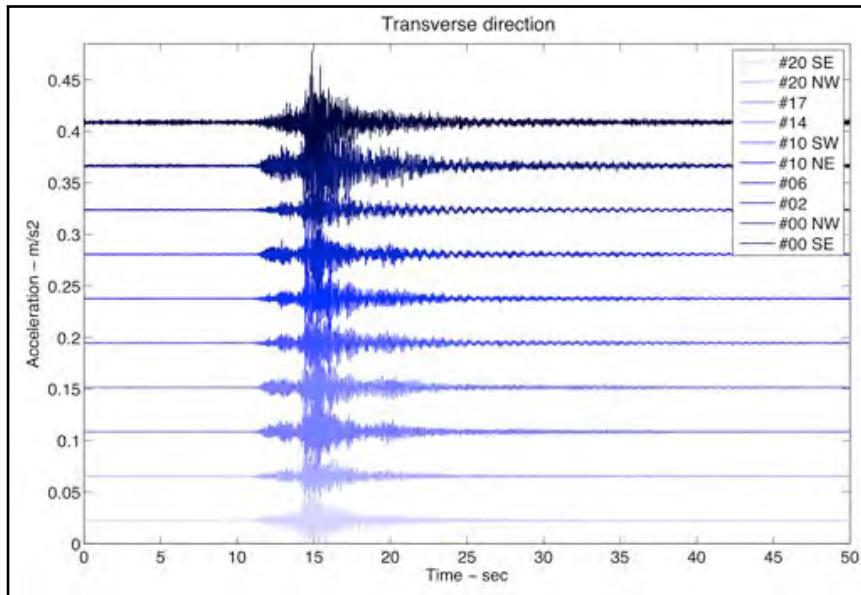


RAP

La Lettre d'Information

Numéro 11 - Janvier 2010



Enregistrements du séisme du 15 octobre 2009 à 22:27 (ML=3.9) localisé au sud sud-est de Tarbes et enregistré dans la tour Ophite de Lourdes (les étages sont indiqués dans la légende).

Sommaire

Editorial	page 2
Mouvement du sol prédit et observé aux Antilles	page 3
Prédiction du mouvement sismique à Grenoble	page 3
Inversion du séisme des Saintes	page 4
Mouvement du sol simulé dans la ville de Nice	page 5
Réponse dynamique de l'Hôtel de Ville de Grenoble	page 5
Portail accélérométrique NERIES	page 6
Informations diverses	page 7
La biennale du RAP	page 8

Informations.

Assemblée générale du RAP

Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, 11 décembre 2009.

Biennale du RAP 2010

Journées scientifiques et techniques du RAP, 17-19 mai 2010, VVF L'Abeille, Eygurande.

Portail des données accélérométriques européennes

Projet NERIES (<http://www.seismicportal.eu/jetspeed/portal>)

Projet EPOS-RESIF

Le portail du Très Grand Equipement Réseau Sismologique Français TGE EPOS-RESIF (<http://www.resif.fr/>)

LA NOTE D'INFORMATION DU RAP

La note d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Elle est destinée aux mem-



bres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP. Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques publiés et les rapports d'installation.

Vous pouvez proposer une communication en contactant Philippe Gué-

guen - pgueg@obs.ujf-grenoble.fr.

EDITO

10 ans! Cela fait maintenant 10 ans que le GIS-RAP a été constitué. Depuis 2000 et la trentaine de stations installées dans les Alpes, le paysage accélérométrique a considérablement évolué. Fidèle à ses objectifs scientifiques, avec comme leitmotiv essentiel la connaissance de l'aléa et de la vulnérabilité sismiques, l'instrumentation de la France s'est poursuivie avec le soutien des ministères en charge de l'environnement et de l'équipement, complétant et renforçant parfois des initiatives locales comme aux Antilles, développant ailleurs une instrumentation spécifique. Le réseau s'appuya alors sur l'existence des observatoires des sciences de l'univers, sur les établissements publics impliqués dans la surveillance et la gestion sismique. Sa structuration en GIS a par dessus tout favorisé l'implication des personnes techniques et scientifiques des différents partenaires, contribuant à doter la France d'un réseau techniquement moderne et scientifiquement performant.

L'originalité de ce réseau a été dès le départ, et à l'opposé des réseaux accélérométriques alors existants, de parier dès 2000 sur des stations sensibles, ayant des spécifications techniques comparables à celles de la vélocimétrie, et surtout de rendre accessible les données, accessibilité alors marginale dans la communauté internationale. Ces options ont permis d'initier des travaux de recherche, valorisés par des publications scientifiques et des travaux de doctorat, d'amorcer ou d'intégrer des projets scientifiques. Certes, le RAP reste un réseau de recherche mais des actions de valorisation

ont accompagnées son développement, la plus marquante étant certainement l'intégration de données accélérométriques dans le processus de définition du nouveau zonage réglementaire français.

Depuis 2000, les évolutions techniques ont accompagné les nouveaux besoins exprimés par la recherche, plaçant le réseau en avance de ces partenaires européens (distribution des données, enregistrements continus, données accélérométriques en volume SEED). En 2010, les environnements accélérométriques français, européens et international vont considérablement évoluer, à charge au RAP d'accompagner ses évolutions.

La création du Très Grand Equipement EPOS-RESIF est une chance pour la sismologie française, à laquelle le RAP va contribuer et s'y investir. La V^{ème} biennale qui se déroulera en 2010 sera aussi le lieu pour imaginer le RAP dans les dix prochaines années, afin d'accompagner les thématiques émergentes par les avancées technologiques adéquates. L'organisation de l'accélérométrie européenne va continuer et le RAP doit apporter son expérience afin de proposer une organisation ambitieuse et efficace. Enfin, des initiatives internationales émergent afin de favoriser l'échange et la diffusion des données, initiatives que le RAP devra intégrer.

Bonne année 2010.

Philippe Guéguen
 Directeur du GIS-RAP

LE RAP EN CHIFFRES (2009)

11 réseaux régionaux:

Alpes, Sud-Est, Pyrénées, Provence, Auvergne, Bretagne, Antilles, Nouvelle Calédonie, Fossé Rhénan, Mayotte.

146 sites instrumentés,

dont deux bâtiments, deux forages, 3 zones à effets de site.

4 réseaux associés:

le réseau du LDG (Bretagne, Pyrénées, Jura), du Conseil Général de la Martinique et du BRGM aux Antilles et à Mayotte, et de l'IRSN en Provence.

1 projet européen, 2

projets Interreg et 3

projets ANR dans lesquels

les sites instrumentés du RAP sont associés

6 groupes de travail.

42 articles scientifiques

soit une moyenne de 4 par an.

11 thèses de doctorat.

21 ingénieurs et

techniciens pour un total de

79 hommes.mois

15 chercheurs, enseignants

chercheurs et physiciens

adjoints pour un total de 19

hommes.mois.

1 appel d'offre de

recherche annuel

Des journées techniques

et scientifiques tous les

deux ans: la biennale du RAP.

Budget fonctionnement:

152 keuros/an (coût de fonctionnement des stations: 680 euros/site instrumenté, fonctionnement du site central: 55 keuros)

Budget global: 540 keuros/an.

COMPARAISON DU MOUVEMENT DU SOL OBSERVÉ ET PRÉDIT PRODUIT PAR DES SÉISMES DE SUBDUCTION AUX ANTILLES

Cet article présente une analyse quantitative de prédiction du mouvement du sol généré par des tremblements de terre de subduction dans la région des Antilles (Guadeloupe, Martinique, Dominique et Trinidad). Huit modèles de prédiction du mouvement du sol ont été testés et comparés à plus de 300 enregistrements correspondant à 22 séismes. Cette étude montre que ces modèles prédisent mal le mouvement du sol, essentiellement à cause de la grande variabilité du mouvement observé comparé à celle des modèles. Cependant, deux modèles établis sur des données japonaises fournissent une bonne prédiction. Distinguer les séismes se produisant dans la plaque qui subducte et à l'interface n'améliore pas la prédiction. En conclusion, les auteurs insistent sur la nécessité d'utiliser plusieurs modèles de prédiction afin de capturer cette grande incertitude épistémique pour l'évaluation du mouvement sismique aux Antilles.

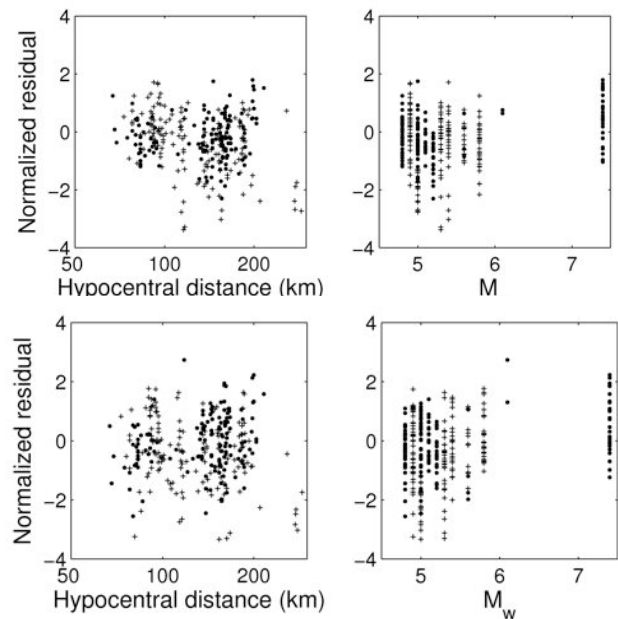
Extrait de : Douglas, J. and Mohais R. 2009. Comparing predicted and observed ground motions from subduction earthquakes in the Lesser Antilles, *Journal of Seismology*, 13(4), 577-587; DOI 10.1007/s10950-008-9150-y

Résidus normalisés pour l'équation de Kanno et al. (2006) par rapport à la distance hypocentrale et M_w . (points: événements à l'intérieur de la plaque plongeante - croix: événements à l'interface de la plaque).

JOHN DOUGLAS



Chercheur
BRGM Orléans



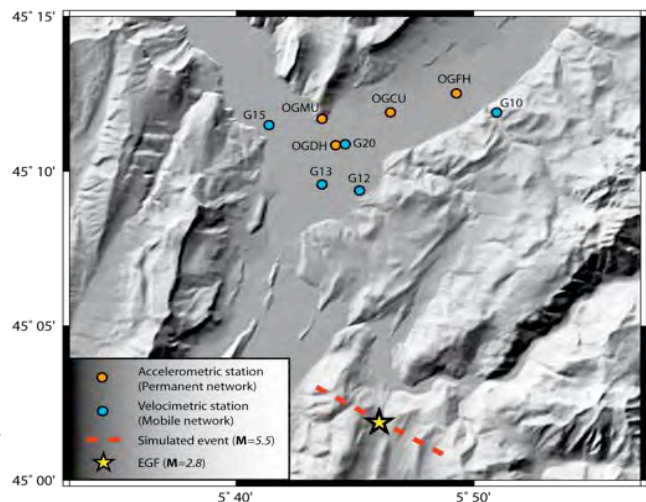
NOUVELLE APPROCHE POUR COUPLER LES TECHNIQUES DITES DU k^{-2} ET LES FONCTIONS DE GREEN EMPIRIQUES: APPLICATION À LA PRÉDICTION AVEUGLE DU MOUVEMENT SISMIQUE LARGE-BANDE DANS LE BASSIN DE GRENOBLE.

Nous proposons une nouvelle approche pour réaliser des prédictions large-bande du mouvement sismique (0.1-30 Hz) pour un événement futur dans un bassin sédimentaire. Les données synthétiques sont calculées au moyen d'une méthode hybride, combinant simulations numériques 3D par éléments spectraux à basse fréquence (< 1 Hz) et fonctions de Green empiriques (FGE) à haute fréquence (>1 Hz). Le couplage entre les simulations numériques et les FGE fournit un ensemble de fonctions de Green hybrides (FGH). Ces FGH sont ensuite sommées selon un nouvel algorithme, basé sur un modèle cinématique de k^{-2} . L'algorithme de sommation permet de supprimer les artefacts numériques apparaissant au-delà de la fréquence coin de la FGE. La variabilité du mouvement sismique est estimée en déterminant un ensemble de combinaisons de paramètres de la source, obtenu à partir de lois de distribution déterminées *a priori*. Ces combinaisons permettent de générer une population de spectres de réponse, à partir desquels

MATTHIEU CAUSSE



Post-Doc
LGIT
Grenoble

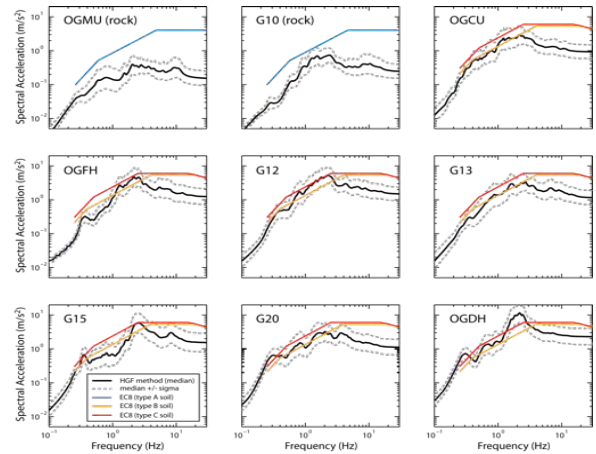


NOUVELLE APPROCHE POUR COUPLER k^{-2} ET FONCTIONS DE GREEN EMPIRIQUES (SUITE)

sont calculés la valeur médiane du mouvement sismique et son écart type. Cette méthode est appliquée afin de simuler un séisme de magnitude 5,5 dans le bassin grenoblois. La comparaison avec les spectres réglementaires EC8 montre la nécessité de prendre en compte des spectres de dimensionnement spécifiques à la vallée grenobloise.

Extrait de: M. Causse, E. Chaljub, F. Cotton, C. Cornou and P.Y. Bard. New approach for coupling k^{-2} technique and Empirical Green's Functions : Application to the blind prediction of broadband ground-motion in the Grenoble basin, Geophys. J. Int. (2009) 179, 1627-1644 doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04354.x

Spectres de réponse simulés aux stations localisées dans le bassin de Grenoble.



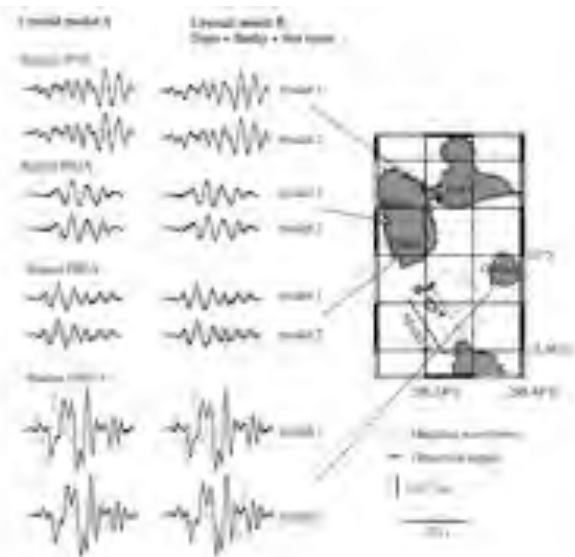
VALIDATION DE L'INVERSION DU SÉISME DES SAINTES (2004, $M_w=6.3$) PAR LA MÉTHODE DES DIFFÉRENCES FINIES

L'objectif de ce papier est d'évaluer l'efficacité de l'inversion de la source sismique du séisme des Saintes (21 Novembre 2004, $M_w 6.3$) à partir des enregistrements téléseismiques pour reproduire le mouvement du sol local. En effet, le modèle de vitesse de la zone n'est pas très bien contraint et par conséquent, les sismogrammes en champ proche sont affectés par la propagation des ondes dans la croûte et par les effets de site. Dans un premier temps, ce séisme est associé à un point source puis dans un deuxième temps à une source étendue. Les données large-bande sont inversées (ondes P et SH) en utilisant des stations ayant une bonne distribution azimutale. Deux solutions bien contraintes sont proposées pour estimer la rupture sur chaque plan nodal. La rupture estimée est de l'ordre de 6 s et le glissement maximal est d'environ 1 m, sur plusieurs aspérités. Le modèle cinématique de la source sismique obtenu par les ondes téléseismiques est ensuite appliqué à un modèle régional, tenant compte de la topographie, de la bathymétrie et de l'océan. Les résultats sont comparés au mouvement du sol enregistré en champ proche. La simulation permet de mieux comprendre la variabilité observée sur le champ proche, liée à la source sismique, à la propagation et aux effets de site, alors même que le modèle de propagation est un milieu stratifié 1D. On constate que l'hypothèse d'un milieu 1D semble inappropriée dans la direction Nord (milieu de la Guadeloupe), essentiellement due à une mauvaise connaissance du milieu 1D dans cette zone, tandis qu'il semble suffisant pour la région située à l'Est et l'Ouest de la source sismique. En analysant précisément la forme d'onde en déplacement et les temps d'arrivée des observations et des synthétiques, en particulier à la station GBGA, le modèle de source avec une faille orientée vers le Nord-Est est celui qui s'ajuste au mieux au mouvement du sol observé.

JÉRÔME SALICHON



Post-Doc
Geoscience-
Azur - Nice



Déplacement vertical simulé (gris) et observé (noir) pour les deux modèles de source (1 et 2) et les deux modèles crustaux (A et B) à 4 stations du RAP.

Extrait de: J. Salichon, A. Lemoine, and H. Aochi. 2009. Validation of Teleseismic Inversion of the 2004 Mw 6.3 Les Saintes, Lesser Antilles, Earthquake by 3D Finite-Difference Forward Modeling, Bull. Seism. Soc. Am., 99(6), 3390-3401 doi: 10.1785/b120080315

MOUVEMENT DU SOL PROVOQUÉ PAR UN SÉISME DE SCÉNARIO ($M_w=6.3$) SIMULÉ DANS LA VILLE DE NICE

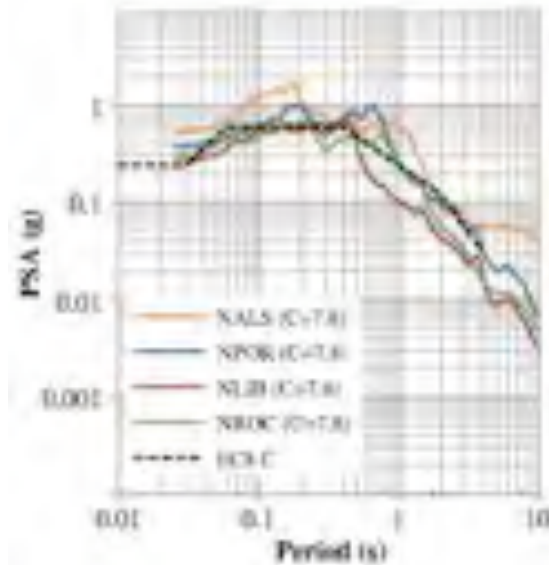
La région Sud-Est de la France, à la jonction entre les Alpes du Sud et le bassin Ligure, est une des régions les plus actives de l'Europe de l'ouest. Une microsismicité et des séismes modérés ($3.5 < M < 5$) y sont continuellement enregistrés. Le dernier séisme majeur s'est produit en février 1887, atteignant une magnitude de 6-6.5 et provoquant de nombreux dommages et victimes (intensité MSK X). Un tel événement se reproduisant maintenant pourrait avoir des conséquences beaucoup plus importantes du fait de la forte augmentation de la population le long de la côte méditerranéenne. Dans ce papier, les auteurs simulent l'effet d'un séisme de magnitude $M_w 6.3$ localisé en mer, où deux séismes modérés ($M_w 4.5$) se produisirent récemment. Ils utilisent une méthode stochastique des fonctions de Green empiriques afin de produire une population d'accélérogrammes synthétiques au rocher et au sédiment dans la ville de Nice. Les simulations du mouvement du sol sont calibrées au rocher en utilisant plusieurs modèles de prédiction du mouvement du sol (GMPEs). La calibration est faite sur le rapport des chutes de contrainte entre le séisme du 25 février 2001 ($M_w 4.5$) et le séisme cible. Les résultats montrent que l'utilisation combinée des GMPEs et des FGEs est une solution intéressante pour l'estimation du mouvement sismique du sol tenant compte des conditions de site.

Extrait de: J. Salichon, C. Kohrs-Sansorny, E. Bertrand and F. Courboux. 2009. A $M_w 6.3$ earthquake scenario in the city of Nice (southeast France): ground motion simulations, *Journal of Seismology*, DOI 10.1007/s10950-009-9180-0.

JÉRÔME SALICHON



Post-Doc
Geoscience-
Azur - Nice



Comparaison des spectres de réponses simulés aux stations situées dans Nice (couleur) et du spectre de réponse EC8 sol de type C (pointillés noir)

ANALYSE DE LA RÉPONSE DYNAMIQUE DE L'HÔTEL DE VILLE DE GRENOBLE EN UTILISANT LES VIBRATIONS AMBIANTES, DES ENREGISTREMENTS DE SÉISMES MODÉRÉS ET UN MODÈLE NUMÉRIQUE

Dans des pays à sismicité modérée, les méthodes classiques développées dans des pays à forte sismicité pour évaluer la réponse sismique des structures et leur vulnérabilité ne sont pas toujours adéquates. L'objectif principal de ce papier est de montrer comment l'analyse modale peut contribuer à la compréhension des mécanismes de déformation sismique dans une structure existante. Les auteurs décrivent tout d'abord la méthode de la décomposition dans le domaine fréquentiel (FDD) à partir d'enregistrements de vibrations ambiantes réalisées dans l'Hôtel de Ville de Grenoble, un site pilote du RAP. Les fréquences sont comparées à celles obtenues par l'analyse des enregistrements de séismes modérés collectés dans la structure. Les variations des fréquences sous sollicitations sismiques, même modérées sont faibles (-2%) et les auteurs confirment la capacité de la FDD à extraire les paramètres modaux élastiques d'une structure sans aucune connaissance structurale a priori. Les paramètres modaux sont ensuite utilisés afin de reproduire le mouvement sismique enregistré par le RAP au sommet de la structure et les déformations inter-étages sont ensuite estimées en utilisant un modèle brochette 1D. Cette estimation, même simplifiée, est comparée à celle extraite d'une simulation 3D par éléments finis et poutres multi-fibres, pour laquelle la déformation inter-étage

CLOTAIRE MICHEL



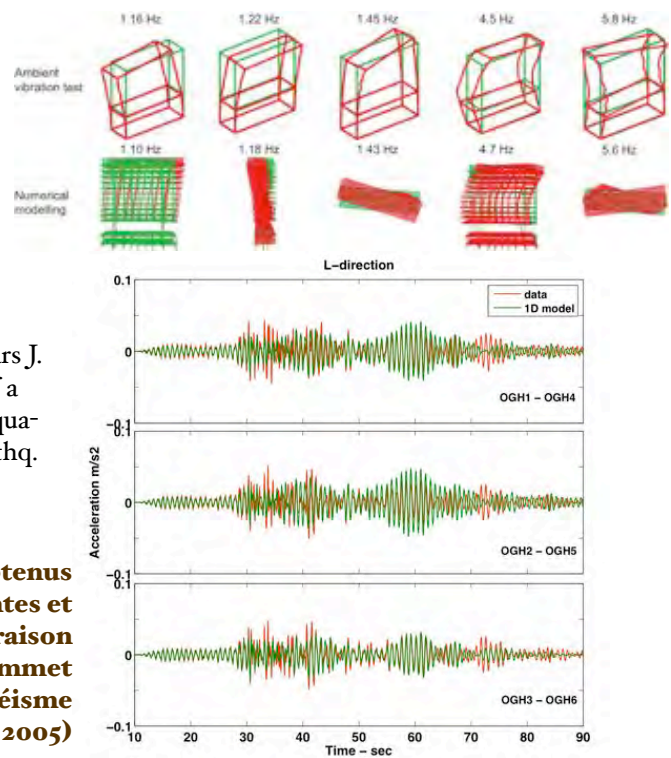
Post-Doc
ETH-Zurich

ANALYSE DYNAMIQUE DE L'HÔTEL DE VILLE DE GRENOBLE (SUITE)

et le mouvement au sommet sont simulés en considérant le séisme de Vallorcine du 08 septembre 2005. Les coefficients de corrélation entre les modélisations 1D et 3D, et les données collectées par le RAP au sommet sont respectivement de l'ordre de 80 et 90% dans la direction horizontale.

