



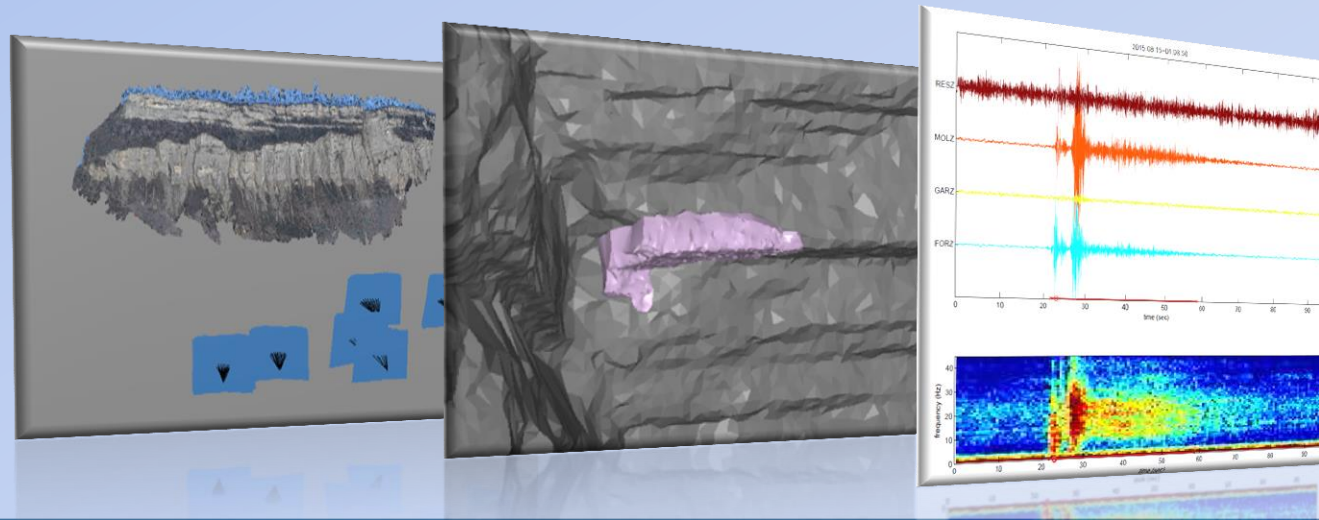
DONNEES D'OBSERVATION DES FALAISES : ***Comment partager des données hétérogènes***

1^{ère} partie : Observatoire des falaises

**David Amitrano, Gaëlle Le Roy, Agnès Helmstetter,
Didier Hantz,
ISTerre, Université Grenoble Alpes**

2^{ème} partie : Observatoire Risque Gravitaire du Granier

**Suzon Lejeune, Fabien Obléa
Edytem, Université de Savoie**



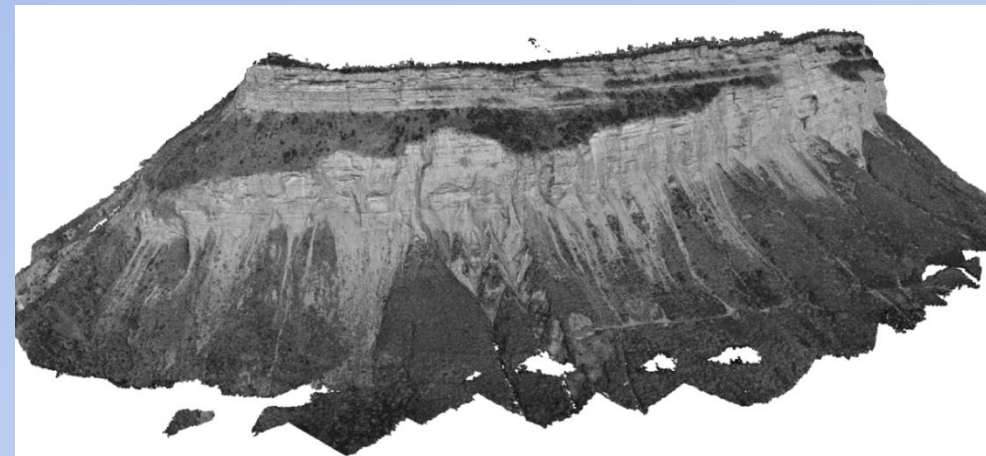
Observatoire des falaises du St Eynard

Détection multi-méthode des éboulements

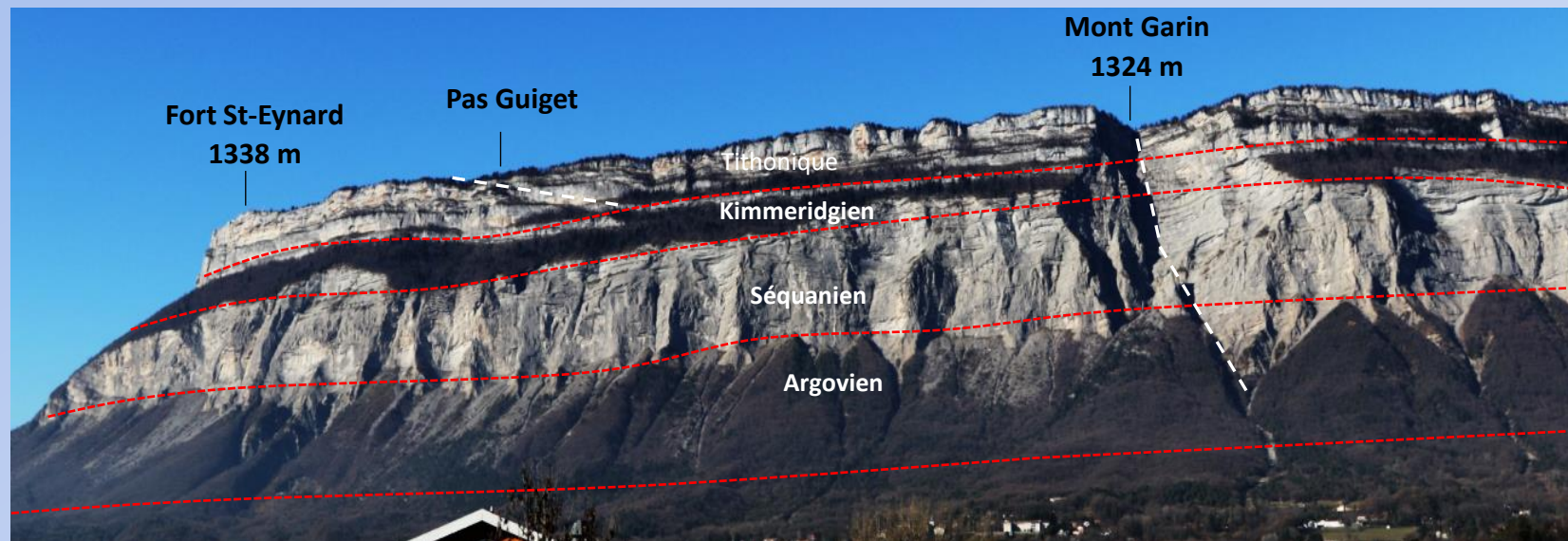
Localisation

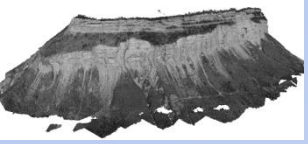


Reconstruction 3D par photogrammétrie



Vue générale



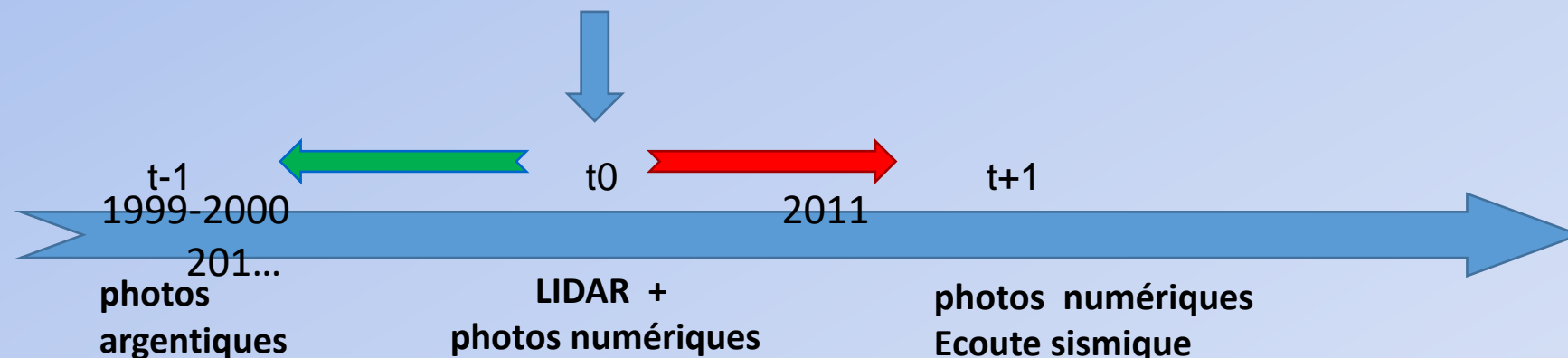


Objectifs

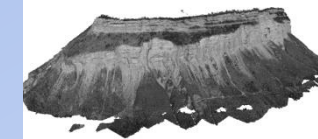
- **Produire des catalogues de chutes de blocs** pour progresser dans leur compréhension
- **Faire des mesures de référence du relief** pour l'estimation de l'érosion future (Lidar + photo numériques)
- **Développer des méthodes de mesures internalisables** à moindres coûts (reconstruction du relief par photogrammétrie)

→ **Estimation de l'érosion future (différence Lidar/Photos numériques)**

→ **Estimation de l'érosion passée (différence photos argentiques / Lidar)**



Observatoire des falaises du St Eynard



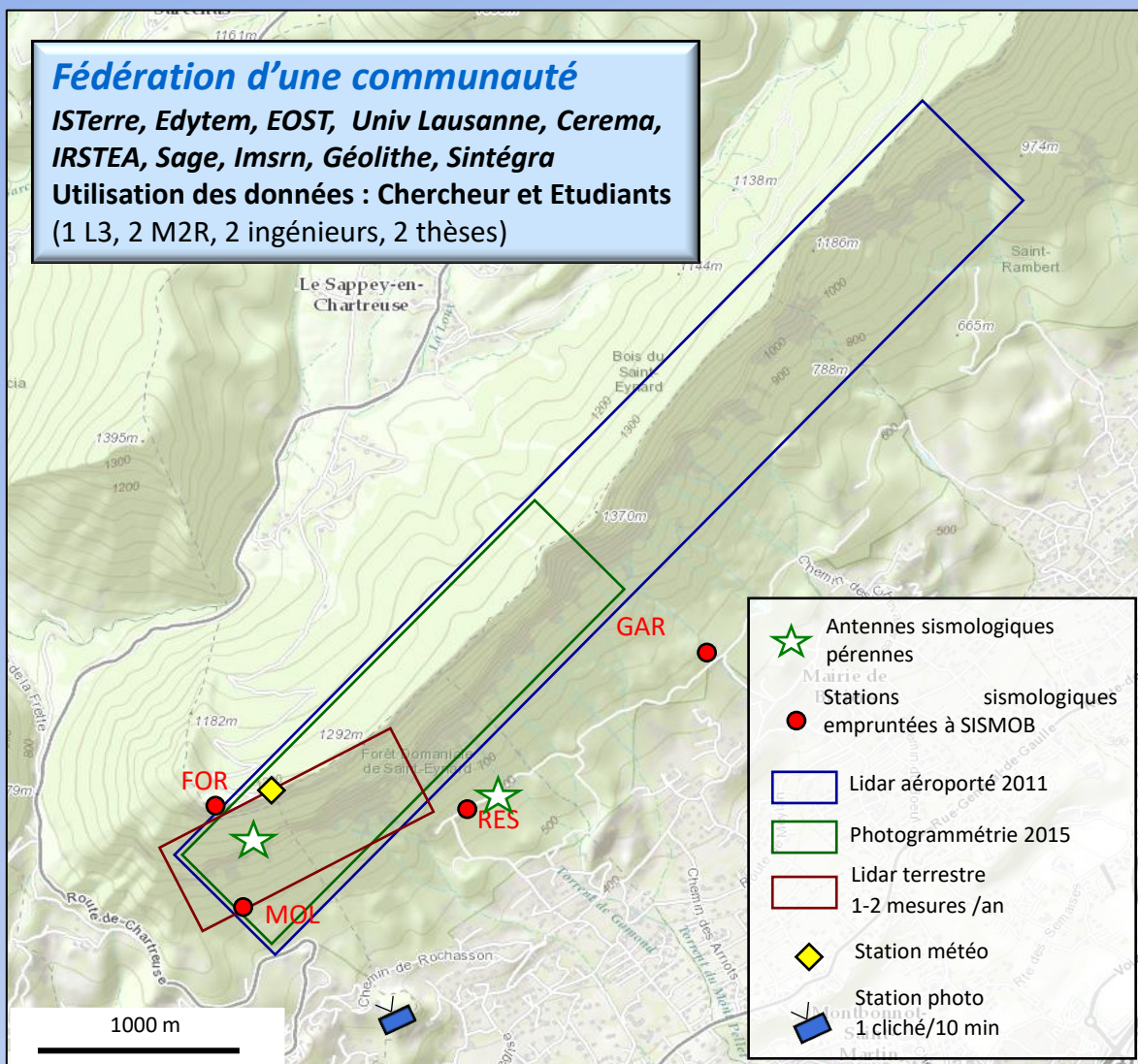
Association de différentes mesures pour détecter les éboulements

