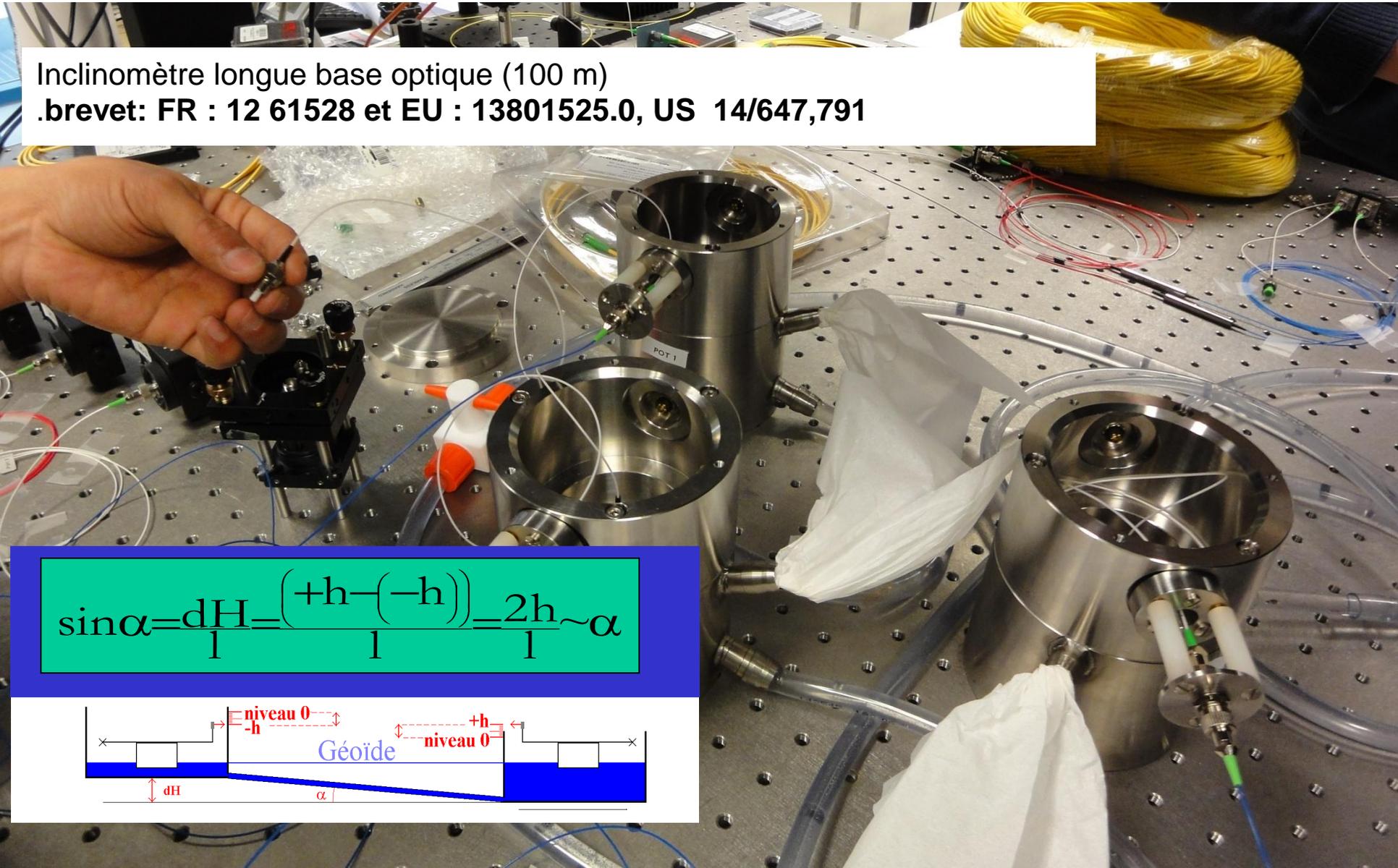


Inclinomètres longue base et capteurs de pression couplés à un interféromètre et déportés par fibres optiques

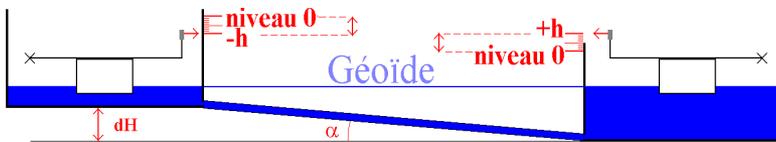
(P. Bernard / A. Nercessian / F. Boudin)

Inclinomètre longue base optique (100 m)

