

# Rapport d'activité 2016 du groupe de réflexion « ShakeMap™ en France » RESIF-RAP et de l'action 4 "ShakeMap" de l'axe transverse sismicité de RESIF.

Antoine Schlupp

Coordinateur GT-ShakeMap du GIS-RAP  
Coordinateur action 4 "ShakeMap" de l'axe transverse sismicité de RESIF.

Composition du Groupe de travail: (**en gras les membres du groupe de travail**, *en italique les membres du groupe de suivi*)

BCSF-RéNaSS-EOST: **Antoine Schlupp, Marc Schaming, Marc Grunberg, Christophe Sira**, *Hélène Jund, Cécile Doubre, Frédéric Masson*

BRGM: **Didier Bertil, Samuel Auclair**

CEA-LDG: **Hélène Hebert**

CEREMA: **Mercerat Diego, Etienne Bertrand, Julie Regnier**

OSUG-ISTerre: **Philippe Gueguen, Mickael Langlais**

OCA-Géoazur: **Anne Deschamps**, *Françoise Courboux, Bertrand Delouis*

OMP: **Marie Calvet**, *Matthieu Sylvander*

OSUNA: **Eric Beuclair**,

OVSG/OVSM-IPGP **Valérie Clouard, Céline Dessert, Jean-Marie Saurel, Claudio Satriano, Arnaud Lemarchand**, *François Beauducel*

## Sommaire.

1	Contexte.....	4
1.1	Contexte du groupe de réflexion « ShakeMap™ en France » mis en place en 2015 au sein du GIS-RAP.....	4
1.1.1	Les objectifs sont:.....	4
1.2	Evolution 2016: Action " ShakeMap™" dans l'axe transverse "sismicité" de RESIF.....	4
1.2.1	Objet de l'axe transverse.....	4
1.2.2	Participants.....	5
1.2.3	Actions de l'axe transverse RESIF Sismicité.....	5
2	Synthèse des réflexions du groupe fin 2016:.....	6
2.1	Objectifs et applications possibles de la ShakeMap™:.....	6
2.2	Créer une synergie entre les membres du GIS-RAP intéressés par cette thématique ;.....	6
2.2.1	Besoin de synergie au-delà des organismes français.....	7
2.3	Evaluer les méthodes de génération des ShakeMaps™ dans un contexte de sismicité modérée, dans la configuration actuelle et à venir des réseaux de surveillance sismologique;.....	7
2.4	Proposer un consensus vers l'élaboration d'une carte de référence nationale;.....	8
2.4.1	Autres données sous forme cartographiques.....	8
2.5	Conduire toute autre analyse permettant d'apporter des éléments à l'évaluation des ShakeMaps™.....	9
3	Mise en place opérationnelle du calcul d'une ShakeMap pour tout séisme significatif en France métropolitaine et au Antilles (Martinique et Guadeloupe).....	9
3.1	Une ShakeMap pour quels séismes? Informations déclenchant le calcul.....	9
3.1.1	Evolution possible avec un premier calcul basé sur des localisations automatiques.....	9
3.2	Paramètres source.....	9
3.3	GMPE, IPE, GMICE.....	10
3.4	Observations de terrain (Instrumentales et macrosismiques).....	11
3.4.1	En France métropolitaine.....	11
3.4.1	Aux Antilles.....	11
3.5	Effets de site.....	11
3.6	Mise en place 2016.....	12
3.6.1	Type de cartes produites.....	12
3.6.2	Mises à jour des cartes.....	12
3.6.3	Carte finale.....	12
3.6.4	Principales conclusions issues des premières cartes.....	13
3.6.5	Liste des séismes qui ont fait l'objet d'une ShakeMap en 2016:.....	13
3.6.6	Visualisation des données mise en place fin octobre 2016.....	14
3.6.7	Présentation des résultats à des conférences ou congrès internationaux.....	16
4	Glossaire:.....	16
5	Annexes.....	17
5.1	Groupe de réflexion ShakeMap, notification 2015.....	17
5.2	Groupe de réflexion ShakeMap, notification 2016.....	18
5.3	Localisation des coordonnées test de l'intensité (avec loi B3) pour déclenchement de la shakemap aux Antilles.....	19

5.4	Exemple de cartes réalisées en France métropolitaine (cas de La-Rochelle 2016)	20
5.5	Interface en ligne et tableau de conversion .....	22
5.6	Liens utiles: .....	22

# 1 Contexte

## 1.1 Contexte du groupe de réflexion « ShakeMap™ en France » mis en place en 2015 au sein du GIS-RAP

Lors de l'Assemblée Générale du RAP du 23 janvier 2015, il a été évoqué l'intérêt de la mise en place de ShakeMap™ pour tout séisme significatif tout en insistant sur le besoin d'une coordination nationale. Pour répondre à ce besoin, un groupe de réflexion nommé « ShakeMap™ en France » a été mis en place par le RAP dont la responsabilité et l'animation ont été confiées à Frédéric MASSON (directeur du BCSF) et Antoine SCHLUPP (responsable scientifique du BCSF) à Strasbourg (lettre du 13 février). Frédéric MASSON confie l'ensemble de la coordination scientifique et opérationnelle à Antoine SCHLUPP. Le travail de ce groupe porte sur l'évaluation des méthodes permettant la réalisation de cartes de mouvement du sol immédiatement après un séisme se produisant sur le territoire français.

### 1.1.1 Les objectifs sont:

- Créer une synergie entre les membres du GIS-RAP intéressés par cette thématique ;
- Evaluer les méthodes de génération des ShakeMap™ dans un contexte de sismicité modérée, dans la configuration actuelle et à venir des réseaux de surveillance sismologique;
- Proposer un consensus vers l'élaboration d'une carte de référence nationale;
- Conduire toute autre analyse permettant d'apporter des éléments à l'évaluation des ShakeMap™.

## 1.2 Evolution 2016: Action " ShakeMap™" dans l'axe transverse "sismicité" de RESIF.

### 1.2.1 Objet de l'axe transverse

La majorité des travaux de suivi et de caractérisation de la sismicité française sont effectués par des équipes d'organismes membres du consortium RESIF. Aujourd'hui, ces travaux sont largement basés sur des données issues des moyens d'observation de RESIF.

En outre, certains des partenaires de RESIF ont participé au projet SI-Hex dédié à la création d'un catalogue de référence de la sismicité sur le territoire métropolitain sur la période 1962-2009, et se sont accordés sur la nécessité de poursuivre cette activité de manière pérenne.

D'autre part, les observations macrosismiques acquises par certains partenaires de RESIF, notamment via le BCSF, doivent être considérées comme des données complémentaires de celles issues des dispositifs instrumentaux de RESIF et nécessaires à la réalisation des objectifs scientifiques de RESIF.

Enfin, plusieurs partenaires de RESIF souhaitent formaliser dans le cadre de RESIF des collaborations et des actions de recherche autour de la détermination rapide du mouvement du sol et des intensités, et sur l'estimation de l'aléa sismique.

L'objet de l'axe transverse RESIF Sismicité est de coordonner l'ensemble de ces travaux au sein d'une structure unique dans l'objectif d'augmenter l'efficacité du travail effectué et d'en accroître la visibilité. Il s'agit notamment de réaliser et de distribuer des produits

issus des données de RESIF axés sur la connaissance de la sismicité française et de l'aléa associé.

### **1.2.2 Participants**

L'axe transverse RESIF Sismicité est porté par les Membres suivants du Consortium RESIF :

- Le Centre National de la Recherche Scientifique – Institut National des Sciences de l'Univers (CNRS-INSU)
- Le Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA)
- L'Université de Strasbourg (UNISTRA)
- L'Observatoire de la Côte d'Azur (OCA)
- L'Université Joseph Fourier (UJF)
- L'Université Paul Sabatier (UPS)
- L'Institut du Physique du Globe de Paris (IPGP)
- L'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
- Le Bureau de Recherche Géologique et Minière (BRGM)
- L'Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux (IFFSTAR)

### **1.2.3 Actions de l'axe transverse RESIF Sismicité**

L'axe transverse RESIF Sismicité est organisé sous la forme de 5 actions, seule l'action 4 est détaillé ci-dessous. Elle est actuellement coordonnée par Antoine Schlupp, une coordination avec un des participant à cette action est recherchée.