- Relief : Lidar, photos, photogrammétrie → grande précision spatiale, plusieurs campagnes par an
- Signal sismique : Stations sismologiques → grande précision temporelle, fonctionnement permanent

Fédération d'une communauté

ISTerre, Edytem, EOST, Univ Lausanne, Cerema, IRSTEA, Sage, Imsrn, Géolithe, Sintégra

Utilisation des données : Chercheur et Etudiants
(1 L3, 2 M2R, 2 ingénieurs, 2 thèses)



Données utilisées/produites

1999-2000 : Photos argentiques aéroportées
Sur l'ensemble des falaises du Y grenoblois

2011 : Lidar et photos numériques aéroportées

2012 → : Lidar et Photos numériques au fil de l'eau

2013 → : Photos en point fixe
Écoute sismique en continu

Typologie des données

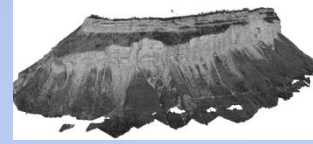
Lidar : nuage de points X,Y,Z (+ RGB) ~100 pt/m²

Photos: matrice RGB (+ 1 pt GPS X,Y,Z)
~ 20 Mpixels x 200 photos/campagne

Trace sismologique : amplitude @ 100 Hz, continu
x 12 voies

Recherche des éboulements dans le passé proche

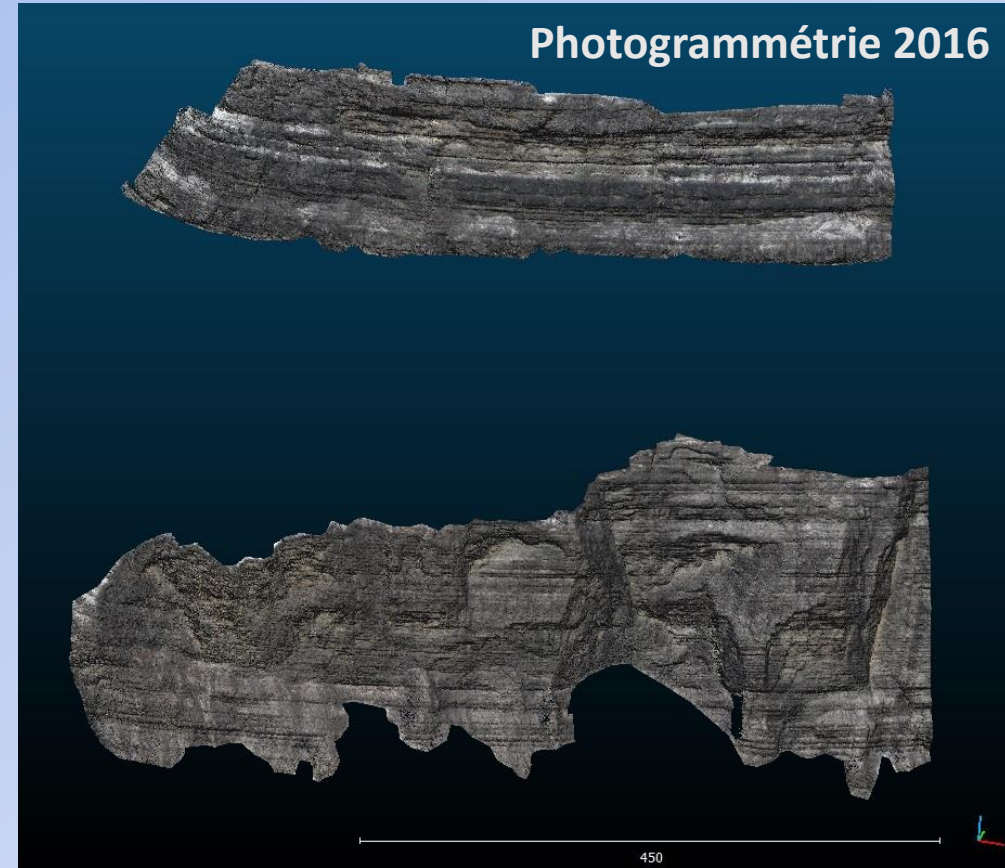
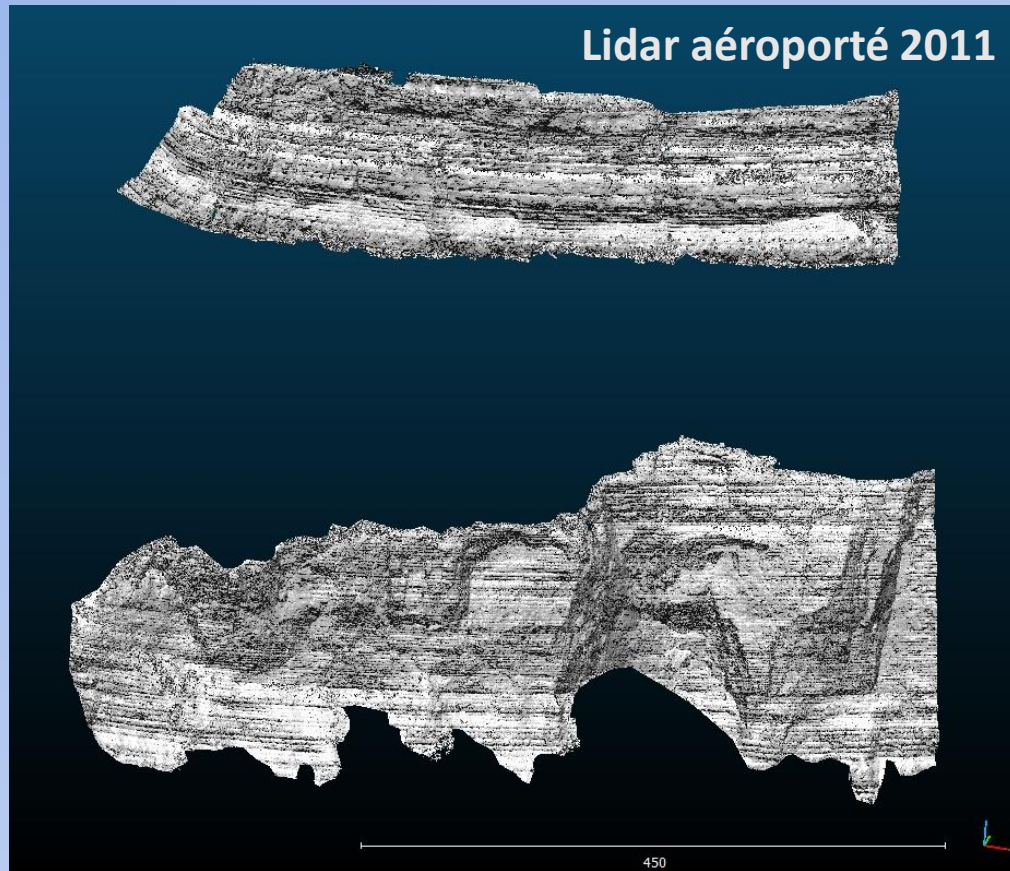
Et permettre les mesures futures



Campagnes de mesure Lidar et photos à intervalle régulier

Ou après un éboulement important

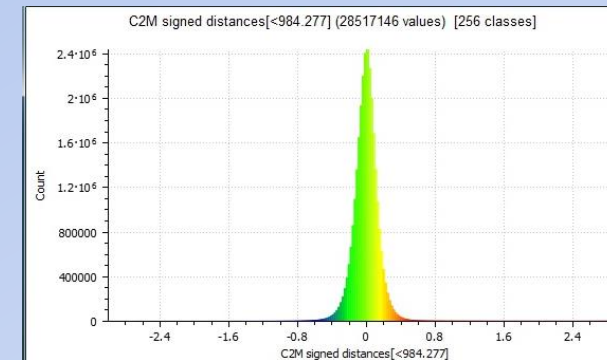
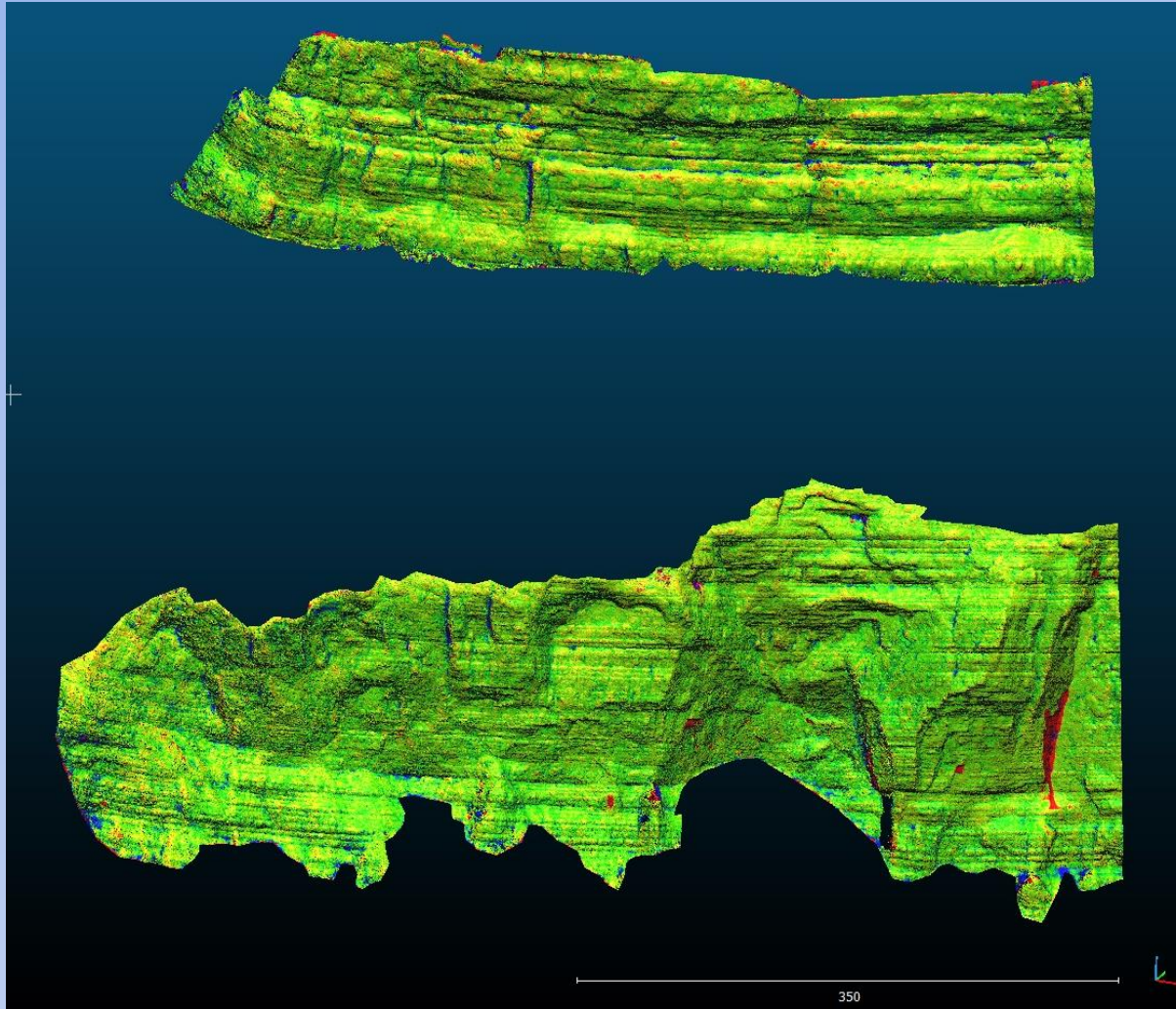
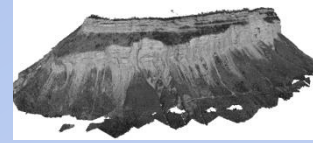
Comparaison du relief entre 2011 et 2016, zone sud



