

Suivi de la sismicité à Mayotte

D. BERTIL, M. GRUNBERG

BRGM, BCSF-RENASS, IPGP, CNRS

mais aussi :

- Réseau de surveillance Volcanologique et Sismologique de Mayotte (REVOSIMA)
- RESIF-RAP
- IPGS-EOST
- Sismo à l'Ecole
- Observatoire du Karthala, Comores
- Global Seismograph Network - IRIS/IDA
- Geofon, GFZ
- Geoscope, IPGP
- Observatoire du Piton de la Fournaise, IPGP
- Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR)

etc ...

4^{ème} Rencontres Scientifiques et Techniques RESIF

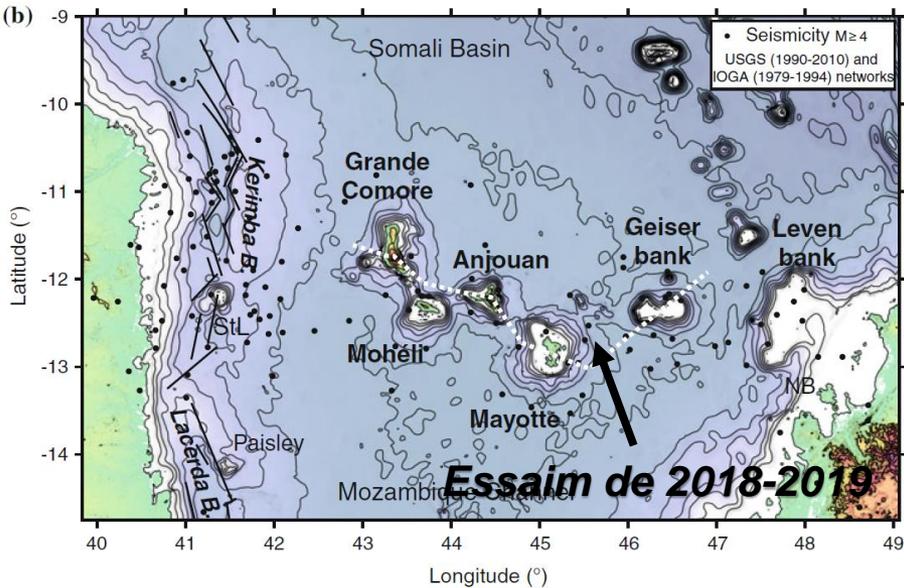
12-14 Novembre 2019

Biarritz

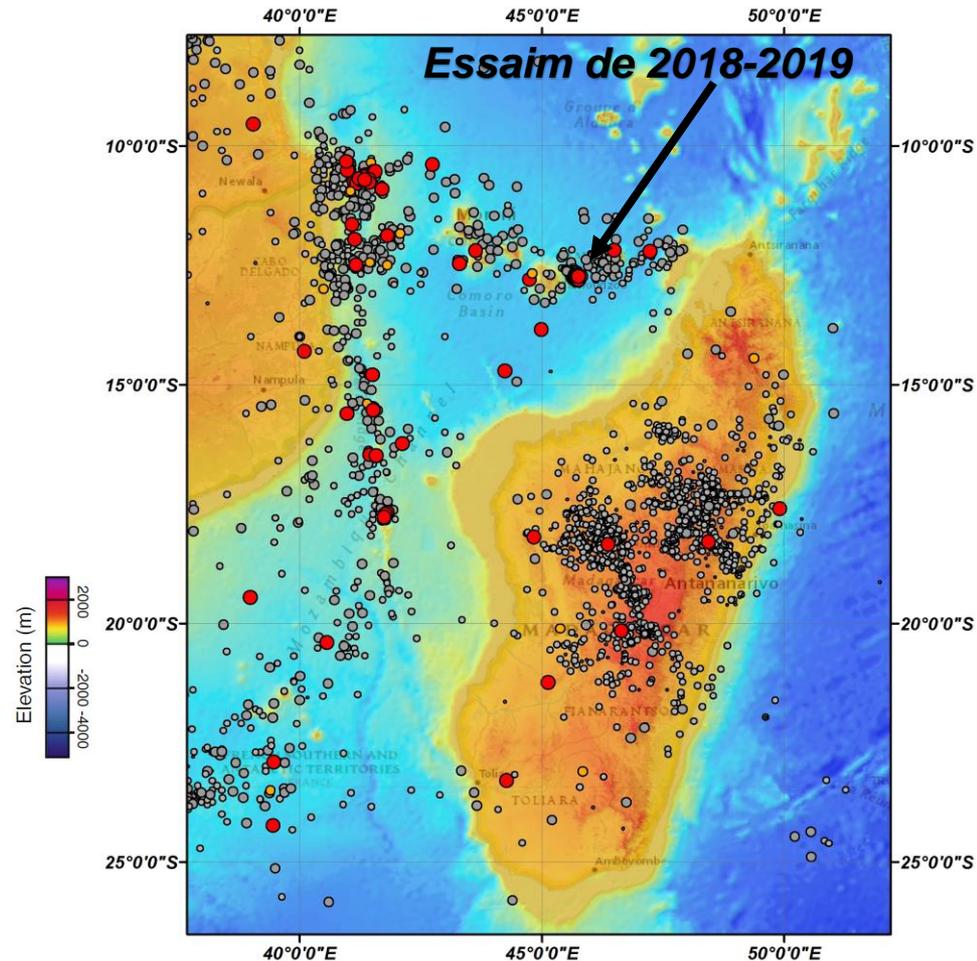
> 3 périodes à considérer

- Avant 2018
- Mai 2018-Avril 2019
- À partir de Mai 2019

> Un contexte régional tectono-volcanique peu étudié



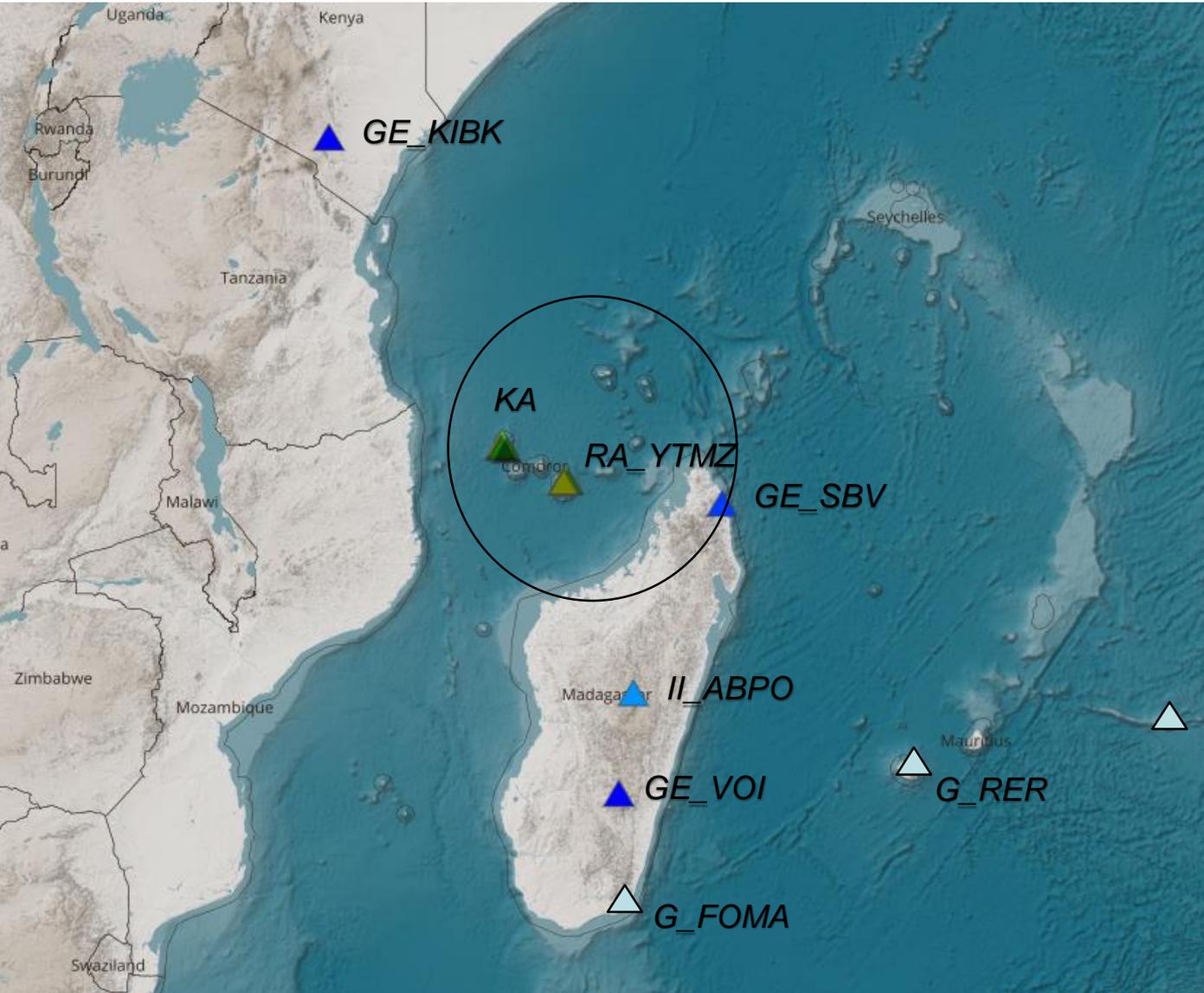
(Michon, 2016)