.brevet: FR : 12 61528 et EU : 13801525.0, US 14/647,791

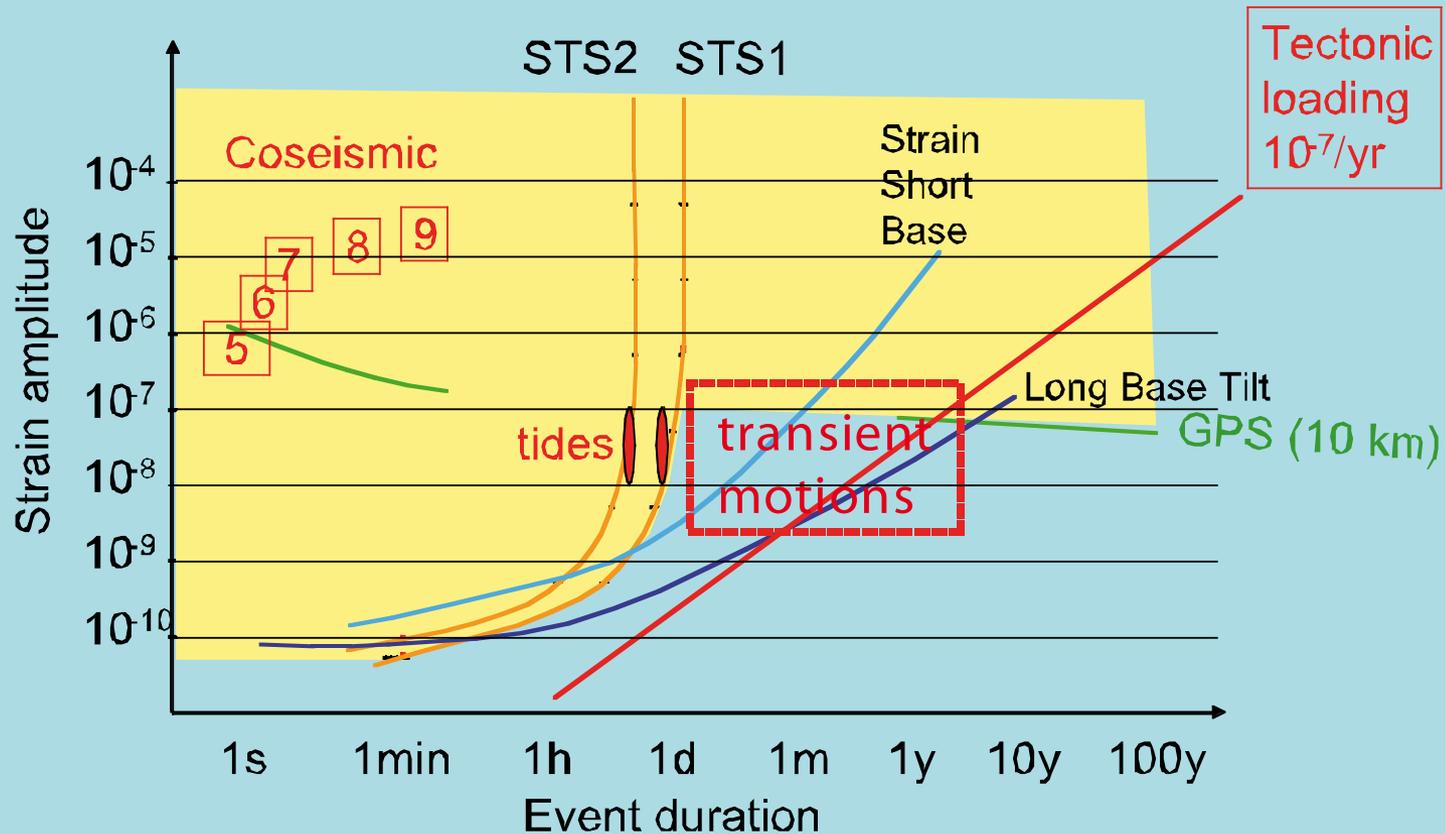


$$\sin \alpha = \frac{dH - \left(\frac{+h - (-h)}{1} \right)}{1} \sim \alpha$$

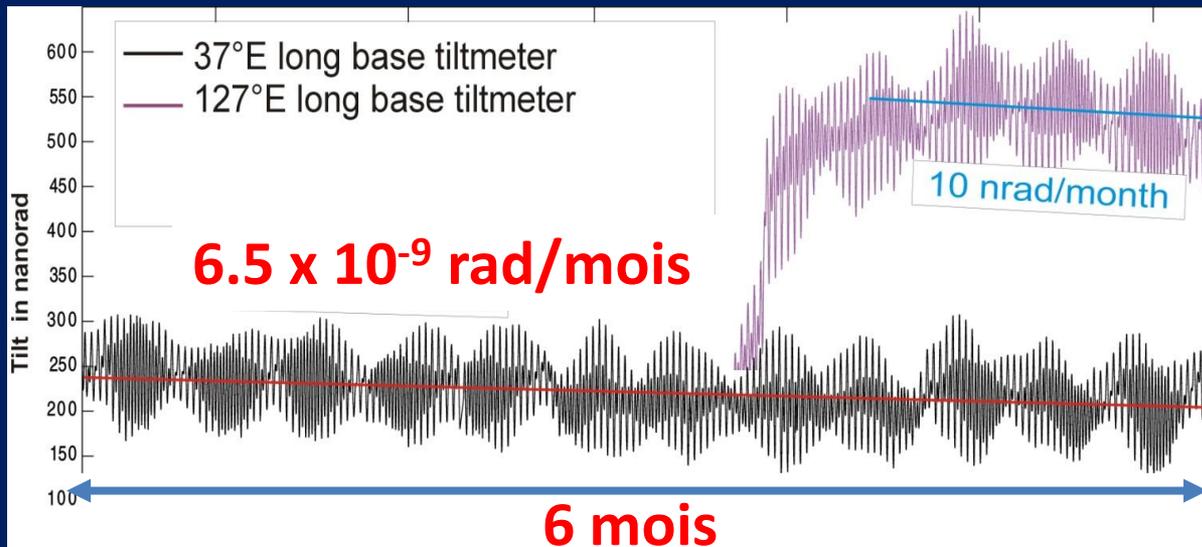
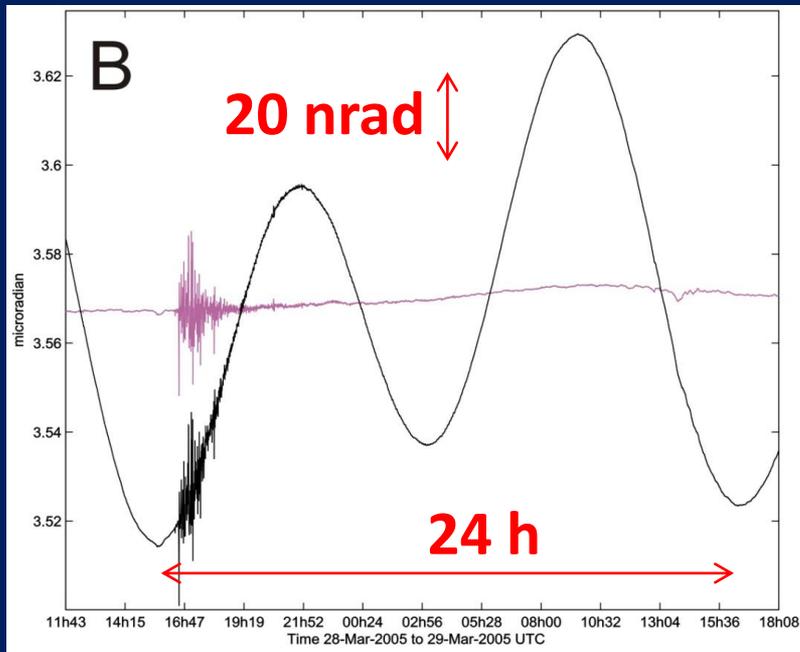