Recherche des éboulements dans le passé proche

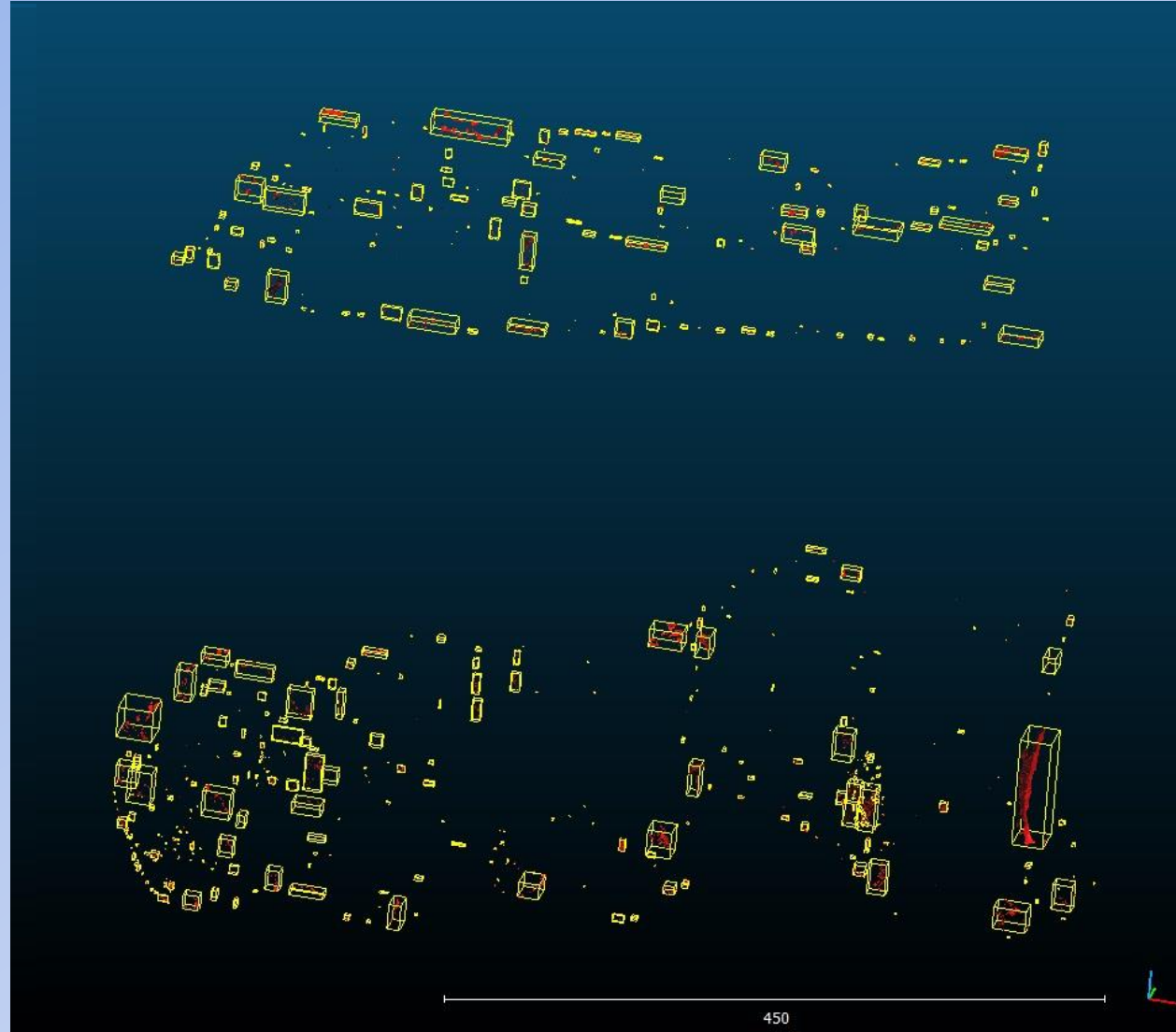
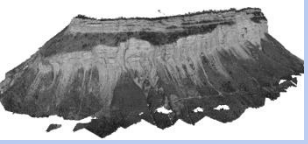
Détection des éboulements

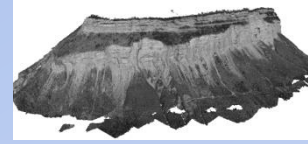
Différence de relief entre 2011 et 2016, zone sud



Recherche des éboulements dans le passé proche

Détection des éboulements 2011-2016, zone sud



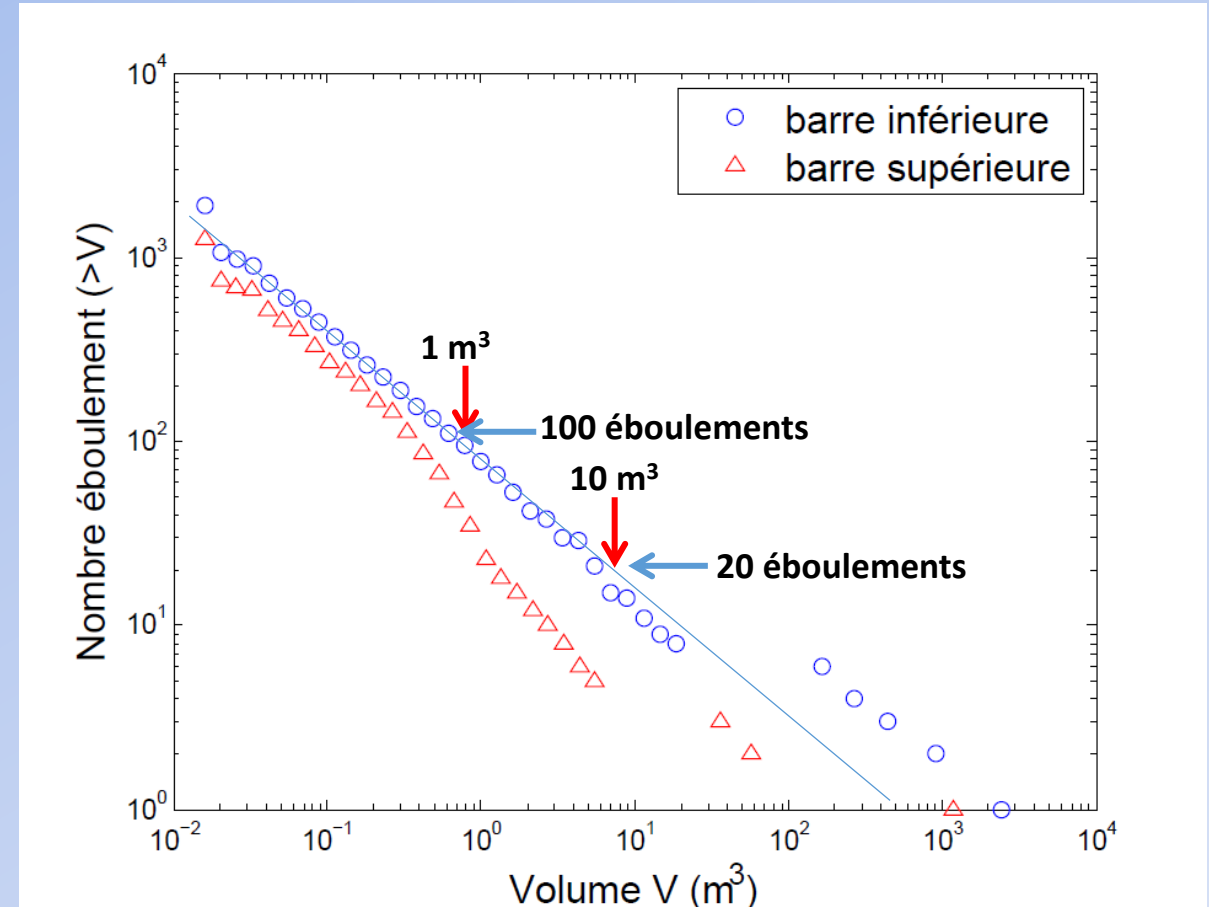


Recensement des éboulements 2011-2016, zone sud

- 1200 éboulements recensés $V > 0,02 \text{ m}^3$, sur 5 ans, 750 m de falaise
- Catalogue exhaustif $V > 0,03 \text{ m}^3$, 1000 éboulements

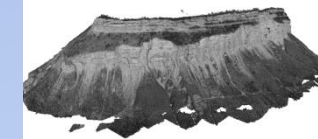
Fréquence des éboulements

- $> 1 \text{ m}^3$: 1 tous les 3 jours, pour 1 km de falaise
1,5 par jour, pour 5 km de falaise
- $> 10 \text{ m}^3$: 1 tous les 20 jours, pour 1 km de falaise
1 tous les 4 jours, pour 5 km de falaise



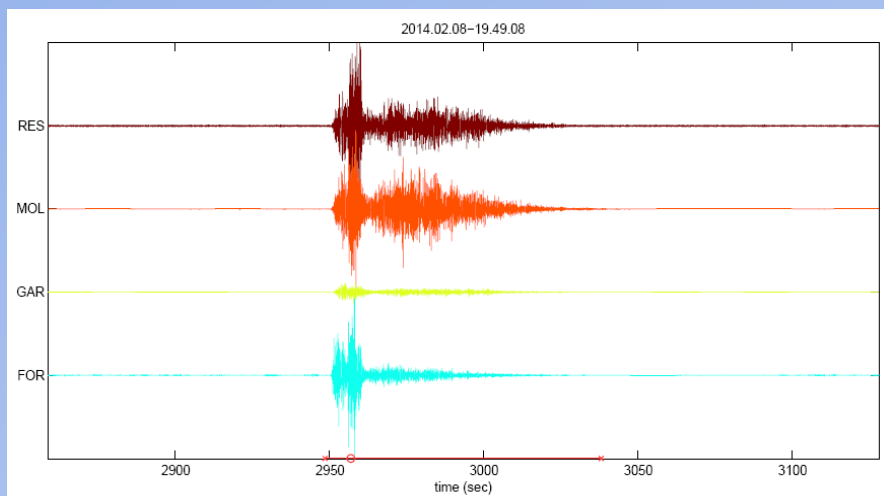
Association mesure du relief et écoute sismique

Chaîne de détection et caractérisation des éboulements



Eboulement du 8 février 2014

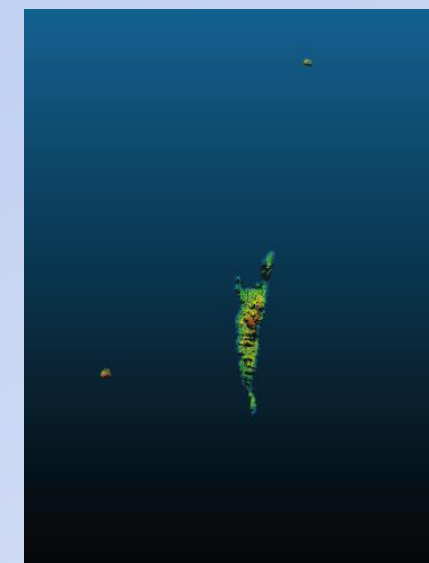
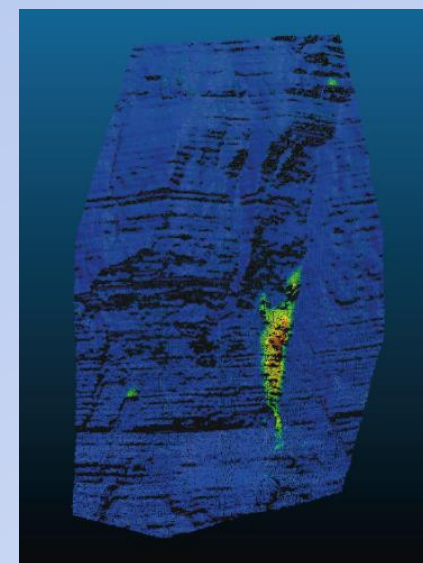
Détection par surveillance par sismique



