



Strombolian seismic activity characterisation using fibre-optic cable and distributed acoustic sensing

JP Métaxian¹, F. Biagioli^{1,2}, E. Stutzmann¹, M. Ripepe², P. Bernard¹, R.
Longo³, A. Trabattoni³, MP Bouin¹, F. Léger¹, G. Plantier³

1 IPGP, Université de Paris

2 LGS, Université de Florence

3 ESEO

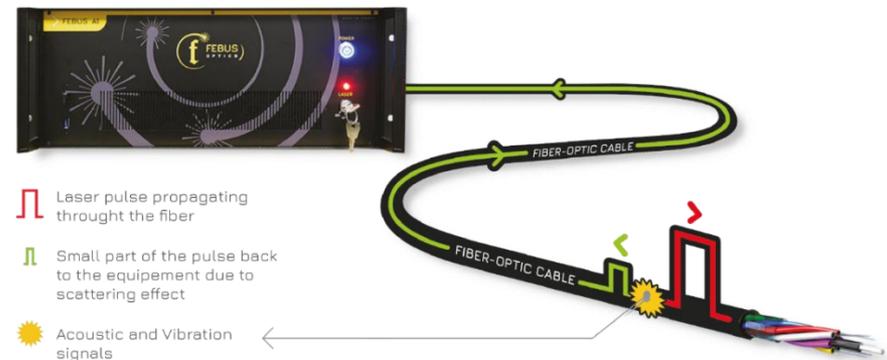


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



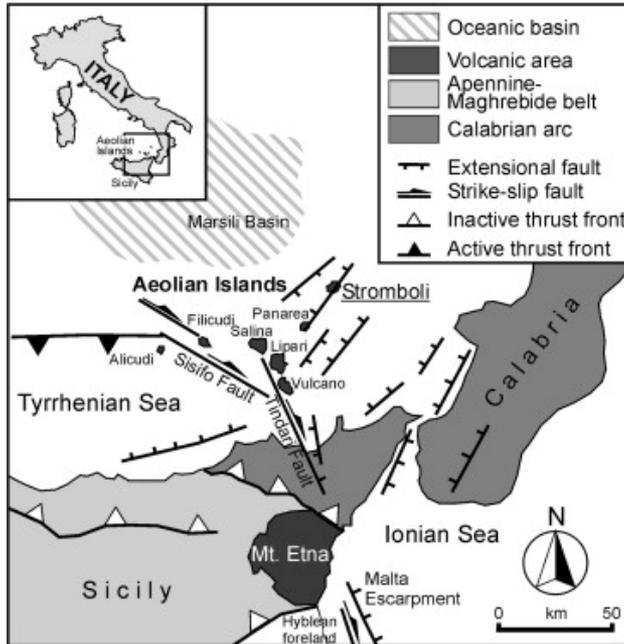
Objectifs du projet (2020-2023)

- Observer des signaux de strain avec de la fibre optique sur un volcan actif
- Caractériser et calibrer le signal enregistré par la fibre en le comparant à des signaux enregistrés par les capteurs inertiels (BB et nodes) ou autre capteur optique (Fabry-Pérot).
- Analyser les processus de couplage avec le sol
- Tester la géométrie de réseaux denses de fibre
- Analyser la propagation du champ d'ondes dans la structure volcanique
- Analyser les processus éruptifs: localisation de sources dans le conduit
- Imager les structures à différentes échelles
- Evaluer les applications pour le risque volcanique (Défense civile italienne)

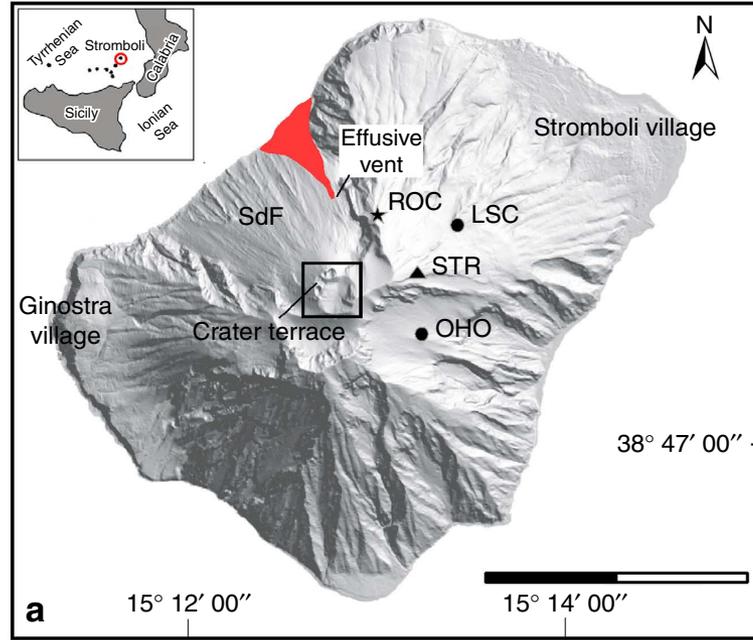


Enregistreur Febus-Optics

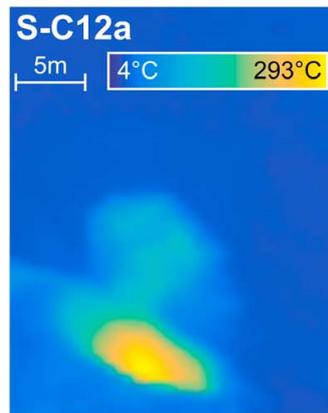
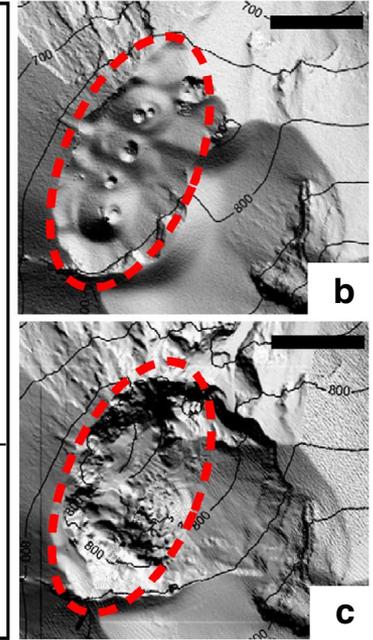
Situation tectonique et dynamique éruptive



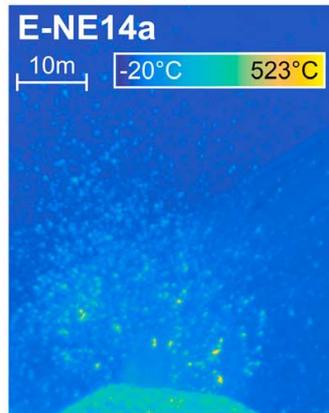
Carazzato et al., 2008



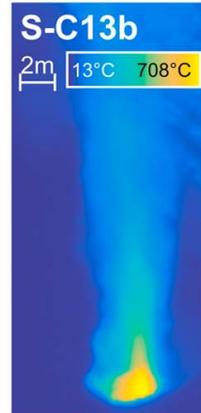
Ripepe et al., 2015



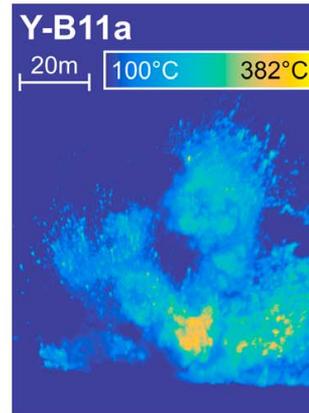
Puffing



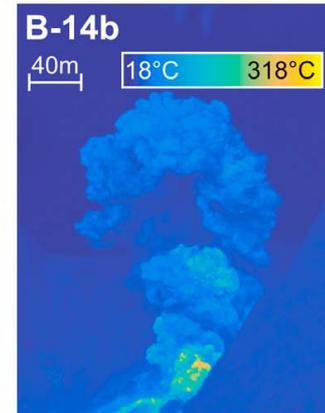
Rapid explosions



Type 0 expl.



