



**HAL**  
open science

# Rhum-Rum, imagerie du manteau sous le point chaud de la Réunion

Guilhem Barruol, K. Sigloch

► **To cite this version:**

Guilhem Barruol, K. Sigloch. Rhum-Rum, imagerie du manteau sous le point chaud de la Réunion. 2016, pp.2-4. hal-03712695

**HAL Id: hal-03712695**

**<https://hal.science/hal-03712695>**

Submitted on 11 Jul 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

### RHUM-RUM, IMAGERIE DU MANTEAU SOUS LE POINT CHAUD DE LA RÉUNION

Auteurs : Guilhem Barruol, Karin Sigloch

Le projet RHUM-RUM\* (Réunion Hotspot and Upper Mantle – Réunion's Unterer Mantel) (2012-2016), initialement franco-allemand, s'est élargi à l'Angleterre et inclut des équipes de l'océan Indien, Madagascar et Maurice. L'analyse des données fait actuellement l'objet de 12 doctorats aussi bien en France (Paris, La Réunion), qu'en Allemagne (Munich, Francfort, Münster, Bremerhaven, Potsdam) ou en Angleterre (Oxford), sur des thématiques d'imagerie sismologique allant de la lithosphère au noyau.

#### Mise en ligne des données

Ce projet, mi-terrestre, mi-océanique a été conçu à partir de sous-réseaux d'origines variés et donc de capteurs et d'enregistreurs de caractéristiques différentes. Le maximum de données est mis à disposition de la communauté sismologique, et ce, de façon transparente, grâce aux efforts conjugués des différents partenaires et du portail sismologique RESIF pour lequel la mise en ligne de données de fond de mer a été une première. Les données sont actuellement archivées à l'adresse : <http://seismology.resif.fr>, sous le code YV et identifiées par le DOI <http://dx.doi.org/10.15778/RESIF.YV2011>.

#### OBS INSU & DEPAS

Si 100% des instruments de fond de mer ont été récupérés, l'expérience RHUM-RUM a eu un retour de 80% de données sismologiques et de 94% de données hydroacoustiques. La mise en commun de sismomètres fond de mer (OBS) européens a été l'occasion d'évaluer les performances de chaque type d'instrument, en terme de choix technique et de niveau de bruit. Une analyse exhaustive a été menée à bien par Simon Stähler (post-doc, Université de Munich) [2016] et a permis de faire le point sur les atouts et limitations de chaque instrument, de définir les réponses instrumentales lorsqu'elles n'étaient pas connues, de caractériser les niveaux de bruit et de lister les problèmes techniques rencontrés tant au niveau des acquisitions que des capteurs (glitches, horloges, centrages, panne de nivellement, panne d'acquisition).

Une des caractéristiques des OBS est que leur orientation en fond de mer est inconnue et doit être déterminée *a posteriori*. Si le travail de réorientation n'est pas vital pour les études utilisant uniquement les temps d'arrivée des phases sismiques, il est par contre nécessaire pour les travaux utilisant la polarisation des ondes de volume ou de surface (anisotropie, fonctions récepteurs, suivi des sources de bruit). Pour résoudre cette question, des développements méthodologiques ont été effectués par John Scholz (doctorant, IPGP-Université de la Réunion) [2016] pour utiliser la polarisation des ondes P et celle des ondes de Rayleigh, ce qui a permis de retrouver l'orientation de 40 capteurs qui ont fonctionné correctement durant l'expérience.

#### « Bruits » microsismiques en tous genres

Les stations terrestres et de fond de mer ont été utilisées pour analyser le bruit microsismique associé à la houle et à l'activité cyclonique dans le Sud-Ouest de l'océan Indien. Le bruit sismique « secondaire », entre 3 et 8 secondes de période, induit par la présence d'ondes stationnaires générées par des houles qui se croisent, a été utilisé pour localiser les sources de bruit dans l'Océan Indien. Il a permis de démontrer que les sources de bruit dominantes sont liées aux tempêtes australes se déplaçant autour du continent Antarctique [Davy et al., 2015] mais aussi qu'un réseau d'OBS déployé par 4000 à 5000 m de fond permet de localiser ces sources de bruit secondaire et de suivre et quantifier *in situ* l'activité d'un cyclone se déplaçant à la surface au-dessus des stations [Davy et al., 2014]. Le bruit sismique « primaire », entre 8 et 20 secondes de période, lié à l'interaction directe de la houle avec la côte, a été également utilisé pour quantifier les houles australes et cycloniques affectant les îles Eparses [Barruol et al., 2016] mais également pour caractériser l'impact des houles extrêmes qui affectent régulièrement l'île de La Réunion [Davy et al., 2016].

