

## Les Ruines de Séchilienne: observations en sismologie



ANR

• site web: <http://www-lgit.obs.ujf-grenoble.fr/observations/omiv/>

LGIT  
Grenoble

INSU

CRS

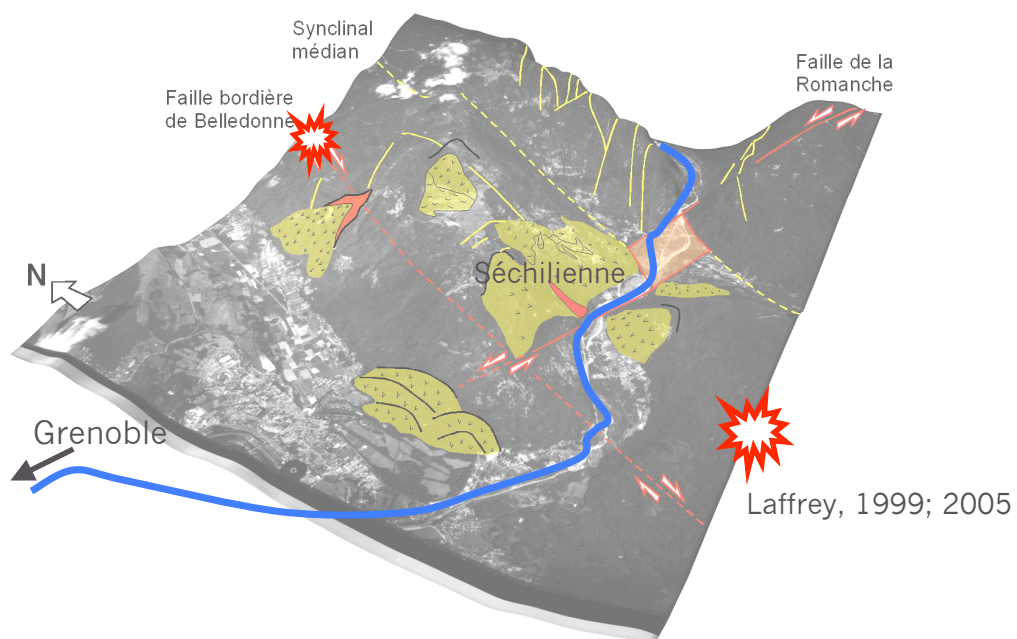
Observatoire  
**OSUG**  
des Sciences de l'Univers de Grenoble

GRENOBLE  
**UJF**  
UNIVERSITÉ  
JOSEPH FOURRIER  
UNIVERSITY OF GRENoble

TRIGS



# Risques couplés : séismes, mouvement de versant et inondations



## Monitoring Actuel (Octobre 2008)

### Sismologie:

2 stations 9 voies, avec un capteur 3C 2Hz et 6 verticaux, installées en mai 2007

1 station 24 voies avec 21 géophones 4 Hz 1C et un 3C, installée en avril 2008

### Géodésie

Mesures de déplacement :  $\approx 60$  cibles laser infra-rouge et 30 cibles radar par le CETE de Lyon depuis 1996

Extensomètres, inclinomètre et mesures de déformation

### Polarisation spontanée

Réseau installé en 2005 par le LGIT. Données gérés par la SAGE depuis 2008

## Réseau sismologique de Séchilienne

$\Delta$  vertical  
○ 3C



## Séchilienne – Buts de la sismologie

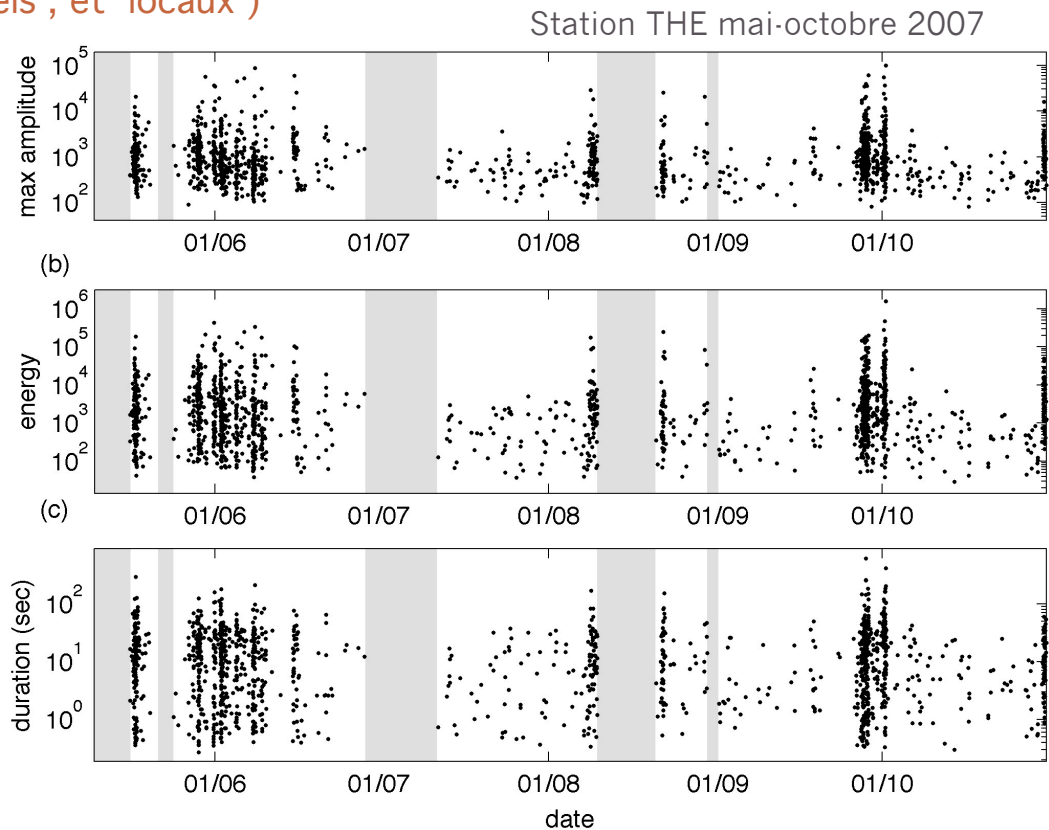
- classification et caractérisation des évènements pseudo-automatique (matlab), analyse de la microsismicité
- localisation (travail en cours) par méthodes d'antennes
- Imagerie et évolution temporelle de la vitesse des ondes sismique
  - tomographie sismique active (en cours)
  - bruit sismique: rapport H/V et corrélation entre capteurs (projet)
- Caractérisation des effets de sites (projet)
- comparaison avec autres jeux de données; pluie, déplacement, séismes externes, PS?... (en cours)