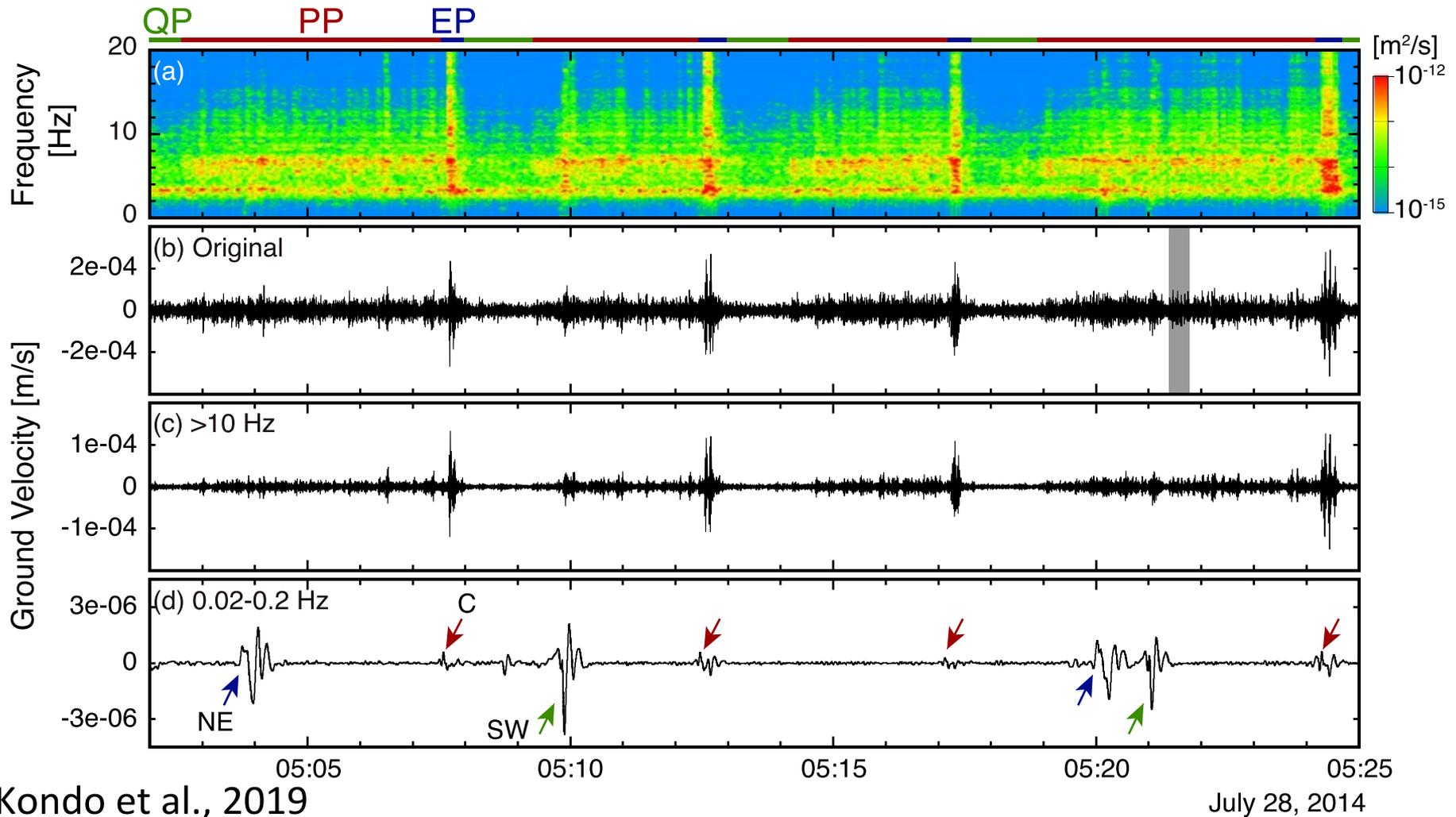
Type 1 explosion



Type 2 explosion

Gaudin et al., 2016

Activité sismique entre 0.02 Hz et 50 Hz



QP: Quiet phase
PP: Puffing phase
EP: Explosion phase

Explosions from:
- North-East
- Central
- South-West craters

Monitoring network

BB seismic sensors, Tilmeters, infrasound sensors, Optic and thermal cameras, SO2 camera, Multigas sensors

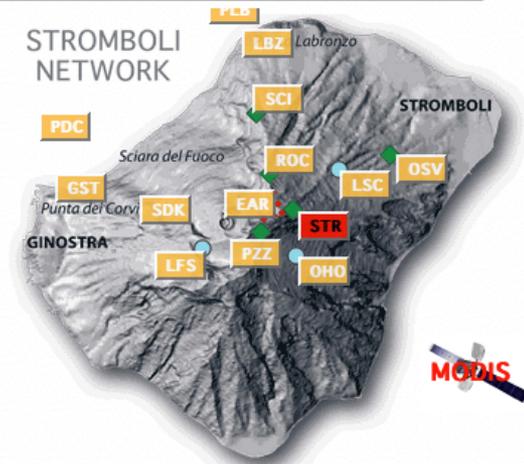
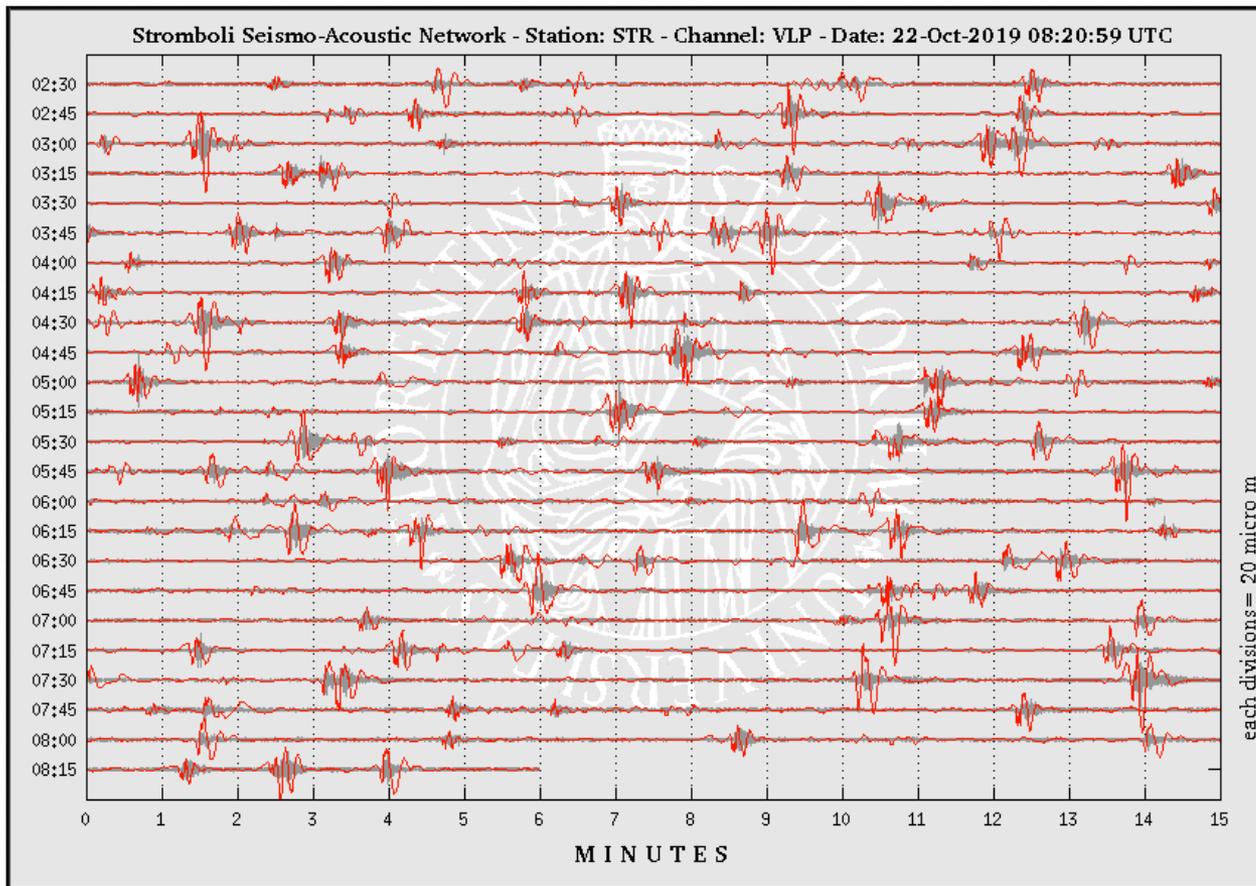


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



Home RESEARCH REPORTS PUBLICATIONS **MONITORING** PARTNERS TEAM NEWS

search...



