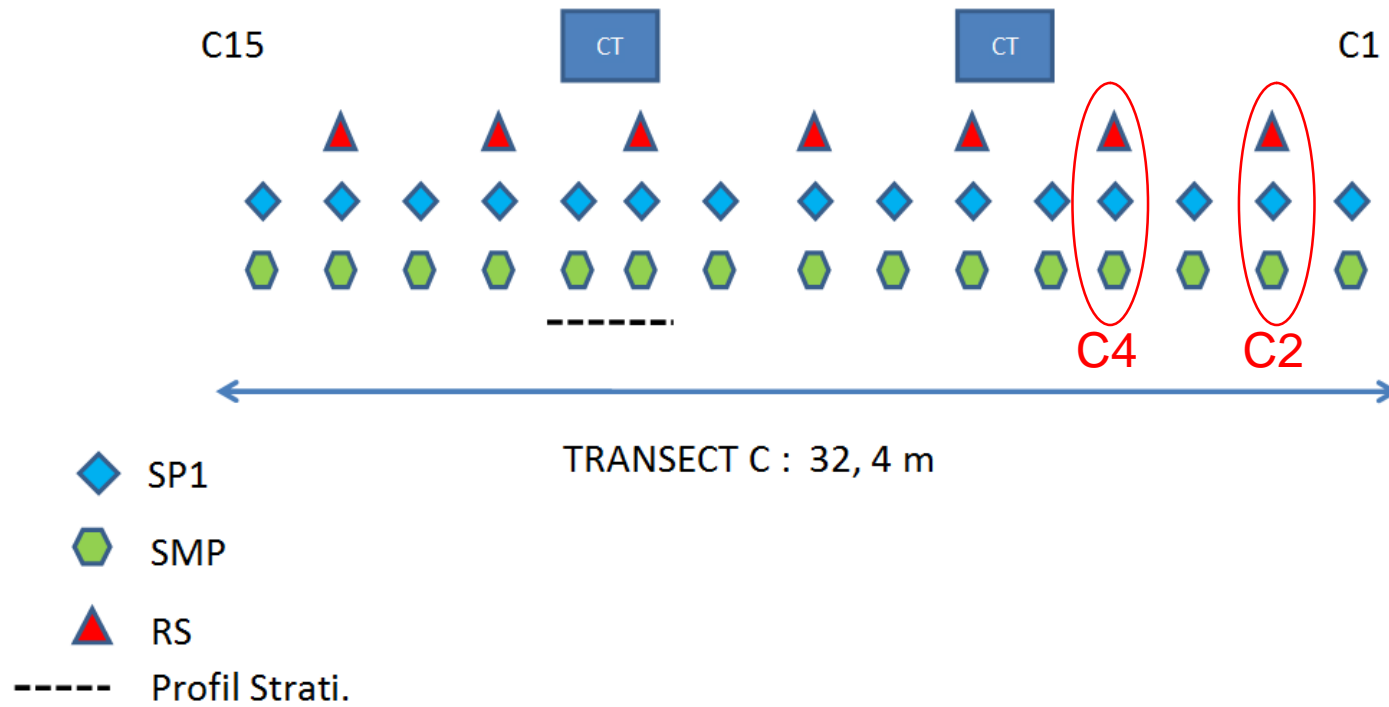
SP1 : Mauvaise détection  
de la position spatiale des  
couches.

→ Le SMP = référence du  
fait de son moteur pas à  
pas ( entraînement  
automatique )