**1.2.3.1 Action 1/ La construction d'un bulletin multi-origine évolutif de la sismicité de la France métropolitaine.**

**1.2.3.2 Action 2/ la construction d'un catalogue de référence de la sismicité de la France métropolitaine.**

**1.2.3.3 Action 3/ la collecte et l'analyse des données macrosismiques – sismicité historique.**

**1.2.3.4 Action 4/ la mise en place de 'ShakeMap' au niveau national intégrant à la fois les données macrosismiques et les données issues des réseaux accélérométriques et vélocimétriques.**

L'objectif de cette action est de générer pour tout séisme significatif en France une ShakeMap™ à partir des données instrumentales acquises au sein de RESIF (accélérométriques et vélocimétriques) et macrosismiques acquises au BCSF. Une collaboration avec les pays limitrophes pour intégrer leurs données instrumentales et macrosismiques sera recherchée, la sismicité en France étant majoritairement proches de nos frontières. Cette ShakeMap™ sera partagée avec eux. Deux initiatives régionales existent actuellement, une pour les Pyrénées (projet SisPyr) avec des données instrumentales et macrosismiques et une pour le sud-est (Projet CASSAT) avec des données instrumentales. Cette ShakeMap™ doit être un outil mis à la disposition immédiate de tout utilisateur (scientifiques, grand public, autorités), mais aussi un outil pour des recherches et des applications dans le domaine du risque sismique. Elle pourra être ajustée et optimisée par rapport à la réalité de terrain et sera associée à la notion de solution préférentielle. Ceci devra permettre d'améliorer en continue les paramètres de calculs de la ShakeMap™ initiale.

Un groupe de travail, coordonné par le BCSF, a été mis en place récemment sur cette problématique, en relation et sur proposition du RAP. Le fonctionnement de cette action sera précisé à l'issu des travaux de ce groupe de travail.

*1.2.3.5 Action 5/ la mise en place d'un groupe de travail 'Apports de RESIF pour l'estimation du potentiel sismogénique des sources sismiques au niveau national.*

## **2 Synthèse des réflexions du groupe fin 2016:**

### **2.1 Objectifs et applications possibles de la ShakeMap™:**

Les objectifs et applications de la ShakeMap apparaissent multiples.

- Le premier est une information en aide à la gestion de crise : le besoin est une information rapide et cartographique de la sévérité de la secousse.
  - Elle peut être très rapide dès l'obtention d'une localisation automatique avec application de GMPE et IPE sans aucun retour d'observations du terrain.
  - Après quelques minutes elle peut être corrigée après intégration des données instrumentales.
  - Après quelques dizaines de minutes, elle est améliorée après intégration des données macrosismiques (densité d'observations importante et avec mise à jour régulière)
- Un autre objectif est de constituer une donnée d'entrée pour une estimation des dégâts potentiels en intégrant des données sur la vulnérabilité des enjeux, très utile à la gestion de crise.
- En dehors de la gestion de crise, elles peuvent aider à la compréhension de la répartition spatiale du mouvement du sol (effet de source, effet de propagation, effet de sites) et ainsi à une meilleur évaluation de l'aléa et du risque sismique (travail sur le moyen terme)
- La comparaison des ShakeMaps avec des cartes définitives des secousses issues d'analyses détaillées permet de corriger/adapter les paramètres de la création de ShakeMap. Ceci permet de modéliser des évènements anciens pour mieux évaluer leur taille ou particularités et de réaliser des simulations de séismes (Scénario).

### **2.2 Créer une synergie entre les membres du GIS-RAP intéressés par cette thématique ;**

Les organismes nationaux pouvant être intéressés par cette thématique ont été contactés avant de constituer le groupe de réflexion. Il est constitué fin 2016 par des représentants des organismes suivants :

BCSF-RéNaSS-EOST (UNISTRA), BRGM, CEA-LDG (depuis 2016), CEREMA, (depuis 2016), OSUG-ISTerre (UJF), OCA-Géoazur, OMP (UPS), OSUNA (depuis 2016) et OVSG/OVSM-IPGP

Deux réunions avec les membres du GT-ShakeMap ont été organisées (le 30 mars 2015 - visioconférence - et le 7 juin 2016 à Paris à l'IPGP + visioconférence avec Antilles et certains membres en métropole).

La réunion de 2015 a permis d'informer les participants des diverses actions réalisées ou en cours et d'initier une liste de questions/ points à résoudre pour la réalisation d'une ShakeMap™ de référence nationale. La réunion de 2016 a porté sur les réponses apportées, aux premiers résultats issus de la mise en place du calcul de ShakeMap au BCSF pour des événements significatifs en France métropolitaine et aux Antilles, et aux évolutions ou études complémentaires nécessaires.

En plus de ces réunions, diverses discussions ont eu lieu lors de rencontres scientifiques nationales ou par échange de courriels.

### **2.2.1 Besoin de synergie au-delà des organismes français.**

Nos partenaires frontaliers de la métropole sont indispensables à l'édification d'une ShakeMap™ de qualité sachant que la majeure partie des séismes importants a lieu à proximité de nos frontières (Pyrénées, Alpes, Jura, Fossé Rhéna supérieur et inférieur). L'échange de données instrumentales est réalisé dans un premier temps via les données disponible au RéNaSS dans le cadre de ses accords avec les pays frontaliers. Seules les données d'Italie du nord restent non disponibles actuellement au RéNaSS mais sont disponibles pour les ShakeMap de l'OCA-Géoazur dans le cadre du projet CASSAT.

Pour les données macrosismiques, des échanges transfrontaliers devront être mis en place, des actions sont déjà en cours avec l'Espagne (donnée ICGC et IGN déjà mises à contribution dans le cadre du projet SisPyr avec BRGM, OMP et BCSF), l'Italie (INGV) et la Belgique (ORB - collaboration avec BCSF, cartographie transfrontalière).

Au niveau des Antilles (Martinique et Guadeloupe), les données instrumentales seront fournies par les observatoires sismologiques (OVSG-OVSM/IPGP) dont celles disponibles dans la région et les données macrosismiques sont collectés et fournies par le BCSF.

## **2.3 Evaluer les méthodes de génération des ShakeMaps™ dans un contexte de sismicité modérée, dans la configuration actuelle et à venir des réseaux de surveillance sismologique;**

Tous les organismes ou projets (SisPyr – OMP-BRGM-ICGC-IGN-BCSF / CASSAT – Geoazur – ISTerre-CEREMA / BCSF – étude paramétrique pour l'intégration des données macrosismiques) se sont basés sur le programme ShakeMap™ de l'USGS, version 3.5. Il permet notamment d'intégrer les données macrosismiques issues des enquêtes du BCSF pour la France.

La « ShakeMap™ SisPyr » qui couvre les Pyrénées est opérationnelle (automatique avec déclenchement sur seuil de magnitude) depuis 2012 et produit une ShakeMap™ transfrontalière qui intègre les données macrosismiques françaises (BCSF) et espagnoles (IGN et ICGC).

La « ShakeMap™ CASSAT » couvre PACA et Corse. Son déploiement « automatique » avec mise en ligne d'une ShakeMap™ est faite depuis fin 2015. Elle intègre les données instrumentales transfrontalière mais pas les données macrosismiques actuellement.

En France métropolitaine: La localisation de l'épicentre en « alerte » est sous la responsabilité du CEA-LDG qui les transmet aux autorités de gestion de crise et c'est sur

la base de ses indications que sont faites la communication et les enquêtes du BCSF. Les autres observatoires régionaux ou nationaux sont actuellement en mesure de réaliser une localisation automatique en quelques minutes (2 à 3) via les données de leurs réseaux et du réseau RESIF lequel est en cours de développement et densification (à terme 200 stations doivent couvrir la France métropolitaine). Si la qualité de ces localisations automatiques peut parfois être meilleure du faite d'une meilleure répartition spatiale des stations que celles utilisées par le CEA-DASE-LDG pour ses alertes, l'absence de contrôle d'un sismologue hors horaires de bureau ne permet pas de privilégier celle-ci. Cependant, elles pourraient être utilisées par défaut dans l'attente de la localisation « officielle » validée par un sismologue du LDG (environ 20 min après le séisme).

La ShakeMap™ de SisPyr se base sur une localisation automatique de l'IGN (système miroir du CSEM), celle de CASSAT se base sur une localisation automatique des stations du SE de la France via le système "seiscomp".

Dans tous les cas, même si les ShakeMaps™ sont disponibles sur les sites SisPyr (seuil de magnitude), Géoazur (seuil de magnitude), ISTerre (selon intérêt du séisme), elles ne sont actuellement transmises ni à des tiers ni aux autorités.