Station STR

Real time	Seismic U/D
Processing	Seismic N/S
Archive	Seismic VLP
Info	Pressure
Activity Level	
Daily Report	

21/10/2019 - 12:00-18:00

21/10/2019 - 18:00-24:00

22/10/2019 - 00:00-06:00

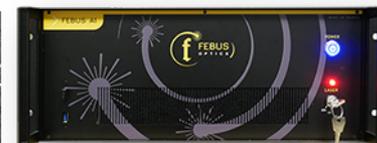
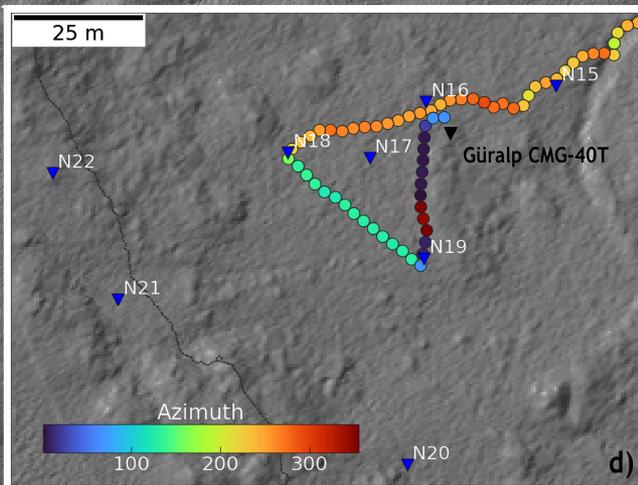
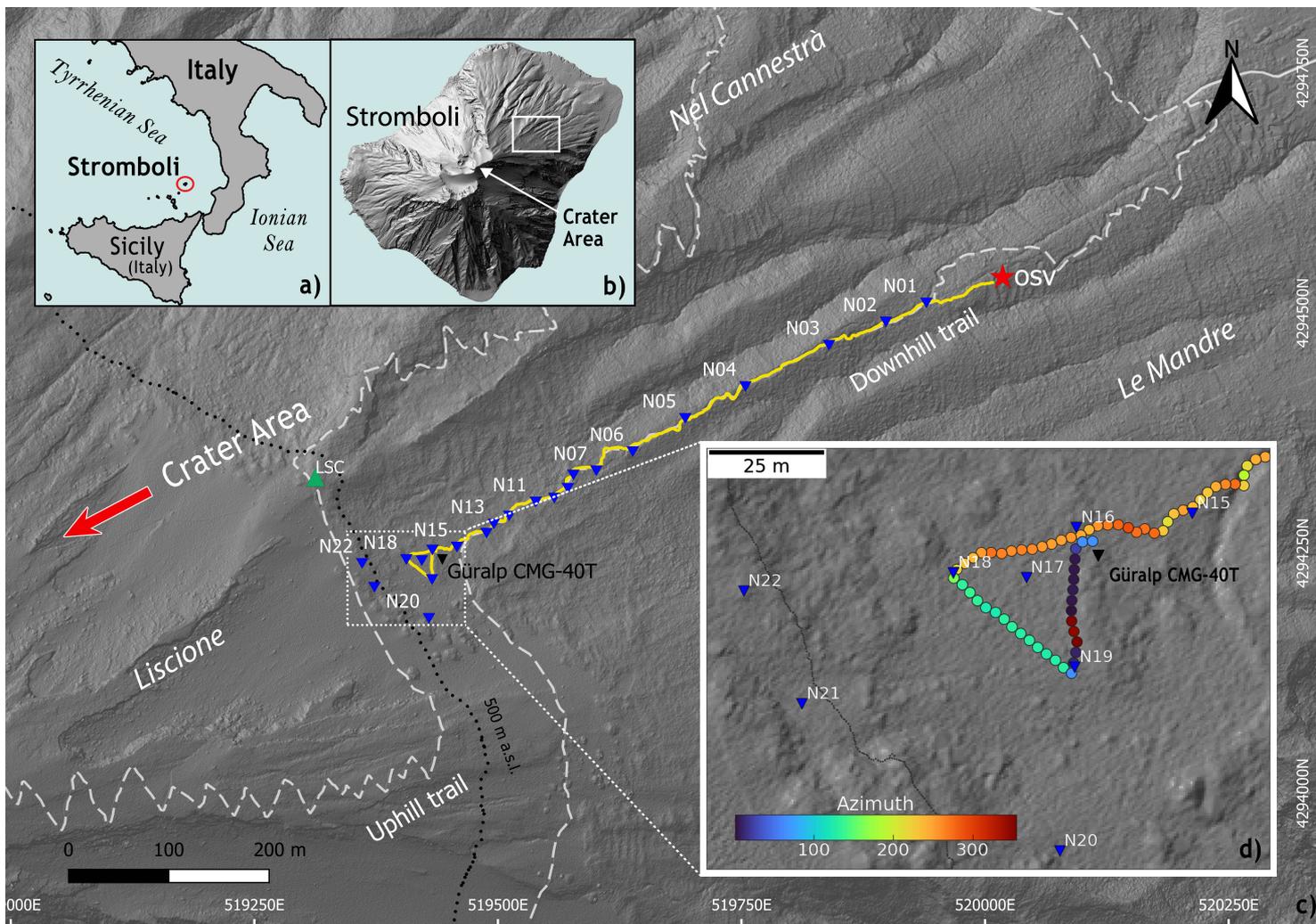
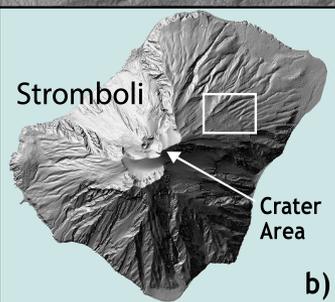
Real-Time

Campagne septembre 2020

1 km de câble (8 fibres, «tight buffered»)

22 nodes 3C (5 Hz):
SmartSolo IGU-16HR 3C (250 Hz)

1 sismomètre (30 s):
Guralp CMG-40T (100 Hz)



DAS interrogator:
Febus A1-R (V3)

Enregistrement:
21-23/09 2020

- Gauge length = 5m
- Echantillonnage spatial = 2.4 m
- Fréquence d'échantillonnage = 200 Hz
- 363 points de mesure
- Orientation du câble en couleurs

