

VOLCANISME, TECTONIQUE ET SISMICITÉ DANS LE NORD DU CANAL DU MOZAMBIQUE (OCÉAN INDIEN)

Une meilleure connaissance du territoire pour une meilleure évaluation des aléas

Isabelle Thinon, Anne Lemoine, Fabien Paquet avec la collaboration des équipes de COYOTES, SISMAORE, REVOSIMA

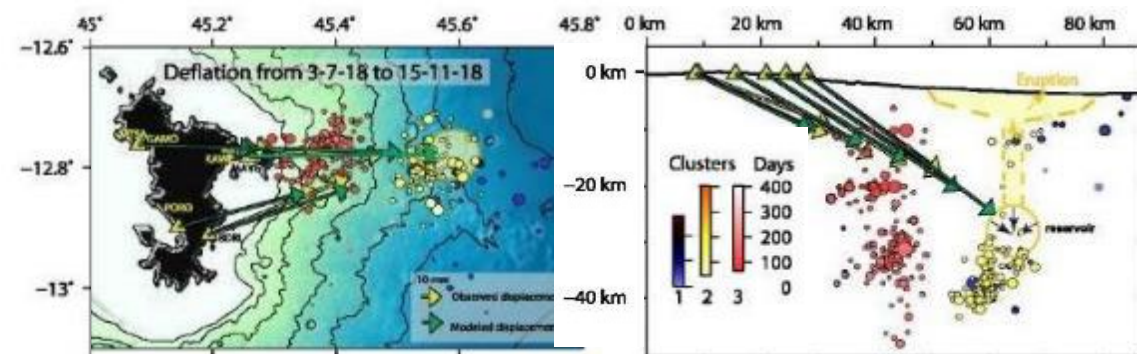
09/06/2026

À PARTIR DU 10 MAI 2018

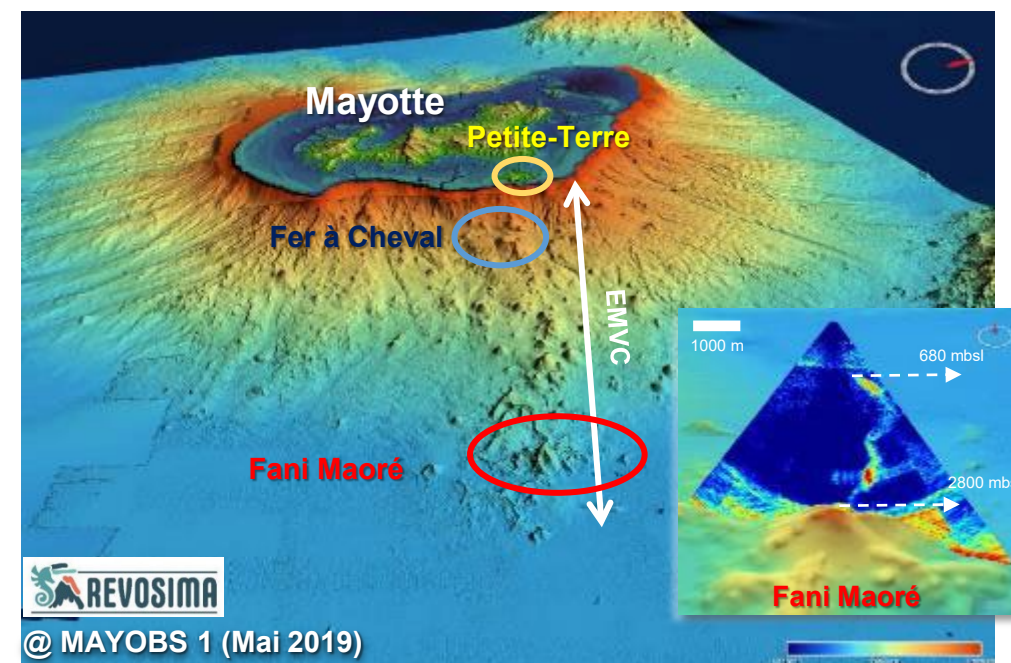
LA CRISE VOLCANIQUE EST-MAYOTTE

Activités : sismicité – déformation – volcanisme

- ❑ Sismicité a débuté le 10 mai 2018 – **encore active**
 - Séquence sismique exceptionnelle : intensité, durée, profondeur
 - Dans une zone classée comme modérée
- ❑ Déformation de Mayotte importante et rapide, 07/2018 → fin 2020
 - Subsidence de 10 à 19 cm
 - déplacement vers l'Est (20-25 cm);
- ❑ Eruption volcanique -> volcan sous-marin Fani Maoré
 - Activité éruptive jusqu'à fin 2020
- ❑ **Emissions de fluides actives** de CO₂, CH₄ ...
ancien complexe volcanique Fer à Cheval + Petite-Terre



Lemoine et al. 2020



@ MAYOBS 1 (Mai 2019)

@ modifié d'après Feuillet et al. (2021)

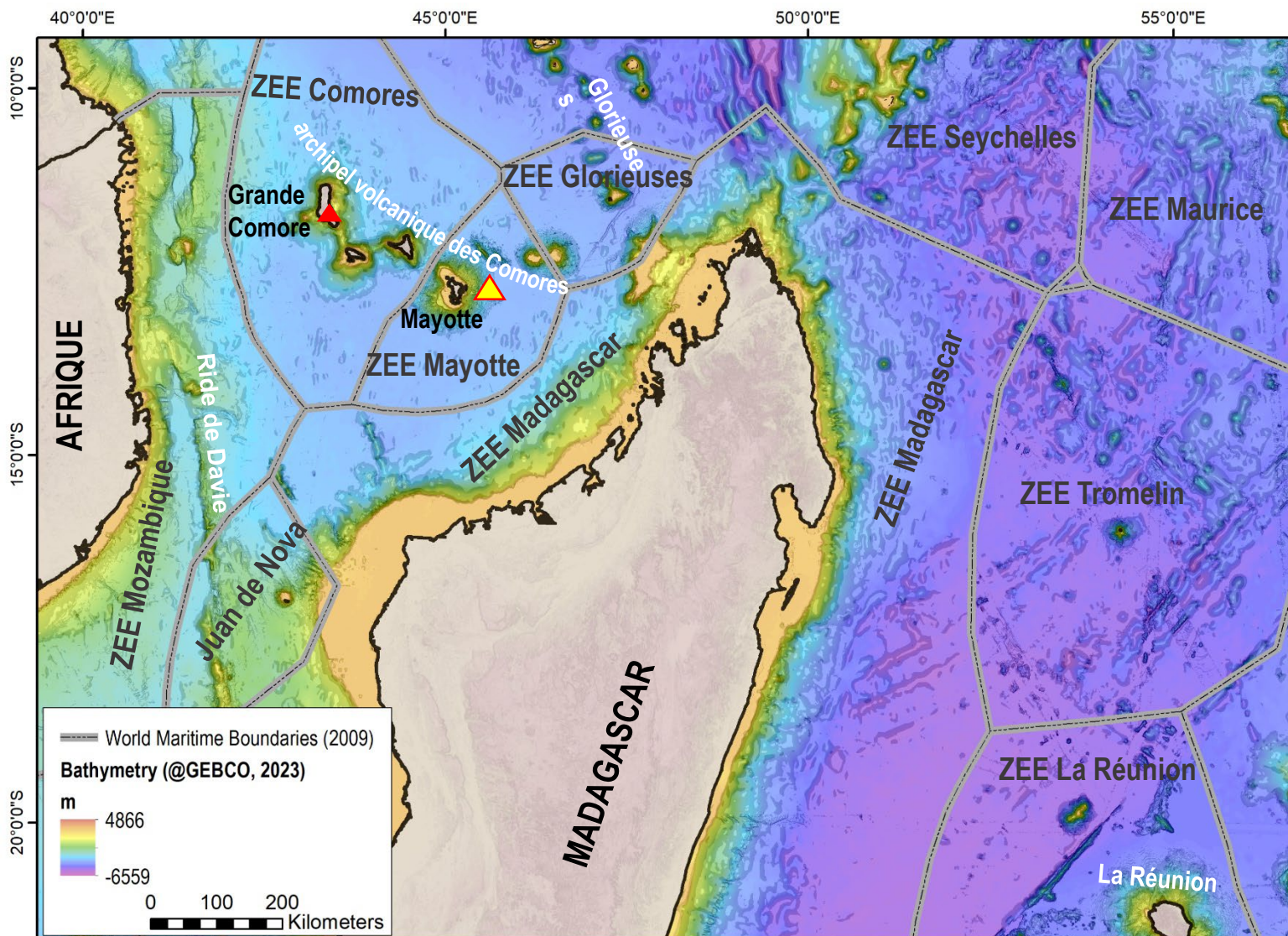
EMVC: Chaîne volcanique Est-Mayotte



Surveillance dans le cadre du REVOSIMA depuis juin 2019

Cf. Bulletin mensuel ; <https://www.facebook.com/ReseauVolcanoSismoMayotte/>

Quel est le contexte de la crise volcanique Est-Mayotte?



