

Détection et caractérisation des masses rocheuses instables de volume intermédiaire

Denis Jongmans

Géophysique des Risques et de l'Environnement

ISTerre

Volume des éboulements

($< 10^3 \text{ m}^3$)



Chutes de blocs

($10^3 \text{ m}^3 - 10^5 \text{ m}^3$)



Eboulements

($> 10^5 \text{ m}^3$)



Avalanches rocheuses

Eboulements de taille intermédiaire

(10^3 m^3 - 10^5 m^3)

- Ecailles, des colonnes ou des dièdres de plusieurs dizaines de mètres de haut et de large
- Relativement fréquents
- Volume pose des problèmes opérationnels au niveau des moyens de protection et de la propagation



Exemples récents aux alentours de Grenoble

Eboulements de taille intermédiaire



*Neron, 15 Aout 2011,
2000 m³*



*Chamousset, 26 Novembre
2007, 21000 m³*

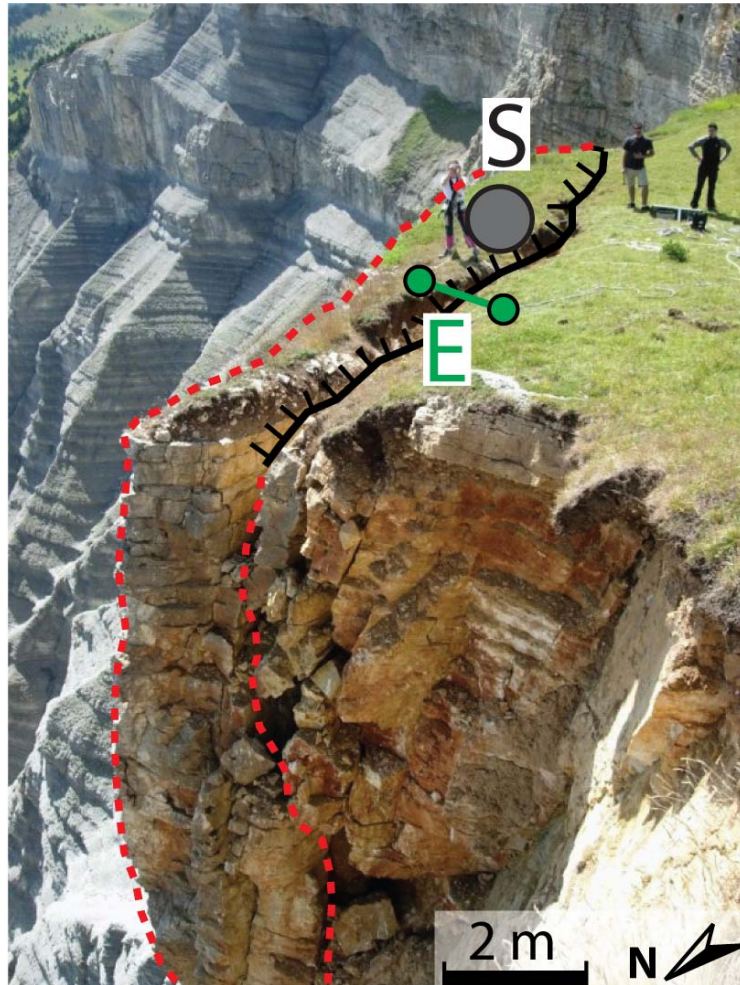


*Gorges de la Bourne , 30
janvier 2004, 2000 m³*

Massifs calcaires (Chartreuse, Vercors)