Campagne de photos sur le secteur identifié

↳ Reconstruction du relief par photogrammétrie

↳ Différence Lidar 2011 / photos 2014



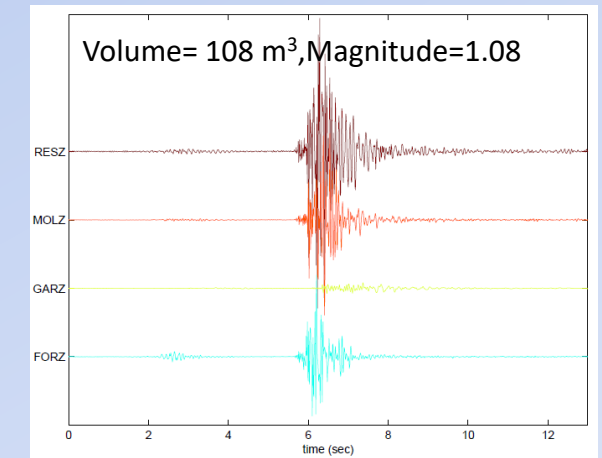
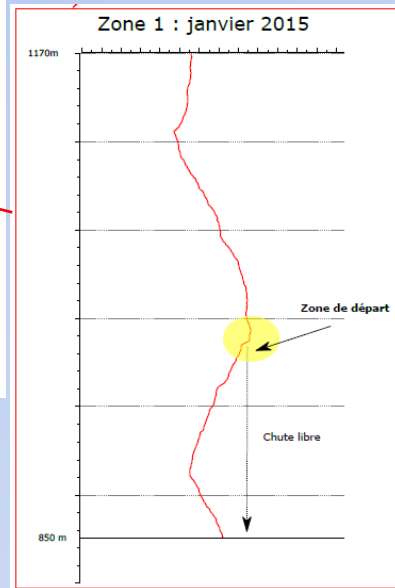
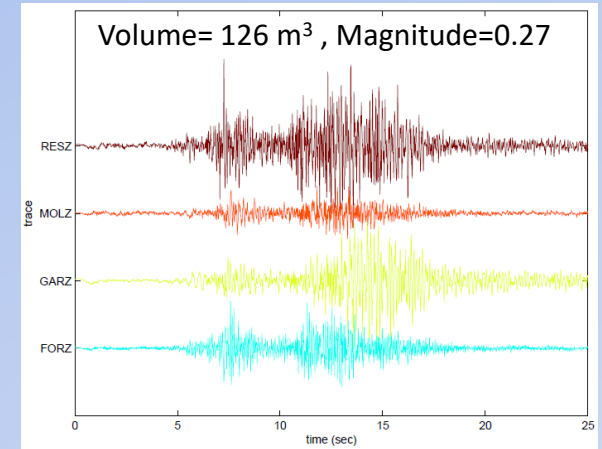
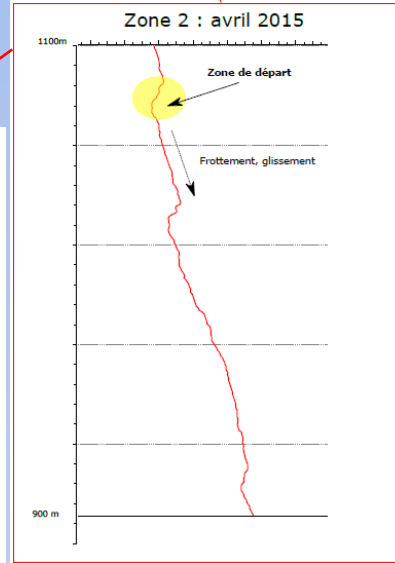
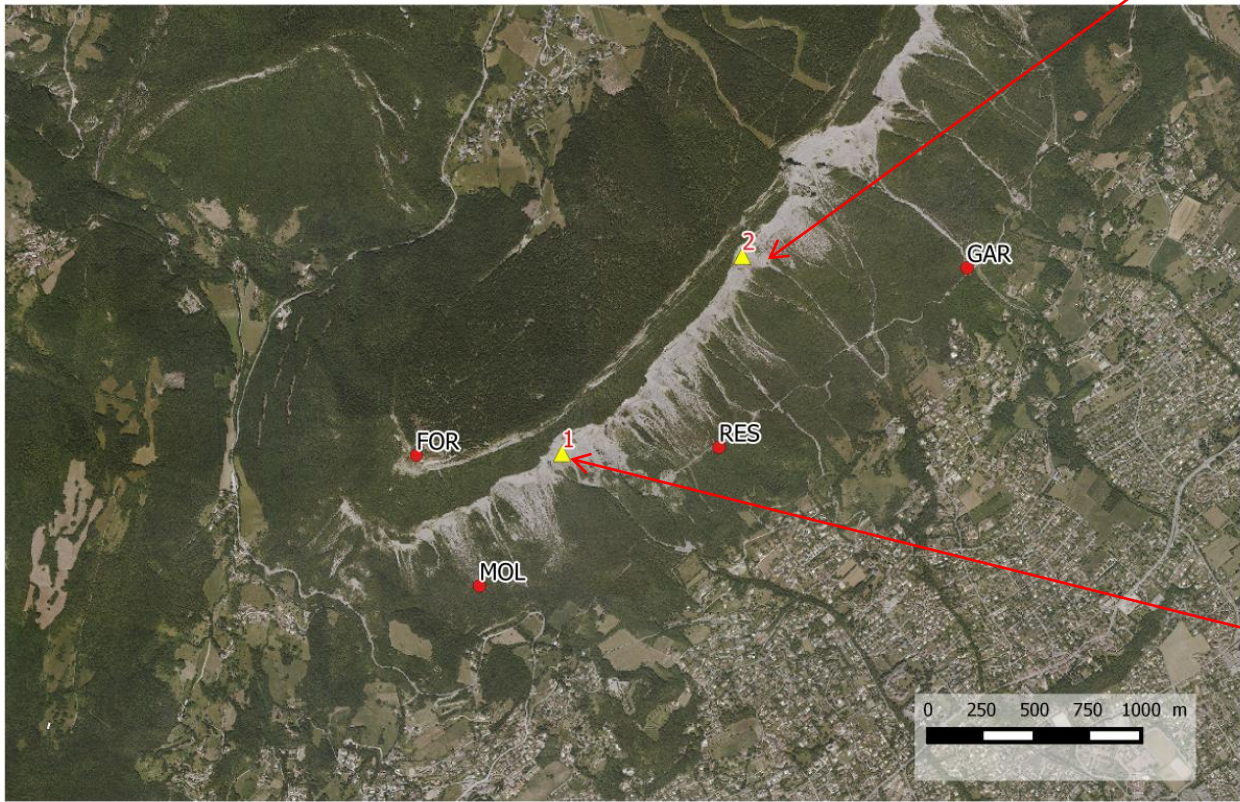
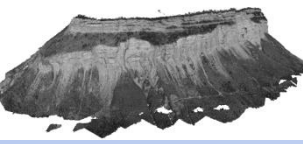
100 m

Repérage par comparaison des photos en point fixe

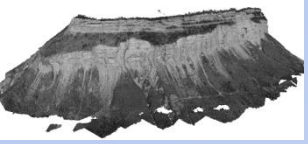


Association mesure du relief et écoute sismique

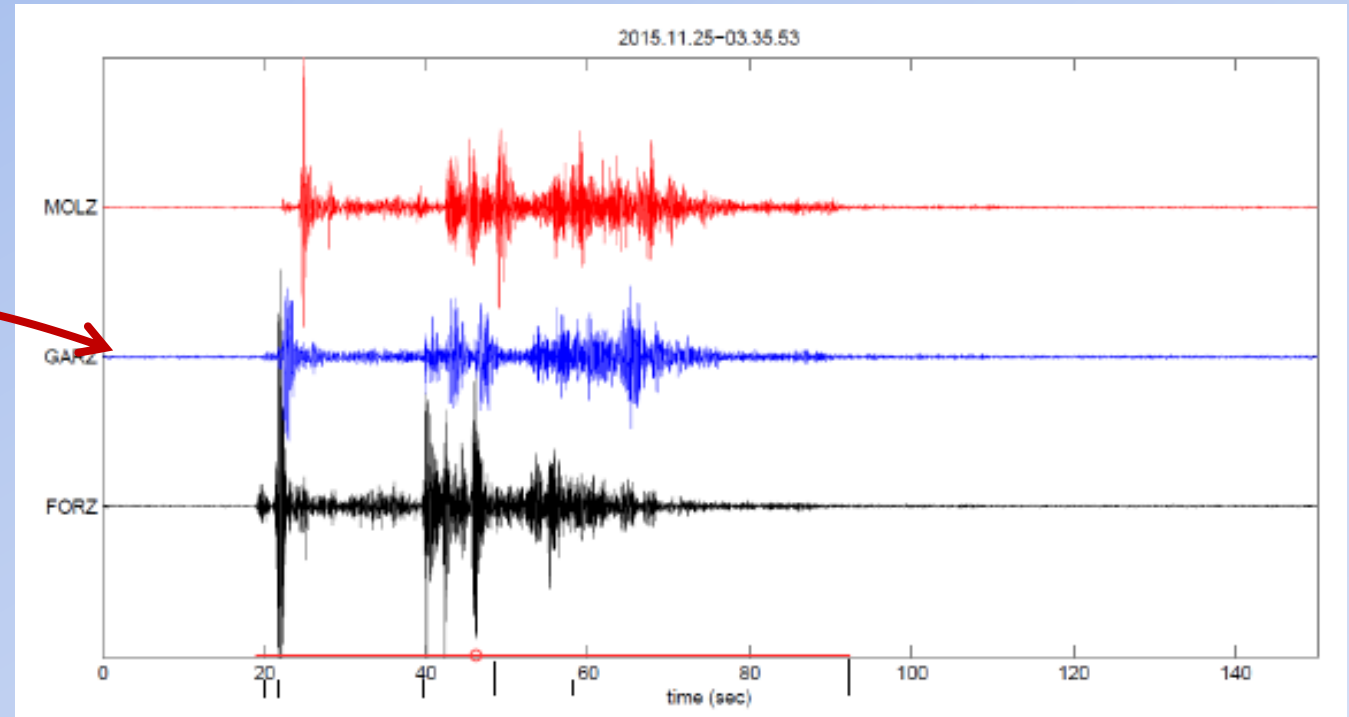
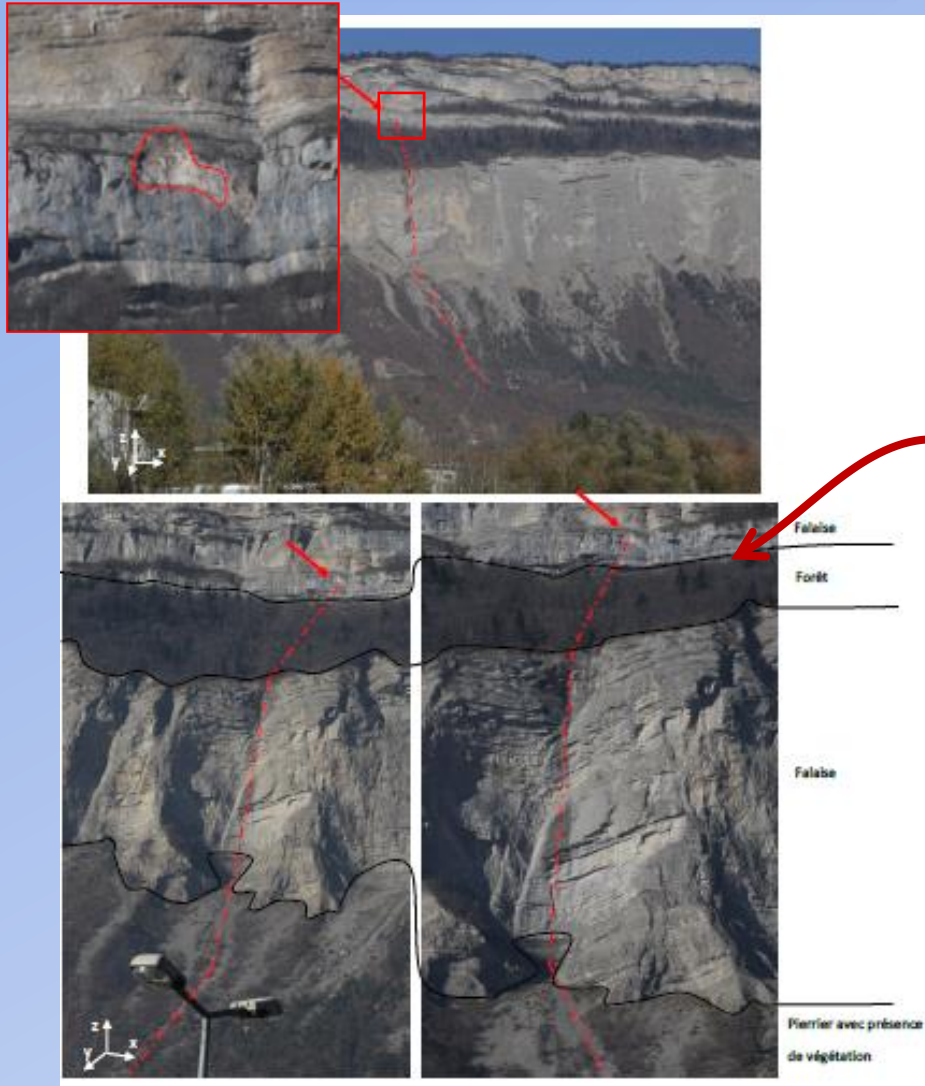
Relation entre signal sismique et profil de chute



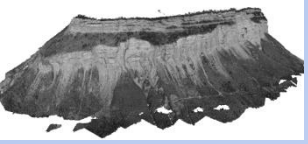
Association mesure du relief et écoute sismique



