

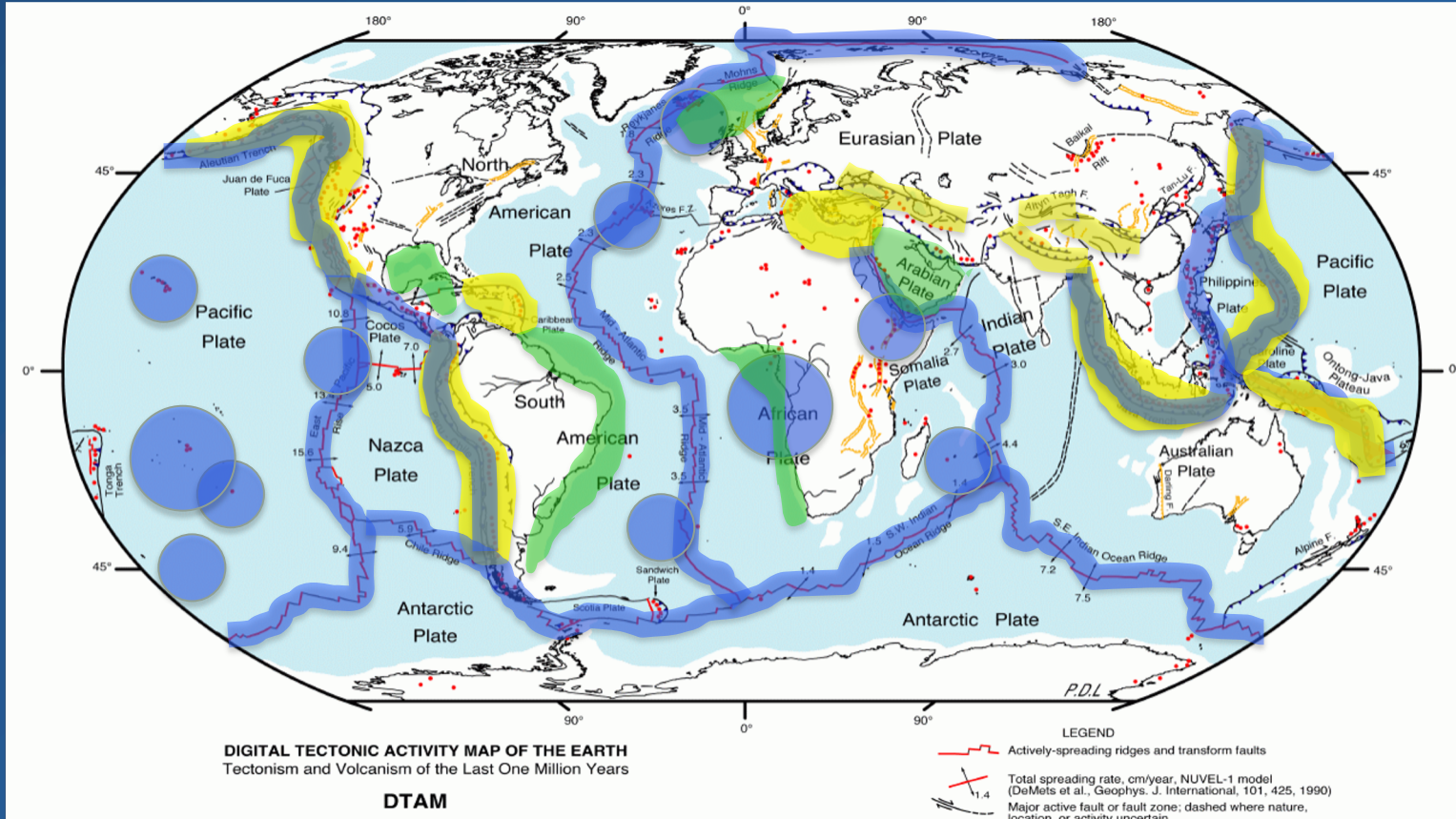


## MARMOR Axes 2-3

Parcs Sismologie Mobile Marine et Responses Rapides

Wayne Crawford, Audrey Galvé, Sara Bazin, Chastity Aiken, Jean-Yves Royer

# Enjeux



## Structure et dynamique terrestre:

mid-ocean ridges, subduction zones, intraplate volcanos

## Hazards:

Subduction zones, fault near populated areas, volcanos

## Resources:

Current and old shallow seas, continental margins,

## Environment:

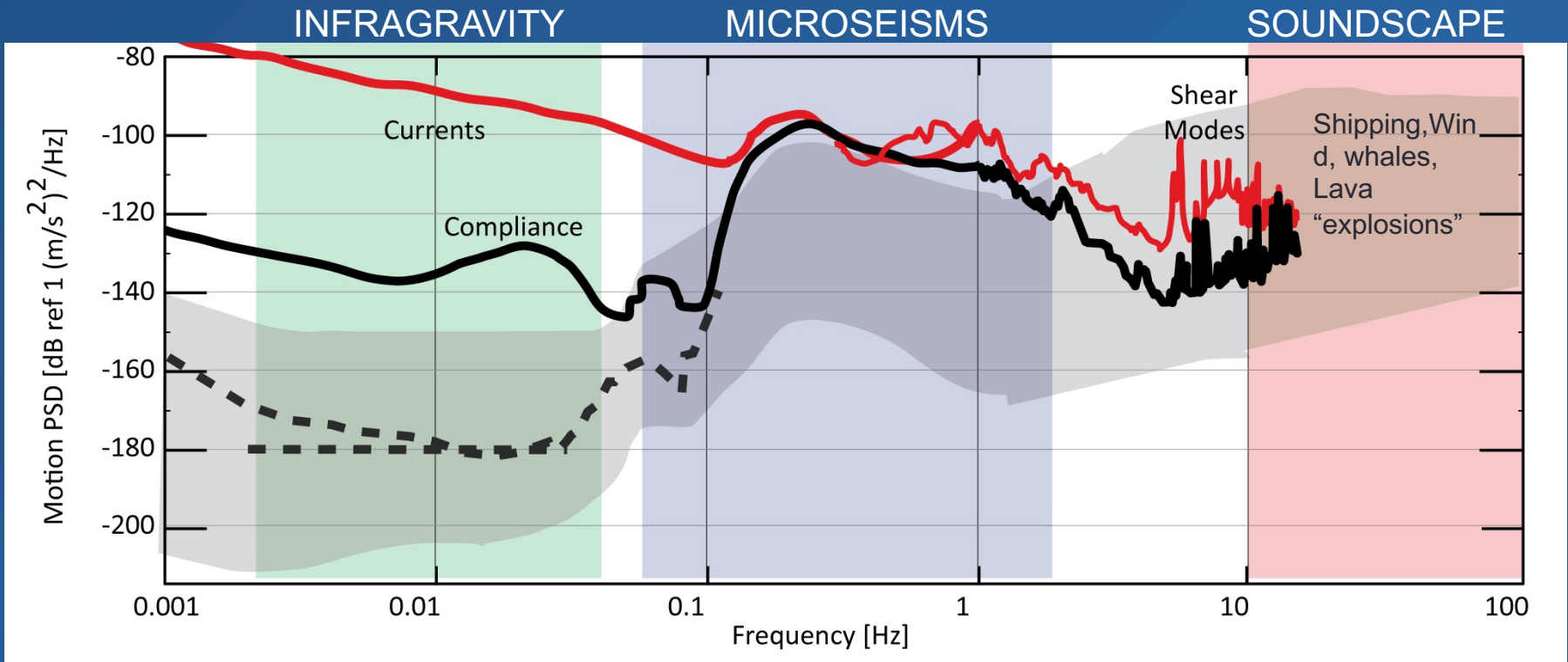
Storms, Mammal migration, glacier calving, human-generated noise

# Les instruments de sismologie marine

- Exigences techniques
  - Résiste aux pression et corrosion du fond de mer
  - Remonter depuis le fond quand nous le voulons
  - Fonctionnement autonome (énergie, horloge, stockage)
    - Horloge interne avec une dérive faible et linéaire
