

# Capteurs très longue période

## STS1 – STS2 – STS6A – T360

Nicolas Leroy

# Capteurs très longue période

- 360s, signaux jusqu'à 1000s et au-delà
- STS-1 :
  - E. Wielandt, G. Streckeisen; The leaf-spring seismometer: Design and performance. Bulletin of the Seismological Society of America 1982;; 72 (6A): 2349–2367. doi: <https://doi.org/10.1785/BSSA07206A2349>
  - Equipent les premières stations GEOSCOPE (encore 20 stations en 2021)
  - « Obsolètes » depuis les années 90
- STS-2/STS-2.5 : 120s + isolation
- Nouvelle génération : STS-6A et T360
- Autres capteurs à mentionner : LP du CEA

# STS-1 : Construction

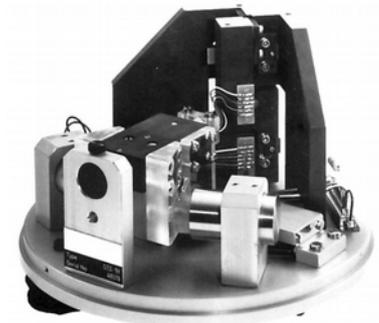
- 3 composantes séparées Z N E
  - Erreur d'orientation possible
- Vertical différent des horizontaux
- Installation compliquée :
  - Sur lit de sable
  - Sous vide
  - Manutention délicate
  - Nivellement et centrage manuel



Brochure années 80



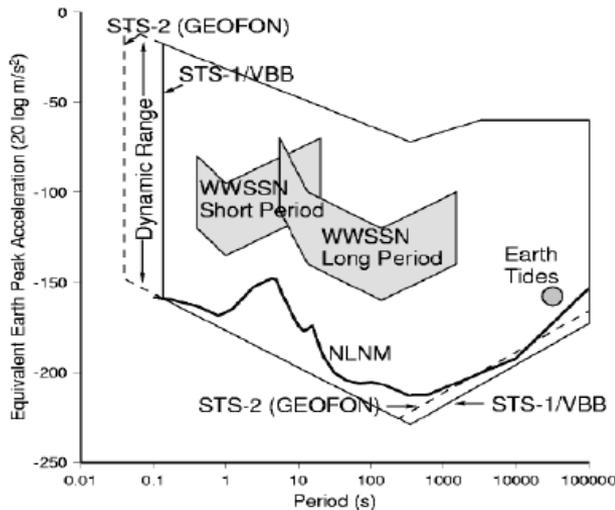
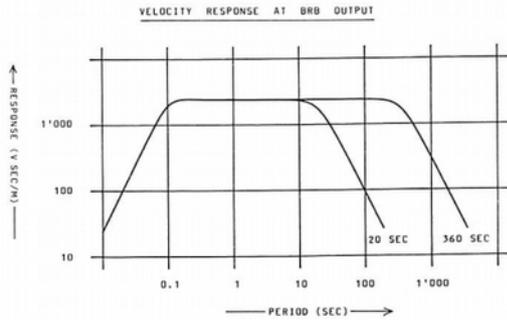
STS-1 Vertical



STS-1 Horizontal

# STS-1 : Réponse

Velocity response at BRB output



- Plate en vitesse entre 10Hz et 360s
- Extension historique de 20s à 360s par changement de cartes électroniques
- Performances inégalées jusqu'à récemment
  - Self-noise sous le NLNM
- Sortie LP (« position » des masses) en plus

# STS-1 : Installation

- Isolation aux variations de pression et de température
  - Mise sous vide + Protection thermique
- Protection magnétique mu-métal pour le vertical
- Holcomb 1992 : « Warp-free base plates »
- Capteurs de pression pour supervision :
  - La pression influe beaucoup sur le centrage du Z (poussée d'Archimède dans l'air)



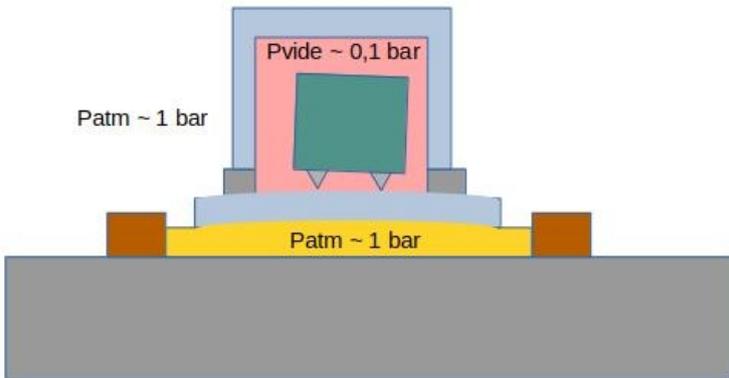
Installation sur lit de sable



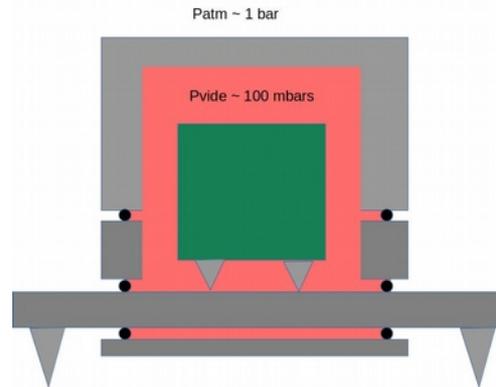
Warp-free base plates

# STS-1 : Warp-free base plate

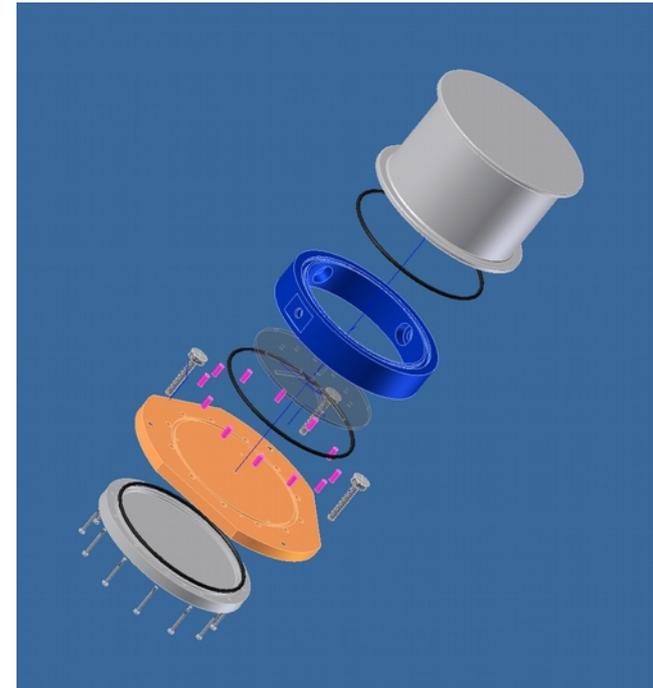
- Contraintes isobarres sur le plateau principal
- Pas de déformation (« bend »)



