



## **Localisation des chutes de séracs et des écoulements sous-glaciaires par ondes sismiques.**

Volet : *recherche.*

Porteur du projet : *Michel Gay*

Laboratoires impliqués : *GIPSA-lab, IsTerre*

### **Bilan d'activité :**

#### **Utilisation du budget accordé :**

Le budget accordé pour l'investissement a été intégralement utilisé pour l'achat de deux centrales Sercel, de deux capteurs tri-axiaux d'enregistrement sismique et du logiciel de pilotage de cette instrumentation. La partie fonctionnement a servi à leur installation et leur maintenance qui se sont effectuées en février, juin et novembre 2012. Le traitement final de ces données a été réalisé par des méthodes développées au GIPSA-lab et à IsTerre.

#### **Site d'étude et instrumentation :**

L'acquisition sismique a commencé en Février 2012 avec un seul capteur (accéléromètre Sercel), localisé à 2380 m d'altitude sur le glacier d'Argentière. Une autre acquisition a eu lieu du 19 au 30 Novembre 2012, avec 2 capteurs accélérométriques 3 composantes et 18 capteurs vélocimétriques 1 composante. Les capteurs enregistrent le mouvement du sol en continu avec une fréquence d'échantillonnage de 1 kHz. Il est donc possible en respectant la condition de Shannon d'écouter et d'entendre les phénomènes suivant :

- les tremblements de terre régionaux,
- les vibrations locales liés aux frottements de la masse glaciaire sur le fond rocheux,
- Les craquements liés à l'ouverture des crevasses,
- Les craquements préventifs ou liés aux chutes de séracs,
- les écoulements d'eau sous-glaciaires.

Toutes ces sources sont à large spectre et émettent des ondes acoustiques qui se propagent, se réfléchissent et s'estompent dans le glacier.

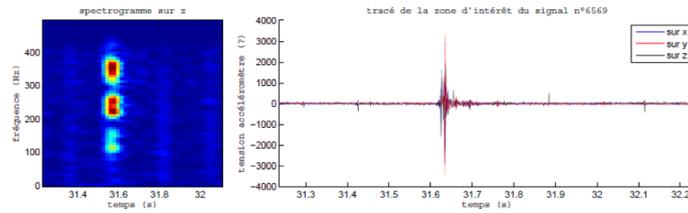


FIGURE 0.0.1 – Evènement impulsionnel, forte présence de modes.

### Première expérimentation (février 2012) : types de signaux observés

On distinguera des signaux courts et des signaux longs. Les phénomènes courts sont des relaxations de contraintes du bloc de glace en appui sur le "lit" rocheux ou des ouvertures de crevasses. Les phénomènes longs peuvent être soit un tremblement de terre lointain, soit une chute de séracs, ou encore l'écoulement d'eau dans les galeries sous glaciaires.

**Evènement impulsionnel et modes** : phénomène court : 50 - 150 ms. On constate sur le spectrogramme (figure : 0.0.1), trois modes bien distincts.

**Evènement impulsionnel et dispersion** : phénomène court mais dont la durée est de 200 - 500 ms. Sur la figure 0.0.2, on peut penser que le deuxième signal correspond à un signal plus éloigné. Sa source est plus énergétique et on ne capte que la partie basse fréquence, la partie haute fréquence s'étant dissipée.

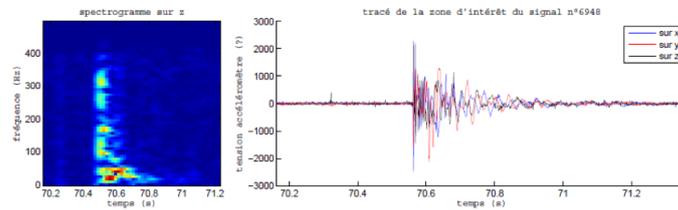


FIGURE 0.0.2 – Evènement impulsionnel, forte atténuation des hautes fréquences lors de la dispersion.

### Seconde expérimentation (19-30 novembre 2012)

21 capteurs sismiques (18 mono-composante, et 3 tri-axiaux) ont été installés dans la partie basse du glacier d'Argentière, 9 selon une ligne parallèle à l'écoulement du glacier (un capteur implanté dans la glace tous les 5 m), et 9 autres selon une ligne perpendiculairement à l'écoulement du glacier (un capteur implanté dans la glace tous les 10 m), plus 3 capteurs tri-axiaux (fig. : 0.0.3).

### Méthode de détection et de classification des signaux sismiques

On a appliqué une méthode de détection automatique basée sur le spectrogramme du signal (Helmstetter et Garambois, JGR 2011). La visualisation des signaux a montré qu'on peut distinguer plusieurs types de signaux :

- Ouverture de crevasses : signaux courts (0.1-1 s), spectre large (10 et 400 Hz)



FIGURE 0.0.3 – Localisation des capteurs et installation des 21 capteurs sismiques.

avec un pic d'énergie vers 40 Hz, formes d'ondes complexes, dominées par les ondes de surface.

- Chute de séracs : signaux plus longs (jusqu'à une minute) et plus basse fréquence.
- Séismes : signaux longs (plusieurs secondes) avec des ondes P et S distinctes.
- Signaux profonds : très courts ( $<0.2$  s) et haute fréquence (100-500 Hz), avec des formes d'ondes simples et des ondes P et S distinctes.

Les signaux profonds ont pu être classés en deux grandes familles :

- Evénements à l'interface glace roche : la profondeur estimée est proche de l'épaisseur du glacier.
- Source de profondeur intermédiaire : signaux encore plus courts et plus haute fréquence avec des formes d'ondes plus simples, et des profondeurs variables entre 30 et 150 m.

### Production scientifique :

Deux articles sont en cours de review dans Journal of Geophysical Research

Une présentation a eu lieu à l'ETZH de Zurich.

Une communication au colloque Sérénade 2014.

### Bilan financier succinct :

TABLE 1 – Bilan

Coût global de l'équipement	10 305 €
Financement <b>Labex OSUG@ 2020</b>	5435 €
Coût global du fonctionnement	6720 €
Financement <b>Labex OSUG@ 2020</b>	3000 €