



**HAL**  
open science

# Les shakemaps des séismes impactant la France : bilan et perspectives

Antoine Schlupp, Didier Bertil

► **To cite this version:**

Antoine Schlupp, Didier Bertil. Les shakemaps des séismes impactant la France : bilan et perspectives. Rencontres scientifiques et techniques RESIF 2019, Nov 2019, Biarritz, France. hal-02446165

**HAL Id: hal-02446165**

**<https://hal.science/hal-02446165v1>**

Submitted on 20 Jan 2020

**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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Antoine SCHLUPP (1) et Didier BERTIL (2)

Coordinateurs de l'axe4 - Shakemap de « l'action transverses sismicité » de RESIF.

(1) : IPGS-UMR7516; Université de Strasbourg/EOST, CNRS; F-67084 Strasbourg  
 (2) : BRGM; 45100 Orléans

Laboratoire  
 Institut de physique du globe  
 de Strasbourg | IPGS | UMR 7516  
 de l'Université de Strasbourg  
 et du CNRS

Géosciences pour une Terre durable  
**brgm**

## Contexte

Des shakemaps sont calculés en France de façon opérationnelle et automatique avec diffusion en ligne : depuis 2012 dans les Pyrénées (projet Sispyr, sispyr.eu), depuis 2015 dans le sud-est de la France (Projet CASSAT, sismoazur.oca.eu) et depuis 2016 pour la France métropolitaine et les Antilles françaises (BCSF-RéNaSS, francesisme.fr). Elles s'appuient sur un programme USGS, Shakemap™, qui tient compte des données instrumentales et macrosismiques. Les données françaises sont celles des stations temps-réel RESIF et les données macrosismiques sont celles collectées par le BCSF-RéNaSS. Pour les pays frontaliers, les données macrosismiques ne sont actuellement partagées rapidement que pour l'Italie et l'Espagne dans le cadre de projets INTERREG.

Le calcul de la shakemap évolue et s'améliore avec une version 4 du programme USGS déjà utilisée par GeoAzur et qui est prise en charge progressivement au niveau national et avec le développement d'une méthode alternative se basant sur une démarche bayésienne développée au BRGM. L'utilisation immédiate des données macrosismiques du BCSF-RE-NASS est facilitée par la mise en place de webservice.

## Quelques chiffres.

Shakemaps Sispyr (Pyrénées) depuis decembre 2012 :

- 126 séismes avec Shakemaps dont 24 en 2016, 35 en 2017, 7 en 2018 et 8 en 2019.

Shakemap nationale BCSF-RENASS: France métropolitaine et Antilles, depuis avril 2016:

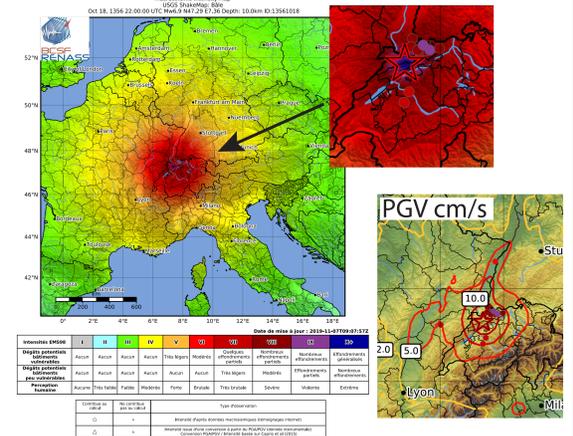
- 105 séismes ayant fait l'objet d'une alerte (62 LDG et 27 IPGP/OVSM-OVSG) avec Shakemaps .
- 1 298 shakemaps calculées en comptant les mises à jour régulières jusqu'à 7 jours.
- 1 974 PGA/PGV, issus des stations RESIF et des pays frontaliers, utilisés
- 6 585 intensités communales utilisées, basées sur 23 495 témoignages en ligne , dont 3187 témoignages pour le séisme du 21 juin 2019. Souvent seules data dispo à < 50 km.
- temps de création de la shakemap après le T0, incluant le temps de reception de l'alerte «GSE». Métropole : 12/62 en ≤ 30' et 44/62 en ≤ 60' (+ rapide = 20'). Antilles: 8/27 en < 60' après le T0 (+ rapide = 30').

Shakemap Sud-Est France (GeoAzur-OCA)

- 10 à 20 shakemaps par an (2015 à 2018, V3) et 16 depuis le début 2019 (V4) en test (si M>3).

