



HAL
open science

Optical long range instruments for high resolution monitoring of geohazard in harsh environment

Pascal Bernard, Guy Plantier, Philippe Ménard, Mathieu Feuilloy, Romain Feron, Damien Guitton, Guillaume Savaton, Sébastien Deroussi, Yann Hello, Alexandre Nercessian, et al.

► To cite this version:

Pascal Bernard, Guy Plantier, Philippe Ménard, Mathieu Feuilloy, Romain Feron, et al.. Optical long range instruments for high resolution monitoring of geohazard in harsh environment. 5èmes Rencontres Scientifiques et Techniques Résif, Nov 2021, Obernai (67210), France. hal-03482639

HAL Id: hal-03482639

<https://hal.science/hal-03482639>

Submitted on 16 Dec 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Optical long range instruments for high resolution monitoring of geohazard in harsh environment



P. Bernard¹, **G. Plantier**², P. Ménard², M. Feuilloley², R. Feron², D. Guilton², G. Savaton², S. Deroussi¹, Y. Hello³, A. Sladen³, A. Necessian¹, R. Moretti¹, F. Boudin⁴, A. Lemarchand¹, J-P. Metaxian¹, R. Longo², M. Ripepe⁵, T. Pommeau², E. Stutzmann¹, A. Trabattoni², M.-P. Bouin¹, F. Légré¹

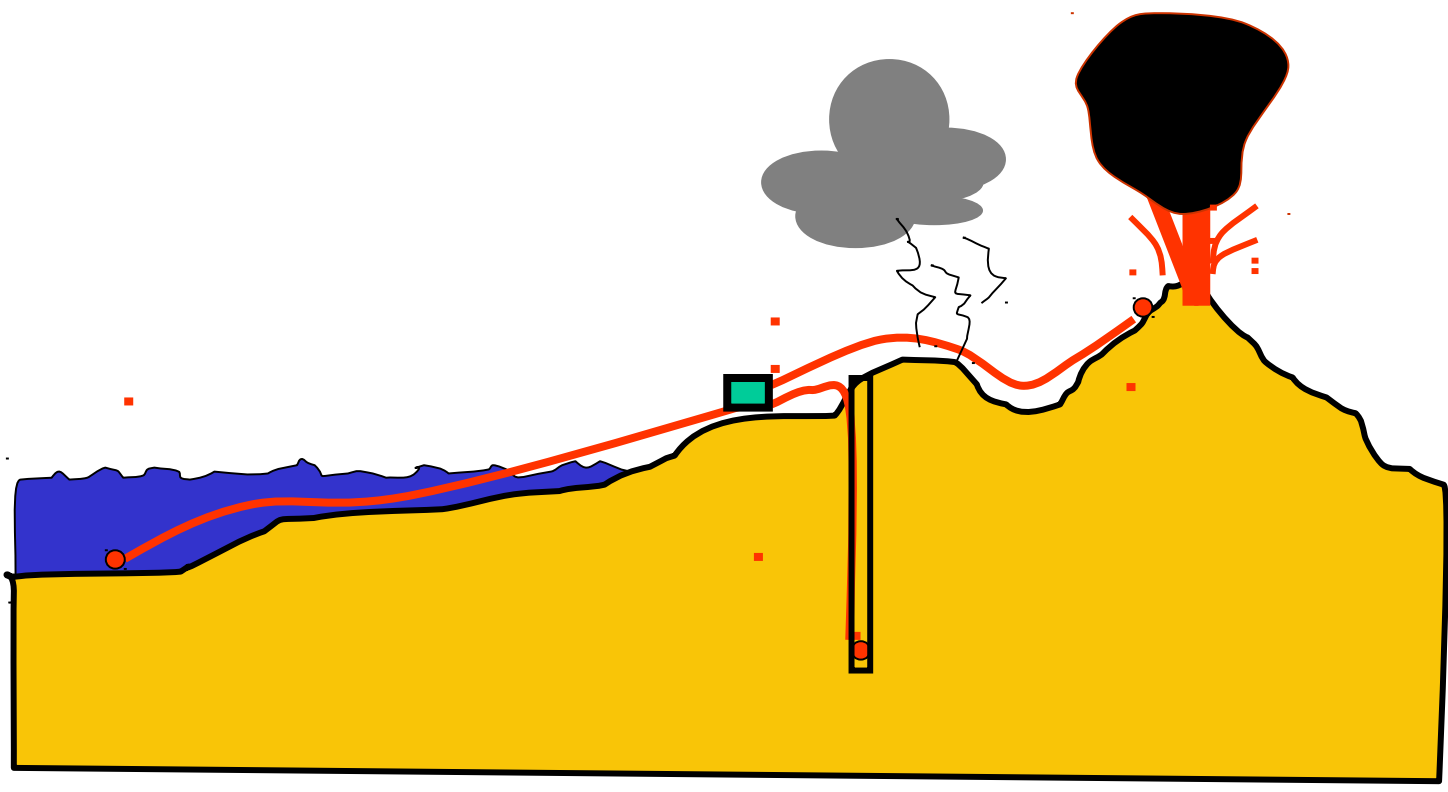
¹ IPGP; ² ESEO Angers; ³ Géosciences Azur; ⁴ ENS Paris; ⁵ Università di Firenze

In many areas with high telluric hazard, our understanding of the seismogenic and mechanical processes is limited by the difficulty or impossibility to deploy arrays of high performance seismometers or of other geophysical sensors, due to high cost (e.g. offshore) and/or hazard (e.g., lightning, active volcano, high T in boreholes...) of the maintenance.