Extrait de: Michel C., Guéguen P., El Arem S., Mazars J. and Kotronis P. 2009. Full Scale Dynamic response of a RC building under weak seismic motions using earthquake recordings, ambient vibrations and modelling, Earthq. Engng and Struct. Dyn., doi 10.1002/eqe.948

Comparaison des modes de déformations obtenus par analyse modale sous vibrations ambiantes et modélisation numérique 3D (haut) et comparaison entre le mouvement calculé et enregistré au sommet de l'Hôtel de Ville de Grenoble (bas) pour le séisme de Vallorcine (08 septembre 2005)



PUBLICATIONS ET VALORISATION DES DONNÉES

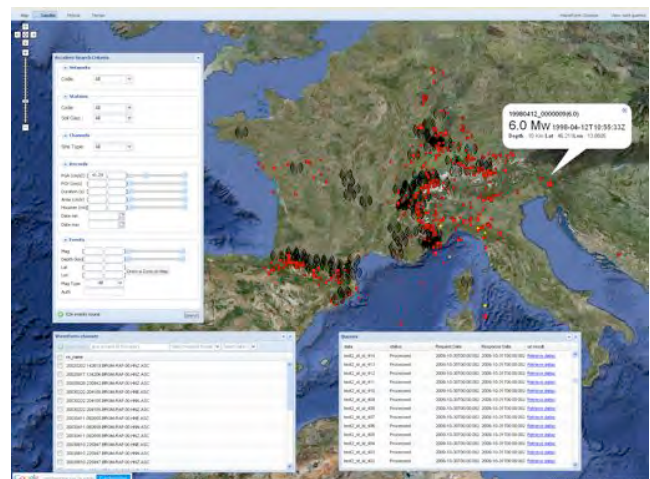
Vous pouvez retrouver la liste des travaux publiés utilisant les données du RAP sur le site internet dans la rubrique: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/communication.htm#publications>

Parmi ces travaux, on recense 42 articles scientifiques publiés dans des revues à comité de lecture et 11 thèses soutenues. Les sujets concernés par ces publications couvrent l'ensemble des thèmes scientifiques du RAP. D'autres travaux de vulgarisation et/ou de valorisation ont utilisé les données du RAP, et une liste non exhaustive est donnée sur le site internet du RAP.

PORTAIL NERIES: ACCÈS AUX DONNÉES ACCÉLÉROMÉTRIQUES EN EUROPE

Depuis 2006, des actions ont été menées pour créer une synergie autour de l'accélérométrie en Europe. Cette action était un des objectifs du projet européen NERIES (FP6). Le RAP y a participé de façon active afin de mettre en application à l'échelle européenne ce qui existait déjà à l'échelle française, à savoir la récupération des données et le suivi des stations. Cette tâche a nécessité de recenser l'ensemble des matériels installés en Europe et de les décrire techniquement de façon à distribuer des données enrichies d'informations instrumentales.

Après de nombreux tests, le serveur de données, couplé au site web développé par le CSEM est maintenant disponible et permet une meilleure visibilité des données françaises. Actuellement, le site central du RAP participe à la rédaction du futur projet NERIES pour poursuivre l'activité accélérométrique en Europe. D'autre part, un groupe de travail international est en train de se mettre en place avec comme objectif la définition de standards uniques d'échange de données accélérométriques dans le monde (partenaires: SED, COSMOS, KNET et RAP).



Exemple d'une requête sur le portail du CSEM, incluant les données du RAP.

INFORMATIONS GÉNÉRALES

CONDITIONS DE SITE DES STATIONS RAP - Contrairement à un réseau de surveillance sismologique classique, l'instrumentation du RAP s'est portée vers de nombreux sites sédimentaires, dans une logique d'instrumentation de sites urbains et d'analyse des effets de site. Il est ainsi indispensable de connaître les caractéristiques géotechniques des sites où sont installées les stations afin d'identifier d'éventuels effets locaux pouvant modifier les enregistrements accélérométriques (amplitudes maximales, contenu spectral...). Les meilleurs réseaux, en particulier au Japon, sont ceux qui fournissent pour chaque station un log géotechnique détaillé qui permet de classer le site suivant sa nature géologique.

Suite à la phase pilote menée afin de connaître la stratégie à mettre en place pour la caractérisation des conditions de site des stations (2005-2006), l'équipe du CETE Méditerranée a proposé de compléter l'information sur chaque site en synthétisant les informations existantes et en proposant une démarche homogène afin d'établir une fiche « Monographie » pour chaque station RAP. Ces fiches regroupent des données relatives à l'installation de la station, des données géomécaniques et des données qualifiant la réponse du sol. Ce travail a été réalisé avec l'aide des réseaux régionaux et des informations complètes seront disponibles prochainement sur le site du RAP. Actuellement seule les informations sur les stations de Métropole ont été synthétisées et le projet se poursuivra par la caractérisation des stations d'outre-mer.

SYNTHESIS

Network : OPGC
 Station : OCOR

Resonance frequency : 14 Hz
 Amplification : 1.7

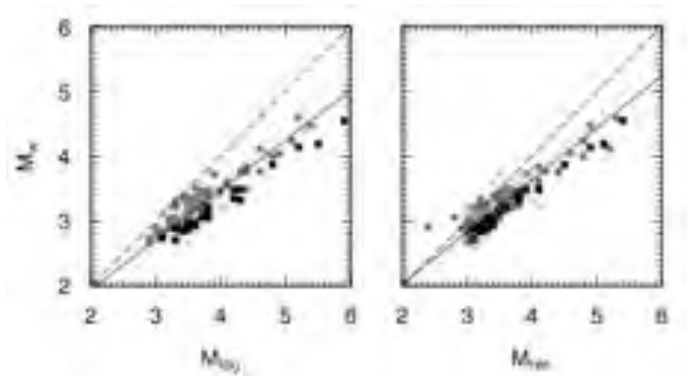
Velocity profile	Reliability
0-10	h
10-20	h
20-30	l
30-40	l

Site classification (LDG) : A

Exemple pour la station OCOR (RAP-OPGC)

MAGNITUDE DE MOMENT M_w DES ÉVÉNEMENTS DU RAP

La base de données du RAP contient des données de bonne qualité de séismes modérés à faibles. Le nombre de stations permet l'utilisation de méthodes d'inversion généralisée qui tirent parti de la redondance d'information pour inverser simultanément les termes de source, de propagation et d'effet de site. D'autre part, quelques séismes forts permettent également par inversion des formes d'ondes de compléter les informations sur les séismes, avec notamment le tenseur des moments ou le mécanisme au foyer. Ces informations, issues des résultats du groupe de travail Magnitude de Moment (coordinateur: B. Delouis Geoscience Azur) et des travaux menés dans le cadre des appels d'offre du RAP seront disponibles sur le site internet du RAP.



Magnitudes de moment comparées aux magnitude local LDG et RéNass des séisme contenus dans la base du RAP (d'après Drouet et al., 2010, soumis)

PARAMÈTRES DU MOUVEMENT DU SOL

Une étape du projet européen NERIES (FP6) consistait à proposer une procédure homogène pour calculer les paramètres du mouvement du sol sur les données accélérométriques. Un logiciel a été construit par le partenaire IGC de Barcelone et les données 1995-2007 du RAP ont ainsi été analysées, en ne considérant que les données qui correspondent à des événements sismiques de magnitude supérieure à 2.5. Parmi ces paramètres on trouve le PGA, le PGV, l'Intensité d'Arias, la durée selon Trifunac et Brady, l'intensité d'Housner et le spectre de réponse en vitesse pour différentes périodes.

MÉTA-DONNÉES ET INFORMATIONS TECHNIQUES

Grâce à l'action des groupes de travail, des réseaux régionaux et des projets scientifiques du RAP, des informations complémentaires viennent enrichir la base de données du RAP. Le site central du RAP se charge de collecter et de rendre disponibles pour la communauté scientifique toutes ces informations. Elles seront mises à disposition lors de la mise en ligne du nouveau site web du RAP souhaité par le ministère en charge de l'environnement.

LA BIENNALE 2010 DU RAP

Journées Techniques et Scientifiques du RAP

17 mai 2010 - 19 mai 2010

Centre VVF L'Abeille

19340 Eygurande

Les journées techniques du RAP sont organisées tous les deux ans afin de créer une dynamique entre ses partenaires. Des résultats scientifiques y sont présentés et les évolutions techniques sont envisagées afin de répondre aux besoins des utilisateurs des données. Ces journées abordent les différents thèmes qui concernent l'aléa et la vulnérabilité sismiques en France et les objectifs pour les années à venir y sont discutés.

Ces journées seront structurées en ateliers, menés par un animateur faisant un état des lieux du thème dont il a la charge, des besoins à mettre en oeuvre pour améliorer le fonctionnement et la valorisation des données du RAP. Des opérations et des axes de recherche ont été initiés lors des sessions précédentes.

Les journées sont aussi l'occasion de résoudre de nombreuses difficultés techniques liées au fonctionnement et à la maintenance des stations du RAP.

Les inscriptions sont ouvertes. Consulter les informations, les participants et le programme au fur et à mesure des mises à jours à l'adresse:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/JTSRAP2010.html>



Conférences

2010 Improving Strong Motion Data for Engineering Applications, 25-27 March 2010, Lisbonne

2010 SSA Annual Meeting 20-23 April, Portland, Oregon.
<http://www.seismosoc.org/meetings/>

2010 14th European Conference on Earthquake Engineering, 30 Août - 03 Septembre 2010, Macédoine,
<http://www.14ecee.mk/>

2010 ESC meeting, 5-9 Septembre, Montpellier, France.
<http://www.esc2010.eu/>

2011 IUGG meeting, 28 June - 07 July, Melbourne, Australia.
<http://www.iugg2011.com/>

2010 9th US national and 10th Canadian conference on earthquake engineering, 25-29 July 2010, Toronto

ERRATUM

Dans la lettre du RAP n°10 de juillet 2009, la liste des partenaires du projet de l'appel d'offre 2008 intitulé "*Evaluation de la magnitude de Moment pour le catalogue des Antilles et évaluation des conditions de site des stations RAP des Antilles*" sont Marie-Paule Bouin (Coord.), (IPGP/OVSG) - Stéphane Drouet, Fabrice Cotton (LGIT Grenoble) et **Mendy Bengoubou-Valerius** du BRGM à qui nous prions de bien vouloir nous excuser pour cet oubli.

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - LGIT - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -

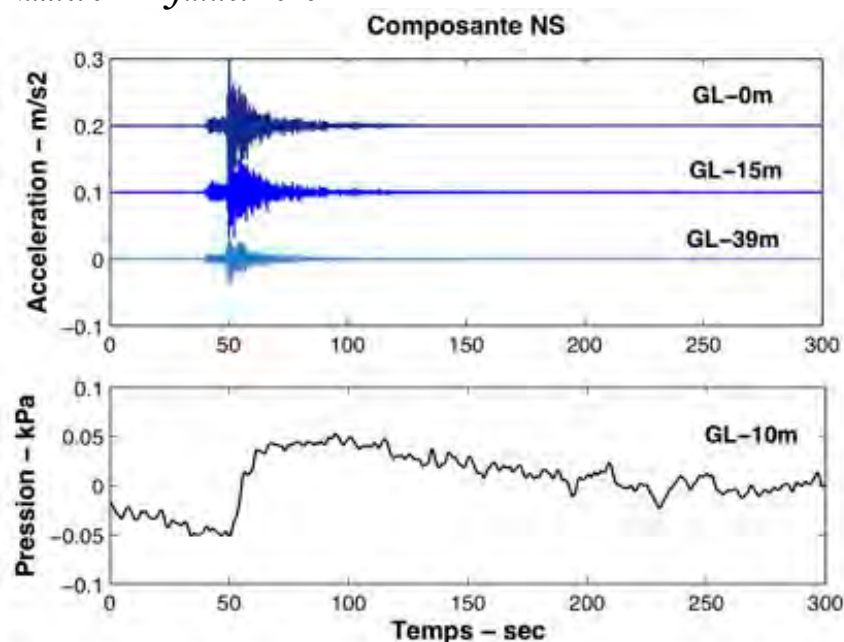
tél: 04 76 63 51 74 - fax: 04 76 63 52 52

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

RAP

La Lettre d'Information

Numéro 12 - Juillet 2010



Enregistrements du séisme du 07 juillet 2010 à 23:12 ($M_L=4.8$) localisé à l'Est de la Guadeloupe et enregistrés dans le forage de Belleplaine à 0m, -15m et -39m de profondeur et par la sonde de pression à -10m.

Sommaire

Editorial	page 2
Simulation du mouvement du sol produit par le séisme des Saintes (2004, $M_w6.4$ Guadeloupe)	page 3
Comparaison entre simulations 1D non linéaires et observations du mouvement du sol	page 3
Analyse temps-fréquence des variations de fréquence dans une structure par une méthode de réallocation.	page 4
Communication et diffusion	page 4
Informations générales	page 5-6

Informations.

Renouvellement du bureau scientifique du GIS-RAP

Conformément aux statuts du GIS-RAP, le bureau est renouvelé tous les 2 ans.

Au cours de la réunion du prochain conseil qui se tiendra fin 2010, un nouveau bureau devra être constitué en son sein.

Celui-ci comprend le président, le directeur, le secrétaire, trois membres du bureau et un membre invité permanent représentant la communauté des ingénieurs et techniciens.

C'est au sein du bureau que les activités du réseau sont suivies, que sont évalués les projets scientifiques et que les nouvelles activités sont proposées.

Tout membre d'un organisme partenaire du GIS-RAP est éligible au bureau.

Michel Cara

Président du GIS-RAP

LA NOTE D'INFORMATION DU RAP

La note d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Elle est destinée aux

membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP.

Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques publiés et les rapports d'installation.

Vous pouvez proposer une communication en contactant Philippe Guégouen - pgueg@obs.ujf-grenoble.fr.



EDITO

Les 17-19 mai derniers, la V^{ème} biennale du RAP s'est tenue en Auvergne. Ces journées proposent un moment pour faire le bilan des années passées, montrer l'évolution du réseau, présenter des travaux de recherche récents et envisager l'évolution du réseau. Avec environ 70 participants, elle a enregistré une participation importante, dont un grand nombre d'étudiants, c'est-à-dire l'avenir du RAP.

Les journées ont débuté par une session sur le lien entre observation, éducation et formation. Ce thème, abordé pour la première fois, a mis l'accent sur le nécessité de relier société (au sens large) et observation, relation importante à entretenir et maintenir.

Les groupes de travail, proposés lors de la dernière biennale, ont fonctionné, l'objectif de faire travailler les partenaires du RAP ensemble ayant réussi. Ces groupes doivent évoluer, en particulier pour s'intégrer à l'infrastructure RESIF qui se met en place. Il est indispensable cependant de conserver l'étiquette accélérométrie afin que soit représentée cette composante de l'observation dans les différents groupes et comités techniques nationaux.

Les appels d'offre, lancés pour la deuxième fois, ont été motivants et riches en résultats. Au final, il est important de constater que de nombreuses collaborations ont été créées,

ce qui est l'un des objectifs majeurs à l'origine du lancement de ces appels d'offre.

De nouvelles approches abordant les thèmes classiques du RAP, ont été proposées, considérant de nouveaux paramètres, ou de nouveaux observables: utilisation de réseaux de neurones, proxy pour les effets de site, estimation des paramètres de source et des atténuations régionales, variations transitoires des réponses des structures... Que ce soit pour la modélisation, la caractérisation et la réponse des sites, ou la réponse des structures, les sites pilotes du RAP servent souvent à l'émergence de ces approches et ils doivent être pérennisés et renforcés dans certains cas.

Le groupe technique du RAP, créé dès 2006, a montré l'étendue de ses compétences, comme l'atteste son rôle moteur au sein du groupe technique national RESIF. Les stations RAP doivent être modernisées, le flux continu et la transmission étant un gage de qualité de fonctionnement, facilitant le rapprochement souhaité des réseaux RAP et RLBP. La base de données du RAP, souvent citée en exemple, a l'envergure pour le pilotage d'une base de données européennes.

De nouveaux thèmes et de nouveaux besoins pour les utilisateurs de la base de données ont émergé lors de ces journées, thèmes sur lesquels le RAP souhaite s'engager.

Prédiction du mouvement sismique. Les études récentes montrent la nécessité d'enrichir les informations décrivant les données accélérométriques. Cela concerne des informations sur les conditions de site, le modèle de croûte, les paramètres de source, autant de paramètres permettant de réduire la variabilité des modèles de prédiction.

Réponses des structures. Des liens plus étroits doivent être établis entre observations, modélisations numériques et essais de laboratoire (tables vibrantes) afin de mieux connaître la réponse des structures de tout type aux sollicitations sismiques et participer à l'établissement de courbes de fragilité.

Le développement de *sites pilotes spécifiques* doit être envisagé. Une réflexion est à mener sur la façon de se doter de site très instrumentés, afin de répondre à nos interrogations sur la variabilité des effets de site à petite échelle, la rotation du champ d'onde, avec des outils de mesure et instrumentaux denses et spécifiques à ce type d'analyse.

Fin 2010, le bureau scientifique du GIS-RAP sera renouvelé: charge à lui d'accompagner nos envies afin de faire progresser le réseau et notre connaissance.

Philippe Guéguen
Directeur du GIS-RAP

SIMULATION DU MOUVEMENT DU SOL PRODUIT PAR LE SÉISME DES SAINTES (2004, M_w 6.4, GUADELOUPE) EN UTILISANT DIX PETITS SÉISMES

Dans cet article sont testées la stabilité et la validité des simulations du mouvement fort à l'aide de la méthode des fonctions de Green empiriques (FGE). Se servant du séisme des Saintes de 2004 (M_w 6.4), plusieurs tests sont proposés: est-ce que la méthode est capable de reproduire le mouvement du sol réellement observé, est-ce que le choix du petit séisme servant de FGE est critique et est-ce que la méthode produit des résultats comparables à ceux produits par les équations de prédiction du mouvement du sol (GMPEs)? Dix séismes ont été utilisés ($4.2 < M_w < 5.1$) pour simuler le choc principal, à 12 stations RAP. Après avoir évalué les mécanismes focaux des petits séismes et le rapport de la chute de contrainte C entre petits et gros séismes, 500 simulations sont réalisées pour chaque couple FGE/station. La méthode reproduit le spectre de réponse du choc principal, ainsi que les vitesses maximales du sol (PGV) et la durée. Les auteurs montrent par ailleurs que par FGE, les prédictions sont plus proches de la réalité qu'en utilisant les GMPEs. Ils proposent finalement de calibrer le rapport C en ajustant le spectre de réponse simulé au rocher avec celui fourni par les GMPEs dans le cas d'une prédiction en aveugle.

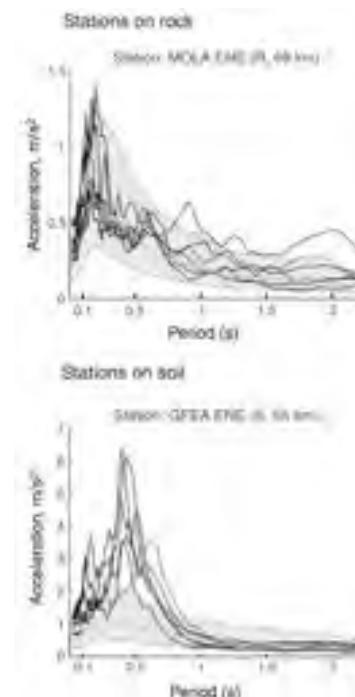
Extrait de : Courboux F., Converset J., Balestra J., Delouis B. 2010. Ground-Motion Simulations of the 2004 M_w 6.4 Les Saintes, Guadeloupe, Earthquake Using Ten Smaller Events, Bull. seism. Soc. Am., 100(1):116-130, doi 10.1785/0120080372

Exemple de simulations (traits noirs) à deux stations du RAP, comparés aux prédictions par GMPEs (Ambrasey et al., 2005) et aux données du choc principal du séisme des Saintes (pointillés)

FRANCOISE COURBOULEX



Chercheur
CNRS/OCA



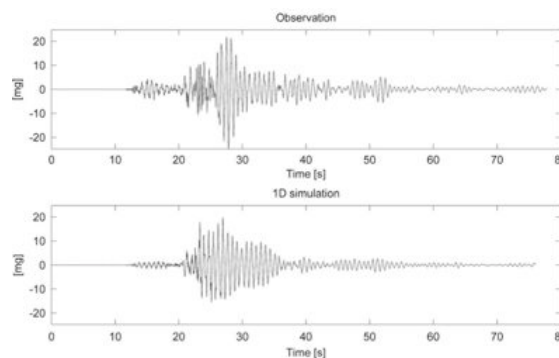
COMPARAISONS ENTRE SIMULATIONS 1D NON LINEAIRES ET OBSERVATIONS DU MOUVEMENT DU SOL: APPLICATION À UN SITE MARÉCAGEUX DE GUADELOUPE (POINTE-À-PITRE).

Ce papier présente les comparaisons de simulations 1D du mouvement du sol par éléments finis, intégrant le comportement non-linéaire de la réponse du site, et l'observation de mouvements forts enregistrés sur site. Les résultats montrent que pour des mouvements modérés, les simulations reproduisent la réponse observée du site (durée, distribution d'énergie, amplitude et fréquence). Les auteurs montrent également l'importance des derniers mètres de sédiments lorsque ceux-ci sont constitués de tourbe et de boues, en particulier sur les autres fréquences. Ce point est important dans le cas des Antilles, puisque cette situation y est très présente. Les auteurs montrent également que les critères d'Anderson pour quantifier l'exactitude des simulations par rapport aux données sont pertinents.

AGATHE ROULLÉ



Chercheur
BRGM



Comparaison entre observation et simulation 1D pour l'enregistrement du 05/01/2001

Extrait de : Roullé A., Bernardie S. 2010. Comparison of 1D non-linear simulations to strong-motion observations: A case study in a swampy site of French Antilles (Pointe-à-Pitre, Guadeloupe). Soil Dyn. Earthq. Engng. 30 (2010) 286-298

ANALYSES TEMPS-FRÉQUENCE DES PETITES VARIATIONS DE FRÉQUENCE DANS UNE STRUCTURE SOUS MOUVEMENTS FAIBLES ET FORTS PAR UNE MÉTHODE DE RÉALLOCATION

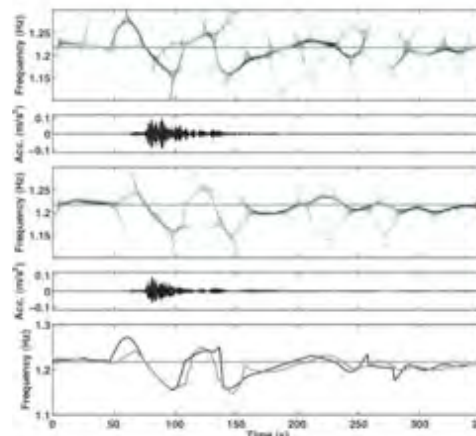
CLOTAIRE MICHEL


 Post-Doc
ETH/Zurich

L'analyse des enregistrements de mouvements forts et faibles dans des bâtiments est indispensable afin de comprendre leur comportement et leur processus d'endommagement sous séismes. L'analyse temps-fréquence permet d'évaluer les variations de fréquence au cours d'une sollicitation, un des paramètres caractérisant l'intégrité de la structure. Dans cet article, les auteurs utilisent une distribution temps-fréquence améliorée par normalisation des amplitudes et réallocation. Ce procédé est appliqué à un mouvement fort enregistré dans le bâtiment Millikan Library (Pasadena, Californie) puis à un mouvement faible enregistré à l'Hôtel de Ville de Grenoble. Les auteurs montrent qu'il est possible de détecter l'activation des modes de torsion et que les petites variations de fréquence observées peuvent être dues au mouvement incident et non à une variation des propriétés de la structure.

Extrait de : Michel C., Guéguen P. 2010. Time-Frequency Analysis of Small Frequency Variations in Civil Engineering Structures Under Weak and Strong Motions Using a Reassignment Method, *Structural Health Monitoring*, 9(2):159-13, doi 10.1177/1475921709352146

Variations de fréquence lors du séisme de Vallorcine (2005) enregistré au sommet de l'Hôtel de Ville de Grenoble (en haut). Simulation de la variation de fréquence pour un modèle brochette 1D linéaire (au milieu) et comparaison entre observation et simulation (en bas).



COMMUNICATION ET DIFFUSION

Un rendez-vous important pour les sismologues européens aura lieu à Montpellier, les 5-9 septembre prochain. Avec l'accord du ministère en charge de l'écologie, le bureau scientifique du GIS-RAP a décidé de sponsoriser une session de l'ESC2010 sur l'utilisation des données accélérométriques:

Session SH2 - Magnitude scaling and regional variation of ground motion (Joint ESC-SSA session) -

Chairman : S. Akkar, F. Cotton, D. Wald

D'autres sessions concernent directement les activités du réseau RAP et de la base nationale (RAP-NDC). En particulier seront présentés les résultats de la base de données européennes NERIES et les évolutions prévues au sein du réseau RAP.

Session SD1 - The French Accelerometric Network (RAP) and the National Data Center (RAP-NDC): future plans and upgradings. Guéguen P., Langlais M., Péquegnat C., Douste-Bacqué I. and Volcke P., 2010 ESC meeting, 5-9 Septembre, Montpellier, France.