- Exigences scientifiques et logistiques contradictoires
  - Sensibles à la plus large gamme de signales possible
  - Consommer le moins d'énergie possible
  - Facilement transporté/manipulé
- Difficultés
  - Communiquer sans récupérer
  - Bruit ambiant

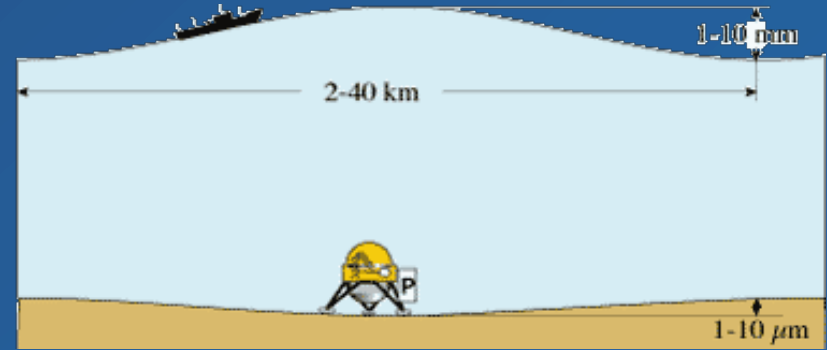
# Sismologie marine: bruit

< 0.05 Hz	Noise notch + infragravitaire	Compliance, courantes, "silence"
0.05 - 5 Hz	Microseisms	Fort bruit ambient
5+ Hz	Soundscape	Biosphere, cryosphere, vent, bateaux, explosions...

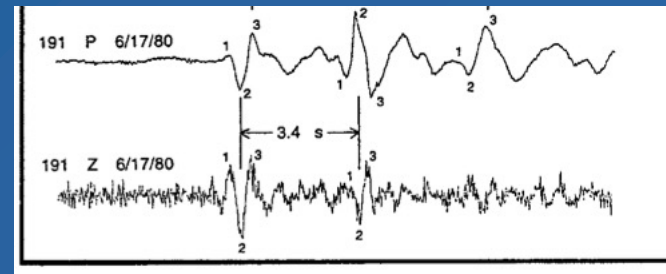
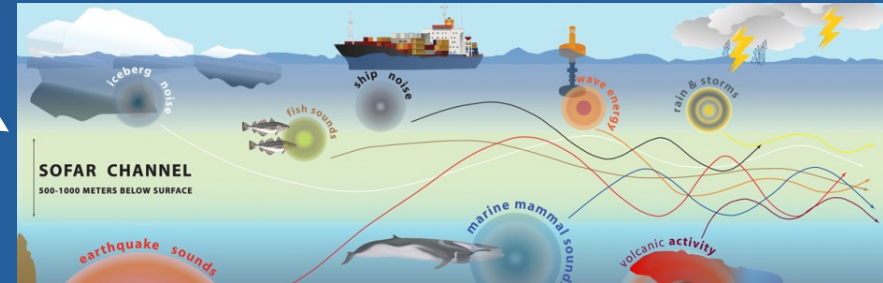


# Sismologie marine: la couche d'eau

- 0.002-0.05 Hz: déformation du sol sous ondes océaniques (compliance) →
- Guide-onde "SOFAR" avec très peu d'atténuation
- Réflexions fond-surface
- Nécessite capteur de pression:
  - Capteur élargie pour faible taille, cout et consommation énergétique