## Différents types de signaux sismiques

- chutes de blocs
- fractures, ouverture de crevasses, glissement?
- « trémor » : fluides? Glissement lent?
- + séismes régionaux, télé-séismes, déclenchements dus à l'orage, animaux, explosions, vent, hélicoptères, usine hydro-électrique, bruit électronique ...

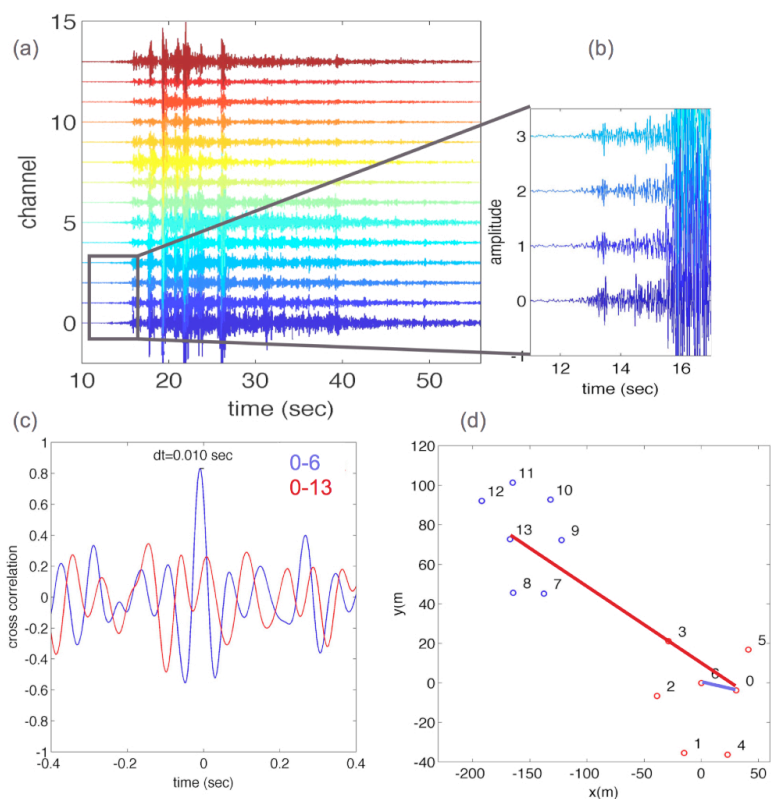
# Caractéristiques des signaux sismiques

(‘naturels’, et ‘locaux’)

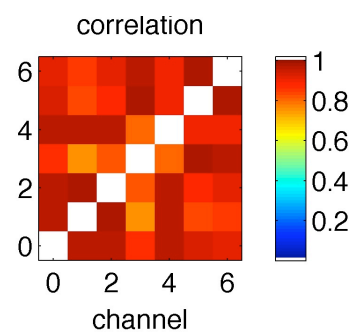
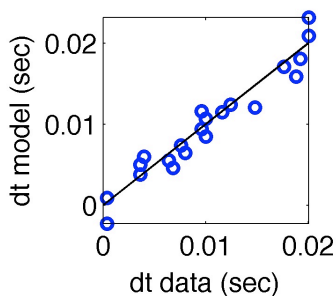
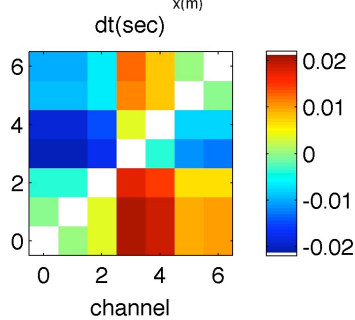
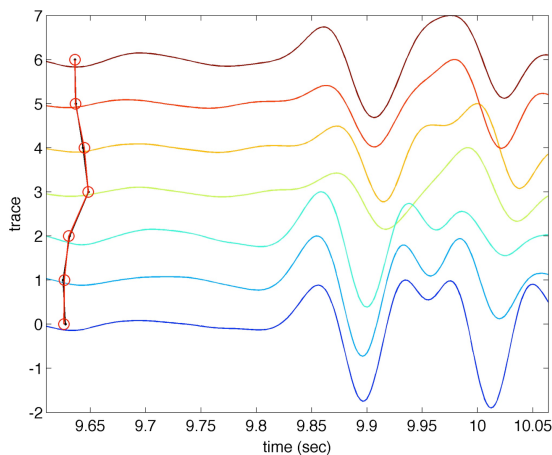
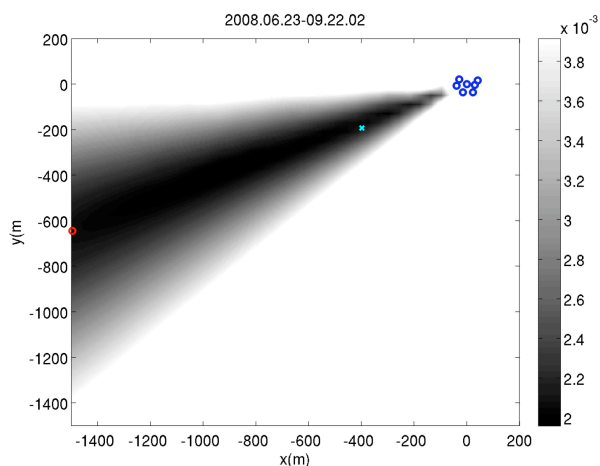