Technique d'installation de la fibre



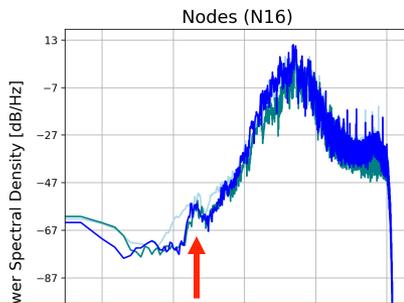
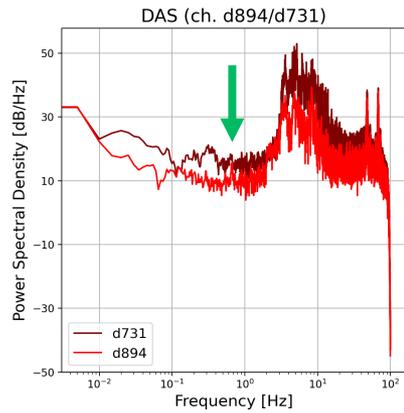
Creuser une tranchée
30-40 cm de profondeur

Dérouler le câble

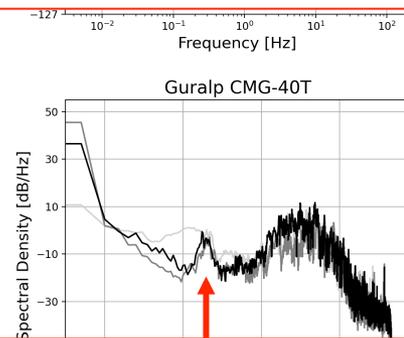
Reboucher et tasser



Contenu spectral

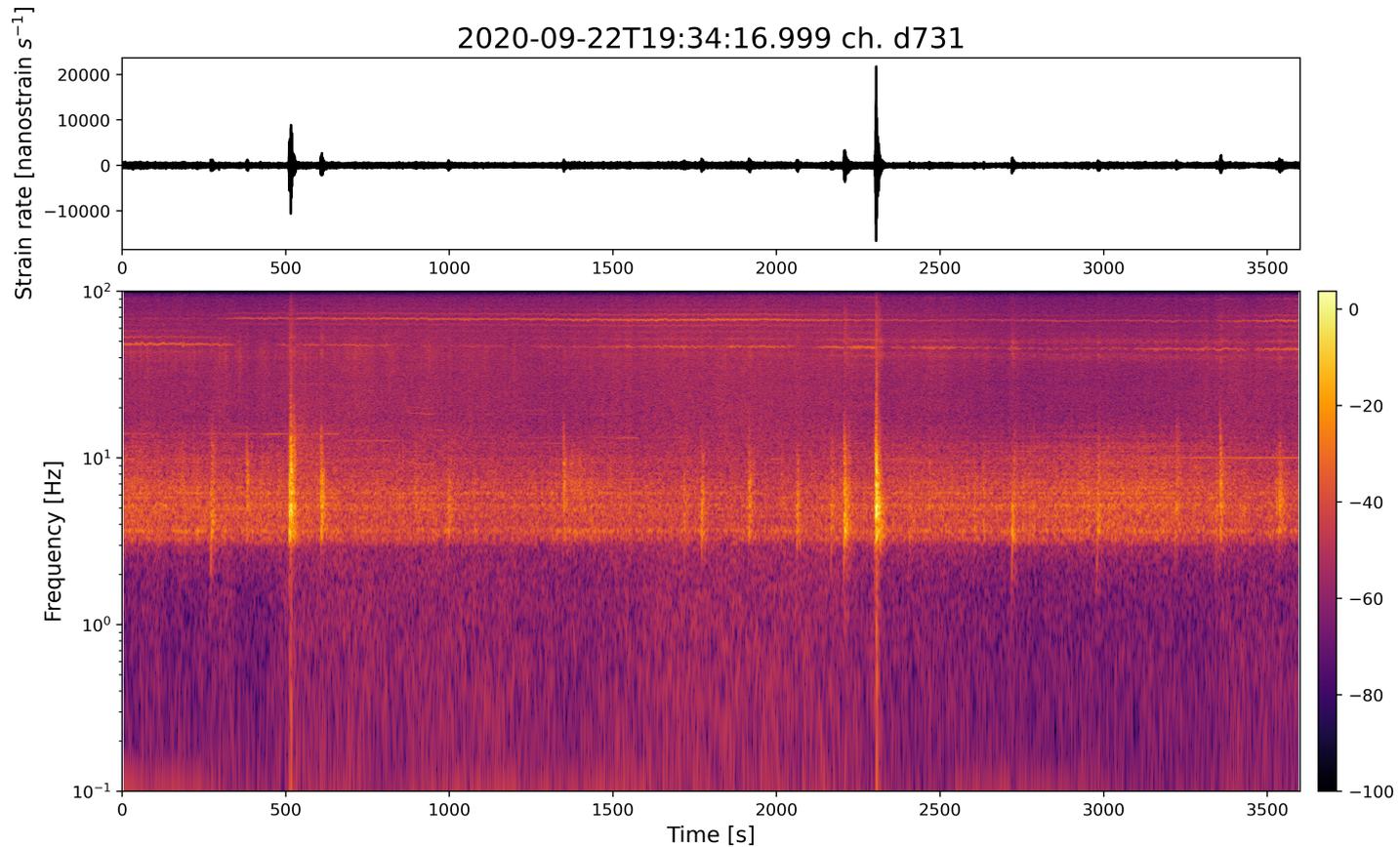


Microséismes secondaires

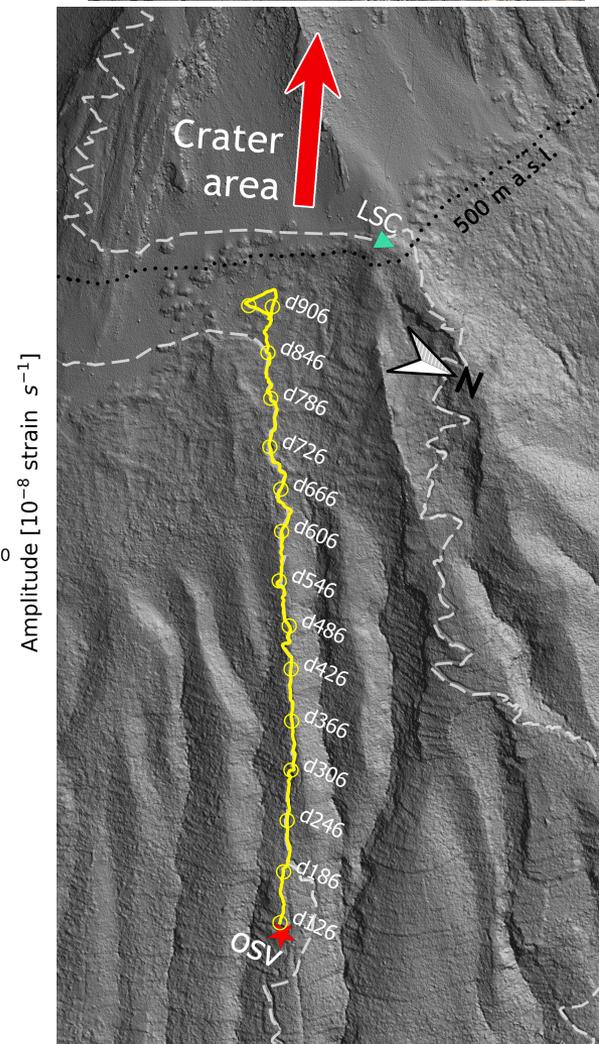
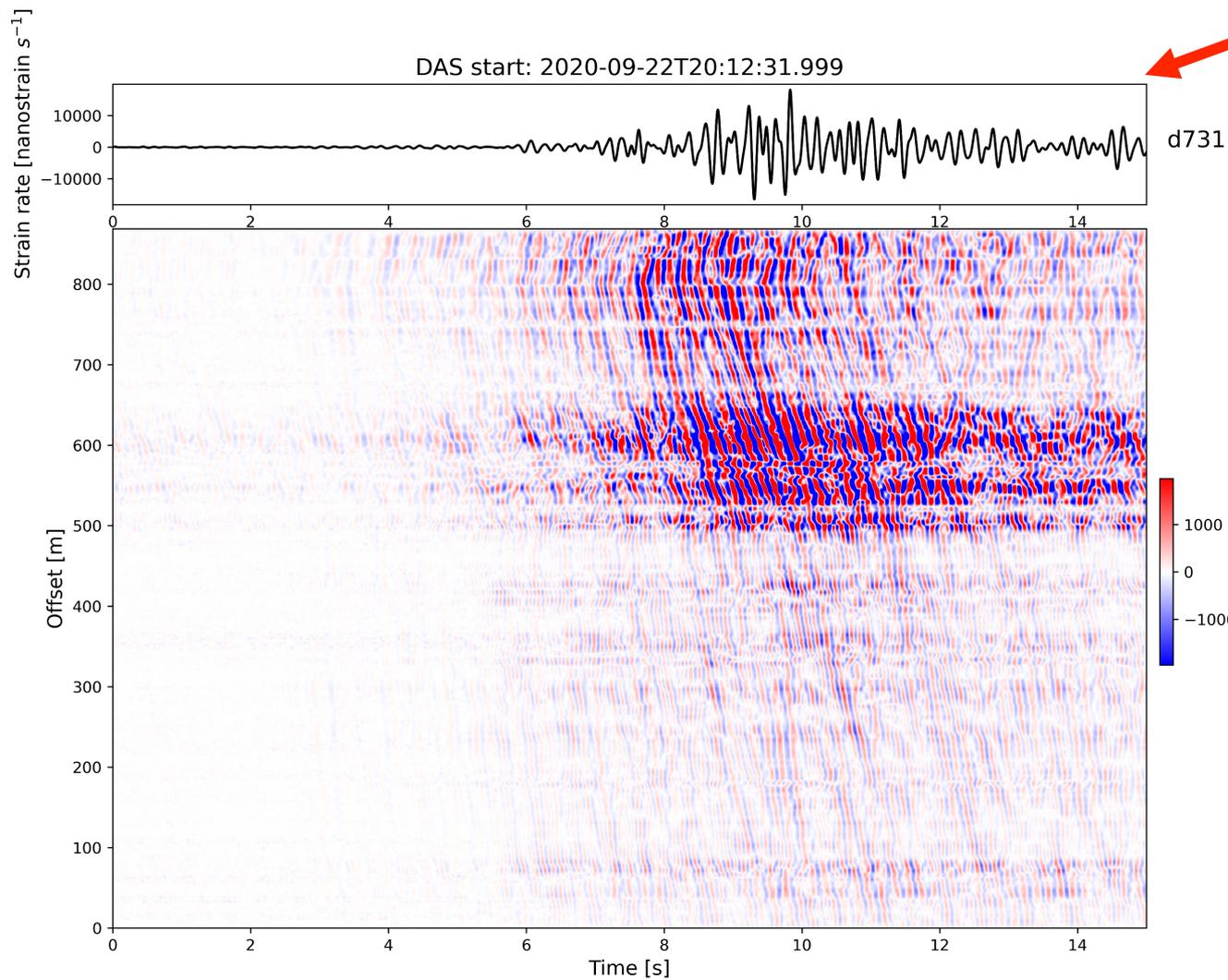


Microséismes secondaires

Mauvaise résolution du DAS a basse fréquence (cut-off à c.3 Hz)