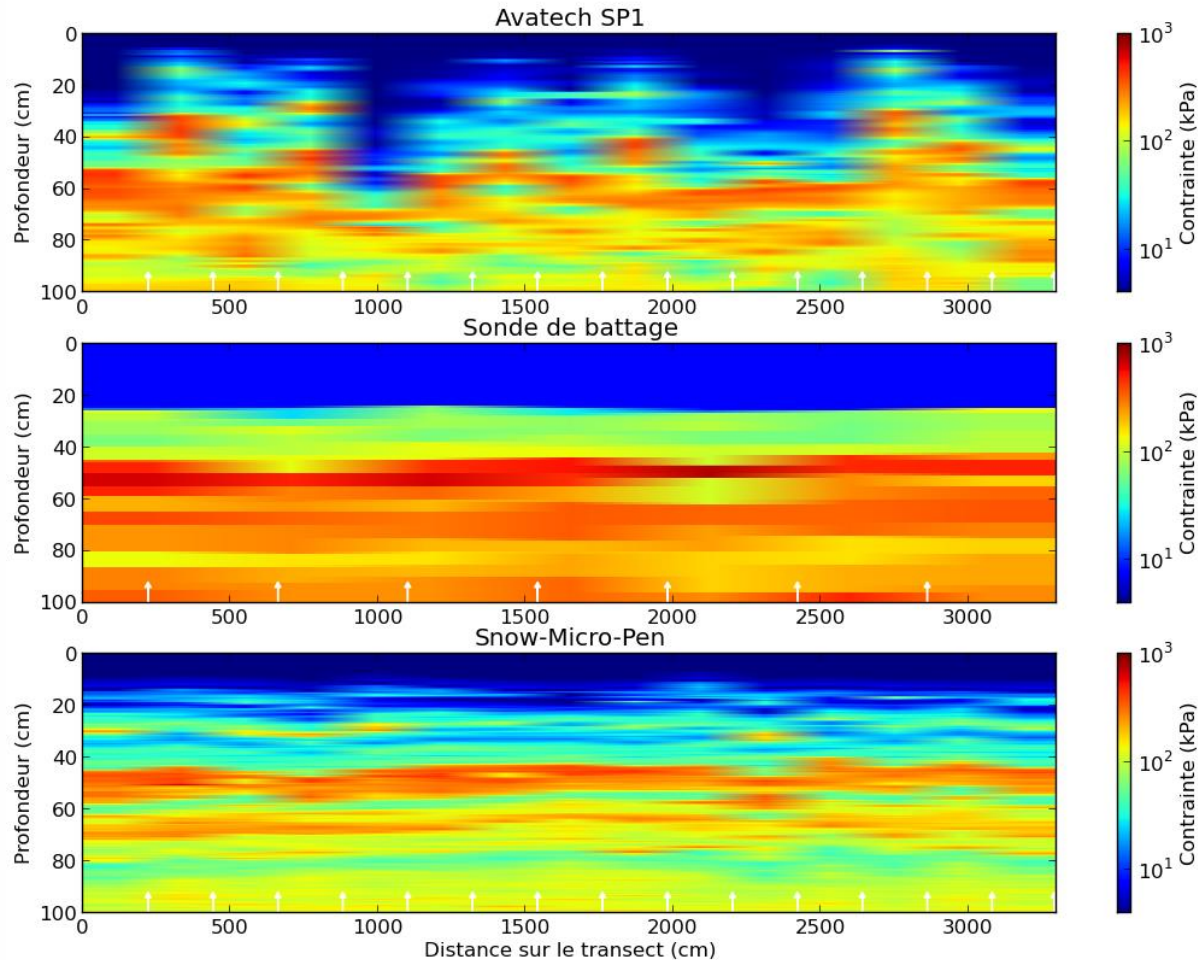
Mesure de résistance à l'enfoncement.