Session OS3 - Setting up accelerometric data exchange at the European scale. Godey S., Frobert L., Guéguen P., Péquegnat C., Jacquot R., Roca A., Goula X., Teresa S., Oliveira C.S., Papaioannou C., Clinton J., Zulfikar C., 2010 ESC meeting, 5-9 Septembre, Montpellier, France.

Un article sera également disponible prochainement, faisant le récapitulatif des développements réalisés pendant le projet NERIES pour rendre accessible les données accélérométriques européennes.

Distributed archive and single access system for accelerometric event data: a NERIES initiative, Péquegnat C., Jacquot R., Guéguen P., Godey S., Frobert L., Spinger ed.

PUBLICATIONS ET VALORISATION DES DONNÉES

Vous pouvez retrouver la liste des travaux publiés utilisant les données du RAP sur le site internet dans la rubrique: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/communication.htm#publication>

INFORMATIONS GÉNÉRALES

INSTRUMENTATION DE LA PRÉFECTURE DE NICE

Depuis juin, le troisième bâtiment du programme national d'instrumentation en structure (RAP-NBAP, National Building Array Program) a été instrumenté. Il s'agit de la préfecture de Nice (06), un bâtiment stratégique qui héberge les services de crise de la préfecture des Alpes Maritimes et du Conseil Général 06. La tour est construite sur le site dit du « CADAM » (Centre Administratif des Alpes Maritimes). La construction de l'ensemble date du début des années 70. Il est situé sur la rive gauche du Var à environ 2 kilomètres de son embouchure. Le sous-sol est constitué par l'empilement d'alluvions fluviales. Le RAP exploite depuis 1999 une station accélérométrique située dans le sous sol du bâtiment « Cheiron » du CADAM (Station NCAD). Le bâtiment est constitué de 23 niveaux et est réalisé en béton armé. Sa structure architecturale complexe est construite autour de deux fûts parallélépipédiques en béton armé, appelés « noyaux ». Ces 2 noyaux très visibles sur la photo ci-dessus, usuellement appelés A et B, servent d'ancrage à une dalle très épaisse sur laquelle sont édifiés les étages supérieurs. Sous cette dalle épaisse existe trois niveaux « aveugles ». Sous ces niveaux aveugles on trouve 3 niveaux. Par choix d'utilisation les deux premiers niveaux sont des sous-sols techniques, au dessus desquels se trouvent le RDC, situé donc en fait à N+2 par rapport au niveau de la route.

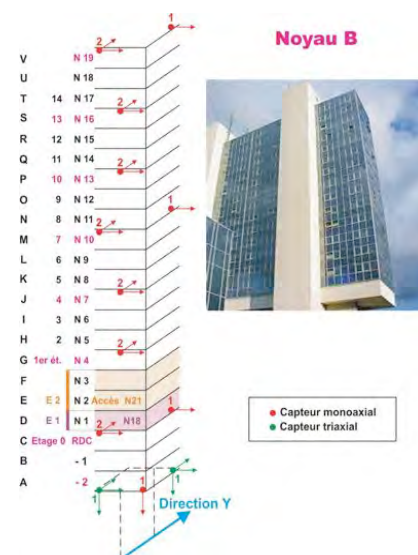


L'instrumentation réalisée en collaboration entre GeoAzur et le CETE-Méditerranée de Nice consiste en 24 canaux d'acquisition distribués verticalement sur la hauteur du bâtiment. Le matériel est homogène aux autres instrumentations du RAP, soit:

- 18 accéléromètres monocomposante Episensor FBA ES-2U
- 2 accéléromètres triaxiaux Episensor FBA EST
- 1 station d'acquisition Agecodagis Kephren 24 voies

L'acquisition à 125 Hz est à enregistrement continu, les données étant transmises via une connexion internet (ADSL) à GeoAzur qui en a la gestion avant un renvoi vers le site central du RAP (RAP-NDC).

Contact: D. Brunel (RAP-AZUR), E. Bertrand (CETE-Med).



LE PROGRAMME NATIONAL D'INSTRUMENTATION DE BÂTIMENTS

Depuis 2004, le RAP a initié l'instrumentation de bâtiments sur le territoire français. L'objectif principal de ce programme est de collecter des enregistrements de séismes à l'intérieur de bâtiments construits selon les règles de dimensionnement françaises afin d'avoir des informations sur leur fonctionnement.

Après l'installation d'un premier site pilote à Grenoble en 2004 (l'Hôtel de Ville), le programme s'est poursuivi avec l'instrumentation



d'une tour d'habitation à Lourdes (Tour Ophite), puis à Nice (Préfecture) et une quatrième structure est en cours d'instrumentation aux Antilles (Ecole Basse Pointe, Martinique) en collaboration avec le Conseil Général de Martinique. S'ajoute à cela un bâtiment sur appuis parasismiques, le Centre de Découverte des Sciences de la Terre de Martinique, qui a permis d'analyser la réponse d'un dispositif de ce type lors du séisme de Martinique (Mw 7.4) en 2007.

Renseignement: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

INFORMATIONS GÉNÉRALES (SUITE)

RÉPONSE À L'APPEL D'OFFRE RESIF NOEUD A

Dans le cadre des appels d'offre du projet RESIF (Réseau sismologique français), l'Observatoire de Grenoble OSUG, en partenariat avec le LGIT, a décidé de s'engager dans la construction du centre de données accélérométriques du projet RESIF. L'engagement de l'OSUG correspond à sa volonté de renforcer et de développer son activité de gestion et de distribution des données en sciences de la terre. Fort de son expérience en la matière, et parce que le LGIT a déjà la charge de la base de données du RAP, l'OSUG s'engage à soutenir l'hébergement du centre de données du RAP (RAP-NDC).

L'organisation de RESIF s'appuie sur une architecture qui mettra les noeuds A, tel que celui correspondant à l'accélérométrie, en étroite relation avec le système d'information central de RESIF (noeud B), pour une distribution homogène et unique de l'ensemble des données sismologiques françaises. De nouvelles architectures seront ainsi construites, renforçant le centre RAP-NDC existant, intégrant et distribuant les données continues des nouvelles stations du RAP, tout en gardant la distribution orientée événement.

Cette nouvelle infrastructure, respectant la visibilité des opérateurs des stations RAP dans le paysage français, assurera la sauvegarde, la distribution et ainsi la valorisation des données accélérométriques.

En savoir plus: <http://www.resif.fr>

PROPOSITION DU GIS-RAP AU MINISTÈRE EN CHARGE DE L'ÉCOLOGIE EN 2010/2011

Au cours du Conseil qui s'est réuni le 11 décembre 2009, le ministère en charge de l'environnement a renouvelé sa confiance au GIS-RAP. Les propositions faites par le bureau, et acceptées depuis par le ministère, concernent:

- l'installation d'une station dans les Pyrénées, au niveau de Biarritz;
- l'installation de deux stations en Vendée;
- la poursuite du passage en continu de stations RAP;
- l'organisation de la Vème biennale du RAP;
- le soutien aux groupes de travail;
- le soutien à la base de données du site central RAP-NDC;
- des actions de documentation et de communication.

RENDEZ VOUS SUR LE NOUVEAU SITE WEB DU RAP DÈS SEPTEMBRE 2010 !

Conférences

2010 9th US national and 10th Canadian conference on earthquake engineering, 25-29 July 2010, Toronto

2010 14th European Conference on Earthquake Engineering, 30 Août - 03 Septembre 2010, Macédoine, <http://www.14ecee.mk/>

2010 ESC meeting, 5-9 Septembre, Montpellier, France. <http://www.esc2010.eu/>

2011 IUGG meeting, 28 June - 07 July, Melbourne, Australia. <http://www.iugg2011.com/>

2011 5th International on Earthquake Geotechnical Engineering, 10-13 January 2011, Santiago de Chile. <http://www.5icege.cl/>

Training Courses

Young ESC2010 Training Course on Urban Seismology.

September 13 to September 17, 2010. (http://www.esc2010.eu/training/training_prog/)

International Training Course on Seismology, Seismic Data Analysis, Seismic Hazard Assessment and Risk Mitigation

September 20 to October 22, 2010 Turkey (http://test-prod.emsc-csem.org/Doc/Meetings/GFZ_Course2010.pdf)

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - LGIT - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -
 tél: 04 76 63 51 74 - fax: 04 76 63 52 52
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

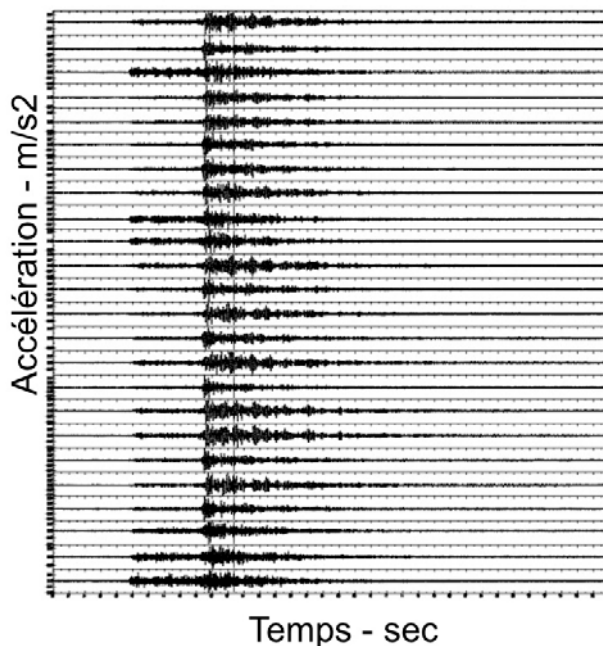


RAP

La Lettre d'Information

Numéro 13 - Janvier 2011

Séisme du 29 janvier 2011 à 16:37 ($M_L=4.1$) localisé à 62 km au Nord-Est de Sainte-Marie (Antilles) et enregistré dans le collège de Basse-Pointe en Martinique. Les capteurs sont répartis à différents étages de la structure.



Instrumentation réalisée en collaboration avec le Conseil Général de la Martinique, ISTerre, le BRGM, l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de Martinique

Sommaire

Editorial	page 2
Un modèle de κ pour la France métropolitaine	page 3
Vs30, κ , atténuation régionale et Mw déduit des accélérogrammes du RAP	page 3
Communication et diffusion	page 4
Informations générales	pages 4-8

Informations.

Renouvellement du bureau scientifique du GIS-RAP

Le 24 janvier 2011 s'est tenue la réunion du conseil du GIS-RAP au Ministère en charge de l'écologie (MEDDTL).

Le conseil a élu le nouveau bureau du GIS-RAP, constitué de :

David Baumont - Président
Philippe Guéguen - Directeur
Myriam Belvaux - Secrétaire
Marc Nicolas - Membre
Françoise Courboux - Membre
Michel Granet - Membre
Jean-Michel Douchain - Membre invité

Pierre-Yves Bard (ISTerre) et Pascal Dominique (BRGM) quittent le bureau après y avoir oeuvré de nombreuses années. Merci à eux.

LA NOTE D'INFORMATION DU RAP

La note d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS en concertation avec le Ministère en charge de l'écologie et de l'environnement. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP. Deux



parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques publiés et les rapports d'installation.

Vous pouvez proposer une communication en contactant Philippe Guéguen - pgueg@obs.ujf-grenoble.fr.

EDITO

Parmi les actions menées par le GIS-RAP en 2010, la qualité des travaux de ses membres s'est vue valorisée par sept nouvelles publications internationales, portant à 48 le nombre d'articles de rang A attribuables aux activités du GIS. En plus de 2 articles méthodologiques, 4 articles apportent des résultats ayant un impact direct sur des applications en sismologie de l'ingénieur en France métropolitaine et aux Antilles :

1. une modélisation d'un effet de site observé sur les données accélérométriques dans une zone marécageuse en Guadeloupe à Pointe à Pitre,
2. une simulation de forts mouvements du sol à Nice pour un séisme de magnitude 6.3 en mer Ligure basée sur une méthode semi-empirique de sommation d'enregistrements RAP,
3. une étude conjointe des lois d'atténuation sismique et des magnitudes de moment en métropole, ce qui est clé pour estimer l'aléa sismique,
4. la détermination du paramètre de décroissance fréquentielle du mouvement du sol en métropole qui conditionne les estimations probabilistes de forts mouvements du sol,
5. l'analyse modale d'oscillations d'un bâtiment à Grenoble à partir à la fois de sollicitations sismique de petits séismes alpins et de mesures de bruit de fond.

Une autre évidence traduisant le dynamisme scientifique et la qualité des travaux entrepris dans le cadre de notre groupement scientifique est la présence de membres du RAP

dans quatre projets ANR et trois projets européens. Pour ces derniers, notons que le projet NERIES-NA5 a été piloté par le site central du RAP à Grenoble, et que le GIS-RAP est fortement impliqué dans les projets transfrontaliers Interreg dans les Alpes et les Pyrénées.

Après une importante phase de développement instrumental qui s'est traduite par l'installation d'accéléromètres au sol – c'était la motivation initiale principale pour développer le RAP dans un cadre multi-organismes –, c'est une large communauté scientifique sensibilisée à l'apport de la sismologie à notre connaissance du risque sismique en France qui s'est trouvée fédérée par le GIS. Les journées techniques du RAP 2010 (édito de juillet) ont donné une parfaite illustration de la vitalité de notre communauté qui se retrouve dans une ambiance conviviale lors de ces réunions biennales. À l'objectif initial de développement d'un réseau d'instruments au sol, s'est ajoutée une composante d'instrumentation dans des bâtiments. Après l'Hôtel de ville de Grenoble, des constructions représentatives du bâti français ont été instrumentées à Lourdes, à Nice et en Guadeloupe. Les données RAP produites par cette dernière instrumentation permettront de mieux comprendre les comportements réels de bâtiments sous sollicitation sismique en France.

Le GIS-RAP est un groupement scientifique en pleine maturité. Associant 11

opérateurs de stations accélérométriques travaillant en étroite association avec des laboratoires de recherche, avec l'objectif de fournir des résultats utiles à la sismologie de l'ingénieur, l'avenir du GIS et du réseau instrumental qu'il a mis en place est de s'inscrire dans un consortium plus large, en cours de développement, sous pilotage de l'INSU-CNRS : le Très Grand Equipement RESIF. Cet équipement qui doit constituer la grande antenne d'observation sismologique sur le territoire français est conçu comme la contribution française à l'infrastructure européenne EPOS (European Plate Observing System). Après l'appel d'offre lancé par l'INSU-CNRS, le système d'information national RESIF se met en place. En ce qui concerne l'accélérométrie, c'est naturellement le site central du RAP à Grenoble qui est retenu comme « nœud A » du dispositif.

Après ses 10 années d'existence, plusieurs changements récents vont impacter l'avenir du GIS. Ses statuts, révisés en 2008, ont été amendés pour clarifier les rôles de chaque membre et reconnaître l'INSU-CNRS comme tutelle du RAP, en plus du MEDDTL. Notre nouveau Bureau, élu début 2011, a de belles perspectives devant lui.

Michel Cara
Président du GIS-RAP
2008-2010

UN MODÈLE DE κ POUR LA FRANCE MÉTROPOLITAINE

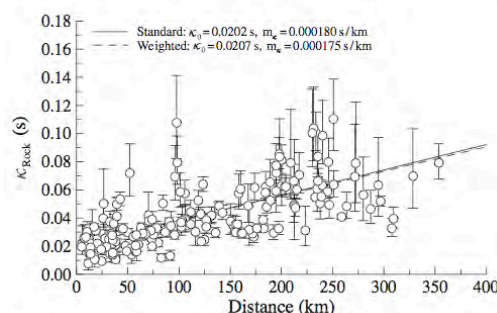
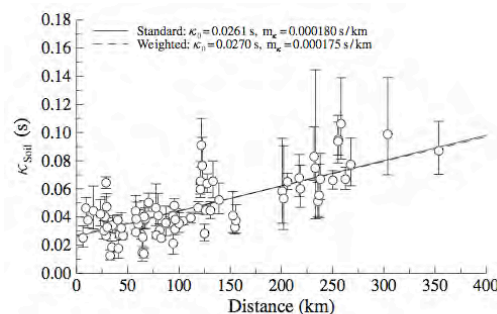
Parmi les paramètres importants caractérisant les forts mouvements sismiques à haute fréquence ($>1\text{Hz}$), κ représente la décroissance linéaire des spectres en accélération $a(f)$ à haute fréquence. κ est un paramètre clé d'entrée des méthodes de simulation stochastique du mouvement sismique, en particulier dans les pays à sismicité modérée qui ne possèdent pas suffisamment de données pour établir des modèles de prédictions du mouvement du sol (GMPEs). De nombreuses études à l'ouest (WNA) et à l'est (ENA) de l'Amérique du Nord, respectivement caractérisées par des sites rocheux mous et durs, et des niveaux de sismicité forts et faibles, ont montré une variation de κ de 0.04 à 0.006. La faible valeur de κ est une des raisons pour expliquer les mouvements sismiques plus forts à haute fréquence dans la région faiblement active (ENA) que dans la région à plus fort niveau de sismicité (WNA), cela pour des couples magnitude/distance équivalents. En France, peu, sinon aucune, valeurs de κ ont été publiées. L'objectif de ce papier est donc de calculer κ en utilisant les données du RAP. Pour les trois régions de France testées (Pyrénées, Alpes et Côte d'Azur), un modèle régional de κ est proposé, distinguant les sites rocheux des sites sédimentaires et en fonction de la distance source/station. Les valeurs moyennes de κ sont du même ordre de grandeur que celles des régions WNA et ENA. Par exemple, pour les sites au rocher des Alpes, κ est de l'ordre de 0.0254, soit comparable aux valeurs des études précédemment citées.

Extrait de: Douglas J., Gehl P., Bonilla F.L., Gélis C. 2010 A κ Model for Mainland France, Pure and Applied Geophysics, 167, 1303-1315, DOI 10.1007/s00024-010-0146-5

JOHN DOUGLAS



Chercheur
BRGM



Dépendance de κ avec la distance pour des stations au sédiment et au rocher.

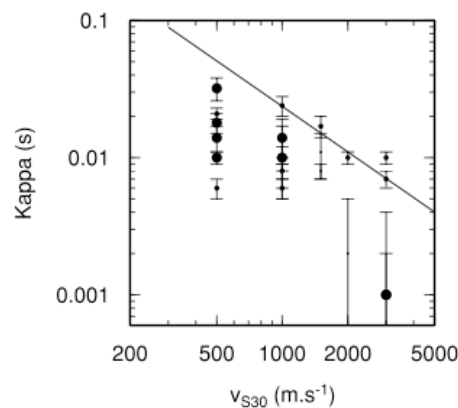
VS30, κ , ATTÉNUATION RÉGIONALE ET MW DÉDUIT DES ACCÉLÉROGRAMMES DU RAP

Sur les enregistrements faibles à modérés (magnitude comprise entre environ 3 et 5) enregistrés par le RAP, les spectres des ondes S sont modélisés comme étant un produit de la source, de la propagation et des conditions du site. En inversant les données des tremblements de terre enregistrés à plusieurs stations, les trois contributions sont analysées. Les paramètres de source (amplitude du moment, la fréquence de coupure et la chute de contrainte) sont estimés pour chaque tremblement de terre. Un premier catalogue complet et homogène de magnitudes de moment pour la France est proposé, pour les événements de magnitude supérieure à 3 qui ont eu lieu entre 1996 et 2006. La chute de contrainte dépend de la région et de la magnitude, et vaut de 0,1 MPa à 30 MPa. Les paramètres d'atténuation montrent que, en France, à l'échelle nationale, des variations des propriétés d'atténuation existent. Les fonctions de transfert du site

STÉPHANE DROUET



Post-doc
ISTerre



Relation entre κ et V_{S30} comparée à la relation proposée par Silva et al. (1998)

sont également calculées, donnant le niveau d'amplification à des fréquences différentes de celles pour des sites au rocher standard ($V_{S30}=2000\text{ms}^{-1}$). A partir de ces termes de site, nous calculons pour 76 stations le paramètre d'atténuation κ , modélisé par $\exp(-\pi \kappa f)$, avec f la fréquence. Nous avons également déterminé les V_{S30} des stations au rocher et nous proposons une relation κ - V_{S30} pour 21 stations au rocher.

Extrait de : Drouet, S., Cotton, F., Guéguen P. 2010. V_{S30} , κ , regional attenuation and M_w from accelerograms : application to magnitude 3-5 French earthquakes, *GJI*, 182(2) : 880-898, DOI : 10.1111/j.1365-246X.2010.04626.x

COMMUNICATION ET DIFFUSION

LE NOUVEAU SITE INTERNET DU RAP

A la demande du Ministère en charge de l'Ecologie, le nouveau site internet du RAP est maintenant en ligne. Ce site a été modifié afin de le rendre plus attractif, plus convivial, avec des rubriques mieux identifiées. Il a été organisé pour mettre en avant les données et les résultats scientifiques. Chacun peut contribuer à la vie du site internet en informant d'activités, de rendez-vous ou d'actions en lien avec les activités accélérométriques ou le risque sismique. Une rubrique en accès restreint permettra d'échanger entre les partenaires du GIS: d'ores et déjà, retrouvez les présentations de la Biennale du RAP 2010 en ligne sur le site internet (mot de passe à demander à pgueg@obs.ujf-grenoble.fr)

N'hésitez pas à le faire vivre!

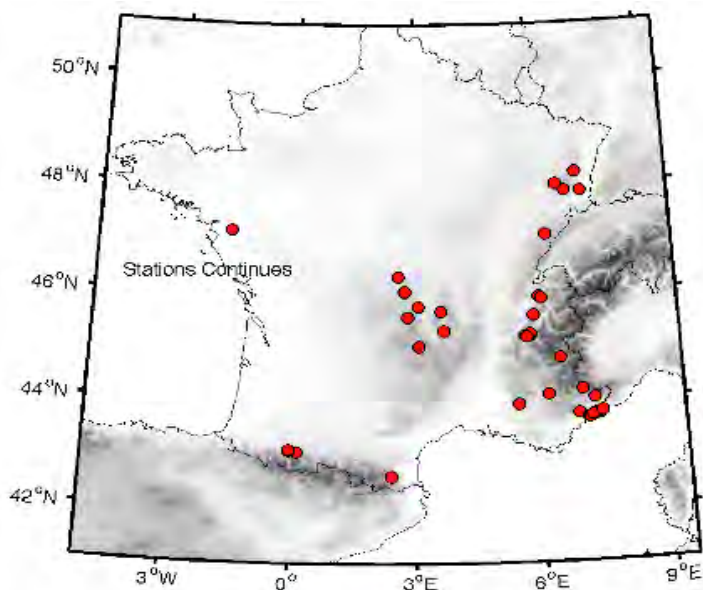
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

PUBLICATIONS ET VALORISATION DES DONNÉES

Vous pouvez retrouver la liste des travaux publiés utilisant les données du RAP sur son site internet dans la rubrique:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article6>

INFORMATIONS GÉNÉRALES



STATIONS À ENREGISTREMENT CONTINU

Depuis 2008, le GIS-RAP a entamé une phase de modernisation du réseau. Tandis que les premières stations installées en 1995 devenaient obsolètes, de nouvelles générations de stations, des environnements logiciels performants et des besoins de recherche ont encouragé le passage en continu des stations accélérométriques.

En 2010, 48 stations sont maintenant selon ce mode de fonctionnement. L'évolution va se poursuivre en 2011 ainsi qu'en 2012, en parallèle avec le développement du nouveau centre de données RESIF-Accélérométrique.

INFORMATIONS GÉNÉRALES (SUITE)

INSTRUMENTATION DU COLLÈGE DE BASSE-POINTE

Depuis novembre 2010, le quatrième bâtiment du programme national d'instrumentation en structure (RAP-NBAP, National Building Array Program) a été instrumenté. Il s'agit du collège de Basse-Pointe en Martinique, un bâtiment public situé au nord de l'île, proche de l'épicentre du séisme de 2007. Le bâtiment est constitué de deux blocs séparés par un joint de dilatation. Cette construction est typique des constructions des Antilles, avec des portiques parallèles assurant la rigidité dans l'axe transverse et peu de résistance dans l'axe longitudinal, uniquement apportée par les cages d'escalier situées aux deux extrémités. La longueur du bâtiment laisse supposer des déformations différentielles d'un bout à l'autre de la structure. Au cours du séisme de 2007, peu de désordres ont été observés sur la structure principale.

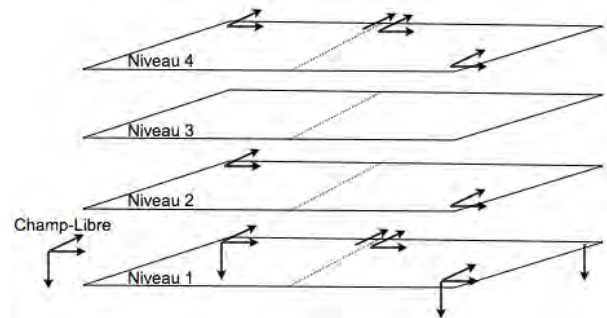
L'opération réalisée en collaboration entre ISTERre, l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de la Martinique et le BRGM a été co-financée par le GIS-RAP et le Conseil Général de la Martinique, propriétaire du bâtiment. 21 canaux d'acquisition distribués sur la hauteur et la longueur du bâtiment constituent l'instrumentation principale.