- Roches rigides
- Fractures arrière bien définies

Instrumentation

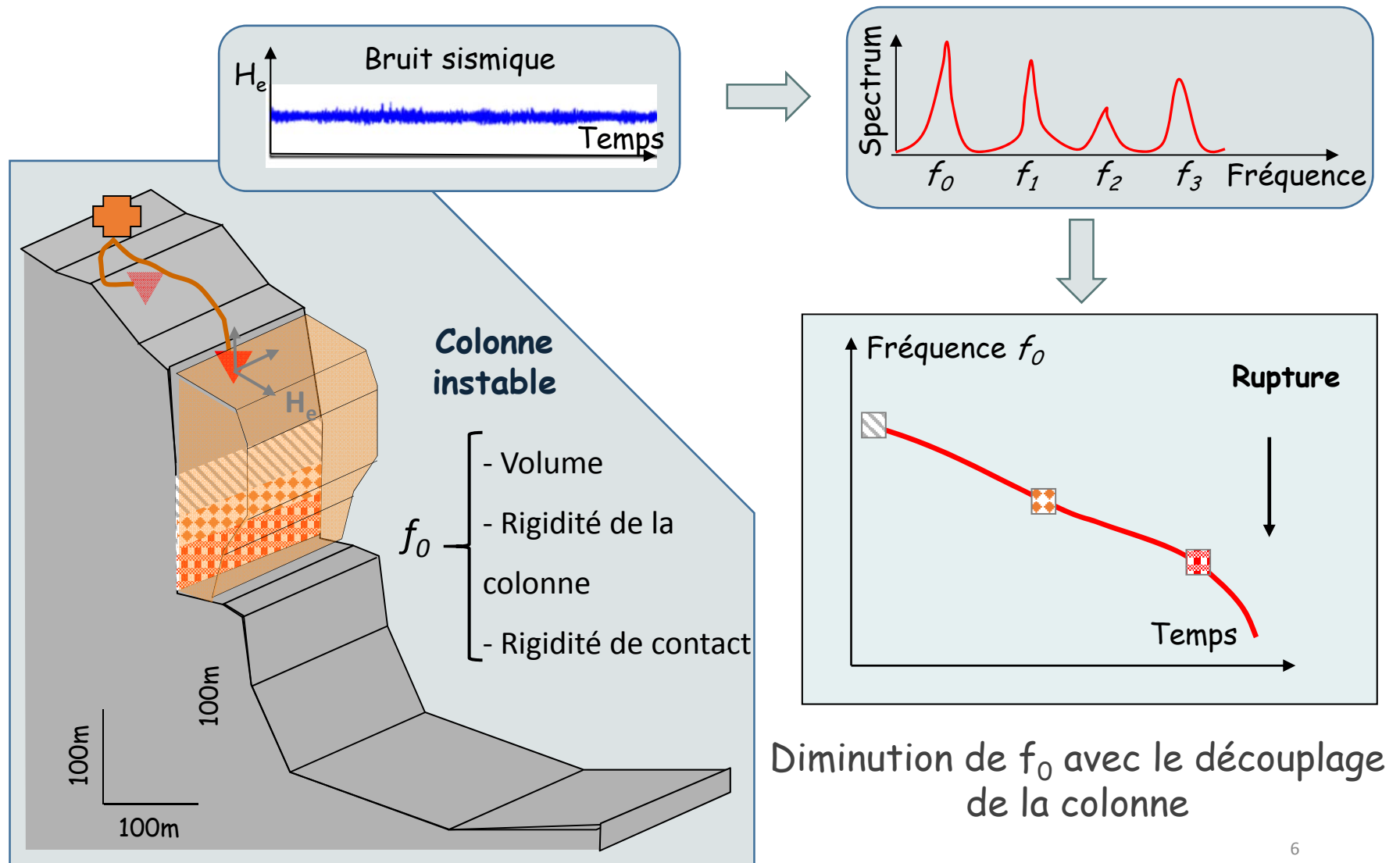


S : Sismomètre

E : Extensomètre

- Instrumentation classique:
 - Mesure des déplacements en surface (extensométrie – station totale)
- Enregistrement du bruit de fond sismique
 - Relativement facile à mettre en œuvre
 - Capacité de détecter des variations de propriétés mécaniques à **l'intérieur du massif**
 - Intégration dans un système de surveillance