*Crawford et al., 1991, JGR*



*Blackman et al., 1995, BSSA*

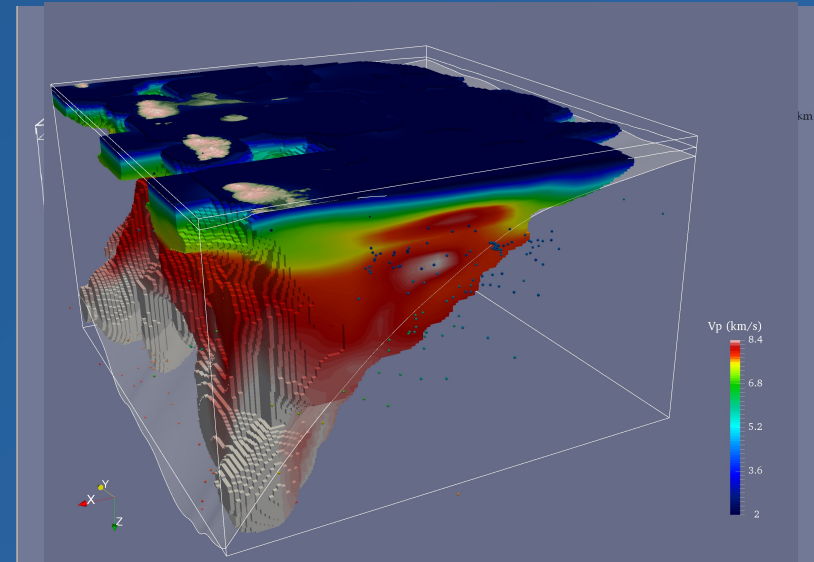
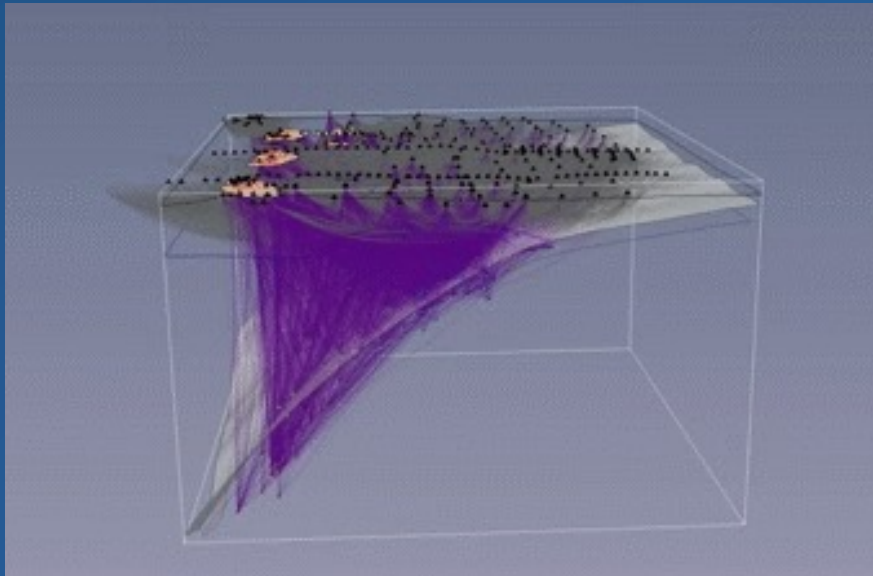
# Imagerie 3D haute-résolution d'une zone de subduction (Antilles)

- 7 campagnes terre/mer de 1998 à 2007
  - EW9803
  - TRAIL
  - Sismantilles 1 et 2, OBSAntilles, OBSISMER
  - SEA-CALIPSO
- 348 seismic stations (OBS+land stations)
- Sismique passive et active



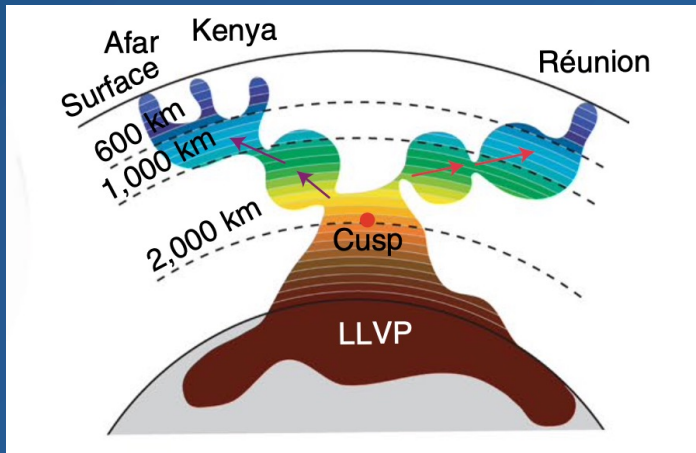
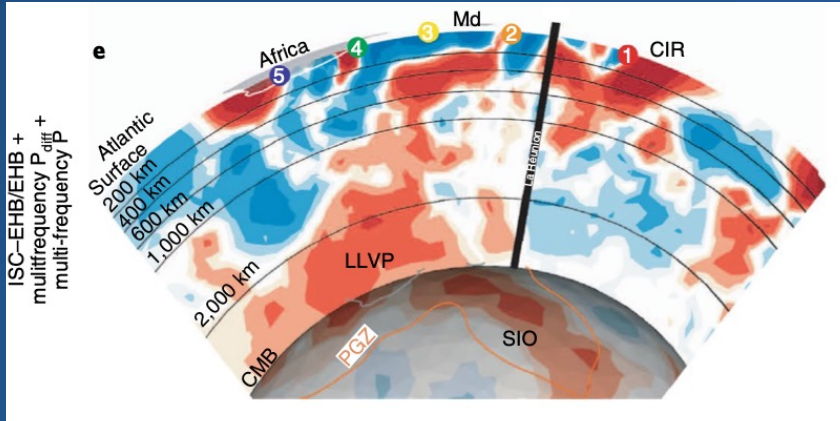
Premier modèle 3D haute résolution (km) d'une faille de subduction contrainte sur la déshydratation du slab jusqu'à 160 km de profondeur