L'intégration de stations vélocimétriques de RESIF, non seulement pour les localisations de la source mais aussi pour caractériser le mouvement du sol en de nouveaux lieux, doit être considéré.

## 2.4 Proposer un consensus vers l'élaboration d'une carte de référence nationale;

**Dès la réunion de mars 2015, tous les membres du GT s'accordent sur le besoin d'une carte de référence nationale (ShakeMap™) issue d'un consensus.** L'objectif est que tout séisme affectant le territoire national, à partir d'un certain seuil, soit associé à une ShakeMap™ « homogène » qui pourrait alors être diffusée au niveau national notamment par le BCSF ainsi que dans les organismes régionaux.

### 2.4.1 Autres données sous forme cartographiques

En dehors des représentations classiques (ShakeMap™ en PGV, PGV, PSA, Intensité), il a aussi été évoqué la possibilité de réaliser des cartes d'effets particuliers observés. Ces cartes seraient alors principalement issues des données macrosismiques. Il est à noter que cette fonctionnalité n'est pas prévue dans le programme ShakeMap™. Elle sera testée dans un premier temps sur 3 indicateurs fréquemment renseignés, en collaboration avec l'Action3 de l'axe transverse RESIF (Données macrosismiques): son entendu, perception humaine et chute d'objets. Des tests sont en cours au BCSF.

Il est à noter que cet aspect sera discuté plus en détail par les membres du GT de l'action3 (données macrosismiques) de "l'axe transverse sismicité RESIF".

*Remarques du GT:*

- l'ajout en surimpression des isoseistes sur ces cartes serait utile.
- procurer ces informations sous format SIG (dont KMZ)

## 2.5 Conduire toute autre analyse permettant d'apporter des éléments à l'évaluation des ShakeMaps™.

Un des objectifs est d'évaluer le bon accord de la ShakeMap™ produite rapidement avec les données finales sur le mouvement du sol (intensités finales, mesures accélérométriques et vélocimétriques complétées et validées).

Cette comparaison et la quantification de l'écart peut se baser sur:

- une ShakeMap™ finale générée à partir des données finales et validées (localisation, profondeur, magnitude, Intensités définitives, intégration de toutes les données instrumentales disponibles, application de GMPE et IPE régionales optimisées, etc.)
- une cartographie de la secousse issue uniquement des observations (macrosismiques et instrumentale) que l'on peut considérer comme la donnée "vraie".
- l'analyse de l'écart selon les versions des ShakeMap (T0, +30 min, 1h, 2h, etc.)

Ces quelques pistes listées sont à développer au sein du groupe de travail.

## 3 Mise en place opérationnelle du calcul d'une ShakeMap pour tout séisme significatif en France métropolitaine et au Antilles (Martinique et Guadeloupe)

### 3.1 Une ShakeMap pour quels séismes? Informations déclenchant le calcul.

Depuis mars 2016, des travaux ont été réalisés au BCSF pour la réalisation automatique d'une ShakeMap pour tout séisme significatif en France métropolitaine et aux Antilles (Guadeloupe et Martinique).

Nous considérons qu'il s'agit d'un séisme significatif en métropole s'il fait l'objet d'un **message d'alerte du CEA-LDG** (en général magnitude locale LDG supérieure à 3.5) ou aux Antilles et si **l'intensité attendue en Martinique ou Guadeloupe  $\geq$  IV** (8 points de test avec la Loi B3, Beauducel et al. 2011) et qu'il fait l'objet d'un **message d'alerte des OVSG-OVSM**.

#### 3.1.1 Evolution possible avec un premier calcul basé sur des localisations automatiques

L'arrivée de l'alerte LDG ou du message des OVSG-OVSM peut prendre plusieurs dizaines de minutes, voir plus dans certains cas. Il faut ensuite ajouter à cela le calcul de la ShakeMap qui prend lui aussi plusieurs minutes. Pour diminuer ce temps de réaction, on pourrait, peut-être selon des seuils de magnitude, envisager le calcul de ShakeMap à partir des localisations automatiques du RéNaSS en France métropolitaine et des OVSG-OVSM aux Antilles. Ces localisations d'entrée du calcul seraient mises à jour avec l'arrivée des localisations validées par un sismologue (LDG ou OVSG-OVSM, ou autre disponible).

### 3.2 Paramètres source

La localisation provient par défaut du LDG et des OVSG-OVSM. Il est prévu dans la procédure de pouvoir changer manuellement l'origine de la localisation (amélioration par un OSU, localisation revue par le LDG ou les OVSG-OVSM, etc.). Cela implique un

nouveau calcul de la ShakeMap, la localisation étant une valeur "figée" dans la procédure.

La magnitude est donnée en ML par le LDG en France métropolitaine, en ML ou Mw aux Antilles. Vu la correction appliquée par le "bias", les différences issues de l'échelle utilisée ne pose pas de difficultés sauf si aucune observation de terrain n'est disponible (Calcul uniquement avec données source et loi d'atténuation).

La profondeur est un paramètre aussi très important qui va influencer les résultats dans la zone épiscopale. Elle n'est pas donnée par le LDG (confiance trop faible) et est donc imposée à 12 km en France métropolitaine. Aux Antilles, elle est indiquée par les OVSG-OVSM/IPGP et a un impact fort du fait d'évènements profonds.

*Note technique et GT:*

*- dans le programme shakemap V3.5 diffusé par l'USGS, la profondeur est fixée dans les équations. Cela a été corrigé dans le programme et la profondeur a été mise comme variable dans le fichier "event"*

*- la magnitude à une importance "relative" lorsque des observations terrain sont disponibles car elle est corrigée via le "bias". C'est seulement en cas d'absence complète d'observation qu'une erreur/incertitude sur la magnitude influencera les résultats.*

*- Pour SisPyr, la magnitude utilisée provient de l'IGN avec une magnitude proche de la Mw.*

### **3.3 GMPE, IPE, GMICE**

Le programme utilise des lois d'atténuations en PGA, PGV, PSA (GMPE) et Intensité (IPE). Afin de profiter de la complémentarité des observations instrumentales et macrosismiques, des lois de conversion entre Intensité et valeurs instrumentales (PGA, PGV, PSA ) sont utilisées (GMICE).

*Note technique:*

*- Il n'y a pas de conversion entre les valeurs instrumentales elles-mêmes.*

*- Pour la France métropolitaine, la loi Marin et al. 2004 (nouvelle loi crée dans ShakeMap) est actuellement utilisée pour l'IP et la loi Akkar et Bommer 2010 pour la GMPE.*

*- Pour les Antilles, les IPE sont de Beauducel et al. 2011 (appelé loi B3, nouvelle loi crée dans ShakeMap) et la loi Akkar et Bommer 2010 pour la GMPE*

*- la loi Beauducel et al. 2011 est calée sur les données du séisme des Saintes 2005 (intraplaque) et de Martinique novembre 2007 (profond- subduction). L'intérêt d'une mise à jour sera évalué au fur et à mesure des observations.*

*- La GMICE utilisée est celle de Caprio et al., 2015 pour les conversion Intensité / PGA, PGV et celle de Atkinson et Kaka, 2007 pour les conversion Intensité / PSA à diverses fréquences.*

*- L'effet des GMPE et IPE est important sur le résultat et toute la procédure. Un des objectifs que s'est fixé le GT est de travailler sur les autres lois disponibles pour les comparer aux observations afin d'optimiser le choix. D'autre part, il existe de très fortes disparités d'atténuation d'une région à l'autre en France métropolitaine, une application de loi régional apparait indispensable à moyen terme. Cela semble possible pour l'IPE (utilisation de Bakun et Scotti 2006), plus compliqué pour les GMPE*

*- Il a été mis en évidence que ces lois diffèrent selon la magnitude et qu'il faut appliquer des lois différentes pour les séismes forts. Par manque de données en France (on n'a quasi pas de données pour des séismes de magnitude > 5), il faudra puiser dans des lois établies ailleurs mais dans des contextes similaires (cohérence avec les caractéristiques géologiques et tectoniques de la France, Métropole et Antilles).*

- Il a été noté le besoin d'une review détaillée des GMPE et IPE mais aussi de lister les modèles (lois) à tester. On pourra profiter des résultats des programmes Share et Sigma dans lesquels de nombreux travaux sur les GMPE ont été réalisés. Il a aussi été noté les travaux faits au GFZ (Postdam). Il a été suggéré de proposer ces travaux dans le cadre de projets de recherche d'étudiants de l'université (apparaît cependant difficile à valoriser dans le cadre d'un M2).
- Il y a un réseau dense de station dans les Alpes et le projet AlpArray permettra de disposer de nombreuses observation en cas de séismes dans les Alpes. Cela pourrait donc constituer une zone test en cas de séisme y compris pour la comparaison des observations instrumentales et macrosismiques (GMICE).
- Cette problématique peut aussi profiter des données disponibles en Europe via le noeud ORFEUS EIDA avec le RRSM (rapid raw strong motion) portal. Ce site n'est pas dédié à la gestion de crise mais pour la diffusion de l'information et notamment le mouvement sur les structures.
- dans shakemap, il n'y a pas de conversion  $I \Leftrightarrow$  PGA si  $I < III$
- dans shakemap il n'y a pas de conversion  $I \Leftrightarrow$  PGV ou PSA si  $I < IV$

### 3.4 Observations de terrain (Instrumentales et macrosismiques)

Les données instrumentales et macrosismiques disponibles et prise en compte sont:

#### 3.4.1 En France métropolitaine

Les intensités sont issus des témoignages reçus au BCSF, dont la valeur est la valeur moyenne à la commune arrondi à 0.5 (exemple:  $\geq 4.5=V$ ,  $< 4.5=IV$ ). Ils sont calculés à partir des imagerie sélectionnées (environ 80% des témoignages).