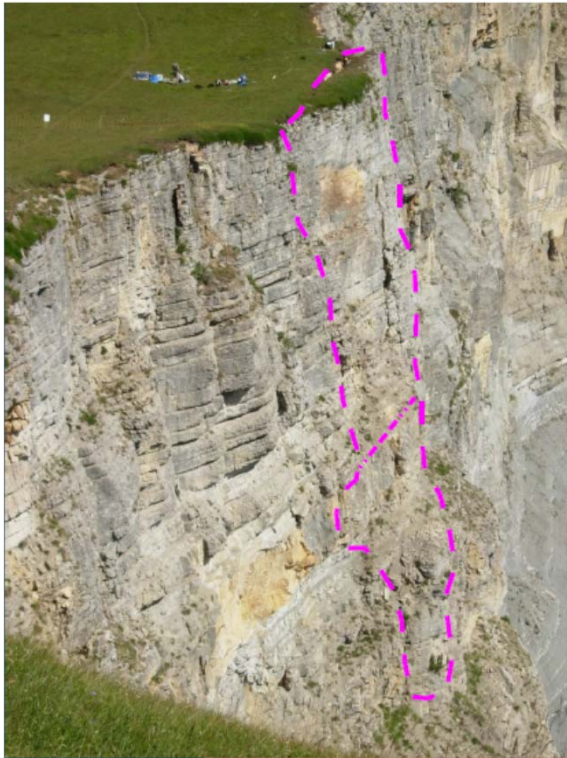
Principe



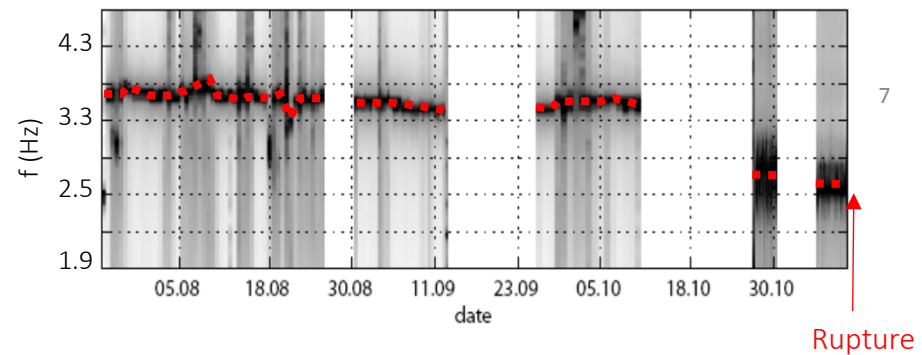
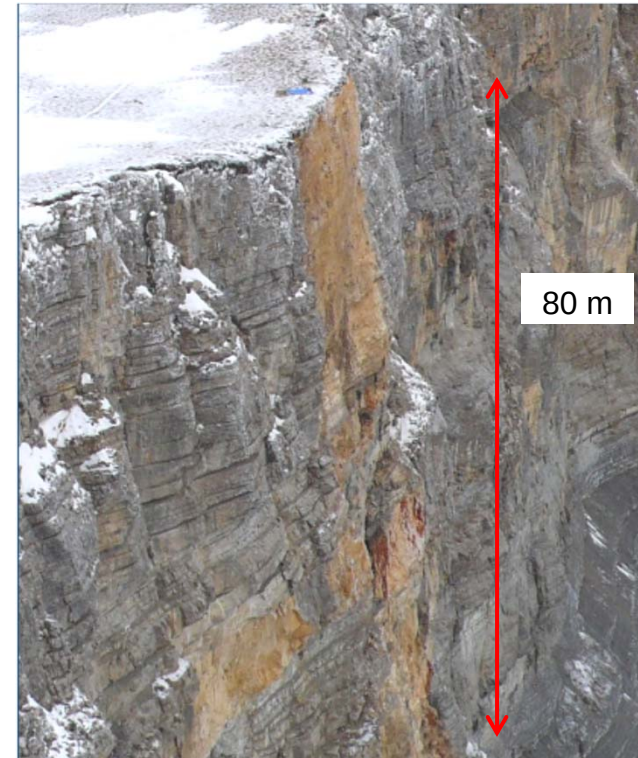
Application: éboulement de Chamousset

26/11/2007 – 21.000 m³

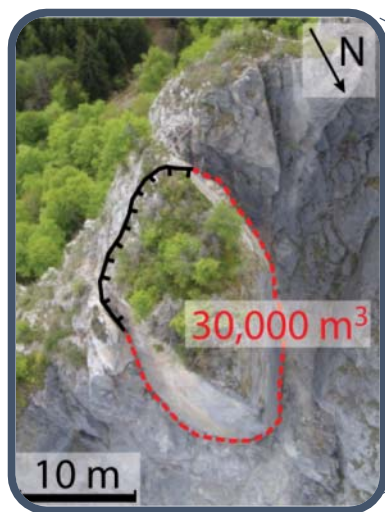
Avant



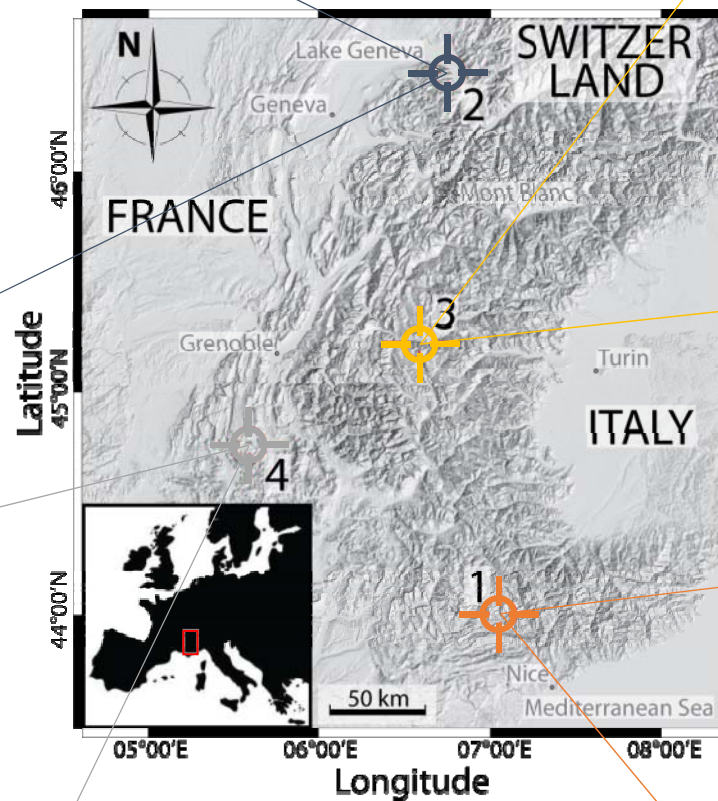
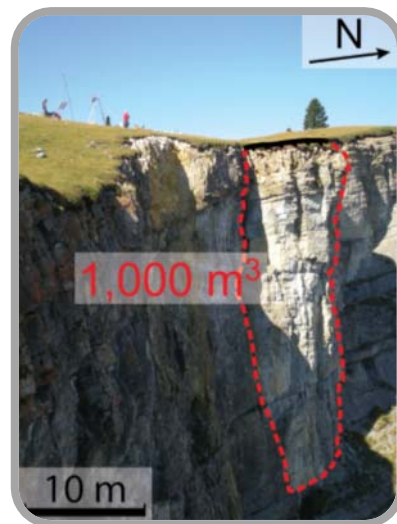
Après...