Nord du Canal Mozambique

- Plaine abyssale du Canal Nord Mozambique (~3000 – 3400 m)
- Archipel des Comores = 4 îles volcaniques + reliefs sous-marins
- 2 volcans actifs

▲ **Volcan Karthala** (2007, 2006, 2005, 1991...)

▲ **Volcan sous-marin Fani Maoré** (2018-2020)
+ sorties de fluides CO₂ (complexe volcanique sous-marin Fer à Cheval (actif))



Projet de recherche COYOTES

(Comoros & maYotte: vOlcanism, TEctonics and Seismicity)

ANR-19-CE31-0018



Objectif général

- Améliorer la connaissance du contexte géologique, géodynamique et sismologique du nord du Canal du Mozambique pour mieux comprendre la crise volcanique Est-Mayotte.
- Identifier les aléas potentiels aux échelles locale et régionale

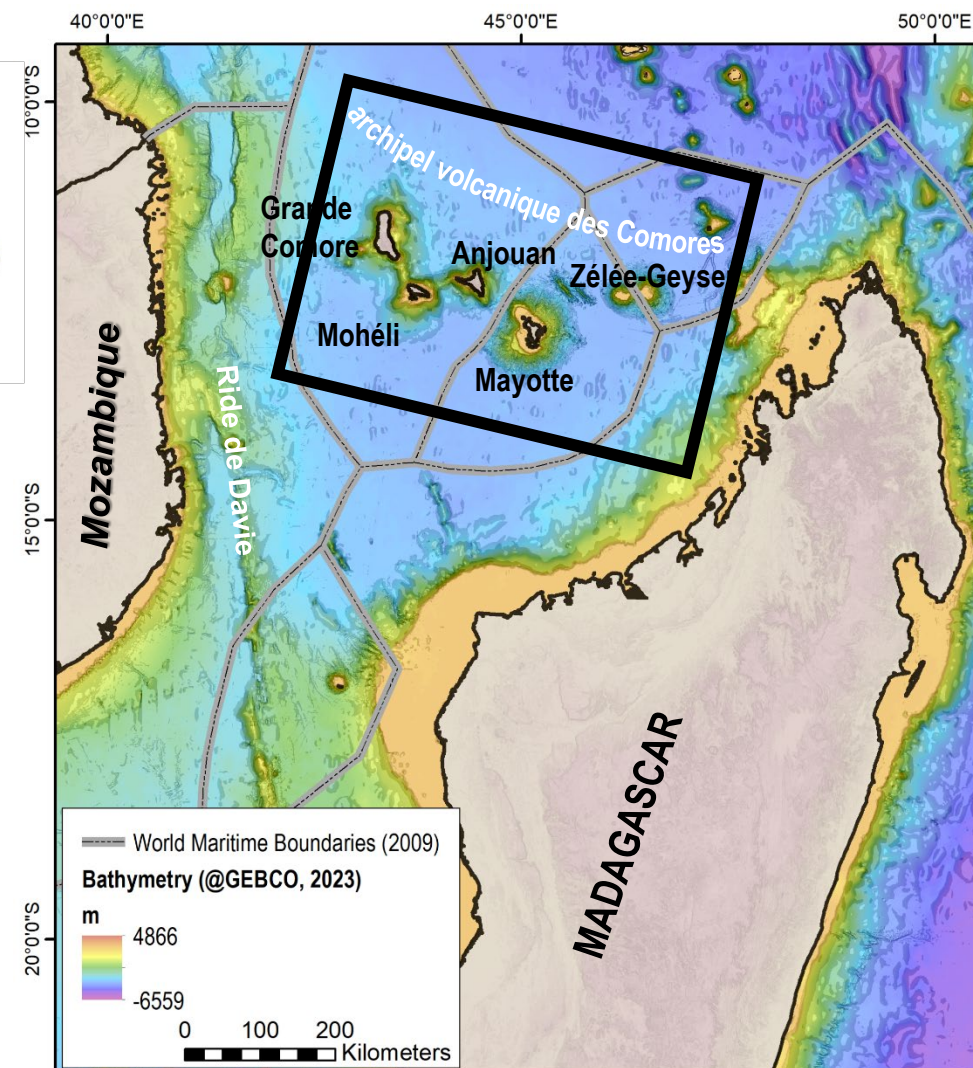
Quelques chiffres

- Durée 5 ans (fin 2019 – 2025)
- Financement ANR ~645 k€
- Co-financement BRGM ~240 k€
- 4 thèses, 1 post-doc, 7 stages de Master
- Plus de 30 scientifiques de 14 laboratoires/instituts
- Pluri-thématiques (géologue, géophysicien, sismologue, volcanologue, sédimentologiste, structuraliste, géochimiste, géodésien, sismicien...)

anr®
agence nationale
de la recherche

Géosciences pour une terre durable
brgm

Interactions avec le REVOSIMA, projet ANR-ITCH ...



Géosciences pour une terre durable
brgm

EPOC

ENS
ÉCOLE NORMALE
SUPÉRIEURE

Ifremer

lmv
Laboratoire de Mayotte

ISTeP
UMR 7193 CNRS - CY - SU

UR | UNIVERSITÉ
DE LA RÉUNION

GEOS

GET

BGR

IPGP

U

LOG

EOST
Ecole et Observatoire
des Sciences de la Terre

GEOPS

**GEOSCIENCES
PARIS-SACLAY**

UM | UNIVERSITÉ
DE MAYOTTE

Projet de recherche COYOTES

(Comoros & maYotte: vOlcanism, TEctonics and Seismicity)

Campagne océanographique SISMAORE ⁽¹⁾ 23/12/20-11/02/21

- 80 000 km² de SMF (bathymétrie– rétrodiffusion – Colonne d'eau);
- 10 000 km de profils SDS + magnétisme & gravimétrie.
- 8000 km de profils sismiques 48-traces et 960-traces
- 3 OBS (sismomètres de fond de mer)
- 7/8 carottages + 4 mesures de flux de chaleur, 5 dragages à roches

Campagne océanographique SCRATCH ⁽²⁾ - 01-22/07/21

- Levé SMF (bathymétrie– rétrodiffusion), profils SDS + Magnétisme
- 12 carottages (→ 51.73 m), 11 dragages à roches

Missions de terrain ⁽³⁾

Données mises à disposition/consultables (SHOM, TotalEn, REVOSIMA ...)