## Localisation des signaux sismique

- Signaux souvent peu impulsifs mais bien corrélés sur les capteurs proches
- Temps relatifs entre capteurs par intercorrrelation
- Localisation: point source à 2 ou 3 D et vitesse uniforme qui explique le mieux les dt

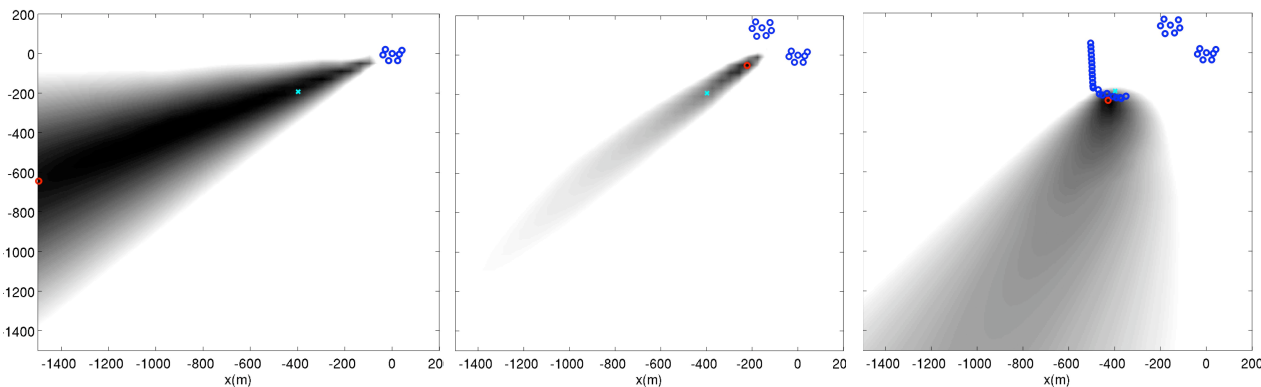


# Localisation des signaux: Exemple pour un tir



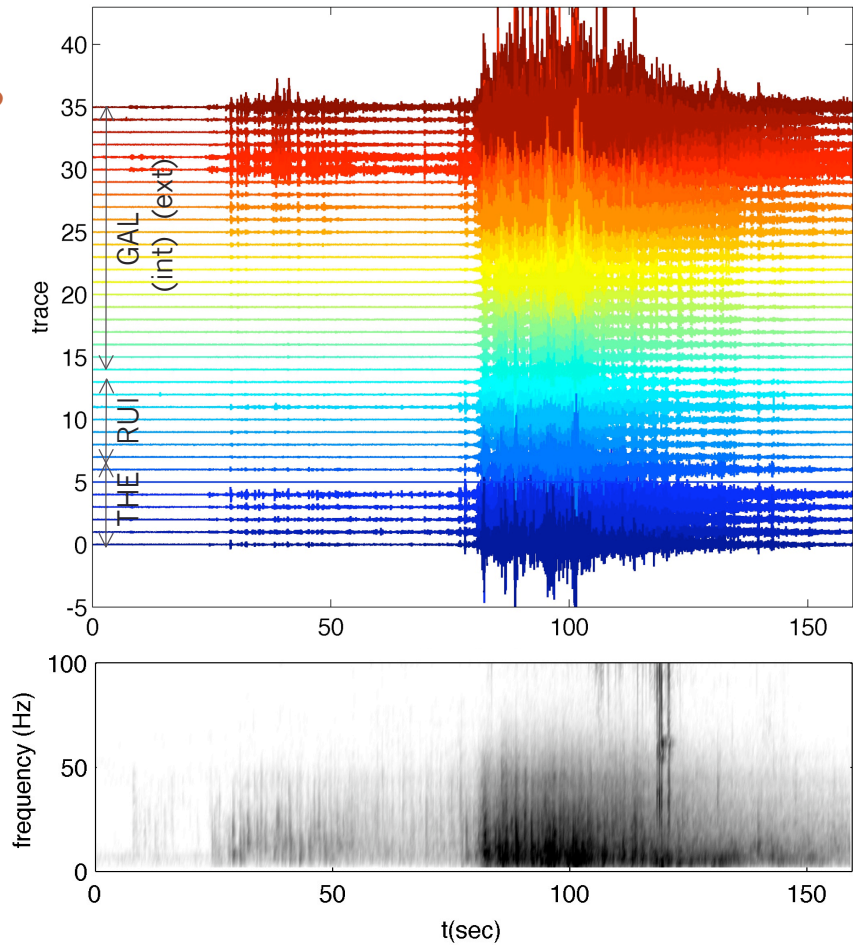
# Localisation des signaux: Exemple pour un tir

- Avec une station on résout uniquement la direction de la source si elle est à l'extérieur du réseau
- La précision augmente avec le nombre de stations
- Localisation d'un tir avec 1, 2 ou 3 stations: (x: position réelle ; o estimée)



