



**HAL**  
open science

## **Inversions gravimétrie/sismologie : comment concilier deux observables indépendants à l'échelle de Résif?**

Christel Tiberi, Stephanie Gautier, Roland Martin, Jérôme Vergne, Eric Beucler, Sébastien Chevrot

### ► To cite this version:

Christel Tiberi, Stephanie Gautier, Roland Martin, Jérôme Vergne, Eric Beucler, et al.. Inversions gravimétrie/sismologie : comment concilier deux observables indépendants à l'échelle de Résif?. 2021, pp.8-9. hal-03662241

**HAL Id: hal-03662241**

**<https://hal.science/hal-03662241>**

Submitted on 12 May 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.

## Inversions gravimétrie/sismologie : comment concilier deux observables indépendants à l'échelle de Résif ?

Les inversions couplées de paramètres, ou coopératives selon la définition de Lines et al. (1988), permettent d'inverser dans un même schéma deux observables indépendants, avec l'objectif de mieux contraindre le ou les modèles qui en ressortent.

On différencie les inversions conjointes, pour lesquelles on inverse simultanément les deux observables dans un schéma commun (e.g. Zeyen & Achauer, 1997 ; Barnoud et al., 2019), et les inversions séquentielles, pour lesquelles les observables sont inversés successivement et indépendamment, en tenant compte de l'a priori obtenu à l'étape précédente (e.g. Gautier et al., 2019). Qu'elles soient conjointes ou séquentielles, ces inversions coopératives doivent tenir compte du couplage entre les paramètres recherchés (densité et vitesse sismique, densité et résistivité, résistivité et vitesses sismiques...). On emploie soit une loi théorique ou empirique (e.g. Von Frese et al., 1981 ; Coutant et al., 2012), soit on laisse libre ce couplage en utilisant des corrélations ou cross-gradient entre paramètres (Gallardo & Meju 2004, Gao et al., 2019). L'inversion coopérative entre données gravimétriques et sismologiques a été l'une des premières à s'imposer en géophysique, en particulier du fait de la relation linéaire (ou quasi-linéaire) empiriquement observée entre vitesse sismique des ondes P et densité des roches (e.g. Birch 1961, Nafe & Drake, 1963).

Si ces inversions conjointes ont été appliquées à l'échelle régionale ou locale dans le cas de réseaux temporels en France (Vernant et al., 2002 ;

Dufrécho et al., 2018), aucune inversion sismologique/gravimétrique à l'échelle métropolitaine n'a encore été entreprise, alors même que les données sont à présent disponibles. La récente mise en place du réseau sismologique permanent large bande (170 stations à ce jour) permet d'avoir une couverture du territoire inégale, et des données sur maintenant plusieurs années (certaines sur plus de 10 ans). La couverture des données gravimétriques sur le territoire français est également excellente et les données terrestres sont toutes disponibles (BGI). Enfin, le récent développement des données gradiométriques<sup>1</sup> satellitaires permet d'atteindre les plus grandes longueurs du signal gravimétriques ainsi qu'une information plus complète de la géométrie des structures en profondeur. Le WP3 de l'ANR FR-Litho3D pilotée par J. Vergne a pour but de réunir ces 3 types de données dans des schémas coopératifs d'inversion. Ce travail s'effectuera principalement en collaboration entre Géosciences Montpellier et le GET (Toulouse), à travers un post-doctorat et une thèse.

Les défis sont nombreux, et il faudra en particulier être vigilant à la compatibilité des données sismologiques et gravimétriques en termes de résolution spatiale, d'échantillonnage et de leur sensibilité respective aux structures. Le rôle des a priori, particulièrement important dans ce type d'inversion, sera également quantifié pour des schémas conjoints et séquentiels. Pour ce faire, des modèles sismiques régionaux, des contraintes d'épaisseurs de croûte obtenues par fonctions récepteurs seront testés et introduits dans les différents schémas d'inversions coopératives. Enfin, nous nous intéresserons au bénéfice et à l'apport des récentes données gradi-

métriques satellitaires GOCE dans un tel schéma conjoint. Ces données permettent d'avoir une information plus complète de la géométrie des structures, une couverture homogène, mais ne donnent accès qu'aux plus grandes longueurs d'onde du signal gravimétrique (Plasman et al., 2020). En appliquant différentes méthodologies d'inversions coopératives à l'échelle de la France métropolitaine, nous espérons pouvoir focaliser notre intérêt sur des régions où le couplage généralement observé entre densité et vitesse sismique n'est pas forcément suivi. Le rôle respectif des perturbations thermiques, compositionnelles ou structurelles devra être identifié et décorrélié du signal global.