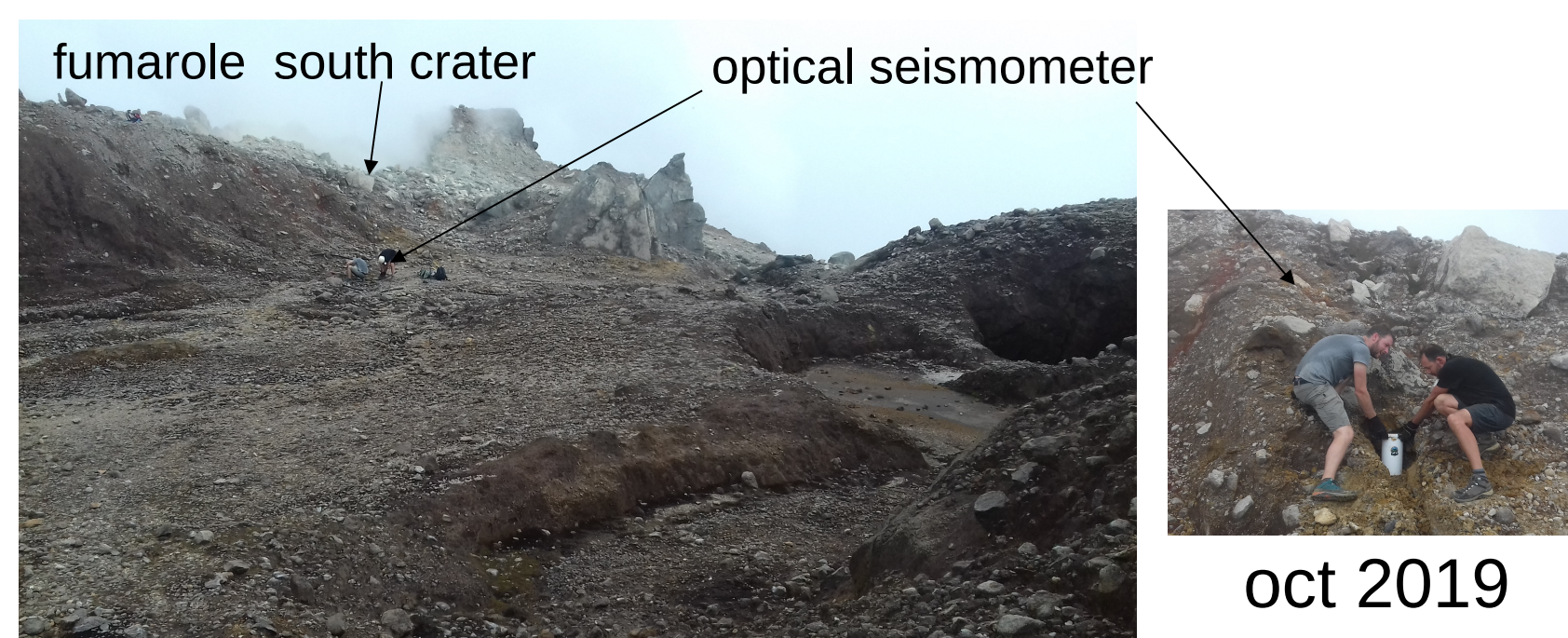
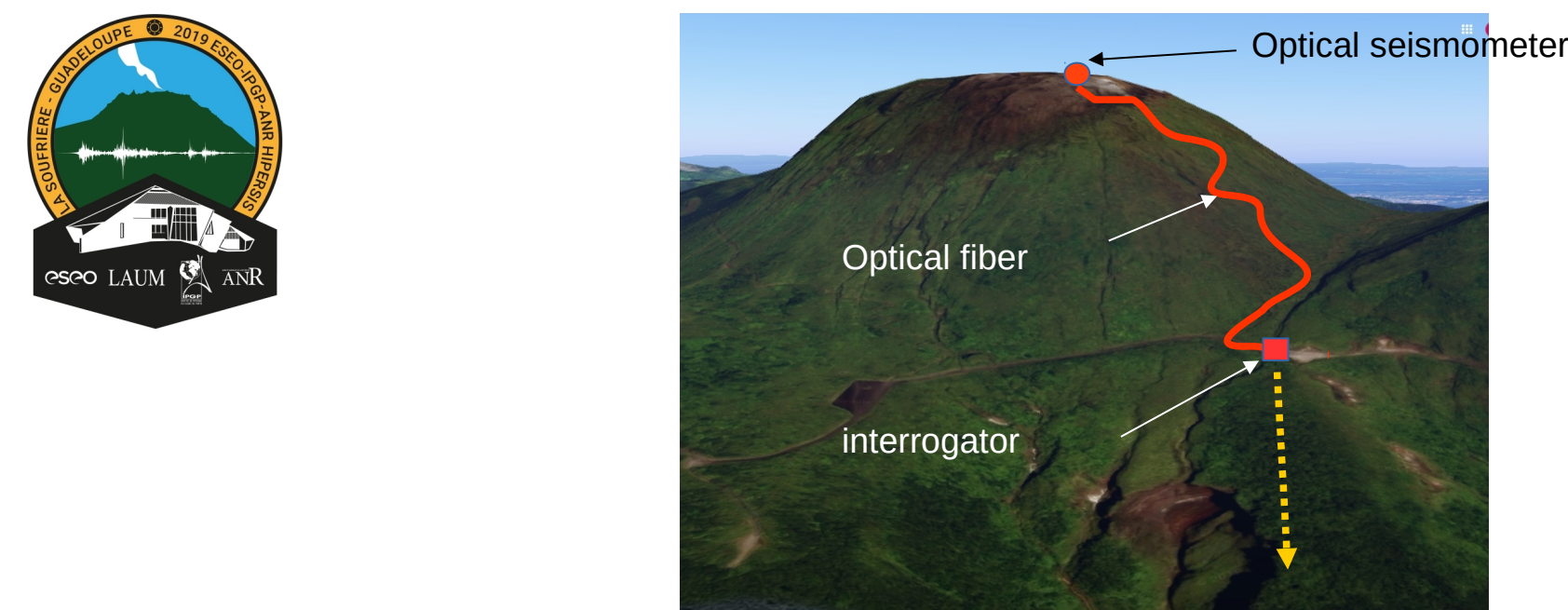
This led us to develop several optical instruments: the principle is to separate, by a long (plurikilometric) optical fiber, the robust mechanical part of the sensor from the opto-electronic part. The latter interrogates the sensor through the long fiber and measures its internal deformation with Fabry-Perot (FP) interferometry. First seismometer and tiltmeter prototypes were qualified in 2012 (ANR LINEs, coord. J. Chery), and tiltmeters and pressiometers are further developed by GM and ENS (F. Boudin). These instruments could also be of interest for geindustries (geothermy, mining, storage...).