Les capteurs hydroacoustiques fixés sur les OBS ont été utilisés pour investiguer les signatures des ondes T\*\* obtenues depuis le fond de l'océan autour de

l'île et de les comparer avec celles enregistrées par les stations terrestres du réseau sismique du Piton de La Fournaise. La majeure partie de l'énergie des signaux hydroacoustiques est en effet focalisée dans le canal SOFAR (SOund Fixing And Ranging), à 1000-1500 m de profondeur, mais l'analyse des données RHUM-RUM (Branwen Snelling, Master, Université d'Oxford) a permis de démontrer que les ondes T sont également détectables depuis le plancher océanique et que les OBS peuvent donc participer très utilement sur les rides médio-océaniques à la localisation de la sismicité de faible énergie et du volcanisme sous-marin [Snelling et al., article en préparation].

Le réseau RHUM-RUM, de grandes dimensions dans un océan peu instrumenté, offre l'unique opportunité d'étudier les signaux émis par les mammifères marins et d'analyser leur comportement sur une année complète. Une étude préliminaire (Michaela Wenner, Université de Munich) a permis de montrer que les chants des baleines (rorqual commun, baleine bleue Antartique, baleine bleue pygmée) sont parfaitement enregistrés depuis le fond de l'océan, aussi bien sur les hydrophones que sur les trois composantes sismologiques. Si les capteurs sont trop espacés pour envisager un suivi individuel de chaque baleine à travers le réseau RHUM-RUM, il permet de quantifier les occurrences spatiales et temporelles des différents types de baleine et donc d'aborder leur dynamique de migration dans l'océan Indien.

Le réseau d'OBS RHUM-RUM localisé sous un axe majeur du trafic maritime mondial reliant le Sud-Est asiatique et l'océan Atlantique a aussi enregistré le bruit des nombreux navires traversant cette zone, dans une gamme de fréquence de 5 à 50Hz. L'analyse de ce bruit anthropique doit permettre de quantifier l'état de pollution sonore de l'océan, qui est un paramètre environnemental important pour le comportement des mammifères marins.

### Tomographie crustale et lithosphérique de La Réunion

Le déploiement de 10 stations sismologiques RHUM-RUM sur les régions peu instrumentées de l'île de La Réunion (Fig.1) fournit une distribution plus homogène que celle offerte par l'instrumentation dense du réseau de surveillance de l'OVPF (Observatoire Vol-

canologique du Piton de la Fournaise), concentrée en grande partie sur le volcan du Piton de la Fournaise. Cette répartition devrait permettre d'imager pour la première fois les structures 3D de la croûte et du manteau supérieur sous l'ensemble de l'île et du point chaud, jusqu'à des profondeurs de l'ordre de 70km (Sarah Hable, doctorante, Université de Munich).

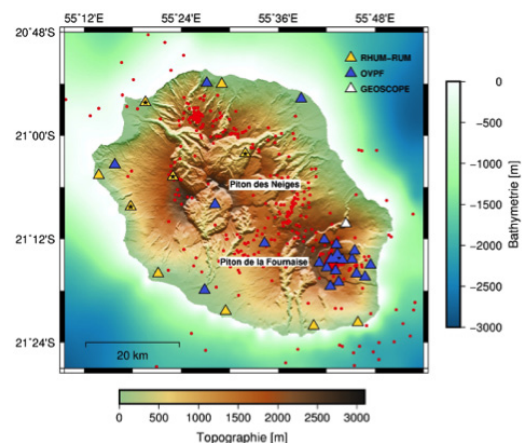


Fig. 1) Carte topographique de La Réunion avec la localisation des stations: en jaune, stations RHUM-RUM, en bleu, stations OVPF, en blanc, stations Geoscope RER. Les stations avec une étoile ont été affectées par des problèmes d'horloge. La sismicité (points rouge) est issue des bulletins déterminés par l'OVPF.

### Tomographie globale du manteau

L'imagerie par les ondes de volume de l'ensemble du manteau sous le point chaud de La Réunion a pour objectif de préciser la présence ou non d'un panache mantellique, sa géométrie et l'origine de sa source.

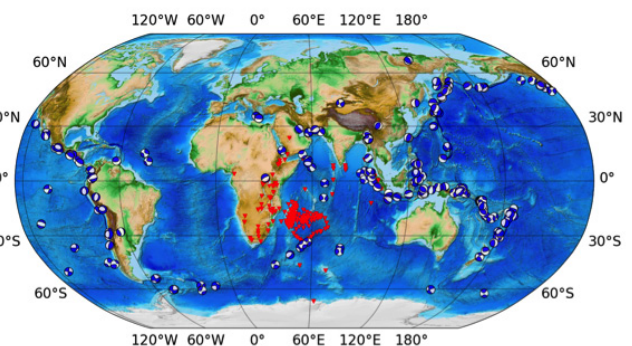


Fig. 2) Localisation des stations (points rouges) et des 200 événements dont les ondes P seront utilisées pour la tomographie multi-fréquentielle du manteau.