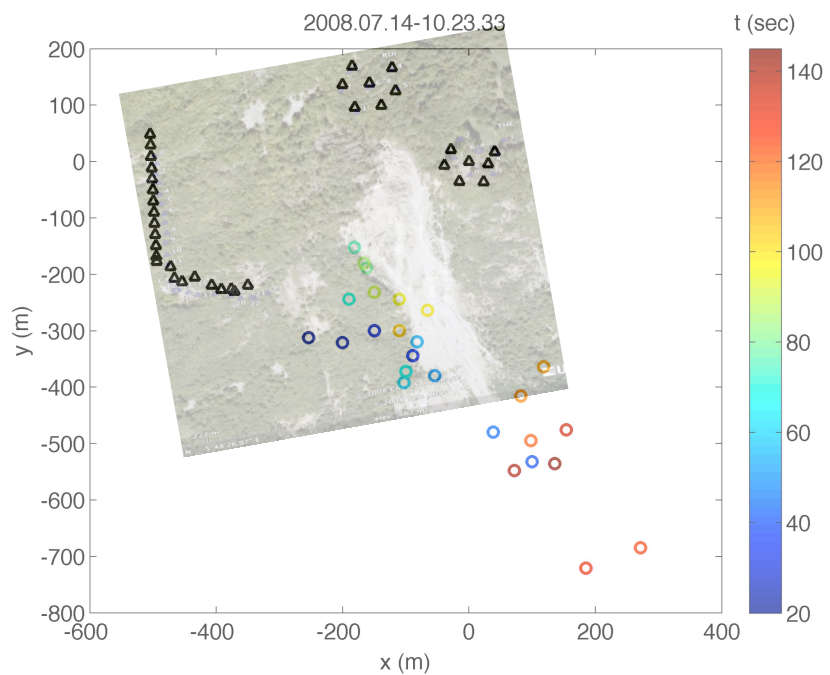
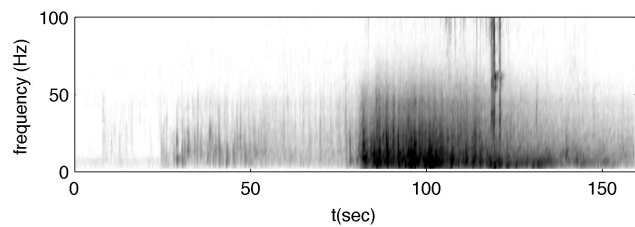
## Exemple de chute de bloc?

- Signaux longs (10-200 sec)
- Fréq  $\approx 0 - 50\text{Hz}$
- Souvent complexes
- Signal  $\sim$  continu ou suite d'impacts
- Amplitude plus forte à l'extérieur de la galerie
- Position qui varie en temps