Chritel Tiberi, Stéphanie Gautier, Roland Martin, Jérôme Vergne, Eric Beucler, Sébastien Chevrot.

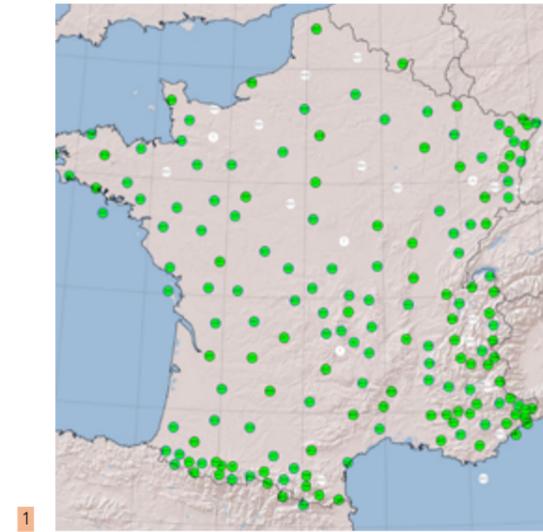
<sup>1</sup> Tenseur des dérivées secondes du potentiel de pesanteur dans les 3 directions spatiales.

Illustrations ci-contre :

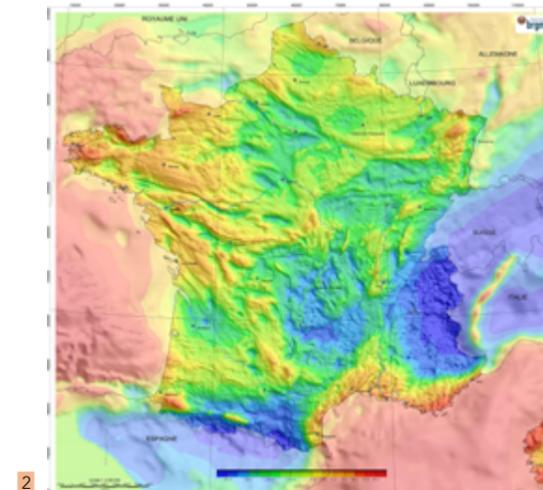
- 1- Sismologie (RLBP; J. Vergne)
- 2- Gravimétrie terrestre (Bouguer; BRGM 2009)
- 3- Gradiométrie satellitaire (Tyz; C. Cadio et C. Tiberi)

### Références

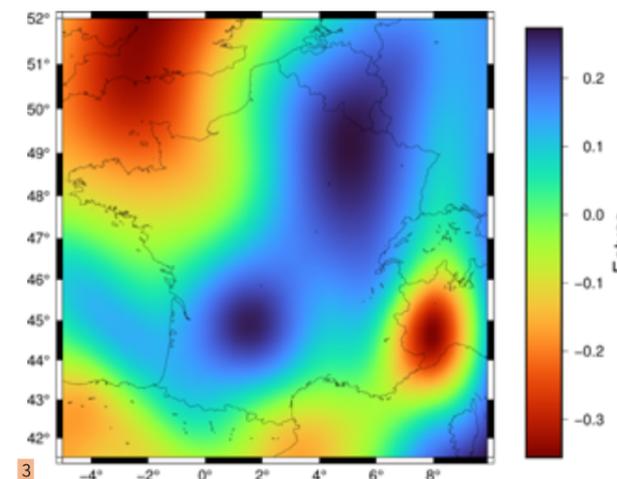
- Barnoud, A., Cayol, V., Niess, V., Cârloganu, C., Lelièvre, P., Labazuy, P., Le Ménédeu, E., 2019, Bayesian joint muographic and gravimetric inversion applied to volcanoes, *Geophys. J. Int.*, 218(3), 2179–2194, doi.org/10.1093/gji/ggz300
- Birch, F., The Velocity of Compressional Waves in Rocks to 10 Kilobars, Part 2, 1961, *J. Geophys. Res.*, 66, 2199, doi:10.1029/JZ066i007p02199
- Coutant, O., Bernard, M.L., Beauducel, F., Nicollin, F., Bouin, M.-P., et al., 2012, Joint inversion of P-wave velocity and density, application to La Soufrière of Guadeloupe hydrothermal system. *Geophys. J. Int.*, 191 (2), 723–742. doi:10.1111/j.1365-246X.2012.05644.x