Stations sismiques

disponibles avant 2018

5 réseaux différents avec des données non partagées entre elles
Seuil de détection des réseaux internationaux
M=4.5



3 stations GEOFON:
SBV à 450 km
VOI à 1000 km
KIBK à 1300 km

1 station GSN:
ABPO à 650-700 km

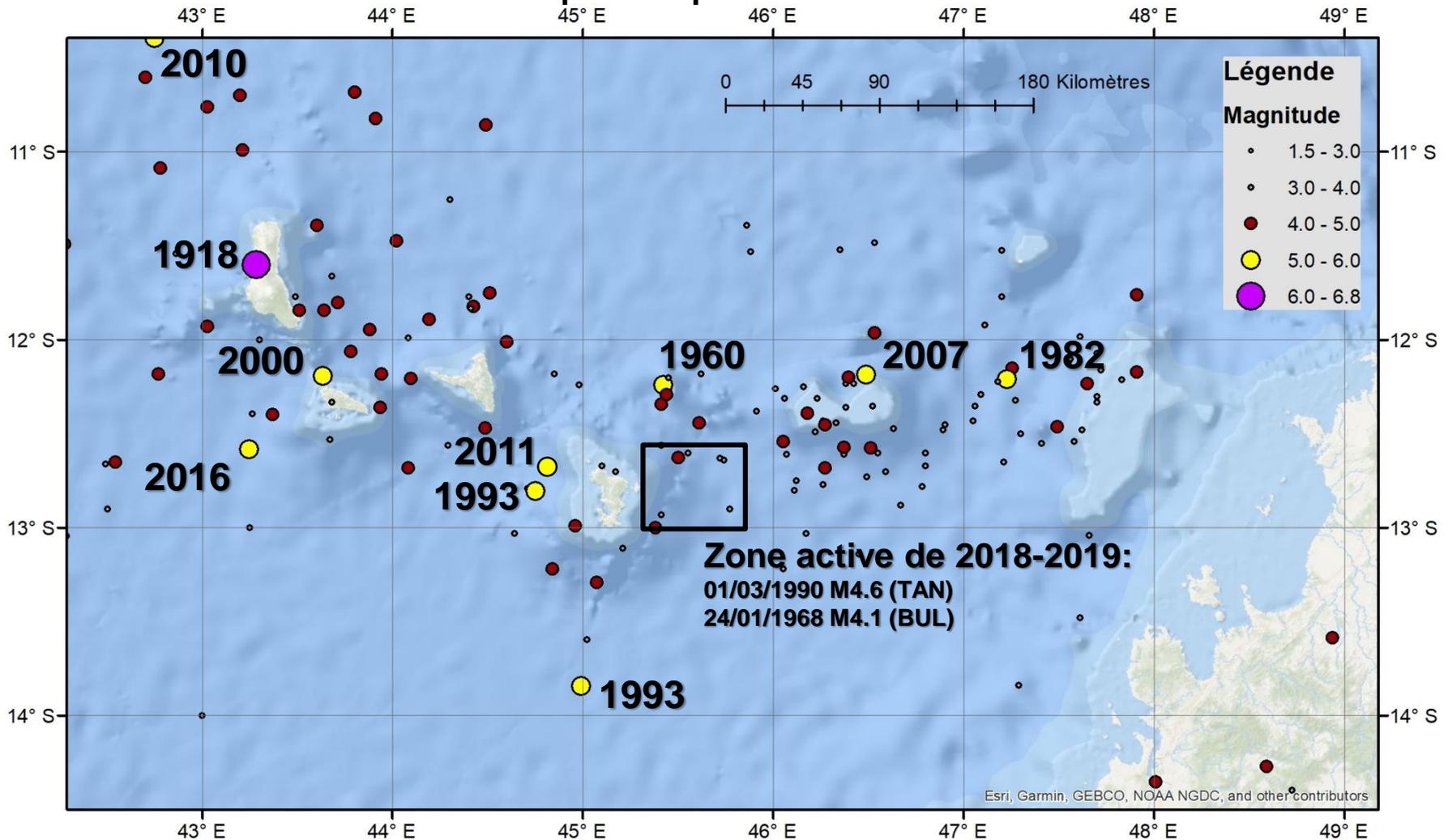
1 station RESIF-RAP
(installée en 2016)
YTMZ à 50 km

Stations de l'Observatoire
du Karthala vers 280 km
(données temps-réel non
accessibles)

2 stations GEOSCOPE à
plus de 1200 km
FOMA et RER

Sismicité modérée mais:

- Une sismicité diffuse sur plus de 500 km
- Une dizaine de magnitudes 5.0 ou plus
- Pas d'essaim sismique équivalent



14 mai – 15 juillet 2018

1ère phase de crise

75% du moment cumulé 2018-2019

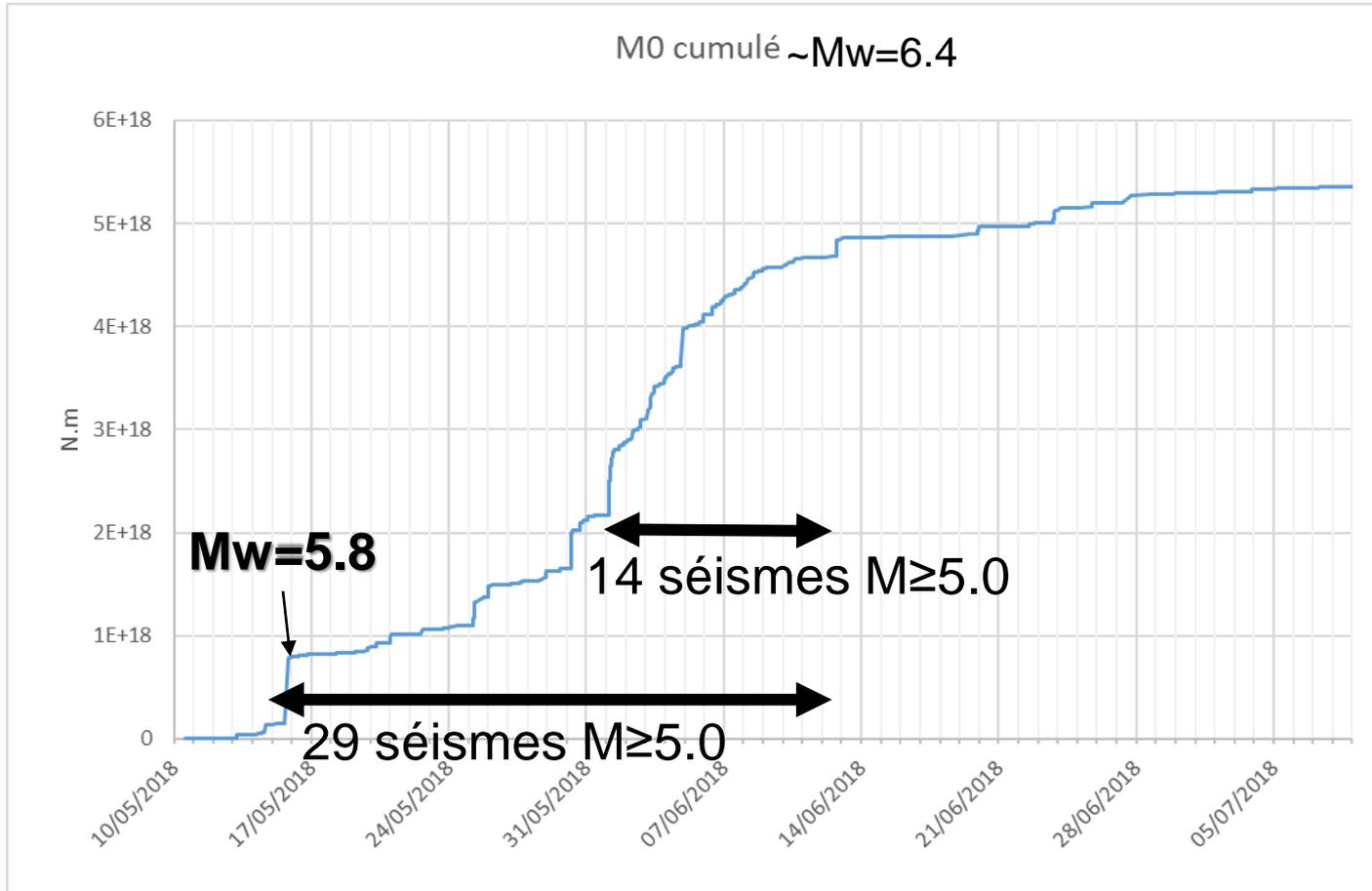
10 mai – 30 mai: 4 stations/Mayotte YTMZ