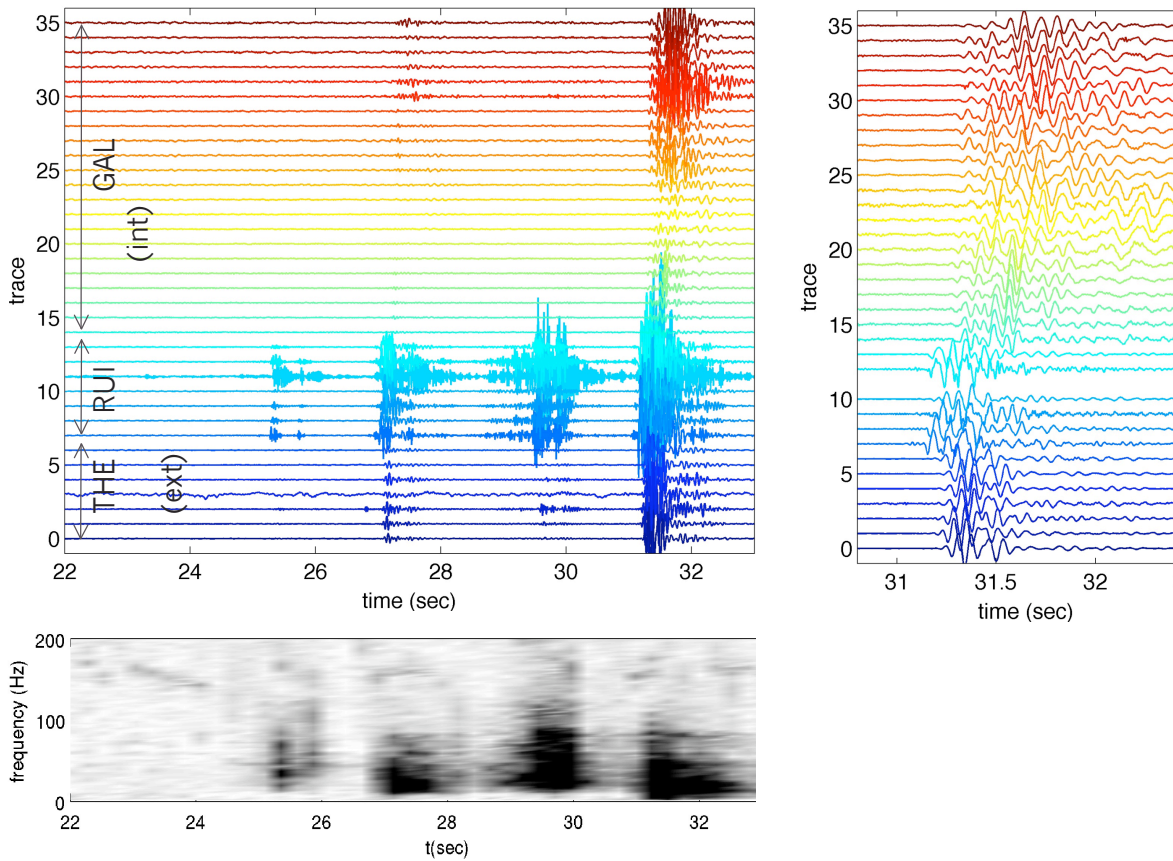


## Exemple de chute de bloc?

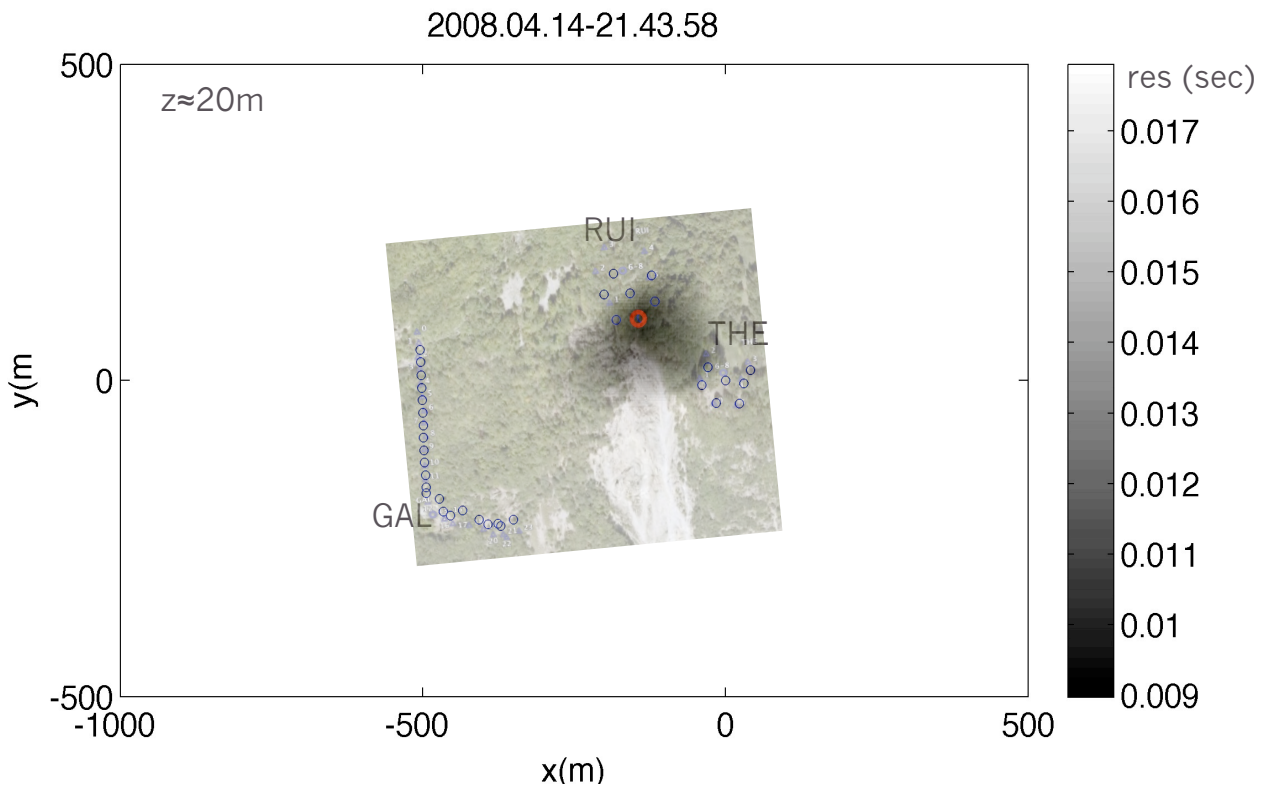
- Position qui varie en temps
- Propagation de 2 avalanches?