Mesures de bruit de fond



La Suche
Les Arches



- Unstable compartment
- Rock mass
- Main rear fracture



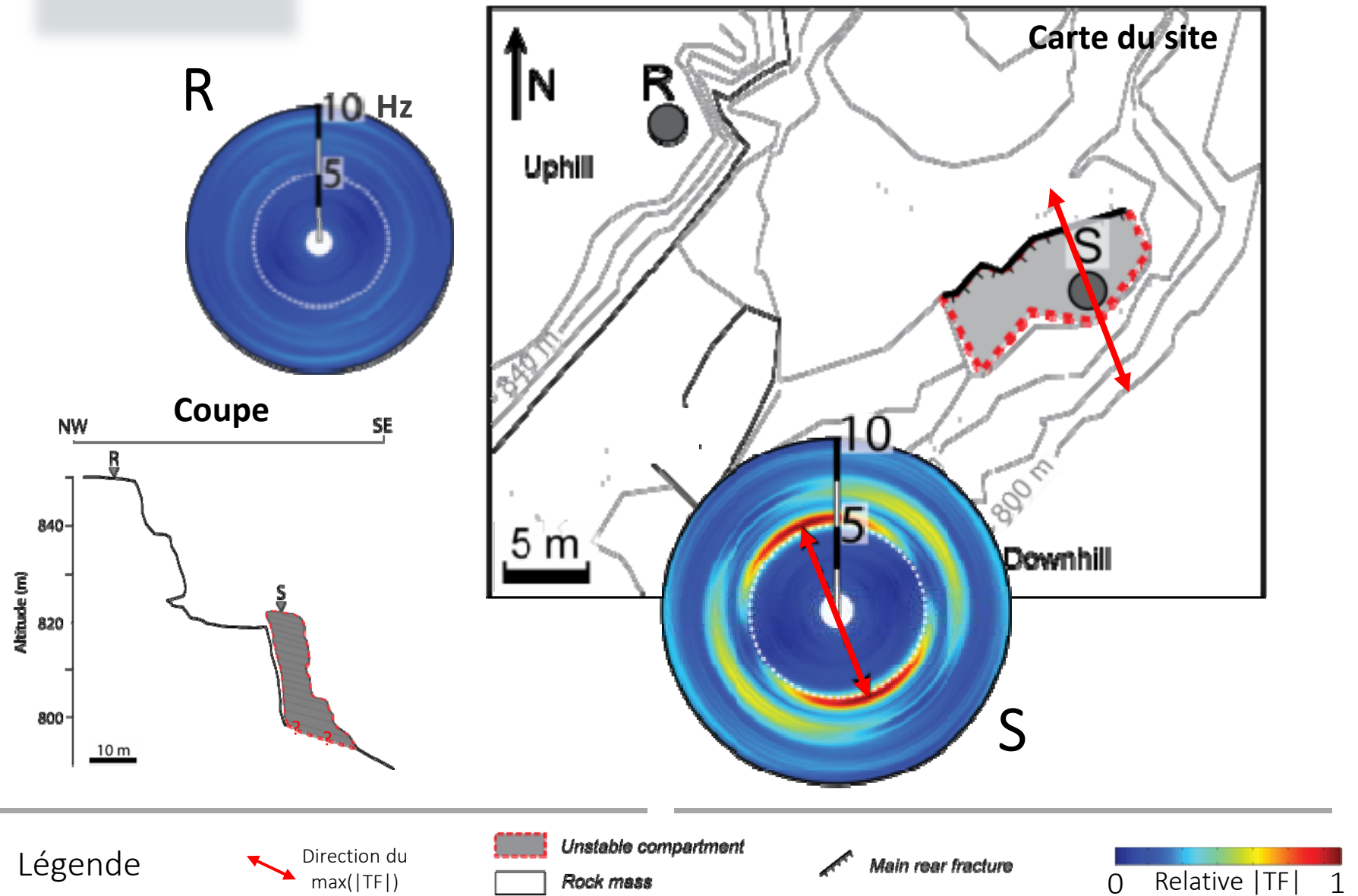
La Praz

Rubi



Mesures de bruit de fond

RUBI



Conclusions études antérieures (10 sites)