Région de 280 km de long x 260 km de large jusqu'à 160 km de profondeur

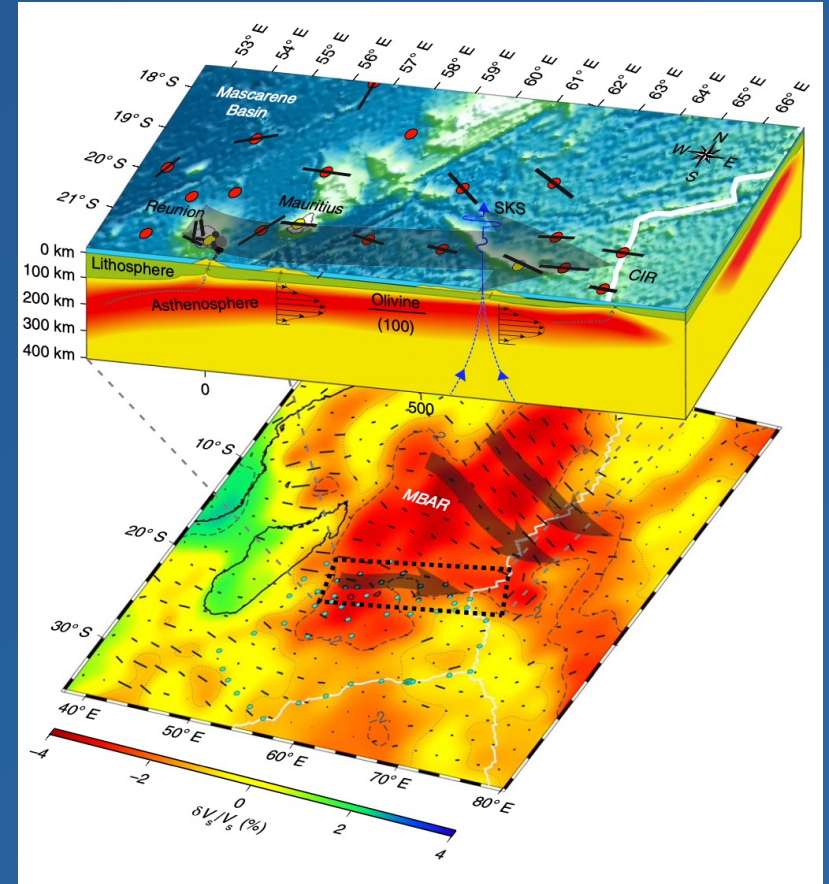


Paulatto, Laigle, Galve et al., 2017, Nature communications

# RHUM-RUM (57 OBS): structure et influence d'un point chaud

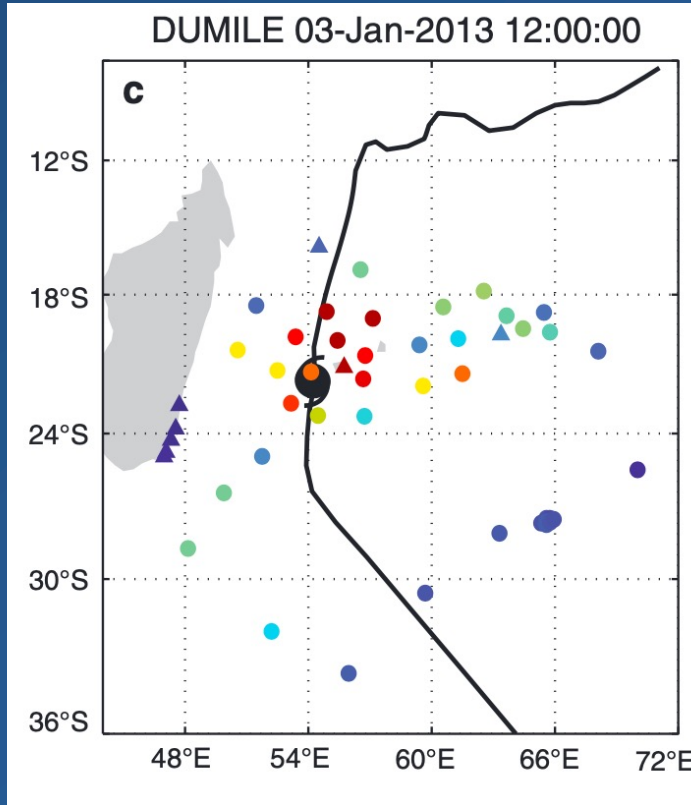


Tsekhmistrnko et al., 2021, Nat. Geosci.:  
Panache en forme d'arbre avec deux grandes branches

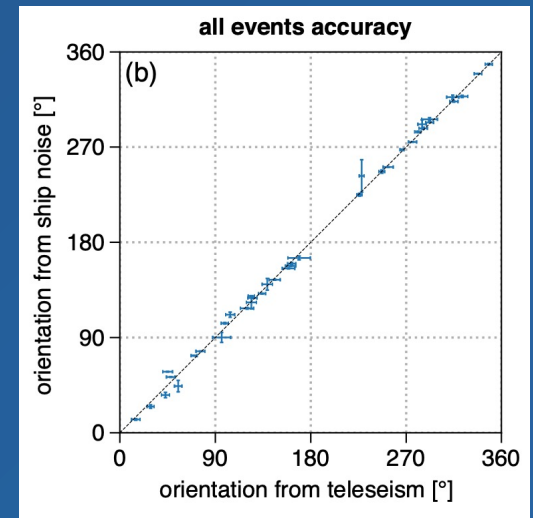


Barruol et al., 2019, Nat. Geosci.:  
Influence de la panache sur le flux mantellique