31 mai – 25 juin: + 3 stations Karthala

25 juin – 14 Juillet: + 2 stations Mayotte

(MCHI, RAE55)

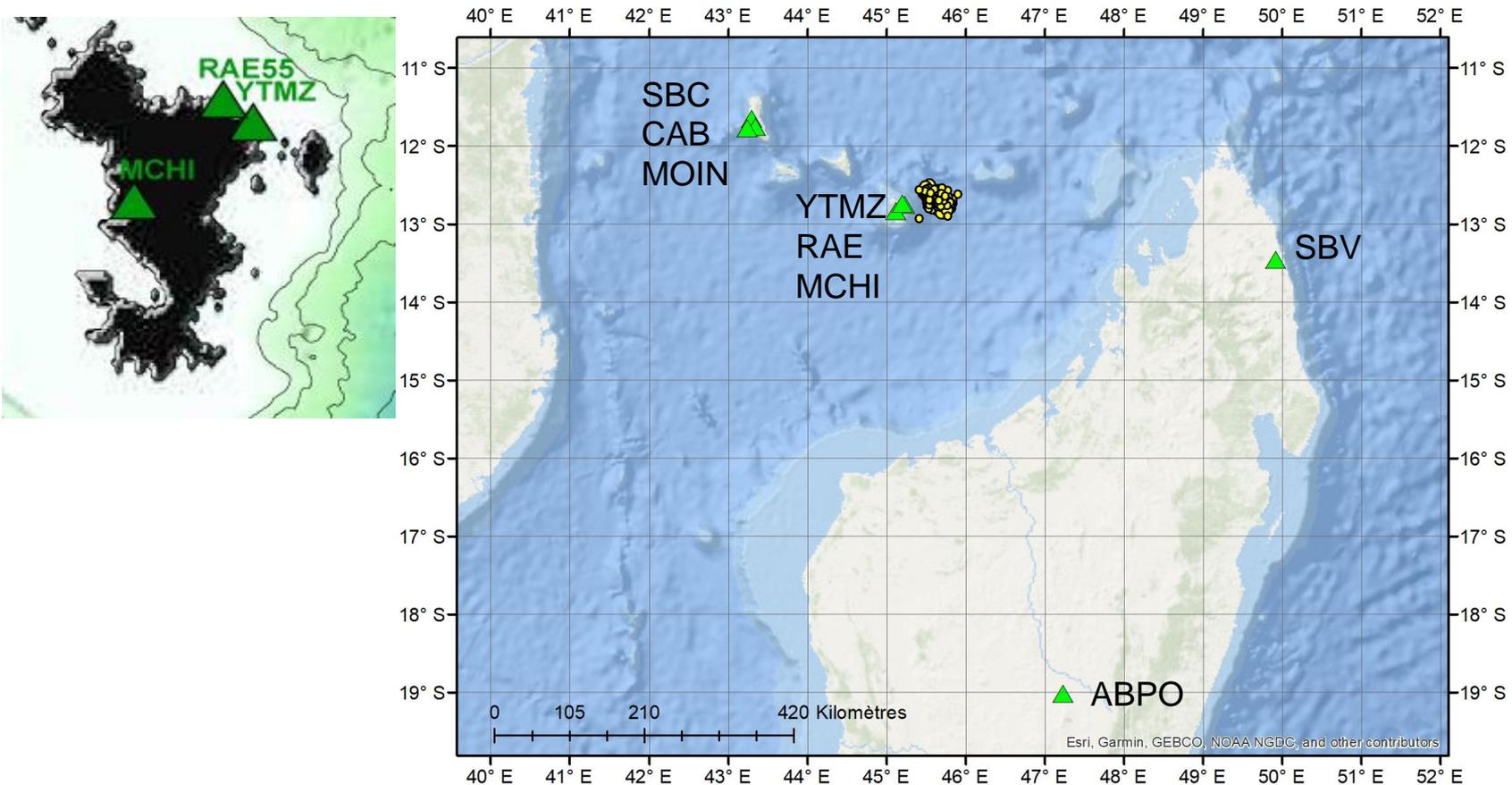
15 juillet : SBV réparé



Stations sismiques juillet 2018-Avril 2019

Mai 2018 – Avril 2019

- > Réseau de Mayotte insuffisant pour une localisation fiable
- > Réseau régional aligné → fortes incertitudes NS



Localisations au BRGM

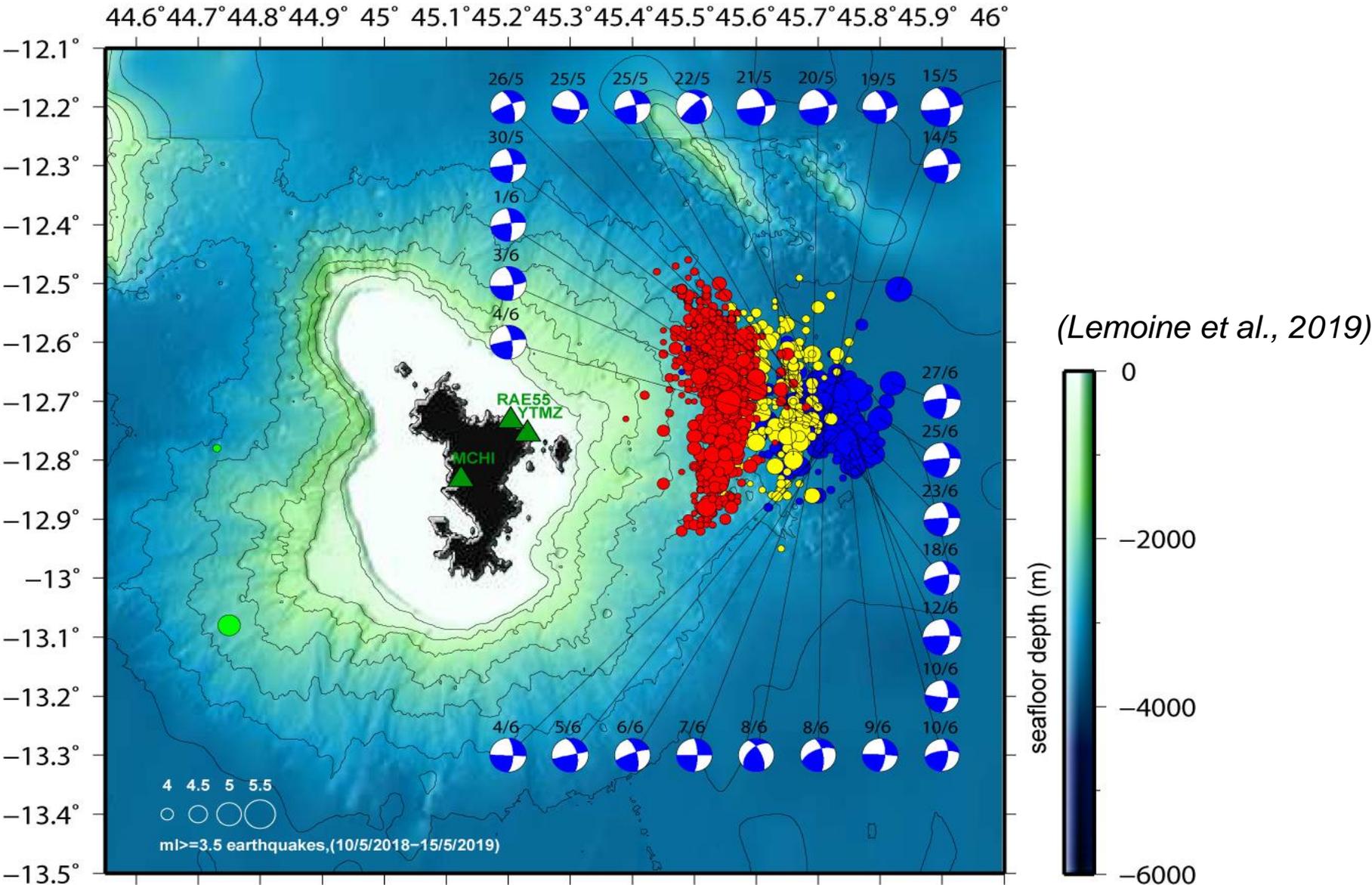
- > Avec Seiscomp – LOCSAT
- > **Pas de modèle de vitesse adapté** au contexte: Modèle arbitraire (au départ IASP91 avec Vs modifié pour avoir $V_p/V_s=1.71$; puis modèle Mayo (fev 2019) avec même V_p/V_s)
- > **Profondeur** arbitrairement **fixée à 10 km**
- > Résidus O-C de 1 à 2 sec sur les stations de Mayotte car à courte distance $V_p/V_s \sim 1.66$. Modèle applicable uniquement si prise en compte des stations régionales (au minimum Grande Comore et Madagascar)
- > Gap azimutal important → **forte incertitude Nord-Sud des localisations**
- > Différences importantes par la suite avec les localisations des OBS (notamment du fait de la libération de la profondeur). Les distances hypocentrales sont compatibles avec les locs OBS. Les localisations sont trop au Nord par rapport aux locs OBS.
- > Faute de bon modèle et d'un bon réseau de stations, l'objectif pendant cette période Mai 2018- Avril 2019 était principalement d'avoir **une continuité d'observation (limitée aux magnitudes $M \geq 3.5$)**