Below we present the most recent **ESEO-IPGP optical instruments**, and their successful installation in the field:

- one permanent seismometer at the top of La Soufrière volcano - 1.5 km long fiber - since 10/2019 (ANR HIPERSIS)
- one permanent ocean-bottom seismometer offshore Les Saintes, Guadeloupe, since 06/2021 (FIBROSAINTEs, Interreg Caraïbe PREST) - 5 km long fiber, buried by a plow from GEOAZUR
- one temporary prototype strainmeter on the Stromboli volcano (2.5 km cable from ANR MONIDAS)

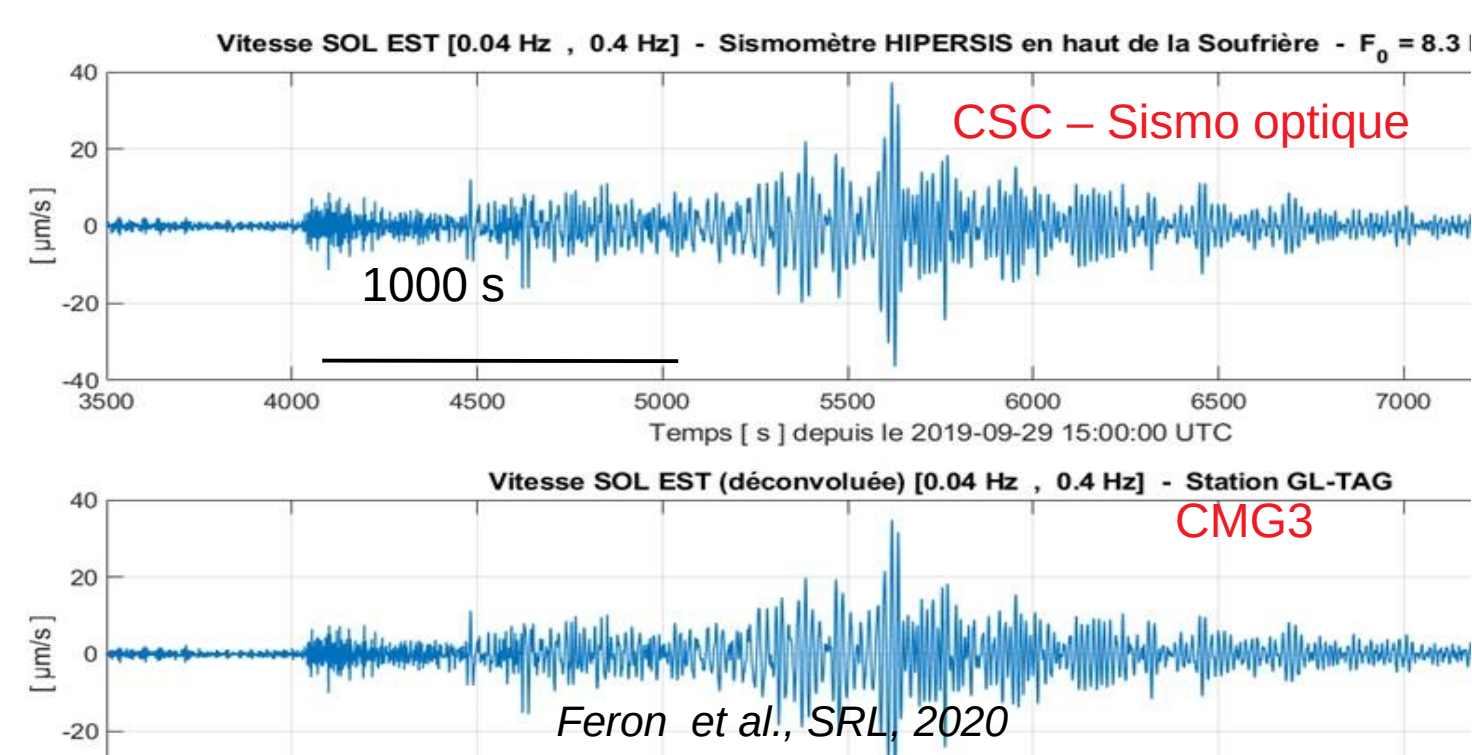


LA SOUFRIERE: sismomètre optique, CSC

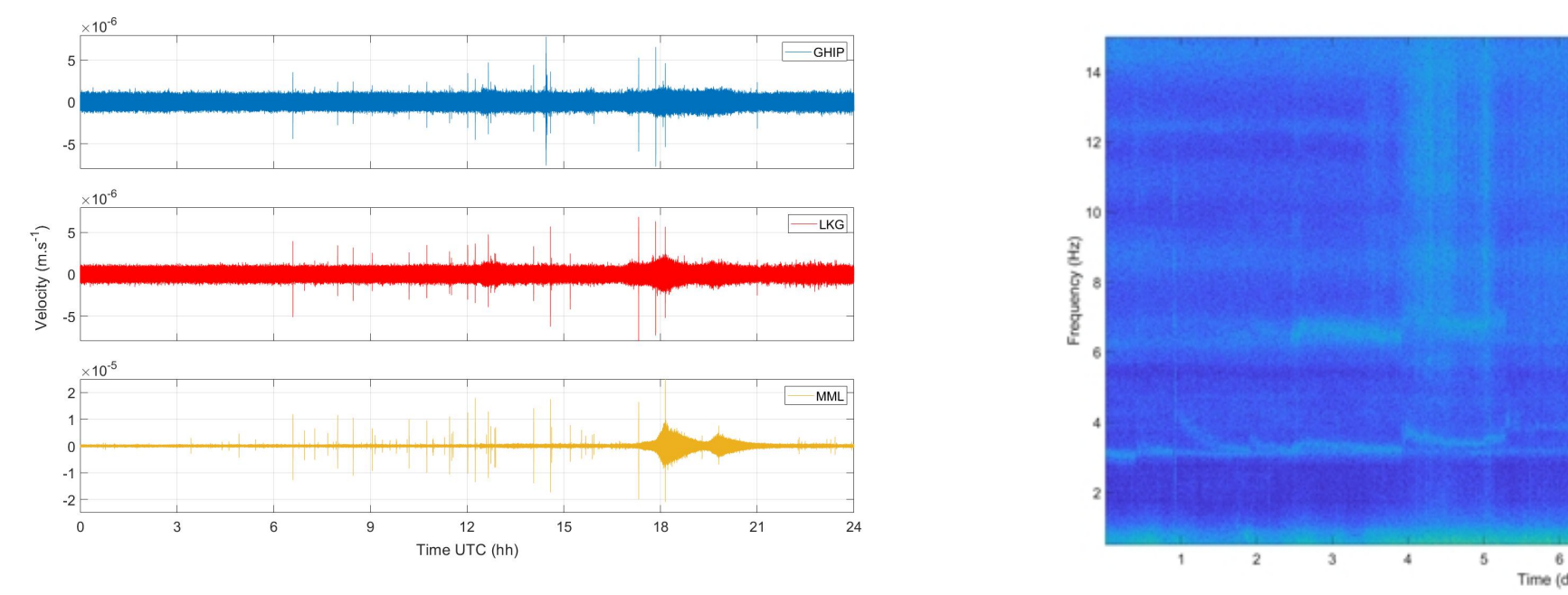


Cable optique enterré au sommet :
- Temp → 120°C
- acide sulfurique des fumarolles : protection PTFE
Cable optique en aérien sur les pentes