# RHUM-RUM: observations environnementales

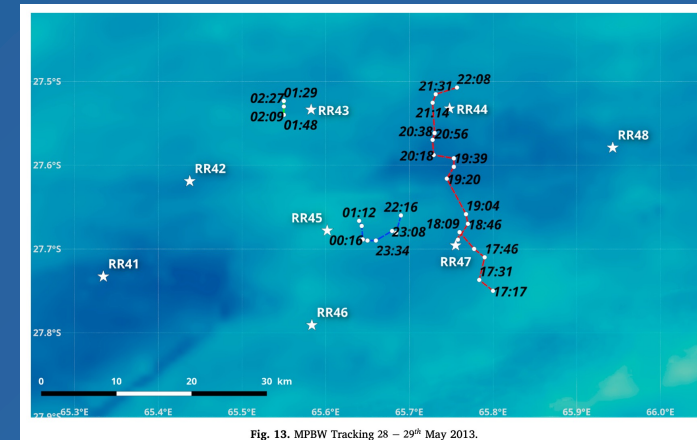


*Davy et al., 2014, GRL*  
Relation entre un **cyclone** et les microseisms



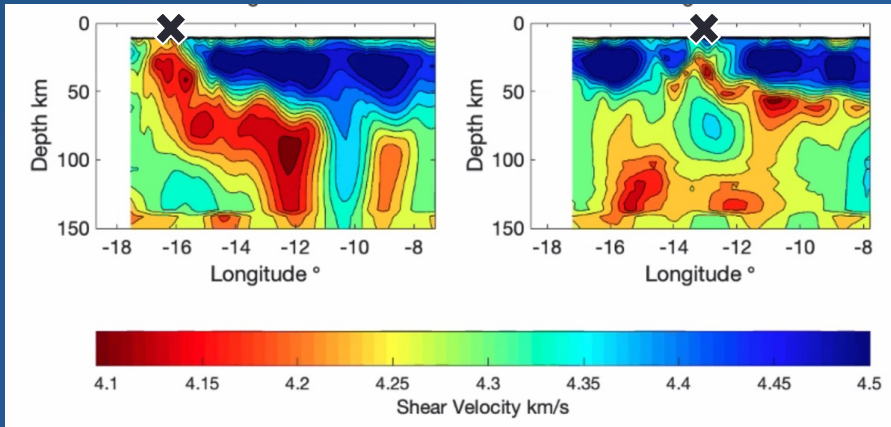
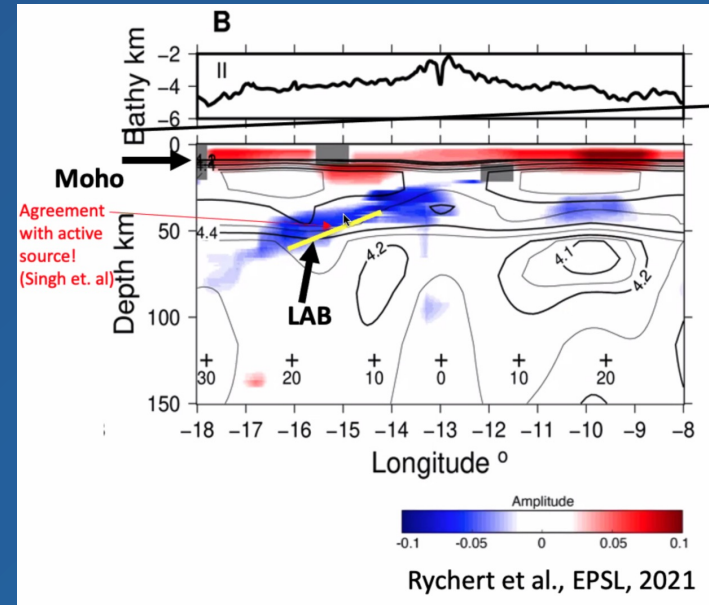
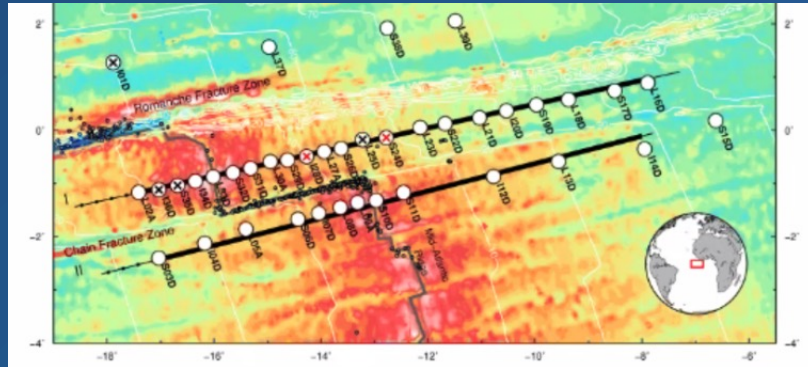
*Trabattoni et al., 2019, GJI*  
OBS orientation and relocalisation using **ships**