Installation sur lit de sable

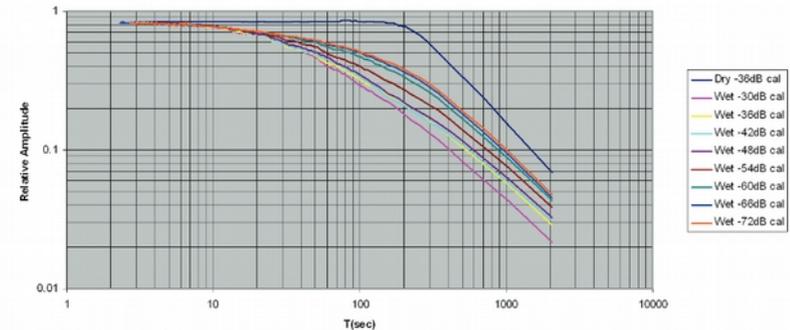


Warp-free base plate

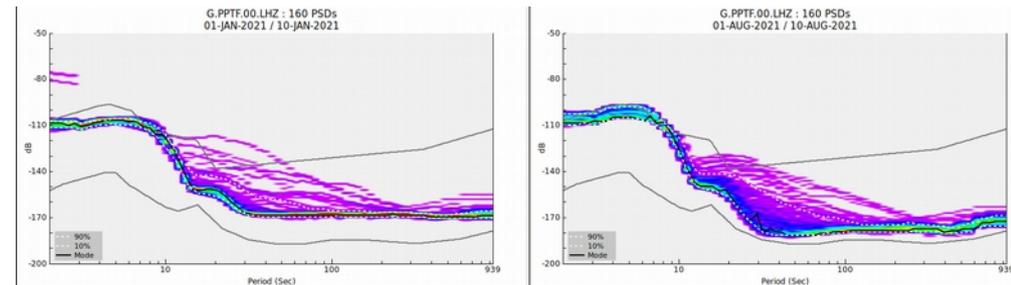


# STS-1 : Electronique

- Hutt (2011) a montré que le comportement des vieilles électroniques pouvait ne pas être linéaire en fonction de l'humidité
  - Hutt, C. & Ringler, Adam. (2011). Some Possible Causes of and Corrections for STS-1 Response Changes in the Global Seismographic Network. *Seismological Research Letters*. 82. 560-571. 10.1785/gssrl.82.4.560.
- Design d'une électronique moderne par Metrozet impulsé par Berkeley en 2007
- Même performances que l'original avec fonctionnalités nouvelles :
  - 1 seul boîtier pour les 3 contre-réactions
  - Calibration électrique
  - Recentrage automatique et à distance
- Problèmes de fabrication et de câblage
- Obsolète depuis 2018
  - GEOSCOPE : réparation de 5 boîtiers donnés par GSN
  - Maintient encore quelques années

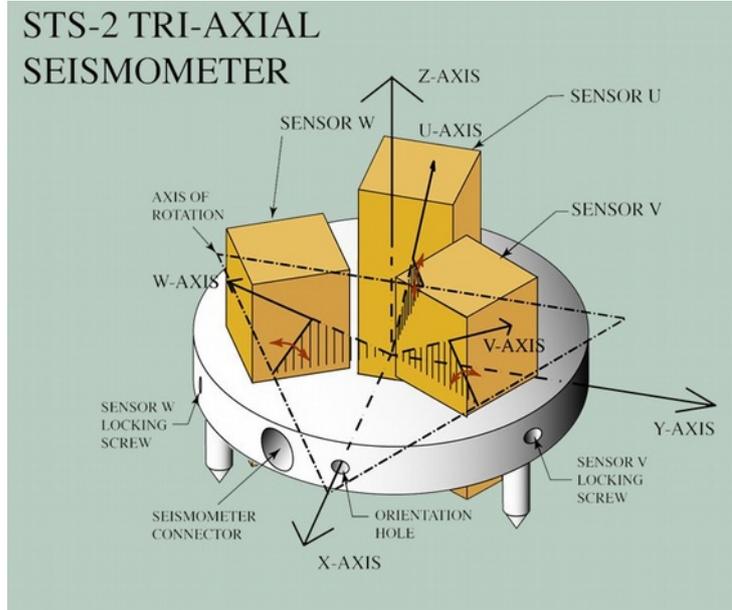


Boîtier électronique Metrozet



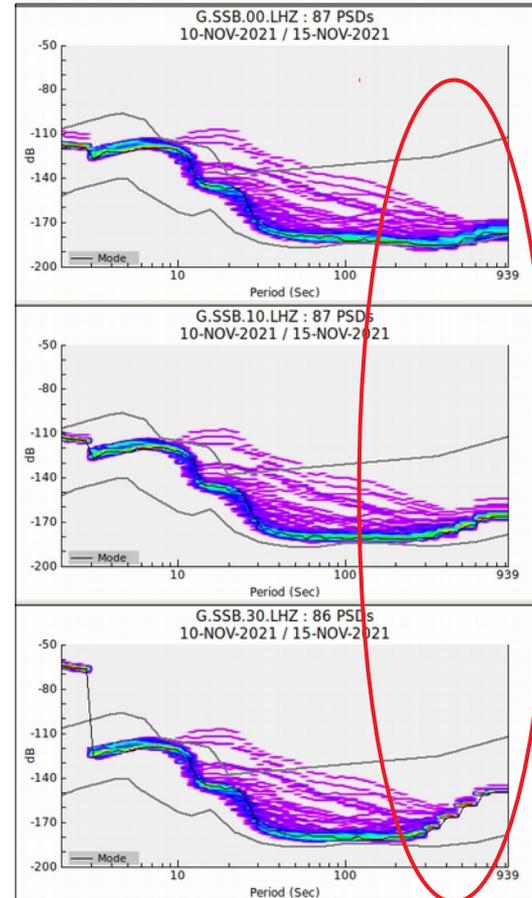
Câble défectueux, avant/après changement