Durant les 13 mois du déploiement, environ 200 séismes (Fig. 2) ont fourni des ondes P utilisables pour la tomographie, offrant environ 15000 combinai-

sons de corrélations entre les données d'hydrophones, d'OBS, de stations terrestres permanentes et temporaires qui seront utilisées dans la tomographie multi-fréquence, entre 2,7 et 30 secondes de période. Aux 200 événements enregistrés par les OBS se rajouteront environ 500 séismes qui ont été enregistrés par une soixantaine de stations temporaires déployées à Madagascar durant les projets SELSSOMA (F. Tilmann, GFZ Postdam) et MACOMO (M. Wyssession, Université de Washington, Saint Louis), mais également aux Seychelles, île Maurice et Rodrigues (G. Rümker, Université de Francfort). Lorsque la base de données sera complète, des corrections crustales, d'ellipticité et d'élévation seront appliquées à l'ensemble des données (Maria Tsekmistrenko, doctorante, Université d'Oxford).

### Tomographie ondes de surface

Les ondes de surface ont pour objectif d'éclairer les structures du manteau supérieur dans l'Océan Indien occidental et de contraindre la présence et la morphologie d'un possible panache, dont le volcan de La Réunion est censé être l'expression en surface, mais également d'imager les interactions du panache avec d'autres structures géologiques comme les rides centrales et sud-ouest indiennes et les blocs lithosphériques.

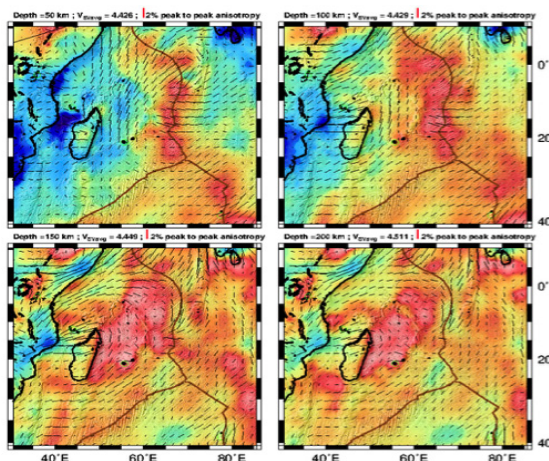


Fig. 3) Cartes préliminaire de vitesse  $V_{sv}$  à 50 km, 100 km, 150 km et 200 km de profondeur.

Les premiers résultats (Alessandro Mazzullo, doctorant, IPGP) montrent que le modèle tomographique et la tectonique de surface sont clairement liés jusqu'à environ 100 km de profondeur (Fig. 3). À 50 et 100 km de profondeur, une zone de vitesse lente est visible sous le point chaud de La Réunion et s'étend vers Maurice puis la ride de Rodrigues et la dorsale centrale indienne, ce

qui pourrait être le signe d'un lien entre le point chaud et la ride. À plus grande profondeur (150-300 km), une anomalie lente très prononcée est observée entre Madagascar et La Réunion et semble être étirée dans la direction nord-est, proche de la direction de déplacement de la plaque Afrique, ce qui pourrait indiquer un étalement sub-lithosphérique de matière chaude. Ces images préliminaires indiquent donc un modèle apparemment bien plus complexe qu'un simple conduit cylindrique remontant verticalement depuis les profondeurs de la Terre !

### Équipes :

- France: IPG Paris, Géosciences Réunion, OVPF, Géosciences Montpellier, Univ. Brest, FAST – Orsay, Géoazur, EOST.
- Allemagne: Universités de Munich, Franckfort, Kiel, Bremerhaven, Muenster, Bonn.
- Océan Indien: Mauritius Oceanography Institute, Antananarivo Univ., Madagascar.

**Soutiens :** France: ANR, INSU, OSU-Réunion, IPEV, TAAF. Allemagne: DFG.

### Contacts :

Guilhem Barruol : GéoSciences Réunion, IPGP  
([guilhem.barruol@univ-reunion.fr](mailto:guilhem.barruol@univ-reunion.fr))  
Karin Sigloch : University of Oxford  
([karin.sigloch@earth.ox.ac.uk](mailto:karin.sigloch@earth.ox.ac.uk))

**Site web :** <http://www.rhum-rum.net>

### Références

- Barruol G. et al. (2016), *Acta Oecologica*, 72, 120-128, doi:10.1016/j.actao.2015.10.015.
- Davy C. et al. (2014), *Geophys. Res. Lett.*, 41, doi:10.1002/2014GL062319.
- Davy C. et al. (2015), *Geophys. J. Int.*, 202, 1180-1189, doi:10.1093/gji/ggv221.
- Davy C. et al. (2016), *Analyses of extreme swell events on La Réunion Island from microseismic noise*, *Geophys. J. Int.*, soumis.
- Stähler S. C. et al. (2016), *Adv. Geosci.*, 41, 43-63, doi:10.5194/adgeo-41-43-2016.
- Scholz, J.-R., et al. (2016), *Orienting Ocean-Bottom Seismometers from P- and Rayleigh waves polarizations*, *Geophys. J. Int.*, soumis.

\* voir newsletter RESIF n°4 pour objectifs et équipes partenaires ([http://www.resif.fr/IMG/pdf/newsletter4\\_novembre2013.pdf](http://www.resif.fr/IMG/pdf/newsletter4_novembre2013.pdf))

\*\* *Onde hydroacoustique produite par la conversion d'ondes sismiques en mer*