*Dreo et al., 2019, Deep Sea Res*  
Marine **mammal** tracking





# PiLAB: Frontière Lithosphere-Aesthenosphere (39 OBS)



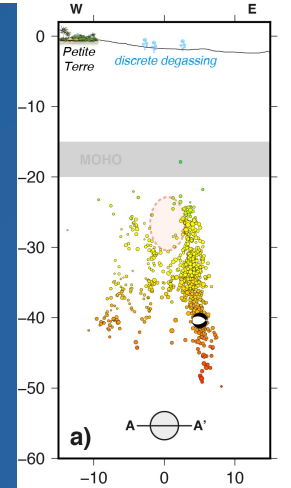
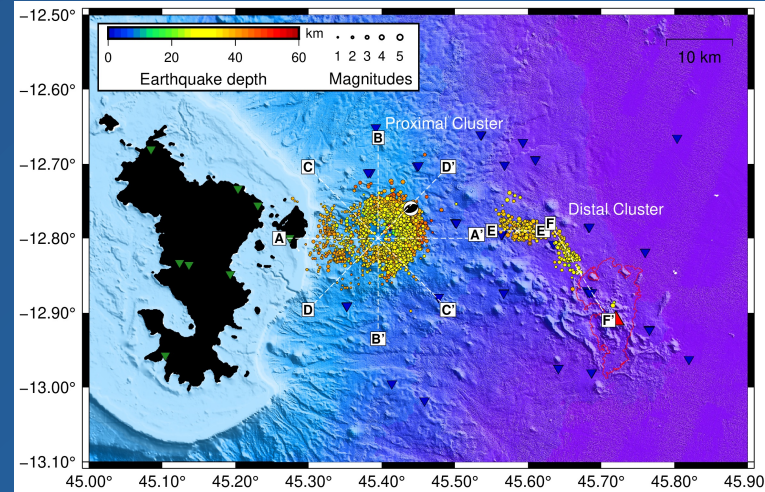
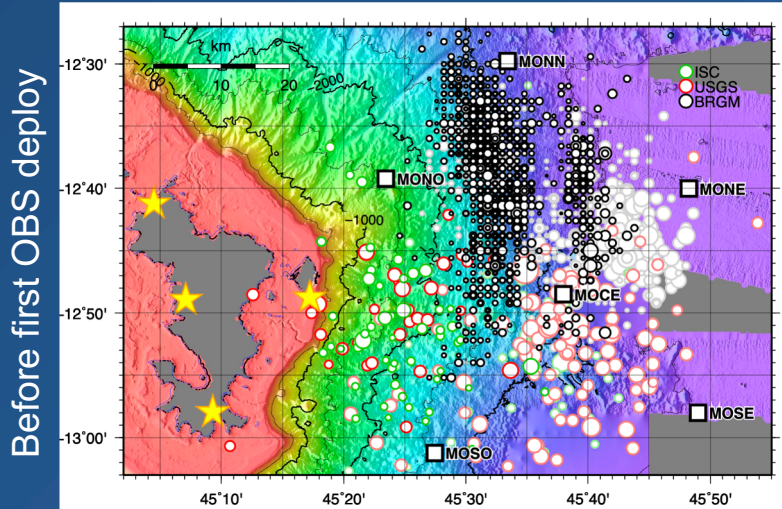
Harmon et al., JGR, 2021

- Mesure de l'épaisseur de lithosphère océanique
- Fort décalage de remonté mantellique vers l'axe
- Identification des cellules de circulation mantelliques

Manque d'instruments ligne sud    Manque du détail dans modèle

# MAYOBS: profondes structures volcaniques (6-20 OBSs)

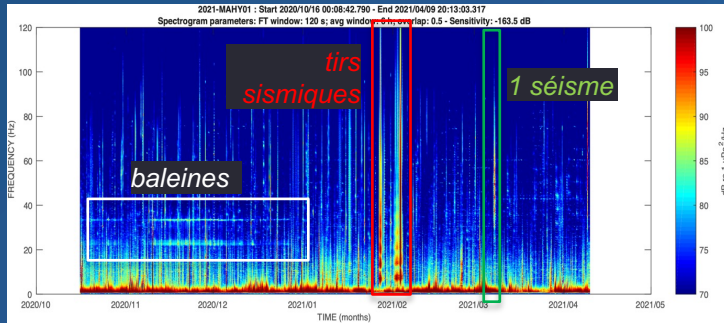
*Lavayssiere et al., submitted*



- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Pas transportables en avion | 9 mois delai avant deploiement     |
| Géophone courte période     | Evenements VLF moins contraintes   |
| Pas communicantes           | Dois récupérer souvent             |
| Echantillonnage 62,5 sps    | Manques signales hautes fréquences |