Eboulement du 25 novembre 2015

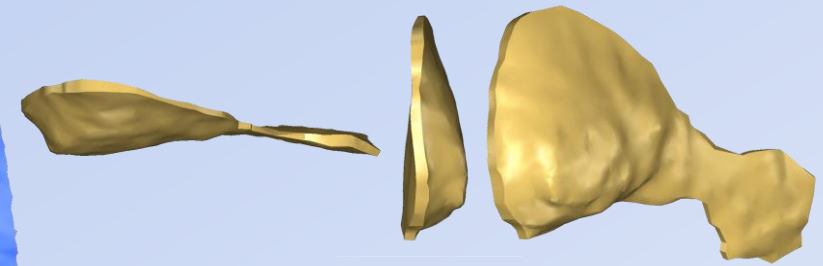
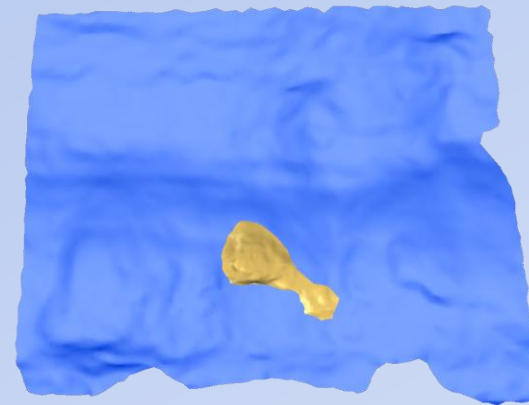
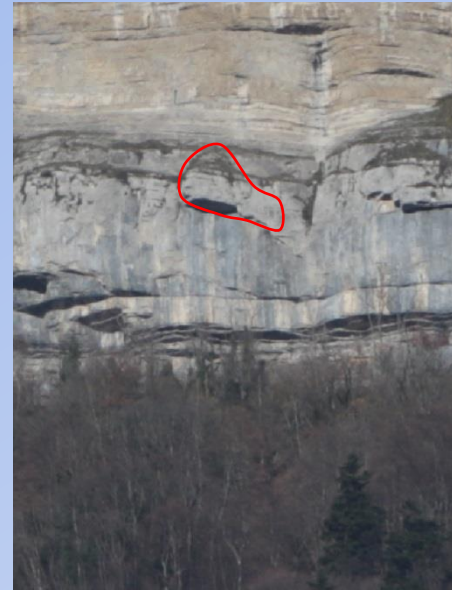
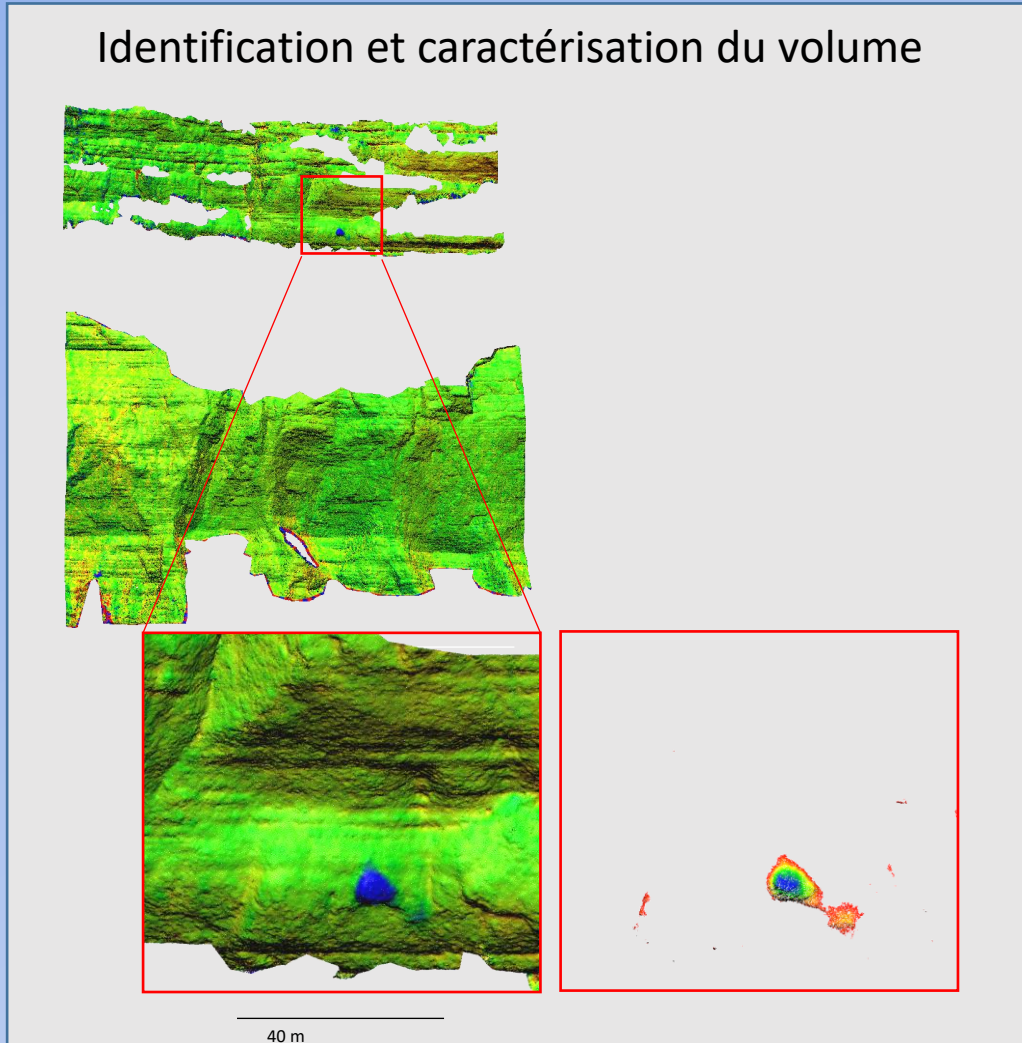


Association mesure du relief et écoute sismique



Eboulement du 25 novembre 2015

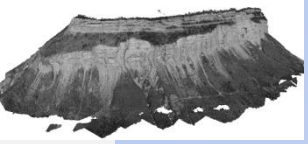
Identification et caractérisation du volume



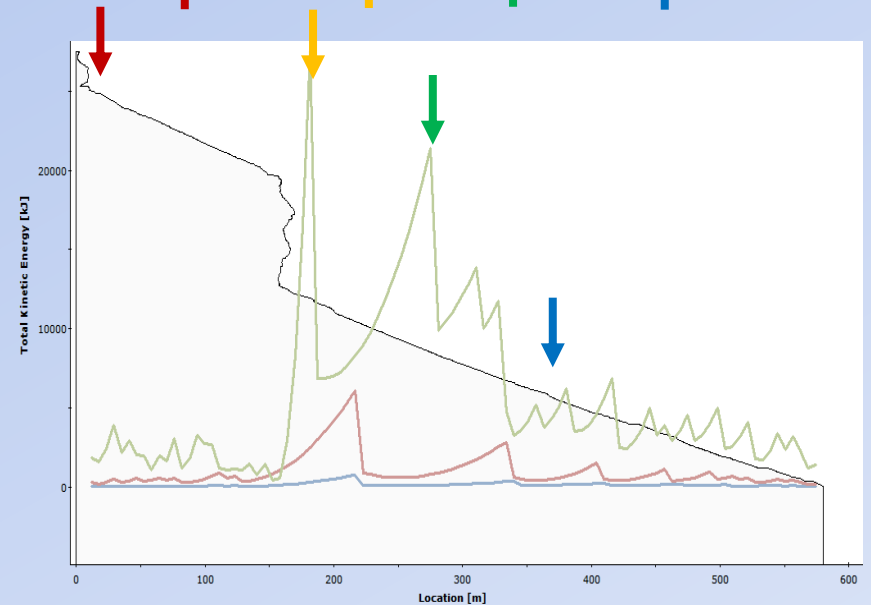
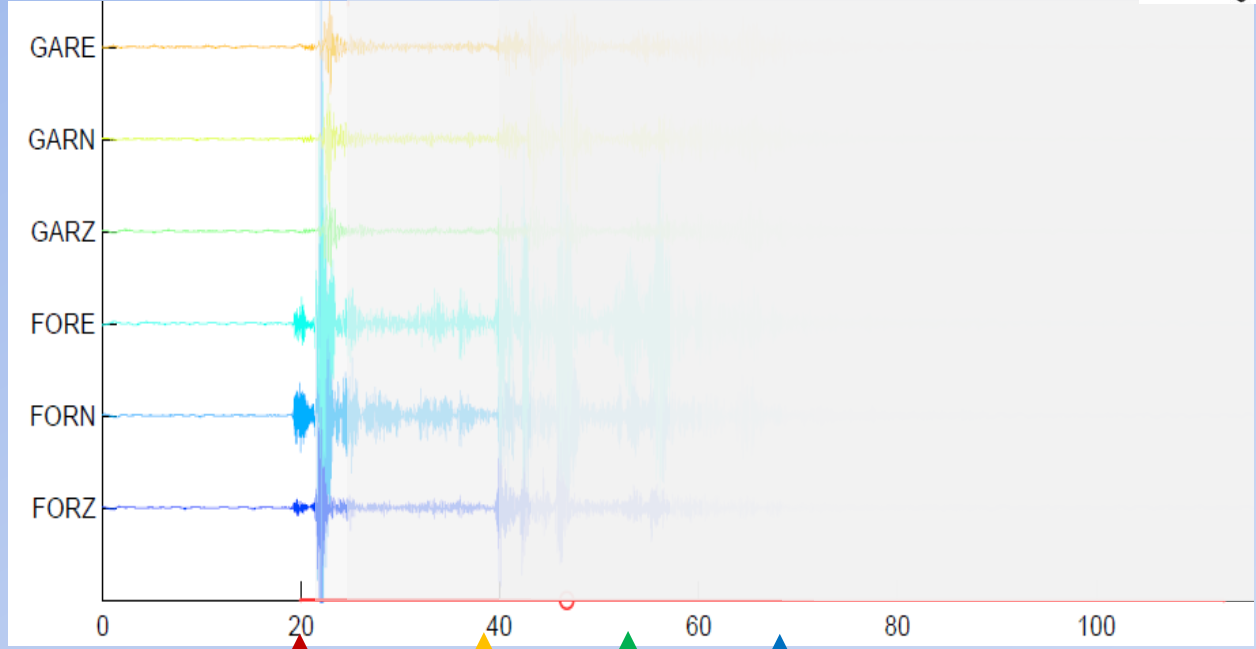
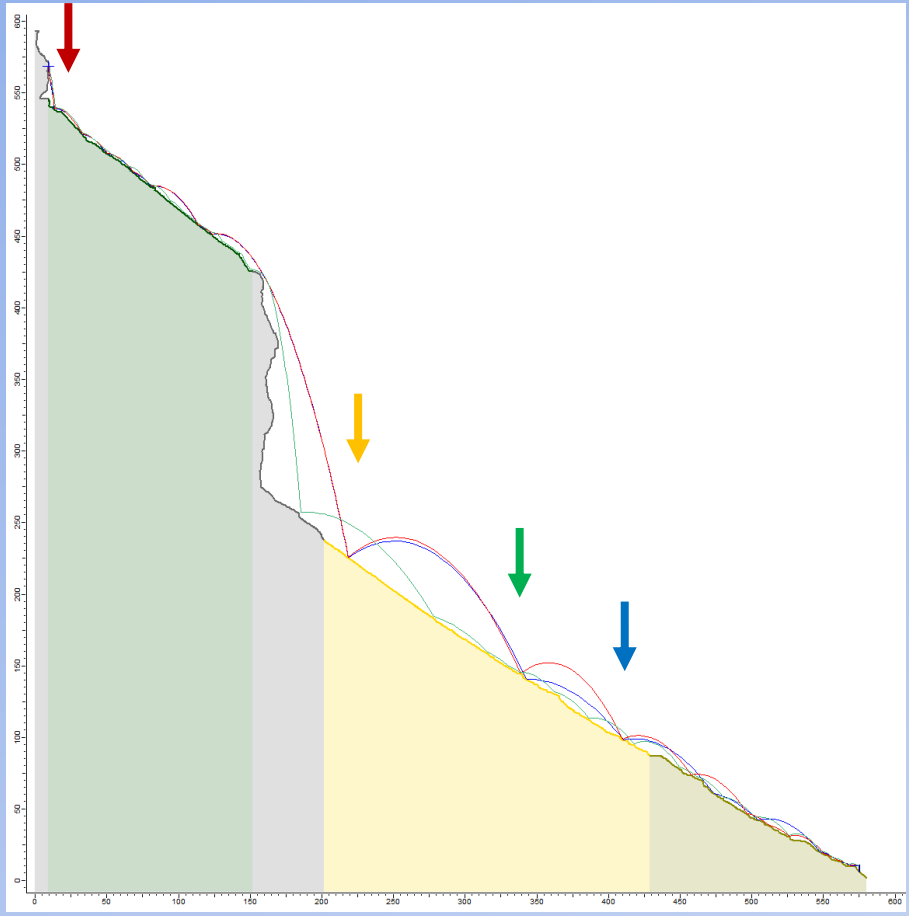
15 m