# STS-2 : Construction



# STS-2 : Isolation

- Stuttgart shielding / CasSis
- Tests en cours à l'EOST

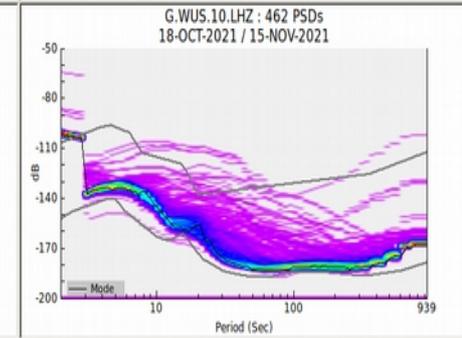
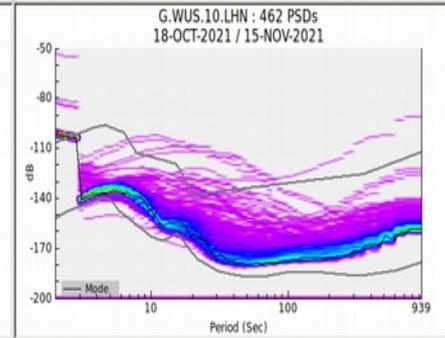
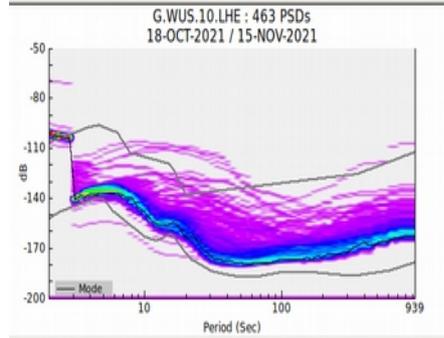
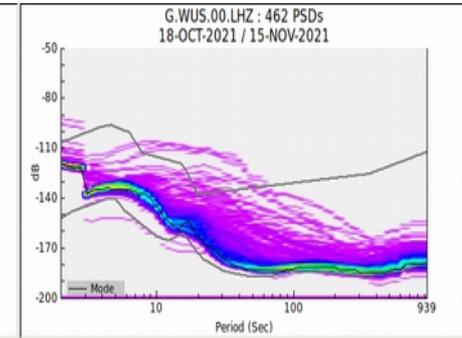
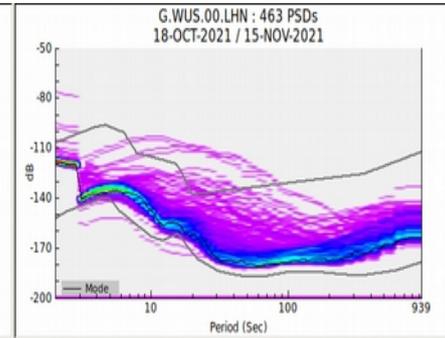
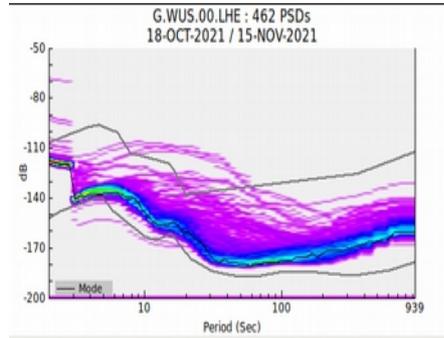


STS-1 Z

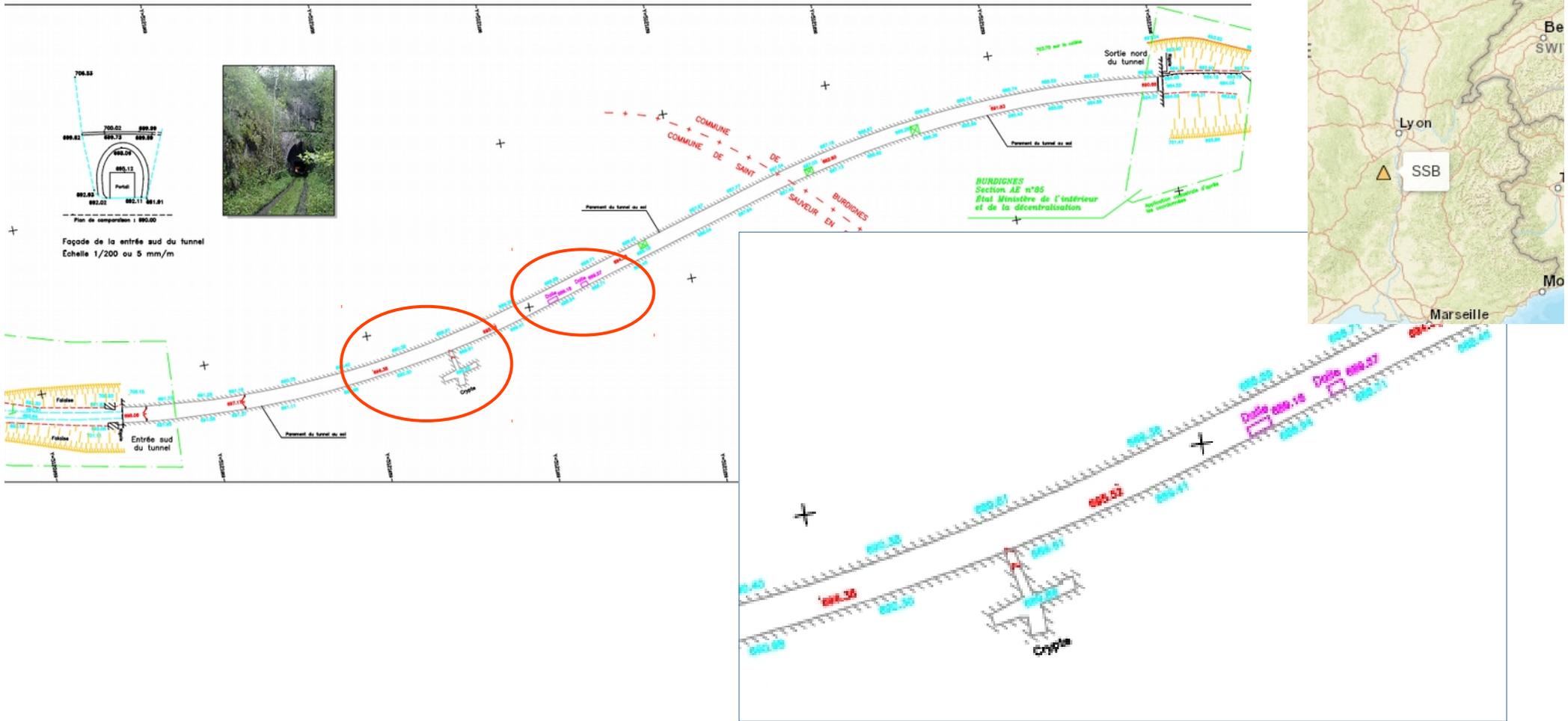
STS-2 Z, Dalle +  
casserole +  
protection thermique

