



Chutes de Blocs Risques Rocheux Ouvrages de Protection











## Surveillance des risques gravitaires par bruit de fond sismique

Vers un consensus scientifique sur l'utilisation opérationnelle des méthodes

## **Eric LAROSE**



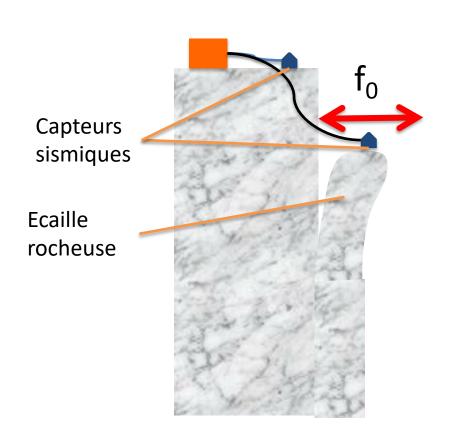




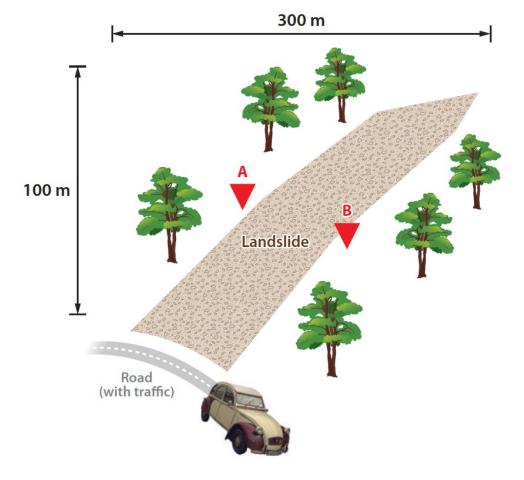




Fréquence de résonnance d'un compartiment rocheux



Vitesse sismique d'un glissement de terrain

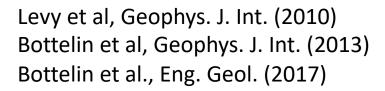
















Starr et al, Geophs. Res. Lett. 2015 Moore et al, Rock Mech. Rock Eng. (2018) Geimer et al, J. Geophys. Res. (2022)

Guillemot et al. Geophys. J. Int. (2022) Guillemot et al (in prep 2023)



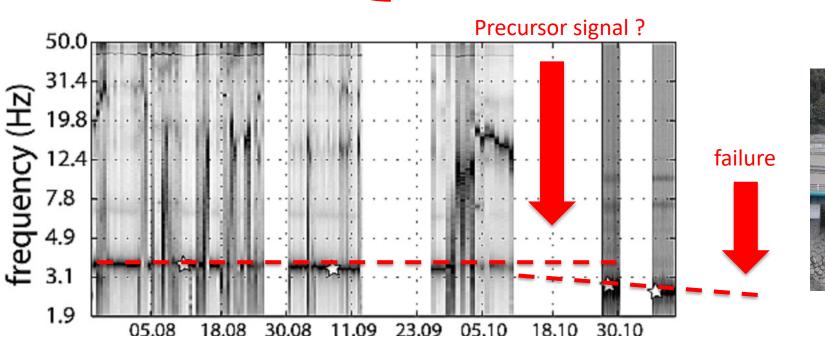




$$f \propto \frac{1}{L^{3/2}} \sqrt{\frac{rigidity}{density}}$$
  $\Leftrightarrow$  fracture arrière

endommagmeent/fracturation en volume (rigidité)





Chamousset, Vercors (2007): -27 % [Levy et al., 2010]



La Praz, Maurienne

Fev-aout 2023 : -25 % [Bottelin et al, in prep ?]



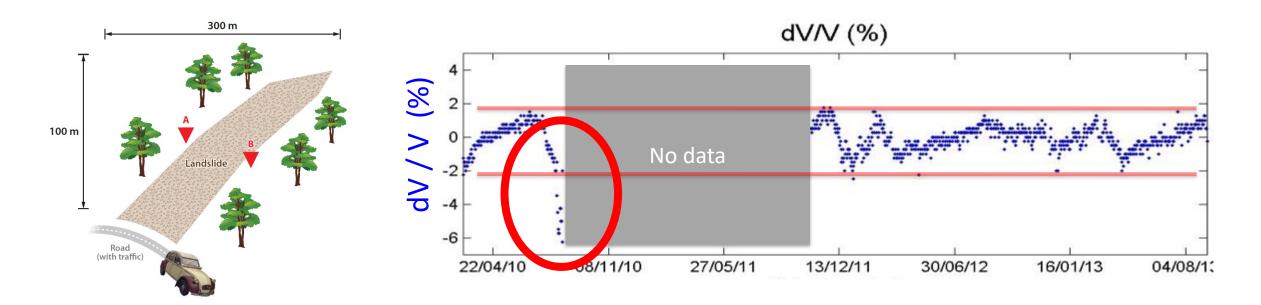


- > De nombreux sites étudiés, par des équipes différentes.
- Les variations de fréquences de résonnance liées à l'environnement (pluie, température...) sont limitées à qq %, et largement modélisables.
- Les variations les plus importantes sont liées :
  - à l'évolution de la fracture arrière
  - > à l'augmentation de l'endommagement
- Réciproquement : possibilité de suivre/qualifier le confortement avec l'augmentation de la fréquence

- Consensus:
- Une baisse de fréquence, supérieure aux fluctuations saisonnières, est un marqueur quantitatif de déstabilisation.
- Un suivi annuel ou une surveilance quotidienne peut (doit?) être proposé, en complément des mesures de déformation.







- ➤ Lien Vs/viscosité: Mainsant et al. (2012a, 2015); Dong and Lu (2016); Carrière et al. (2018)...
- Observations terrain: Mainsant et al (2012b), Bertello et al. (2018), Bièvre et al. (2018), Berti et al., 2019), Fiolleau et al (2020), Bontemp et al. (2022)





- > De nombreux sites étudiés, par des équipes différentes
- Les variations de vitesse sismique liées à l'environnement (pluie, température...) sont limitées à qq %
- > Les variations plus importantes sont associées :
  - à l'accélération de la déformation
  - > Avec parfois un signal précurseur de plusieurs jours
- Processus réversible : quantification du confortement (levée d'alerte, qualification travaux)
- Consensus:
- Une baisse de vitesse, supérieure aux fluctuations saisonnières, est un marqueur quantitatif de déstabilisation, qui peut intégrer un système d'alerte.
- Une surveilance quotidienne peut (doit?) être proposé, en complément des mesures de déformation.





## CCL:

- Les 2 méthodes de bruits de fond sont étudiées depuis >15 ans
- Des équipes, entreprises, pays et sites différents -> des observations convergeantes
- Les fluctuations des grandeurs, liées a l'environnement, sont limités et parfois corrigées/modélisées
- Les chutes des grandeurs marquent la déstabilisation, via quantification de la rigidité

## > Proposition C2ROP2:

- Un document de synthèse (en anglais) mettant en avant les éléments partagés faisant conssensus sur les connaissances au niveau international.
- > Un document opérationel méthodologique (en français).