## Exemple de signal impulsif



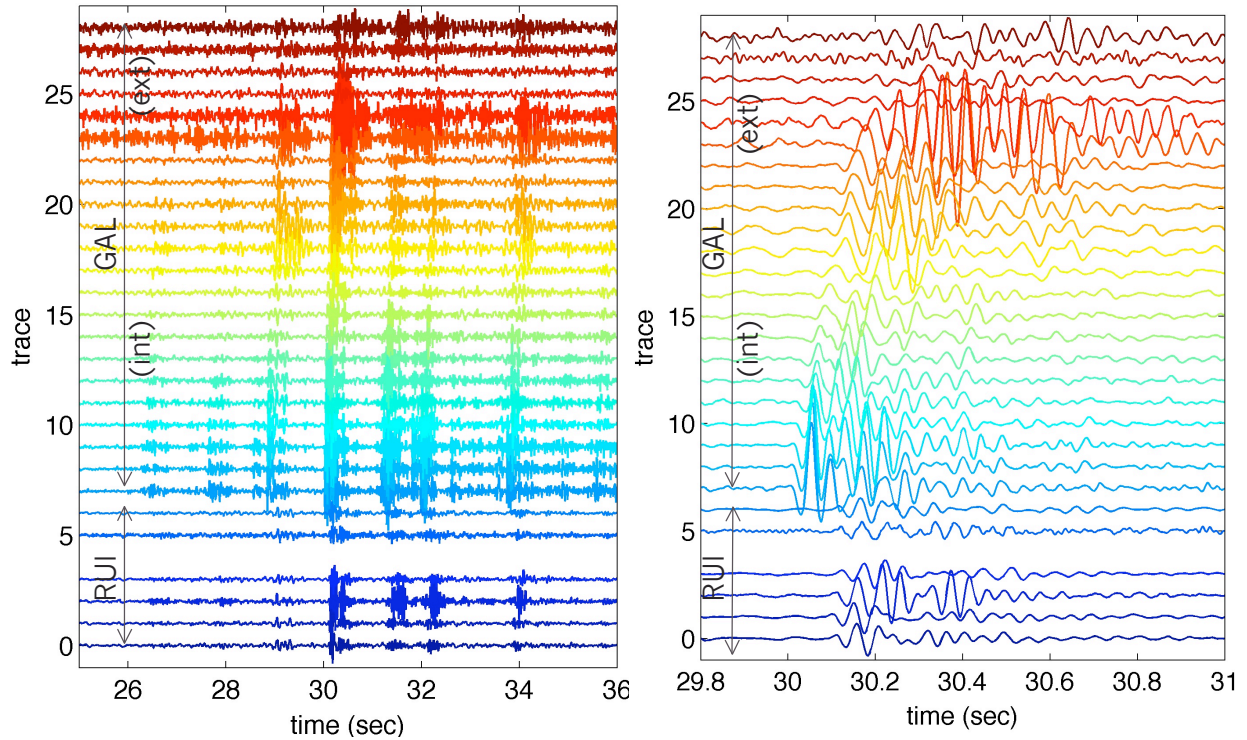
## Exemple de signal impulsif





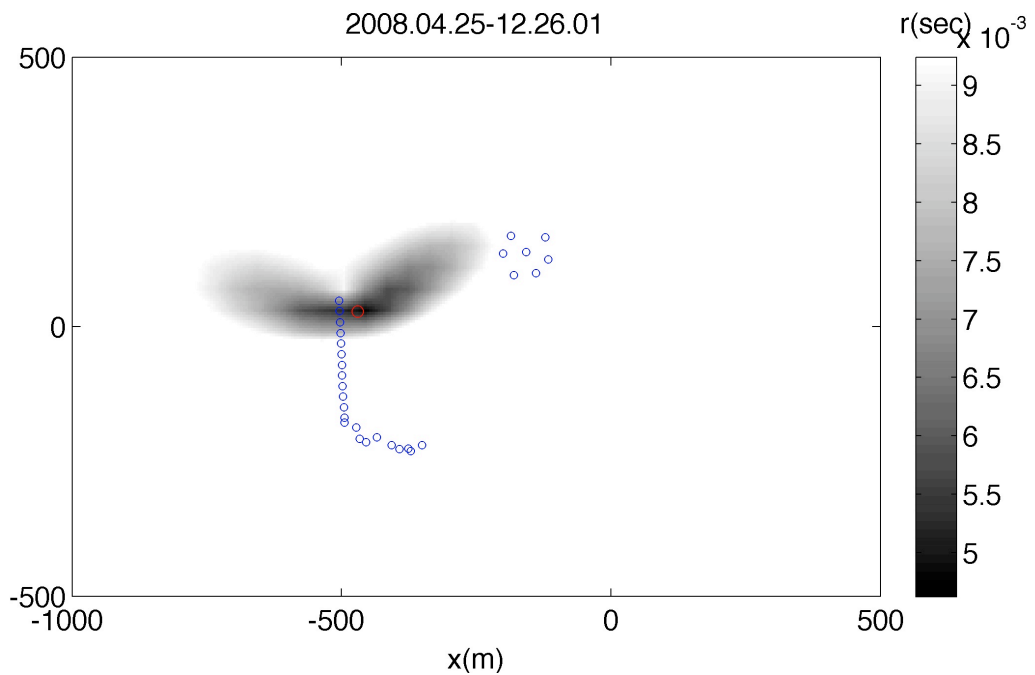
## Exemple de signal profond (?)

- signal arrive en premier au capteur du fond de la galerie et +forte amplitude

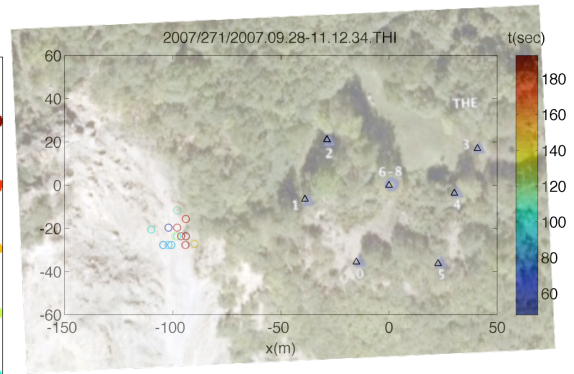
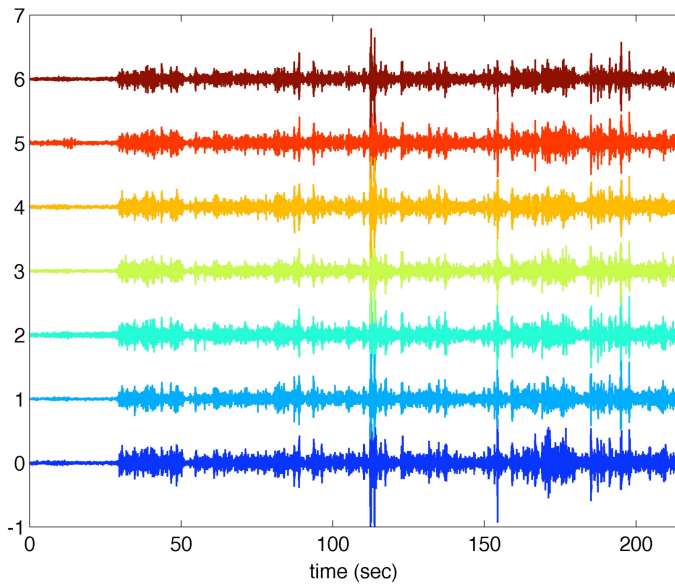