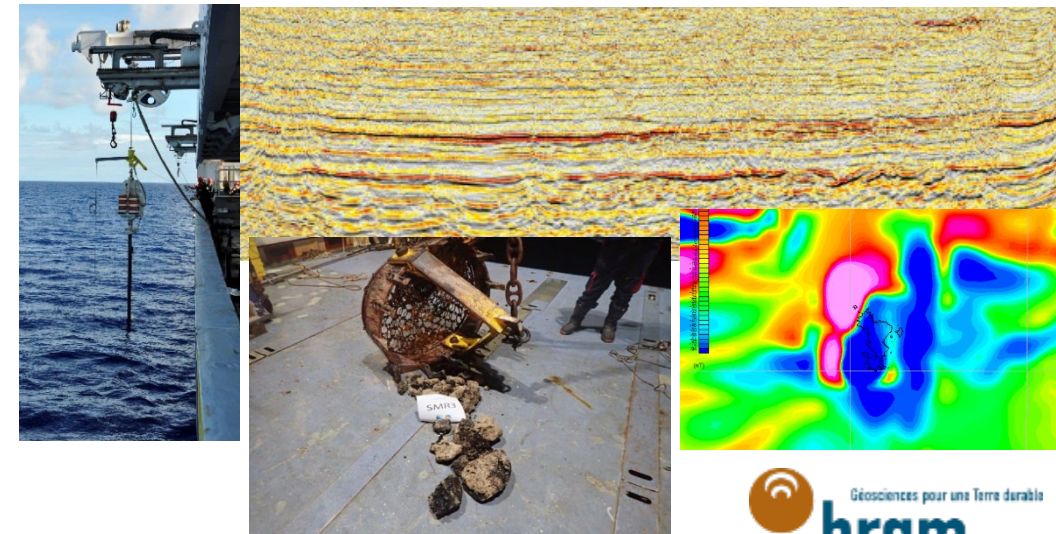
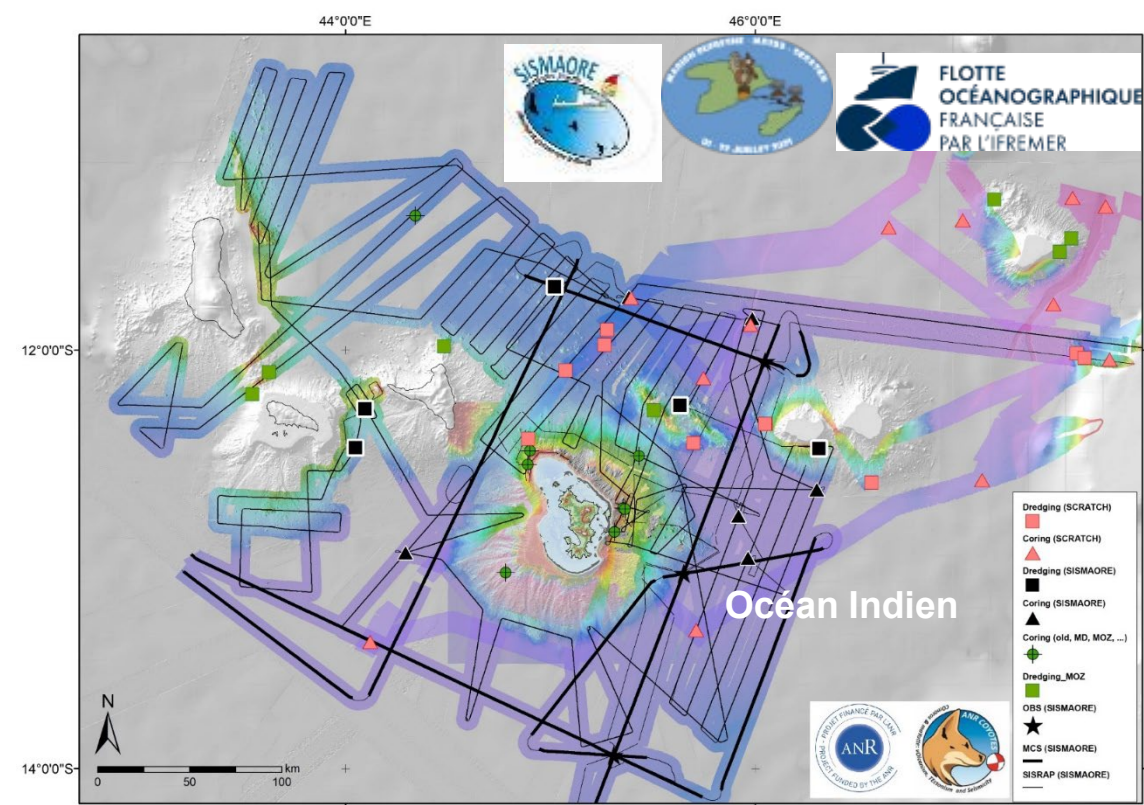
Collaborations-Partenaires SISMAORE

- Instituts & laboratoires universitaires français, européens + DAT BRGM
- Soutien logistique de la DIRMOM (REVOSIMA – MAYOBS17)
- 2 professeurs des écoles de Mayotte embarqués (Blog)
- 2 observateurs de l'Union des Comores embarqués
- Transits valorisés sur les ZEE françaises
- Echanges en local: Préfecture de Mayotte, Parc marin, universités ...
- Pas d'autorisation de travaux en ZEE malgache, mozambique

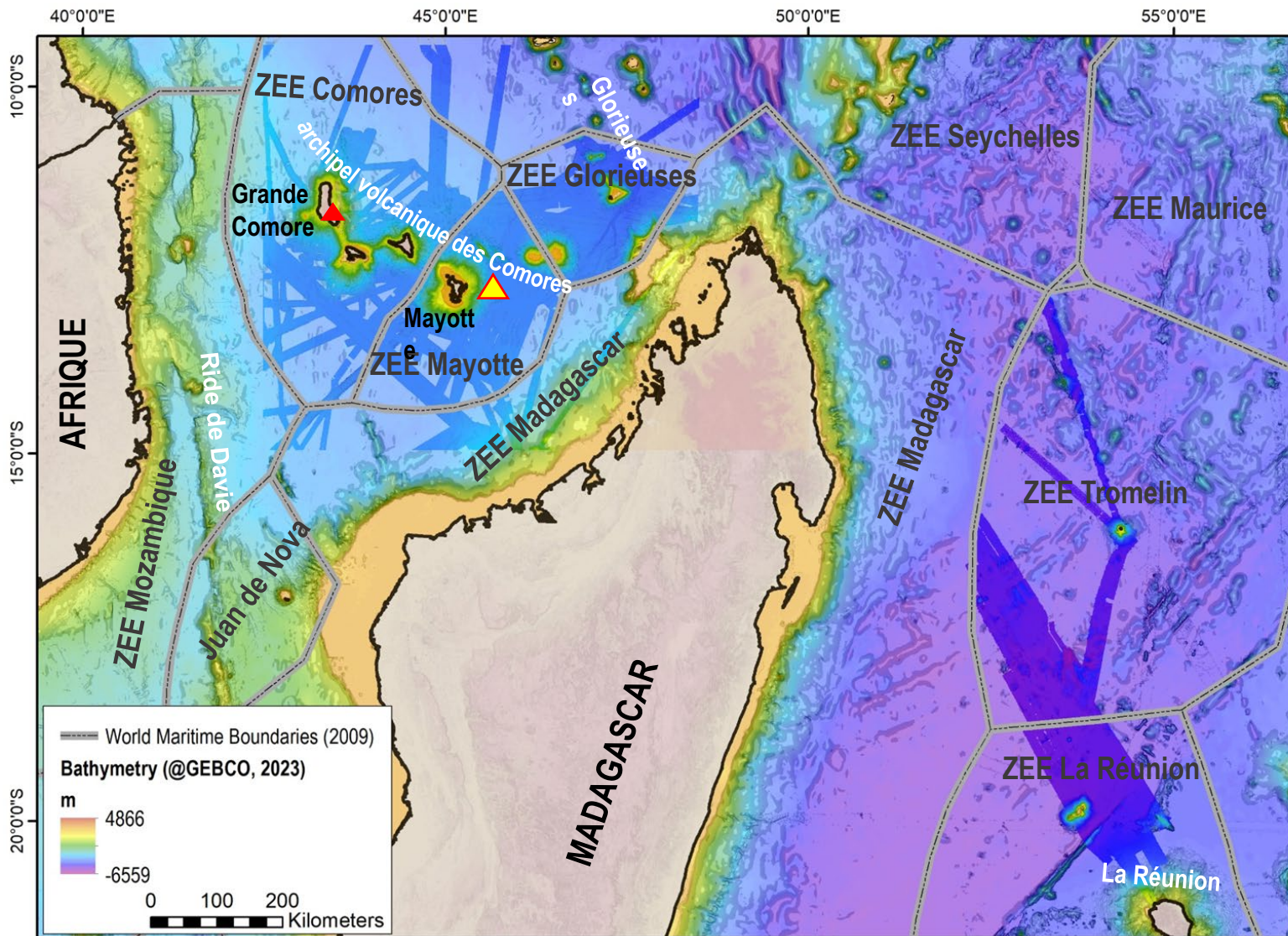
(1) THINON I., LEROY S., LEMOINE A. (2020) SISMAORE cruise, RV Pourquoi pas?, <https://doi.org/10.17600/18001331>

(2) BERTHOD C., ZARAGOSI S., FAMIN V. (2021) SCRATCH cruise, RV Marion Dufresne, <https://doi.org/10.17600/18002274>

(3) Univ. La Réunion et coll. – Rusquet et al. (2023, 2025); Rusquet (2024); Quidelleur et al., (2022); Rougeau et al. (2025)...



Depuis 2019, amélioration importante des connaissances des fonds marins dans les ZEE françaises



En complément des anciennes données
(campagne PAMELA, données SHOM, pétrolières...)