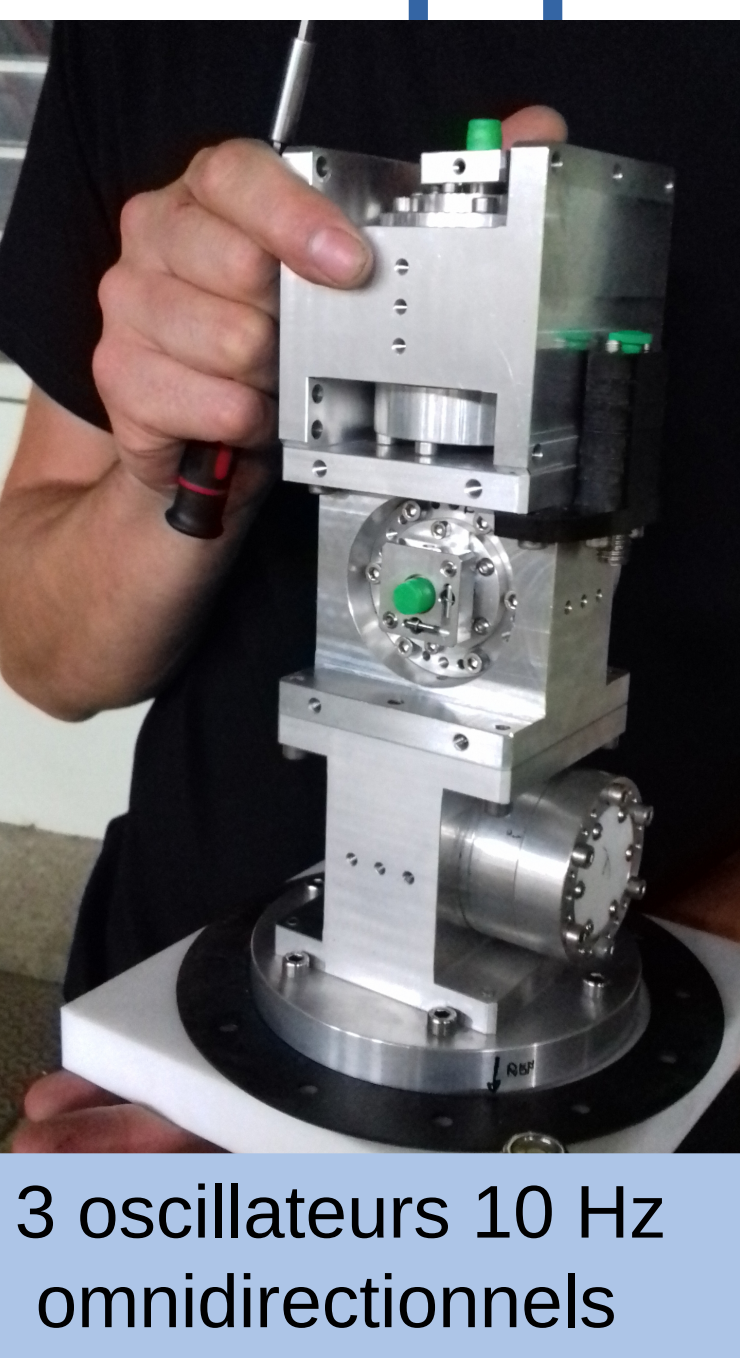
M=6.8, Chile, 2019



Cible: essais de microsismicité à la base du dôme et trémors de l'activité hydrothermale (fumarolles)