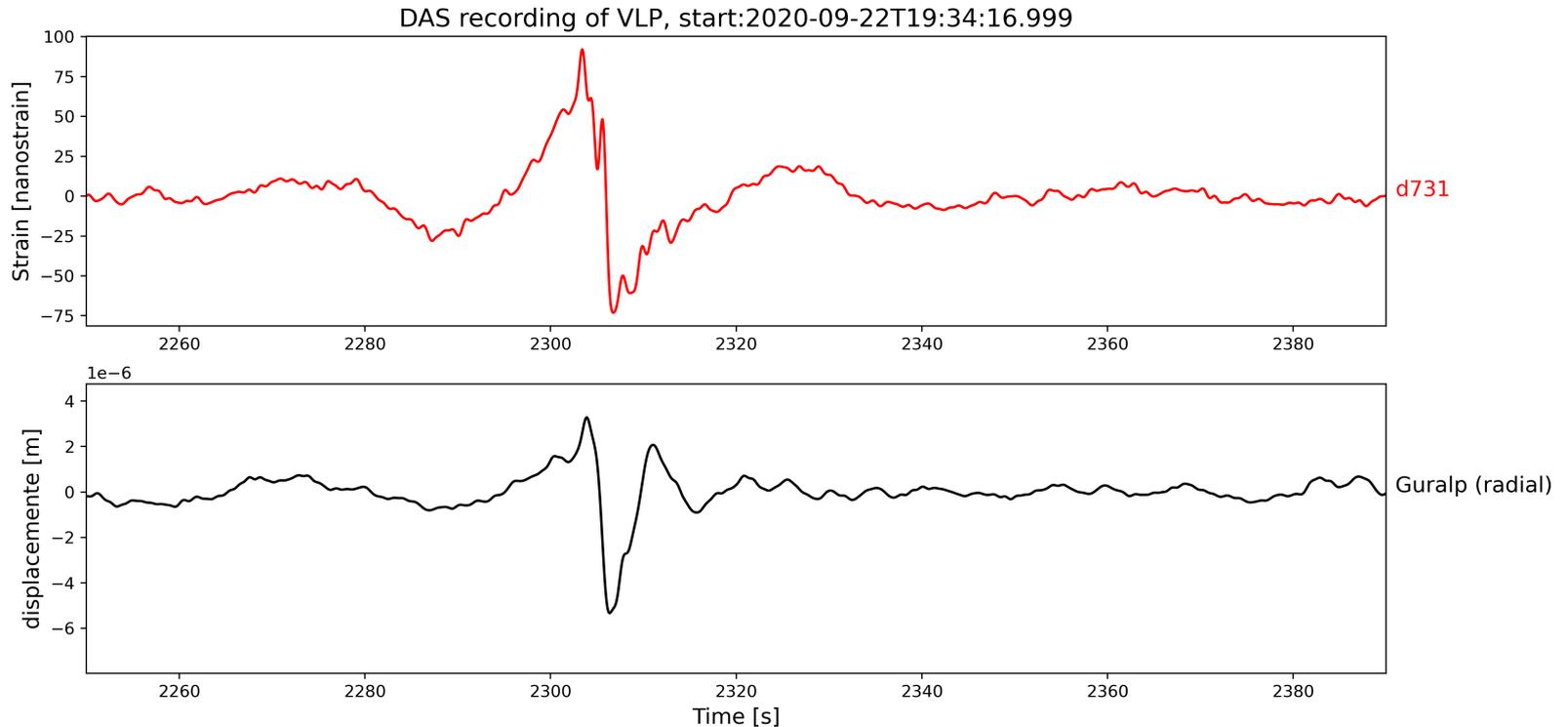
Signal de strain rate d'une explosion



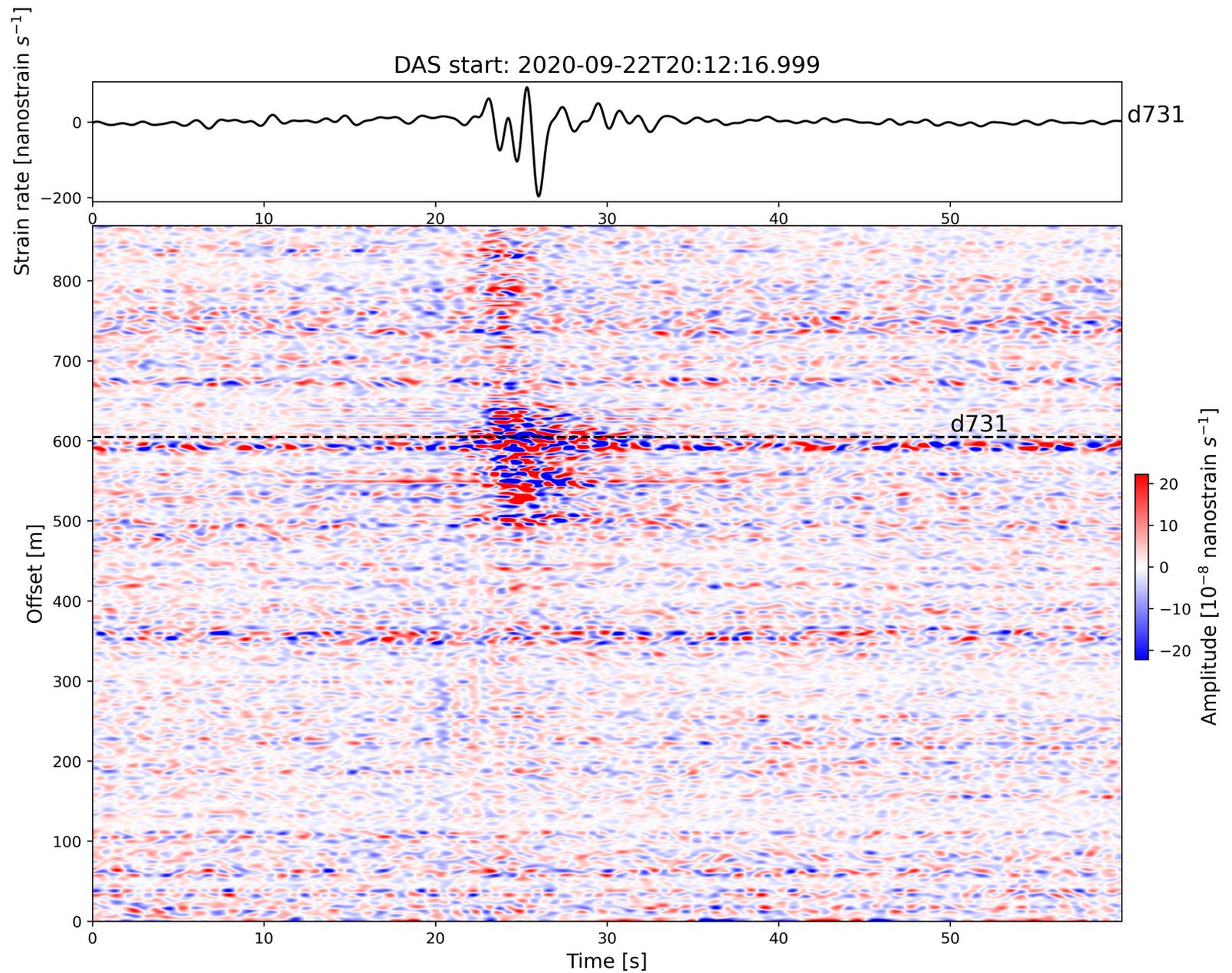
VLP enregistré par le DAS

VLP seismic events:

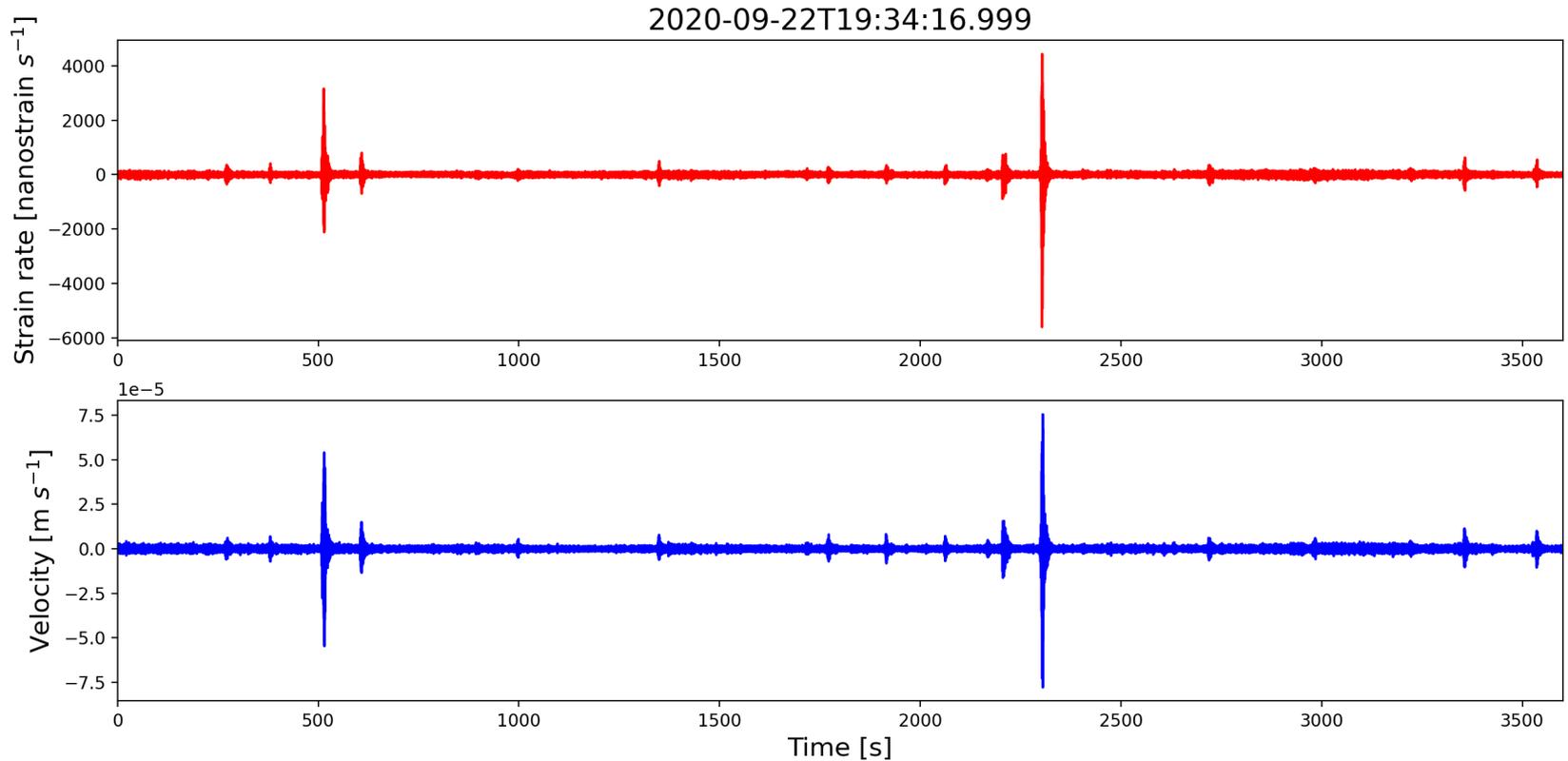
- Filtré entre **0.03-1 Hz**;
- Cycles inflation-déflation-inflation;
- Intimement lié aux processus de coalescence-rising-explosion de grosses bulles de gaz dans le conduit.