1



2



3

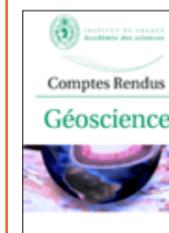
- Dufrécho, G., Tiberi, C., Martin, R., Bonvalot, S., Chevrot, S., Seoane, L., 2018, Deep structure of Pyrénées Range (SW Europe) imaged by joint inversion of gravity and teleseismic delay time. *Geophys. J. Int.*, 214, 282–301, doi:10.1093/gji/ggy134.
- Gallardo, L. A. and Meju, M. A. (2004). Joint two-dimensional dc resistivity and seismic travel time inversion with cross-gradients constraints. *Journal of Geophysical Research : Solid Earth*, 109(B3). 192, 212, 213
- Gautier, S., Tiberi, C., Lopez, M., Foix, O., Lallemand, S., Theunissen, T., Hwang, C., Chang, E., 2019, Detailed lithospheric structure of an arc-continent collision beneath Taiwan revealed by joint inversion of seismicological and gravity data, *Geophys. J. Int.*, 218, 1, 2019, 586–600, doi:10.1093/gji/ggz159
- J. E. Nafe and C. L. Drake, "Physical Properties of Marine Sediments," In: M. N. Hill, Ed., *The Sea*, 1963, pp. 794–813.
- Plasman, M., Tiberi, C., Cadio, C., Saraswati, A., Pajot-Metivier, G., Diament, M., 2020, From space to lithosphere: inversion of the GOCE gravity gradients. Supply to the Earth's interior study, *Geophys. J. Int.*, 223, 398–419, doi:10.1093/gji/ggaa318
- Vernant, P., Masson, F., Bayer, R., Paul, A., 2002, Sequential inversion of local earthquake traveltimes and gravity anomaly—the example of the western Alps, *Geophys. J. Int.*, 150, 79–90, doi:10.1046/j.1365-246X.2002.01694.x

### Edition spéciale BCSF dans comptes rendus géoscience

Le BCSF (Bureau Central Sismologique Français) fête ses 100 ans en 2021. Pour célébrer cet anniversaire, et en partenariat avec l'Action Transverse Sismicité Résif, un numéro spécial des Comptes Rendus (de l'Académie des Sciences) - Géoscience sur la sismicité française est en cours de publication, sous la responsabilité éditoriale de Carole Petit (Nice), Stéphane Mazzotti (Montpellier) et Frédéric Masson (Strasbourg).



La question de la sismicité française est revenue sur le devant de la scène de façon prégnante ces dernières années. Les séismes meurtriers d'Italie (2009, Mw 6.1 L'Aquila ; 2016 Mw 6.0 Amatrice et Mw 6.5 Norcia) et les récentes crises sismiques de Mayotte, du Teil et de Strasbourg ont rappelé que la sismicité est un risque naturel non négligeable pour notre pays. De plus, de nouvelles avancées techniques et théoriques ont remis récemment en cause la compréhension classique du lien entre sismicité et déformation en France et ailleurs. La question de l'origine de cette sismicité fait l'objet d'hypothèses diverses étayées par des modèles. Elle est largement discutée par la communauté scientifique. Ce questionnement s'appuie sur de nouvelles mesures rendues possibles par les équipements d'envergure lancés par Résif ces 10 dernières années.



L'ensemble de ces éléments justifie de faire un point sur notre connaissance de la sismicité française, ainsi que sur la façon dont cette connaissance s'est construite. D'où l'idée de ce numéro spécial.

Numéro spécial en accès libre  
lc.cx/gFo4oW