Pourquoi nous développons nous ces types d'instruments?

Detection of transient motions at depth:
A need for strain measurement at high resolution and low drift



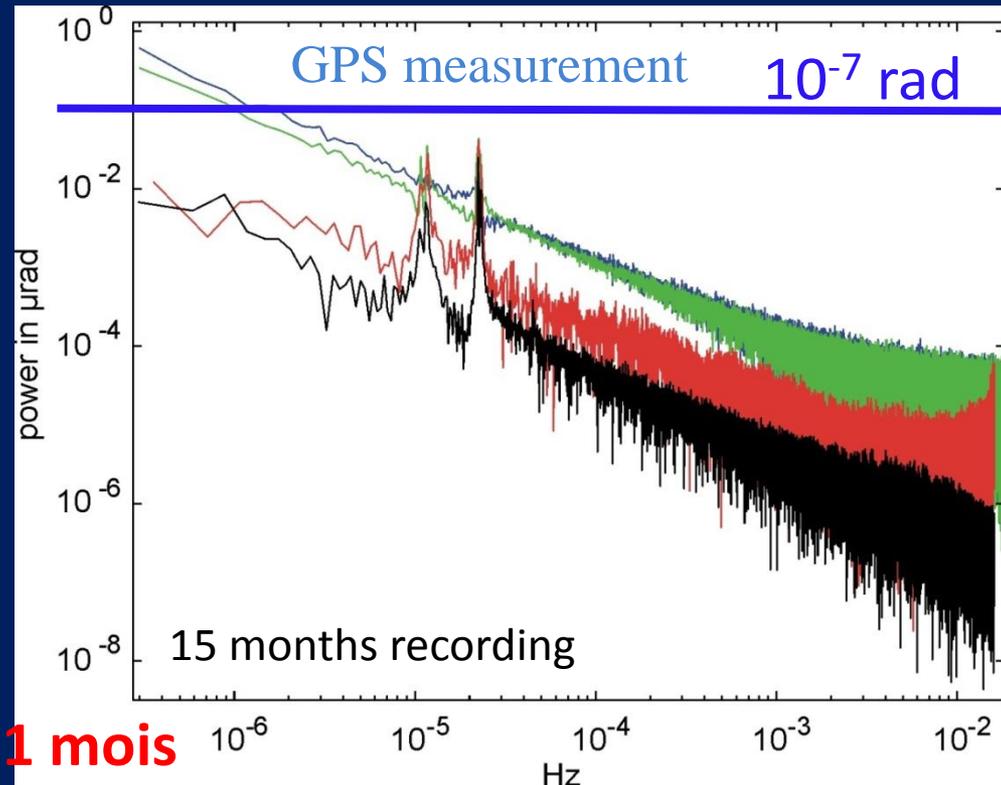
Test Stabilité long terme de mesure à terre



10 nrad \Leftrightarrow
vertical displacement
of **0.1 mm** on a
horizontal base
of **10 km**