Trois voies supplémentaires ont été attribuées à un capteur 3 composantes situés en champ-libre, à une dizaine de mètres du bâtiment. Le matériel est homogène aux autres instrumentations du RAP, soit:

- 18 accéléromètres monocomposante Episensor FBA ES-2U
- 2 accéléromètres triaxiaux Episensor FBA EST
- 1 station d'acquisition Agecodagis Kephren 24 voies
- 1 GPS situé au sommet du bâtiment

Une sonde de température au toit de la structure complète l'instrumentation. L'acquisition à 125 Hz est à enregistrement continu, les données étant transmises via une connexion internet (ADSL) au RAP-NDC qui en a la gestion.

Contact: M. Langlais (RAP-NDC).



MICKAEL LANGLAIS



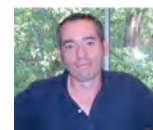
ISTERre Grenoble

JEAN-MICHEL DOUCHAIN



OPGC Clermont-Ferrand

PHILIPPE GUEGUEN



ISTERre Grenoble

LE PROGRAMME NATIONAL D'INSTRUMENTATION DE BÂTIMENTS

Depuis 2004, le RAP a initié l'instrumentation de bâtiments sur le territoire français. L'objectif principal de ce programme est de collecter des enregistrements de séismes à l'intérieur de bâtiments construits selon les règles de dimensionnement françaises afin d'avoir des informations sur leur fonctionnement.

Après l'installation d'un premier site pilote à Grenoble en 2004 (l'Hôtel de Ville), le programme



s'est poursuivi avec l'instrumentation d'une tour d'habitation à Lourdes (Tour Ophite), de la préfecture de Nice et d'un collège en Martinique en collaboration avec le Conseil Général de Martinique. S'ajoute à cela un bâtiment sur appuis parasismiques, le Centre de Découverte

Renseignement:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article7>

INFORMATIONS GÉNÉRALES (SUITE)

PARAMÈTRES DU MOUVEMENT DU SOL

Les paramètres du mouvement du sol permettent de quantifier l'effet des séismes sur un site donné. Dans le cadre du projet NERIES (FP6), ces paramètres ont été calculés selon une procédure établie par le groupe en charge de cette activité. L'ensemble des données des réseaux européens participants à cette activité a ainsi été évalué selon plusieurs paramètres: l'accélération maximale du sol (ou PGA), la durée de Trifunac, la Cumulative Absolute Velocity (CAV), l'intensité d'Arias et d'Housner et le spectre de réponse en vitesse à plusieurs périodes. Ces paramètres ont été proposés afin de permettre une recherche de données accélérométriques selon les mêmes critères. Certes, d'autres indicateurs auraient pu être calculés et le projet NERA qui vient de démarrer proposera un complément puis un ajustement de ces paramètres pour s'adapter au demandes des ingénieurs sismologues. Pour le RAP, les données 1995-2007 ont été utilisées, en ne considérant que celles qui correspondent à des événements sismiques de magnitude supérieure à 2.5.

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article12>

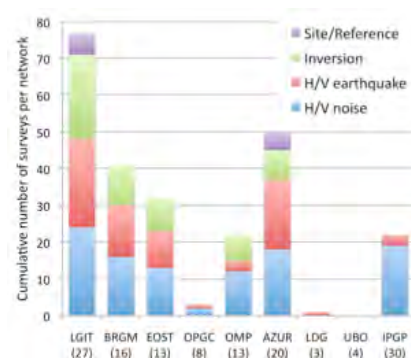
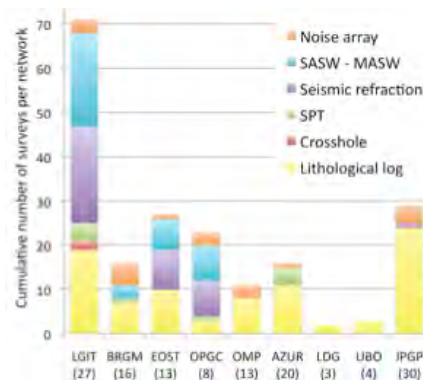
GROUPE CONDITION DE SITE DES STATIONS

Après une phase pilote et un travail du groupe RAP "Reconnaissance des conditions de site", le CETE Méditerranée a effectué la synthèse des données géotechniques, géophysiques et sismologiques disponibles sur chaque site du RAP. Ce travail a permis de proposer une procédure de classification des sites selon la norme EC8. L'ensemble des classifications est disponible sur le site internet. D'autre part, un travail récent sur les données sismologiques de la base du RAP (Cf Drouet et al., 2010) a établi les fonctions d'amplification de chaque site au rocher, avec une comparaison à une fonction générique ($V_{s30}=2000\text{m/s}$). De nombreuses interrogations restent en suspend, notamment les valeurs des V_{s30} que l'on peut tirer des informations disponibles. Après consultation, le bureau du RAP a souhaité relancer un groupe de réflexion afin de vérifier les valeurs de V_{s30} pouvant être extraites des informations synthétisées par le CETE. Ce groupe démarrera en 2011.

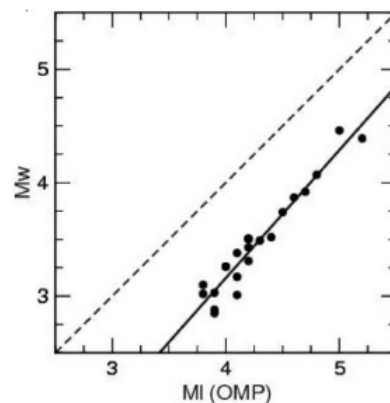
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article34>

GROUPE MAGNITUDE DE MOMENT

Au cours de l'année, plusieurs actions ont été menées par le groupe Mw. Une méthode basée sur la comparaison des spectres observés et théoriques a été développée et validée par B. Delouis en 2008 (Delouis et al., 2009, BSSA). Plusieurs améliorations ont été apportées au cours de l'année (par exemple, extension de la distance épacentrale limite de 100 à 300 km, implémentation du pointé automatique de l'onde P, etc...). En parallèle, les programmes d'inversion des formes d'onde en point source développés par Bertrand Delouis ont été repris par Sébastien Chevrot pour une application aux données des Pyrénées, incluant les données RAP. Des adaptations ont été apportées aux codes initiaux afin de rendre plus performante la modélisation semi-automatisée de la source dans le cas des séismes de faible magnitude et ces magnitudes ont été comparées à celles calculées dans les Pyrénées par S. Drouet



Liste des informations disponibles sur chaque station, par réseau régional.



Comparaison entre la Mw et la M_L fournie par l'OMP dans les Pyrénées.

INFORMATIONS GÉNÉRALES (SUITE)

(Drouet et al., 2009) et aux magnitudes locales produites par l'OMP et le RéNaSS, montrant une surestimation systématique de cette dernière. Enfin, l'implémentation à ISTerre (Grenoble) des programmes de calcul de la magnitude de moment par la méthode MWSYNTH a été initiée pour une application automatisée et systématique sur la base de données RAP. Ce volet sera poursuivi en 2011.

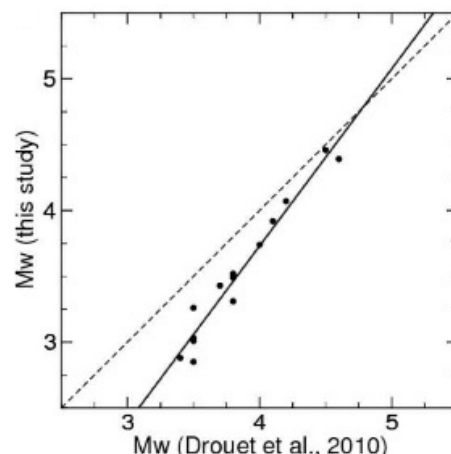
Un premier catalogue de magnitude de moment est disponible sur le site RAP:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article38>

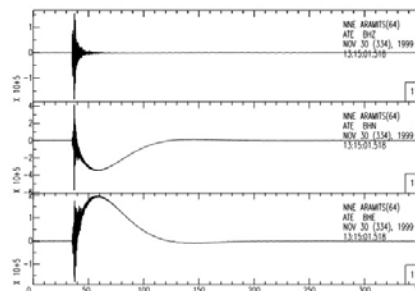
GROUPE DE TRAVAIL RAMMUF

L'activité du groupe de travail Réseau sismologique mobile pour des mesures en milieu urbain en France, a consisté en 2010 à réfléchir aux besoins de réseaux denses spécifiques au milieu urbain. En effet, dans l'évaluation du risque sismique, la compréhension d'une part de la variabilité du mouvement sismique en zone urbaine due en particulier à des effets locaux et d'autre part de la vulnérabilité des bâtiments qui peut être analysée au vu de leur réponse sismique est fondamentale. Ces deux domaines font l'objet de nombreuses recherches mais qui se basent sur un nombre de données qui s'avèrent insuffisantes en France (dans et hors métropole) et cela principalement en ce qui concerne les mouvements en champ proche et en milieu urbain. Le réseau RAP est installé dans les zones d'activité sismique majeure mais ne couvrira pas, de façon dense, des milieux urbains à proximité d'une source sismique importante. Pour cela, un réseau portable s'avère indispensable pour des mesures post-sismiques (répliques nombreuses et possibilité de répliques importantes). Les réseaux portables utilisés en situation de crise sont actuellement principalement dédiés aux observations de la source et pas aux effets de site en milieu urbain ou aux mesures dans des bâtiments. L'objectif de ce groupe de travail a été de préciser les objectifs scientifiques recherchés qu'un réseau de ce type pourrait apporter en décrivant les équipements souhaitables (nombre, type ...), le mode opératoire de ce réseau et la répartition des matériels dans les différents laboratoires du territoire français (dans et hors métropole). Ces réflexions restent exploratrices. Elles ont permis d'exprimer les besoins des sismologues pour un réseau futur.

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article12>



Comparaison entre la Mw de Delouis et la Mw de Drouet (2010) dans les Pyrénées.



Exemple d'un signal brut montrant un tilt, exprimé en digits, enregistré par un sismomètre large bande en champ proche (station d'Aramits, sismomètre STS-2 gérée par l'OMP)

LES GROUPES DE TRAVAIL DU RAP

Depuis quelques années le GIS-RAP, avec le soutien du ministère en charge de l'écologie, a encouragé et soutenu la création de groupes de travail. Ces groupes, établis sur une ou plusieurs années, clarifient des points scientifiques ou techniques ou proposent des travaux spécifiques sur les données du RAP. L'objectif de ces groupes est de faire évoluer les

activités de recherche et d'observation du GIS-RAP afin de satisfaire les interrogations scientifiques que soulèvent les données.

Rapports:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article12>

INFORMATIONS GÉNÉRALES (SUITE)

GROUPE DE TRAVAIL ROTATION

L'activité de ce groupe a permis de faire le point sur l'origine des rotations enregistrées en sismologie. En effet, dans le champ sismologique trois observations ne trouvent pas d'explications rationnelles dans le cadre habituel de nos connaissances. On peut les expliquer par la présence de mouvements de rotations non négligeables et par la capacité de nos sismomètres à enregistrer ces rotations:

1. En champ proche, le tilt co-sismique crée un très petit saut d'accélération sur le signal sismique. Ce saut fait diverger la double-intégrale qui théoriquement devait permettre de retrouver le signal de déplacement co-sismique.
2. Le bruit de fond longue période ($T > 20/30$ s) des composantes horizontales se retrouve à plusieurs dizaines de dB au-dessus du bruit de fond de la composante verticale. Les tilts induits par les variations de pression atmosphérique et la sensibilité des capteurs horizontaux à enregistrer les rotations expliquent ce phénomène.
3. Dans certaines stations, les signaux horizontaux longues périodes ($T > 50/100$ s) sont identiques. Les deux composantes horizontales enregistrent la même rotation autour de l'axe vertical. Ce signal sera d'autant plus grand que le tilt d'installation du sismomètre sera fort.

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article12>

GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE

En 2009, le groupe technique a abordé les trois points suivant:

- Évaluation du matériel Nanometrics : station taurus + accéléromètre titan + suite logicielle
- Recherche et évaluation des outils logiciels dédiés aux réseaux sismologiques (pqlx, soft géoscope, omni, earthworm, seiscomp,...), participation à des formations.
- Réflexion sur le développement/adaptation d'un outils web pour la surveillance/maintenance des réseaux.
- Participation à des conférences internationales
- Veille technologique
- Participation aux réflexions autour du capteur de rotation
- Diffusion des savoirs.

Le Groupe technique a établi un état des lieux sur l'avancement des équipements à acquisition continue sur les deux dernières années, l'utilisation des flux miniseed par la communauté ainsi que les améliorations apportées aux stations. Suite à l'obsolescence des numériseurs, une réflexion doit être menée pour leur renouvellement, tout en tenant compte des solutions adoptées par le projet RESIF.

Rendez-vous

**2011 Annual Meeting
13-15 April Memphis, Tennessee**

<http://www.seismosoc.org/meetings/2011/>

**European Geosciences Union
General Assembly 2011
Vienna | Austria | 03 - 08 April 2011**

<http://meetings.copernicus.org/egug2011/>

**ESG4 Conference @ UCSB
4th IASPEI / IAEE International Symposium - Effects of Surface Geology on Seismic Motion**

<http://esg4.eri.ucsb.edu/>

2011 IUGG meeting, 28 June - 07 July, Melbourne, Australia.

<http://www.iugg2011.com/>

8ème Colloque National: Vers une maîtrise durable du risque sismique, Ecole des Ponts ParisTech, Champs-sur-Marne. 12, 13 et 14 septembre 2011.
<http://www.afps-seisme.org/colloque2011>

Mars 2011: Soutenance de thèse d'Ali Mikael (ISTerre) sur l'utilisation des enregistrements continus dans les bâtiments de l'Ophite et de l'Hôtel de Ville de Grenoble.

Le 01 janvier 2011, le LGIT a fusionné avec le LGCA.

Par conséquent, l'adresse du RAP-NDC a changé. Notez la nouvelle adresse ci-dessous.

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - ISTerre - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -

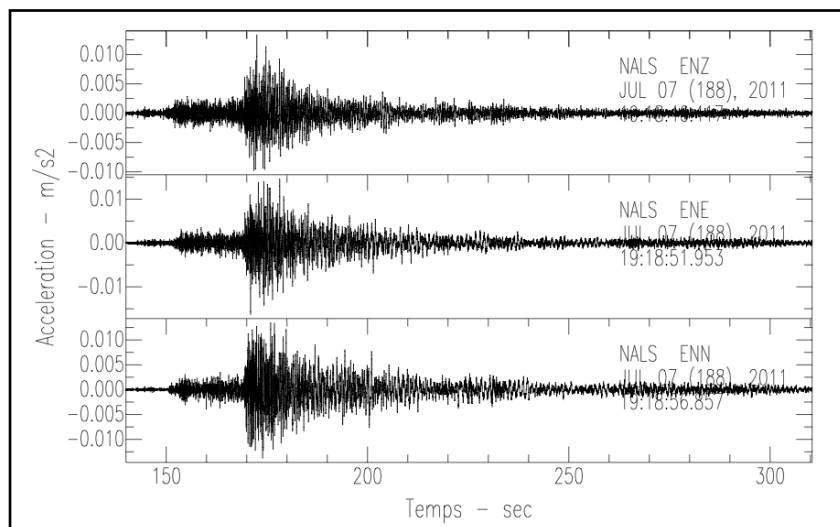
tél: 04 76 63 51 74 - fax: 04 76 63 52 52

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

RAP

La Lettre d'Information

Numéro 14 - juillet 2011



Enregistrements du séisme du 07 juillet 2011 à 19:21 ($M_L=5.5$) localisé au large d'Ajaccio. Enregistrement à la station NALS.

Sommaire

Editorial	page 2
Réponse sismique d'une colonne de sol constituée d'une couche de mangrove enfouie	page 3
Application des filtres haute-fréquence aux données accélérométriques de mouvements forts	page 3
Informations générales: instrumentation de la préfecture de Nice	page 4
Informations générales: groupes de travail	page 5
Informations générales: appel d'offre	page 5
Soutenance de thèse: Chloé Lesueur	page 6

Informations.

Phase 21 - GIS-RAP

En janvier 2011, suite à l'assemblée générale du GIS-RAP, plusieurs actions ont été proposées et acceptées en juin par le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer. Ces actions portent sur :

Action 1 - La modernisation des stations du RAP pour passage à enregistrement continu et temps réel.

Action 2 - La maintenance et jouvence des stations.

Action 3 - L'appel d'offre de recherche 2011

Action 4 - Les groupes de travail

Action 5 - Le soutien informatique à la base du site central

Action 6 - La Communication - Diffusion - Information

Le montant total de la subvention est de 190 000 euros TTC

LA NOTE D'INFORMATION DU RAP

La note d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-



RAP. Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques publiés et les rapports d'installation.

Vous pouvez proposer une communication en contactant Philippe Guéguen - pgueg@obs.ujf-grenoble.fr.

EDITO

Vous le savez sans doute, la phase d'évaluation par l'INSU des propositions concernant les appels d'offre RESIF est terminée. Ils portaient sur le système d'information incluant le noeud B *Centre de données* et divers noeuds A *Centre de collecte des données*. Parmi ces derniers, un volet accélérométrique était identifié, reprenant en partie la fonction du Centre National de Distribution du RAP (RAP-NDC).

Comme je l'avais présenté lors de la réunion du bureau du 27 octobre 2010, l'Observatoire de Grenoble, via l'Institut des Sciences de la Terre ISTERRE, a répondu à l'appel d'offre noeud A Accélérométrique, ce qui m'amène à vous informer des propositions contenues dans notre réponse.

Notre réponse a été construite en trois volets:

1/ un volet **Qualité**, portant sur les données acquises et leur contrôle mais aussi sur l'efficacité de fonctionnement du noeud A. Cela passera par plus d'information auprès des membres du GIS-RAP et des opérateurs des réseaux RAP sur le fonctionnement et la vie du réseau et du centre de données RAP-NDC, par l'identification des anomalies de fonctionnement et des solutions mises en place pour y remédier, par un bilan annuel des objectifs énoncés pour le RAP-NDC, la recherche des crédits et des ressources pour mener à bien notre projet. La visibilité des réseaux régionaux RAP et de leur personnel, indiquée comme une priorité à la bonne marche du GIS-RAP, sera évidemment

maintenue et si possible renforcée.

2/ un volet **Recherche** pour s'assurer que les données collectées par ce service d'observation conserve un intérêt scientifique majeur. Il faudra pour cela poursuivre l'animation scientifique et technique entre partenaires du GIS, la dissémination des résultats produits par les groupes de travail et lors des appels d'offre, par l'amélioration de la description des données. Le GIS et son réseau devront conserver ses spécificités sur certaines activités "risque" et/ou "opérationnelles".

3/ un volet **Observation**, répondant directement aux exigences énoncées dans le document de l'appel d'offre RESIF. La gestion des flux continus sera une action importante menée par le RAP-NDC, en collaboration avec le noeud B pour une connexion aux circuits de distribution internationaux (EIDA, NetDC). La relation étroite entre le mouvement du sol accélérométrique et les dommages nous imposera de continuer la mise en relation des données et des événements, avec le développement de procédures rapides d'extraction et de calcul de paramètres du mouvement du sol, inscrites également dans un schéma d'intégration européenne de distribution.

Notre réponse a été bâtie sur l'existant. Elle reprenait des modes de fonctionnement et des activités déjà démarrés. Cependant, des améliorations ont été proposées dans les trois volets, sur les trois prochaines années, en parallèle à la construction du noeud B et des

autres activités de RESIF. L'une, essentielle, est son rapprochement avec le réseau RLBP de RESIF.

La construction d'un centre national de distribution des données sismologiques (Noeud B-RESIF) entraînera des modifications d'infrastructure et de cheminement des données. L'évolution des réseaux et des systèmes d'acquisition ainsi que le souhait du GIS-RAP de collecter les flux continus des données acquises par ses réseaux régionaux nous amènera prochainement à repenser l'infrastructure informatique actuellement en place. Cette dernière action a déjà démarré avec l'aide des réseaux régionaux.

La mise à jour et la validation de la description des chaînes d'acquisition imposera un suivi plus stricte des modifications pour assurer la diffusion des paramètres en cas de séisme significatif. Son organisation se fera sur le modèle des centres internationaux existants dans ce domaine.

Au cours de cette année, ces deux actions seront menées avec le noeud B pour permettre une visualisation, une sauvegarde, un archivage et une distribution des flux continus, ainsi que leur intégration à la base événement.

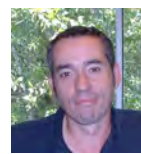
J'espère que nous arriverons à mener à bien le programme d'évolution du centre RAP-NDC, tout en conservant l'animation scientifique et technique du réseau. Avec votre aide, je n'en doute pas.

Philippe Guéguen
Directeur du GIS-RAP

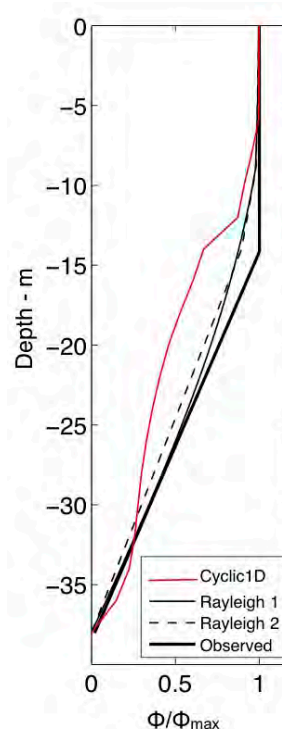
RÉPONSE SISMIQUE D'UNE COLONNE DE SOL CONSTITUÉE D'UNE COUCHE DE MANGROVE ENFOUÏE

Le site test du RAP Belleplaine, situé en Guadeloupe a été élaboré pour l'étude de la liquéfaction. Des mesures in-situ géotechniques et géophysiques (forage, essais en laboratoire sur des échantillons, SASW, H / V bruit de fond sismique, piézocône sismique) ont permis la caractérisation du site. Trois accéléromètres triaxiaux synchronisés (Episensor) localisés à GL -0m, GL-15m et GL-39m, où GL signifie "niveau du sol", et cinq capteurs de pression interstitielle installés à différentes profondeurs dans la zone potentiellement liquéfiable constituent l'ossature principale du site. Le site est constitué d'une couche de mangrove recouverte par un dépôt de sable raide. Cette configuration se retrouve souvent sur les régions côtières des Caraïbes, exposées à un risque sismique élevé. Cet article présente d'abord les résultats des tests seismopiezocône effectués sur le site, y compris les essais de dissipation et de mesure des vitesses des ondes de cisaillement. La réponse sismique de la colonne de sol est calculée en utilisant trois méthodes: la méthode du rapport spectral à partir des données accélérométriques, une méthode numérique utilisant les propriétés géotechniques de la colonne de sol et l'exploitation d'une méthode d'analyse modale (Frequency Domain Decomposition). Nous montrons que la couche de mangrove joue le rôle d'un système d'isolation équivalent à ceux habituellement utilisés en génie parasismique pour réduire les forces de cisaillement sismique au sein d'une structure. Dans notre cas, la souplesse de la couche de mangrove réduit la distorsion et les contraintes dans la couche de sable supérieure, et par conséquent le potentiel de liquéfaction du site.

PHILIPPE GUEGUEN



Chercheur
IFSTTAR/
ISTerre



Déformée du premier mode de la colonne de sol obtenue par analyse modale expérimentale sur les données du forage, par la formule complète et simplifiée de la méthode de Rayleigh utilisant les paramètres géotechniques et par simulation non-linéaire de la réponse de la colonne de sol obtenue par le code éléments finis Cyclic1D (Elgamel et al., 2002)

Extrait de : Guéguen P., Langlais M., Foray P., Rousseau C., Maury J. 2011. A Natural Seismic Isolating System: The Buried Mangrove Effects, Bull seism. Soc. Am., 101(3): 1073-1080. [doi: 10.1785/0120100129](https://doi.org/10.1785/0120100129)

APPLICATION DES FILTRES HAUTE-FRÉQUENCE AUX DONNÉES ACCÉLÉROMÉTRIQUES DE MOUVEMENTS FORTS.