Les valeurs instrumentales sont issues du réseau disponible au RéNaSS (vélocimètres RESIF + stations étrangères sauf Italie du nord (en cours)) + accéléromètres RAP-RESIF.

#### 3.4.1 Aux Antilles

Les intensités sont issus des témoignages reçus au BCSF, dont la valeur est la valeur moyenne à la commune arrondi à 0.5 (exemple:  $\geq 4.5=V$ ,  $< 4.5=IV$ ). Ils sont calculés à partir des imagerie sélectionnées (environ 80% des témoignages).

Les valeurs instrumentales ne sont pas encore intégrées à ce stade. Elles seront procurées par les OVSG-OVSM/IPGP et comprendrons les stations disponibles sur la Martinique, la Guadeloupe, mais aussi en Dominique et le long de l'Arc. Il y a aussi une station BRGM en Guadeloupe et en Martinique mais les données ne sont pas disponibles en temps réel actuellement.

### 3.5 Effets de site

Les effets de site sont actuellement considérés via un "proxy" déduit des pentes topographiques. C'est ce proxy qui va indiquer où l'on considère des effets de site. Les valeurs observées (Intensité, PGA, PGV, PSA) sont modifiées pour être ramenées au rocher avant d'être prises en compte pour la correction (bias) des lois d'atténuation.

*Note Groupe de Travail. Des paramètres plus précis (dont cartographie) peuvent être pris en compte. Le BRGM a effectué diverses études dans des régions cibles (environ 20*

départements de France) permettant d'améliorer ce paramètre (notamment dans le cadre de scénario avec la CCR) en intégrant la géologie de surface, les épaisseur des dépôts via la BSS (Base du sous-sol) et les définition type EC8 (Eurocode8). C'est également le cas pour les Antilles (Martinique, Guadeloupe, St Martin et St Barthélemy). Le BRGM est prêt à mettre ces informations à disposition de ce GT et pour la carte nationale. Cela correspond à des types de sol associés à des coefficients d'amplification.

### 3.6 Mise en place 2016

Après une phase de mise en place du logiciel, d'adaptation des paramètres par défaut, de contrôle et d'optimisation de l'affichage, les premières ShakeMap sur des séismes faisant l'objet d'alerte ont été réalisés fin avril 2016 (Séisme de La-Rochelle). **Progressivement le calcul de la ShakeMap™ est passé de manuel à automatique en juillet 2016, avec mise en ligne sur le site du BCSF ([www.franceseisme.fr](http://www.franceseisme.fr)).**

Diverses corrections et améliorations ont été apportés tout au long de l'année avec une première version "opérationnelle validée" planifiée pour novembre 2016. Ces travaux ont porté sur la collecte rapide des paramètres de la source, la collecte des données instrumentales et macrosismiques, la procédure de calcul avec divers tests pour une application simultanée en France métropolitaine et aux Antilles, l'adaptation du programme de calcul notamment pour les diverses équations et relations utilisées (GMICE, GMPE, IPE), la représentation des résultats selon un affichage optimisé, la mise en ligne automatique des résultats et la chronologie des mises à jours des cartes de l'alerte à 7jours après l'évènement.

#### 3.6.1 Type de cartes produites

Les cartes diffusées sont les cartes en Intensité EMS98, en PGA, en PGV, en PSA (0.3, 1 et 3 sec). Elles sont évolutives sur 7 jours (voir ci-dessous).

*Note du GT: Les autorités souhaitent des web services, avec des cartes "en couleur", surtout dans la zone épiscopale (fond cartographique, avec villes, routes, rivières) et rapidement. Des formats de sortie en KMZ sont aussi souhaités, y compris par la communauté scientifique.*

#### 3.6.2 Mises à jour des cartes.

Une carte ShakeMap est réalisée dès l'obtention d'une localisation par le CAE-LDG ou les OVSG-OVSM. Elle est mise à jour à T0 (heure du séisme) + 30min, 1h, 2h, 6h, 12h, 24h, 2 jours, 3 jours, 4 jours et 7jours. Cela permet de prendre en compte l'arrivée progressive d'observations nouvelles (témoignages en ligne).

#### 3.6.3 Carte finale

Au bout de 7 jours, une carte finale est publiée. C'est la carte à partir des données instrumentales et macrosismiques Internet (Intensités préliminaires). Une carte complémentaire peut-être réalisée manuellement après l'estimation définitive des intensités EMS98 issue des enquêtes de terrain auprès des autorités et des missions post-sismiques du BCSF (groupe GIM). Il est à noter que cette ShakeMap qui est une carte issue d'une modélisation corrigée à partir des observations instrumentale et macrosismique, est localement différente de la carte finale des intensités EMS98 par commune publiée par le BCSF.

### 3.6.4 Principales conclusions issues des premières cartes.

La période de test de la ShakeMap sur des séismes de 2016 a permis d'identifier divers biais et corrections nécessaires. Notamment on a pu observer des biais parfois importants liés aux magnitudes diffusées, mais qui sont corrigés dès l'introduction de données caractérisant la secousse (instrumentales ou macrosismiques).

La localisation et la profondeur ont un impact fort sur le résultat, une mise à jour peut s'avérer nécessaire.

Les résultats obtenus sont dépendants des lois utilisées (GMPE, IPE) malgré la correction à partir de données terrain (observations instrumentales et macrosismiques). Les lois nationales doivent être régionalisées. D'autre part, des lois différentes pour les événements de faibles et fortes magnitudes sont à considérer. Ces aspects nécessitent des études complémentaires dans le cadre du GT-ShakeMap.

Les données macrosismiques (Intensités issus des témoignages au BCSF) ont un impact fort du fait de leur densité et répartition spatiale, bien plus nombreuses et proches de l'épicentre que les données instrumentales. En cas de fort séisme, cela restera probablement encore le cas même en cas de perte d'information "intensité" dans la zone épiscopale. Les stations disponibles en champ proche seront alors plus importantes pour le calcul de la ShakeMap.

L'emploi de GMICE récemment publiées donne une bonne cohérence entre les données instrumentales et macrosismiques.

Il existe un délai entre l'occurrence du séisme et la mise en ligne de ShakeMaps du fait des procédures de lancement d'alerte par le CEA-LDG (validation par un sismologue, délais de quelques dizaines de minutes) et de l'OVSG-OVSM (séisme ressenti puis diffusion d'une localisation validée par un sismologue). Une évolution vers un calcul très rapide de ShakeMap à partir d'une localisation automatique suivi d'une mise à jour après validation par un sismologue est à considérer.

### 3.6.5 Liste des séismes qui ont fait l'objet d'une ShakeMap en 2016:

A partir de fin juin 2016, les cartes ont été mises en mode automatique pour la métropole, et depuis mi-juillet pour les Antilles. Ainsi, au 20 octobre 2016, 14 événements ont fait l'objet de cartographies "ShakeMap" automatiques (Intensité EMS98, PGA, PGV, PSA) et deux de cartographies "ShakeMap" manuelles (Intensité uniquement) (cf tableau ci-dessous).