## Exemple de signal profond (?)

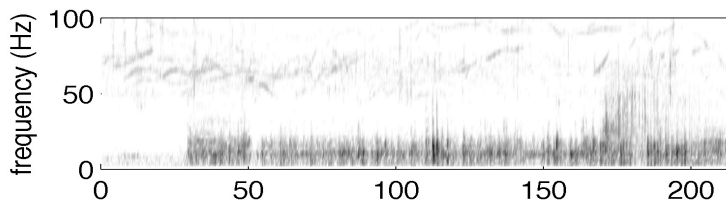
- Localisation à  $\approx 200\text{m}$  de profondeur à proximité du fond de la galerie



## Trémor

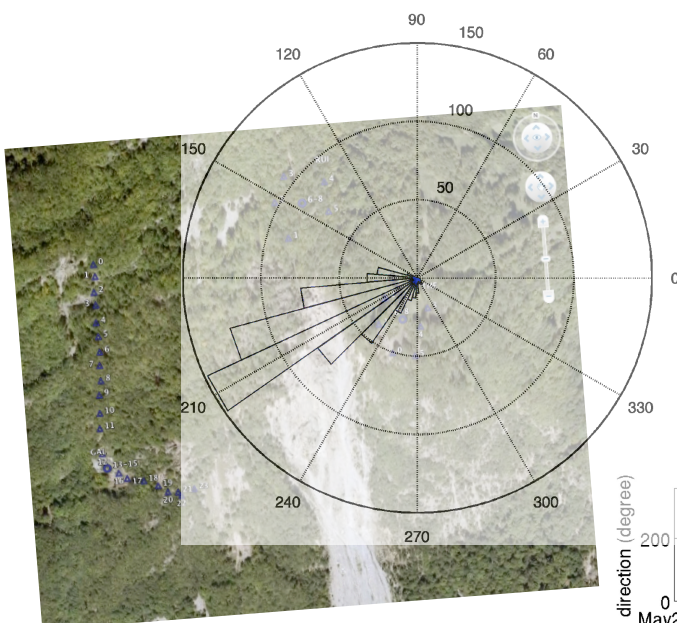


- Signal long et basse fréquence, très corrélé
- Position stable au bord de la zone d'éboulement

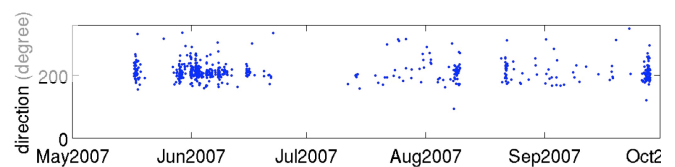


## Localisation des signaux sismiques

Direction des signaux par rapport à la station THE, mai-septembre 2007 pour 627 évènements naturels et locaux

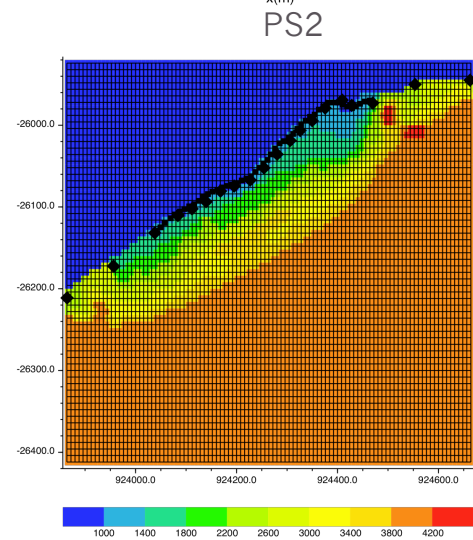
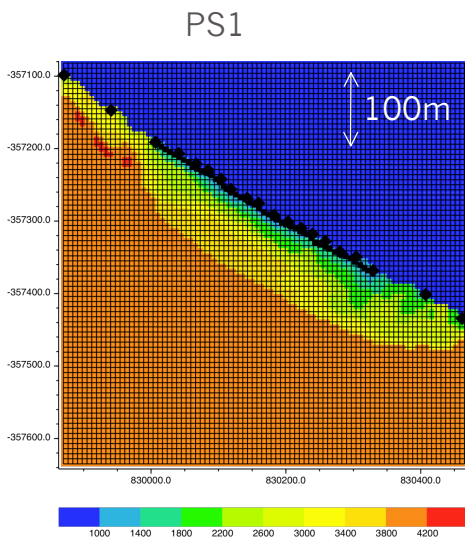
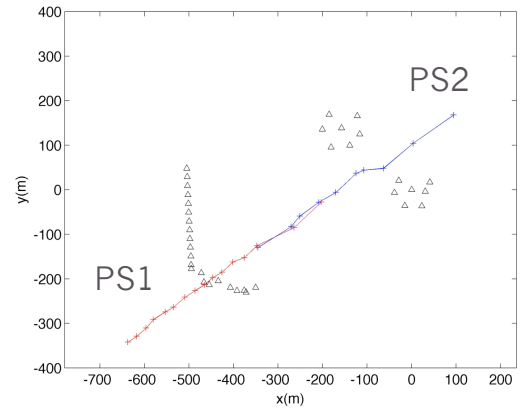


La majorité des signaux viennent de la zone la plus active  
+ quelques signaux viennent des thiebauds