JOHN DOUGLAS



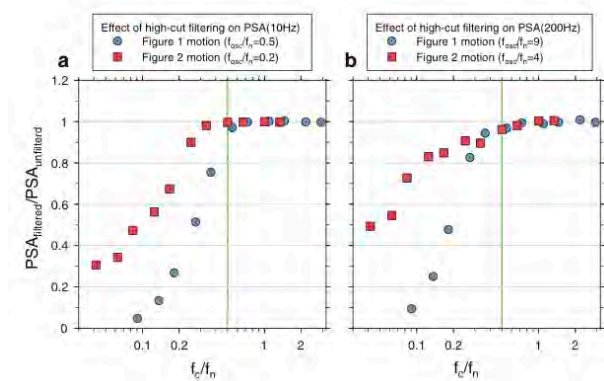
Chercheur
BRGM

L'influence du bruit dans les enregistrements de mouvements forts est plus problématique à basses et hautes fréquences, où le rapport signal sur bruit est généralement faible comparé à celui des fréquences intermédiaires. L'impact du bruit à basse fréquence (<1 Hz) sur les paramètres d'intensité de mouvements tels que la vitesse du sol, les déplacements et les spectres de réponse, peut être dramatique.

Il est ainsi devenu courant de filtrer les signaux de mouvements forts à basse-fréquence (filtre passe-haut), la fréquence de coupure dépendant de la forme du spectre de Fourier et du rapport signal sur bruit. Il a été démontré que les valeurs des spectres de réponse ne doit pas être utilisées au-delà d'une certaine fraction de la période coin (et réciproquement de la fréquence de coupure) du filtre basse-bas. Cet article examine l'effet du bruit haute fréquence (> 5 Hz) sur les accélérations calculées des pseudo-spectres de réponse (PSA). Contrairement aux cas du bruit basse fréquence, l'analyse montre que le filtrage pour enlever le bruit haute fréquence est

seulement nécessaire dans certaines situations et que les PSA peuvent souvent être utilisés jusqu'à 100 Hz, même si beaucoup de fréquences inférieures à la fréquence coin sont nécessaires pour supprimer le bruit. Cette apparente contradiction s'explique par le fait que les PSA sont souvent contrôlés par des accélérations du sol associées à des fréquences beaucoup plus faibles que la fréquence naturelle de l'oscillateur. En effet, l'atténuation due à la propagation et au site (souvent modélisée par Q et K, respectivement) enlève les fréquences les plus élevées. Les auteurs ont démontré que si les filtres passe-haut doivent être utilisés, alors leur fréquence de coupure doit être choisie au cas par cas, comme cela a été fait dans quelques études récentes.

Extrait de : Douglas J., Boore D. 2011. High-frequency filtering of strong-motion records, Bull Earthquake Eng., 9:395-409, [doi 10.1007/s10518-010-9208-4](https://doi.org/10.1007/s10518-010-9208-4)



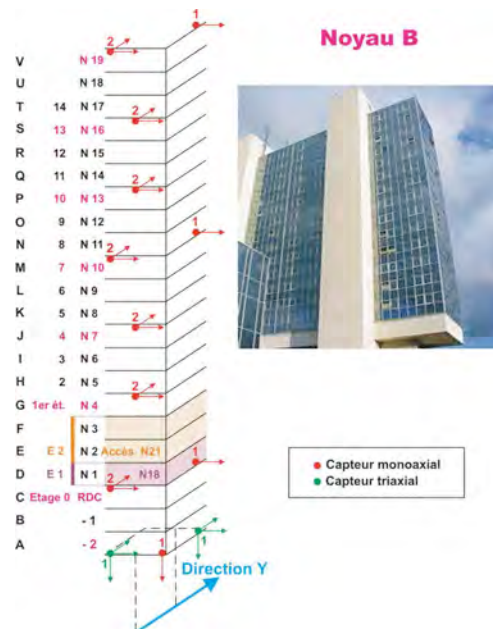
Rapport des spectres de réponse filtrés et non-filtrés à 10 et 200Hz en fonction de la position de la fréquence coin par rapport à la fréquence de l'oscillateur.

INFORMATIONS GÉNÉRALES

INSTRUMENTATION DE LA PRÉFECTURE DE NICE

Depuis novembre 2010, le cinquième bâtiment du programme national d'instrumentation en structure (RAP-NBAP, National Building Array Program) a été instrumenté. Il s'agit de la préfecture de Nice en région PACA. C'est un bâtiment public situé dans la plaine du Var. Le bâtiment est constitué de deux unités identiques de 20 étages, dont la rigidité est assurée par un noyau central en béton armé (murs voiles), et séparés par un joint de dilatation. La hauteur de la structure atteint 67,5m de haut.

L'opération réalisée en collaboration entre GeoAzur et le CETE de Nice, a été financée par le Ministère en charge de l'écologie (MEDDTL). 24 canaux d'acquisition distribués sur la hauteur et la longueur du bâtiment constituent l'instrumentation principale afin d'estimer les modes de déformation de la structures, les modes de flexion et de torsion ainsi que l'interaction sol-structure.



DIDIER BRUNEL

Le matériel est homogène aux autres instrumentations du RAP, soit:

- 18 accéléromètres monocomposante Episensor FBA ES-2U
- 2 accéléromètres triaxiaux Episensor FBA EST
- 1 station d'acquisition Agecodagis Kephren 24 voies
- 1 GPS situé au sommet du bâtiment

L'acquisition à 125 Hz est à enregistrement continu, les données étant transmises via une connexion internet (ADSL) au RAP-AZUR qui en a la gestion.

Contact: D. Brunel (RAP-AZUR).



GeoAzur Nice



CHRISTOPHE MARRON

GeoAzur Nice

ETIENNE BERTRAND



CETE Nice

INFORMATIONS GÉNÉRALES (SUITE)

GROUPES DE TRAVAIL

Dans le cadre des opérations de recherche du Réseau Accélérométrique Permanent, la constitution de deux nouveaux groupes de travail a été acceptée par le Ministère en charge de l'écologie (ci-après nommé MEDDTL).

CONDITION DE SITE DES STATIONS

Ce groupe est un groupe de recherche et d'évaluation des méthodes permettant la caractérisation des sites, en particulier par une mesure de Vs30. Ses objectifs sont:

- Evaluer les méthodes de caractérisation des sites utilisées lors des activités du groupe précédent (voir conclusion site web) ;
- Proposer une caractérisation validée et justifiée des stations et identifier les besoins encore nécessaires à leur caractérisation.

Après concertation, le bureau du RAP a confié la responsabilité et l'animation de ce groupe à Agathe ROULLE du BRGM.

Contact: Agathe Roulle <a.roulle@brgm.fr>

MOUVEMENT SISMIQUE POUR L'INGÉNIEUR

Ce groupe est un groupe de recherche et d'évaluation des méthodes permettant la génération de sismogrammes correspondant aux spectres réglementaires de la nouvelle réglementation EC8 mise en place en France. Ses objectifs sont:

- Evaluer les méthodes de génération de sismogrammes équivalents aux spectres de réponse réglementaires ;
- Identifier les besoins (combien par site, sur les trois composantes, pour quels niveaux...)
- Proposer des jeux de sismogrammes qui seront mis en ligne sur le site internet du RAP.

Après concertation, le bureau du RAP a confié la responsabilité et l'animation de ce groupe à Mathieu CAUSSE de l'UMR ISTerre de Grenoble.

Contact: Mathieu Causse <mathieu.causse@obs.ujf-grenoble.fr>

APPEL D'OFFRE DE RECHERCHE

Un nouvel appel d'offre du RAP a été lancé en mai 2011. Le GIS-RAP attache une importance particulière au développement de programmes de recherche associant plusieurs de ses membres, à la façon dont les projets peuvent contribuer à améliorer la connaissance du risque sismique en France et à la valorisation des données du RAP. Cette année, des thèmes sont placés par le ministère MEDDTL parmi ses priorités: le comportement des bâtiments sous séismes, l'étude des effets de site lithologiques et topographiques et l'impact des incertitudes liées aux modèles de prédictions. Néanmoins, ces thèmes ne sont pas exclusifs et d'autres thématiques entrant dans les objectifs scientifiques du RAP seront considérés avec le même intérêt par le bureau du GIS-RAP.

Consulter le texte complet de l'appel d'offre: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>

Extension de la date limite de réponse: 01 septembre 2011.

LES GROUPES DE TRAVAIL DU RAP

Depuis quelques années le GIS-RAP, avec le soutien du ministère en charge de l'écologie, a encouragé et soutenu la création de groupes de travail. Ces groupes, établis sur une ou plusieurs années, clarifient des points scientifiques ou techniques ou proposent des travaux spécifiques sur les données du RAP.

L'objectif de ces groupes est de faire évoluer les activités de recherche et d'observation du GIS-RAP afin de satisfaire les interrogations scientifiques que soulèvent les données.

Rapports:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/spip.php?article12>

SOUTENANCE DE THÈSE CHLOÉ LESUEUR

Titre: Relations entre les mesures de mouvements du sol et les observations macrosismiques en France : Etude basée sur les données accélérométriques du RAP et les données macrosismiques du BCSF

L'objectif général de cette thèse est de déterminer les relations entre les mesures instrumentales et les effets observables d'un séisme dans le domaine des faibles intensités (inférieures à V). L'intérêt de cette étude est de permettre de mieux caractériser la variabilité du mouvement du sol, et aussi de savoir si les observations macrosismiques peuvent compléter et/ou supplanter les données instrumentales. A plus grande échelle, cette étude permet d'apporter des informations pour la réalisation de « shake maps ».

Au cours de cette thèse, je me suis posé trois questions principales: quel(s) paramètre(s) instrumental ou macrosismique traduit le mieux le mouvement du sol ? Quelle méthode de traitement est optimum pour comparer les paramètres macrosismiques aux paramètres instrumentaux ? L'étude des questionnaires du Bureau Central Sismologique Français permet-elle de montrer que des champs de questions définis sont caractéristiques d'une gamme de fréquence particulière ?

Dans la littérature, la plupart des travaux traitent seulement de l'intensité macrosismique. Notre étude propose une méthode de traitement des données objective et reproductible permettant d'analyser non seulement les intensités macrosismiques mais également les réponses aux diverses questions des formulaires macrosismiques. Mon travail s'appuie sur trois séismes survenus dans l'Est de la France : Rambervillers (22/02/2003, Mw=4.8), Roulans (23/02/2004, Mw=4.4) et Waldkirch (05/12/2004, Mw=4.6). Pour ces événements nous disposons de deux type de données : accélérométriques d'une part et macrosismiques d'autre part.

Plusieurs analyses ont été effectuées, en utilisant certains paramètres du mouvement du sol (PGA, PGV, CAV etc...) et certaines caractéristiques des critères permettant d'établir les intensités macrosismiques.

Cette thèse, co-financée par le GIS-RAP (MEDDTL) et l'IRSN sera soutenue le 29 septembre 2011 à l'université de Strasbourg (date à confirmer, sur le site internet du RAP).

Rendez-vous

ESG4 Conference @ UCSB 4th IASPEI / IAEE International Symposium - Effects of Surface Geology on Seismic Motion
<http://esg4.eri.ucsb.edu/>

8ème Colloque National: Vers une maîtrise durable du risque sismique, Ecole des Ponts ParisTech, Champs-sur-Marne. 05, 06 et 07 septembre 2011.
<http://www.afps-seisme.org/colloque2011>

European Geosciences Union General Assembly 2011 Vienna | Austria | 03 – 08 April 2011
<http://meetings.copernicus.org/egu2011/>

15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, 24-28 September 2012 - <http://www.15wcee.org/>

Septembre 2011: Soutenance de thèse de Chloé Lesueur (EOST) sur la corrélation entre mouvement du sol instrumental et intensité macrosismique, le 29 septembre 2011 à Strasbourg.

Envoyez vos annonces de thèse ou d'événement à pgueg@obs.ujf-grenoble.fr

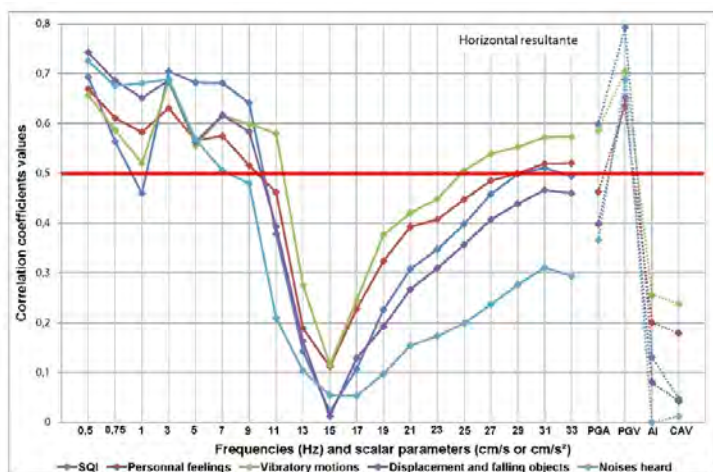
Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - LGIT - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -
tél: 04 76 63 51 74 - fax: 04 76 63 52 52
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

RAP

La Lettre d'Information

Numéro 15 - janvier 2012



Coefficient de corrélation R entre les paramètres instrumentaux du mouvement du sol et les paramètres macrosismiques. **Plus d'informations** : Thèse de C. Lesueur - EOST/IRSN 2011.

Sommaire

Risque sismique et évolution technique du RAP	page 2
Un catalogue préliminaire des tenseurs des moments dans les Pyrénées	page 3
Magnitude de moment, chute de contrainte et mouvement du sol aux Antilles	page 3
Simulation du mouvement du sol produit par le séisme historique de 1660 dans les Pyrénées	page 4
Observation et simulation du mouvement du sol dans la vallée de Bagnères-de-Bigorre	page 5
Modèle empirique pour la prédiction rapide des intensités macrosismiques en Guadeloupe et Martinique	page 6
Base de données européennes	page 7
Informations générales	page 7
La biennale du RAP	page 8

Informations.

VI biennale du RAP

La biennale du RAP se tiendra du 30 mai au 01 juin 2012 à Hyères.

En savoir plus: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

Training Course

Le RAP en partenariat avec SIGMA (projet EDF) organise un cours sur l'utilisation et le traitement des données accélérométriques pour le risque sismique du 29 au 30 mai 2012 à Hyères.

En savoir plus: <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

Equipex RESIF

Le réseau sismologique et géodésique français (RESIF) est lauréat de la seconde vague des Equipex (Equipement d'Excellence). **<http://www.resif.fr/>**

Nouveau Directeur

Matthieu Causse est le nouveau directeur du GIS-RAP

LA NOTE D'INFORMATION DU RAP

La note d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-



RAP. Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques publiés et les rapports d'installation.

Vous pouvez proposer une communication en contactant Philippe Guéguen - pguegu@obs.ujf-grenoble.fr

RISQUE SISMIQUE ET ÉVOLUTION TECHNIQUE DU RAP

L'année 2011 aura été, concernant les catastrophes naturelles, la plus coûteuse de l'histoire. Selon les géants de la réassurance Munich Re et Swiss Re, les pertes économiques liées aux aléas tectoniques, tsunami et tremblements de terre, pourraient atteindre 276 à 300 milliards d'euros. Un record, d'autant qu'il ne tient pas compte du coût induit par les catastrophes industrielles du type Fukushima et qu'il aurait pu être encore "plus important si le Japon avait été mieux assuré contre les tremblements de terre". Ainsi le tremblement de terre du Japon contribue pour une grande part à l'addition, cet événement gigantesque ayant quelque chose d'irréel. Néanmoins, celui de Nouvelle-Zélande, plus modeste (M 6.3), qui a dévasté Christchurch, participe aussi à l'addition, les pertes s'élevant à environ 13 milliards d'euro dont 10 couverts par les assurances.

Ce séisme, tout comme ceux récents de L'Aquila et de Lorca, nous rappelle que des séismes modestes (magnitude autour de 6) ont des conséquences parfois importantes. Depuis quelques temps, les grands séismes se font rares en France. Après un début de 21^{ème} siècle actif, avec une dizaine de séismes de magnitude supérieure à 4.5, ceux de Nice (2001), Aucun (2002), Lorient (2002), Ramberviller (2003), Besançon (2004) et Chamonix (2005) ayant frappé les esprits, et tandis que les Antilles étaient frappées par les séismes des Saintes (2004) et de Martinique (2007), aucun dommage sismique même léger, n'a été enregistré en Métropole depuis 2007. Dans ce contexte de relative accalmie, les réseaux de surveillance tel que le RAP, doivent rester vigilants et s'assurer que les points de mesure seront prêts en cas de séismes significatifs.

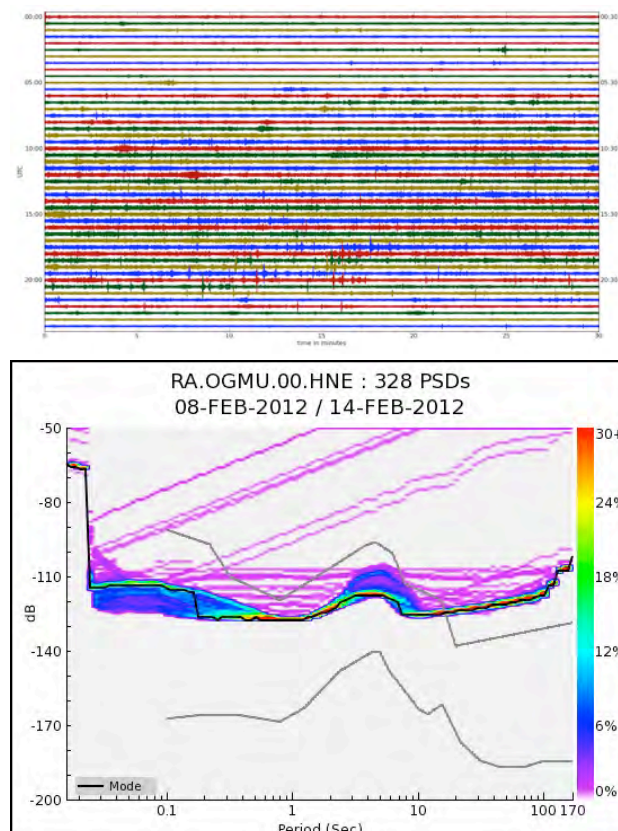
La modernisation des stations du RAP, commencée il y a maintenant 5 ans, s'inscrit pleinement dans cette responsabilité. Avec la participation active et efficace des réseaux régionaux et des personnels techniques et scientifiques, 83 stations RAP sont maintenant dotées d'une capacité d'enregistrement et de transmission des données en mode continu, fournissant de l'information en temps quasi-réel via le réseau ADSL ou GSM. Cette évolution

facilite le suivi du fonctionnement des stations. Des évolutions techniques et scientifiques contribuant à la gestion de crise sont maintenant possibles. Dès à présent, le fonctionnement des stations et l'activité sismique peuvent être visualisés grâce aux imagerie mises en ligne sur le site du RAP rendues possibles grâce à cette nouvelle forme de fonctionnement.

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>

On peut imaginer ensuite la production d'informations sismologiques en temps réel telle que celles fournies actuellement par GeoAzur sur la magnitude de Moment, ou encore des cartes de mouvement du sol et par conséquent de dommages probables, réalisées rapidement après un événement significatif et à destination de la société civile. Cette production a été testée lors des petits séismes de 2010 (voir bulletins sismiques de 2010, par exemple Fontenay-le-Comte, Saint-Jean-de-Maurienne <http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>).

Exemples d'imagerie de la station OGMU représentant 1 journée d'activité sismique et une semaine de contrôle qualité du site.



UN CATALOGUE PRÉLIMINAIRE DES TENSEURS DES MOMENTS DANS LES PYRÉNÉES.

En utilisant les données recueillies auprès des différents réseaux sismologiques surveillant l'activité des Pyrénées, les auteurs ont obtenu un catalogue complet des tenseurs des moments des tremblements de terre régionaux de magnitude supérieure à 3 pour la période 2001-2011. Les solutions des tenseurs de moment sont en bon accord avec ceux produits antérieurement par d'autres institutions. En analysant les mécanismes, ils ne trouvent aucune preuve de l'existence de failles inverses dans les Pyrénées. A l'opposé, presque tous les événements sont en extension, un seul événement présentant une composante en décrochement. Les axes T sont toujours orientés selon une direction NNE-SSW, apportant un argument supplémentaire en faveur de la déformation en extension dans les Pyrénées. Ils montrent également que la relation d'échelle entre magnitude de moment et magnitude locale a une pente proche de l'unité. En revanche, la relation entre les magnitudes de moment obtenues par inversion des formes d'onde (cette étude) et celles déterminées par l'inversion des spectres des ondes de cisaillement (Drouet et al., 2010) présente une pente de 1,31. Des travaux supplémentaires sont donc nécessaires pour identifier l'origine et la raison de cette divergence et définir une échelle de magnitude robuste pour la quantification des tremblements de terre dans les Pyrénées.

Comparaison entre les magnitudes de moment obtenues par inversion des formes d'onde (cette étude) et celles déterminées par Drouet et al. (2010).

Extrait de : Chevrot, S., Sylvander M., Delouis B. 2011. A preliminary catalog of moment tensors for the Pyrenees, *Tectonophysics*, 510, 239-251, [doi : 10.1016/j.tecto.2011.07.011](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.07.011).

SEBASTIEN CHEVROT



CNRS/OMP

MATTHIEU SYLVANDER

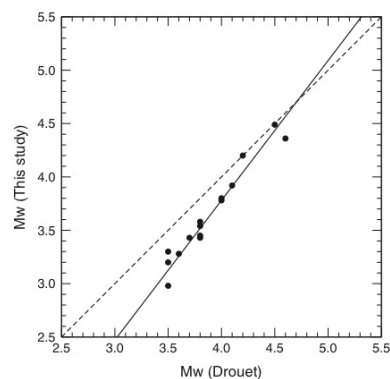


Univ. Toulouse/
OMP

BERTRAND DELOUIS



Univ. Nice SA/
GeoAzur



MAGNITUDE DE MOMENT, CHUTE DE CONTRAINTE ET MOUVEMENT DU SOL AUX ANTILLES.

Dans cette étude, les répliques de la séquence sismique du séisme des Saintes ($M_w = 6,3$, 11 novembre 2004) sont analysées. Au total, 485 tremblements de terre de magnitude comprise entre 2 et 6, enregistrés à des distances entre 5 et 150 km, sont utilisés. Les spectres de Fourier des ondes S sont analysés afin de déterminer simultanément la source, la propagation et les conditions du site. Les résultats montrent que les magnitudes de durée estimées pour les événements régionaux et locaux sont sous-estimées d'environ 0.5. La chute de contrainte diminue quand la magnitude augmente, la même tendance étant aussi observée sur les contraintes apparentes. Toutefois, le taux d'accroissement diminue aux amplitudes élevées, ce qui est cohérent avec un modèle de chute de contrainte constant pour les plus grands événements. Les inversions réalisées dans cet article mettent en évidence également que la prédiction du mouvement du sol est mieux ajustée aux données lorsque la source est correctement décrite (magnitude et chute de contrainte) ainsi que les effets de site. Malgré cela, la variabilité du mouvement du sol prédit inter-événement reste importante, laissant supposer que la chute de contrainte dépend d'autres paramètres (par exemple la profondeur du séisme).

STÉPHANE DROUET



Geoter

MARIE-PAULE BOUIN



IPGP/OVSG

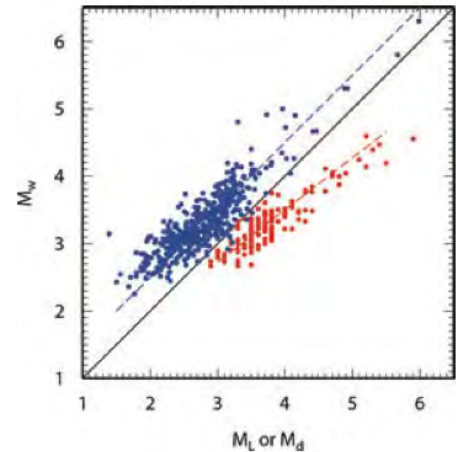
FABRICE COTTON



Univ. J. Fourier/
ISTerre

Dans tous les cas, la variabilité globale est du même ordre de grandeur que celle généralement observée dans les équations empiriques de prédiction du mouvement au sol.

Comparaison entre les magnitudes de moment M_w inversées dans cette étude et les magnitudes locales M_L (rouge) de France métropolitaine et de durée M_d (bleu) de Guadeloupe. La ligne noire représente la pente 1:1.