3 m

Association mesure du relief et écoute sismique

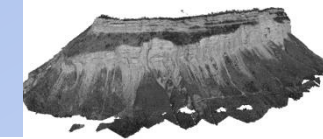


Eboulement du 25 novembre 2015

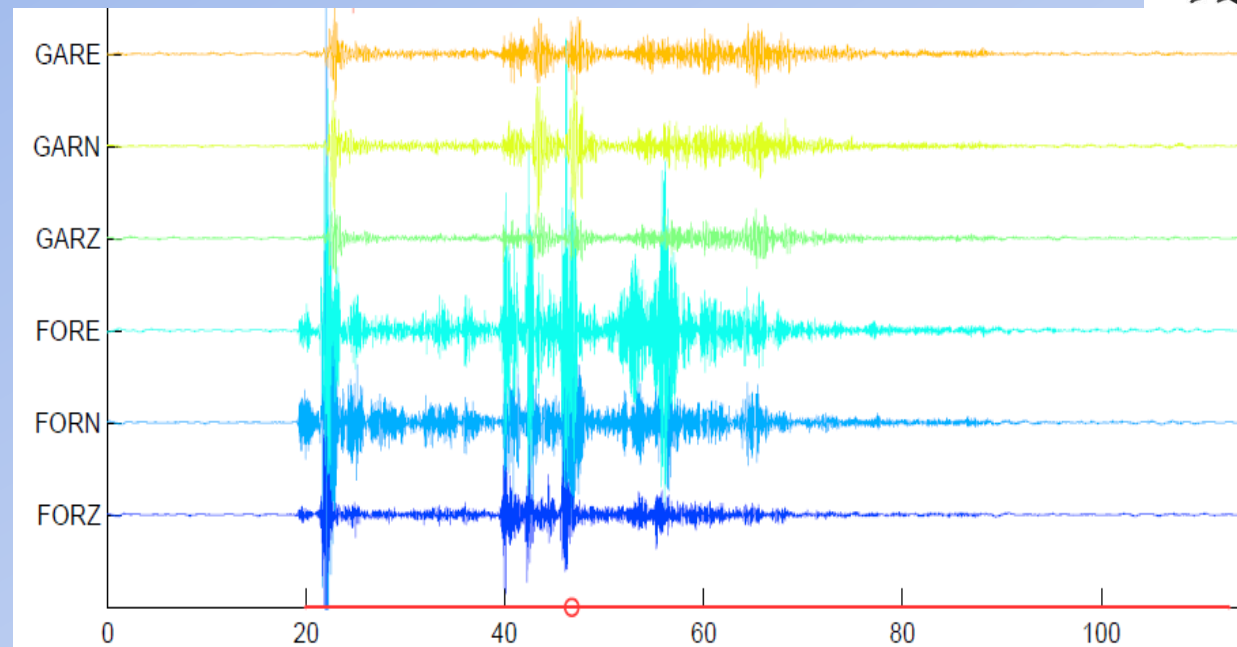
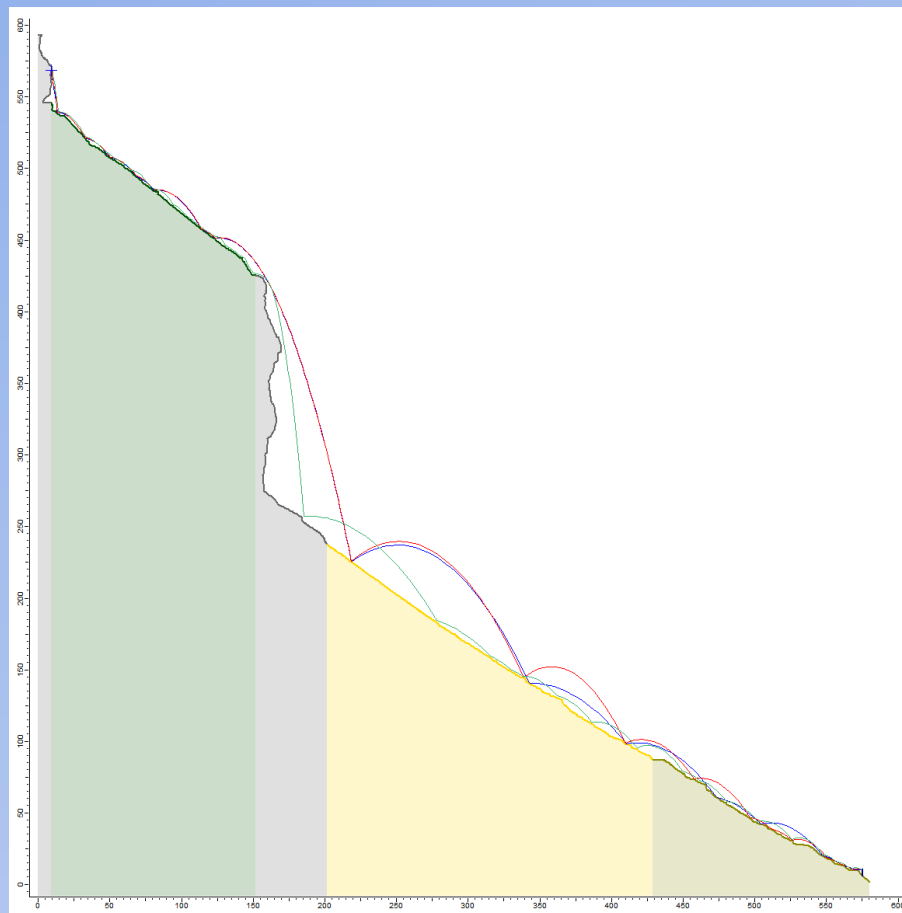


- $\varnothing=0,60$ m / volume = $0,12$ m³ / masse = 324 kg
- $\varnothing=1,24$ m / volume = $1,00$ m³ / masse = 2700 kg
- $\varnothing=2,48$ m / volume = $7,99$ m³ / masse = 21573 kg

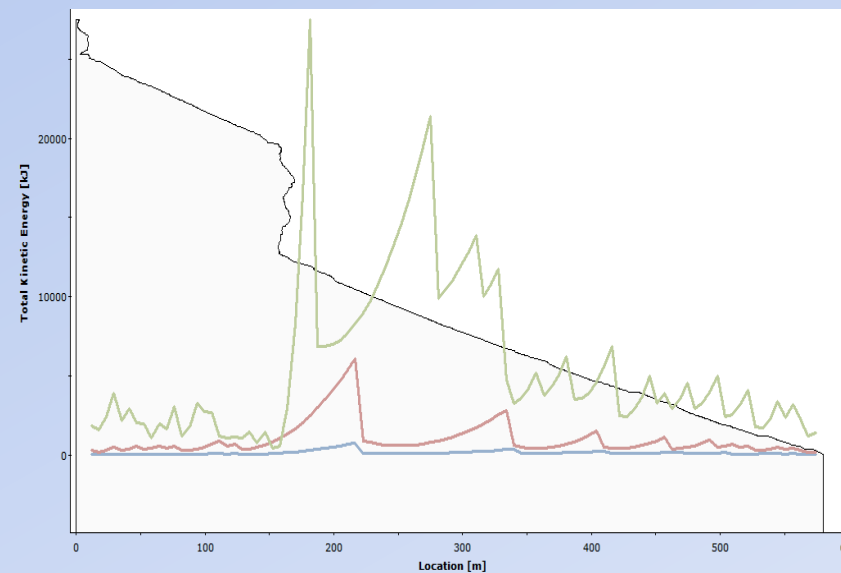
Association mesure du relief et écoute sismique



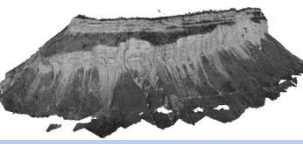
Eboulement du 25 novembre 2015



- $\varnothing=0,60$ m / volume = $0,12$ m³ / masse = 324 kg
- $\varnothing=1,24$ m / volume = $1,00$ m³ / masse = 2700 kg
- $\varnothing=2,48$ m / volume = $7,99$ m³ / masse = 21573 kg

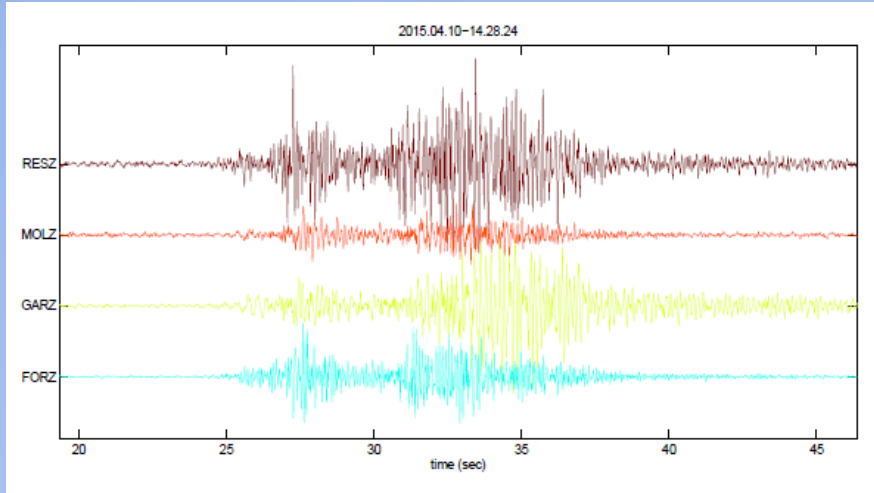


Besoin d'information pour l'identification des éboulements



Eboulement du 10 avril 2015

Détecté par le réseau sismique



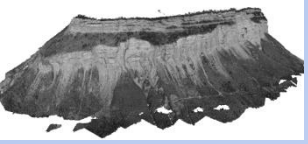
**Observé par des particuliers
Discuté sur les réseaux sociaux**



Informations très utiles pour identifier le secteur à re-mesurer

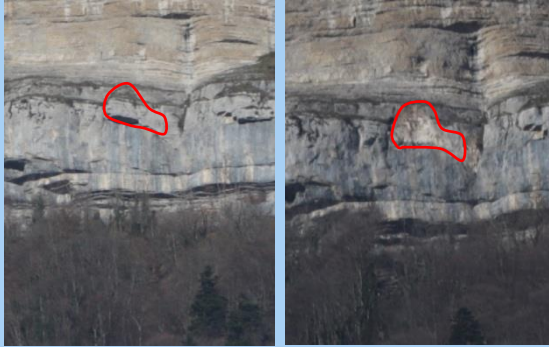
→ Comment faciliter la collecte de ces informations ?

3 niveaux de données

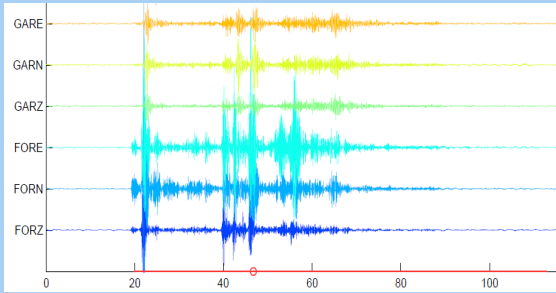


Données brutes

Photos



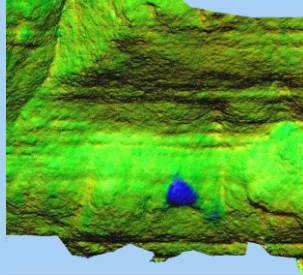
Traces sismiques



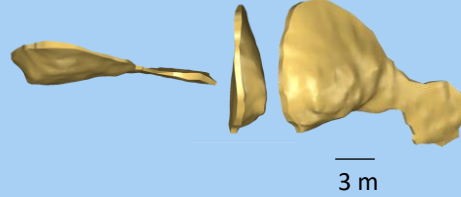
Déplacement
Conditions hydro-météorologiques
...

Données élaborées

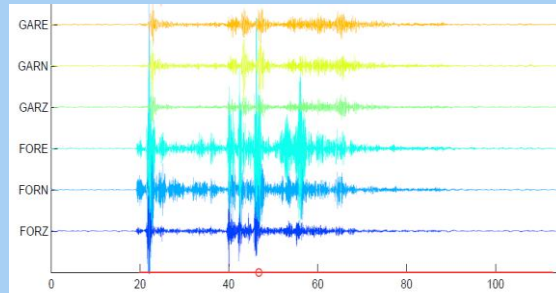
Relief avant après



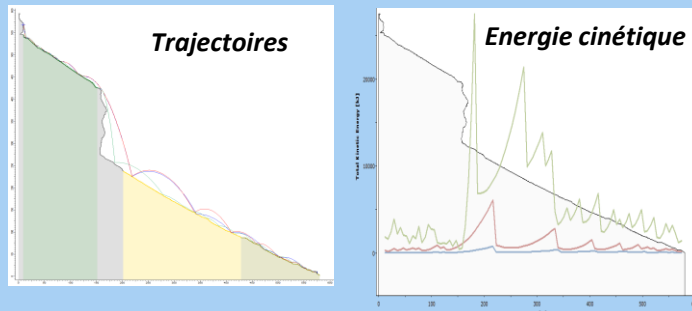
Géométrie éboulement



Traces sismiques associées à l'éboulement

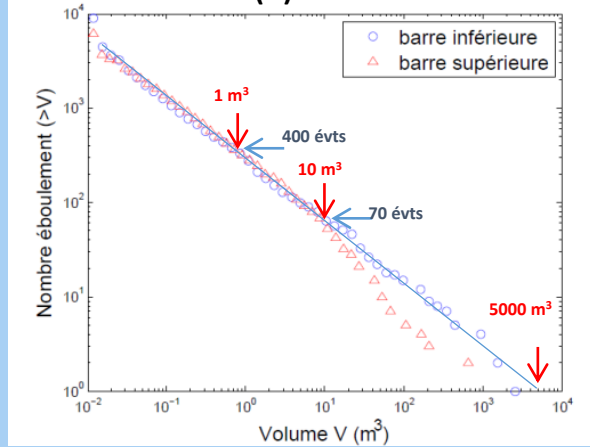


Simulation trajectographie

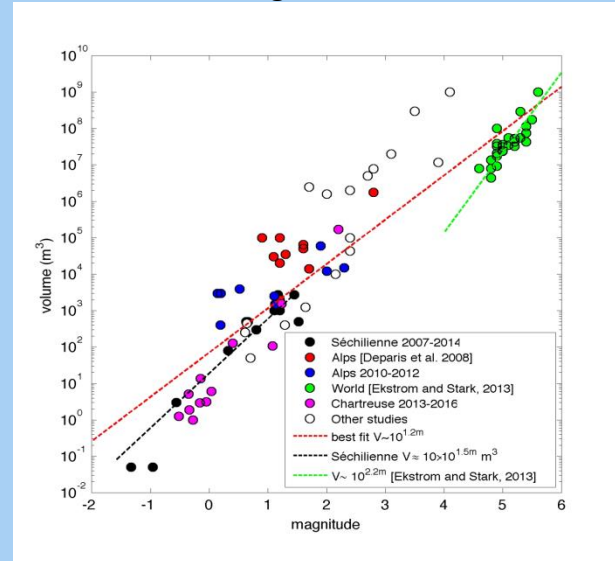


Catalogues

Eboulements f(V)