Strain rate filtré 0.03 – 1 Hz



Comparaison de formes d'ondes SR vs vitesse

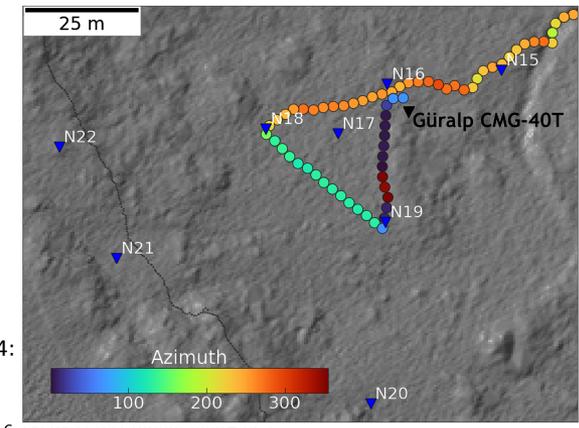
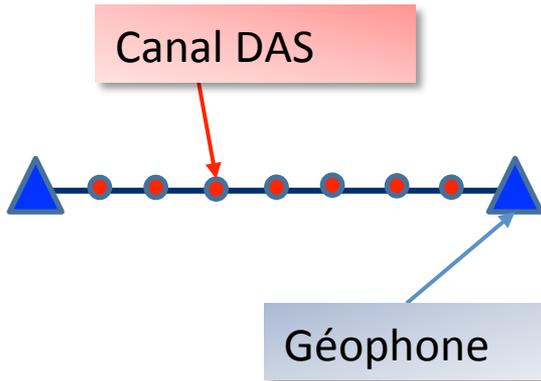


La possibilité d'utiliser les méthodes sismiques classiques dépend de la capacité à convertir de manière fiable les mesures de déformation en mouvements du sol.