Extrait de : Drouet, S., Bouin M.-P., Cotton F. 2011. New moment magnitude scale, evidence of stress drop magnitude scaling and stochastic ground motion model for the French West Indies, *Geophysical Journal International*, 187(3):1625-1644, doi: 10.1111/j.1365-246X.2011.05219.x

SIMULATION DU MOUVEMENT DU SOL PRODUIT PAR LE SÉISME HISTORIQUE DE 1660 DANS LES PYRÉNÉES PAR LA MÉTHODE DES FONCTION DE GREEN EMPIRIQUES

Dans les régions à faible sismicité, il est important de pouvoir anticiper les effets d'un séisme majeur, en simulant par exemple les mouvements du sol générés. En utilisant les données de deux séismes récents s'étant produits dans les Pyrénées centrales (15 novembre 2007, $M_w = 3.6$; 17 novembre 2006, $M_w = 4.5$), les auteurs ont simulé par la méthode dite des fonctions de Green empiriques les mouvements du sol générés par un tremblement de terre de magnitude 6.1, correspondant au séisme historique de 1660. Ce tremblement de terre majeur a atteint une intensité macrosismique IX sur l'échelle MSK. La méthode a été validée en reproduisant les enregistrements du séisme récent $M_w = 4,5$ à partir de ceux produits par le séisme $M_w = 3,6$ considéré comme sa fonction de Green. L'analyse minutieuse des fréquences coin et des rapports spectraux a révélé un effet de directivité. Lorsque cette directivité est prise en compte dans la simulation, une très bonne estimation du mouvement du sol est obtenue à toutes les stations. Les données du séisme $M_w = 3,6$ sont ensuite utilisées pour simuler le séisme historique de 1660. Les accélérogrammes simulés à 11 stations RAP sont obtenus, en tenant compte de la variabilité de la source sismique. Les mouvements sont comparables à ceux prédits par les modèles empiriques de prédiction. Les intensités prédites, en convertissant le mouvement du sol en intensité macrosismiques, donnent des valeurs inférieures aux historiques. Pour expliquer cette différence, l'hypothèse d'une éventuelle sous-estimation de la magnitude de l'événement de 1660 est discutée.

LAETITIA HONORÉ



GeoAzur

FRANCOISE COURBOULEX



CNRS/GeoAzur

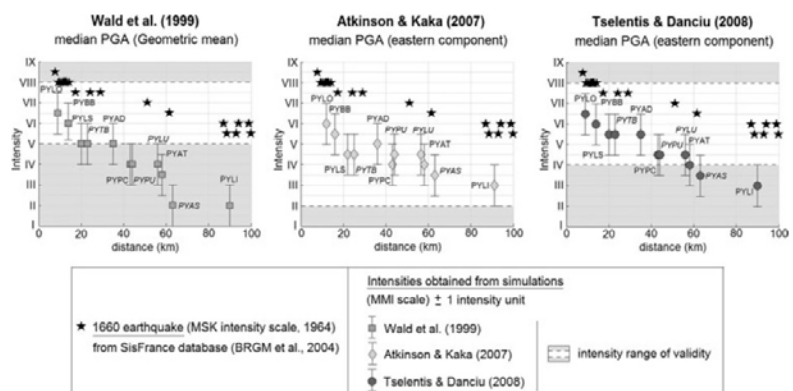
ANNIE SOURIAU



CNRS/OMP

Comparaison des intensités macrosismiques MSK du séisme de 1660 et des simulations MMI déduites des simulations du mouvement du sol pour un séisme $M_w=6.1$.

Extrait de : Honoré, L., Courboux C., Souriau A. 2011. Ground motion simulations of a major historical earthquake (1660) in the French Pyrenees using recent moderate size earthquakes, *Geophysical Journal International*, 187(2) : 1001-1018. DOI : [10.1111/j.1365-246X.2011.05193.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2011.05193.x)



OBSERVATION ET SIMULATION DU MOUVEMENT DU SOL DANS LA VALLÉE DE BAGNÈRES-DE-BIGORRE INTÉGRANT LES EFFETS DE SITE.

La vallée de Bagnères de Bigorre a été choisie comme site test pour la caractérisation des effets de site par le RAP. Le but principal de cette initiative était de comparer les approches expérimentales et numériques. Un réseau temporaire de 10 stations a été déployé le long et à travers la vallée pendant deux ans. En parallèle, diverses expériences de reconnaissances sismologiques et géophysiques ont été menées. Des observables classiques ont été mesurés pour l'évaluation de l'amplification du site, tels que les rapports spectraux des mouvements horizontaux ou verticaux entre une station de référence et les stations aux sédiments, les rapports H/V séismes et bruit de fond, etc.... Les profils de vitesse onde S des sites ont été obtenus par inversion conjointe des courbes de dispersion et d'ellipticité des ondes de Rayleigh. Ces profils ont été utilisés pour modéliser les rapports spectraux H / V des sismogrammes synthétiques, les rapports spectraux H / V de la coda de l'onde S s'appuyant sur la théorie de l'équipartition, et la réponse sismique 3D du bassin modélisée par la méthode des éléments spectraux. Un bon accord général a été trouvé entre les simulations et les observations. La simulation 3D révèle que la topographie contribue moins aux effets de site que les remplissages sédimentaires, à l'exception des crêtes étroites autour du bassin. Des effets de bord de bassin ont également été confirmés, augmentant l'amplitude du mouvement du sol à une certaine distance du bord, dans le bassin, et une diminution juste au pied de la pente.

ANNIE SOURIAU



CNRS/OMP

EMMANUEL CHALJUB



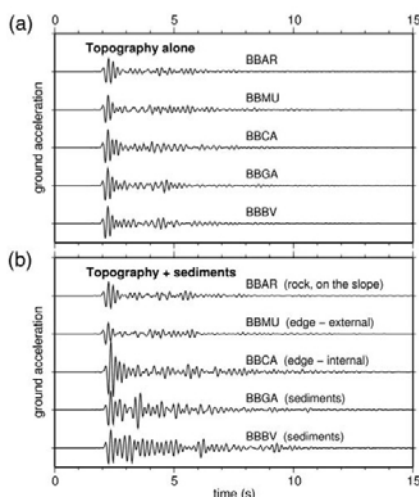
Obs. Grenoble/
ISTerre

CÉCILE CORNOU



IRD/ISTerre

et Ludovic Margerin (CNRS/OMP), Marie Calvet (CNRS/OMP), Julie Maury (CNRS/OMP), Marc Wathelet (IRD/ISTerre), Christian Ponsolles (OMP), Franck Grimaud (OMP), Catherine Péquegnat (CNRS/ISTerre), Mickael Langlais (CNRS/ISTerre) et Philippe Gueguen (IFSTTAR/ISTerre)



Extrait de : Souriau A., Chaljub E., Cornou C., Margerin L., Calvet M., Maury J., Wathelet M., Ponsolles C., Grimaud F., Péquegnat C., Langlais M., Guéguen P. 2011. Multimethod characterization of the French Pyrenean valley of Bagnères-de-Bigorre for seismic hazard evaluation : observations and models, Bull seism. Soc. Am., 101(4) : 1912-1937, [doi : 10.1785/0120100293](https://doi.org/10.1785/0120100293)

Simulation de l'accélération du sol pour une onde S incidente sous les stations, illustrant les effets des sédiments dans la vallée de Bagnères-de-Bigorre. Résultats numériques (a) pour la topographie seule; (b) pour la topographie et le bassin rempli de sédiments.

MODÈLE EMPIRIQUE POUR LA PRÉDICTION RAPIDE DES INTENSITÉS MACROSISMIQUES EN GUADELOUPE ET MARTINIQUE

Les auteurs proposent un modèle simple de prédiction des intensités macrosismiques adapté aux Antilles. Ils combinent une relation d'atténuation empirique des accélérations du mouvement du sol (PGA) et une relation directe entre accélération maximale et intensités macrosismiques. Le modèle prédictif des PGA est cons-

FRANCOIS BEAUDUCEL



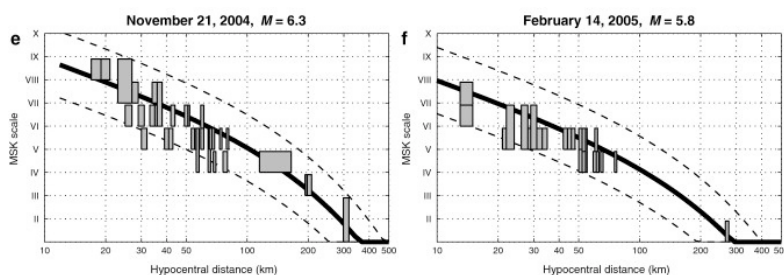
Chercheur
IPGP/OVSG

truit à partir d'une équation fonctionnelle à trois paramètres, contrainte par des données produites par les stations accélérométriques permanentes, principalement associées au séisme des Saintes (21/11/2004, M_w 6.3) et les nombreuses répliques. Le modèle prédictif d'intensité est testé sur une base de données instrumentales de séismes récents de magnitude comprise entre 1.6 et 7.4, pour des distances épacentrales entre 4 et 300 km, ayant généré des intensités MSK comprises entre I et VIII. Le résidu des intensités est de l'ordre de 0.8, suggérant une plus grande validité du modèle aux accélérations plus fortes. Ce modèle est actuellement utilisé par les observatoires des Antilles (Guadeloupe et Martinique) pour produire rapidement une carte des intensités macrosismiques.

SARA BAZIN


 Chercheur
IPGP/OVSM

MENDY BENGBOUBOU-VALÉRIUS


 Chercheur
BRGM


Extrait de : Beauducel F., S. Bazin, M. Bengoubou-Valérius, M.-P. Bouin, A. Bosson, C. Anténor-Habazac, V. Clouard, J.-B. de Chabalier, 2011 Empirical model for rapid macroseismic intensities prediction in Guadeloupe and Martinique. C.R. Geoscience, 343:11-12, 777-788, [doi:10.1016/j.crte.2011.09.004](https://doi.org/10.1016/j.crte.2011.09.004).

et Marie-Paule Bouin (IPGP/OVSG), Alexis Bosson (IPGP/OVSG), Christian Anténor-Habazac (IPGP/OVSG), Valérie Clouard (IPGP/OVSM) et Jean-Bernard de Chabalier (IPGP/OVSG)

Exemples des intensités prédites B_3 pour 2 séismes instrumentaux: intensités macrosismiques observées (MSK) en fonction de la distance hypocentrale (km). La courbe épaisse grise représente l'intensité prédite pour une magnitude donnée, les courbes tiretées indiquent l'incertitude, les rectangles pleins représentent les intensités observées.

BASE DE DONNÉES ACCÉLÉROMÉTRIQUES EUROPÉENNES.

À l'échelle européenne, plusieurs réseaux accélérométriques, dont le RAP, se sont concertés afin de faciliter l'échange de données entre réseaux. En pratique, il faut permettre aux utilisateurs la récupération via le web, et pour un séisme se produisant entre plusieurs pays, de l'ensemble des données produites. C'est pourquoi des efforts ont été menés depuis 2006 à l'échelle européenne, dans le cadre du projet européen (NERIES, FP6). Le RAP était coordinateur d'une action qui consistait à mettre en application à l'échelle européenne ce qui existait alors à l'échelle française, à savoir la récupération des données et le suivi des stations par le web. Ce travail se poursuit dans le cadre du projet NERA (FP7), des évolutions conformes aux développements de l'infrastructure européenne d'échange de données EIDA étant prévues.

En savoir plus:

Péquegnat C., Jacquot R., Guéguen P., Godey S., Frobert L. 2011. Distributed archive and single access system for accelerometric event data : a NERIES initiative. In Akkar S, Gülkan P, van Eck T (Eds.) Earthquake Data in Engineering Seismology. Geotechnical, Geological, and Earthquake Engineering 14(2) : 129-142, doi : [10.1007/978-94-007-0152-6_10](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0152-6_10)

Roca A., Guéguen P., Godey S., Goula X., Susagna T., Péquegnat C., Oliveira C.S., Clinton J., Pappaioanou C., Zulficar C. 2011. The European-Mediterranean distributed accelerometric data-base. In Akkar S, Gülkan P, van Eck T (Eds.) Earthquake Data in Engineering Seismology. Geotechnical, Geological, and Earthquake Engineering 14(2):115-128, doi : [10.1007/978-94-007-0152-6_9](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0152-6_9)

INFORMATIONS GÉNÉRALES

APPEL D'OFFRE DE RECHERCHE 2011

Un nouvel appel d'offre du RAP a été lancé en mai 2011. Le GIS-RAP attache une importance particulière au développement de programmes de recherche associant plusieurs de ses membres, à la façon dont les projets peuvent contribuer à améliorer la connaissance du risque sismique en France et à la valorisation des données du RAP. Cet année, trois projets ont été financés.

Nocivité et endommagement

Partenaires: IRSN - ISTerre - IFSTTAR - CEA

L'objectif de ce projet vise à étudier les liens entre mouvement sismique et endommagement afin de proposer une démarche permettant de sélectionner des accélérogrammes représentatifs du mouvement sismique et adaptés pour le calcul des structures. De ce fait, ce projet sera en lien avec le groupe de travail « mouvement sismique pour l'ingénieur » du GIS-RAP. Ce projet comporte 3 volets : 1) l'exploitation de signaux accélérométriques pour évaluer les paramètres qui décrivent le mouvement sismique ; 2) l'étude de l'endommagement au travers de l'analyse de la réponse d'un oscillateur amorti ; 3) l'étude de la nocivité via l'établissement de corrélations entre les paramètres du mouvement sismique et les niveaux d'endommagement.

Coordinateur: Maria Lancieri - IRSN

Budget attribué: 7 000 euros

VAMOS : VARIABILITÉ des MOUVEMENTS du Sol sur un site spécifique -

Partenaires: CETE Med - GeoAzur

La prédiction des mouvements du sol est une étape essentielle du calcul de l'aléa sismique. Si la valeur moyenne de la prédiction est primordiale, il est aussi important de noter que la variabilité de cette prédiction est également un paramètre crucial. Cette variabilité (appelée souvent sigma) est actuellement supposée identique d'un site d'enregistrement à l'autre. Nous avons montré récemment, grâce à des simulations utilisant les données du RAP des Antilles, que cette variabilité était plus forte sur les sites sédimentaires que les sites au rocher. Nous chercherons dans le projet VAMOS à comprendre d'où vient cette différence et à tester son existence sur des bases de données réelles. Nous travaillerons en particulier sur les bases de données japonaises et sur les enregistrements post-sismiques du séisme de l'Aquila. Ce résultat, s'il est confirmé, pourrait avoir des conséquences non négligeables sur le calcul des courbes d'aléa sismique.

Coordinateur: Françoise Courboux - GeoAzur

Budget attribué: 10 000 euros

Influence de la variabilité du milieu et de la sollicitation sismique sur l'évaluation des effets de site

Partenaires: IRSN - CETE Med - IFSTTAR

Ce projet comporte deux volets: (1) Prise en compte de la variabilité des propriétés du milieu et de la sollicitation sismique sur l'évaluation de l'effet de site (développement de la méthode en utilisant les données KiK-net au Japon); (2) Application à quelques sites du RAP.

Coordinateur: Céline Gélis - IRSN

Budget attribué : 7 000 euros

GROUPES DE TRAVAIL ET APPELS D'OFFRE DU RAP

Depuis quelques années le GIS-RAP, avec le soutien du ministère en charge de l'écologie, a encouragé et soutenu la création de groupes de travail et le financement de projets de recherche. Ces activités, établis sur une ou plusieurs années, clarifient des points scientifiques ou techniques, proposent des travaux spécifiques sur les données du RAP et

encouragent la collaboration entre partenaires. Les activités de recherche et d'observation du GIS-RAP doivent évoluer afin de satisfaire les interrogations scientifiques que soulèvent les données.

Rapports:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr/>

VI BIENNALE DU RAP

VI Journées Techniques et Scientifiques du RAP

Les journées techniques du RAP sont organisées tous les deux ans afin de créer une dynamique entre les partenaires. Des résultats scientifiques y sont présentés et des évolutions techniques y sont envisagées afin de répondre aux besoins des utilisateurs des données. Ces journées abordent les différents thèmes qui concernent l'aléa et la vulnérabilité sismiques en France et les objectifs pour les années à venir y sont discutés. Cette année, la biennale du RAP se tiendra du **30 mai 2012 au 01 juin 2012, au centre IGESA Le Continental Hyères**

Date limite d'inscription : **15 avril 2012**

Programme et bulletin d'inscription:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

Cette année, ces journées sont précédées d'un cours donné sous forme de séminaires portant sur le traitement et l'utilisation des données accélérométriques pour les études de risque sismique. Ce cours, organisé avec le soutien du projet SIGMA (Seismic Ground Motion Assessment), se tiendra du 29 au 30 mai, les participants pouvant assister ensuite aux journées du RAP.

Date limite d'inscription : **15 mars 2012**

Programme et bulletin d'inscription:

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

ACTIVITÉS GÉNÉRALES DU RAP EN 2012

14 réseaux régionaux: Alpes, Sud-Est, Pyrénées, Provence, Auvergne, Bretagne, Antilles, Nouvelle Calédonie, Fossé Rhénan, Mayotte, Vendée, Durance, Ouest, Monaco

147 sites, incluant 5 bâtiments, 4 forages, 3 zones effets de site.

4 réseaux associés: LDG (Bretagne, Pyrénées, Jura), Conseil Général de Martinique, et BRGM à Mayotte (Océan Indien) et Antilles.

Partenaire de deux projets européens (NERIES, NERA).

2 projets INTERREG (RISE and SISPYR) et **6 projets ANR** (QSHA, ARVISE, BELLEPLAINE, URBASIS, SLAM, PYROPE) utilisant les sites du RAP.

6 groupes de travail (Mw, classification site, rotation, technique, réseau urbain, liquéfaction, Mouvement Sismique pour l'Ingénieur).

57 papiers scientifiques utilisant les données du RAP, i.e. 4/an (dont 7 en 2011)

11 thèses de doctorats utilisant les données du RAP.

21 ingénieurs et/ou techniciens et **15 sismologues** impliqués dans le RAP.

1 Appel d'offre scientifique par an

La biennale du RAP: congrès technique et scientifique du RAP tous les deux ans

La lettre d'information du RAP: numéro de janvier et de décembre

Budget fonctionnement: 536.5 k€ dont 421 k€ de personnel

Rendez-vous

General Assembly of the European Geosciences Union (EGU)

April 22-27, Vienna, Austria

<http://www.egu2012.eu/>

SSA Annual Meeting

April 17-19, 2012, San Diego, CA, USA

<http://www.seismosoc.org/>

38th Workshop of the International School of Geophysics, 1st EPOS-ORFEUS Coordination

Meeting May 25 - 30, 2012, Erice, Sicily

<http://erice2012may.rm.ingv.it/>

33rd General Assembly of the European Seismological Commission

August 19-24, 2012, Moscow, Russia

www.esc2012-moscow.org

15th World Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, 24-28 September 2012 -

<http://www.15wcee.org/>

Envoyez vos annonces d'événement à pgueg@obs.ujf-grenoble.fr

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - ISTerre - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -

tél: 04 76 63 51 74 - fax: 04 76 63 52 52

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>



Réseau Accélérométrique Permanent

Informations

Phase 22 - GIS-RAP

Action 1 - Passage des stations à enregistrement continu et temps réel.

Action 2 - Maintenance et jouvence des stations.

Action 3 - Groupes de travail.

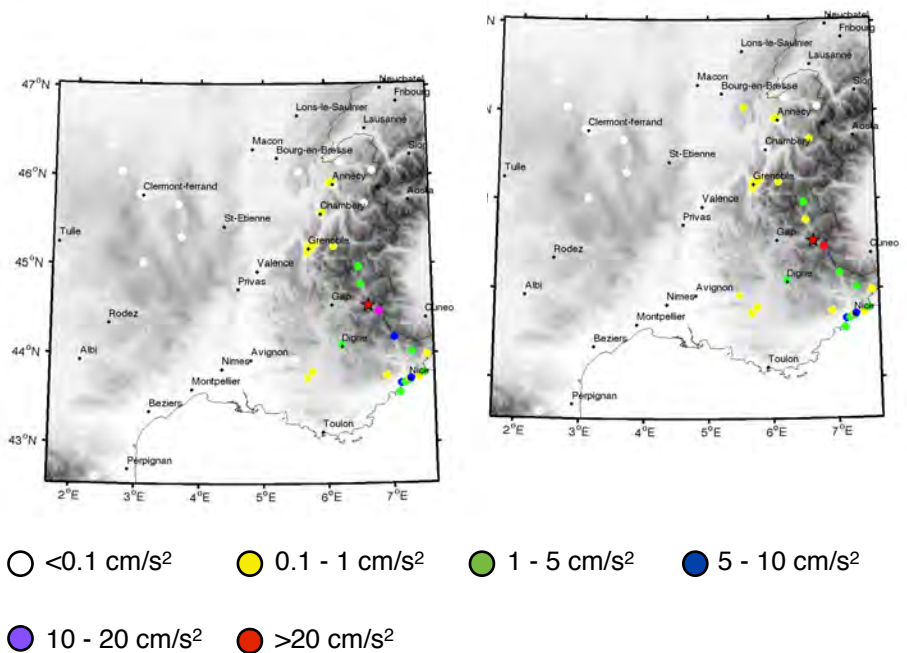
Action 4 - Soutien informatique à la base du site central.

Action 5 - Communication - Diffusion - Information

Le montant de la subvention du MEDDE est de 100 000 euros.

Nouveau Directeur

Mathieu Causse remplace Philippe Guéguen, qui a oeuvré plus de 8 ans pour le RAP.



Un séisme de magnitude 4.4 (M_L Sismalp) s'est produit le dimanche 26 février 2012 à 22:38 heure UTC à proximité de Barcelonnette (Alpes de hautes Provence). Il a été détecté par un grand nombre de stations du RAP. Les accélérations maximales enregistrées sont représentées ci-dessus. A gauche : composante EW, à droite : composante NS.

Editorial

Le Réseau Accélérométrique Permanent est maintenant doté de 154 stations, dont 83 transmettent les données en mode continu. Cette évolution technologique, soutenue par RESIF, permet de fournir de l'information en temps quasi-réel, essentielle pour la gestion des crises. L'afflux de données continues au

centre de collecte (noeud A-RAP), pour la distribution via les centres de distribution nationaux et internationaux nécessite la mise en place d'une architecture nouvelle, en phase de construction et de validation. Un objectif important pour cette année, toujours dans le souci de produire des données de

qualité, est de rédiger un cahier des charges définissant les procédures de validation des données continues, en concertation avec l'ensemble des participants à RESIF.

D'autre part, à l'heure de nombreuses discussions sur l'élaboration du portail de distribution de données RESIF, il

faut veiller à ce que la spécificité des données accélérométriques soit préservée : utilisateurs issus de communautés très diverses (chercheurs, ingénieurs du génie parasismiques,...), données

Source sismique Effets de directivité

Les effets de la directivité sont bien connus à basse fréquence. Néanmoins, une question reste ouverte pour les sismologues de la source : ces effets persistent-ils à haute fréquence? On peut penser que l'incohérence du processus de rupture à petite échelle tend à réduire les effets de directivité au-delà d'une certaine fréquence. Néanmoins ces phénomènes restent peu explorés, non seulement théoriquement, mais également du point de vue des observations.

Les données accélérométriques du séisme des «Saintes» du 21 novembre 2004 ($M_w=6.3$, mécanisme en faille normale), qui ont été enregistrées par les stations du RAP avec une bonne couverture azimutale, nous ont permis d'aller plus loin dans la compréhension de la dépendance fréquentielle des effets de directivité. Afin d'isoler les effets de source des effets de site et de propagation, nous avons appliqué une méthode de correction pour calculer les spectres source sur une large gamme fréquentielle (0.5-25 Hz). L'atténuation régionale (facteur de qualité) et les fonctions de site en chaque station (paramètre Kappa) avaient été estimées précédemment par une méthode d'inversion généralisée, utilisant des données RAP de petits séismes (Drouet et al. 2011).

En comparant les spectres sources pour différents azimuts, nous avons observé des effets de directivité significatifs jusqu'à 25 Hz,

événements. Il est donc essentiel de définir très clairement nos besoins (format des données, calcul de paramètres des mouvements du sol, informations sur les événements,...). Je compte sur l'aide de l'ensemble

de la communauté du RAP pour agir dans ce sens.