STS-2 Z, protection  
thermique seule

# STS-2 : WUS



# Station de test SSB

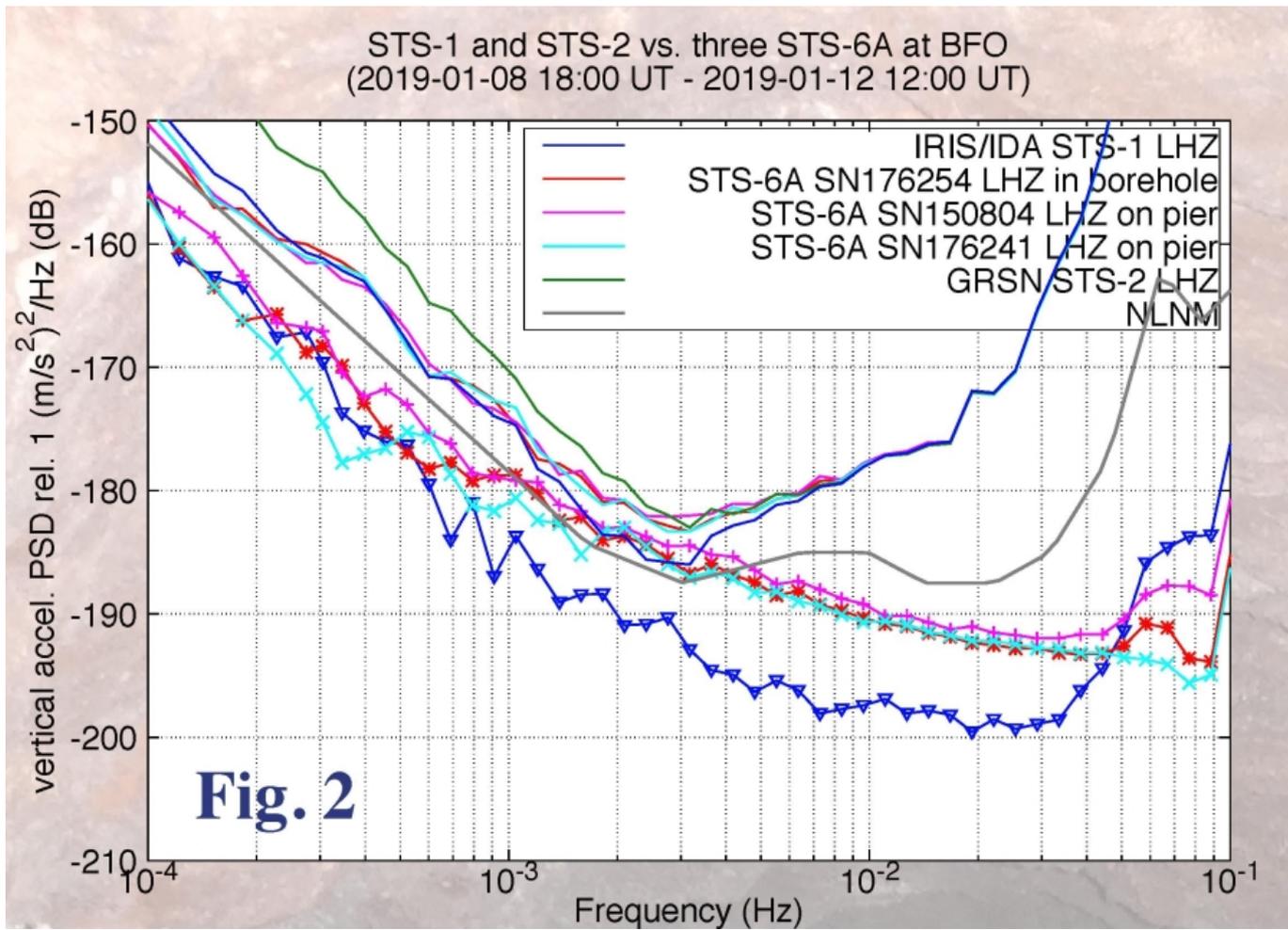


# Streckeisen STS-6A

- Forage
- 50Hz → 360s
- Equivalent voire « Meilleur que les STS-1 »
- GSN en a acheté 50, GEOSCOPE 1
- Rendu obsolète en 2021 ...