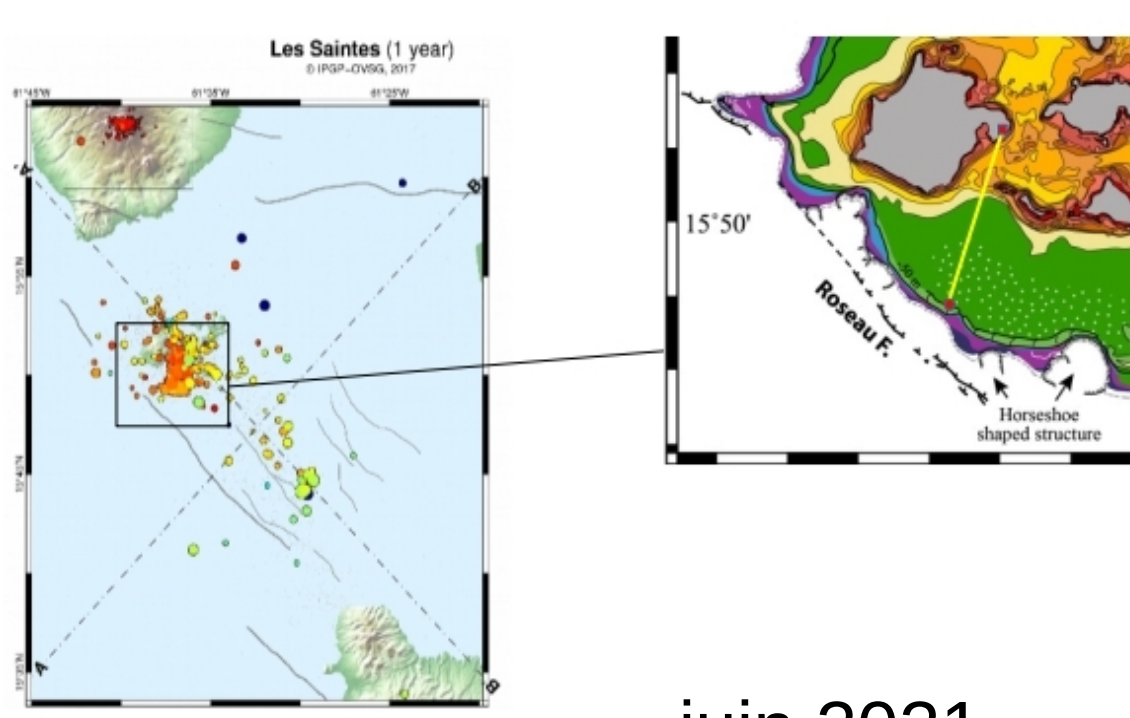


Prototype ESEO-IPGP
Interrogateur optique ESEO
Sismomètre = oscillateur 10 Hz
2 réflexions Interférométrie Fabry Perot

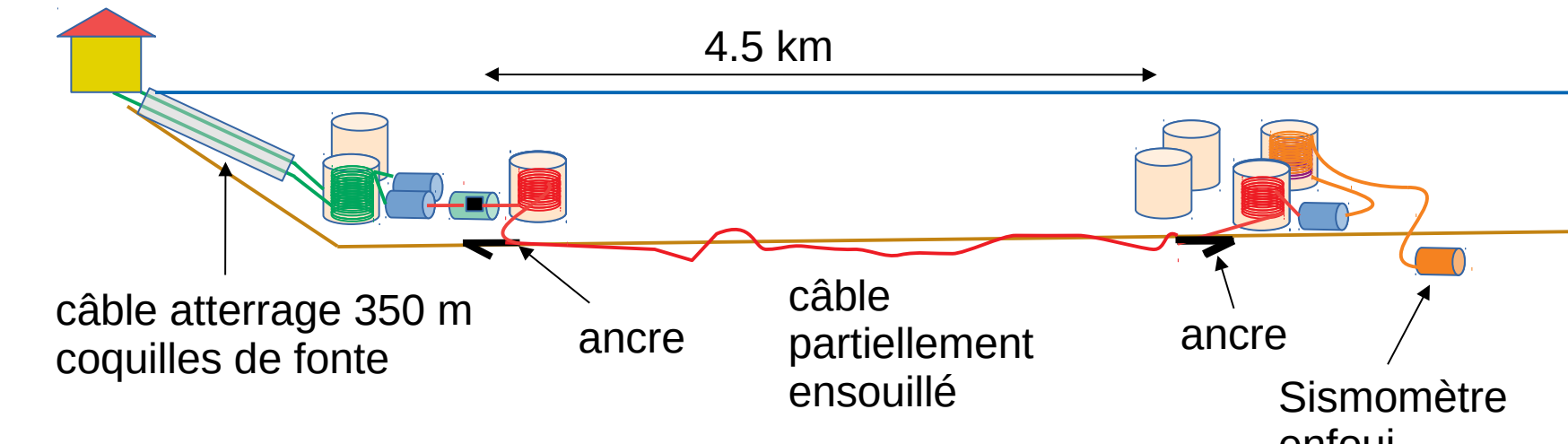
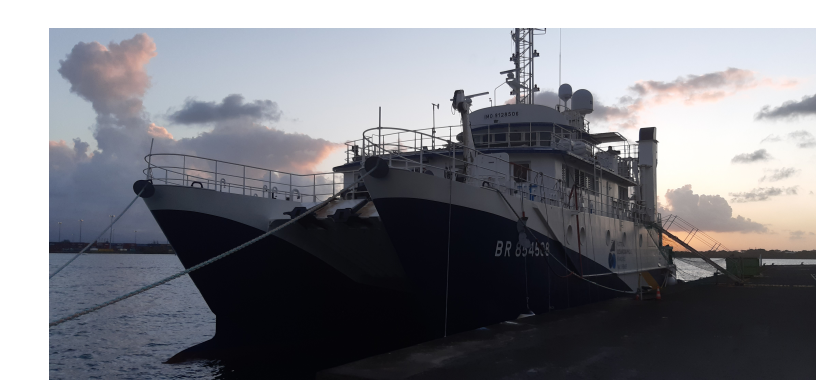