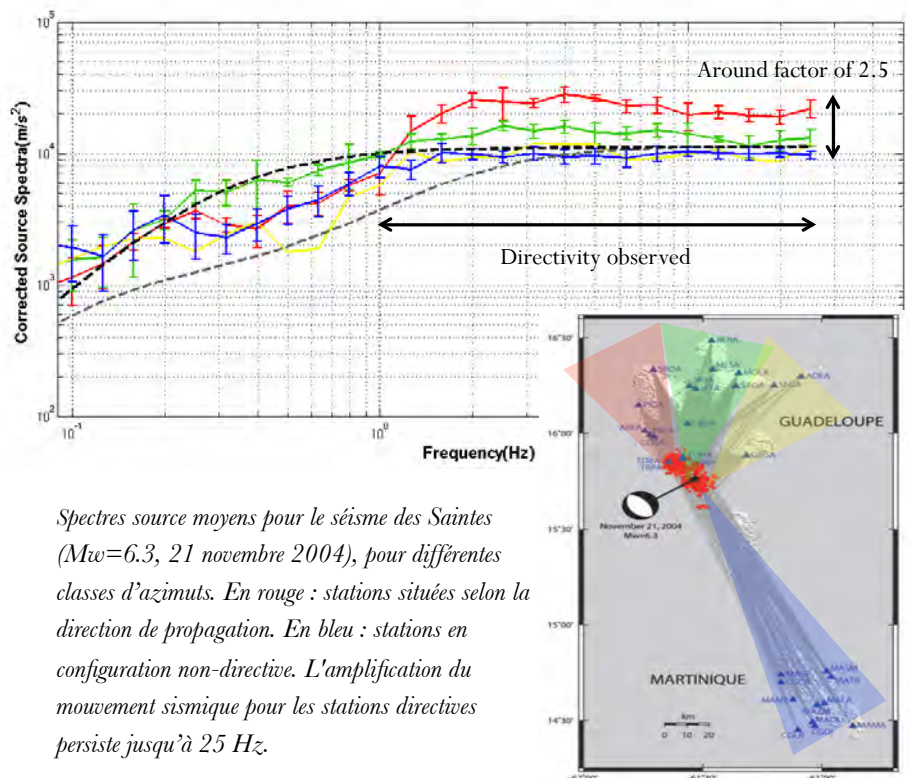
Mathieu Causse

avec un facteur d'amplification entre les stations directives et non-directive de l'ordre de 2.5. Ces résultats soulèvent la difficulté de prendre en compte les effets de directivité pour prédire le mouvement sismique. Comprendre leur dépendance fréquentielle est un enjeu important pour l'estimation de l'aléa sismique. Une fois de plus, nous voyons l'importance de l'analyse des données accélérométriques dans la compréhension du mécanisme de la rupture des séismes.

Extrait de : Shen Y-S. (2012). High Frequency Directivity Effects: Evidence From Les Saintes Records Analysis, Master Thesis, Université Joseph Fourier, Grenoble.

« Il est essentiel de disposer de données accélérométriques de qualité pour comprendre les effets de source comme la directivité. »

Yen Shin Shen
étudiante en Master 2 (MEEES) à ISTerre.



Spectres source moyens pour le séisme des Saintes ($M_w=6.3$, 21 novembre 2004), pour différentes classes d'azimuts. En rouge : stations situées selon la direction de propagation. En bleu : stations en configuration non-directive. L'amplification du mouvement sismique pour les stations directives persiste jusqu'à 25 Hz.

Prédiction du mouvement sismique Comment sélectionner les meilleurs modèles empiriques?

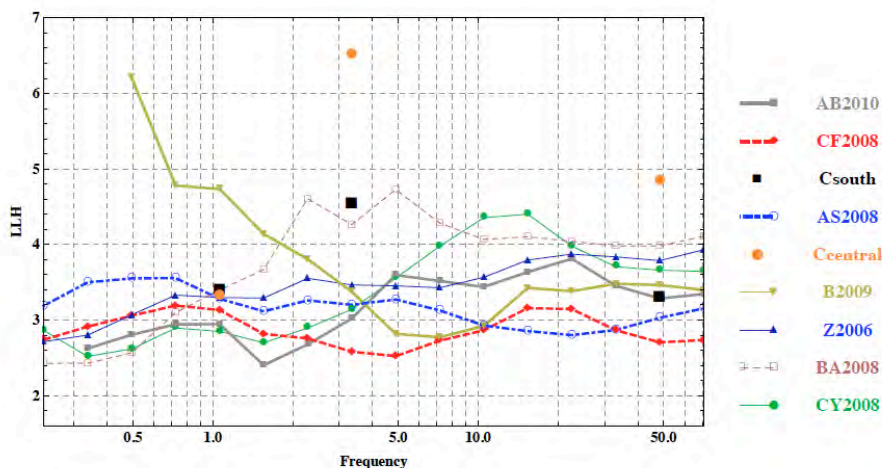
Les modèles de prédiction empirique du mouvement sismique sont une des composantes essentielles de l'estimation probabiliste de l'aléa. Dans les régions à faible sismicité, les seules données disponibles sont souvent des données de mouvement faible, et les modèles empiriques sélectionnés sont en général établis à partir de données étrangères. Bien que la plupart de ces modèles soient valides pour des séismes de magnitude supérieure à 5, la magnitude minimale prise en compte dans les études d'aléa pour les zones à faible sismicité est souvent inférieure à 5. Les études de déaggrégation montrent que cette gamme de magnitude contribue fortement à l'aléa sismique.

Cette étude propose la confrontation de plusieurs modèles empiriques à des données de mouvements faibles enregistrées en France métropolitaine par le RAP (191 enregistrements à des distances inférieures à

300 km, pour $3.8 < M_w < 4.5$), afin de sélectionner les modèles les plus adaptés. La méthode est basée sur la valeur du «loglikelihood» (LLH), proposée par Scherbaum et al. 2009. Pour le contexte de la France métropolitaine, les meilleurs modèles sont ceux proposés par Cauzi & Faccioli (2008), Akkar & Bommer (2010) et Abrahamson & Silva (2008), et ce pour toute la gamme de fréquences.

Par ailleurs, nous avons réalisé plusieurs tests à partir d'une grande base de données japonaise. Ils indiquent que 191 enregistrements sont bien suffisants pour obtenir des estimations stables du LLH. En revanche, le classement des modèles empiriques est partiellement modifié si des données de magnitude supérieure (5-7) sont utilisées.

Extrait de : Beauval, C., H. Tazan, A. Laurendeau, E. Delavaud, F. Cotton, P. Guéguen and N. Kuehn (2012). On the testing of ground-motion prediction equations against small magnitude data, Bull. Seismol. Soc. Am., in press.



Quantification de l'accord entre les données du RAP et différents modèles de prédiction empiriques, selon la valeur du LLH. Les modèles testés sont : Akkar and Bommer 2010, Cauzzi and Faccioli 2008, Chiou et al. 2010 (southern), Abrahamson and Silva 2008, Chiou et al. 2010 (central), Bindi et al. 2009, Zhao et al. 2006, Boore and Atkinson 2008, Chiou and Youngs 2008.



Centre de Découverte des Sciences de la Terre

Ce bâtiment situé à Saint Pierre (Martinique) est équipé d'appuis parasismiques. Il n'a pas été endommagé lors du séisme de 2007.

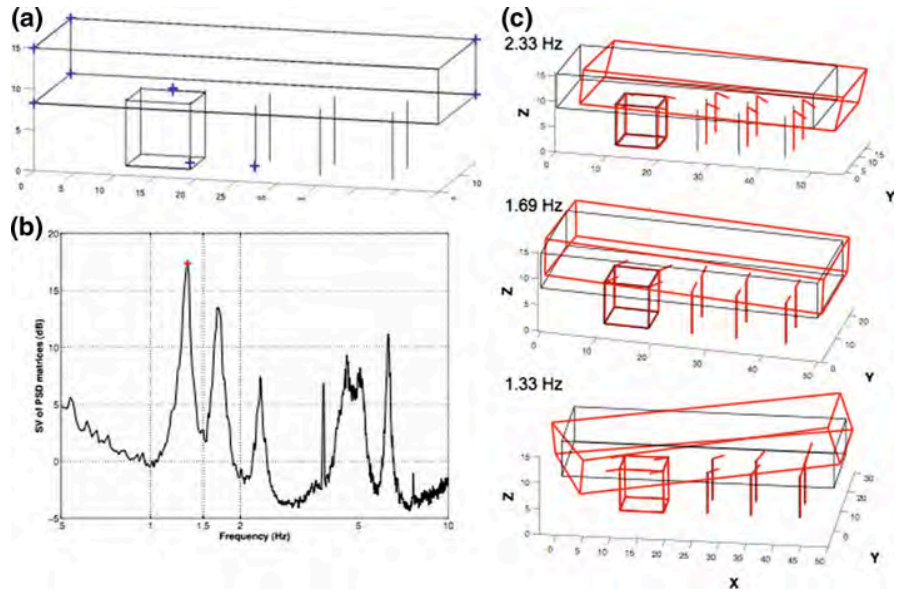
Réponse sismique des bâtiments Effets des appuis parasismiques

Les appuis parasismiques sont couramment utilisés pour limiter les déformations au sein des structures lors des séismes. Dans cette étude, j'analyse la réponse du Centre de Découverte des Sciences de la Terre (Martinique) lors du séisme de Martinique du 20 novembre 2007 ($M_w=7.3$), ainsi que d'autres événements récents de magnitudes

inférieures ($M_w \sim 4-5$). Ce bâtiment, qui a été doté d'appuis parasismiques, n'a pas subi de dommages importants.

Une analyse modale du bâtiment à d'abord été menée en utilisant les vibrations ambiantes. Cette analyse montre que dans le domaine élastique (faible sollicitation), la structure vibre selon 3 principaux modes : un mode de torsions et 2 modes de flexion. Les fréquences de ces modes sont celles des appuis parasismiques.

Depuis 2005, le bâtiment est équipé de 2 capteurs accélérométriques RAP, l'un en champ libre, en dehors du bâtiment, et l'autre dans la structure, au-dessus des appuis parasismiques. L'analyse temps-fréquence des enregistrements montre que pour un séisme modéré, l'énergie oscille autour des 3 fréquences des modes de vibrations élastiques du bâtiments. En revanche, pour le séisme du 20 novembre (Mw=7.3), on observe une chute de fréquence de l'ordre de 20%. Cette chute indique qu'au-delà d'une certaine sollicitation, les appuis parasismiques entrent dans le domaine non-linéaire, contribuant à diminuer les efforts au sein du bâtiment. Après le séisme, les fréquences dominantes reviennent à leur niveau avant sollicitation, ce qui signifie que le bâtiment n'a pas été endommagé.



Analyse modale du Centre de Découverte des Sciences de la Terre (Martinique) par utilisation du bruit de fond ambiant. (a) Localisation des capteurs de bruit de fond; (b) Calcul des valeurs singulières (Frequency Domain Decomposition method); (c) Résultats de l'analyse modale, montrant un mode de torsion et 2

Extrait de : Guéguen, P. (2012). Experimental analysis of the seismic response of one base-isolation building according to different levels of shaking: example of the Martinique earthquake (2007/11/29) Mw 7.3, Bull. Earthquake Eng., 10(4), 1285-1298.

Risque sismique

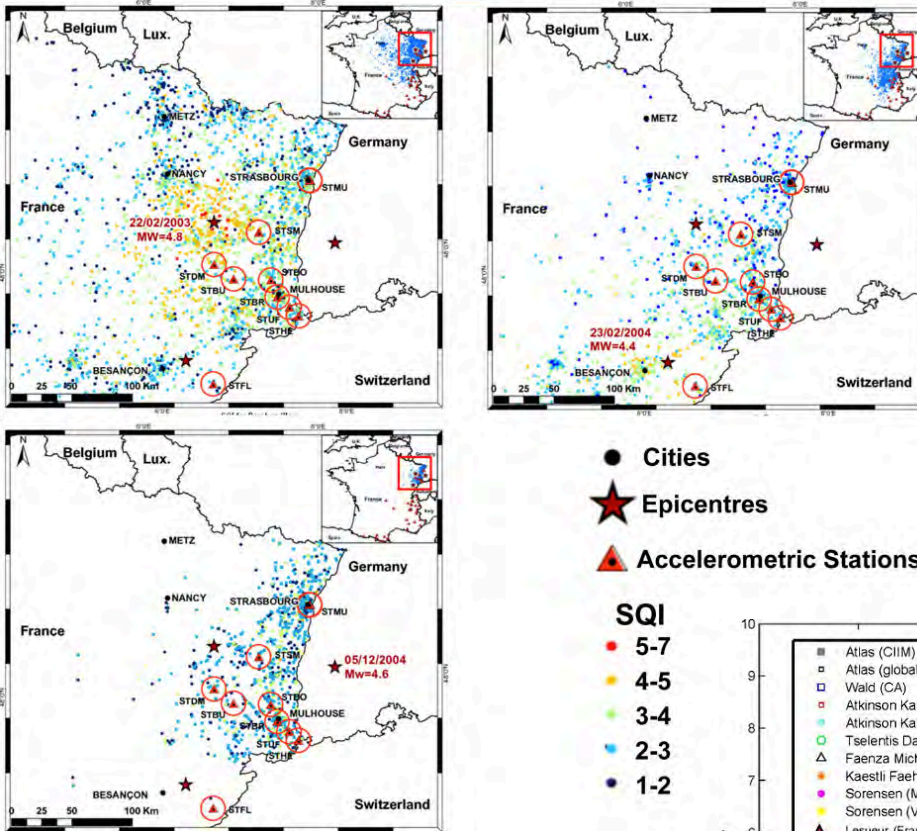
Relation entre mouvements du sol et intensités macrosismiques

Dans cette étude, nous comparons données de mouvements du sol et observations macrosismiques pour 3 séismes de magnitude Mw 4.5 qui se sont produits dans le nord-est de la France et dans le sud-ouest de l'Allemagne, en 2003 et 2004. Les données de mouvement sismique ont été enregistrées par 9 stations accélérométriques situées entre 29 et 180 km des épicentres. Les données macrosismiques sont basées sur des questionnaires mis en ligne sur Internet. Parmi les questions posées, nous avons identifié 4 principaux champs, reliés à des phénomènes physiques différents : (1) «vibrations de petits objets», (2) «déplacement et chute d'objets», (3) «bruit acoustique, (4) «ressenti personnel».

Les meilleurs corrélations entre observations instrumentales et macrosismiques sont obtenues quand les paramètres macrosismiques sont moyennés sur un rayon de 10 km autour des stations. Les modèles publiés reliant intensité et PGV sont en accord avec nos observations, ce qui n'est pas le cas pour les modèles

reliant intensité et PGA. La corrélation entre données instrumentales et macrosismiques pour les intensités entre II et V (EMS-98) est meilleure pour le PGV que pour le PGA. La corrélation avec l'accélération spectrale dépend fortement de la fréquence pour l'ensemble des paramètres macrosismiques. Elle est bonne entre 1 et 10 Hz, c'est-à-dire dans la gamme de fréquence de résonance de la plupart des bâtiments. c'est aussi dans cette gamme que le mouvement sismique contient le plus d'énergie. Entre 10 et 25 Hz, la corrélation est beaucoup plus faible, dû à un plus faible niveau d'énergie, un niveau de bruit élevé et une forte variabilité des conditions de site.

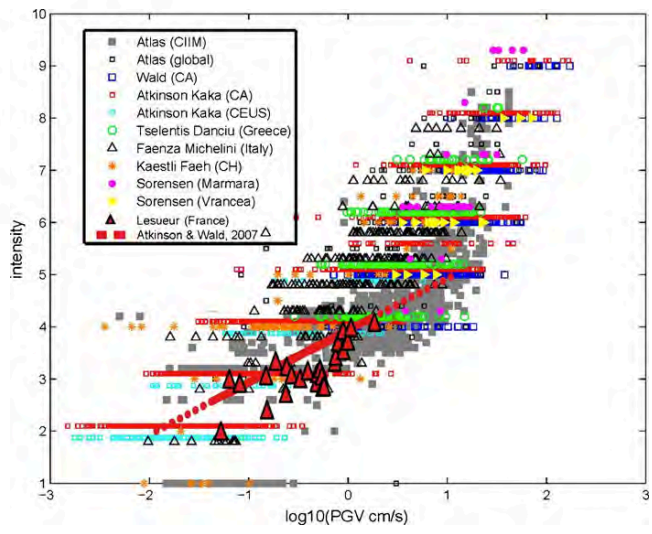
Extrait de : Lesueur, C., M. cara, O. Scotti, A. Schlupp and C. Sira (2012). Linking ground motion measurements and macroseismic observations in France: a case study based on accelerometric and macro seismic databases, J. Seismol., DOI 10. 1007/s10950-012-9319-2.



Chloé Lesueur est docteur depuis septembre 2011 (EOST). Ses travaux sur les liens entre mouvements du sol et intensités macrosismiques ont été financés par le RAP.



Zone d'étude de la corrélation entre mouvements du sol et intensités macrosismiques. 3 séismes sont considérés : Rambervilliers (22/03/2003), Roulans (23/02/2004) et Waldkirch (05/12/2004). Les points indiquent les valeurs du SQI (Single Questionnaire Intensities). Cette valeur est fondée sur l'analyse de questionnaires décrivant le ressenti des individus, collectés par le BCSEF. Les triangles indiquent la position des capteurs accéléro-métriques RAP.



Intensités en fonction de log(PGV). Nos observations (triangles rouges) sont comparées aux données compilées par Cua et al. (2010), ainsi qu'au modèle proposé par Atkinson and Wald (2007).

Instrumentation Première station RAP-OMIV

Par Mickaël Langlais
La première station RAP-OMIV (Observatoire Multidisciplinaire des Instabilités de Versant) a été installée sur le glissement de terrain de Séchilienne. Il s'agit d'OGS2, station autonome (solaire), transmettant ses données par 3G. C'est la première station permanente utilisant un numériseur Nanometrics (station Taurus), ce qui nécessitera une période de prise en main des logiciels de récupération des données (suite Apollo). D'ors et déjà, les données arrivent à ISTerre via un PC hébergeant la suite Apollo. Les données y sont archivées en format miniseed. Les données temps réel sont transmises vers le serveur seedlink du noeud A RESIF-RAP. Cette nouvelle infrastructure est en phase de construction. Les logiciels Nanometrics restent à valider afin de garantir une bonne réception des données.



Glissement de Séchilienne (Isère)
au sommet duquel a été installée la première station RAP-OMIV

Une nouvelle station de référence pour Géoazur

Par **Didier Brunel**

Jusqu'en 2009, la station de référence à Nice est NBOR, située dans la batterie militaire de la Marine nationale dans le fort du Mont Boron. Depuis, ce site appartient à la Mairie du Nice, qui projette d'y créer un espace dédié à l'architecture. Nous avons alors été contraints de démonter NBOR, jusqu'à la mise en place d'une nouvelle convention quand les travaux seront finis.

En conséquence, nous avons décidé d'adopter comme nouvelle station de référence une station au rocher installée par Michel Pernoud (CETE Méditerranée) à proximité de NBOR. Son passage en «temps réel» est prévu prochainement. Un capteur accélérométrique Episensor sera installé et nous envisageons de préserver un capteur vélocimétrique. La station s'appelle NCER, en référence à l'ancien nom du bâtiment qui hébergeait le CERBOM, laboratoire de recherches marines.



Nouvelle station de référence pour le RAP-GEOAZUR

Elle es située au rocher dans une annexe du tribunal administratif de Nice.

La lettre d'information du RAP

La lettre d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS-RAP en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP. Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques et les rapports d'installation.

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - ISTERRE - BP 53 -38041 Grenoble Cedex 9
 Tél : 04 76 63 51 73 - Fax : 04 76 63 52 52
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>



Vous pouvez envoyer vos annonces de thèse, d'événements, ou proposez une communication en contactant Mathieu Causse - mathieu.causse@ujf-grenoble.fr



Réseau Accélérométrique Permanent

Sommaire

Page 1 : enregistrements du séisme d'Aucun (31/12/2012).

Page 2 : séisme de Barcelonnette (26/02/2012) et effets de directivité.

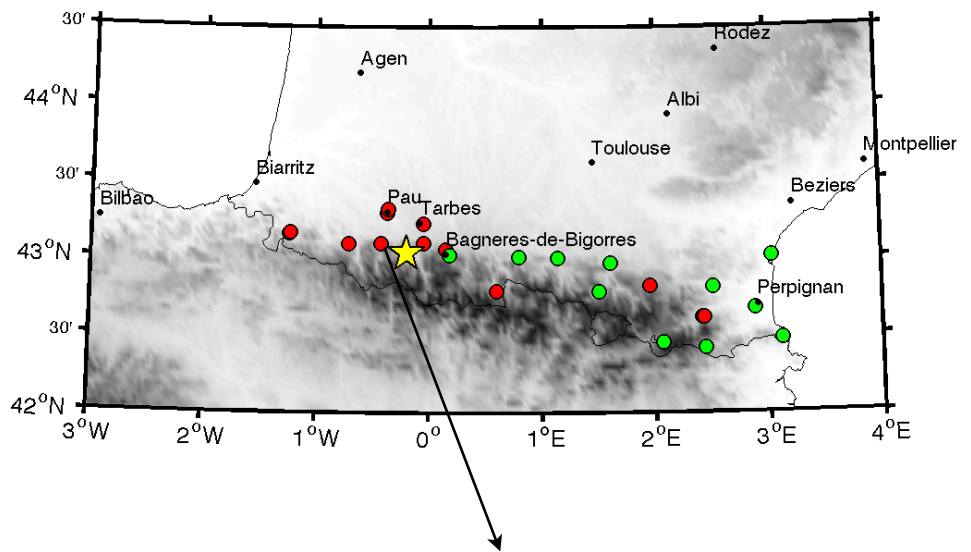
Page 3 : vulnérabilité sismique des bâtiments.

Pages 4-6 : résultats des projets de recherche financés par le RAP (Appel d'Offre 2011).

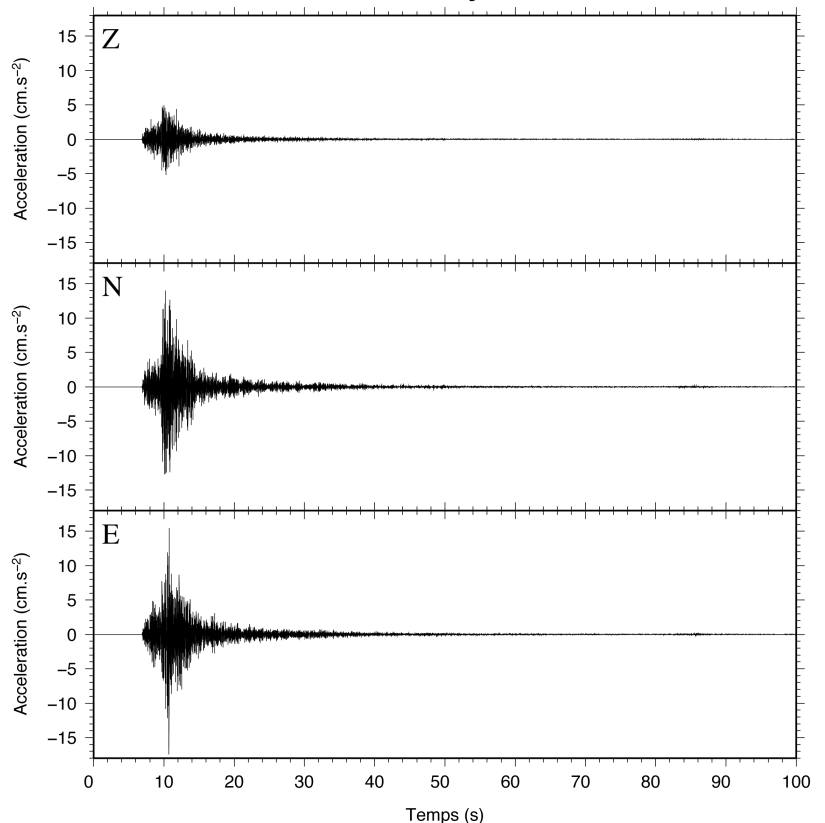
Page 6 : distribution des données.

Un séisme de magnitude 4.9 (M_L RéNass) s'est produit le 30 décembre 2012 à 23:35:00 heure UTC à proximité d'Aucun, à la limite entre les départements des Hautes-Pyrénées et des Pyrénées-Atlantiques. Il a été détecté par un grand nombre de stations du RAP (réseaux régionaux RAP-OMP, en rouge, et RAP-BRGM, en vert). Les plus fortes accélérations ont été enregistrées à la station PYAD (Figure du bas, source Marie Calvet, OMP).

**Séisme d'Aucun (Pyrénées)
31 décembre 2012**



Station d'Arudy – PYAD



Séisme de Barcelonnette 26/02/2012, Mw=4.1 Effets de directivité de la source

La directivité de la rupture des séismes est un effet de source jouant un rôle important sur les mouvements du sol et la répartition des dégâts. Les mouvements du sol enregistrés aux stations voyant la rupture arriver sont caractérisés par une durée apparente plus courte et une amplitude plus élevée. Ces effets ont été largement étudiés pour les séismes forts et modérés, mais beaucoup moins pour les petits séismes qui sont encore souvent considérés comme des points source.

Le séisme du 26 février 2012 (Mw=4.1) enregistré dans les Alpes du sud près de Barcelonnette (vallée de l'Ubaye), a été bien ressenti par la population à Nice, mais beaucoup moins à Grenoble. Les deux villes sont pourtant toutes deux situées à 100 km de l'épicentre. Cette différence est bien corrélée avec les valeurs des PGA enregistrés par les stations du RAP, et se voit clairement sur les données macrosismiques.

Une analyse de déconvolution des enregistrements du choc principal par une réplique, utilisée comme fonction de Green empirique (stations du réseau large-bande RLBP), montre que la rupture s'est propagée du nord au sud, sur une longueur d'environ 2 km, et avec une chute de contrainte d'environ 0.6 MPa.