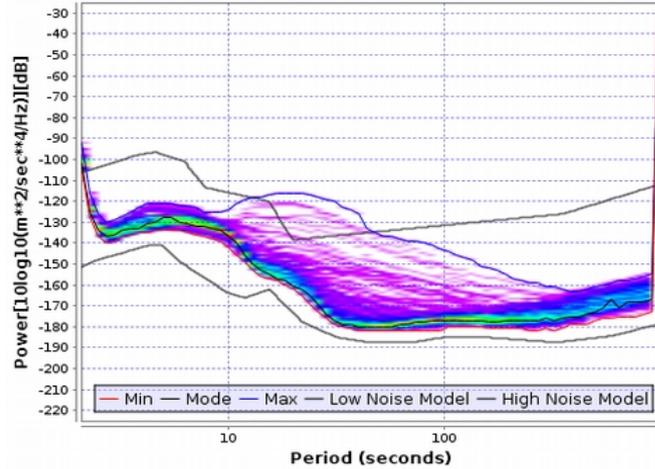


# Tests GSN STS-6A

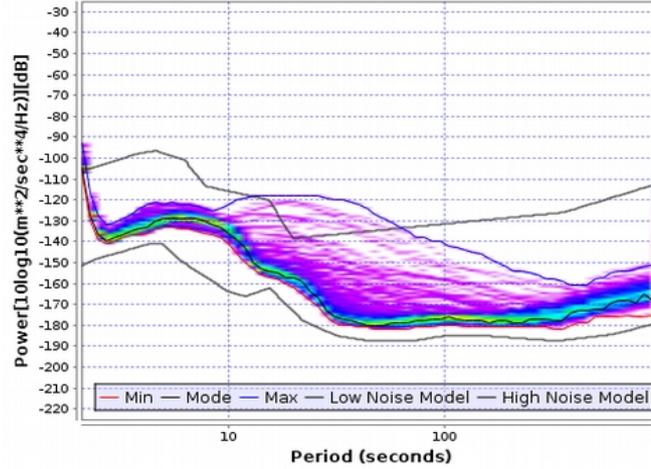


# STS-6A : ANMO

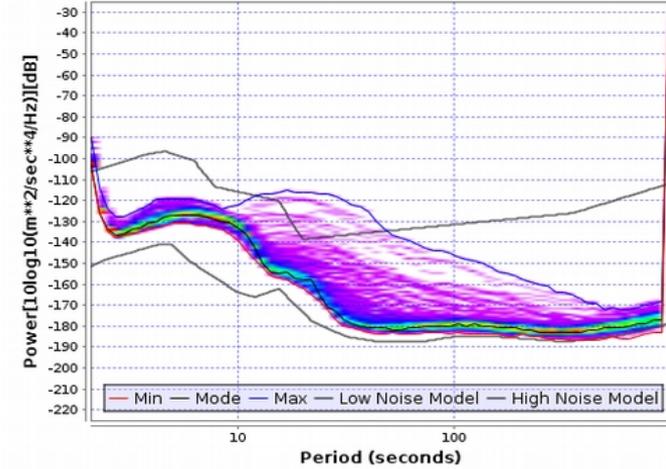
IU.ANMO.00.LH1.M Nov 2021



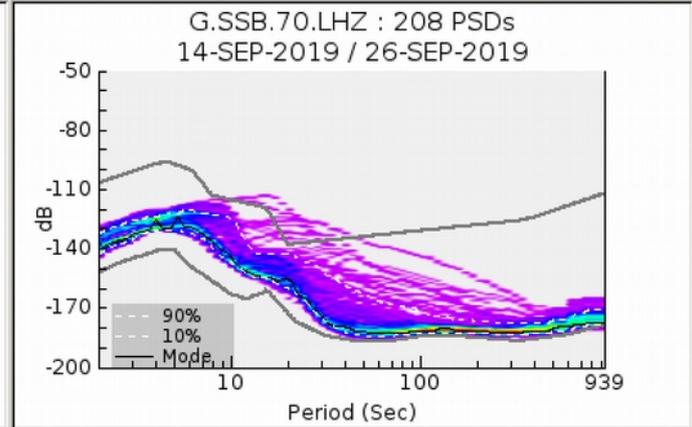