Catalogue $M \geq 4.0$ mai 2018-mai 2019 (Bertil et al., 2019)
librement accessible sur <https://doi.org/10.18144/rmg1-ts50>

Localisations mai 2018 – mai 2019

3 « phases » spatio-temporelles

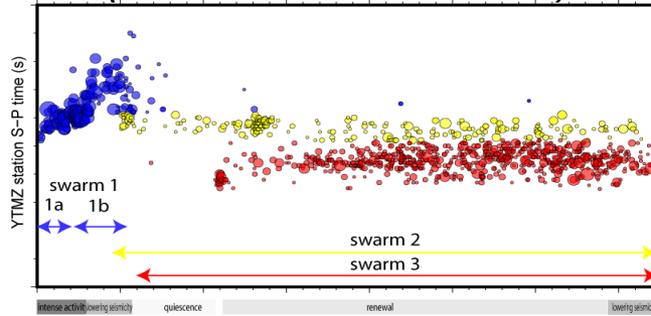
Bleu: mai –juillet 2018
Jaune: juillet 2018 - actuel
Rouge: Aout 2018 - actuel



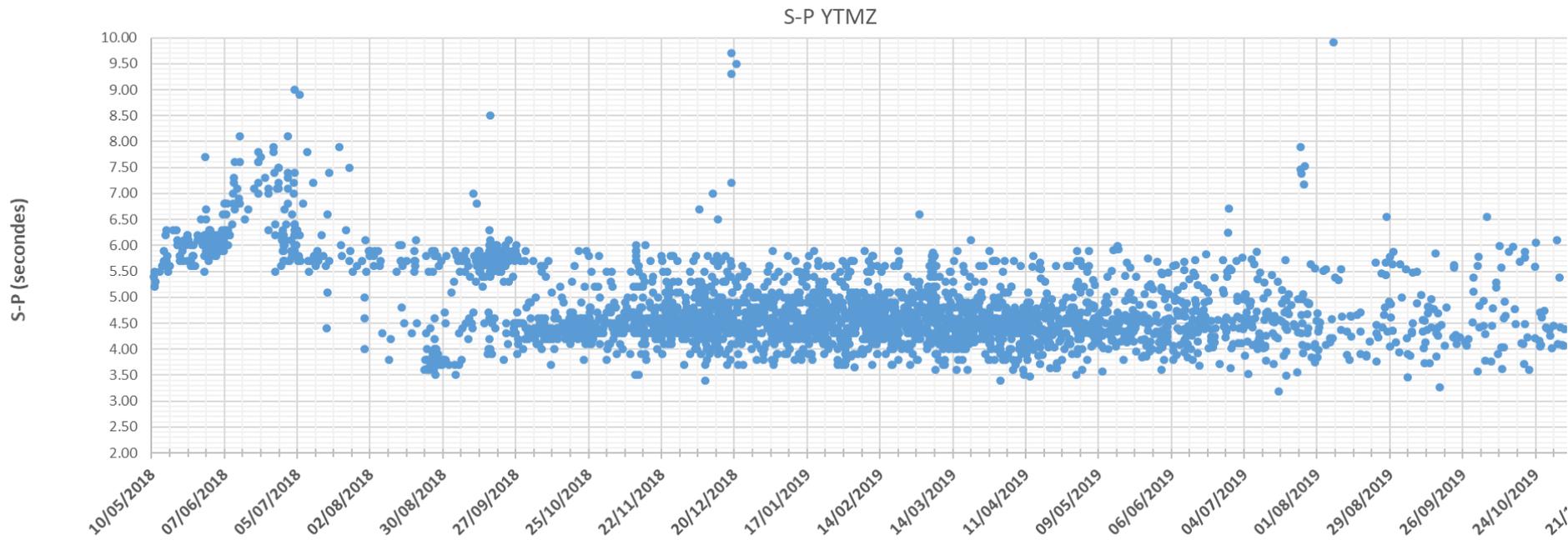
Temps S-P sur YTMZ

(Données indépendantes des incertitudes de localisation et des calages GPS)

(Lemoine et al., 2019)

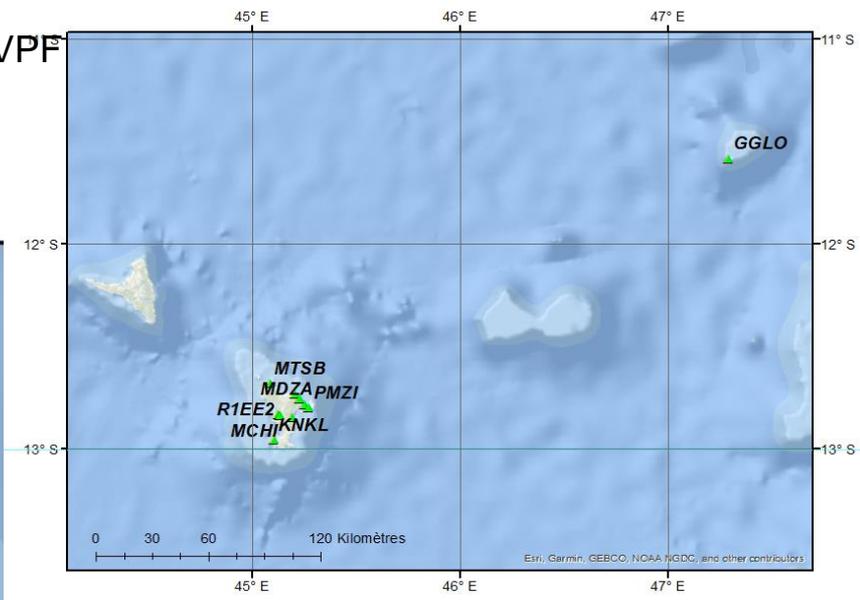


- > Du 10 au 15 mai: 5.0-5.5 sec
- > Du 15 mai au 9 Juin: 5.6 à 6.3 sec
- > Du 10 au 26 Juin: > à 6.5 sec
- > Après 26 Juin: entre 5.5 et 6.0
- > Apparition en Aout de S-P < 4.5 sec (dont la crise du 26 Aout)