Campagnes océanographiques

= acquisitions dans le nord du Canal du Mozambique, particulièrement à l'Est-Mayotte + transits valorisés

■ Suivi de crise volcanique Est-Mayotte (REVOSIMA)

MAYOBS 1 à 36 (2019 – 2026)

■ Associées à des projets de recherche ANR COYOTES, ITCH

SISMAORE (2020-2021, *Thinon, Leroy, Lemoine et al.*)

SCRATCH (2021, *Berthod, Zaragosi, Famin et al.*)

■ Il y a eu aussi

■ Est-Mayotte : GEOFLAMME (2021, *Rinnert, Cathalot, Feuillet et al.*)

■ ZEE Tromelin : MASC (2024, *Famin et al.*)

■ ZEE Mayotte: MY VISTA (01/2027, Ifremer, IPGP)

Projet de recherche COYOTES

(Comoros & maYotte: vOlcanism, TEctonics and Seismicity)



Quelques résultats majeurs

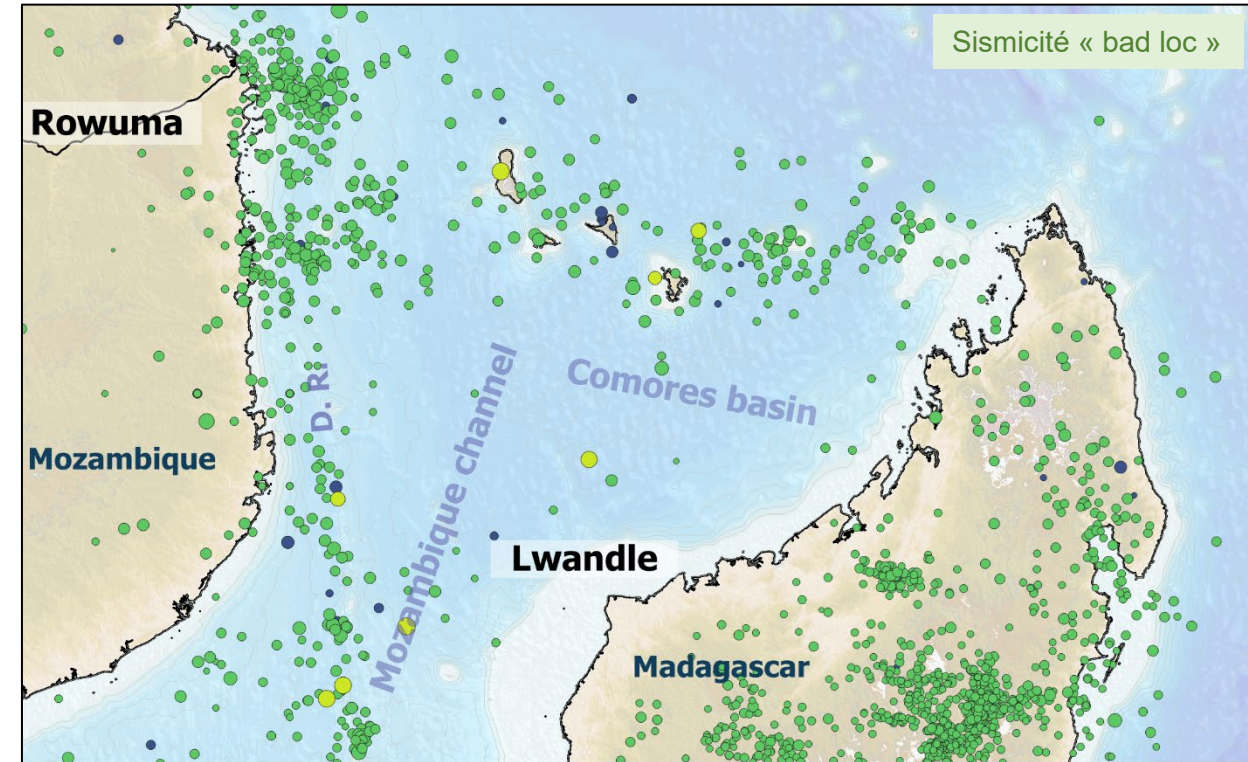
Concernant les déformations actives et aléas

Sismicité régionale vue par les réseaux internationaux

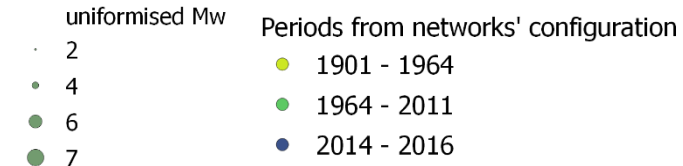
Evolution des réseaux sismologiques

Avant l'amélioration du réseau régional (avant 2019)

- Sismicité diffuse le long de l'archipel des Comores
- Ride de Davie et centre de Madagascar sont actifs.



Extrait de la présentation de Lemoine et al. (2025), d'après le catalogue de sismicité de Bertil et al., (2021)



Sismicité régionale vue par les réseaux internationaux

Evolution des réseaux sismologiques



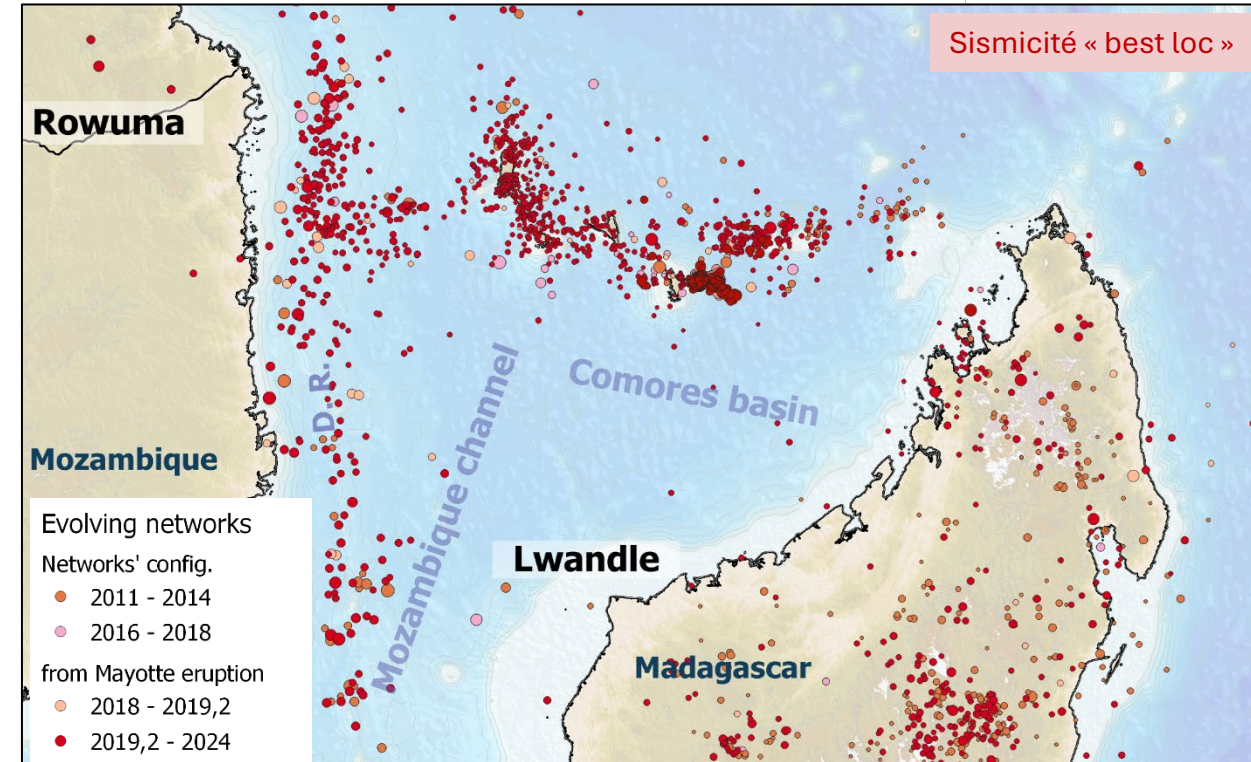
L'amélioration du réseau régional

(stations permanentes et déploiements temporaires)
apporte une **amélioration de l'image des zones sismogènes** à l'échelle locale Mayotte mais aussi à l'échelle régionale.

- **L'image de la sismicité s'améliore, mais la période d'observation est encore courte**

On note aussi une instabilité et une densité encore insuffisante du réseau dans les secteurs des Comores et Madagascar.

- **La sismicité est distribuée en échelon au nord du Canal du Mozambique.**



Extrait de la présentation de Lemoine et al. (2025), d'après les catalogues de sismicité de Bertil et al., (2021, 2024); Jacques et al. (2024)