La Grave, Glacier de la Girose. Mars 2015

# Résultats : Comparaison (1/4)



## Résultats : Comparaison (2/4)



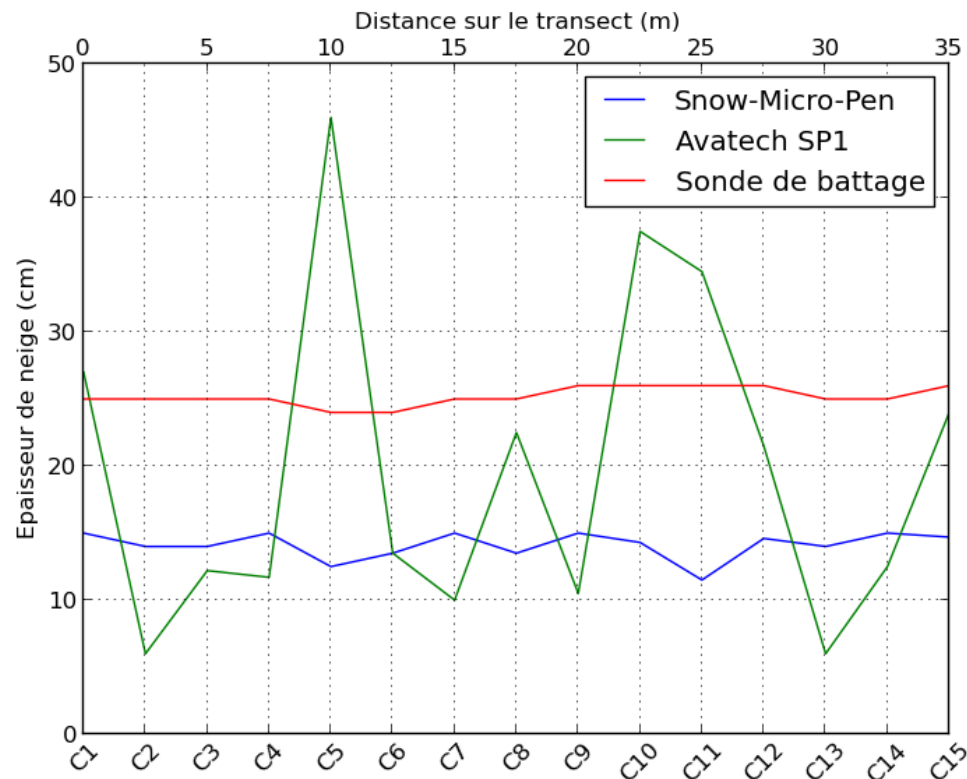
Le transect C :

Un manteau neigeux non perturbé par des accumulations récentes liées au vent.

Une continuité spatiale représentée par la sonde de battage et le SMP **mais pas par le SP1**

Extrapolation spatiale des mesures de sondage effectuées sur un transect de 32,4 m

## Résultats : Comparaison (2/4)



### Epaisseur de neige tendre en surface (< 8 kPa)

- ➔ Variabilité du SP1 = écart-type de 12,5 cm concernant la détection en profondeur
- ➔ Biais systématiques entre SMP et SB : Poids et inertie de la sonde de battage