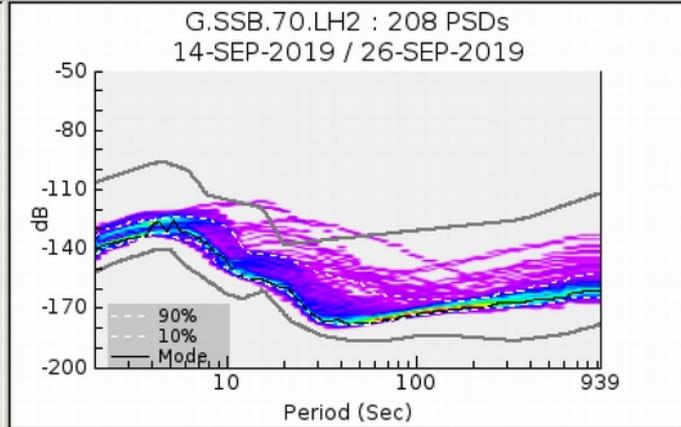
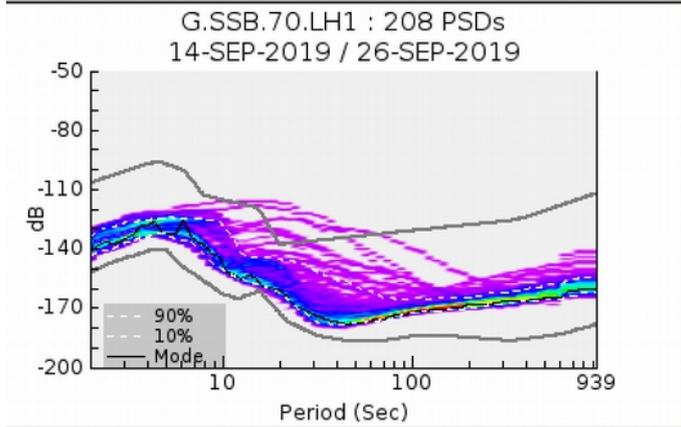
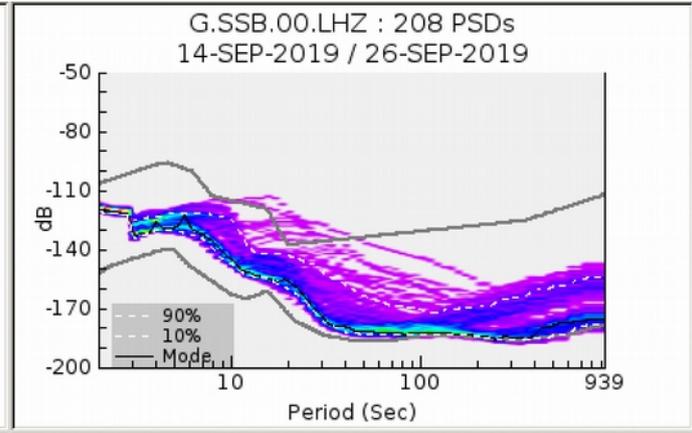
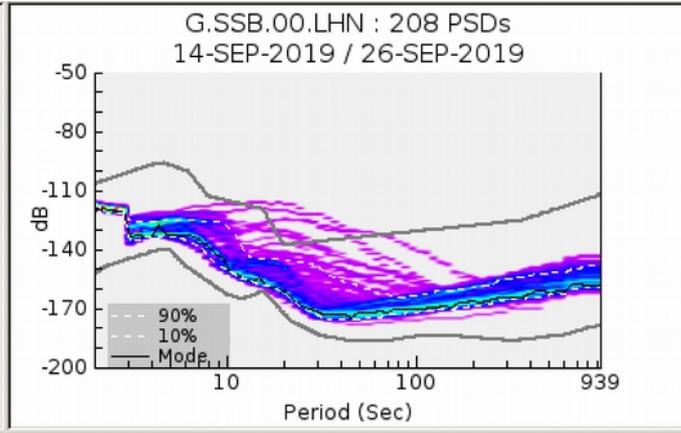
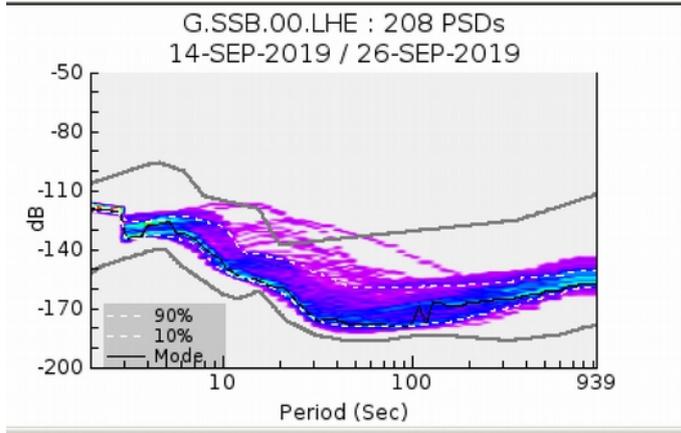
IU.ANMO.00.LH2.M Nov 2021