## La shakemap appliquée aux études des séismes historiques

Pour étudier les séismes historiques, l'apport du calcul d'une shakemap à partir des données macrosismiques ne doit pas être négligé. Cela permettrait d'apporter un autre éclairage sur la cohérence des données, les magnitudes, et les interprétations.



1er calcul de la shakemap du séisme de Bâle Bakun et Scotti, région Rhin Mw = 7.1 (6.9 + 0.23 bias)

## Les données d'entrée.

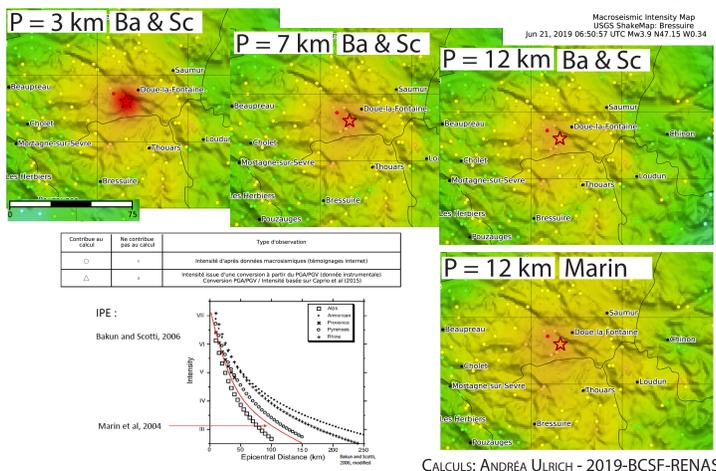
- Dans le cadre du projet Sismocitoyen, les shakemap bénéficient des mesures faites sur les capteurs bas-coût (Raspberry Shake) installés chez les particuliers (une trentaine en Alsace actuellement).

- Les données macrosismiques (enquêtes BCSF-RENASS via témoignages) sont disponibles en temps quasi réel via une API. Elles seront disponibles via un web-service dédié lors de la fusion des site web BCSF et RENASS.

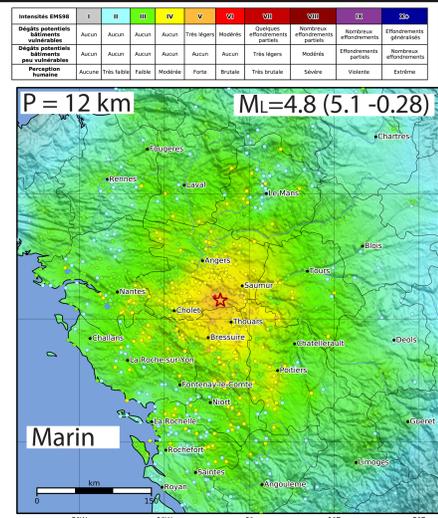
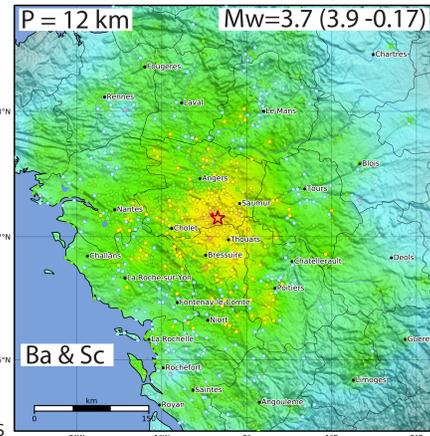
- les effets de site ne sont intégrés que via le proxy «pente topographique» pour le calcul national (plus précis au niveau Pyrénées/SisPyr & POCRISC et SE France/CASSAT & RISVAL)

## Le calcul de la shakemap est un outil de contrôle, de recherche ... et parfois de remise en cause.

Il a permis de mettre en évidence des lacunes sur les lois d'atténuation. La correction de magnitude (Bias) pour faire correspondre les données au modèle montre une surestimation constante de la magnitude dans la zone armoricaine. Vu les différences au niveau national, il apparait indispensable d'utiliser des modèles d'atténuation régionalisés, reste à le construire. Un produit RESIF attendu.



CALCULS: ANDRÉA ULRICH - 2019-BCSF-RENASS



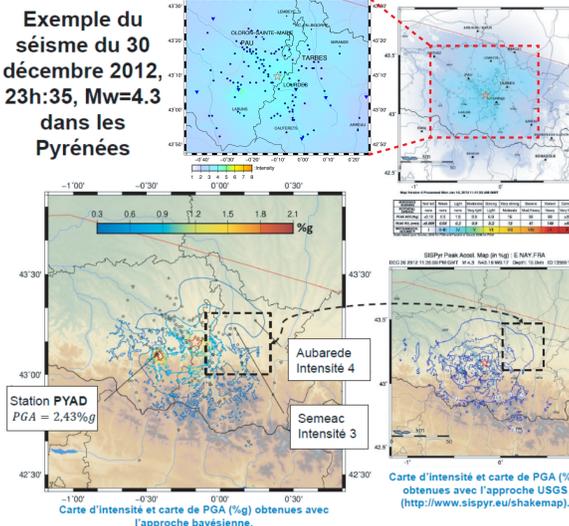
## Approche Bayésienne.