Sismicité régionale vue par les réseaux internationaux

Evolution des réseaux sismologiques



L'amélioration du réseau régional

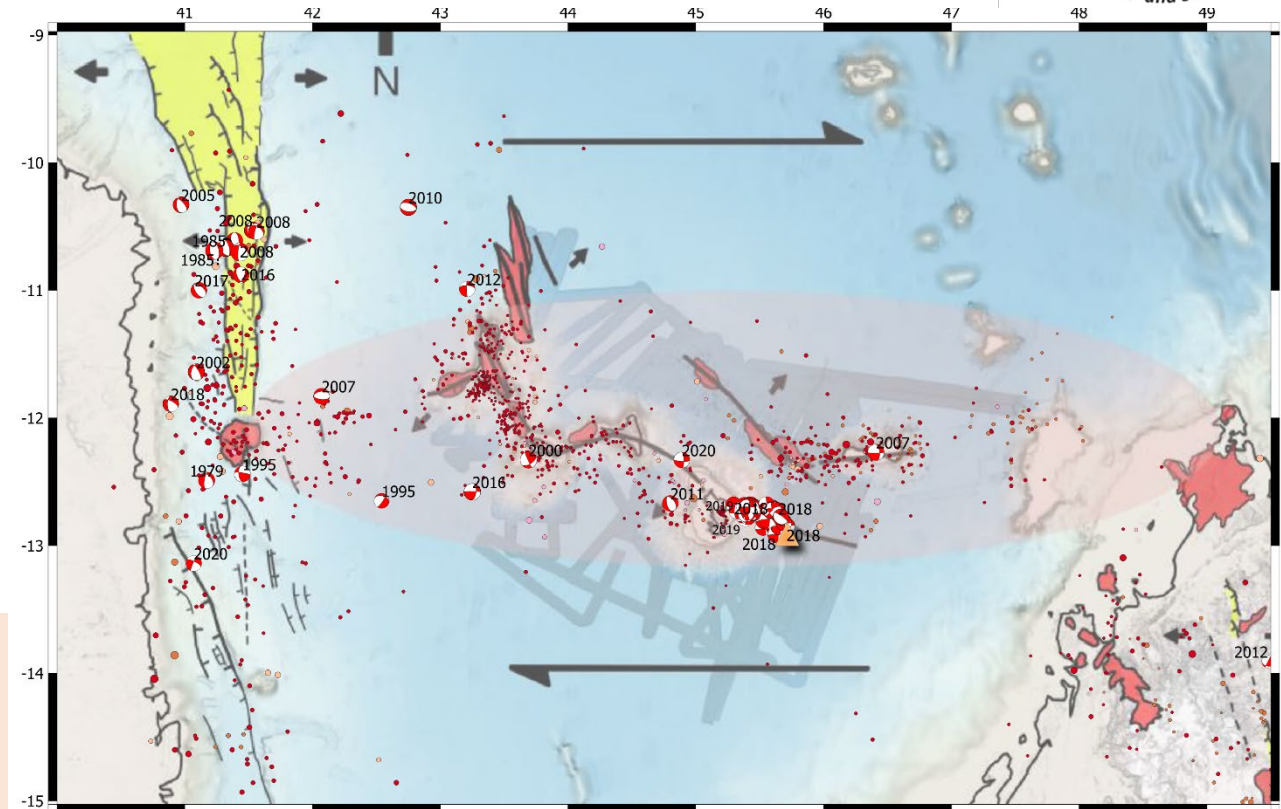
(stations permanentes et déploiements temporaires)
apporte une **amélioration de l'image des zones sismogènes à l'échelle locale Mayotte mais aussi à l'échelle régionale.**

➤ **L'image de la sismicité s'améliore, mais la période d'observation est encore courte**

On note aussi une instabilité et une densité encore insuffisante du réseau dans les secteurs des Comores et Madagascar.

➤ **La sismicité est distribuée en échelon au nord du Canal du Mozambique.**

- en cohérence avec la distribution des déformations volcano-tectoniques de 2.5 Ma à actuel
- en réponse aux contraintes régionales (extension N40°E, cisaillement différentiel dextre), en lien les systèmes de rifts Est-Africain et de Madagascar

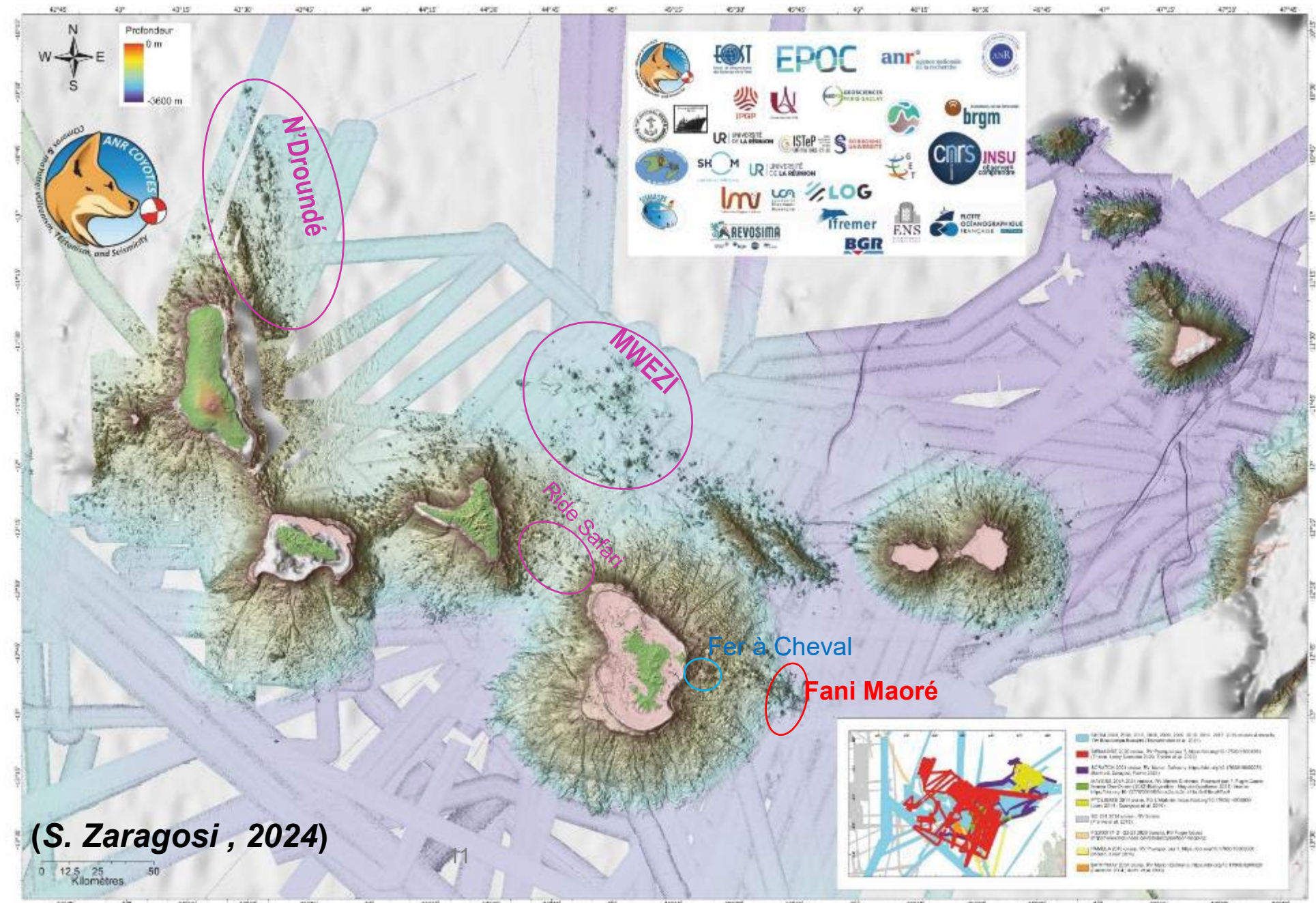


Comm. Perso. Lemoine et al. (2025), d'après les catalogues de sismicité de Bertil et al., (2024), les mécanismes au foyer référencé dans Bertil et al. (2021), et les déformations post-2.5 Ma d'après Boymond et al., 2025)