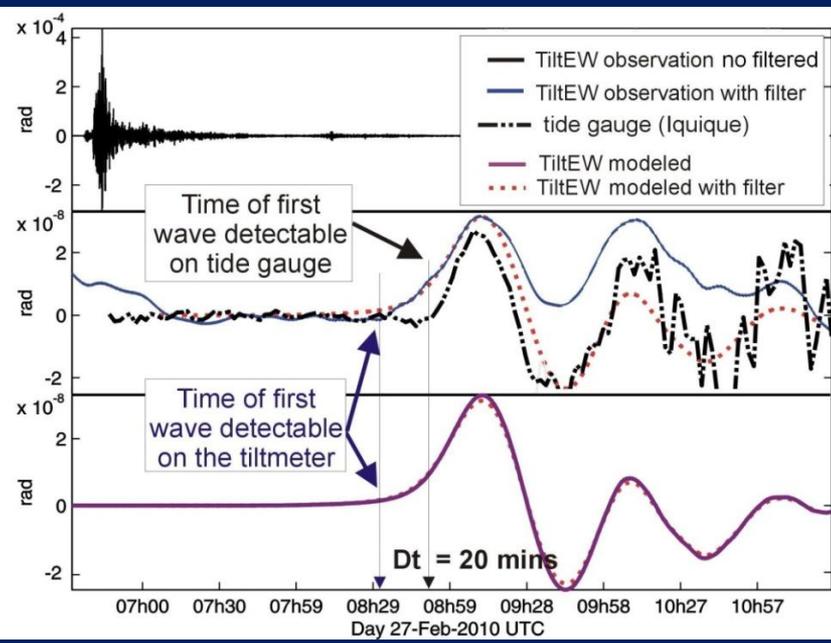
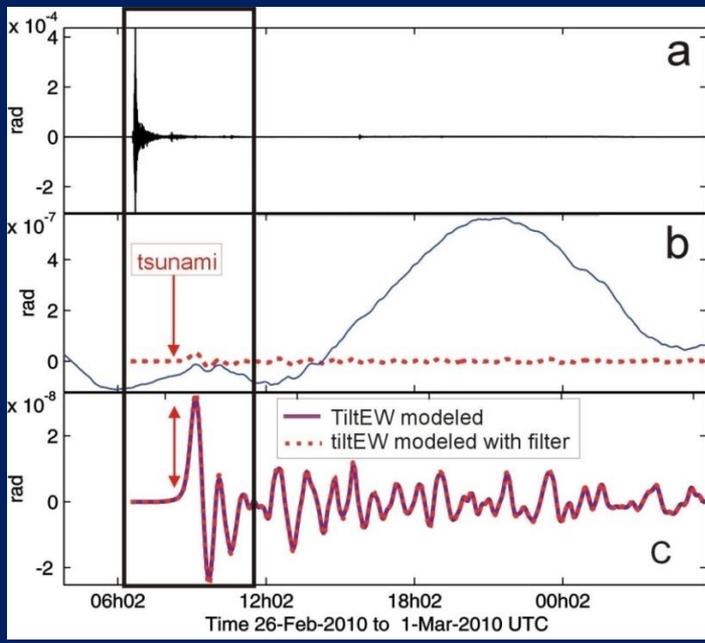
Noise analysis

Power spectral density, Comparison of ILB with other sensor Fogale (Capacitive), GPS and Lily (bubble/resistivity) Borehole tiltmeter

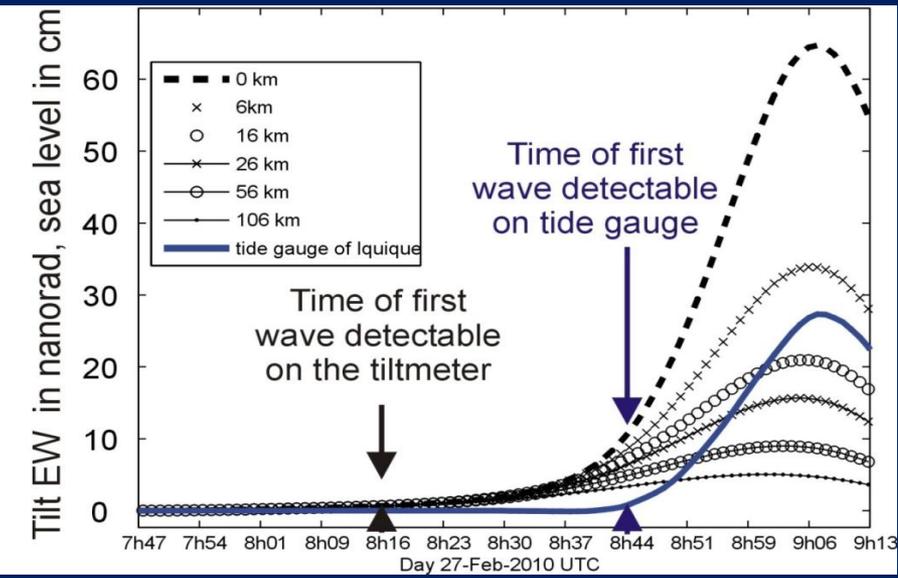
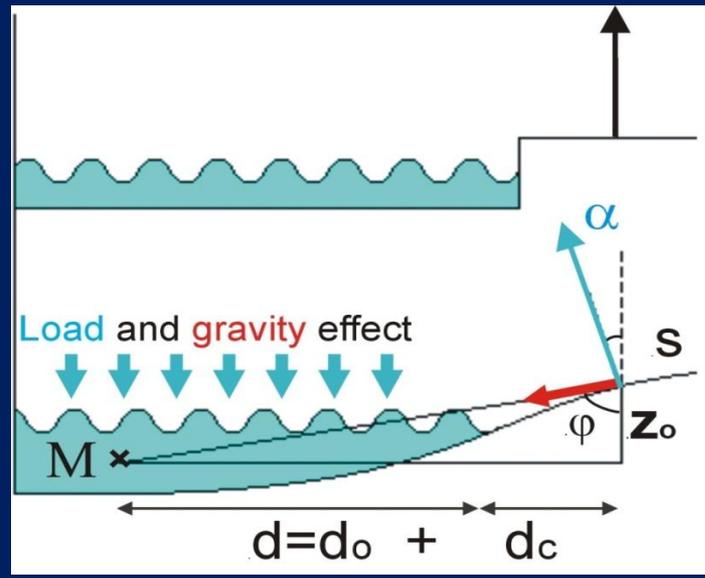


- ILB 140 m Fogale capacitive sensor used by the CERN
- ILB 150 m used in LSBB site
- borehole tiltmeter (example LILY)
- GPS measurement