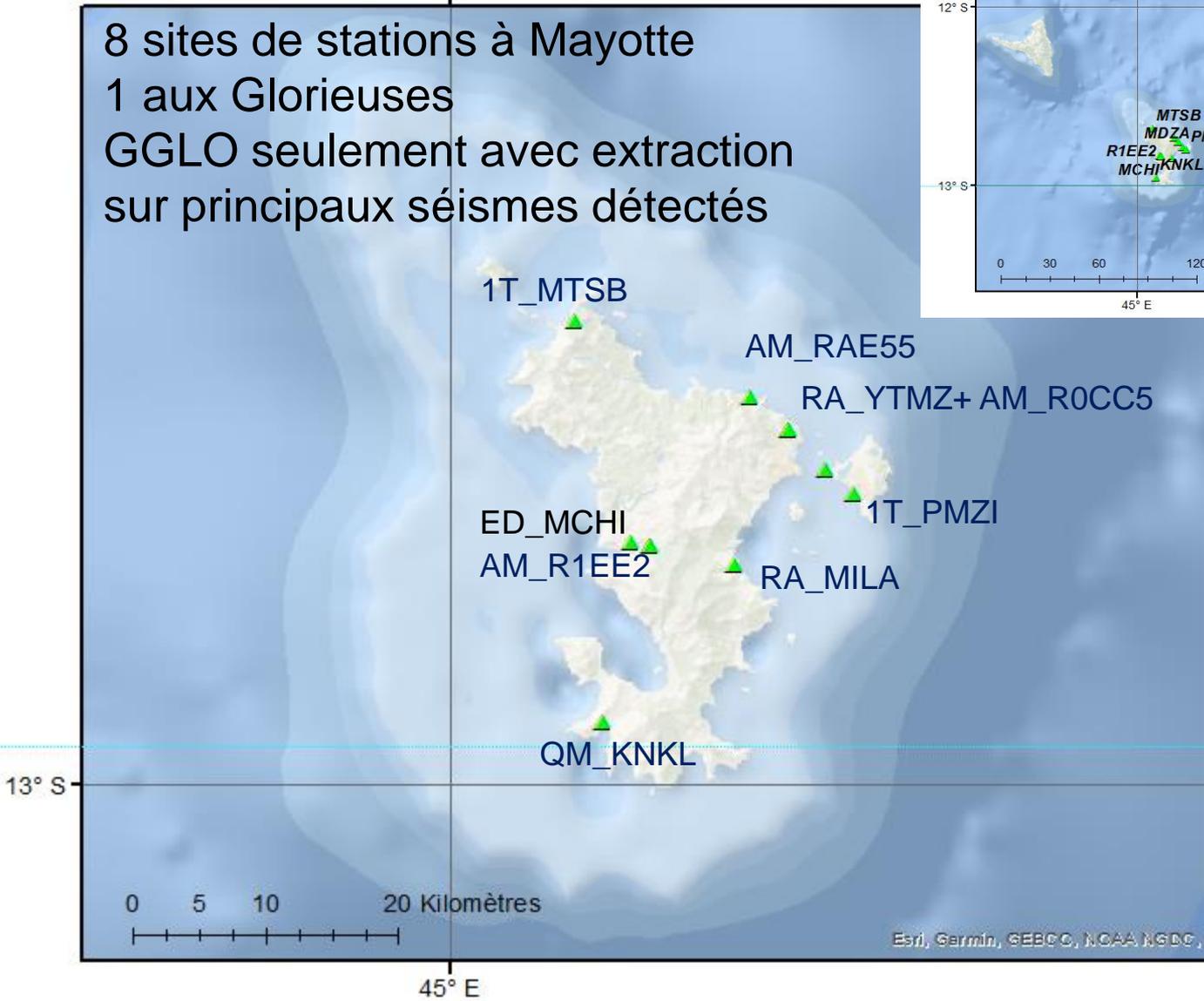


Extension du réseau à partir de mai 2019

- 4 nouveaux sites LB (EOST-BRGM pour Mayotte, IPGP-OVPPF pour Glorieuses)
- 1 nouveau site rshake R1EE2 + R0CC5 à YTMZ (RENASS)
- 1 site acc. passé en temps réel (BRGM)

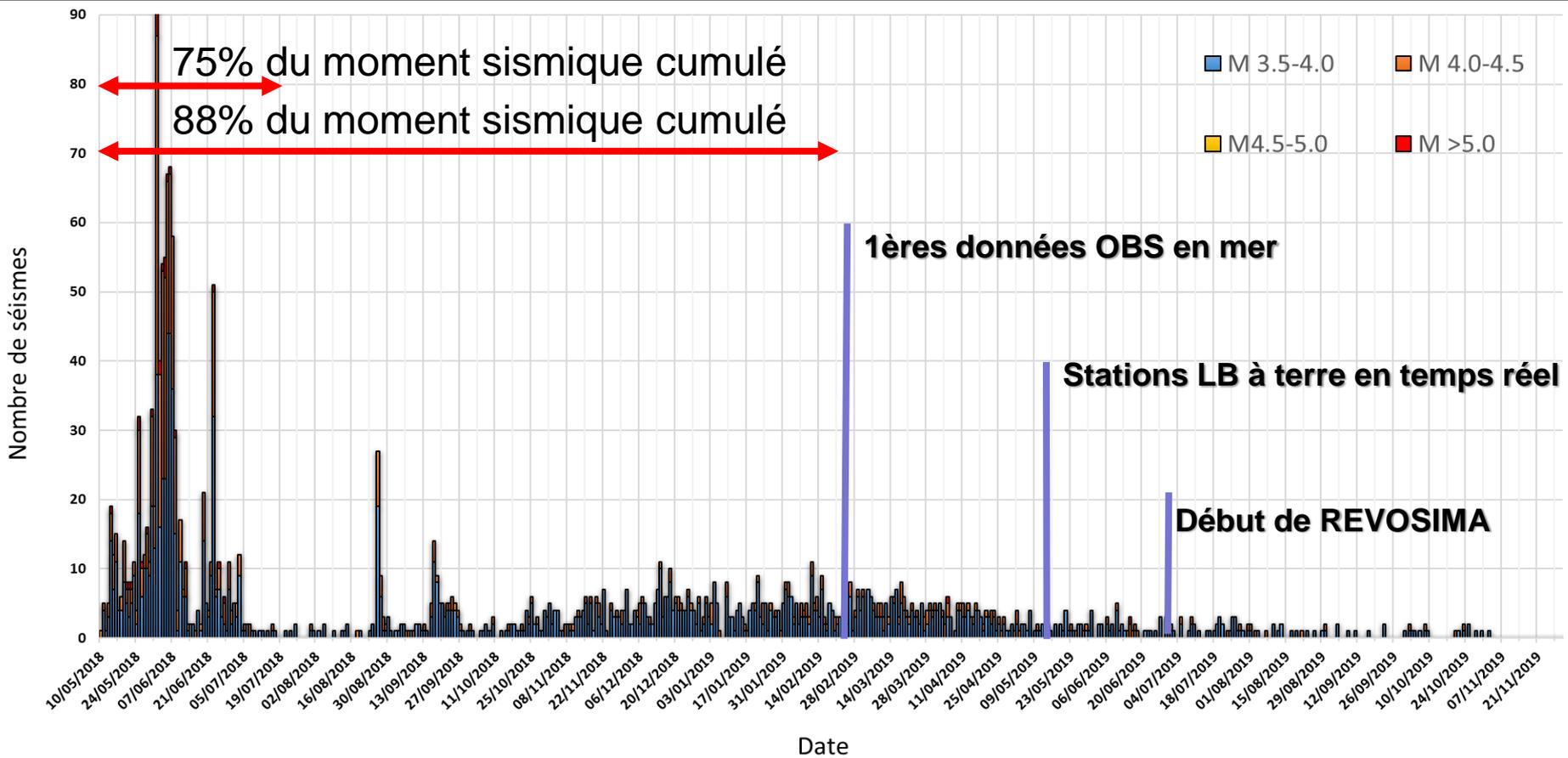
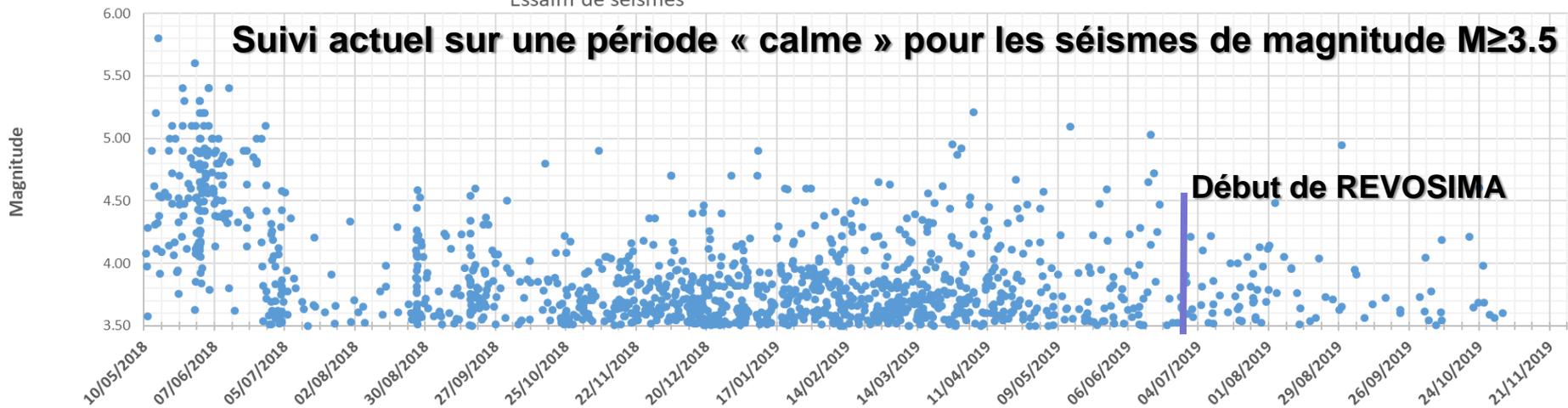