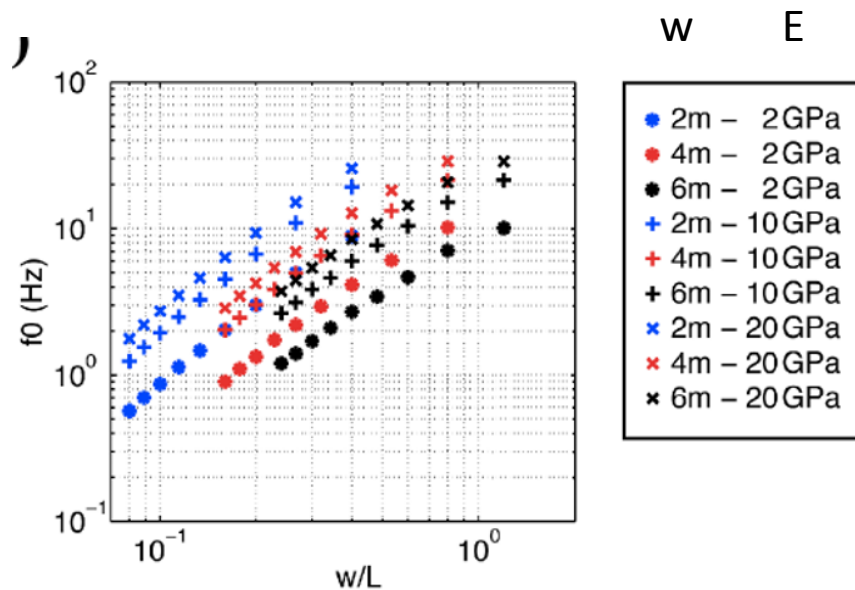
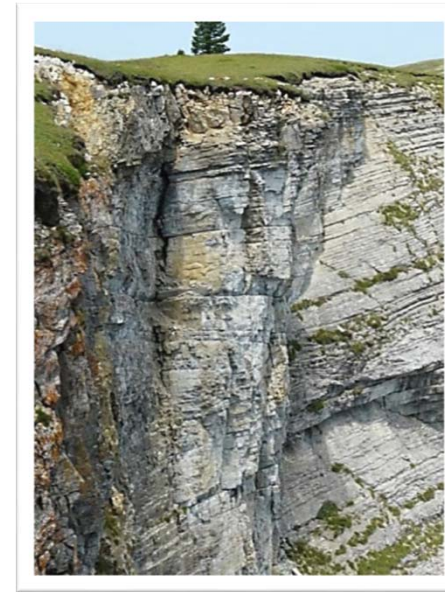
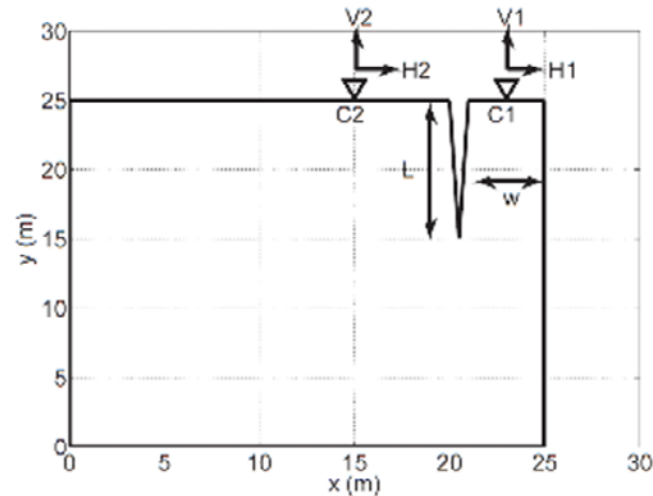
Points forts

- Fréquence de résonance f_0 facile à mesurer à partir du bruit de fond sismique; caractérise le découplage de la colonne et son fonctionnement
 - Mesure complémentaire des mesures classiques: endommagement interne
 - Possibilité d'acquisition à distance/temps réel (système de surveillance)
-

Difficultés

- Coût du matériel
- Variations réversibles f_0 en fonction des conditions climatiques

Diagnostic: évaluer le degré de découplage d'une colonne (C2ROP)

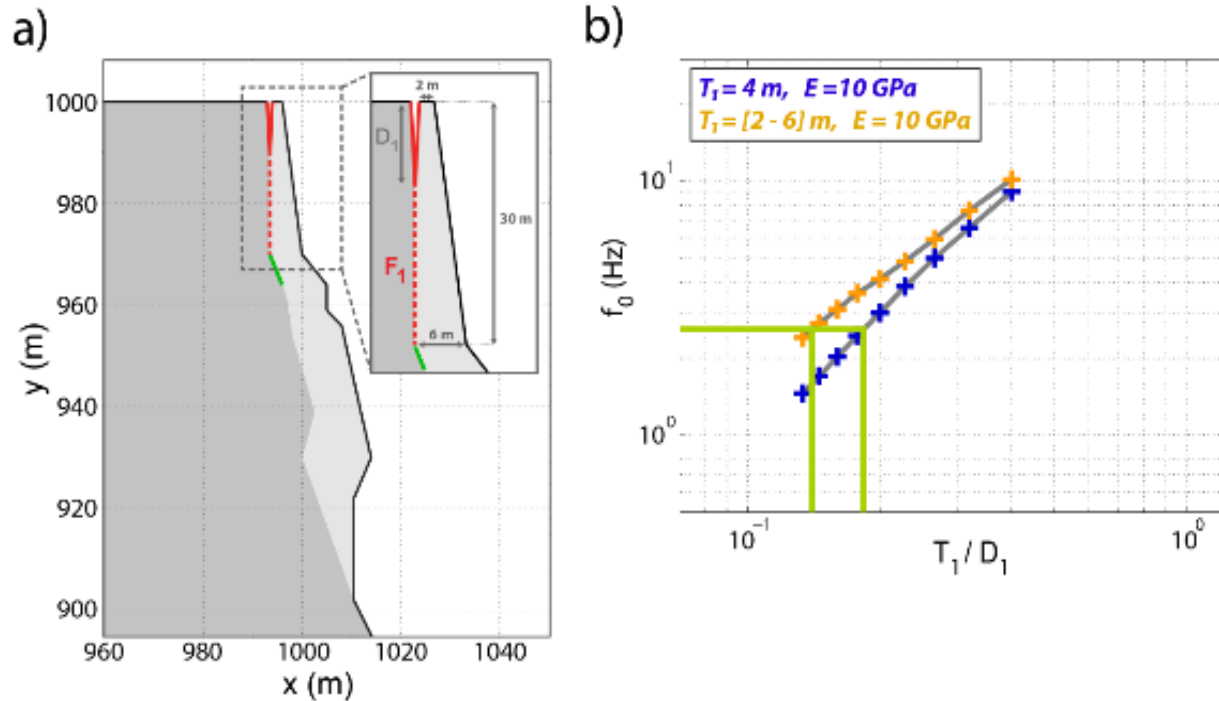


Modélisation numérique 2D

Hypothèses:

- Roche homogène (Module Young E)
- Une fracture arrière verticale (w , L)

Application au cas de Chamousset



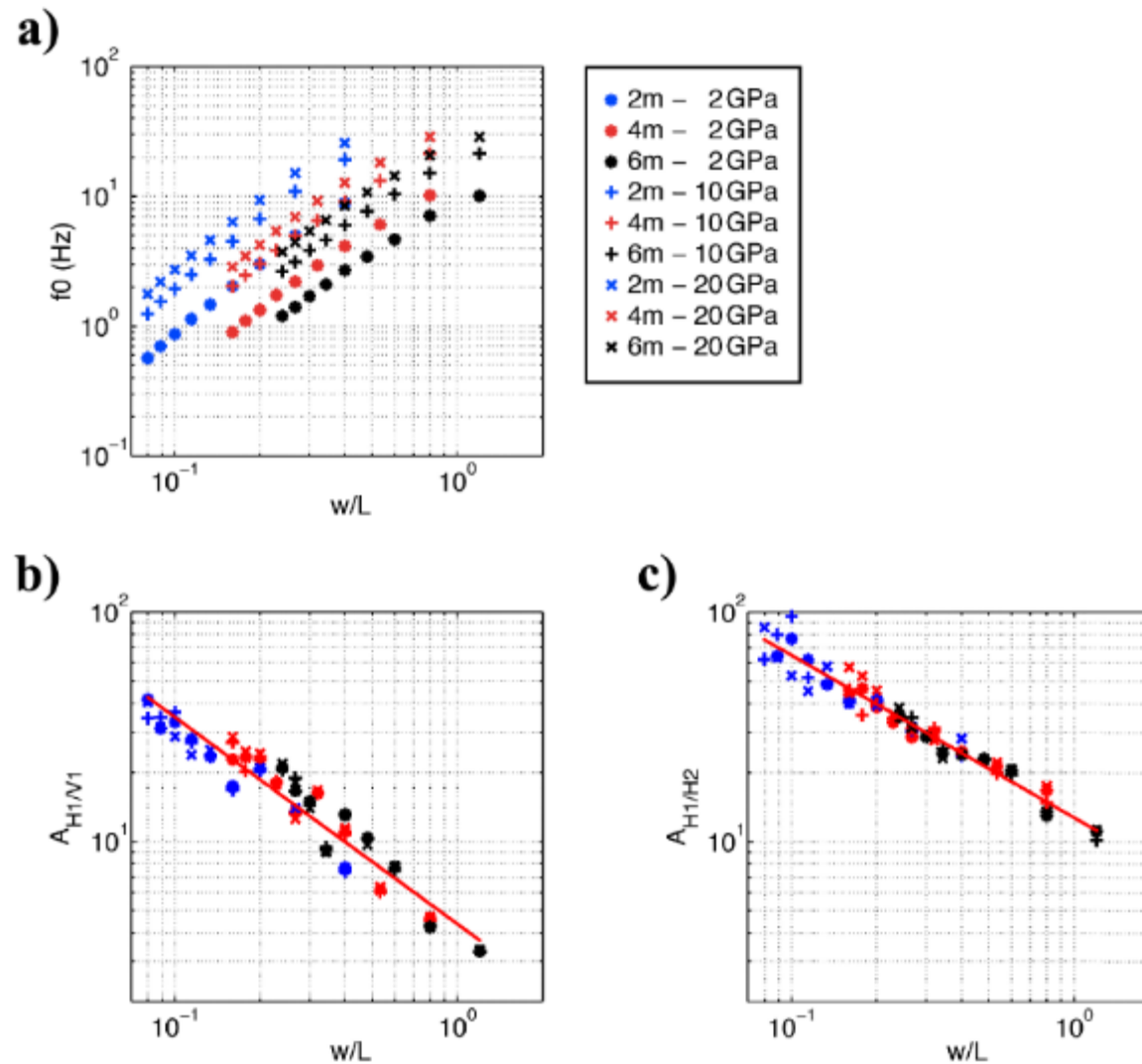
Profondeur fracture observée après rupture: $L=30 \text{ m}$