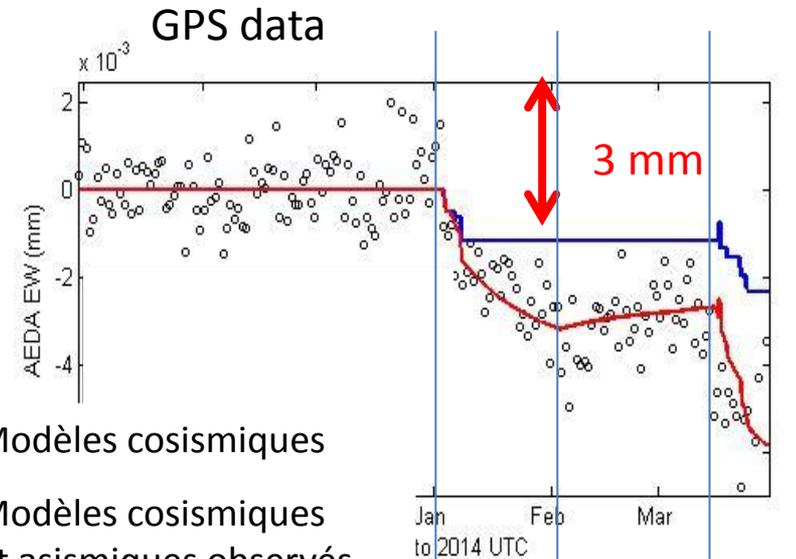
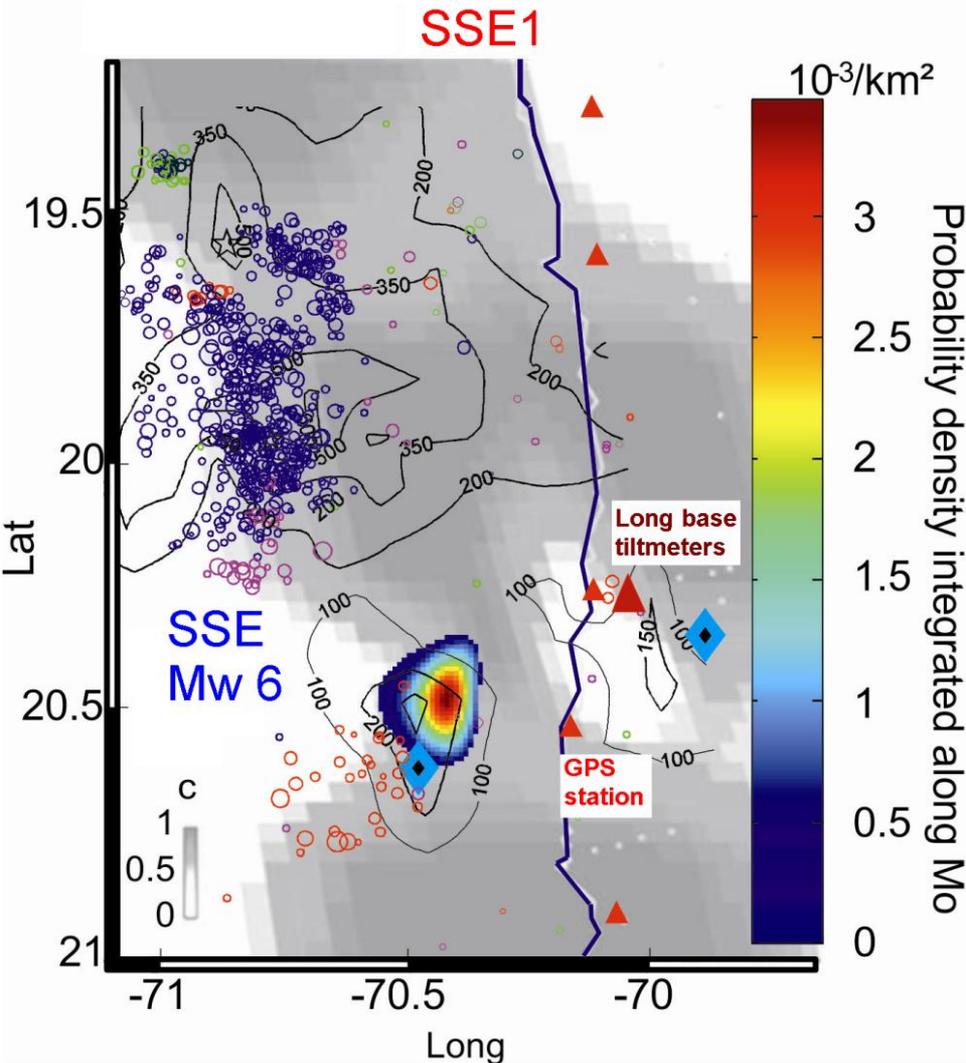
Détection des tsunamis (échelle de temps ~ 1 heure)