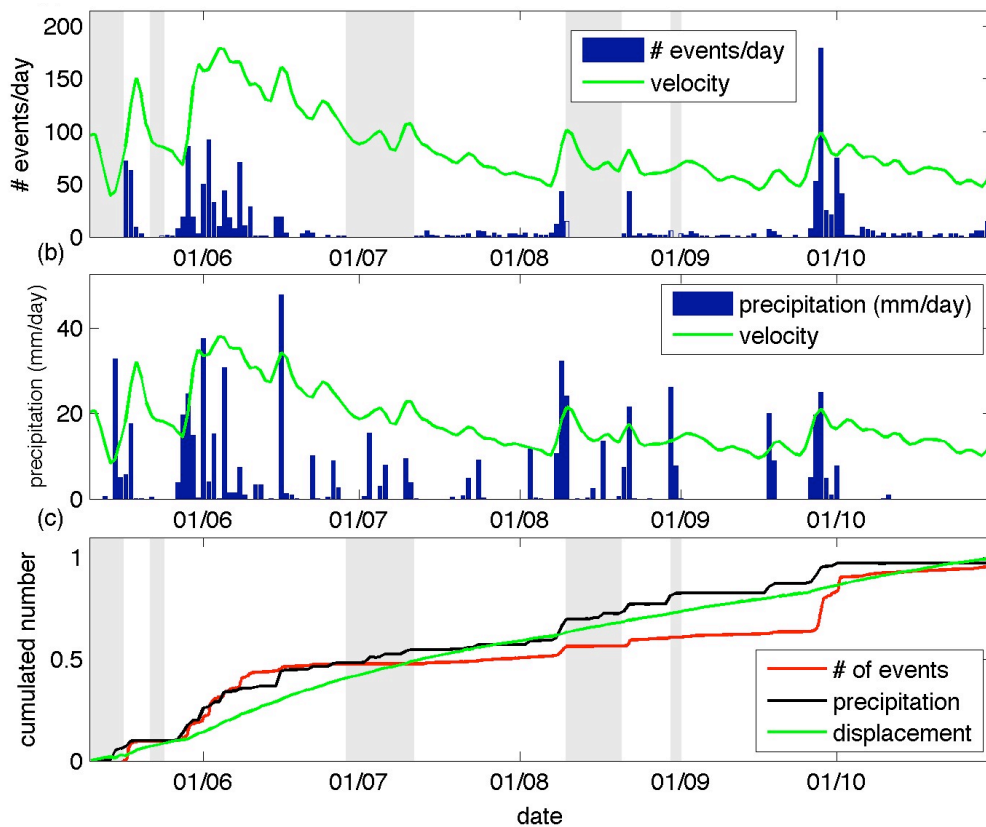


# Tomographie

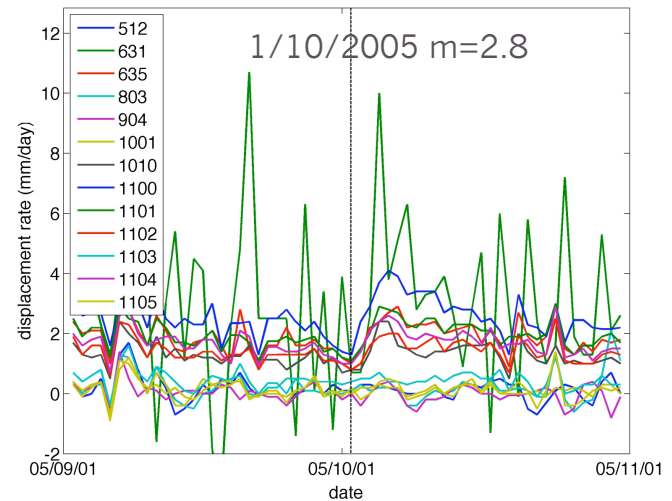
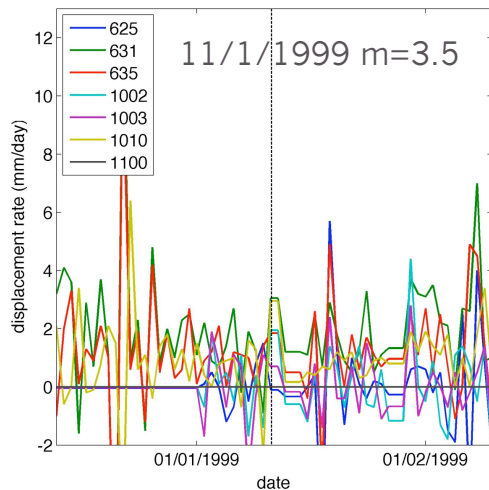
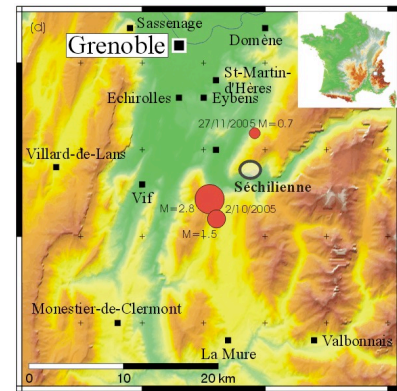
- Tirs réalisés par la SAGE en juin-juillet 2008
- Tomographie ondes P par S. Garambois pour les profils PS1 et PS2 (travail en cours)



# Relation entre microsismicité, pluie, et déplacement



# Effets des séismes de Laffrey sur le déplacement?



## Conclusion et perspectives

- Signaux sismiques nombreux et variés (chutes de blocs, fracture, trémor, ...)
- Activité intermittente (crises de qq jours corrélées à la pluie et à la vitesse de déplacement)
- Signaux surtout:
  - superficiels et à proximité de la zone d'éboulement
  - + qq signaux profonds et/ou en dehors de la zone la +active
- Projets:
  - forage équipé de sismomètre?
  - tomographie et application pour la localisation?
  - caméra pour détecter les chutes de blocs + calibration