*NB: Sur neige + dense : réduction de la variabilité liée à l'instrument*

## Résultats : Comparaison (3/4)

### La détection des fines couches fragiles, un enjeu clef pour les pénétromètres électroniques



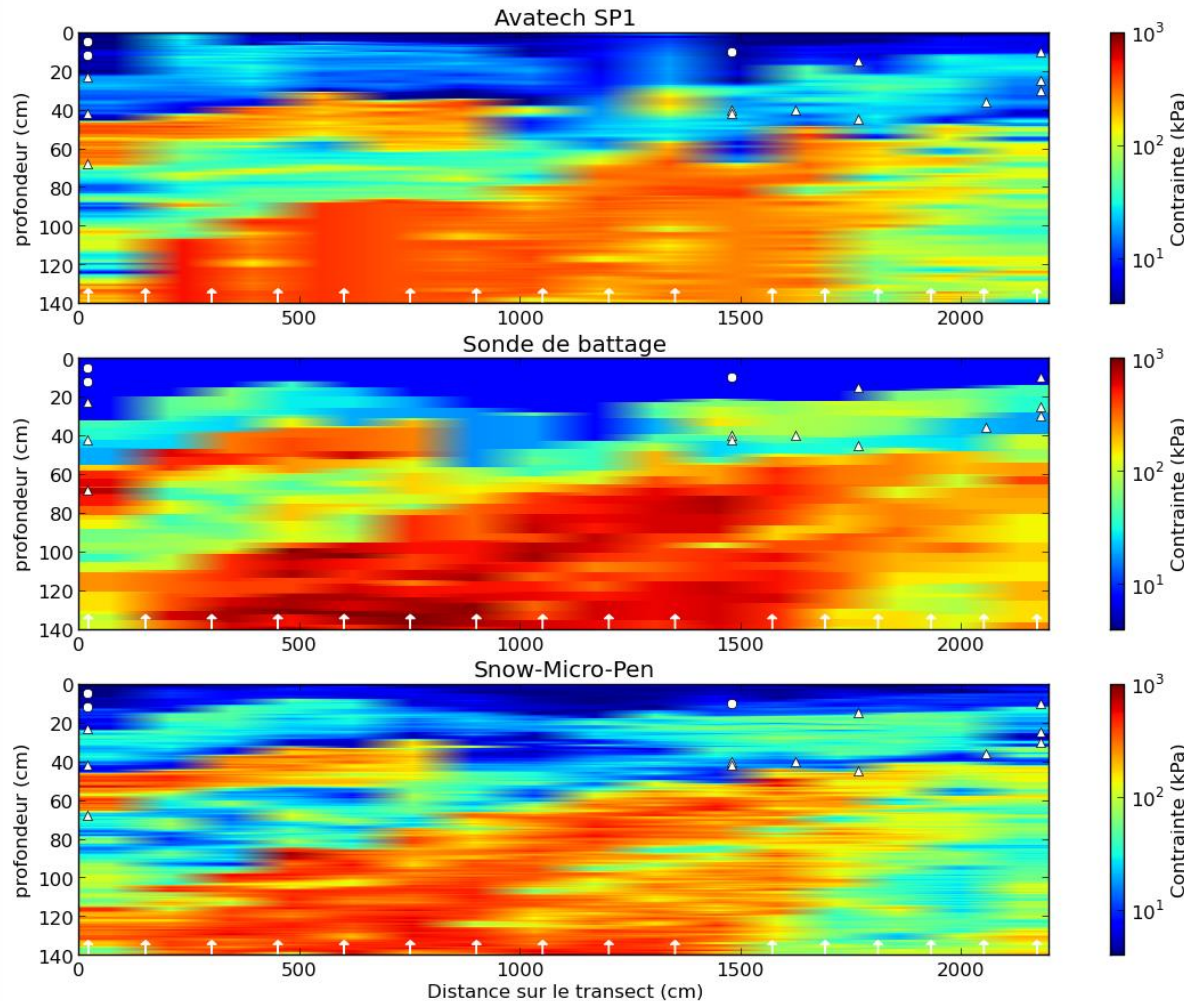
Mesure de test en compression.  
La Grave, Glacier du Vallon. Mars 2015

Le test en compression → un test de stabilité qui permet de repérer la position de couches fragiles et la facilité avec laquelle une fracture peut être initiée dans ces couches

Les sollicitations sur la colonne de neige (30\*30cm) testée seffectue selon les gammes de forces suivantes:

- Coups 1 à 10 : du bout des doigt
- Coups 10 à 20 : de lavant-bras
- Coups 20 à 30 : du bras

# Résultats : Comparaison (3/4)



SB : Aucunes interfaces détectées dans la neige de surface.

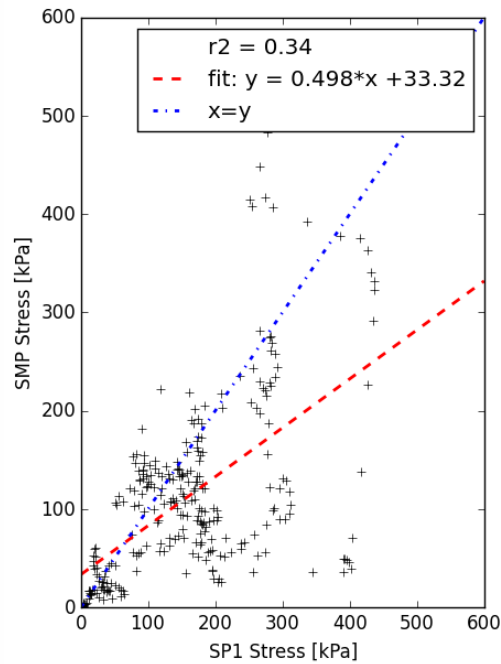
SMP: Détection des couches fragiles et concordance avec variabilité spatiale

SP1 : Détection des couches fragiles mais imprécision pour appréhender leurs variabilités spatiales.