8 sites de stations à Mayotte
 1 aux Glorieuses
 GGLO seulement avec extraction
 sur principaux séismes détectés

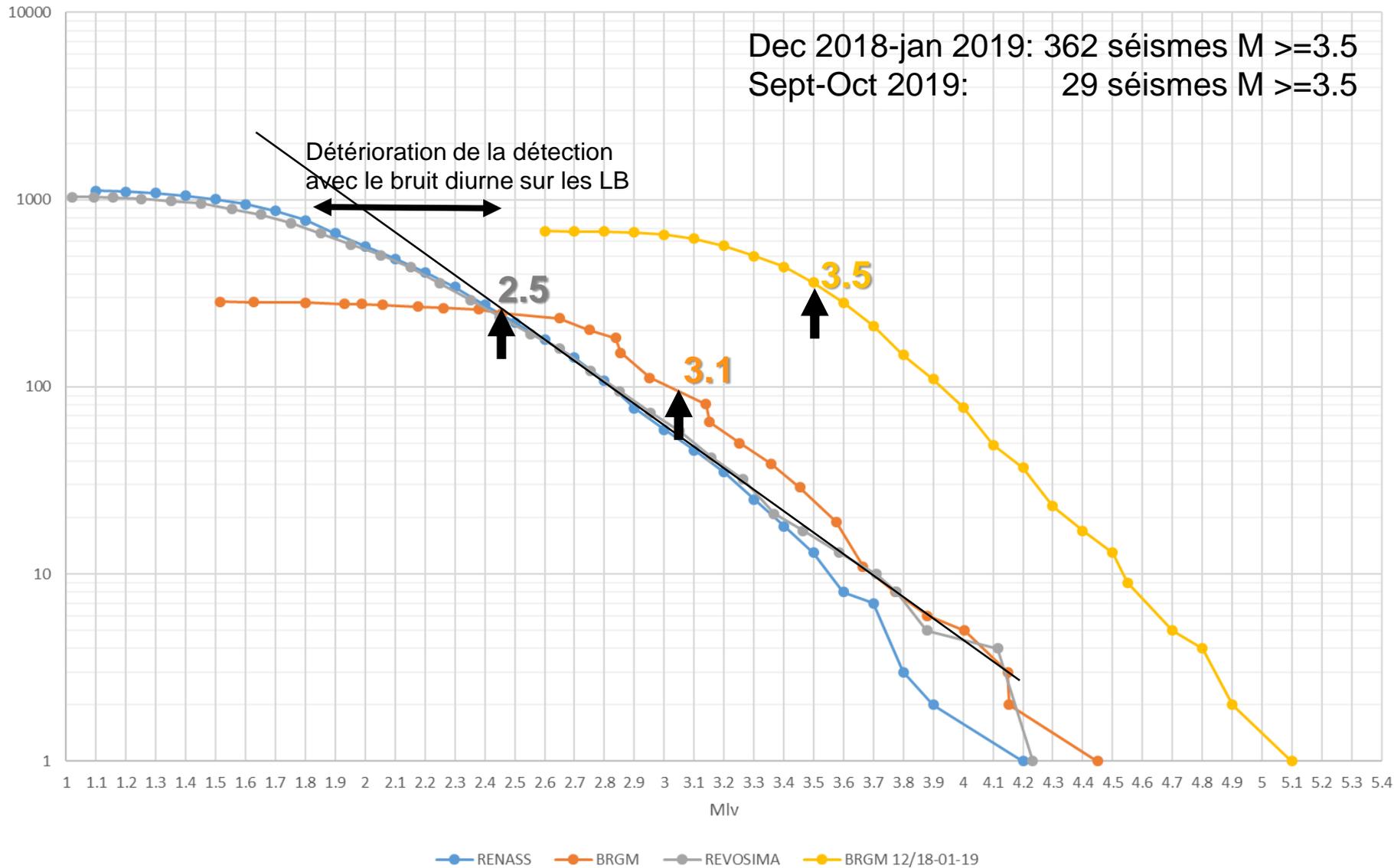


- 5 sites LB
 - MTSB
 - KNKL+ acc
 - PMZI + acc
 - MCHI
 - GGLO
- 2 sites ACC
 - YTMZ (+ R0CC5)
 - MILA
- 3 sites RaspberryShake
 - RAE55 (1C)
 - R1EE2 (3C)
 - R0CC5 (3C)

Suivi actuel sur une période « calme » pour les séismes de magnitude $M \geq 3.5$



Forte amélioration de la détection pour les séismes localisés entre le 3 Septembre et le 4 Novembre 2019



Suivi de la sismicité au RENASS

- > **Septembre 2018**, une procédure de détection automatique + validation manuelle pour les évènements les plus significatifs ($M_{lv} > 3.5$), -> collecte des témoignages sur franceseisme.fr
- > **Mai/juin 2019:**
 - Abaissement des seuils de détection dans la procédure de détection automatique
 - Relocalisation manuelle de tous les évènements détectés 7j/7 (RENASS+IPGS)
 - Les localisations automatiques **et** manuelles sont envoyées au Revosima en temps réel (alimentation SC3 IPGP + webobs).
 - Les localisations sont faites avec Seiscomp3/LOCSAT et le modèle de vitesse iasp91, profondeur libre.
- > **Les localisations sont accessibles par tous sur le site web**
<https://renass.unistra.fr/recherche>