3 oscillateurs 10 Hz omnidirectionnels

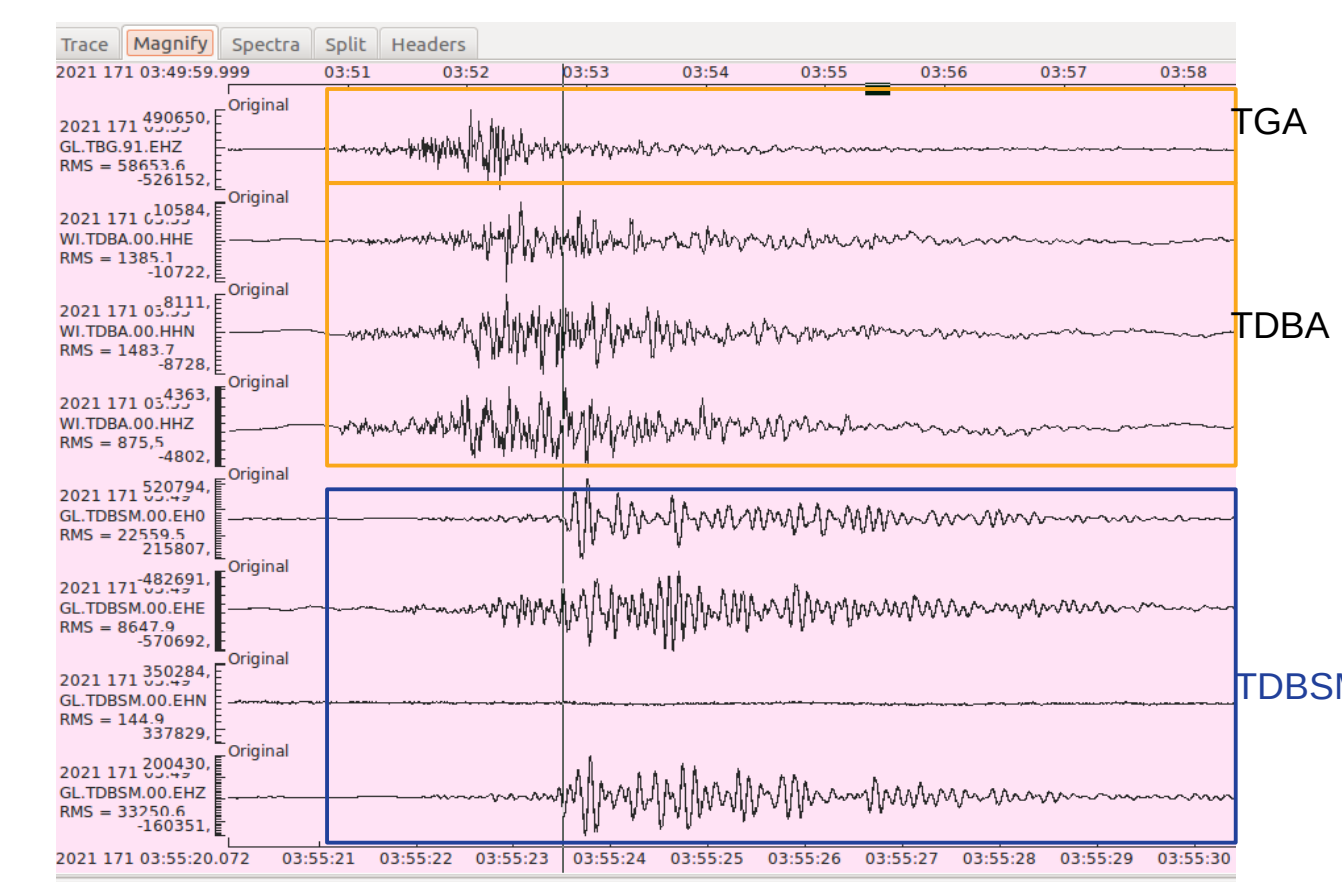
LES SAINTES: OBS optique, TDBSM



Campagne FIBROSAINTEs
- navire Antea
- charrieuse de GEOAZUR
Chef de mission:
Y. Hello, GEOAZUR



Cible: essais de microsismicité de l'archipel des Saintes (séisme M6.3 en 2004)



Sismomètres optiques CSC (depuis 10/2019) et TDBSM (depuis 06/2021) :
- conversion mseed, télémetrie temps-réel (4G) vers l'observatoire de Guadeloupe (OVSG)
- Intégration des données dans l'analyse de routine de détection et localisation