Connaissances des fonds marins en 2025

Carte bathymétrique

Profondeurs et reliefs
du fond marin



Connaissances des fonds marins en 2025

Carte de rétrodiffusion

~ nature potentielle du
fond marin

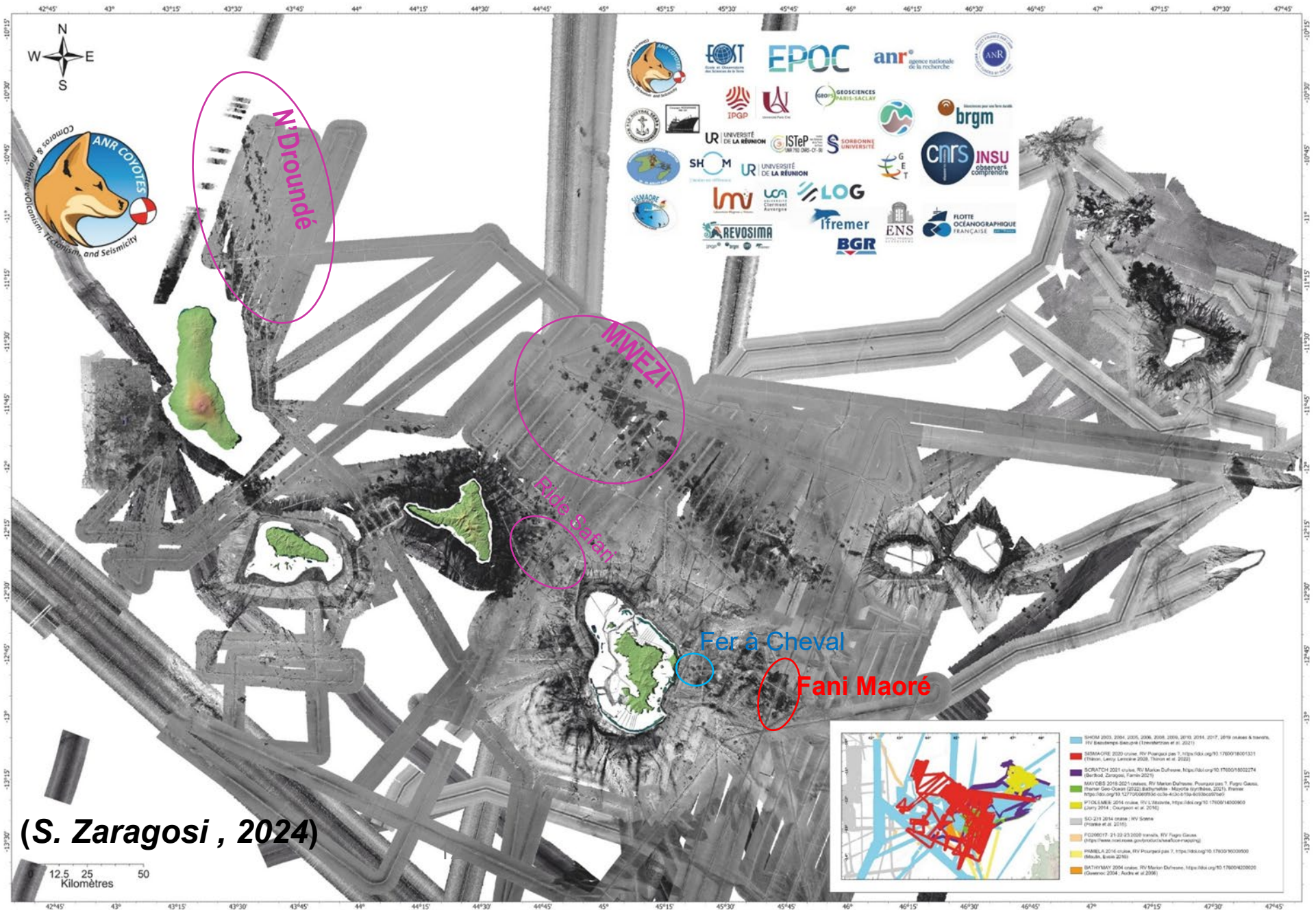
Découvertes :

- ✓ 2 provinces volcaniques
- ✓ Structures volcaniques qui semblent récentes

DOI (SISMAORE)

<https://doi.org/10.18144/234d5e0d-0b19-4552-88ce-73cc6ad3c0a9>

BRGM — SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL — W

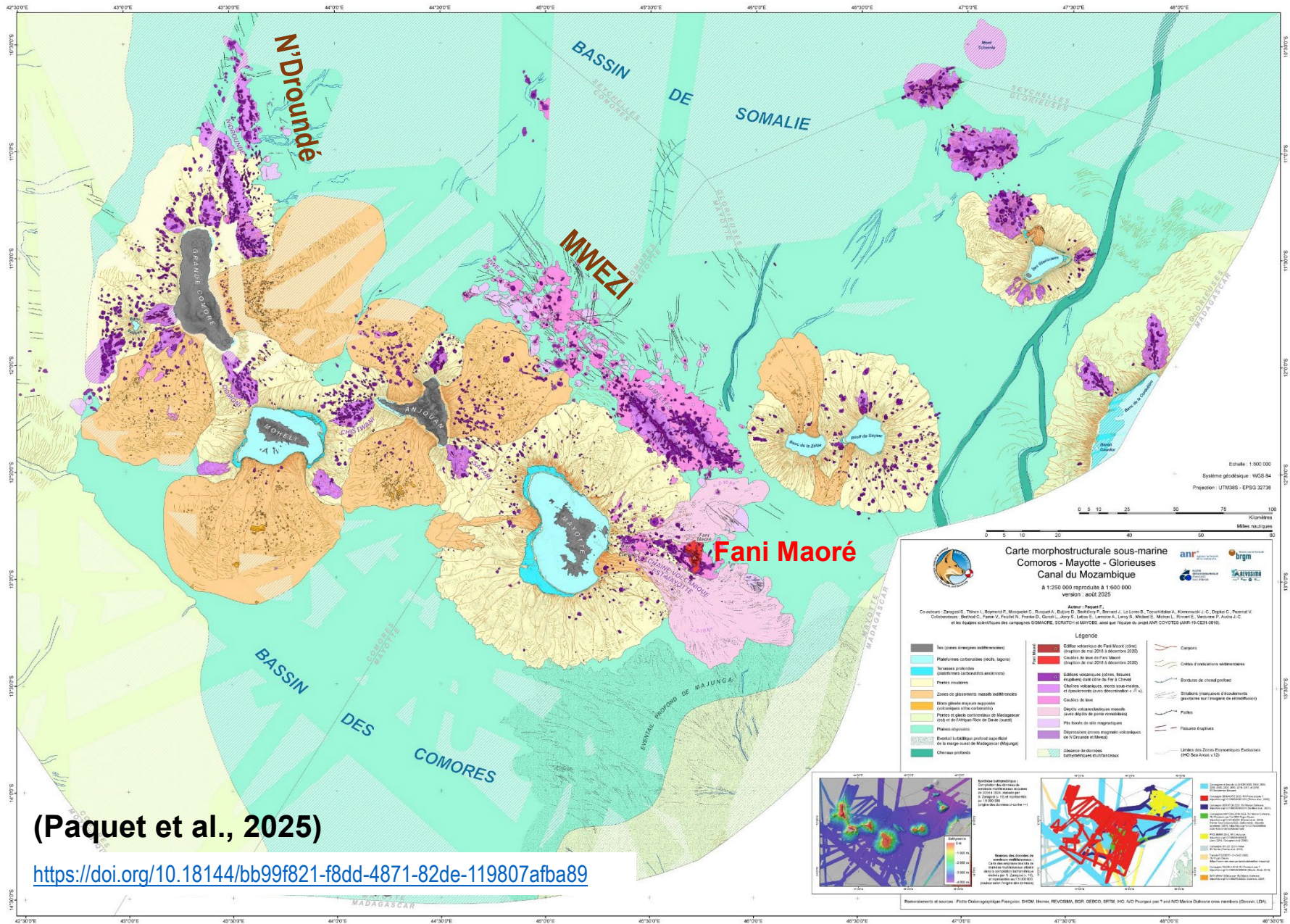


Connaissances des fonds marins en 2025

Carte morphostructurale du Canal Nord Mozambique à 1/250 000

Objets géologiques identifiés sur le fond-marin

- ✓ Sédiments
 - ✓ Failles
 - ✓ Glissements – instabilités de pente
 - ✓ Objets volcaniques ou glissements associés
- Découvertes de 2 provinces volcaniques
 - 2400 édifices volcaniques sur la plaine abyssale
 - Coulées



Connaissance du volcanisme actif et récent en 2025



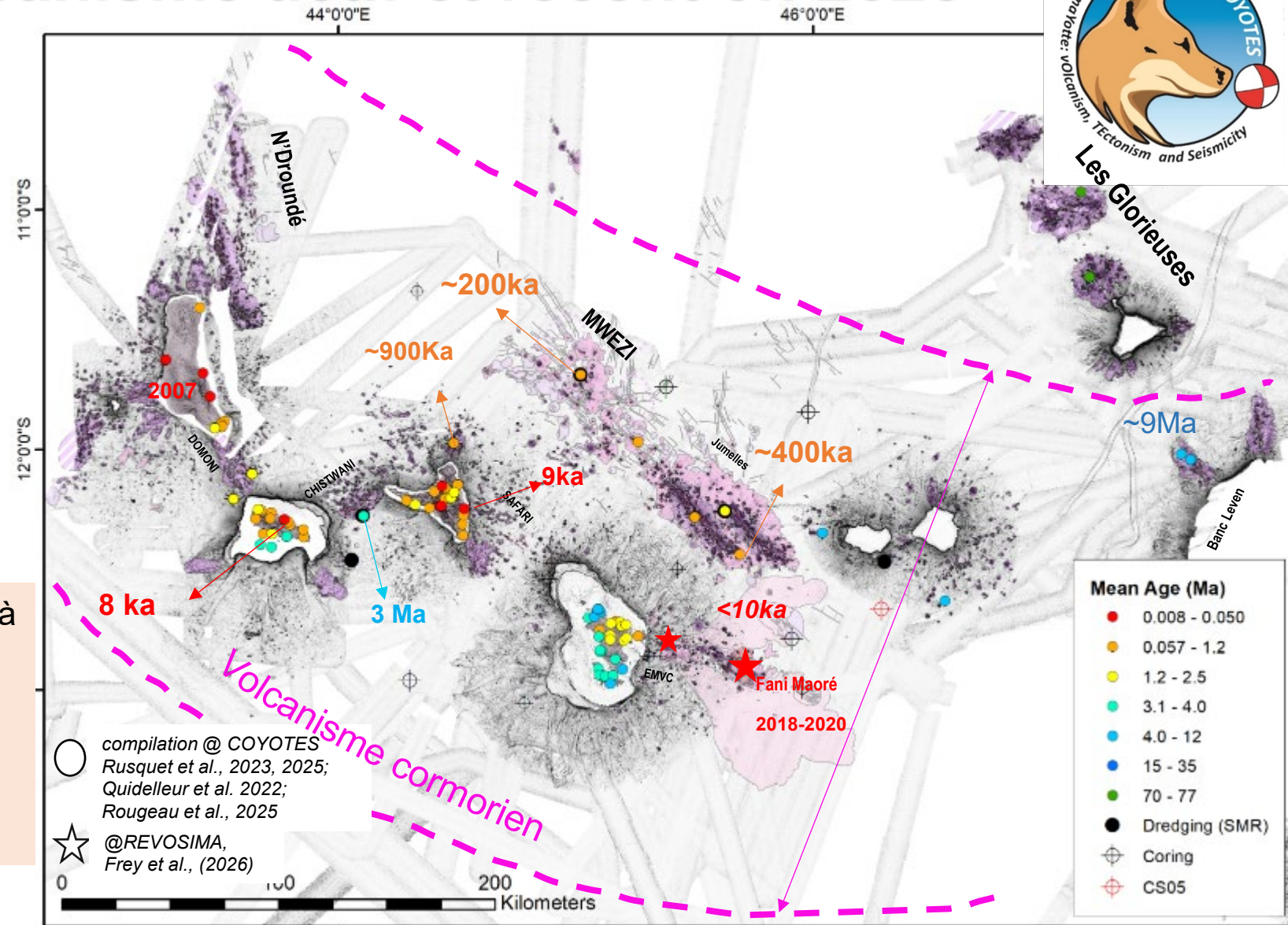
Datation des roches volcaniques prélevées sur l'ensemble de l'archipel à terre et en mer