Relation magnitude - Volume

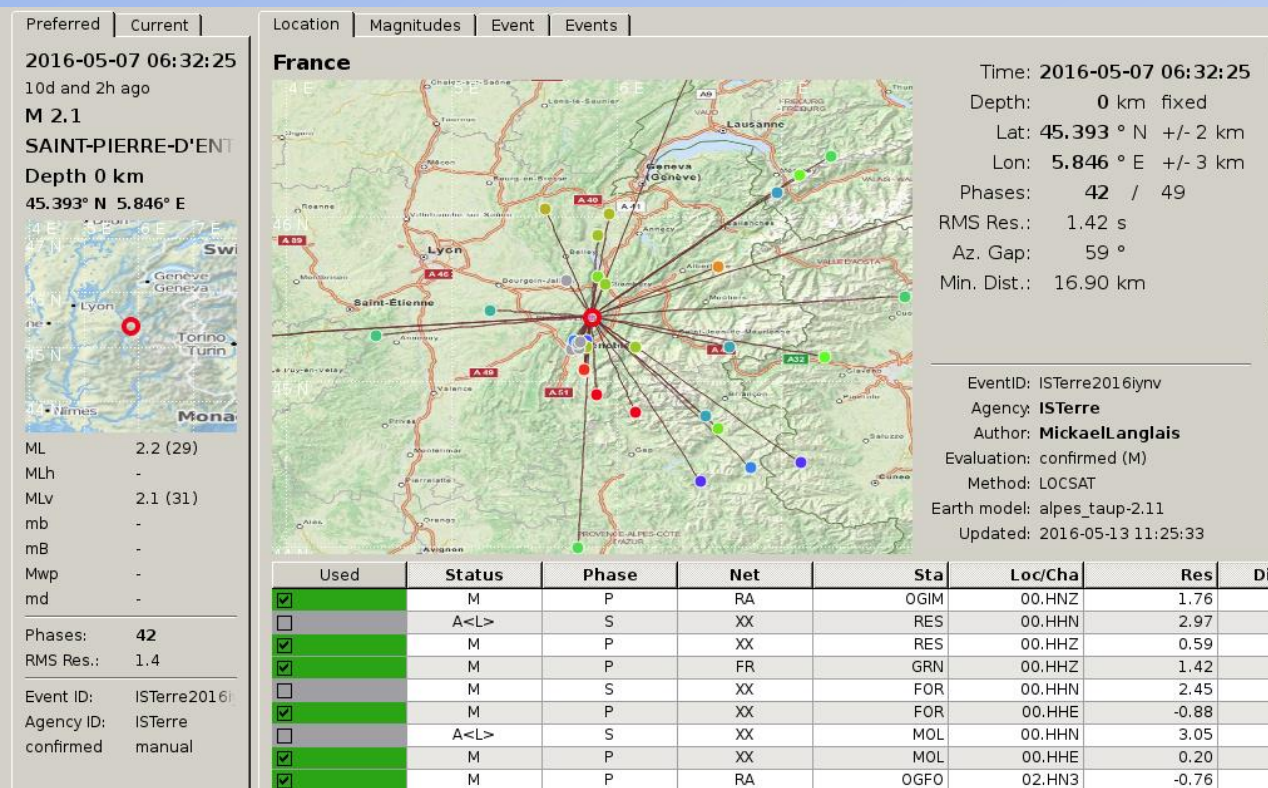


Transfert des méthodes vers d'autres sites: Mont Granier

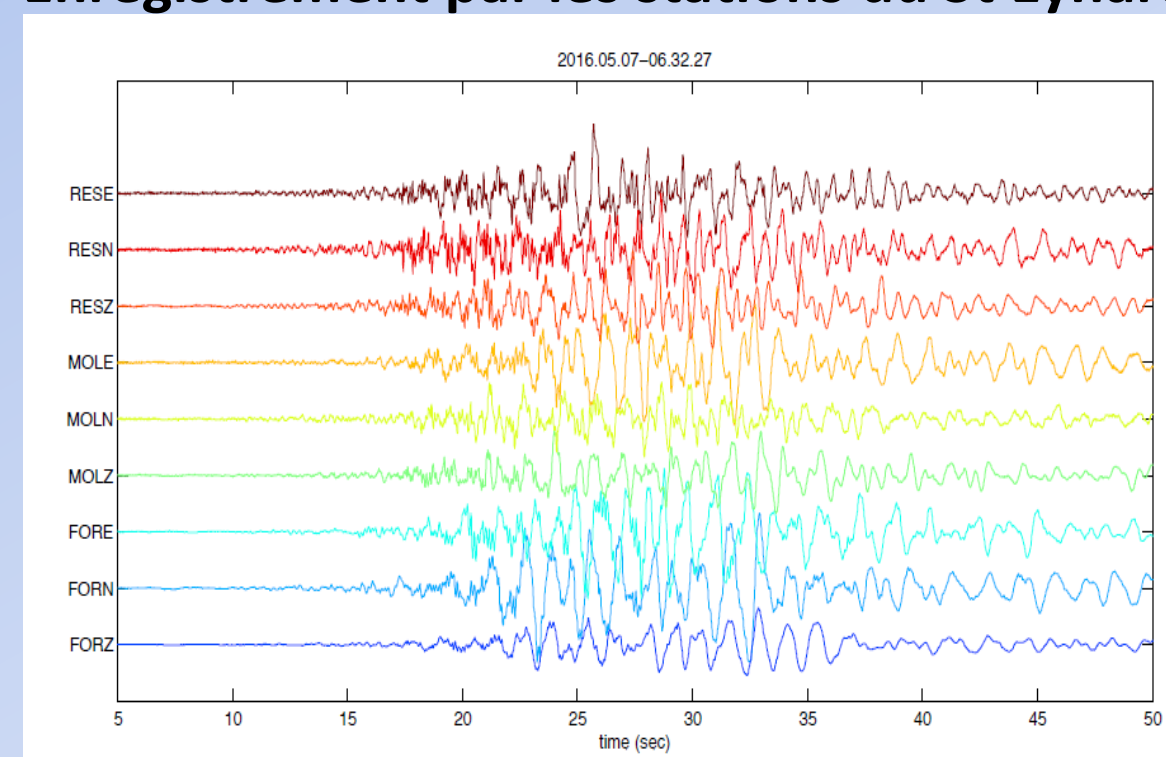
Mont Granier: Séquence d'éboulements avril-mai 2016 Enregistrements sismiques de l'éboulement du 7 mai 2016 Séisme de magnitude 2.1



DéTECTÉ par les réseaux nationaux



Enregistrement par les stations du St Eynard



Mont Granier: Séquence d'éboulements avril-mai 2016

Fin Avril 2016 : série d'éboulements sur le pilier Nord Est, secteur du Ravin du Diable



film_granier_ISTerre3.mp4

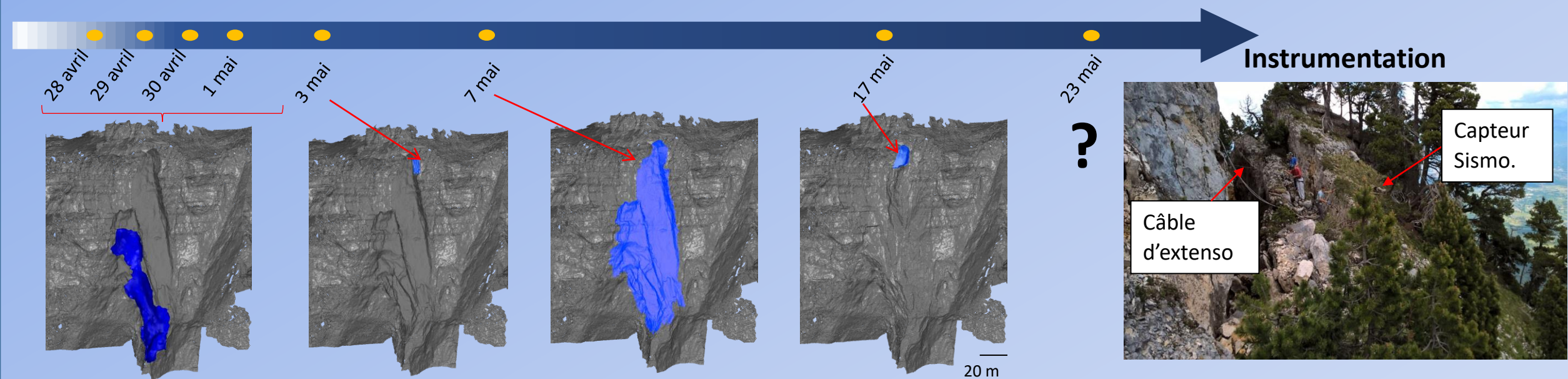
7 mai 2016 : série d'éboulements sur le pilier Nord Est Ravin du Diable



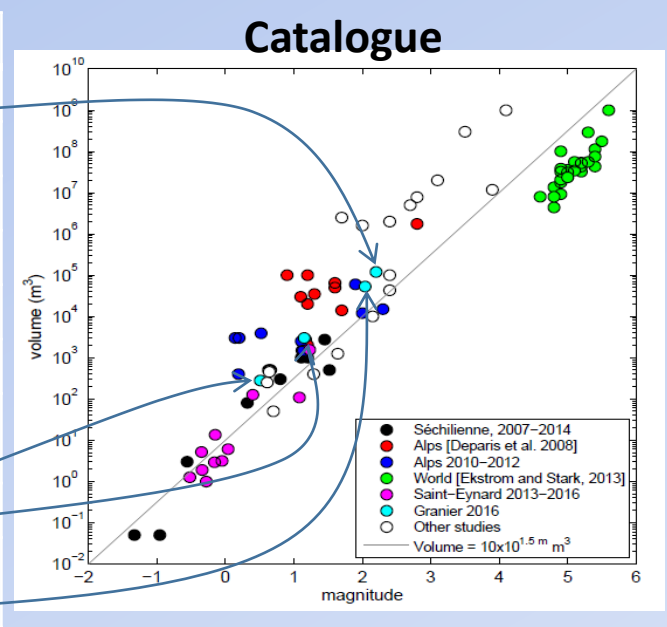
video_youtube_eboulement du granier.mp4

Transfert des méthodes vers d'autres sites: Mont Granier

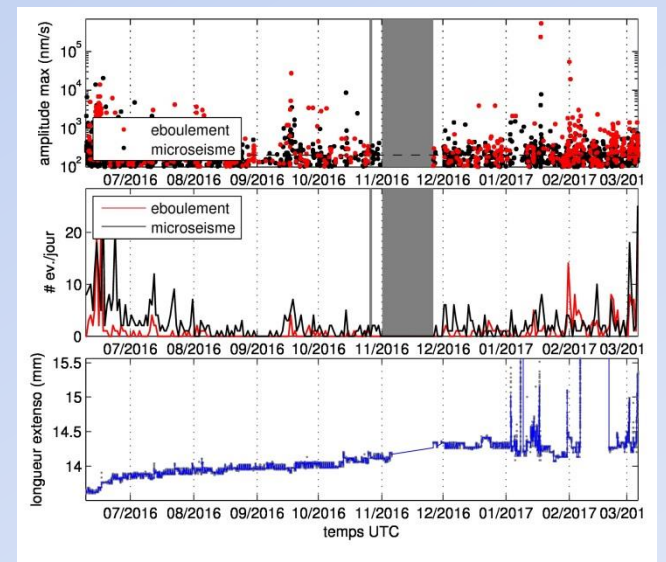
8 éboulements détectés du 28 avril au 7 mai 2016