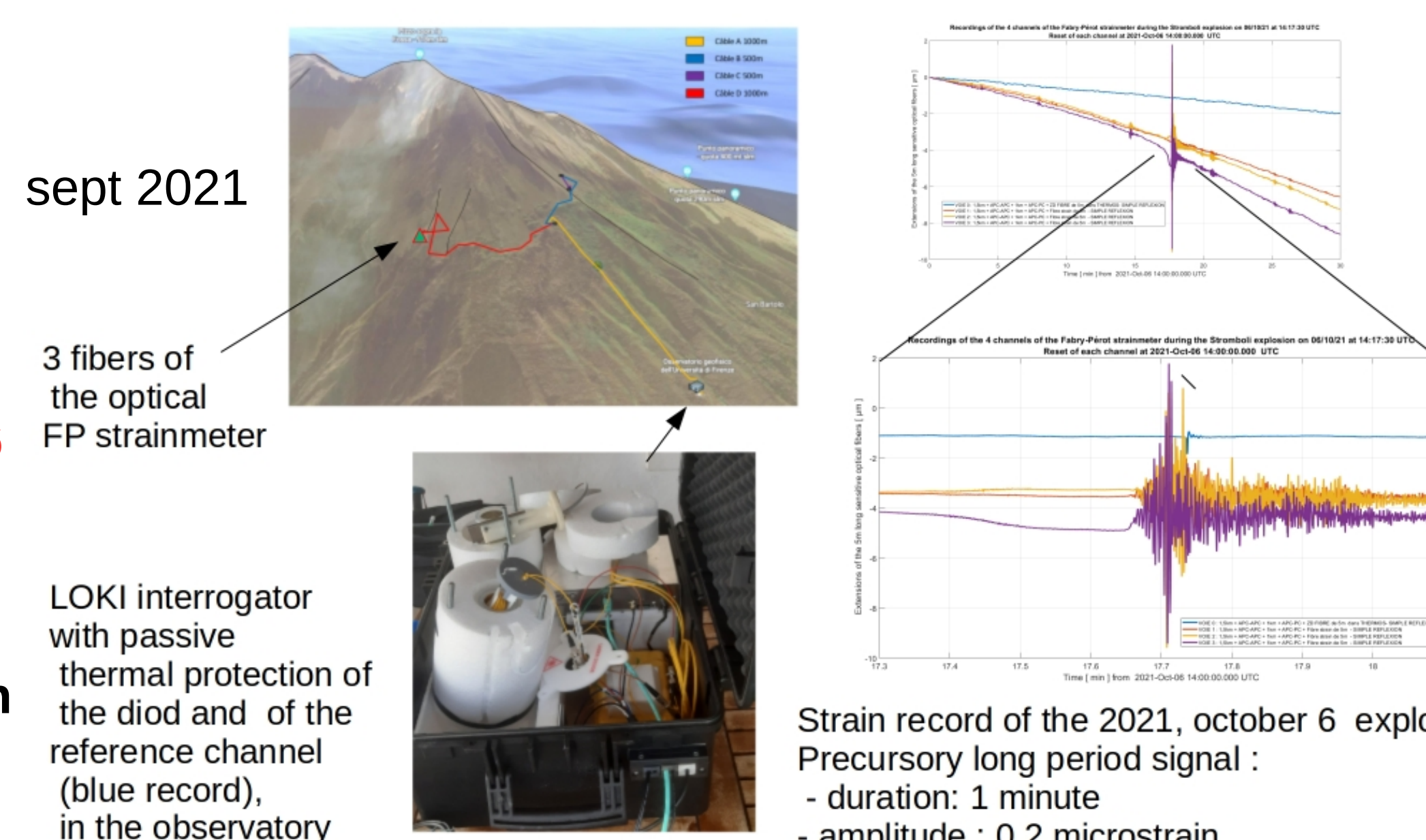
STROMBOLI: extensomètre optique

Prototype ESEO-IPGP
Interrogateur optique ESEO
Extensomètre = Fibre optique de 5 m enterrée en tranchée
2 réflexions Interférométrie Fabry Perot

3 composantes de déformation lors de l'explosion majeure du 6 octobre 2021 :

→ extension radiale de 0.2 microradians, débutant 120 s avant l'explosion

Cible: les précurseurs de déformation pour les explosions majeures



Strain record of the 2021, October 6 explosion. Precursory long period signal :
- duration: 1 minute
- amplitude: 0.2 microstrain

Interrogateur ESEO: 6 W, 4 comp., testé sur 30 km fibre (→ 50+ km)

Capteurs optiques qualifiés :

- ESEO-IPGP: sismomètre terrestre, OBS
- ENS: inclinomètre longue base terrestre; - GM: inclinomètre de forage

Capteurs en construction et tests:

- ESEO-IPGP: extensomètre
- ENS : inclinomètre hydrostatique fond de mer et de forage horizontal,
- pressiomètre sous-marin (F. Boudin)
- GM : extensomètre de forage (J. Chery)

En R&D:

- ESEO-IPGP: hydrophone, électromètre, sismomètre de forage

Sites d'installations prévues:

- Stromboli (col. Univ. Firenze): extensomètre (2022)
 - Mine active profonde, Suède (coll. INERIS) – projet FIMOPTIC : extensomètres (2022)
 - Les Saintes - projet PREST): inclinomètre et pressiomètre sous-marin (2022)
 - Corinthe – projet ANR FIMOPTIC ; sismomètre de forage, extensomètres (2023)
 - Mayotte – projet PIA3 MARMOR : sismomètre fond de mer et pressiomètre (2024)
- Perspectives pour RESIF:**
- Soufrière de Guadeloupe: sismos, électromètre, extensomètre,...
 - Les Saintes: hydrophone

..... et bien d'autres possibles... (aléa tellurique, géoindustries, géothermie, ...)

Toute proposition de nouveau site d'application est bienvenue !!!

Bernard et al., 2019, Onland and Offshore Extrinsic Fabry-Perot Optical Seismometer at the End of a Long Fiber, Seismol. Res.Lett., 90 (6): 2205-2216.

Feron et al., 2020, First Optical Seismometer at the Top of La Soufrière Volcano, Guadeloupe, Seismological Research Letters (2020) 91 (5): 2448-2457.

Hello et al., 2021, Installation of an Innovative Passive Optical Fiber Seismological Monitoring Network in Guadeloupe, AGU Fall Meeting, 2021