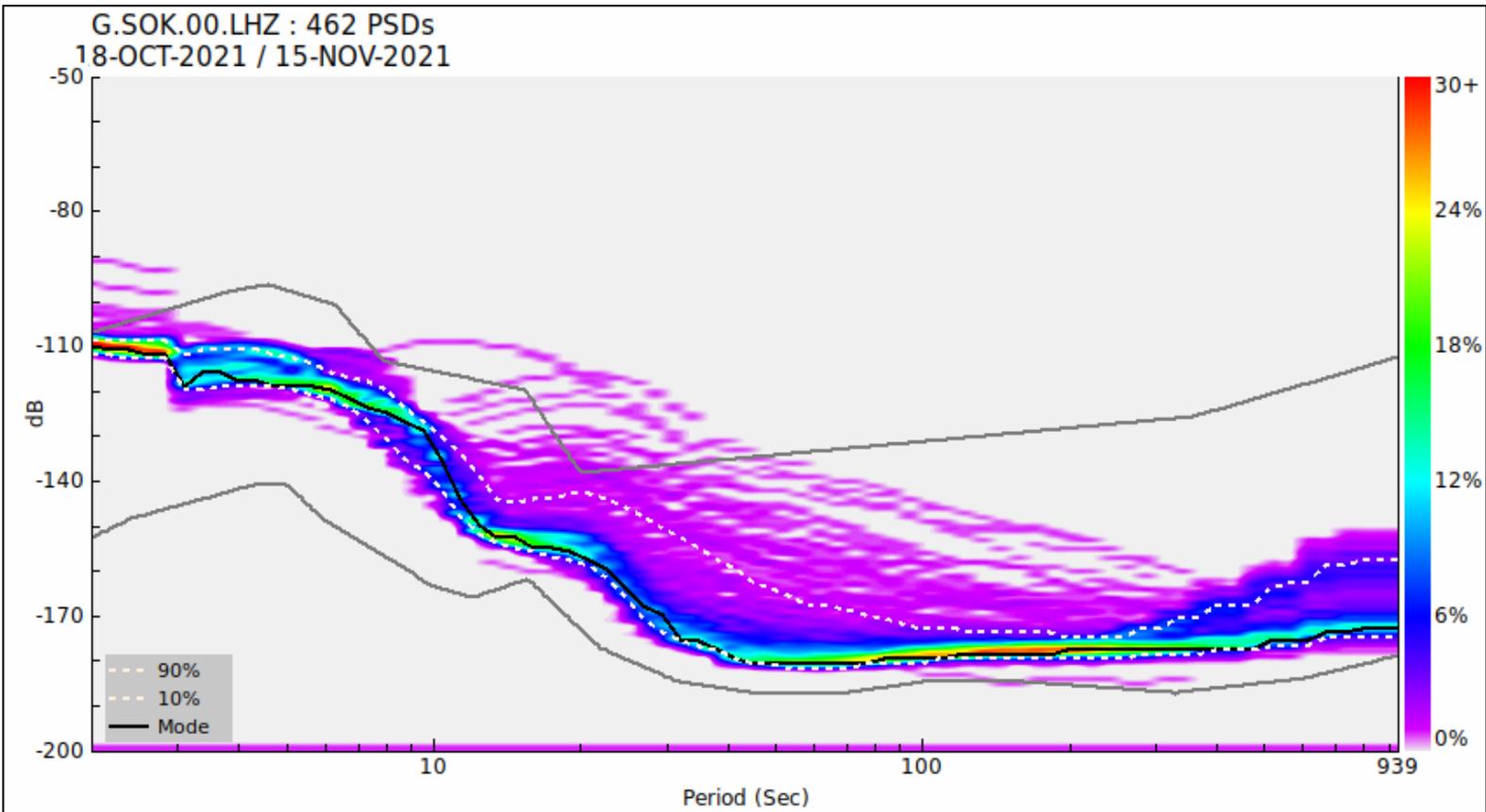
IU.ANMO.00.LHZ.M Nov 2021



# STS-6A : Tests à SSB

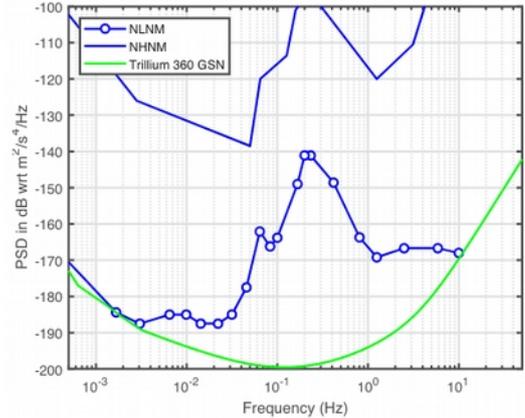


# STS-6A : Vertical de SOK



# Nanometrics T360-GSN

- Forage et piliers
- 50Hz → 360s
- 2 versions : normale et « GSN »
- Version « vault » acceptée par GSN pour remplacer les STS-1
- Installation facile
- Fonctions supplémentaires avec Centaur (bulle ...)
- Self-noise sous le NLNM



Trillium360  
GSN Vault



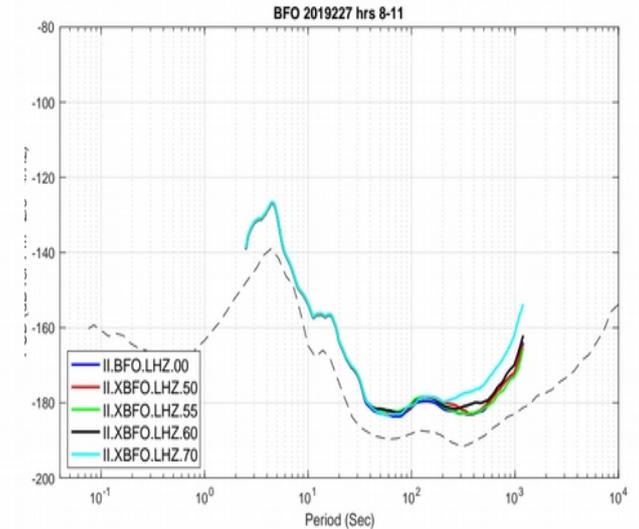
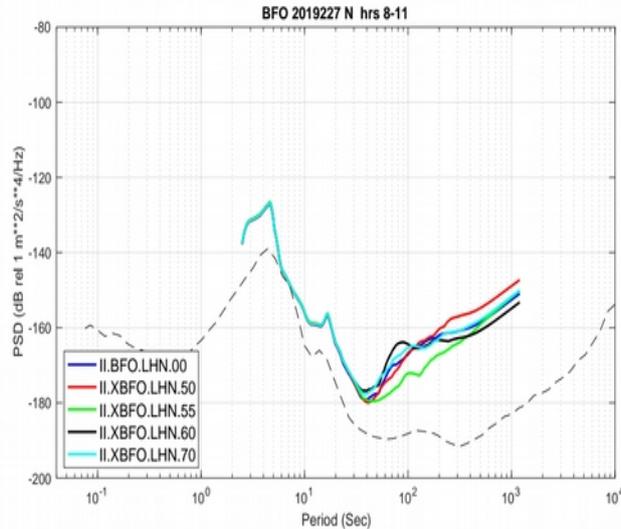
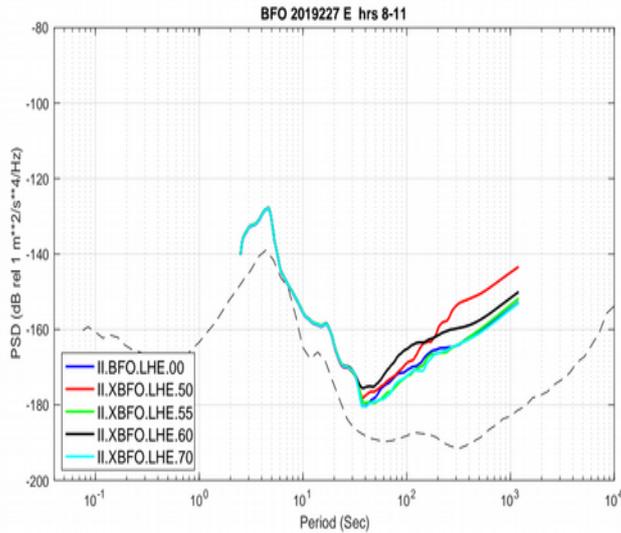
Trillium360  
GSN Posthole