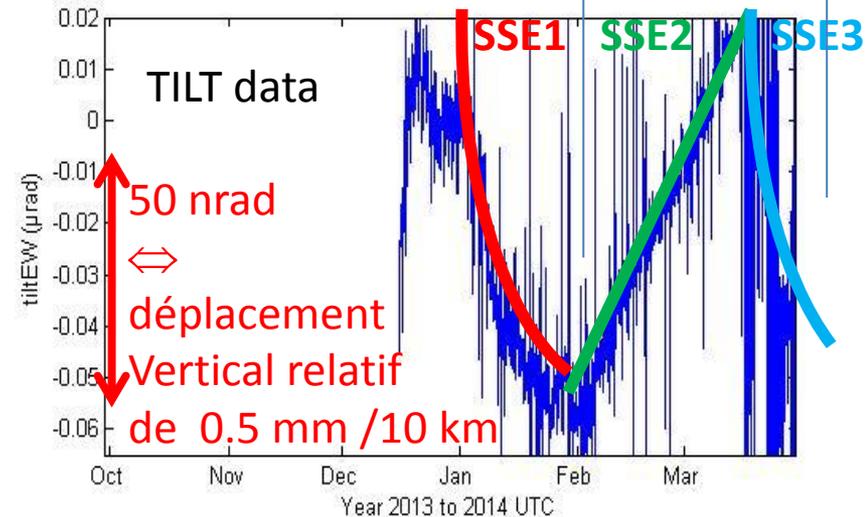
Tilt:
 $2 \times 10^{-8} \text{ rad}$
 \Leftrightarrow
vertical Displacement
 1 mm.



Detection de SSEs par couplage des mesures GPS et inclinométrique longue base au nord Chili



- Modèles cosismiques
- Modèles cosismiques et asismiques observés par l'inclinomètre



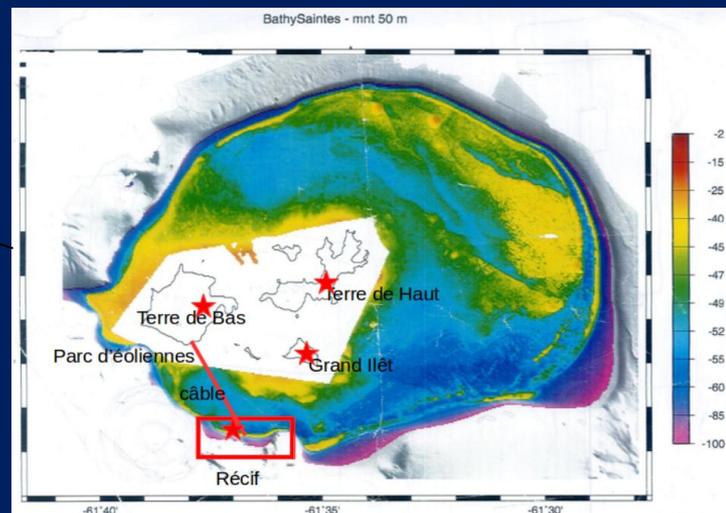
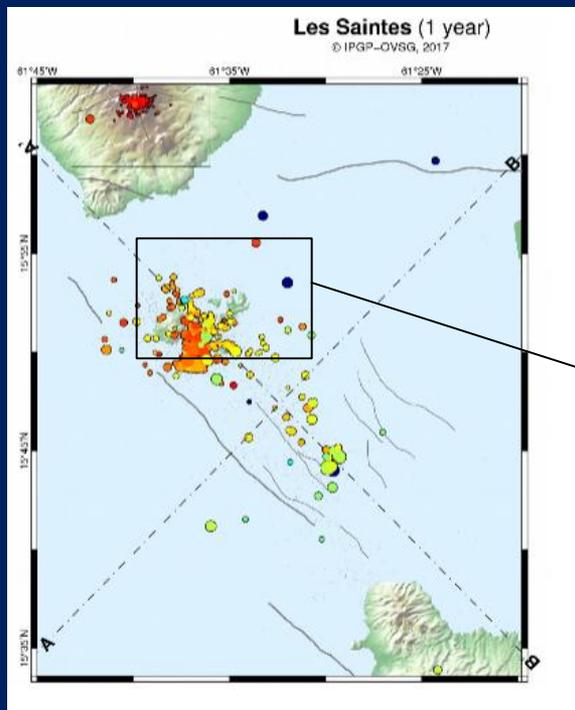
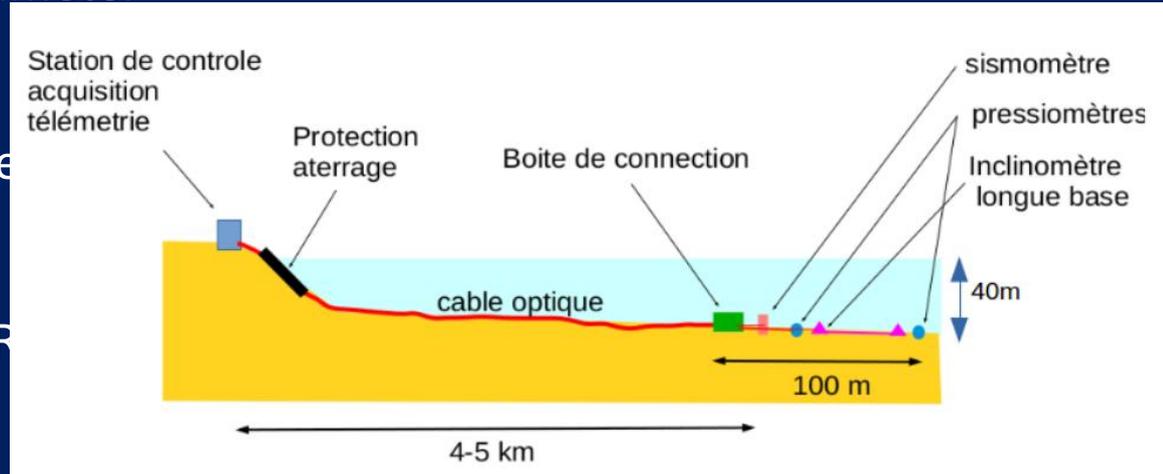
To be submitted EPSL sept 2018