18/10/2016 75 km au sud de Grand-Bourg, prof 153km	M=5,5	automatique - Antilles
08/10/2016 76 km à l'est de Monaco	M=3,5	automatique - métropole
01/10/2016 36 km à l'est de Bonneville	M=3,8	automatique - métropole
23/09/2016 16 km au Nord de Béziers	M=3,5	automatique - métropole
22/09/2016 au sud-est de Saint-Nazaire	M=3,5	automatique - métropole
10/09/2016 Est d'Argelès-Gazost	M=3,5	automatique - métropole
03/09/2016 34km N de Nice	M=3,6	automatique - métropole
30/07/2016 10km au NO de Pinerolo, Piemont	M=4.2	automatique - métropole
26/07/2016 25 km au NO de Pampelune	M=3.6	automatique - métropole
25/07/2016 13 km au SW de San Remo	M=3.6	automatique - métropole
11/07/2016 SE Capesterre-de-M/G	M=4,4	automatique - Antilles
10/07/2016 27 km à l'Est de Saint-Jean-de-Maurienne	M=3.5	automatique - métropole
06/07/2016 NE de Pau	M=3.3	automatique - métropole
24/06/2016 36 km E de Châtel	M=3.5	automatique - métropole
02/05/2016 20km SE Chinon	M=4,2	manuelle - métropole
28/04/2016 16km SE La Rochelle	M=4,9	manuelle - métropole

### 3.6.6 Visualisation des données mise en place fin octobre 2016

Les différentes cartes sont accessibles par lien, en format PDF et JPG, ainsi qu'un fichier sur les valeurs introduites dans le calcul (usage scientifique, stationlist.txt). La carte par défaut est une "ShakeMap" (carte de la secousse) de l'intensité en JPG (figure ci-dessous, et lien [http://www.franceseisme.fr/affiche\\_shakemap.php?IdSei=599](http://www.franceseisme.fr/affiche_shakemap.php?IdSei=599))

**Estimation régionale de la secousse à partir des données instrumentales et macrosismiques**

Estimation régionale de la secousse (à partir des données macrosismiques et instrumentales)  
 Séisme du 28/04/2016 08h47 (heure locale)  
 28/04/2016 06:46:53 GMT M 5.0 46.05°N 1.12°W Prof: 10.0km [source BCSF]

**Carte Médias**  
 Estimation de la secousse (intensité): [jpg](#) - [pdf](#)

**Autres variables pour l'estimation de la secousse**  
 Accélération maximale du sol PGA: [jpg](#) - [pdf](#)  
 Vitesse maximale du sol PGV: [jpg](#) - [pdf](#)  
 Réponse spectrale PSA:  
 - à une période de 0.3 secondes: [jpg](#) - [pdf](#)  
 - à une période de 1.0 secondes: [jpg](#) - [pdf](#)  
 - à une période de 3.0 secondes: [jpg](#) - [pdf](#)

**Tableau conversions Intensité, PGA, PGV et PSA**

Intensités EMS98	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X*
Dégâts potentiels habituels vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	très faibles	modérés	quelques effondrements partiels	nombreux effondrements partiels	nombreux effondrements	effondrements généralisés
Dégâts potentiels habituels peu vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	effondrements partiels	nombreux effondrements
Perception humaine	aucune	très faible	faible	modérée	forte	très forte	très brutes	brutes	violentes	extrêmes
PGA (%g)	<0.02	0.02	0.3	1.1	4.7	8.6	16	29	52	>96
PGV (cm/s)	<0.007	0.03	0.1	0.5	2.3	5.5	13	31	79	>174
PSA 0.3s (%g)	<0.010	0.05	0.3	1.5	8.3	16	31	56	112	>214
PSA 1.0s (%g)	<0.001	0.009	0.07	0.5	3.2	7.1	15	34	79	>160
PSA 3.0s (%g)	<0.0008	0.005	0.03	0.2	1.0	2.2	4.8	10	22	>48

Unités de conversion: PGA / intensité basée sur Caprio et al (2013); PSA / intensité basée sur Alkhalil et Housh (2007)

**Observations disponibles (format ShakeMap USGS, usage scientifique)**  
[stationlist.txt](#)

**Document au format pdf**  
 Carte Médias  
 Estimation de la secousse (intensité): [jpg](#) - [pdf](#)

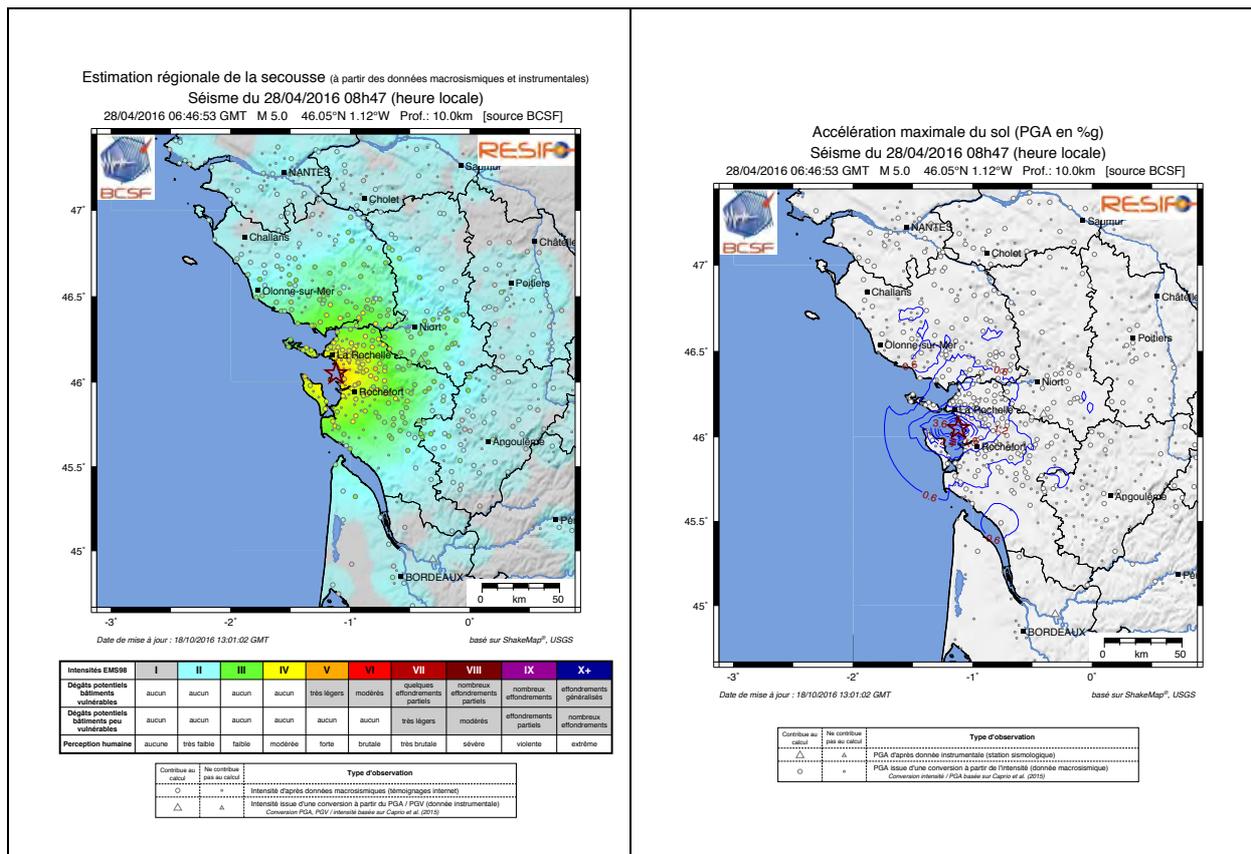
Le graphisme des cartes a été retravaillé (modifications apportées au programme) afin d'optimiser leur lecture. Ci-dessous deux exemples (Intensité et PGA) avec les mises à jour d'octobre 2016.

Les principales évolutions sont

- La carte est centrée sur le séisme, à l'exception de la région des Antilles pour laquelle un cadre fixe a été choisi.
- L'échelle de la carte est fonction de la magnitude du séisme (3 niveaux), toujours à l'exception de la région des Antilles pour laquelle un cadre fixe a été choisi.
- Pour la France métropolitaine, on a rajouté les frontières, les limites de département, certaines rivières, lacs, et certaines communes (dont population 2010 > 10000 hab)
- La palette de couleur correspond à celle du BCSF (EMS98)
- Pour chacune des types de cartes (Intensité, PGA, PGV, PSA) :
  - les ronds représentent les communes avec témoignages
  - les triangles représentent les stations sismologiques

- les petits ronds correspondent aux communes pour lesquelles la valeur de l'intensité (ou PGA, PGV, ... converties) n'a pas été prise en compte dans le calcul ShakeMap
- les petits triangles correspondent aux stations pour lesquelles la valeur de PGA (ou PGV, PSA, ... intensité converties) n'a pas été prise en compte dans le calcul ShakeMap
- Les couleurs des ronds et triangles correspondent à l'échelle de couleur indiquée sous la carte.
- Modification pour mettre en forme les cartes, notamment les passer en français : modification des titres, sous-titres, ajout de logo, modification de l'ordre de « dessin » des différents éléments (ex : contours et épïcentre au-dessus), transformation des postscripts en pdf etc.