Test en compression :  
Rond = Coups de 1 à 10  
Triangle = Coups de 10 à 20

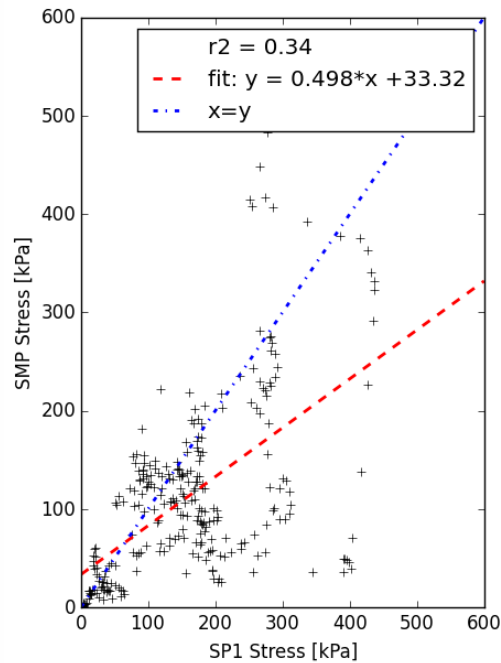
# Résultats : Comparaison (4/4)

Valeurs moyennes de  
contrainte du SMP en  
fonction du SP1



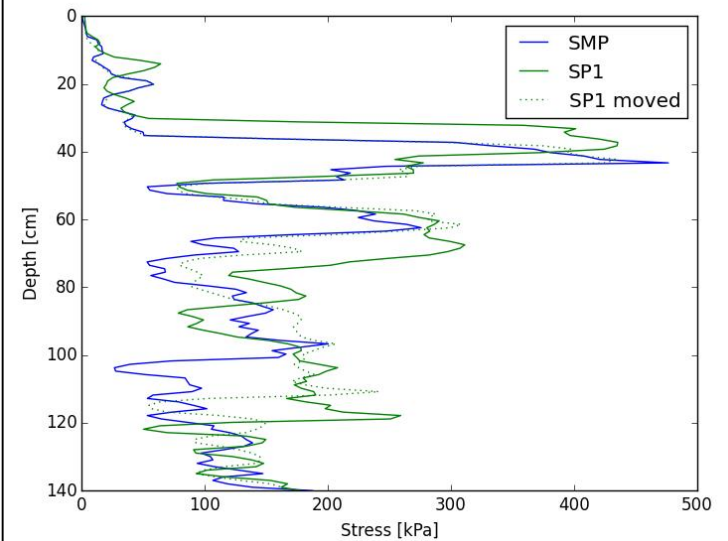
# Résultats : Comparaison (4/4)

Valeurs moyennes de contrainte du SMP en fonction du SP1



## Méthode

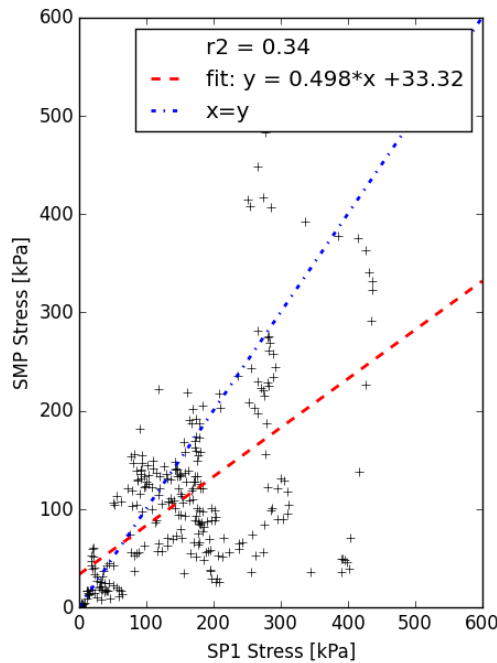
Ajuster le profil de SP1 avec une dilation/contraction de  $\pm 50\%$  pour chaque interval de 1cm.



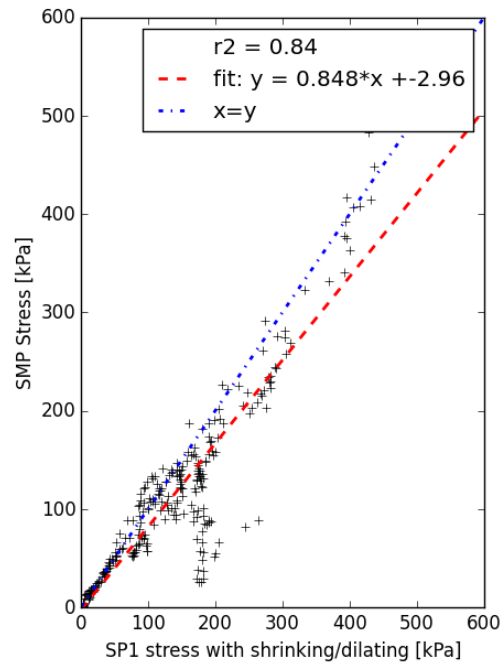
= forçage de la correspondance en profondeur des signaux de SMP et SP1 pour limiter la dispersion du nuage de points.