Installation sismo/inclino sous marin aux Saintes – Guadeloupe

Projet interreg PREST

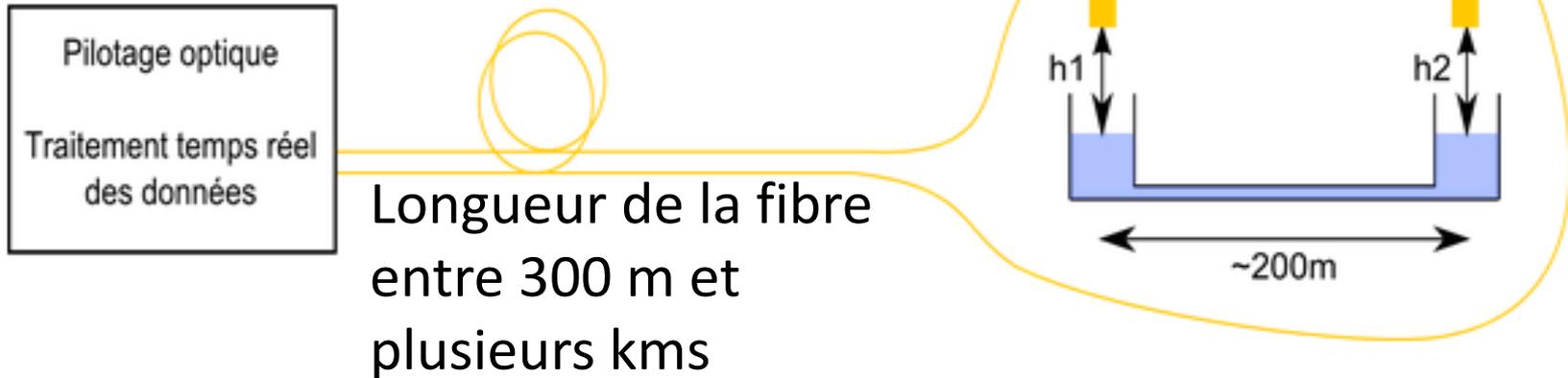
- 1 short period optical seismometer (3 comp; 2Hz)
- 1 optical hydrostatic long base tiltmeter
- 2 optical pressimeters

- 4 km offshore South of Les Saintes
- shallow depth (40 m)
- landing of optical cable
- French Vessel ANTEA - GEOAZUR



Stratégie de mesure issue du Projet ANR-LINES (2008-2012), Capteur de déplacement interférométrique optique Fabry-Pérot couplé à un inclinomètre ou un sismomètre

Inclinomètre longue base (ILB-LINES)



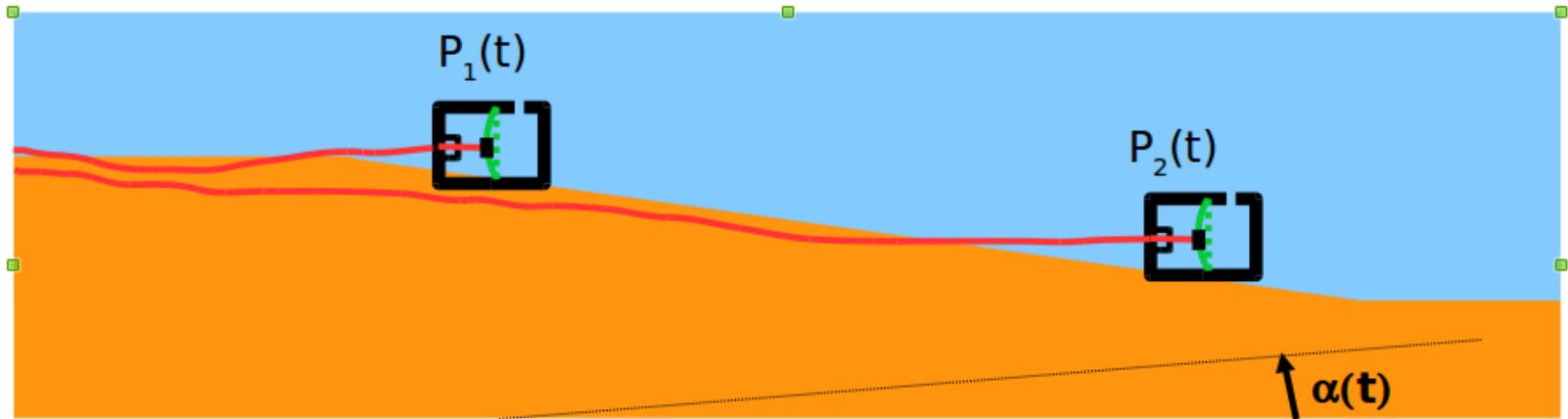
Déport de la mesure par fibre optique ⇒
Aucune électronique et aucune
alimentation électrique sous la mer ⇒
Fiabilité long terme du système sans
Intervention.