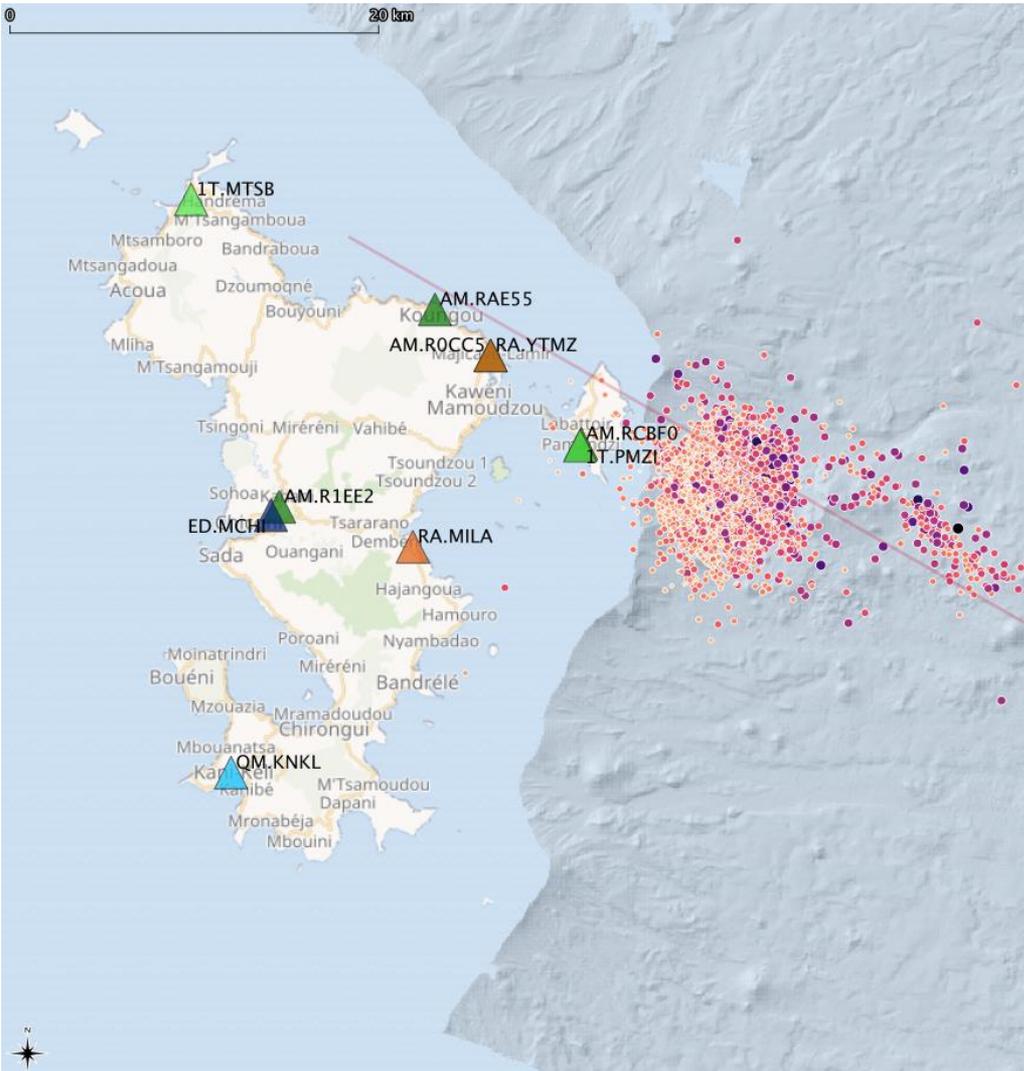


Prévisualisation des données

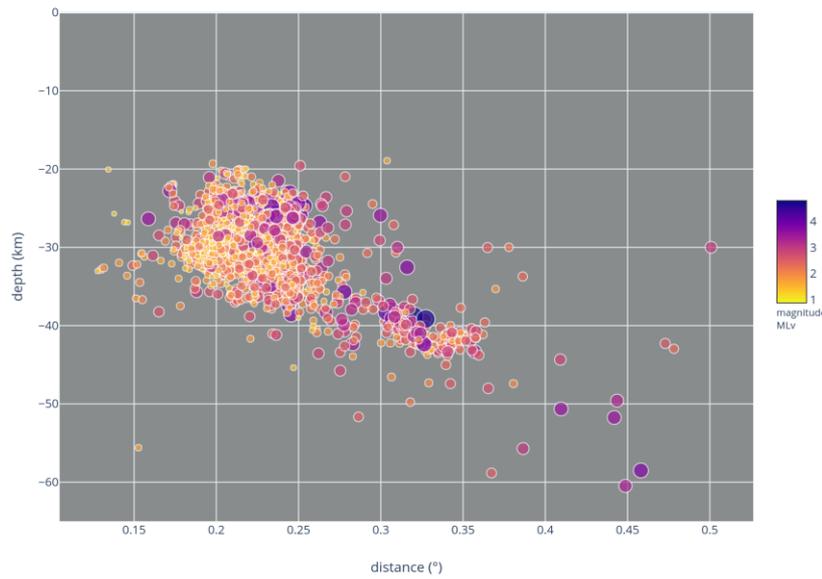
Limité aux premiers évènements

Date	Heure UTC	Heure locale	Magnitude	Latitude	Longitude	Status
06/11/2019	13:43:57	16:43:57 (13km de Mamoudzou )	2.6 MLv	-12.78°	45.34°	Validé Séisme
06/11/2019	00:22:28	03:22:28 (13km de Mamoudzou )	2.1 MLv	-12.84°	45.33°	Validé Séisme
06/11/2019	00:06:49	03:06:49 (13km de Mamoudzou )	1.8 MLv	-12.85°	45.32°	Validé Séisme
05/11/2019	23:30:19	02:30:19 (12km de Mamoudzou )	1.6 MLv	-12.80°	45.33°	Validé Séisme
05/11/2019	23:09:03	02:09:03 (15km de Mamoudzou )	2.1 MLv	-12.80°	45.36°	Validé Séisme
05/11/2019	21:22:19	00:22:19 (13km de Mamoudzou )	1.8 MLv	-12.79°	45.35°	Validé Séisme
05/11/2019	21:13:58	00:13:58 (25km de Mamoudzou )	2.8 MLv	-12.84°	45.45°	Validé Séisme

Sismicité RENASS de 06/2019 à début 11/2019 environ 3000 évènements



depth profile



réseau de surveillance volcanologique et sismologique de Mayotte (REVOSIMA) en charge du suivi depuis juillet 2019

La mission de surveillance de cette zone volcanique a été confiée par le cabinet du Premier Ministre et les ministères concernés à l'IPGP, afin qu'il mette en place ce Réseau de surveillance volcanologique et sismologique de Mayotte (REVOSIMA). L'IPGP opère ce réseau à travers l'Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise (OVFP-IPGP) en co-responsabilité avec le BRGM et sa direction régionale à Mayotte. Le REVOSIMA s'appuie sur un étroit partenariat scientifique et technique avec l'Ifremer, le CNRS, le BRGM, l'IPGS et le RENASS, l'IRD, l'IGN, l'ENS, l'Université de la Réunion, l'Université Clermont Auvergne, le CNES, Météo France, et le SHOM. (voir la page [des acteurs du réseau](#))

En attendant la création d'un réseau qui devra être totalement opérationnel au 1er janvier 2020, une phase d'intérim est mise en place à partir du 15 juillet. Cette première phase fait appel à un soutien sur la base du volontariat et dans la mesure des disponibilités par des personnels scientifiques de plusieurs OSU et laboratoires de recherche en France (RENASS, CNRS, IPGS, GET-OMP, UCA-OPGC, ISTERre, BRGM, IPGP, Université de la Réunion). Avec ses partenaires du REVOSIMA, les équipes des observatoires volcanologiques et sismologiques de l'IPGP ont développé les outils de surveillance opérationnels en temps réel, de visualisation et traitement des données, et continuent le renforcement des réseaux de capteurs de ce futur réseau.

<http://www.ipgp.fr/fr/reseau-de-surveillance-volcanologique-sismologique-de-mayotte>

REVOSIMA – Outil webobs

- Remplissage par des opérateurs bénévoles d'une main courante pour compléter les détections automatiques
- En septembre-octobre 2019: 2400 séismes signalés pour 1037 localisés



REVOSIMA Bulletins

> Bulletins bi-mensuels accessibles sur:

- <http://www.ipgp.fr/fr/actualites-reseau>
- <https://www.brgm.fr/content/volcan-seismes-mayotte-suivi-activite-sismo-volcanique-revosima>

Période du : 1 au 15 octobre 2019 (15 jours)	
Sismicité enregistrée par le réseau terrestre et validée et localisée, excluant les détections automatiques	
(en gris les chiffres pour la période du 15 au 30 septembre détectés selon le même protocole)	
Classe de magnitude	Nombre de Séismes VT
M < 1,0	0(0)
M1,0 à M2,0	164 (146)
M2,0 à M3,0	110 (124)
M3,0 à M4,0	14(11)
M4,0 à M5,0	0(0)
M5,0 à M6,0	0(0)
M1,0-M6,0	288 (281)
M >= 2,0	124 (135)

Tableau 1 : Répartition des séismes volcano-tectoniques (VT) enregistrés par le réseau terrestre par classe de magnitude du 1 au 15 octobre 2019.