- Carte intensité : IPE + Intensités observées + PGA ou PGV converties
- Carte PGA : GMPE + PGA observées + Intensités et PGV converties
- Carte PGV : GMPE + PGV observées + Intensités et PGA converties
- Carte PSA : GMPE + PSA observées + Intensités et PGA ou PGV converties



### 3.6.7 Présentation des résultats à des conférences ou congrès internationaux

Schlupp Antoine et le Groupe de Travail "ShakeMap": Vers une ShakeMap™ nationale à partir des données instrumentales et macrosismiques (Métropole et Antilles). 8ème Biennale du RAP, Guadeloupe, du 3 au 10 novembre 2016, Guadeloupe.

Schlupp Antoine: ShakeMap fed by macroseismic data in France: feedbacks and contribution for improving SHA. American Geophysical Union, 12-16 décembre 2016, San-Francisco, Présentation invitée.

## 4 Glossaire:

BCSF:	Bureau central sismologique français, Strasbourg.
BRGM:	Bureau de recherches géologiques et minières, Orléans.
CCR:	Caisse centrale de réassurance
CEA:	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
CEREMA:	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, Nice.
EOST:	Ecole et observatoire des sciences de la terre, Strasbourg.
GéoAzur:	Géosciences Azur, Sophia Antipolis.
GIM:	Groupe d'intervention macrosismique du BCSF (membres issus de divers organismes).
GMPE:	Ground Motion Prediction Equations
GMICE:	Ground Motion to Intensity Conversion Equations
IPE:	Intensity Prediction Equations
IPGP:	Institut de physique du globe de Paris.
ISTerre:	Institut des sciences de la terre, Grenoble.
LDG:	Laboratoire de détection et de géophysique, Arpajon.
OCA:	Observatoire de la Côte d'Azur, Sophia Antipolis.
OMP:	Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse.
OSUG:	Observatoire des sciences de l'univers de Grenoble.
OSUNA:	Observatoire des sciences de l'univers de Nantes Atlantique.
OVSG:	Observatoire volcanologique et sismologique de Guadeloupe.
OVSM:	Observatoire volcanologique et sismologique de Martinique.
PGA:	Accélération maximale du sol (Peak Ground Acceleration)
PGV:	Vitesse maximale du sol (Peak Ground Velocity)
PSA:	Accélération spectrale avec un amortissement de 5% (Spectral accélération)
RéNaSS:	Réseau national de surveillance sismique, Strasbourg.
UJF:	Université Joseph Fourier
UNISTRA:	Université de Strasbourg
UPS:	Université Paul Sabatier

## 5 Annexes

### 5.1 Groupe de réflexion ShakeMap, notification 2015



**RÉSEAU ACCÉLÉROMÉTRIQUE PERMANENT  
FRENCH ACCELEROMETRIC NETWORK**

---

Grenoble, le 05 Février 2015

**Directeur du Réseau  
Accélérométrique  
Permanent**

**Philippe GUEGUEN**

Téléphone: 33(0) 4 76 63 51 74  
Télécopie: 33(0) 4 76 63 52 52  
Mel: philippe.gueguen@obs.ujf-  
grenoble.fr  
Site web: www-rap.obs.ujf-  
grenoble.fr/

**NOTIFICATION**

Dans le cadre des opérations de recherche et de valorisation du Réseau Accélérométrique Permanent (RAP), la constitution d'un groupe de réflexion nommé « Shake-Map<sup>TM</sup> en France » a été proposé par le bureau du GIS-RAP et accepté par le Ministère en charge de l'écologie (MEDDE). Ce groupe portera sur l'évaluation des méthodes permettant la réalisation de carte de mouvement du sol immédiatement après un séisme se produisant sur le territoire français.

Après concertation, le bureau du RAP, représenté par son directeur Philippe Guéguen, confie la responsabilité et l'animation de ce groupe à Frédéric MASSON et Antoine SCHLUPP du BCSF Strasbourg.

Ils devront :

- Créer une synergie entre les membres du GIS-RAP intéressés par cette thématique ;
- Evaluer les méthodes de génération des *Shake-Maps<sup>TM</sup>* dans un contexte de sismicité modérée, dans la configuration actuelle et à venir des réseaux de surveillance sismologique;
- Proposer un consensus vers l'élaboration d'une carte de référence nationale;
- Conduire toute autre analyse permettant d'apporter des éléments à l'évaluation des *Shake-Maps<sup>TM</sup>*.

Un budget de 1500 euros est alloué à cette opération, mis à disposition de son animateur à ISTerre.

Le démarrage du groupe est programmé au 15 février 2015. La durée du groupe est de 1 an à partir de la date de démarrage. Le responsable du groupe s'engage à fournir un rapport final au RAP un an après le lancement. Il s'engage également à présenter, ou à se faire représenter pour diffusion, lors des journées scientifiques et techniques du RAP, les conclusions du travail du groupe. Ces journées auront lieu en 2016.

Cette notification fait lettre de commande.

**Philippe Guéguen**  
**Directeur du GIS-RAP**

**Réseau Accélérométrique  
Permanent**  
Groupement d'Intérêt Scientifique

**Adresse géographique :** RAP -  
Institut des Sciences de la Terre -  
Maison des Géosciences  
1381, rue de la Piscine - Domaine  
Universitaire - 38400 Saint-Martin-  
D'Hères

**Adresse postale :** RAP - ISTerre -  
BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -  
France

## 5.2 Groupe de réflexion ShakeMap, notification 2016



### RÉSEAU ACCÉLÉROMÉTRIQUE PERMANENT FRENCH ACCELEROMETRIC NETWORK



Grenoble, le 29 février 2016

#### NOTIFICATION

Dans le cadre des opérations de recherche et de valorisation du Réseau Accélérométrique Permanent (RAP), la prolongation d'un an du groupe de réflexion nommé « Shake-Map™ en France » a été proposé par le bureau du GIS-RAP et accepté par le Ministère en charge de l'environnement (MEEM).

#### Directeur du Réseau Accélérométrique Permanent

#### Philippe GUEGUEN

Téléphone: 33(0) 4 76 63 51 74  
Télécopie: 33(0) 4 76 63 52 52  
Mel: philippe.gueguen@obs.ujf-  
grenoble.fr  
Site web: www-rap.obs.ujf-  
grenoble.fr/

Le bureau du RAP, représenté par son directeur Philippe Guéguen, confie la responsabilité et l'animation de ce groupe à Frédéric MASSON et Antoine SCHLUPP du BCSF Strasbourg.

Sur la base du rapport présentant les conclusions des travaux du groupe menés en 2015, ils devront :

#### Proposer une carte de référence nationale (Shake-Map™) issue d'un consensus.

L'objectif est que tout séisme affectant le territoire national, à partir d'un certain seuil, soit associé à une Shake-Map™ « homogène » diffusée au niveau national par le BCSF. En dehors des représentations classiques (Shake-Map™ en PGV, PGV, PSA, Intensité), la possibilité de réaliser des cartes d'effets particuliers observés (vibrations, chute d'objets, son entendu etc. ) s'appuyant sur les travaux du BCSF (Lesueur et al., 2013<sup>1</sup>) devra être réalisée.

#### Réseau Accélérométrique Permanent Groupement d'Intérêt Scientifique

Adresse géographique : RAP -  
Institut des Sciences de la Terre -  
Maison des Géosciences  
1381, rue de la Piscine - Domaine  
Universitaire - 38400 Saint-Martin-  
D'Hères

Adresse postale : RAP - ISTerre -  
BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -  
France

Un budget de 5000 euros est alloué à cette opération, transféré au BCSF/EOST via une convention de reversement.

Le démarrage du groupe est programmé au 01 mars 2016. La durée du groupe est de 1 an à partir de la date de démarrage. Le responsable du groupe s'engage à fournir un rapport final au RAP un an après le lancement. Il s'engage également à présenter, ou à se faire représenter lors des journées scientifiques et techniques du RAP, les conclusions ou avancées du travail du groupe. Ces journées auront lieu en novembre 2016.