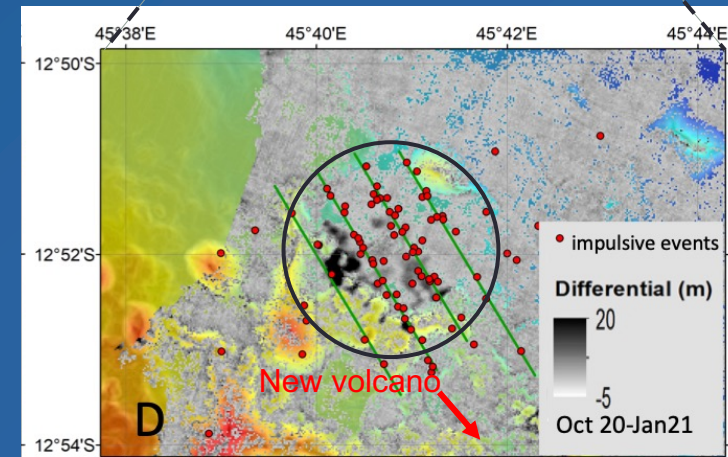
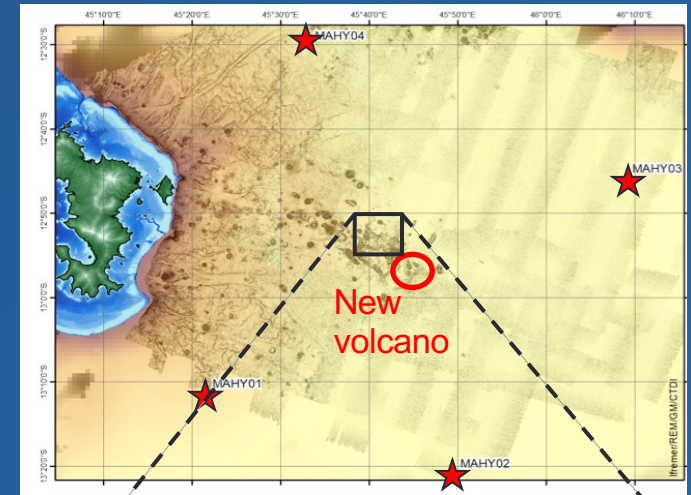
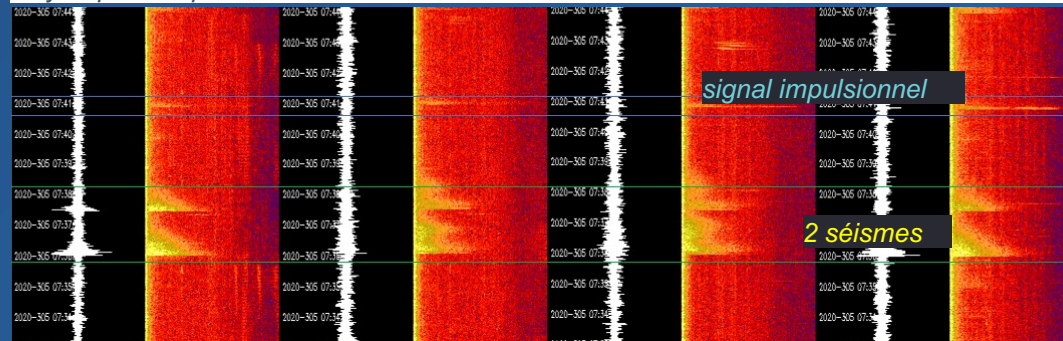
# Réseau MAHY : depuis Octobre 2020 (4 hydrophones SOFAR )

- Pleins de signaux
  - au moins 4 types de baleines, tirs sismiques, seimes, bateaux, sismicité locale, signaux de type éboulement, signaux non-identifiés
- **Signaux impulsionsnels** (explosions lors du contact lave/eau)



Spectrogramme d'un hydrophone pendant les 6 1ers mois.

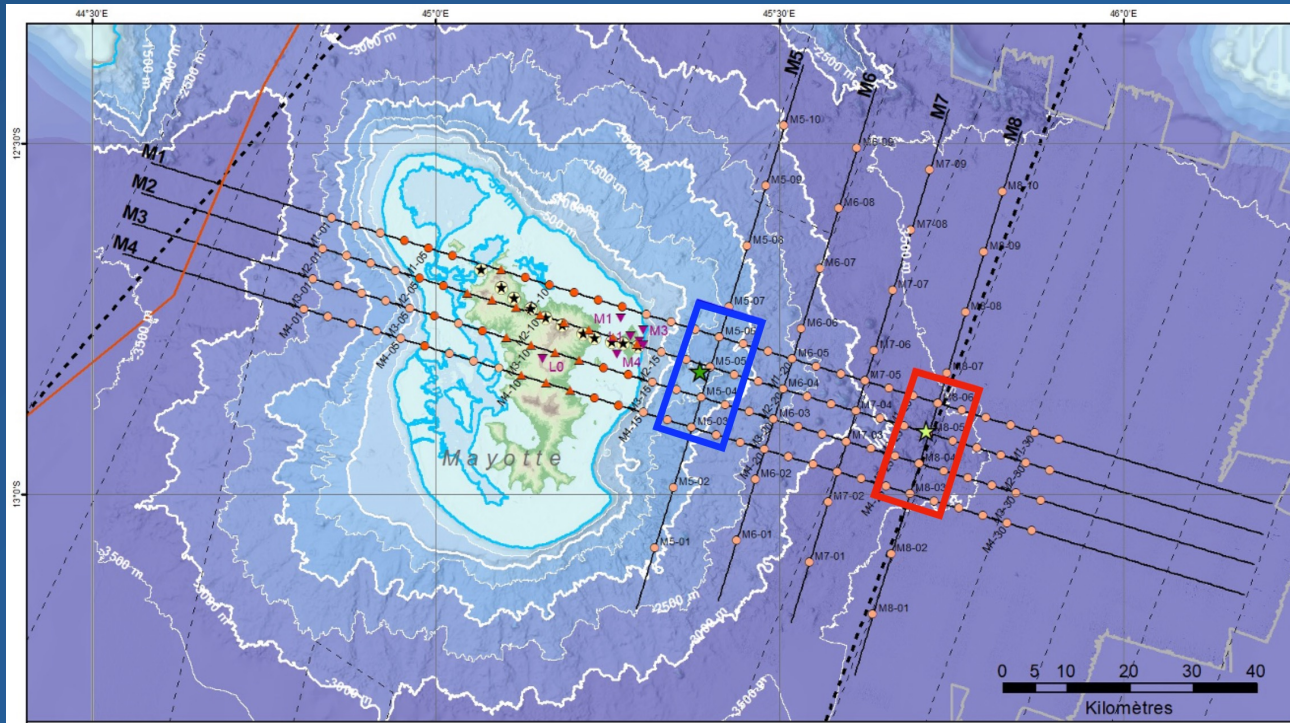
## 4 hydrophones pendant 10 minutes



Signaux impulsionsnels générés par les coulées de lave en contact avec l'eau

# MYVISTA (2023 ou 2024, 85 OBS sismique active)

- Contraindre structure du sous-sol, y compris chambre(s) magmatique(s)
- IFREMER + IPGP
- Sismique active (flute multi-trace et OBS)
- Boites 3D (100m espacement) au-dessus des deux essaims