- Âges de 9 Million d'années (Ma) à quelques milliers d'années (Ka)
- Identification d'évènements volcaniques (éruptions, instabilités gravitaires ...) datés de moins de 10 000 ans
- L'ensemble de l'archipel (Grande-Comore à Madagascar) doit être considéré comme **une zone volcanique active**

700 km de long

~200 km de large sur le fond marin

~ 400 km de large en profondeur (base des édifices)



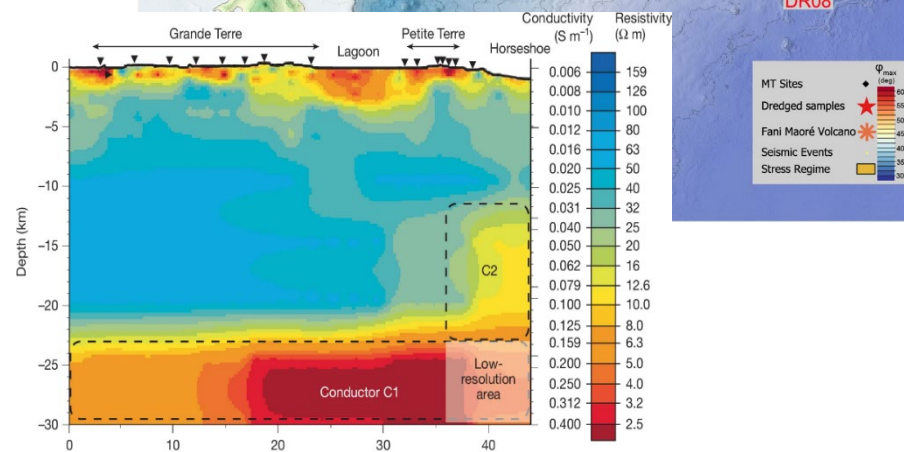
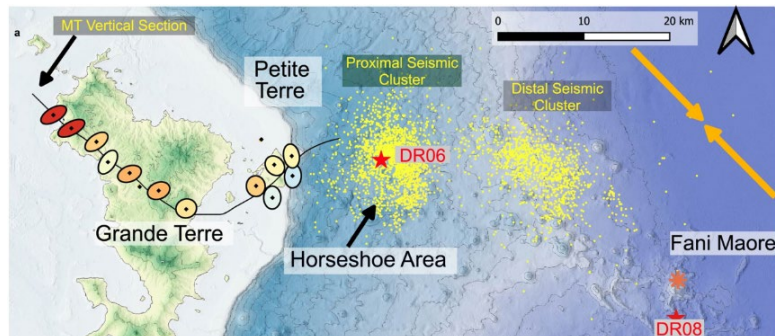
Autre Projet: Imagerie du réservoir magmatique du réservoir magmatique du volcan sous-marin de Mayotte

P. Wawrzyniak, F. Gaillard, S. Hautot, J. Andujar, P. Tarits, L. Arbaret, S. Guegan, D. Sifré, J.-F. D'Eu, J. Deparis, A. Lemoine, I. Thinon, S. Warden, F. Dubois Publication Nature, 2025

2019-2020: campagnes d'acquisition magnétotelluriques

10 sondages MT Terrestres, 4 sondages marins, 4 jours de mesures

Echantillons MAYOBS2 (DR06: phonolite, DR08: basanite évoluée)



vertical conductivity and resistivity section extracted from the 3D MT inversion results

Méthode innovante

- Quantification de % de fluides dans le réservoir magmatique sous Mayotte
- Connaissance appuyant le suivi de l'activité volcanique par le REVOSIMA



Vue en coupe de la structure volcanique sous Mayotte. Cette représentation en trois dimensions propose un modèle conceptuel de ce que pourrait être l'architecture de la plomberie magmatique sous l'île. Le réservoir C1 (en orange, entre 20 et 30 km de profondeur) constitue la découverte majeure de cette étude : cette zone de plus de 200 km² contient entre 22 et 42 % de magma liquide. Au-dessus, le conducteur C2 (plus petit, à faible profondeur) complète ce système. À l'est de l'île, le volcan sous-marin Fani Maore s'est formé lors de l'éruption de 2018-2019, édifiant un relief sous-marin en moins de dix mois. Les données magnétotelluriques permettent d'identifier ces zones conductrices dans la croûte terrestre, qui contiennent une proportion de magma liquide, grâce à leur capacité à conduire le courant électrique, signature de la présence de magma.

© BRGM

PROJET PEPR IRIMA - PC risques outre mer

Gestion intégrée des risques pour des sociétés plus résilientes à l'ère des changements globaux



WP2: risques Tsunamis

Coordination: A. Le Friant (IPGP) , Y. De La Torre (BRGM)

Partenaires

IPGP, BRGM, CNRS, INRIA, Univ Montpellier, Univ Paris Cité ...

+ *collab. connexes autres PEPR, PPR, IR, ...*

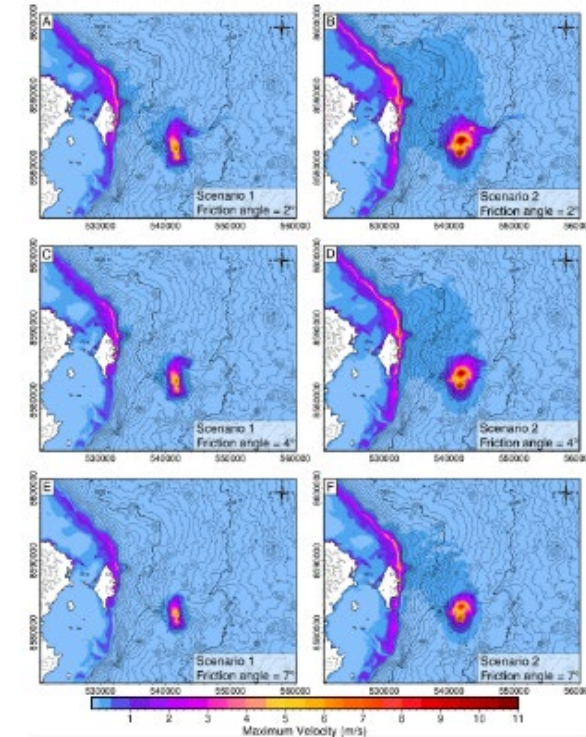
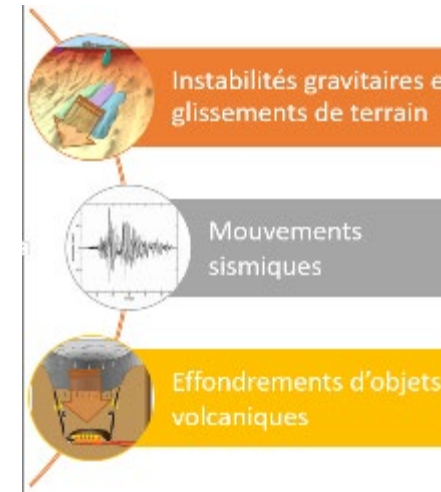
Objectif

Estimer l'impact d'évènements en cascade induisant des risques multiples (éruptions, instabilités, tsunamis...) afin de développer des stratégies de gestion des risques adaptées aux zones ultramarines.