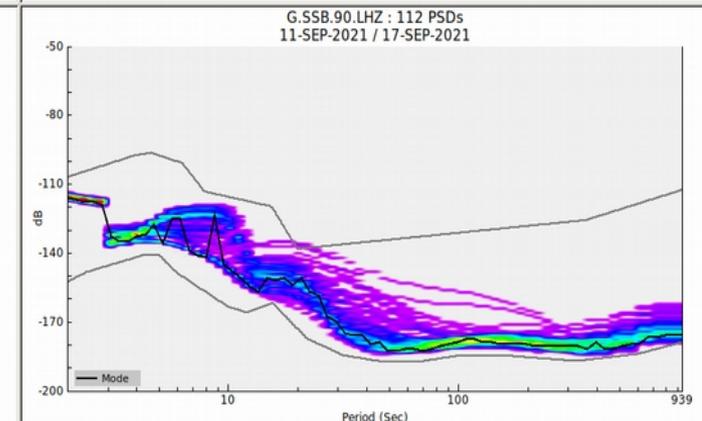
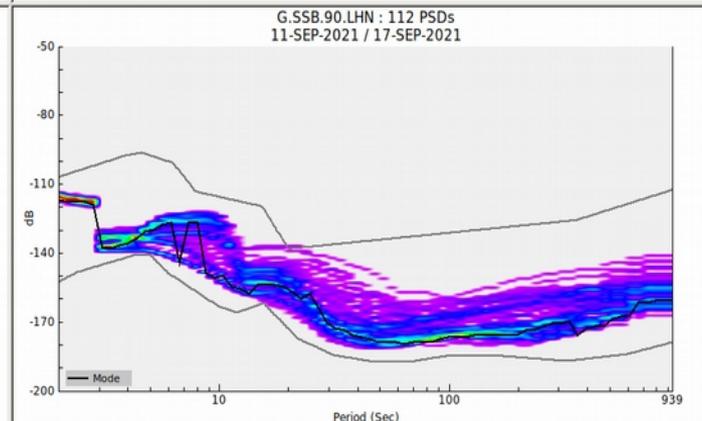
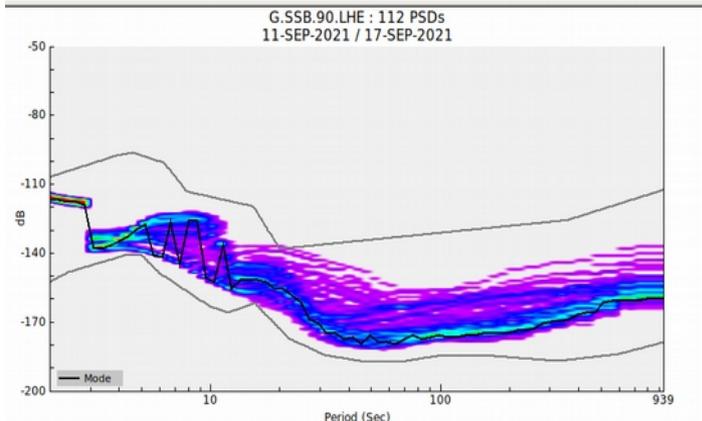
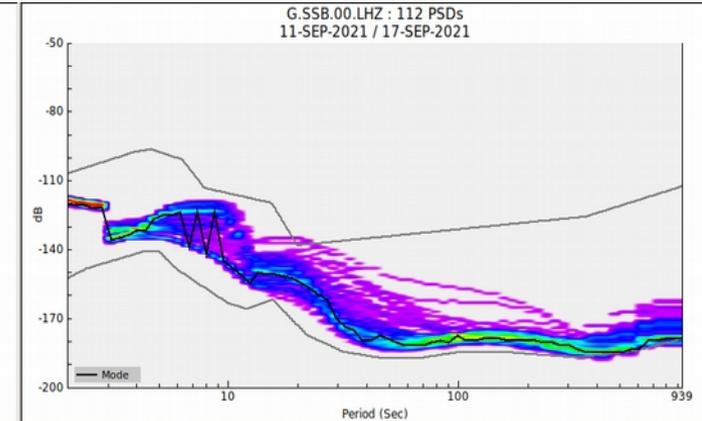
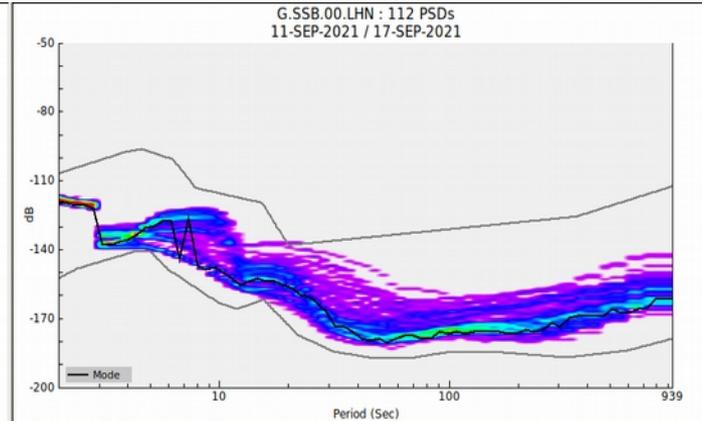
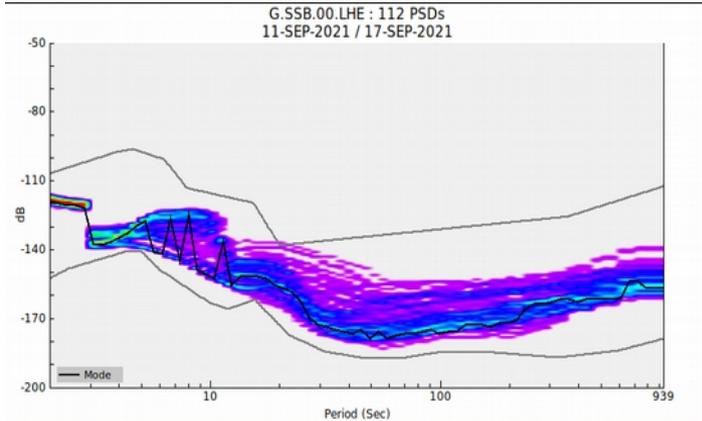
Trillium360  
GSN Borehole

# T360 : résultats GSN

- 3x T360 et 1x STS-6A installé à BFO et comparés aux STS-1 en 2019
- Performances assez similaires mais installations perfectibles



# T360-GSN-vault : tests à SSB



# T360-GSN-vault : alimentation

- Sensibilité à la qualité de l'alimentation mise en évidence à SSB
- Le chargeur était défectueux
  - peaks sur les signaux du T360 et pas du STS-2
  - problème réglé avec un DC/DC
- Câble avec régulateur intégré disponible chez Nanometrics

# Conclusion

- Après une période de doute, l'avenir de la longue période est plutôt assuré
- L'installation en forage permet d'atteindre les meilleures performances mais le T360-vault est du niveau des STS-1
- Nanometrics semble être le seul choix maintenant (STS-7 à évaluer)
- GEOSCOPE :
  - 20 stations STS-1 à doubler avec T360-GSN-Vault
  - 5 achetés à date (4 vault + 1 PH pour future station au Brésil)
  - Première installation d'un T360-vault à TAM (à distance à cause du covid)
- Equiper certaines stations du RLBP ? (voir le classement des stations de Jérôme Vergne)