Sites hostiles de déploiement futur:

- Sous marin → (projet Prest (2018-2022) et Synobsig
- En forage → (Projet FUI Mirza (2016- 2019)
- site Nucléaire et electromagnetic → projet CERN (2014-2019)

Deux designs d'inclinomètres longue base optique sous-marin

Concept 1: mesure en différentiel avec deux pressiomètres à membranes indépendantes
résolution théorique: 0.1 μ rad sur une base de 10 km ou millimétrique en déplacement vertical

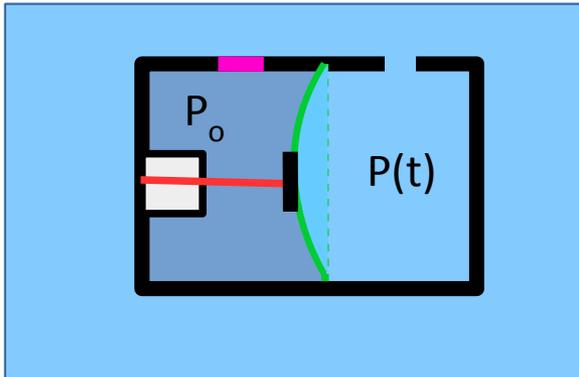


Concept 2: une mesure en différentiel avec une seule membrane sur un niveau à liquide complètement étanche. **résolution théorique 1000 fois plus grande : 0.1 nanorad sur une base de 100 m**

design du pressiomètre optique sous-marin

pression différentielle entre deux compartiments
séparés par une membrane déformable.

le déplacement de la membrane est quantifié par le
faisceau laser de l'interféromètre.



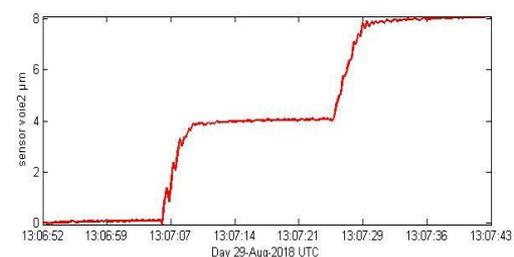
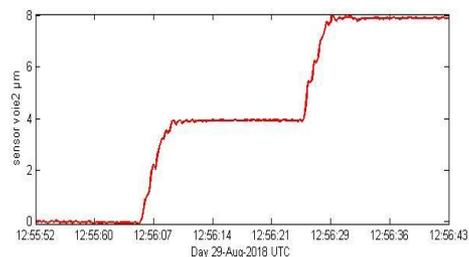
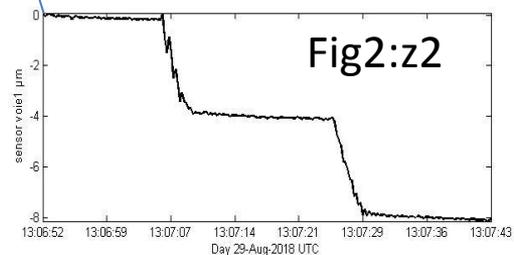
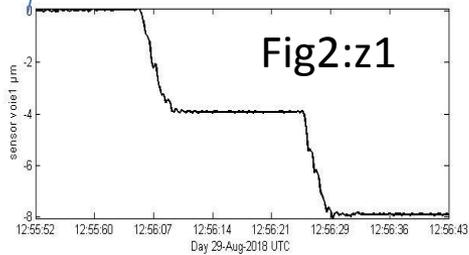
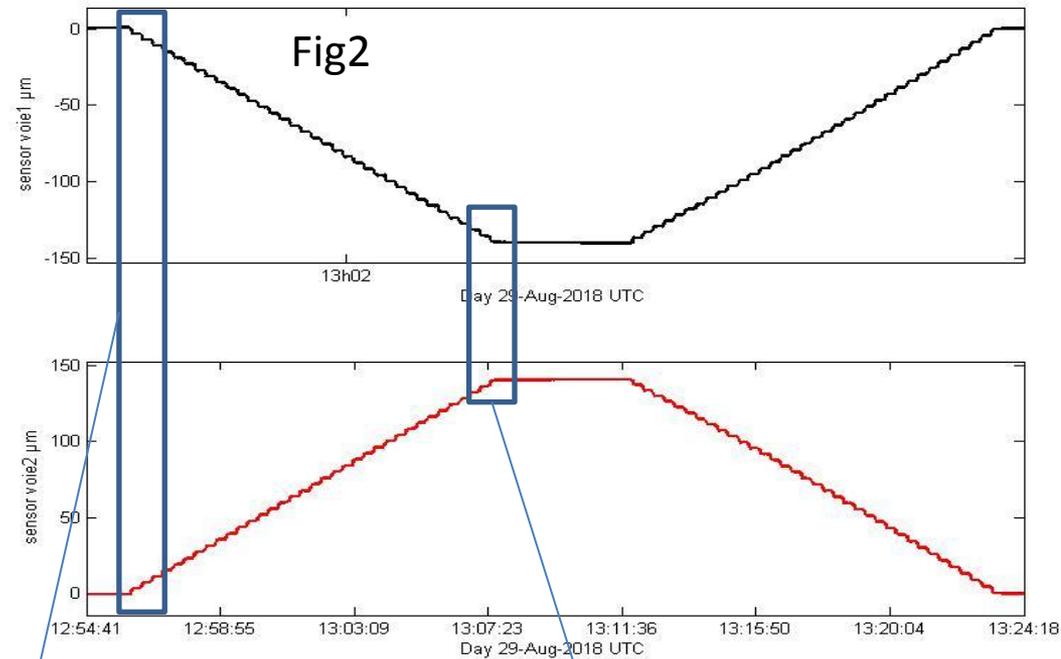
Caractéristiques principales pour la
membrane du concept 1.

Résolution: **0.1 mm du niveau marin**

Caractéristiques pour la
membrane du concept 2:

Résolution: **10 nm**. Soit 0.1 nrad

calibration par pas de 500 μm sur 1.75 cm: membrane e=200 μm



Ecart de linéarité inférieur à 1% sur 1.75 cm d'étendu de mesure.

Calibration par pas successif de 500 μm créant de déplacement de la membrane de 4 μm . correspond à la formule théorique

4 allers retours sur
une étendue de mesure
de 1 mm pas à pas
de 100 μm