Cette notification fait lettre de commande.

**Philippe Guéguen**  
Directeur du GIS-RAP

<sup>1</sup> Lesueur, C., Cara, M., Scotti, O., Schlupp, A., & Sira, C. 2013. Linking ground motion measurements and macroseismic observations in France: a case study based on accelerometric and macroseismic databases. *Journal of seismology*, 17(2), 313-333.



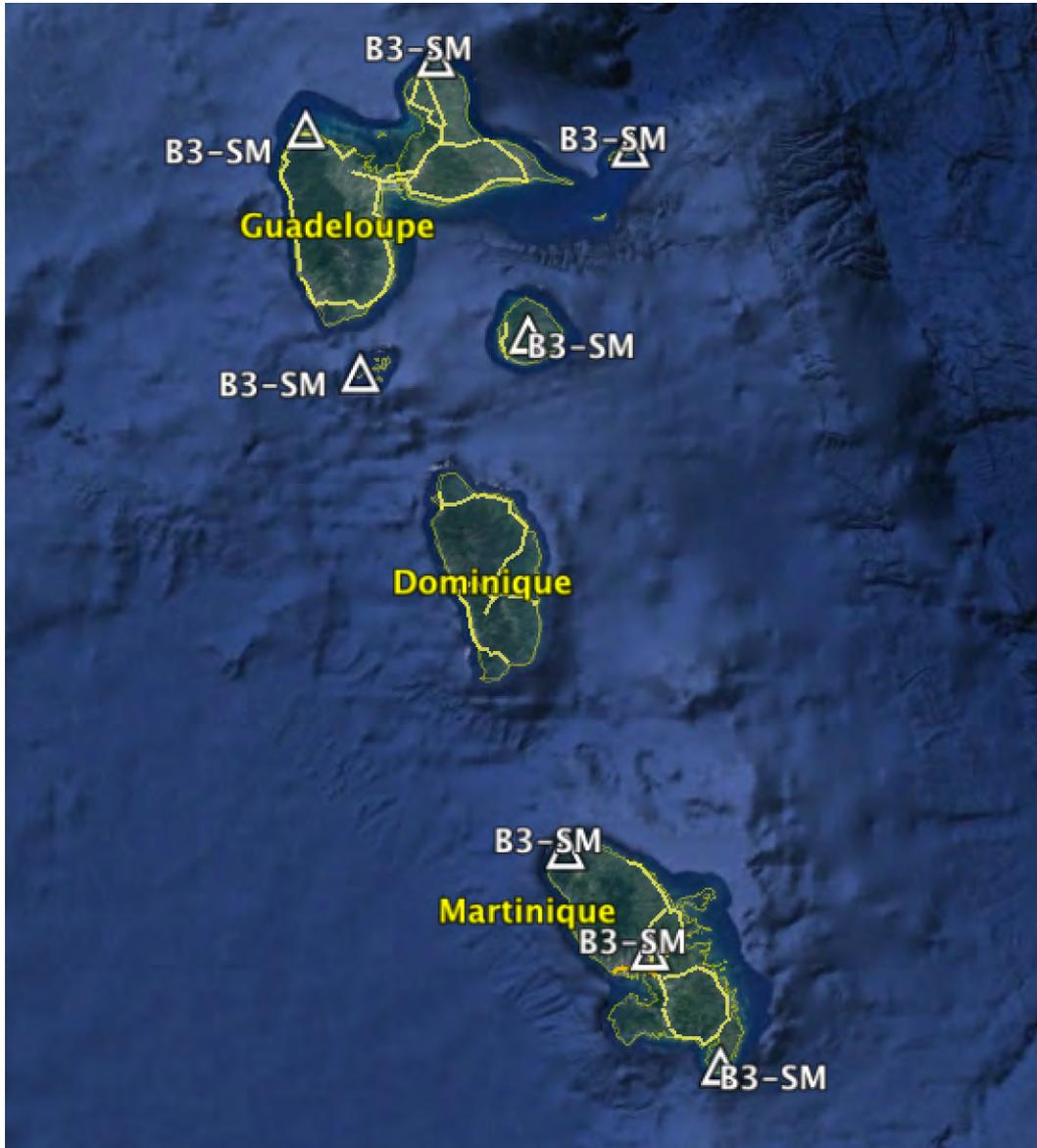
Laboratoire de Géophysique Interne et  
Tectonophysique



Observatoire de Grenoble

### 5.3 Localisation des coordonnées test de l'intensité (avec loi B3) pour déclenchement de la shakemap aux Antilles.

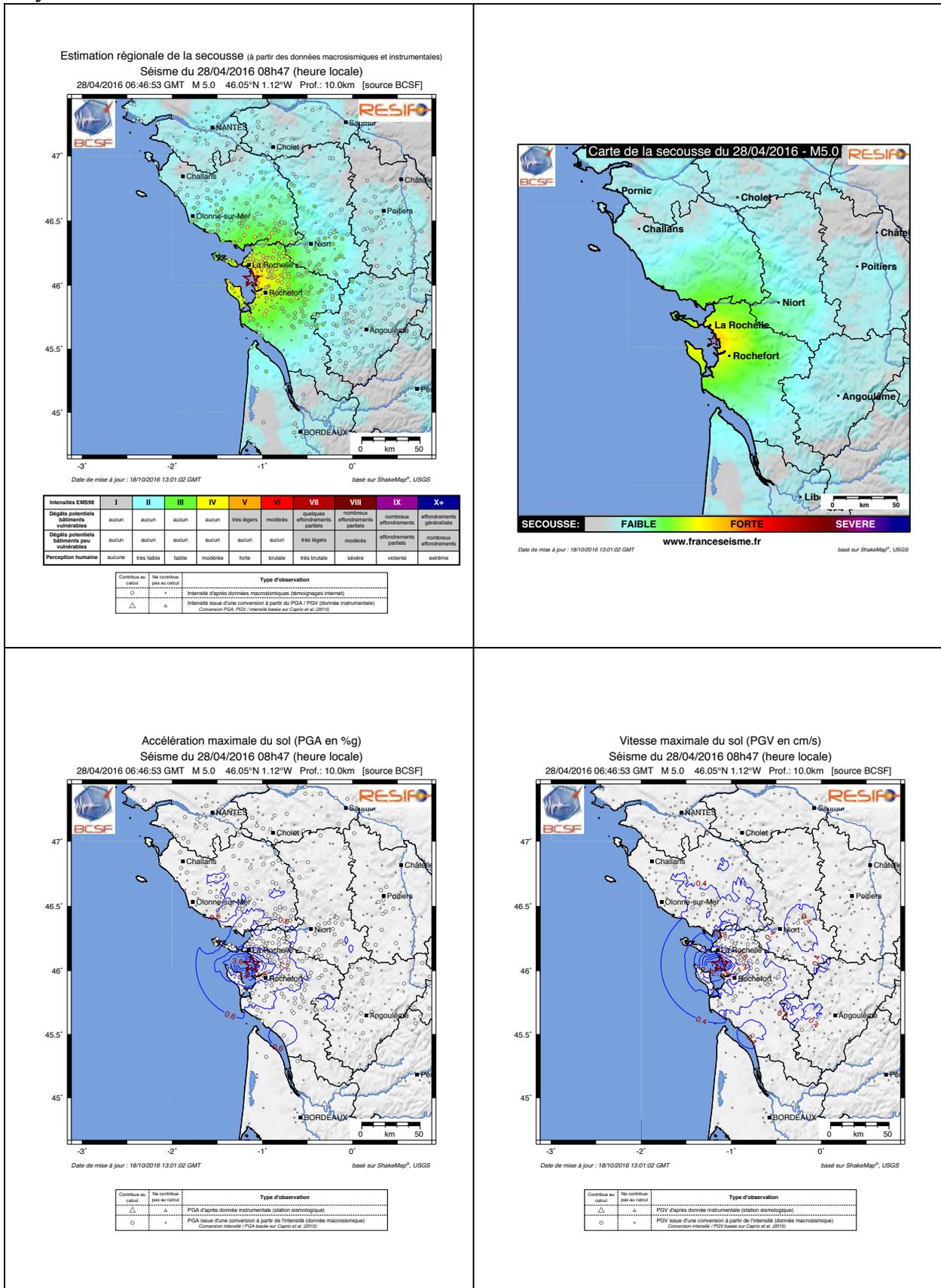
Les calculs de ShakeMap ne sont lancés que si la loi B3 indique une intensité d'au moins III sur l'un de ces 8 points. (Triangles sur la figure).