Date et heure	Magnitude	Volume (m3)
9 janvier - 4 h 57	2.2	120 000 (photogrammétrie)
28 avril – 02 h 54	0.95	1 592
28 avril – 03 h 03	0.97	1 721
29 avril – 21 h 40	1.30	5 456
30 avril – 07 h 47	1.25	4 478
1 ^{er} mai – 04 h 45	0.63	525
3 mai - 09 h 11 <i>Filmé</i>	0.51	351 (Magnitude) 280 (Photogrammétrie)
2016 05 07 – 08 h 30	1.15	3 187
2016 05 07 – 08 h 32 <i>Filmé</i>	2.04	68 329 (Magnitude) 53 000 (Photogrammétrie)



Page web suivi et partage des données



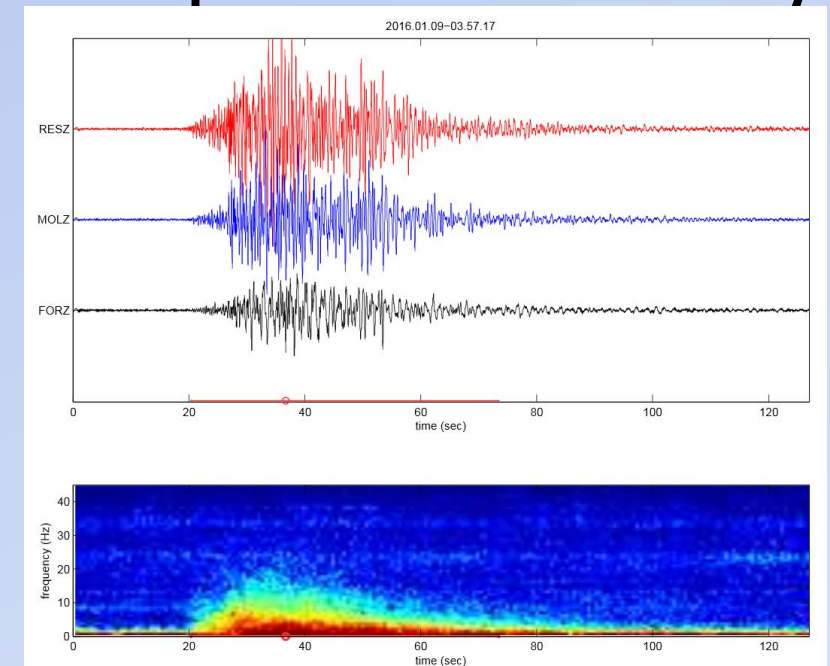
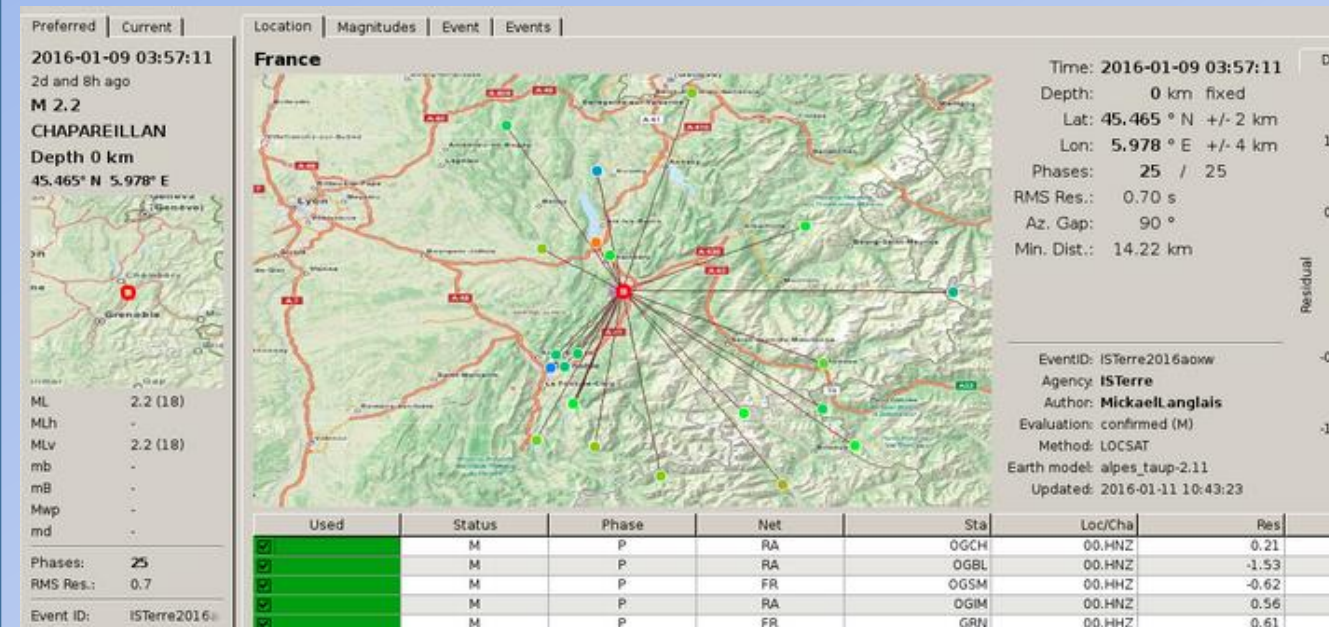
Enregistrements sismiques de l'éboulement du 9 janvier 2016

Séisme de magnitude 2.2



Détecté par les réseaux nationaux

Enregistrement par les stations du St Eynard



Transfert des méthodes vers d'autres sites: Mont Granier

Une première expérience de collecte de photos collaborative

Eboulement du 9 janvier 2016

124 photos collectées, d'origine et de qualité très diverses

Reconstruction 3D du relief après



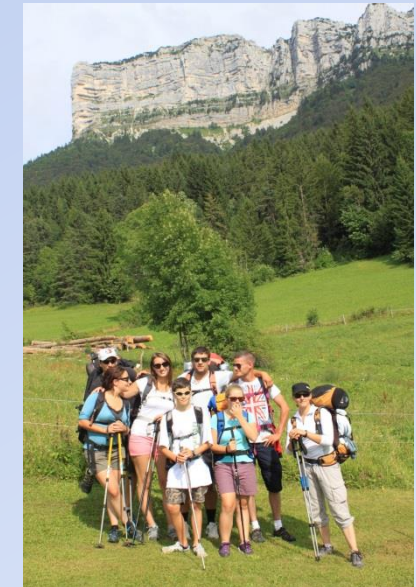
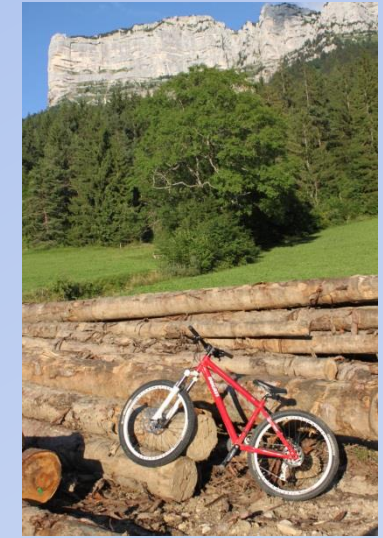
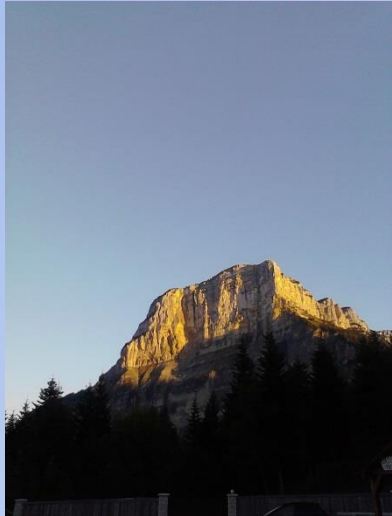
Transfert des méthodes vers d'autres sites: Mont Granier

Une première expérience de collecte de photos collaborative

Eboulement du 9 janvier 2016

124 photos collectées, d'origine et de qualité très diverses

Reconstruction 3D du relief après



Transfert des méthodes vers d'autres sites: Mont Granier

Une première expérience de collecte de photos collaborative

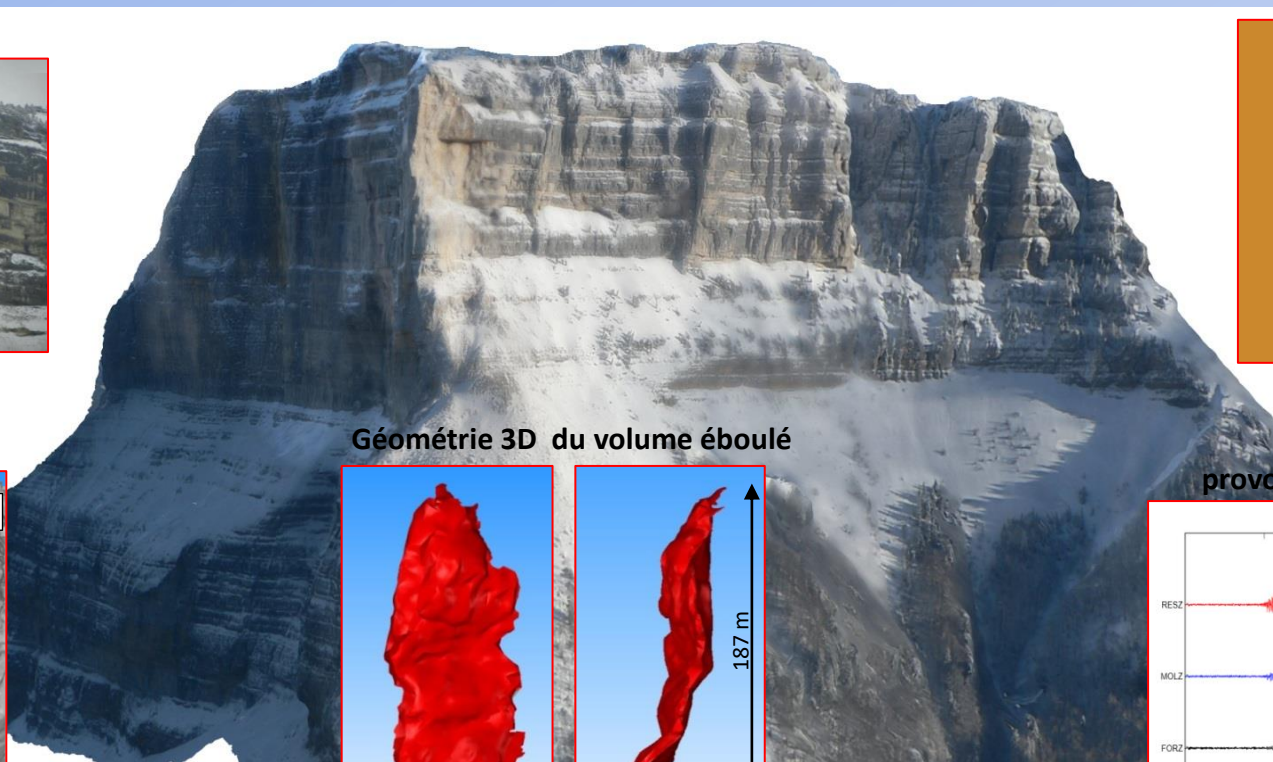
Eboulement du 9 janvier 2016

124 photos collectées, d'origine et de qualité très diverses

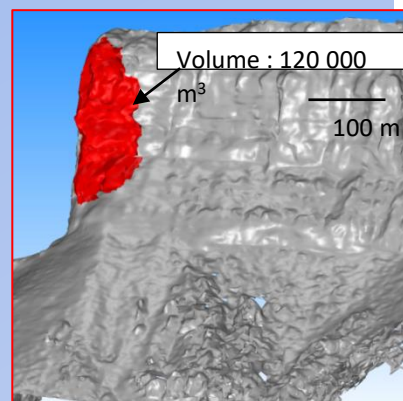
Photographie
Avant Après l'éboulement



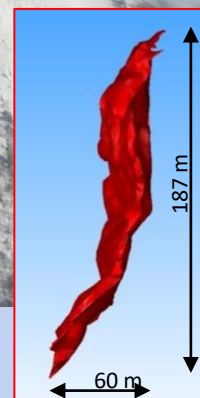
Reconstruction 3D du relief après



Différence des modèles 3D
avant et après éboulement



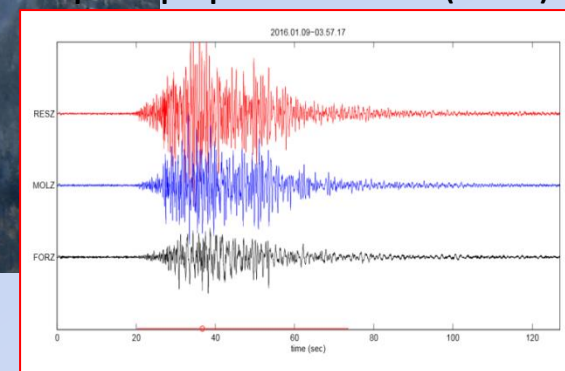
Géométrie 3D du volume éboulé



Positionnement des photos utilisées pour la
reconstruction 3D avant et après



Signal sismique
provoqué par l'éboulement (M=2.2)



→ **Projet Observatoire participatif du Risque Gravitaire du Granier**
ORGG Edytem + ISTERre