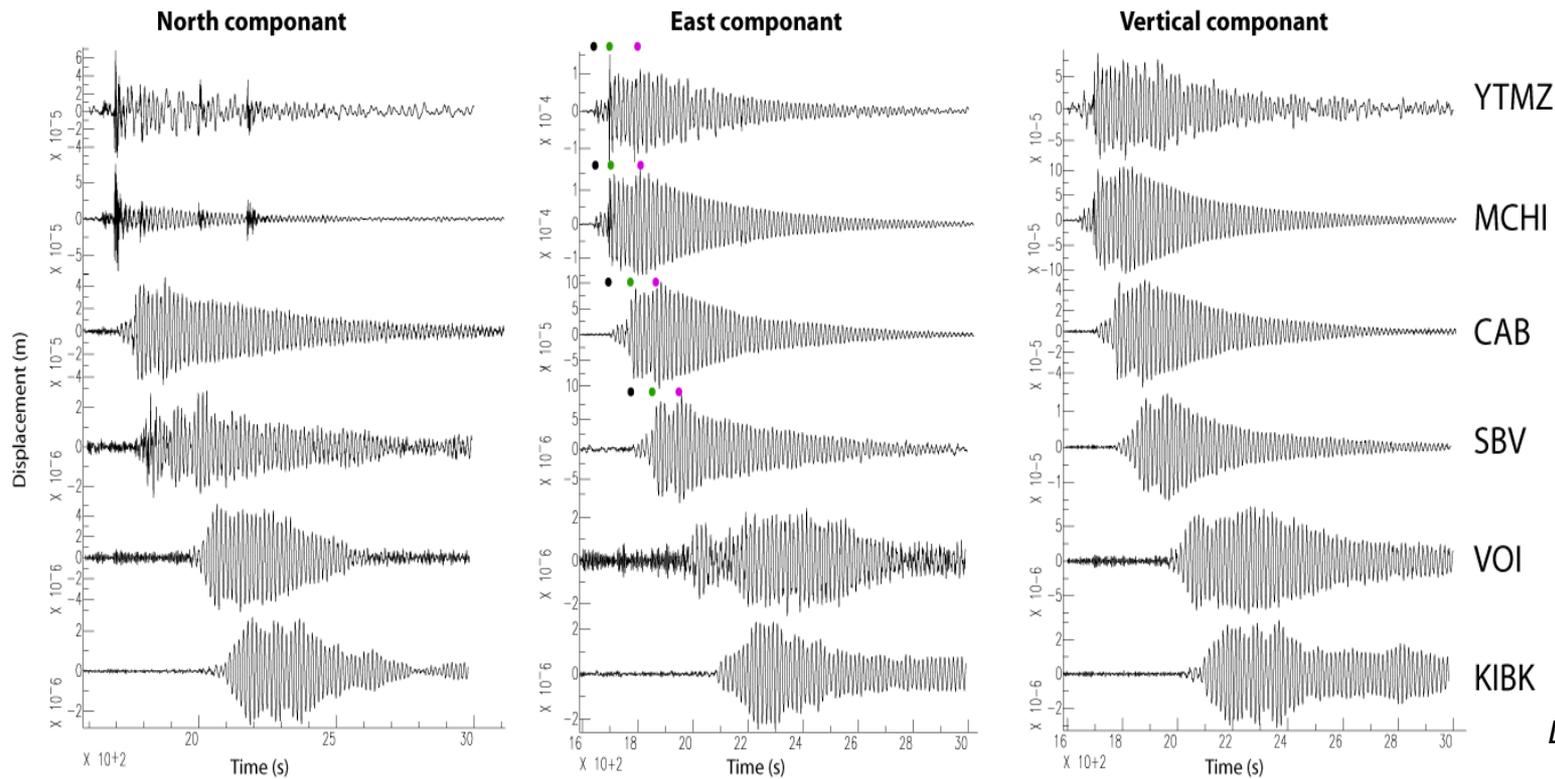
Total séismes >= M3,5	Dont M >= 4,0	Dont M >= 4,5	Dont M >= 5,0	Dont M >= 5,5
2002	551	149	32	2

Tableau 2 : Comptage des séismes localisés de magnitude M>3,5 du 10 mai 2018 au 15 octobre 2019 par classe de magnitude (base de données BRGM et REVOSIMA).

Événements volcaniques VLP

- Signaux longues périodes monochromatiques comme celui du 11 novembre 2018
- Pas de suivi par le brgm
- Indiqués dans la main courante du suivi REVOSIMA

11 11 18 9h27

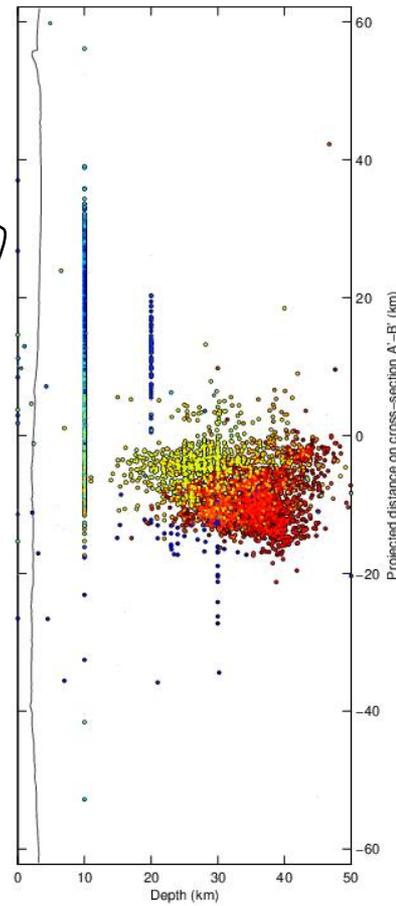
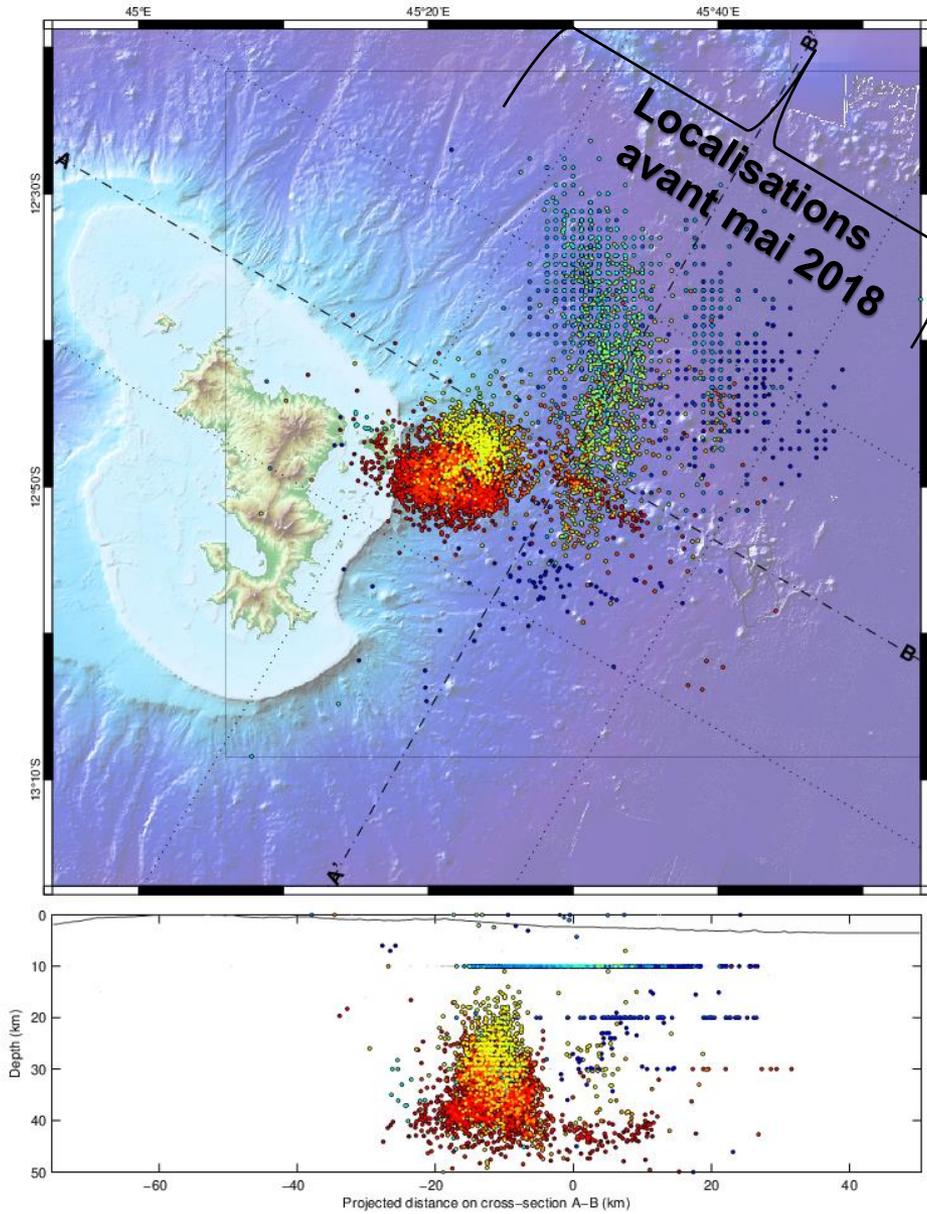


Sismicité Avril 2018 à Novembre 2019

Plus de stations proches, autre modèle de localisation et libération de la profondeur →
Rapprochement des essaims, plus proche de Mayotte, et grande profondeur (30- 40 km au lieu de 10 km fixé)
Positionnement des épicentres confirmés par les OBS

très peu d'activité actuellement au niveau du nouveau volcan

forte activité (de faible magnitude) dans la zone la plus à l'Ouest



Filters: DEP ∈ [-10,100]; NPH ∈ [3,Inf];

From: 01-Apr-2018 00:00
To: 04-Nov-2019 11:46

Total events = 5712
Magnitude: min 0.9 – max 5.9
Types:
earthquake (935), other event (4777),

Mise en commun des données des stations de réseaux régionaux

+

améliorations du réseau à Mayotte

=

Meilleure détection de la sismicité régionale (en complément de la surveillance de la zone sismo-volcanique de Mayotte)