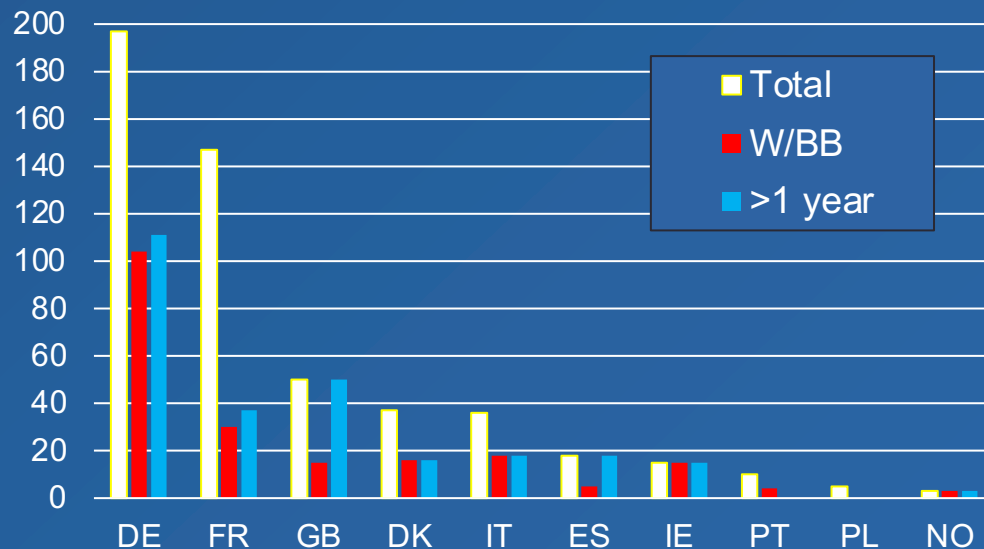
## (Quelques) cibles potentielles

- Couplage interplaque dans les zones de subduction (combiné avec géodésie fond de mer)
- Circulation mantellique à grandes et petites échelles sous les bassins océaniques
- Profondeur et forme de l'origine des “petits” point chauds
- Réponse rapide et monitoring des crises volcaniques ou sismiques
- Impact du bruit anthropique sur faune marine
- Lien atmosphère – océan – bruit ambiant

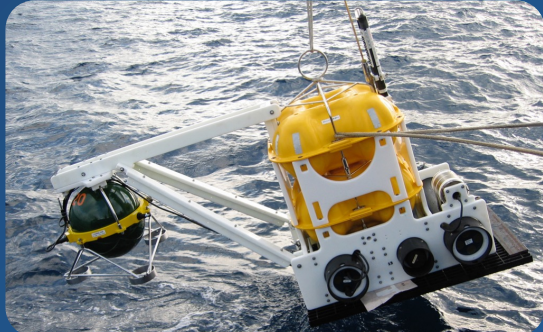
# Strategie

- Fournir une panoplie d'instruments différents
  - Souplesse pour missions et réponse/offre adapté
- Parc « Projets de recherche »
  - 10 BBOBS
  - 20 WBOBS compacts
  - 30 OBS sismique active
  - 3 hydrophones canal SOFAR
- Parc Réponse rapide
  - 10 hydrophones dérivants
  - 10 OBS réponse rapide
  - 5 capteurs de pression

## OBSs Européens



# Parc "Projets de recherche"



**BBOBS** Exploite entière spectre sismologique



**WBOBS compact** Sensible aux télé-séismes, bruit ambiant, événements LF, relativement faciles à transporter et déployer;



**OBS sismique active** Facile à préparer/transporter/déployer en grand nombre.



**Hydrophone canal SOFAR** Couvre très large zone avec peu d'instruments, haute sensibilité

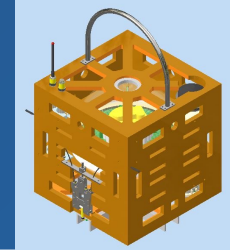
*Photos non contractuelles*

# Parc "Réponse Rapide"



Hydrophones  
derivants

Transportables en avion,  
transmission des données



OBS reponse  
rapide

Transportable en avion, 3+ mois  
deploiement, hydrophone WB

Capteurs de  
pression

Mesure de mouvements verticales "rapides" (< 1  
mois)

- Suivi des déploiements du parc "projets de recherches" si besoin
  - Déploiements plus longs
  - Plus large bande de fréquences



# Journées sismologie fond de mer

- 6-7 décembre, Géozaur (Nice) ou à distance par visioconférence
- Présentation à la communauté et **demande de feedback**
- Organisatrice: Audrey Galve ([audrey.galve@geoazur.unice.fr](mailto:audrey.galve@geoazur.unice.fr) )
- Programme
  - MARMOR et RESIF
  - Science et Observations
    - Imagerie sismique
    - Sismologie Passive
    - Sismologie environnementale
    - Intervention rapide
  - Vers le nouveau parc Sismologie Mobile Marine
- Nous cherchons un expert MEMs

# Travail pour mettre les données marines sur RESIF, EIDA

- Nœud A marin RESIF (en cours)
  - Transformation uniforme des données venant des instruments sismologie marine mobile
- Expériences passés/présents:
  - Faits:
    - YV: **RHUM-RUM** (2012-2013, océane Indienne, 48 MB + 9 BB stations fond de mer)
    - Z3: **AlpArray** (2016-17, 15 MB + 7 BB stations)
  - En cours
    - 4G: **EMSO-MOMAR** (2007-present, volcan sous-marin, 5 stations SP)
    - 1T: **MAYOBS** (2019-present, crise sismo-volcanique, 6-20 stations SP)
  - Aimerais faire
    - **SISMANTILLES**: >100 stations fond de mer de 4 parcs
- Données des futures expériences sismologie marine mobile RESIF-MARMOR