Avec géométrie rectangulaire: $L=24 \text{ m}$

Avec géométrie trapézoïdale: $L=28 \text{ m}$



Enregistrement du bruit de fond sismique



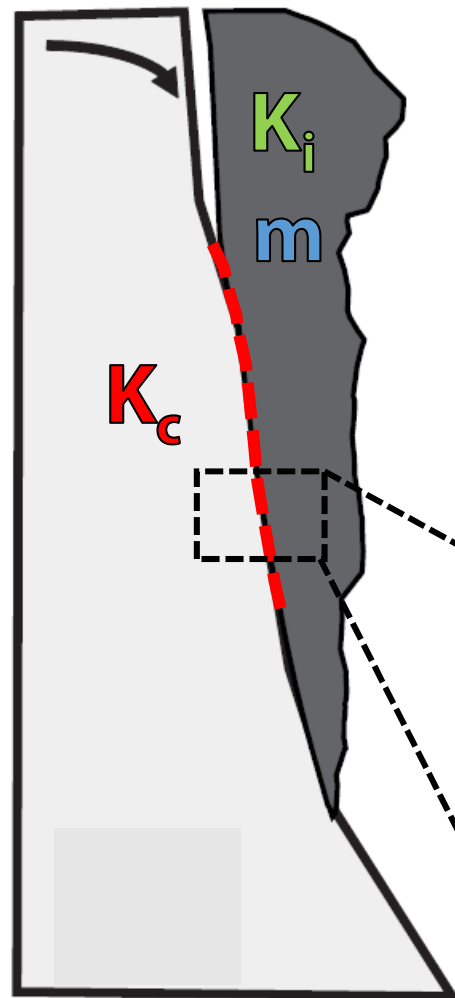


$10^3 \text{ m}^3 - 10^5 \text{ m}^3$

Enregistrement du bruit de fond sismique

Technique relativement facile à mettre en
œuvre

Développements récents sur le bruit
sismique permettent envisager un suivi en
continu de différents paramètres
(fréquence de résonance, vitesses de
propagation...)



[Lévy et al. 2010, Lévy 2011]