# Résultats : Comparaison (4/4)

Valeurs moyennes de contrainte du SMP en fonction du SP1



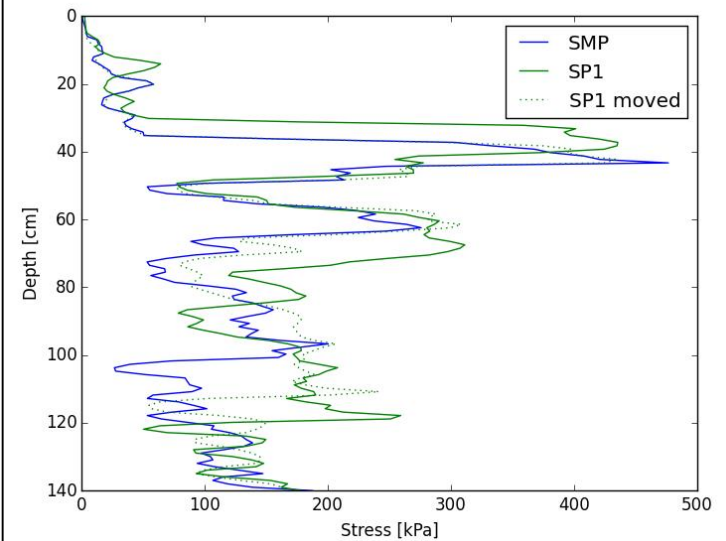
Valeurs moyennes de contrainte du SMP en fonction des valeurs de SP1 ajustées



→ Très bonne correspondance des valeurs absolues

## Méthode

Ajuster le profil de SP1 avec une dilation/contraction de  $\pm 50\%$  pour chaque interval de 1cm.



= forçage de la correspondance en profondeur des signaux de SMP et SP1 pour limiter la dispersion des nuages de points.

# CONCLUSION

---

**Le SP1**, un instrument de sondage très léger et facile d'utilisation qui représente un **réel progrès pour l'utilisation *in-situ***. Il se situe, en terme de capacité de mesure, entre le SMP et la sonde de battage:

**-une meilleure résolution verticale que la sonde de battage**

détection des fines couches fragiles et des interfaces dans les strates très peu cohésives

**- Une précision sur la profondeur des strates largement inférieure au SMP (et à la sonde de battage)**

Forte variabilité dans la position spatiale des couches (e.g. 12.5 cm pour le transect C)

**Perspective :** Une redistribution des enjeux du sondage

Il offre une représentativité ponctuelle non optimale mais il permet de multiplier les mesures et donc de tendre à améliorer la représentativité spatiale du manteau neigeux.

Seulement : la plate-forme de partage est-elle viable ? Et comment traiter un tel flot de donnée ?



## Merci de votre attention

---

Christian J., Whittemore S., Markle B., Laakso T., Sohn A., 2014. Avatech: Avaneet- Crowdsourced, real-time snowpack information. *Proceedings, International Snow Science Workshop, Banff*

Lehning, M., Fierz, C., Lundy, C., 2001. An objective snow profile comparison method and its application to SNOWPACK. *Cold Reg. Sci. Technol.* 33, 253. 261.

Lutz E., Marshall H., 2014. Validation study of Avatech's rapid snow penetrometer, SP1. *Proceedings, International Snow Science Workshop, Banff.*

Pielmeier C., Schneebeli M., 2003. Stratigraphy and changes in hardness of snow measured by hand, ramsonde and snow micro penetrometer: a comparison with planar sections. *Cold Reg. Sci. Technol.* 37, 393. 405

Schneebeli, M., Johnson, J.B., 1998. A constant-speed penetrometer for high-resolution snow stratigraphy. *Annals of glaciology*, 26, 107-111