France métropolitaine et Mayotte.

Basée sur l'article Gehl (2017)\*, l'approche bayésienne pour la génération de shakemap permet une meilleure prise en compte des incertitudes pour les interpolations effectuées à partir des données d'entrées (station sismique ou intensité macrosismique). La démarche a été mise en application en 2018 pour les Pyrénées en sortie des localisations automatiques produites par l'outil seiscomp du BRGM. En phase d'acquisition de données, il n'y a pas encore de retour d'expérience sur les cartes produites.

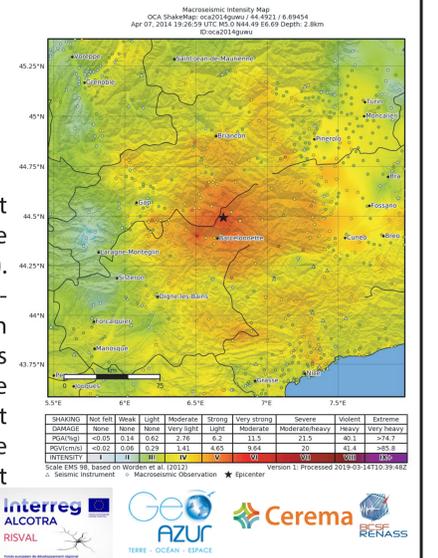
\* Gehl et al., BSSA, Vol 107, N°6, pp 2792-2808, December 2017



## Intégration des données transfrontalières.

Sud-Est France et Pyrénées.

L'activité sismique en métropole est souvent localisée en zone frontalière (Pyrénées, Alpes, Jura, Fossé Rhénan). Un échange de données instrumentales et macrosismiques est mis en place pour les Pyrénées et les Alpes franco-italiennes. Si l'intégration de des données macrosismiques peut parfois être manuelle, elle apporte une information irremplaçable du fait de sa densité spatiale.



## Perspectives 2020-2021

- Calculer des shakemaps pour Mayotte
- Intégrer des lois d'atténuation régionales dans le calcul automatique des shakemaps => besoin de définir un «zonage en atténuation» au moins pour la métropole.
- Intégrer des cartes d'effets de site mieux adaptées que le «proxi pente»
- Maintenir la visibilité et la qualité de la shakemap « française-pays frontaliers » par rapport aux projets européens en cours dans le cadre d'EPOS-EFEHR.
- Fédérer plus le groupe de travail « Shakemap nationale » autour de ces défis et partager nos expériences. Elargir le GT.

## Utilisation des shakemap pour l'estimation de dommages. Projet INTERREG Pyrénées (POCRISC) et application à Mayotte (SEISAID).



Le projet Interreg POCRISC prévoit des estimations rapides de dommages avec comme mouvement sismique en entrée les cartes issues de la Shakemap. L'interfaçage entre les sorties de Shakemap et les entrées de l'outil de dommages Armagedon (BRGM) est opérationnel. L'automatisation du processus est en cours.



Un communiqué SEISAID est un outil automatique à destination de la Sécurité Civile, pour donner en réponse rapide des bilans estimatifs de dommages et de bilan humain possibles d'une forte secousse. Cet outil mis au point par le BRGM pour la France métropolitaine est en cours de transposition pour Mayotte suite à la crise sismo-volcanique de 2018-2019. Les données d'entrée sont des Shakemaps. Les tests actuels passent par une adaptation de la Shakemap bayésienne mis au point pour les Pyrénées.



Un groupe de travail « Shakemap » s'est mis en place dès 2015 regroupant: BCSF-RéNaSS-EOST, BRGM, CEA-LDG, CEREMA, OSUG-ISTerre, OCA-Géoazur, OMP, OSUNA et OVSG/OVSM-IPGP. Il est a présent inclu dans « l'action transverses sismicité » de RESIF, Axe4 - Shakemap. Depuis 2018, EPOS-EFEHR souhaite produire des shakemaps à l'échelle européenne et a mis en place un groupe de travail dans lequel nous sommes et devons être présents.