Site Pilote : Océan Indien (Réunion, Mayotte, Madagascar)

Résultats attendus

- Construire une chaîne d'outils et de méthodes reliant des modèles mathématiques et numériques de pointe avec des données géophysiques, géologiques, de génie civil, de géographie et d'économie
- Estimer les dommages, améliorer la robustesse des scénarios et des modèles
- Construire des cartes d'impact adaptées (Retex)
- Développer des stratégies de gestion de crise et d'adaptation pour les zones ultra marines



Thèse de Noémie Goasdoué (simulation de tsunami liés à une déstabilisation d'édifice volcanique à l'Est de Mayotte)

PROJET ANR Sismo-Mada

Seismicity'Origins in northern MADagascar

Proposition à l'ANR 2025 (Phase 1)

Partenaires

Pilotage BRGM, Observatoire Tananarive Madagascar (IOGA), 4 laboratoires partenaires français (ITES, ISTEP, LGSR and IPGP)

Objectif

Apporter une aide à l'acquisition de données sur le terrain, à l'instrumentation et au traitement, aux archives historiques, aux témoignages et à la cinématique

Fournir le cadre collaboratif nécessaire pour contraindre les origines de la déformation active et son expression dans le contexte géodynamique plus large de l'archipel des Comores.

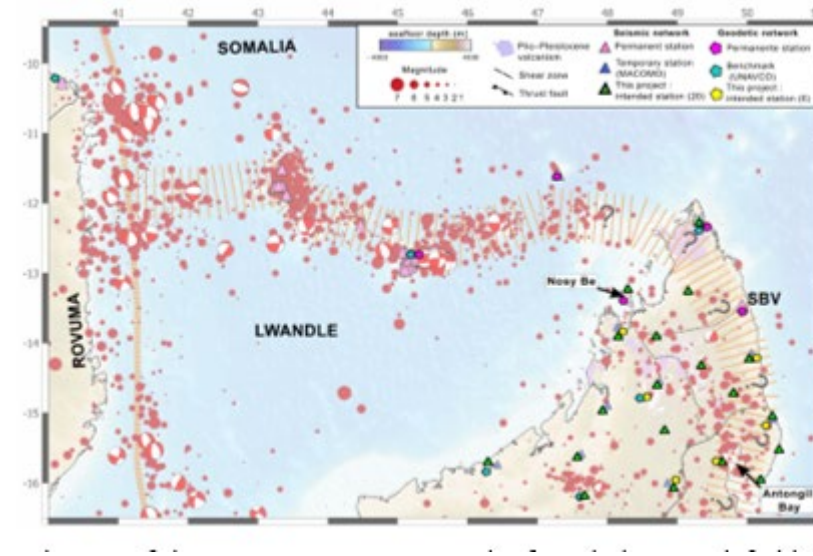


Figure 2. Intended network and regional seismicity from Bertil et al., 2025., Focal mechanisms from Bertil et al., 2021. Hatched orange bands represent the plate boundaries of Rovuma and Lwandle (Stamps et al., 2018) Broadly hatched orange bands indicate the inferred but poorly constrained Lwandle boundaries (Lemoine et al., 2020)

Non retenue en 2025

Re-soumission en 2026 prévue

Diffusion et formations dans le cadre du Projet COYOTES

13 publications scientifiques

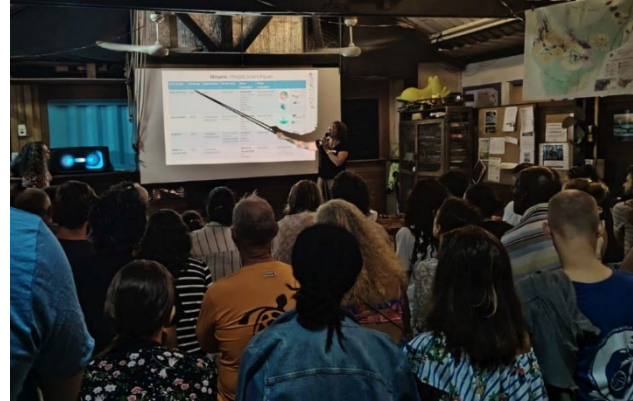
Plaquettes d'information tout public

Blog
Suivi d'une campagne

<https://sismaore.ac-mayotte.fr/>



Conférences tout public
@ 31/08/2025, ACHM Dzaoudzi



Interventions en Collège Dembéni
et université de Mayotte (09/25)



Création d'un jeu éducatif Quizz
400 ex. distribués à Mayotte



3

Difficulté 2

Question :

Où se trouve le volcan Fani Maore ?

Réponse : À 3 500 m de profondeur sous la surface

22

Difficulté 1

Question :

Un tsunami, c'est juste une seule vague ou plusieurs ?

Réponse : Un tsunami c'est une série de vagues.

Un tsunami c'est une série de vagues qui peuvent avoir des dimensions très différentes, parfois à peine perceptibles, et parfois très grandes. Les très grandes vagues comme celles du tsunami de Sumatra en 2004 sont très rares.

30

Question :

Qu'est-ce qu'une faille active ?

1) Une fracture du tibia après avoir pratiqué du sport ; 2) Une figure de danse ; 3) Une structure associée à des déplacements

Réponse : Une structure tectonique est une zone où des ruptures sont possibles. Par exemple, des mouvements des roches ou du sol peuvent se produire de part et d'autre des failles tectoniques.

Une faille active est définie comme une fracture du sous-sol, simplifiée comme plane, le long de laquelle des déplacements tectoniques peuvent se produire. Une faille peut être considérée comme active si elle a subi au moins un déplacement dans les 2 derniers millions d'années, ou si elle montre des évidences de déplacement actuel (sismicité, déformation du sol).



Formations dans le cadre des campagnes océanographiques du REVOSIMA

Dans le cadre des campagnes MAYOBS,
Embarquement d'élèves et étudiants universitaires

- Master, doctorant.es, post-doctorant.es – projet REVOSIMA
- Elèves de l'université de Mayotte (ex: MAYOBS 25, 30, 33, 36...)
- Université flottante (MAYOBS 33)
- Ecole bleu outre-Mer (MAYOBS 30, 36)



Journal de MAYOBS33



Cette partie présente le déroulement des activités menées du début à la fin de la campagne MAYOBS33 à travers le vécu de étudiants. Elle est organisée par périodes de temps successives.



JOURS 1-4: PREMIERS PAS SUR LE MARION DUFRESNE



JOURS 5-7: TERRE EN VUE !



IPGP brgm cnrs ifremer

Le Blog de la campagne MAYOBS 33



JOURNAL DE MAYOBS 33



MAYOBS33 EN SCÈNE



MAYOBS33-INTOS



RESTAURANT A BORD MAYOBS33



RESPONSABILITÉ & IMPACTS



BOULES À BORD

Contacts

• Catherine Joubert, Maître de Campagne MAYOBS33 | [projet@brgm.fr](#)
• Catherine Joubert, Maître de Campagne MAYOBS33 | [projet@brgm.fr](#)

Le site est hébergé par le Service National de l'Information Géologique (SNI) à partir des contributions des utilisateurs de l'application MAYOBS33 et des données collectées.

Références (campagne MAYOBS33)

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Merci aux différents contributeurs.rices

Projet ANR COYOTES

I. Thinon, A. Lemoine F. Paquet (BRGM),

D. Bertil, J. Bernard, A. Canva, N. Mercury, A. Noël, A. Peyrefitte (BRGM);

N. Feuillet, P. Boymond, E. Jacques, C. Berthod, C. Deplus (IPGP);

L. Michon, V. Famin, A. Rusquet (Univ. La Réunion, IPGP) ;

S. Leroy, C. Masquelet, F. Rolandone (IsTep, Sorbonne);

D. Sauter; J. Van Der Woerd, C. Doubre, N. Ben Naghrouzi (ISTE/ EOST/Univ. Strasb.);

S. Zaragosi, L. Etcheverry, B. Le Lorec, (EPOC –Bordeaux);

L. Watremez (LOG –Lille); N. Chamot-Rooke, M. Delescluse (ENS Paris);

P. Bachèlery, J. Battaglia, L. Gurioli, E. Médard, F. Nauret, L. Schlotès, A.-C. Keiser (LMV- Clermont-Ferrand); X.

Quidelleur (GEOPS Paris-Saclay) ;

S. Jorry (IFREMER); V. Clouard, H. Fernandez (GET – Toulouse); D. Franke (BGR) ;

+ Université de Mayotte (M. Le DUFF, M. AUGER, R. MADI MOUSSA et coll.)

+ Equipe du BRGM Mayotte

+ Equipe SISMAORE & SCRATCH;

+ Equipe REVOSIMA

+ Equipe MT (Wawrzyniak, P. et collaborateurs)

+ Equipes des futurs et nouveaux projets (ANR, PEPR IRIMA, ...)