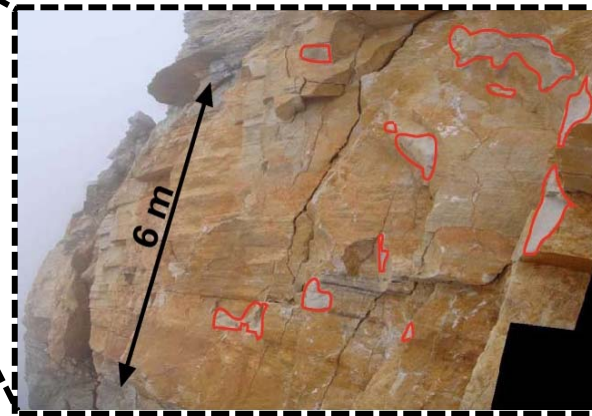
Resonant Frequency

$$f_1 = F(m, K_i, K_c)$$

column
mass

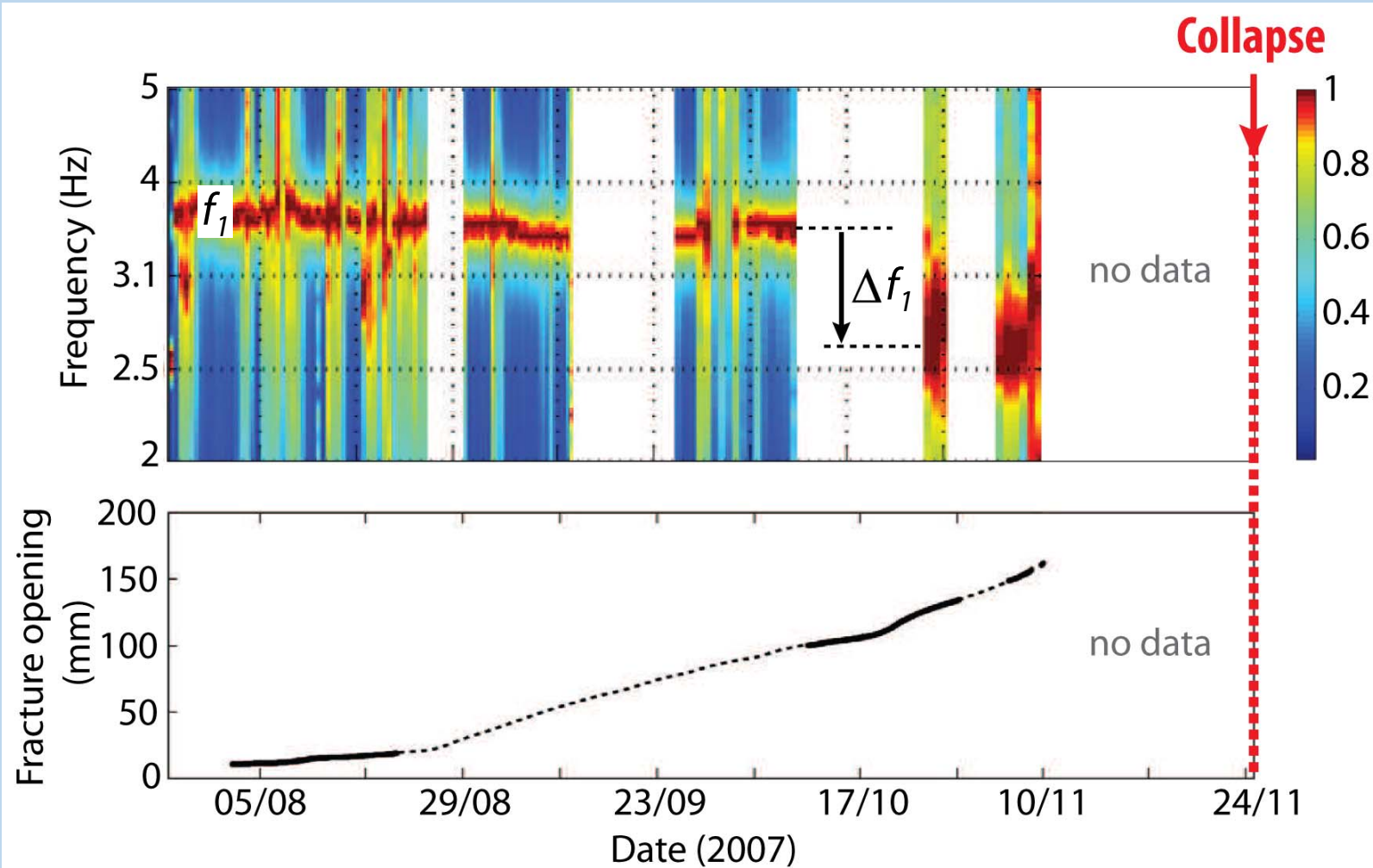
internal
rigidity

contact
rigidity



Limestone Rock Bridges

Natural Hazards



[Lévy et al. 2010, Lévy 2011]

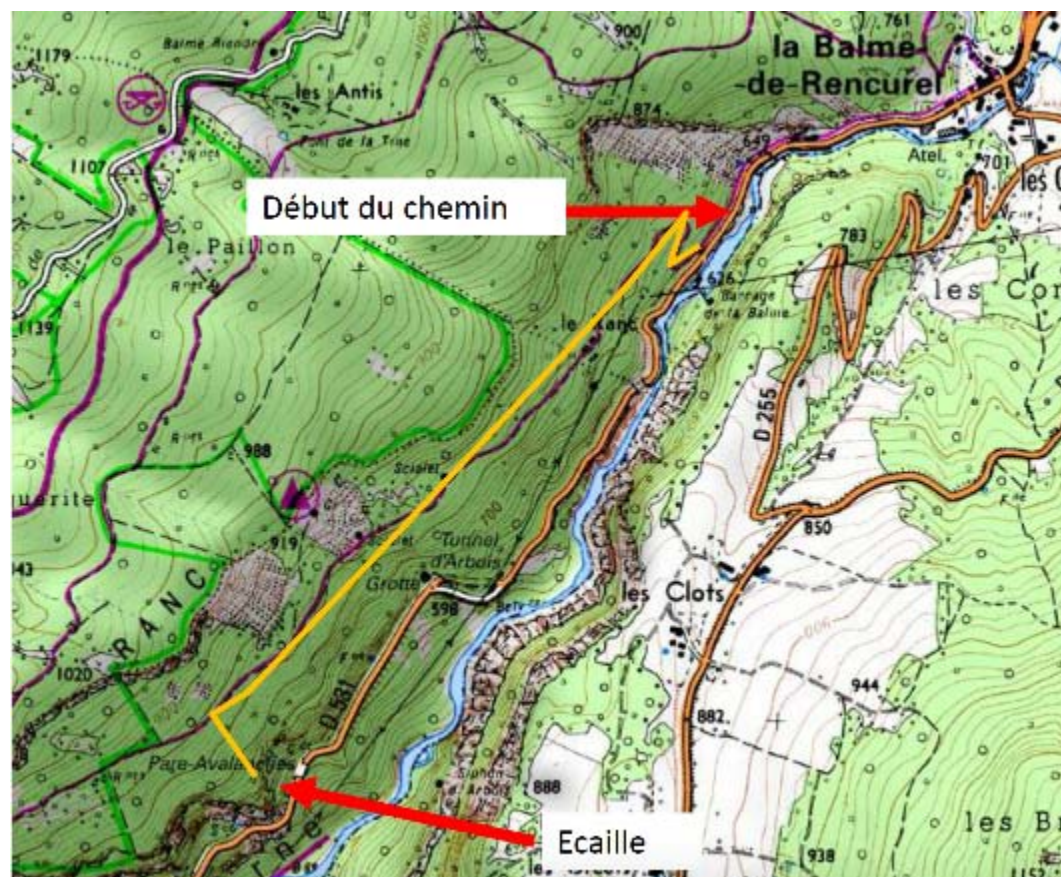
Application : Gorges de la Bourne



Accès : GR et corde

Falaise équipée

Altitude 900 m, expo sud



Protocole

- Avant confortment
 - 2 capteurs, 2 à 4 jours (février-avril)
 - Identification des fréquences des modes
 - Repérage et test de l'installation
 - Géoradar => morphologie de la fissure arrière
- Pendant confortement
 - 1 à 2 mois (avril-juillet)
 - Acquisition sismo en continue avant/pendant/après



Besoins financiers

- Co-financement acquis : 3000 €
 - Équipement falaise : 1000 €
 - EPI travail sur corde : 2000 €
 - Sismo et capteurs : 15 000 €
- **Financement Demandé : 3000 €**
 - Géoradar : 2000 €
 - Mission : 200 €
 - Location sismo (cable+alim électrique+packaging terrain) : 800 €