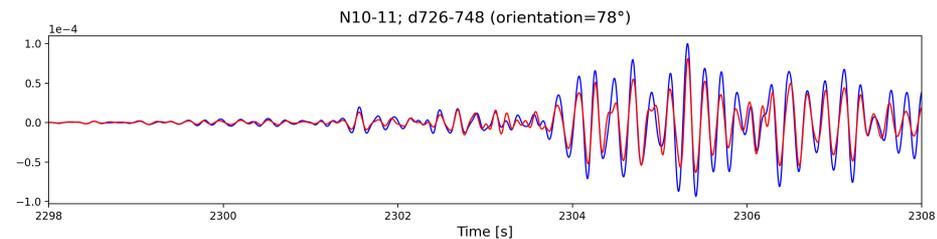
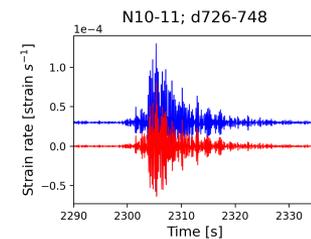
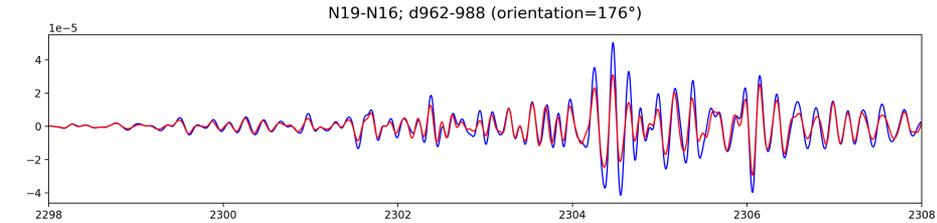
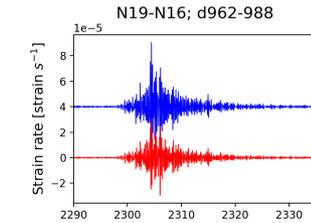
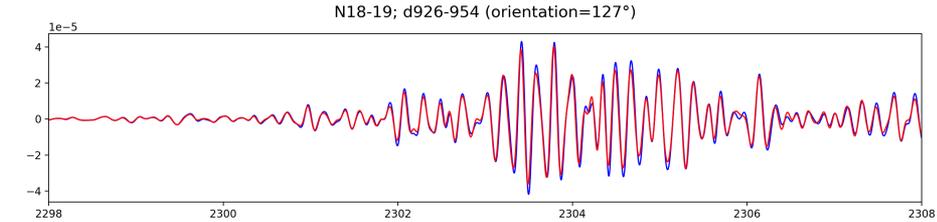
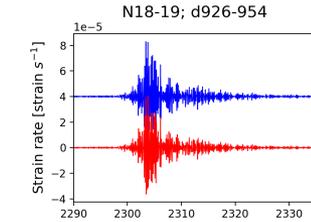
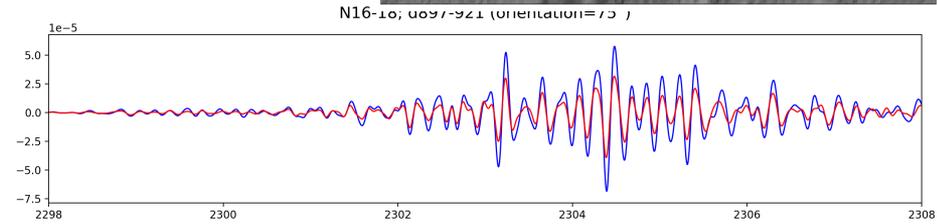
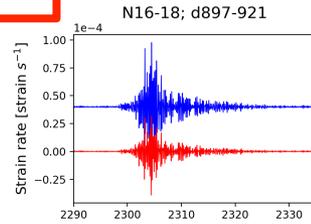
Méthode par différences finies des vitesses

$$\dot{\epsilon} \left[-\frac{(n-1)L_G}{2} \right] + \dots + \dot{\epsilon}[0] + \dots + \dot{\epsilon} \left[+\frac{(n-1)L_G}{2} \right] = \frac{\dot{u} \left(\frac{nL_G}{2} \right) - \dot{u} \left(-\frac{nL_G}{2} \right)}{L_G}$$

Wang et al., 2018



2020-09-22T19:34:

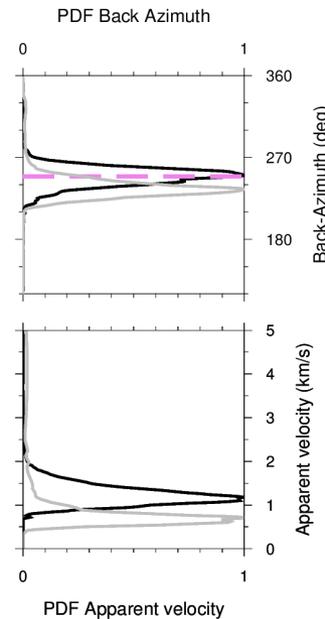
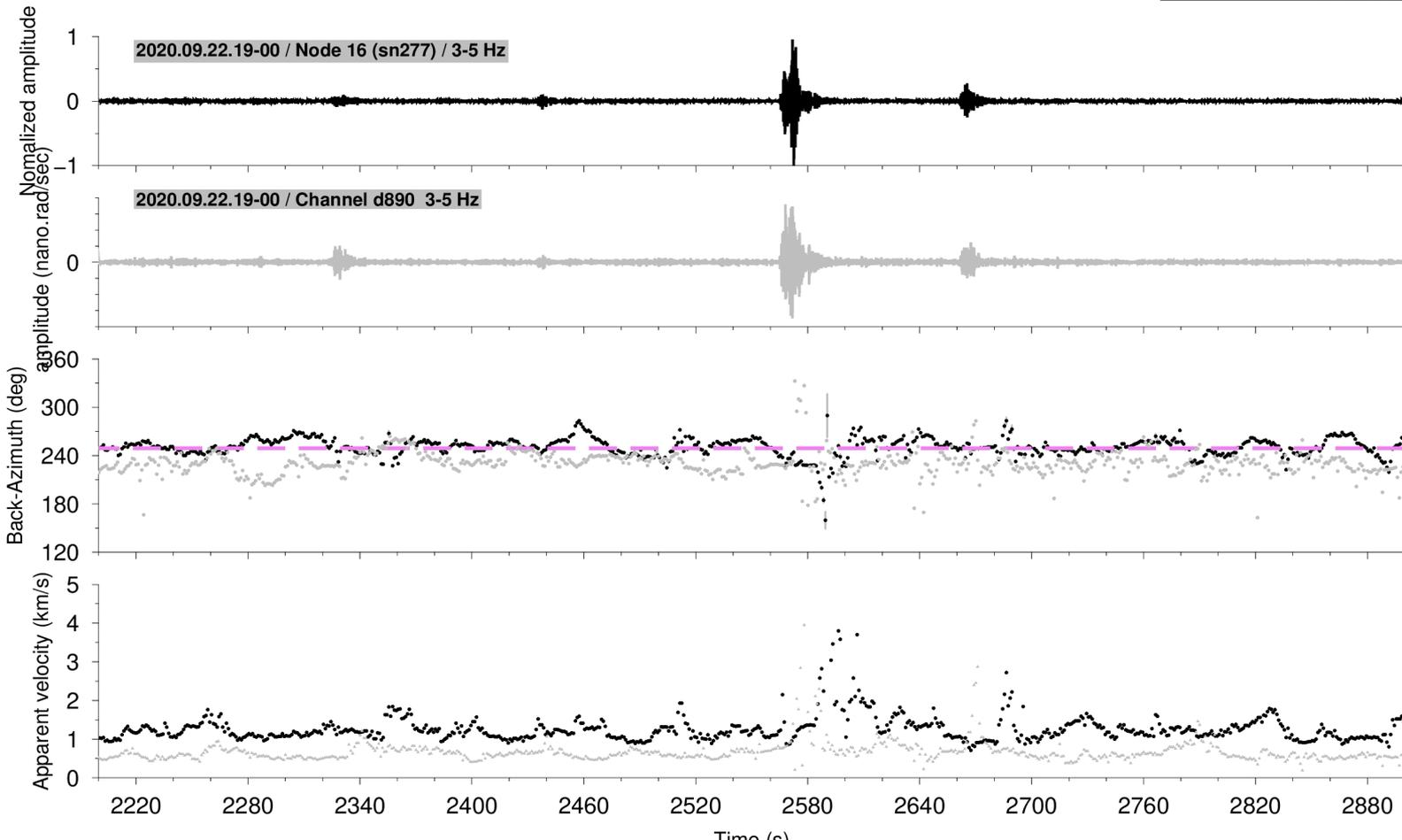
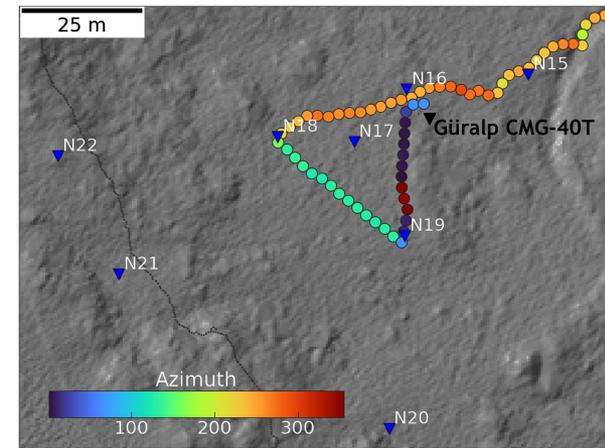