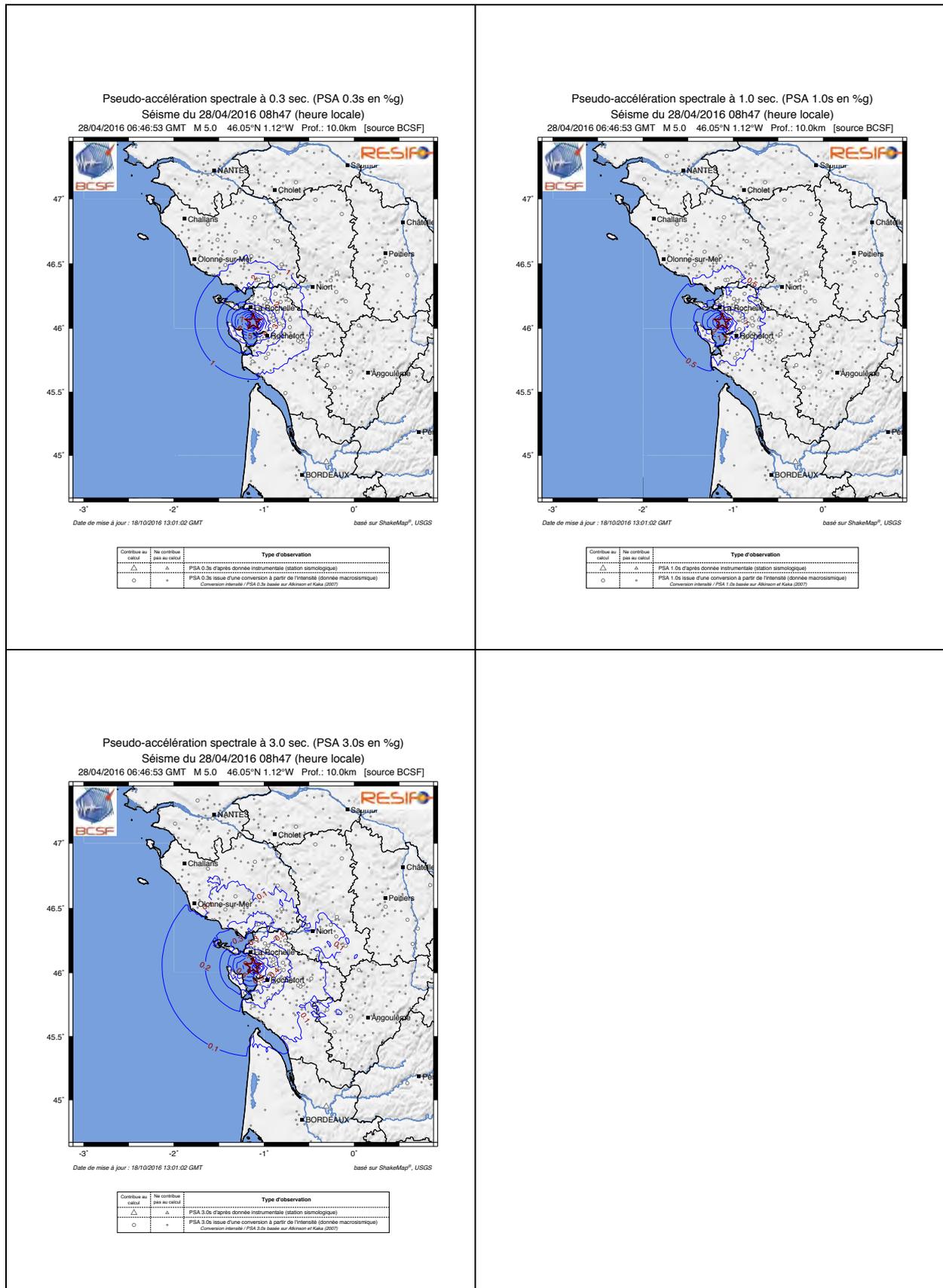


Latitude	Longitude
16.51	-61.47
16.36	-61.75
16.32	-61.05
15.93	-61.27
15.85	-61.63
14.86	-61.19
14.65	-61.01
14.41	-60.86

## 5.4 Exemple de cartes réalisées en France métropolitaine (cas de La-Rochelle 2016)

Style 18 octobre 2016





## 5.5 Interface en ligne et tableau de conversion

Style 18 octobre 2016

Intensités EMS98	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
Dégâts potentiels bâtiments vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	quelques effondrements partiels	nombreux effondrements partiels	nombreux effondrements	effondrements généralisés
Dégâts potentiels bâtiments peu vulnérables	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	très légers	modérés	effondrements partiels	nombreux effondrements
Perception humaine	aucune	très faible	faible	modérée	forte	brutale	très brutale	sévère	violente	extrême
PGA (%g)	<0.02	0.07	0.3	1.1	4.7	8.6	16	29	52	>96
PGV (cm/s)	<0.007	0.03	0.1	0.5	2.3	5.5	13	31	73	>174
PSA 0.3s (%g)	<0.010	0.05	0.3	1.5	8.3	16	31	59	112	>214
PSA 1.0s (%g)	<0.001	0.009	0.07	0.5	3.2	7.1	15	34	73	>160
PSA 3.0s (%g)	<0.0008	0.005	0.03	0.2	1.0	2.2	4.8	10	22	>48

Echelles de conversion : PGA, PGV / intensité basée sur Caprio et al. (2015); PSA / intensité basée sur Atkinson et Kaka (2007)

## 5.6 Liens utiles:

### **USGS:**

Informations concernant ShakeMap:

<http://usgs.github.io/shakemap/>

La documentation pdf:

[http://usgs.github.io/shakemap/\\_static/SoftwareGuideV3\\_5.pdf](http://usgs.github.io/shakemap/_static/SoftwareGuideV3_5.pdf)

### **Geoazur**

<http://tinios.unice.fr/sismoazur/project/CASSAT/>

### **ISTerre**

<http://isterre.fr/observation/actus-observation/article/lancement-du-projet-cassat>

<http://www.isterre.fr/observation/productions-et-activites/article/projets-2284>

<http://isterre.fr/observation/actus-observation/article/seisme-du-12-juin-2014>

<http://urbasis.osug.fr/sites/urbasis.osug.fr/IMG/pdf/m7-missionubaye.pdf>

### **SisPyr (Pyrénées) :**

[www.sispyr.eu](http://www.sispyr.eu)

### **INGV (Italie)**

<http://shakemap.rm.ingv.it/shake/8222913230/intensity.html>

### **Genova-Italie (besoin mdp et login)**

<http://www.distav.unige.it/rsni/pg-auto-lista.php?shake=t>

### **SED - ETHZ (Suisse)**

[http://www.seismo.ethz.ch/prod/shakemaps/index\\_FR](http://www.seismo.ethz.ch/prod/shakemaps/index_FR)

[http://www.seismo.ethz.ch/prod/shakemaps/ShakeMap\\_lesen/index\\_FR](http://www.seismo.ethz.ch/prod/shakemaps/ShakeMap_lesen/index_FR)

[http://www.seismo.ethz.ch/prod/shakemaps/Bestandteile/index\\_FR](http://www.seismo.ethz.ch/prod/shakemaps/Bestandteile/index_FR)

<http://shakemap.ethz.ch/archive/>

[http://www.seismo.ethz.ch/eq/latest/eq\\_dmaps/index?id=c21pOmNoLmV0aHouc2VkJ3NjM2Eyb3JpZ2luL05MTC4yMDE0MTEyNDA5MzkwOS44NTkyNDguNDE5Mzc=&x=556239&y=97825&lat=46.03&lon=6.87&mag=3.2&regi=Chamonix%20F&map=0&yy=2014&mm=11&ltype=manual&age=182231.0](http://www.seismo.ethz.ch/eq/latest/eq_dmaps/index?id=c21pOmNoLmV0aHouc2VkJ3NjM2Eyb3JpZ2luL05MTC4yMDE0MTEyNDA5MzkwOS44NTkyNDguNDE5Mzc=&x=556239&y=97825&lat=46.03&lon=6.87&mag=3.2&regi=Chamonix%20F&map=0&yy=2014&mm=11&ltype=manual&age=182231.0)

**BGR (Allemagne)**

<http://www.lmv-jobboerse.de/de/arbeitnehmer/angebote/anzeige1.asp?AngebotID=3046>

**LGRB (Allemagne)**

<http://www.lgrb-bw.de/erdbeben/erdbebenmeldung>