Analyse d'antenne

$$\tau_{ij} = \mathbf{S} \cdot \mathbf{r}_{ij}$$

1) i, j nodes du réseau

2) i, j canaux/segment du réseau



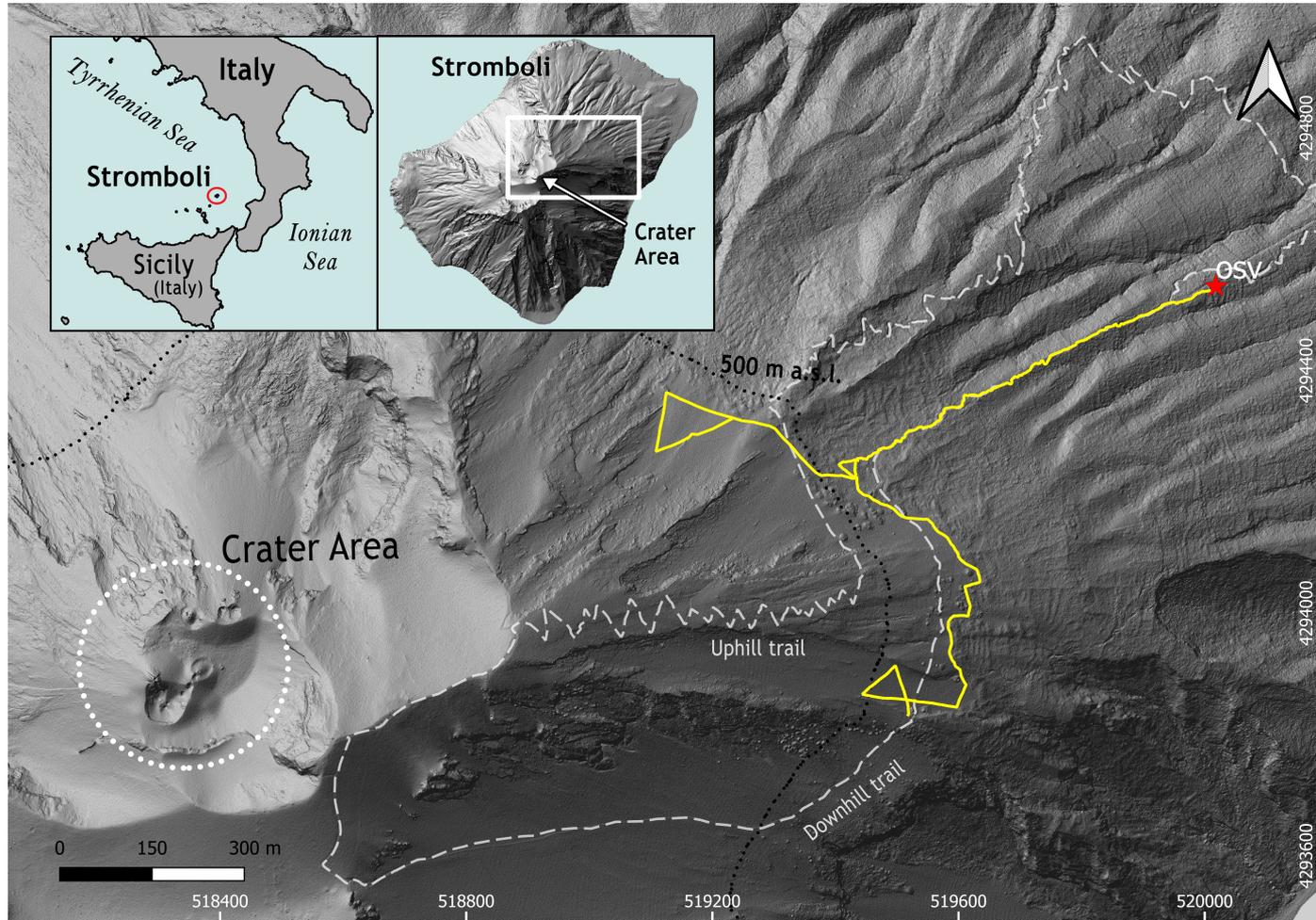
Campagne de mesures 2021 (15/09 – 21/10)

Données:

- 3km de cable x 2 (aller-retour)
- 38 nodes + 3 large bande
- Strain meter optique Fabry-pérot

Objectifs:

- Évolution du couplage avec le temps, la météo, comparaison avec d'autres capteurs inertiels et optiques
- Localisation de l'activité magmatique dans les différents cratères



Conclusions et perspectives

- Déploiement de 3 km de câble à moins d'un km du cratère (ouverture 30°)
- Les formes d'onde de strain mesurées avec le DAS sont bien corrélées avec les formes d'ondes de vitesse mesurées avec les géophones
- Résultats préliminaires d'analyse d'antenne
- Thèse financée par Monidas de Francesco Biagioli (UNIFI-IPGP) 2021-2024
- Différentiation de l'activité des différentes bouches éruptives en localisant les sources éruptives (mesures de décalages temporels)
- Extension du réseau de fibre autour de la zone des cratères septembre 2022
- Activité plus profonde (sous le réservoir magmatique): remontée du magma depuis le réservoir profond (10 km)
- Essais au printemps 2022 avec des 3 OBS
- Extension de câbles optiques en s'éloignant des cratères jusqu'à la mer et sous marins