Valeurs des PGA enregistrés par les stations du RAP (stations RAP-AZUR en vert et RAP-ISTERRE en rouge), en fonction de la distance hypocentrale. Ces valeurs sont comparées au modèle empirique de Akkar et Bommer 2010 (médiane +/- écart-type). Les accélérogrammes correspondent à des stations au rocher. L'amplitude plus forte observée à Nice par rapport à Grenoble (facteur 8) est due à la directivité de la rupture.

Cette étude montre que les effets de directivité de la rupture peuvent contrôler l'intensité ressentie par la population, même dans le cas des petits séismes, où la longueur de la rupture est négligeable devant la distance au séisme.

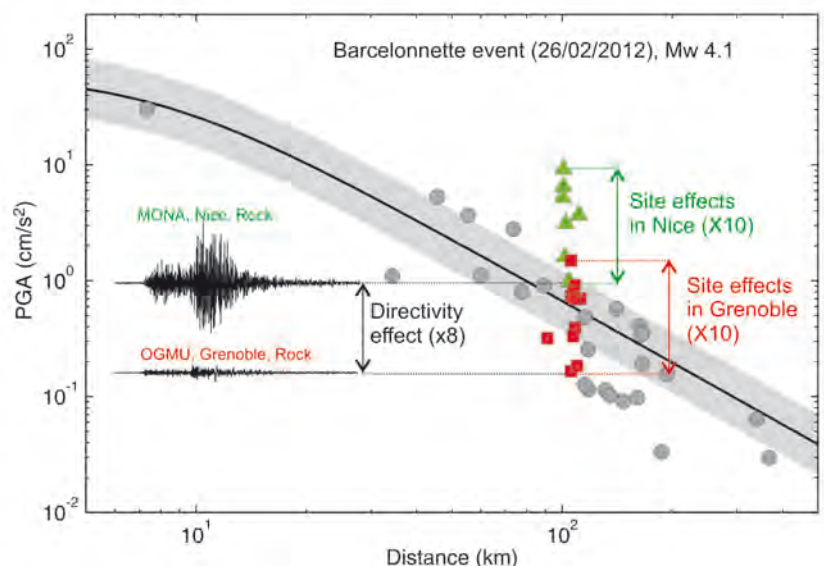
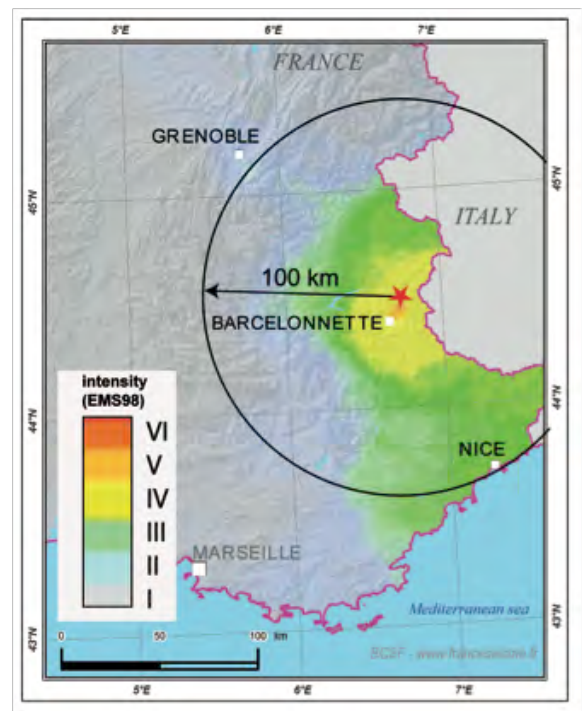
Extrait de : Courboulex, F., A. Dujardin, M. Vallée, B. Delouis, C. Sira, A. Deschamps, L. Honoré. High frequency directivity effect for an Mw 4.1 earthquake, widely felt by the population, submitted to *Geophysical Research Letters*.

Intensités macrosismiques (source BCSF). L'épicentre est indiqué par l'étoile rouge. Le séisme a été nettement plus ressenti au sud qu'au nord, ce qui est très clair si l'on compare les intensités pour les villes de Nice et Grenoble.

« Les effets de directivité peuvent contrôler l'intensité ressentie par la population lors de petits séismes. »



Françoise Courboulex
Géoazur, CNRS



Vulnérabilité sismique des bâtiments

Estimation à partir de mesures *in situ*

Les enregistrements *in situ* réalisés dans une structure de génie civil permettent d'obtenir les caractéristiques modales, à savoir fréquences propres, déformées et amortissements. Le modèle de comportement dynamique obtenu, valable en cas de petites déformations, peut être ensuite utilisé pour estimer la vulnérabilité sismique du bâtiment en établissant des courbes de fragilité. Un enjeu important est de diminuer les incertitudes qui entrent en jeu dans la construction de ces courbes, et qui proviennent de trois sources : (1) une incertitude liée de l'aléa sismique, relative à un indicateur de nocivité ; (2) une incertitude liée au modèle ; (3) une incertitude liée au seuil d'intégrité du niveau de dommage, relative à l'indicateur d'endommagement choisi.

Afin d'analyser les incertitudes dans les courbes de fragilité, nous proposons une méthodologie en 3 points : (1) ajustement du modèle de comportement de la structure (poutre de Timoshenko) aux données *in situ* ; (2) calcul de la réponse de la structure à une base de données d'accélérogrammes synthétiques (software SIMQKE adapté, utilisant les données RAP de petits séismes adaptées aux spectres réglementaires EC8), représentés par de nombreux indicateurs (*PGA*, *PGV*, $S_d(f)$...) ; (3) construction des courbes de fragilité en calculant la déformation inter-étage, reliée à l'état de

dommage (méthodologie Hazus). La structure testée est la tour BDR de Bucharest (Roumanie). L'incertitude relative à l'aléa sismique obtenue est de 0.019 (en considérant $S_d(f_{fondamentale})$ comme indicateur de nocivité), et l'incertitude relative au modèle de structure est de 0.028. Ceci implique une incertitude totale de ~ 0.4 , ce qui reste faible par rapport la valeur 0.7 proposée dans la méthodologie Hazus pour l'incertitude totale.

Cette étude souligne l'importance des mesures *in situ* dans les structures pour l'établissement de courbes de fragilité robustes.

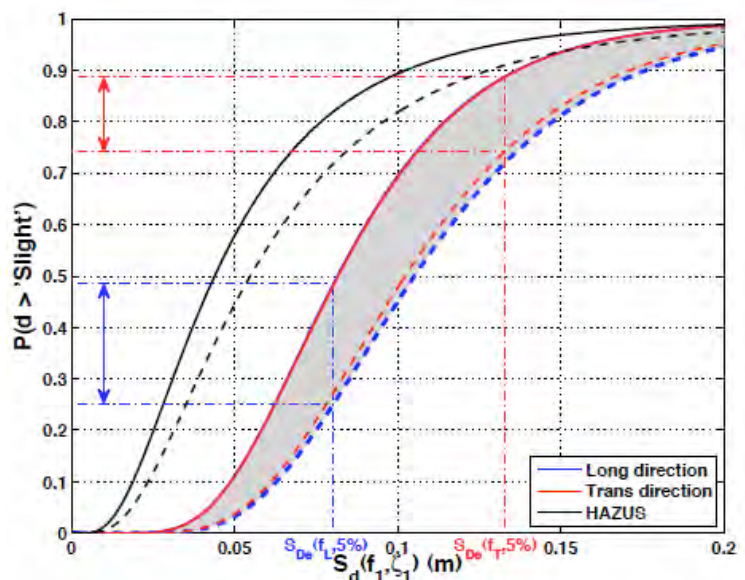
Extrait de : Matthieu Perrault (2012). Evaluation de la vulnérabilité sismique de bâtiments à partir de mesures *in situ*. Thèse de Doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

« Les mesures *in situ* dans les structures sont essentielles pour réduire les incertitudes dans l'estimation de la vulnérabilité sismique »

Matthieu Perrault
ISTerre, thèse soutenue le 25 janvier 2013.



Bâtiment instrumenté : tour BRD (Société Générale) de Bucharest (Roumanie). Deux capteurs accélérométriques ont été installés en 2003 : un à la base du bâtiment et l'autre au sommet (Japan International Cooperation Agency).



Courbes de fragilités obtenues à la Tour BRD de Bucharest (en rouge et bleu), considérant 2 types de bâtiments défini par FEMA (2003) (trait plein : concrete shear walls structure ; trait pointillé : concrete moment frame structure). La courbe en noir représente les courbes fournies par FEMA.

Projets de recherche financés par le RAP

Suite à l'Appel d'Offre lancé en septembre 2011, 3 projets de recherche ont été financés par la RAP, pour

un montant total de 24 000 euros. Les rapports de fin de projet ont été déposés à la direction du RAP fin 2012.

Variabilité des mouvements du sol sur un site spécifique

Objectif

Le calcul du mouvement sismique en un site donné pour un scénario de séisme futur est une étape fondamentale dans l'estimation du risque sismique. Actuellement, un des enjeux fondamentaux est la détermination de la variabilité du mouvement sismique au site d'étude pour un séisme d'une magnitude donnée. Cette variabilité est souvent attribuée à la variabilité naturelle de la source, c'est à dire du processus de rupture sur la faille. Dans ce projet, nous proposons d'analyser la variabilité du mouvement sismique en fonction des conditions de site spécifiques.

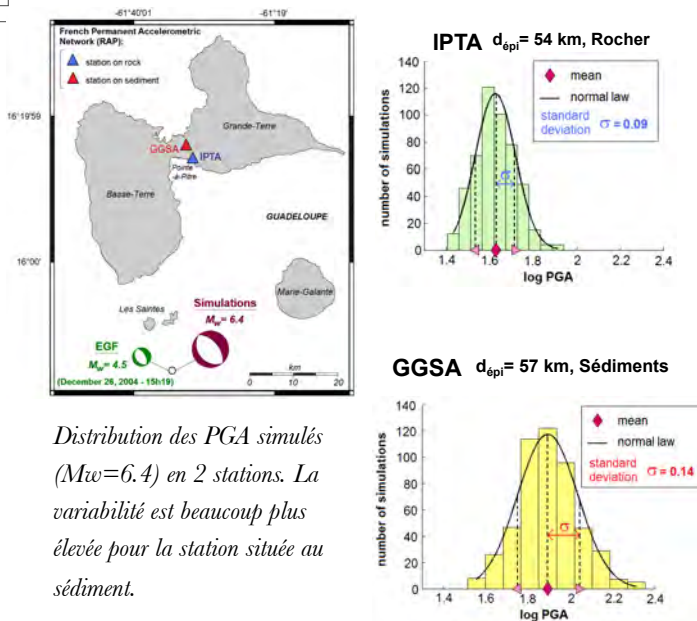
Méthode

Nous avons utilisé la technique des fonctions de Green empiriques pour simuler en différents sites un ensemble d'accélérogrammes synthétiques. Cette approche permet de générer un grand nombre de fonctions source synthétiques, représentant la variabilité de la source, puis de synthétiser des sismogrammes réalistes en un site donné, à partir d'un enregistrement de petit séisme en ce site. Nous avons simulé en 10 sites un ensemble de séismes de magnitude $M_w=6.4$ (500 scénarios de rupture) se produisant sur la faille à l'origine du séisme des Saintes du 21 Novembre 2004 (Guadeloupe), à partir d'un séisme de magnitude $M_w=4.5$, utilisé comme fonction de Green empirique. Nous avons ensuite analysé la variabilité du mouvement sismique en fonction du site.

Résultats

L'analyse de la distribution des PGA montre que la variabilité du mouvement sismique varie en fonction des conditions de site. En particulier, la comparaison entre 2 stations, l'une située au rocher, et l'autre au sédiment, à des distances épacentrales équivalentes, suggère que la variabilité est plus forte pour les stations sujettes aux effets de site.

Participants : Collaboration Géoazur / CETE Méditerranée : Laëtitia Honoré, Françoise Courboux, Julie Régnier, Etienne Bertrand, Jérôme Salichon.



Distribution des PGA simulés ($M_w=6.4$) en 2 stations. La variabilité est beaucoup plus élevée pour la station située au sédiment.

Influence de la variabilité du milieu et de la sollicitation sismique sur l'évaluation des effets de site

Objectif

Le mouvement sismique enregistré en surface peut être significativement modifié par les conditions locales de site et par la sollicitation sismique incidente. Dans le cadre de la prédiction du mouvement sismique via des modélisations numériques, les incertitudes sur les paramètres d'entrée doivent être prises en compte afin de quantifier de façon robuste leur influence. Dans cette étude, nous explorons la variabilité du mouvement sismique en surface en fonction de :

- la variabilité de la sollicitation sismique, en utilisant 57 accélérogrammes, variables en terme d'accélération maximale, du contenu fréquentiel et de la durée ;
- la variabilité des propriétés du milieu, au travers de la variation des paramètres du milieu géologique (profil de vitesse et propriétés non linéaires du sol), de la variabilité de ces paramètres (écart type et longueur de corrélation du profil de vitesse).

Cette méthode est appliquée à un modèle de vitesse unidimensionnel correspondant aux propriétés du sol à

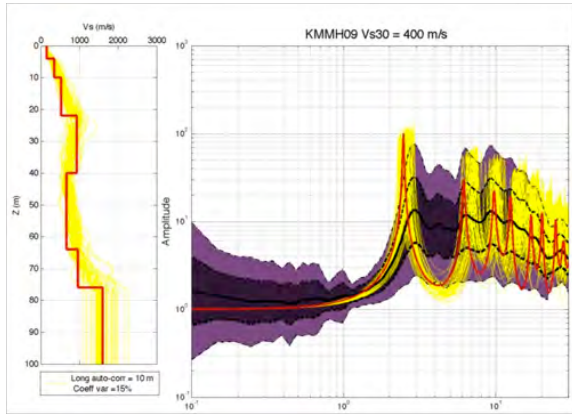
l'aplomb d'une station du réseau KiK-Net au Japon (IWTH08.) Les simulations numériques sont réalisées à l'aide du code numérique NOAH, modélisant la propagation des ondes SH dans un milieu unidimensionnel non linéaire.

Résultats

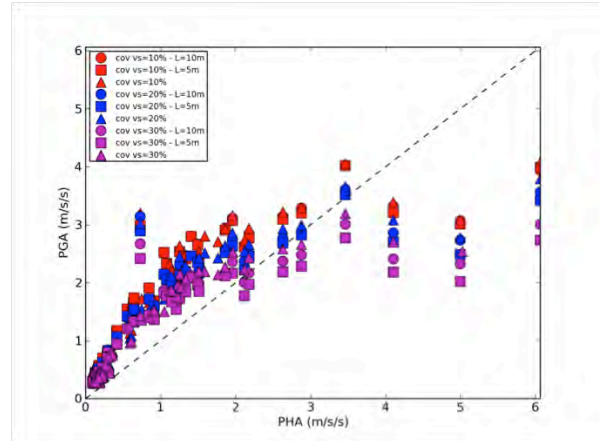
Cette étude a montré que lorsque l'on ajoute de la variabilité au profil de vitesse et aux paramètres non-linéaires (augmentation des coefficients de variation ou diminution des longueurs de corrélation), la variabilité du PGA en surface augmente et la valeur moyenne diminue. Cela indique que l'introduction de la

variabilité des paramètres n'est pas nécessairement (en valeur moyenne) conservative. Cela montre d'une part qu'il faut être extrêmement prudent lors du choix des coefficients de variation et des longueurs de corrélation et d'autre part qu'il est nécessaire que les résultats en surface soient interprétés non seulement en tant que valeur moyenne mais aussi en prenant en compte la variabilité associée.

Participants : Céline Gélis (IRSN), Fernando Lopez-Caballero (Ecole Centrale Paris), Julie Régnier (CETE Méditerranée), Fabian Bonilla (IFSTTAR).



Comparaison des fonctions de transferts calculées à partir des modèles de vitesse probabilistes (courbes jaunes) et estimées à partir d'enregistrements de séismes (courbes violettes).

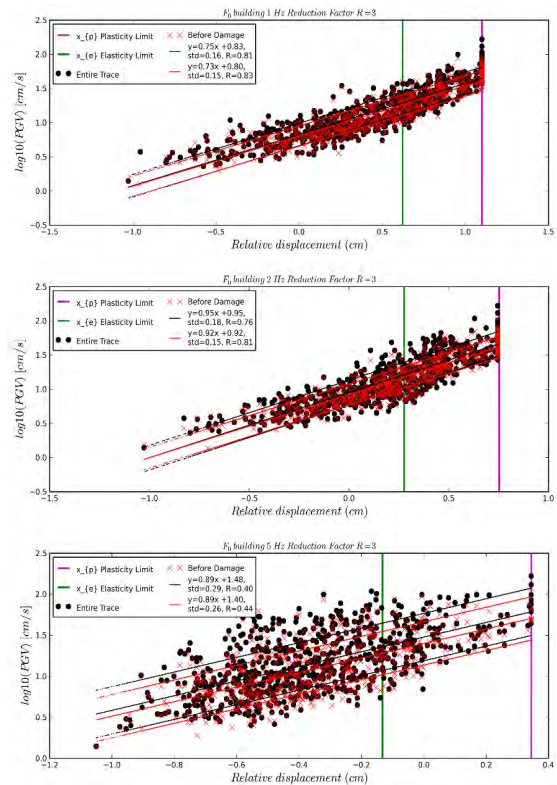


Variation du PGA en surface en fonction du PHA (PGA calculé au rocher affleurant), pour différents coefficients de variation et longueurs de corrélation du profil de vitesse.

Etude du caractère nocif du mouvement sismique

Objectif

L'objectif de ce projet est d'analyser la nocivité des signaux sismiques, autrement dit de déterminer les relations entre les paramètres décrivant le mouvement sismique et les indicateurs d'endommagement des structures. La première étape a consisté en la création d'une base d'accélérogrammes (réels et synthétiques) et l'évaluation de paramètres descriptifs du mouvement du sol. Nous avons ensuite choisi les modèles de comportement des structures (6 modèles de type Takeda). L'indicateur d'endommagement considéré est la déformation inter-étage. Sur la base de ces données préparatoires, le cœur du projet a été l'analyse de la corrélation entre les paramètres descriptifs du mouvement du sol et le niveau d'endommagement des structures à partir d'une analyse en composantes principales (PCA).



Corrélation entre le PGV (pic de vitesse du sol), et la déformation inter-étage (indicateur d'endommagement) pour 3 modèles de structure de type Takeda, résonant à 1, 2 et 5 Hz.

Résultats

L'analyse PCA révèle que :

- les paramètres du mouvement sismique les mieux corrélés à l'endommagement dépendent fortement du modèle de structure,
- le PGA n'est pas bien corrélé à l'endommagement sauf dans la région plastique,
- le PGV est bien corrélé à l'endommagement pour les structures à basse fréquence de résonance,

- le PSA à la fréquence de résonance du bâtiment n'est pas indiqué pour l'étude de structures qui gardent un comportement linéaire,
- Il n'existe pas de réelle dépendance du couple magnitude-distance vis-à-vis de l'endommagement. Les bâtiments sont aussi bien endommagés par des séismes moyens (magnitude 4.5-5) que par des séismes forts (magnitude de l'ordre de 7) à différentes distances.

Distribution des données via EIDA (European Integrated Data Archive)

La participation aux projets européens Neries, puis NERA (2010-2014), a permis au RAP une très bonne intégration au niveau européen. Les données accélérométriques du RAP sont désormais accessibles via le portail de distribution de l'archive de données européennes EIDA (<http://www.webdc.eu>).

L'ensemble des données des stations du RAP fonctionnant en mode continu y sont accessibles. Une

requête par événement permet d'obtenir les événements inclus dans catalogue du CSEM en temps quasi réel. Les événements enregistrés par les stations RAP en mode déclenché depuis 1995 sont également accessibles.

Nous remercions en particulier Pierre Volcke et Catherine Péquignat pour ce travail, et encourageons la communauté du RAP à utiliser ce nouveau canal de distribution des données accélérométriques.

La lettre d'information du RAP

La lettre d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS-RAP en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP. Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques et les rapports d'installation.

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - ISTERRE - BP 53 -38041 Grenoble Cedex 9
Tél : 04 76 63 51 73 - Fax : 04 76 63 52 52
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>



Vous pouvez envoyer vos annonces de thèse, d'événements, ou proposez une communication en contactant Mathieu Causse - mathieu.causse@ujf-grenoble.fr



Réseau Accélérométrique Permanent

Sommaire

Page 1 : enregistrements du séisme d'Annecy (06/04/2013, $M_L=2.7$).

Page 2 : suivi de l'intégrité structurelle des bâtiments.

Page 3 : apport des vibrations ambiantes dans les études post-sismiques.

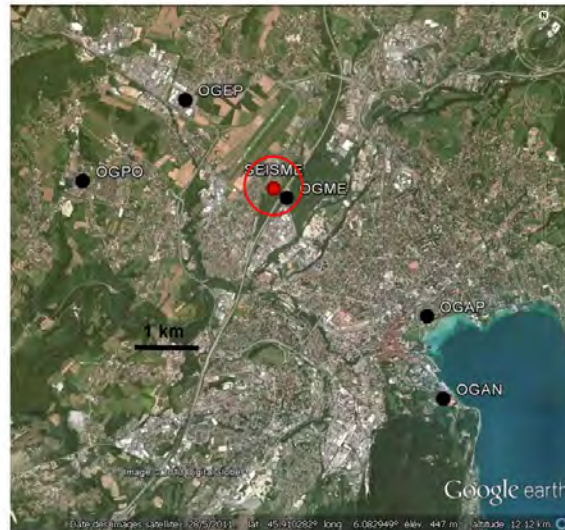
Pages 3-4 : prédiction du mouvement sismique pour les régions à faible sismicité.

Page 4 : atténuation des ondes dans les Pyrénées.

Page 5 : prédiction du mouvement sismique par fonctions de Green empiriques.

Composante EW de l'accélération (en cm/s^2) enregistrée aux 5 stations locales du RAP. Les distances épicentrales sont inférieures à 5km. A noter que la station OGME se trouve à moins d'un kilomètre de l'épicentre (en tenant compte des incertitudes sur la localisation).

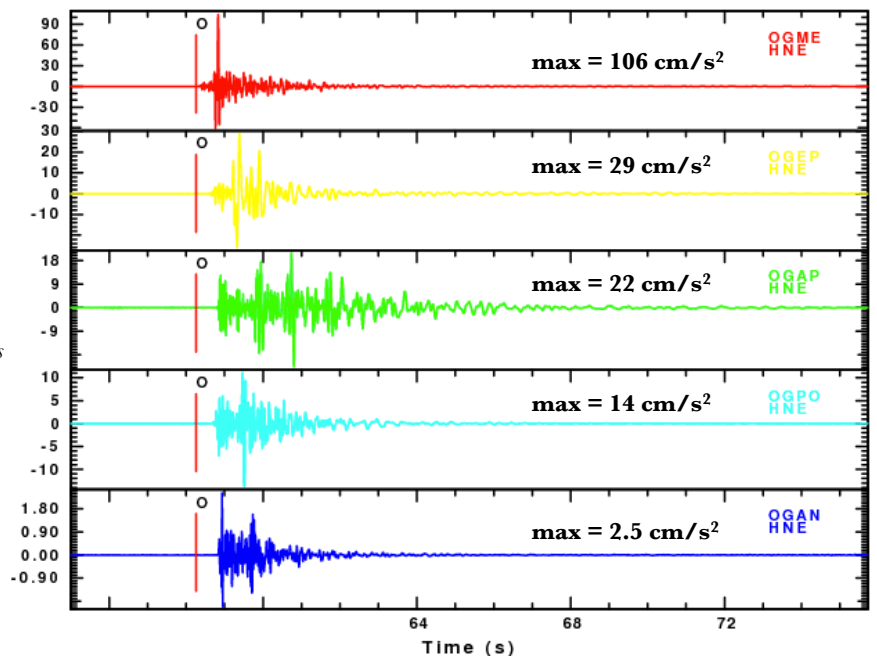
Source: Emmanuel Chaljub.



Localisation des stations RAP de l'agglomération de Annecy et de l'épicentre du séisme du 6 avril 2013 (location Sismalp). Le cercle rouge indique l'ordre de grandeur de l'incertitude sur la localisation de l'épicentre, de l'ordre d'un demi kilomètre.

Source : Emmanuel Chaljub.

Un séisme de magnitude 2.7 (M_L Sismalp) est survenu le 6 avril 2007 à Annecy. Bien que de faible magnitude, il a été largement ressenti par la population locale et bien enregistré par 5 stations du RAP, installées dans l'agglomération de Annecy à la suite du séisme d'Epagny du 15 juillet 1996. L'ensemble des stations accélérométriques se trouve dans un rayon de 5km autour de l'épicentre, apportant des informations très utiles notamment pour la prédiction des mouvements générés par un plus fort séisme qui se produirait sur la même faille sismique.



Analyse des structures

Suivi de l'intégrité structurelle des bâtiments

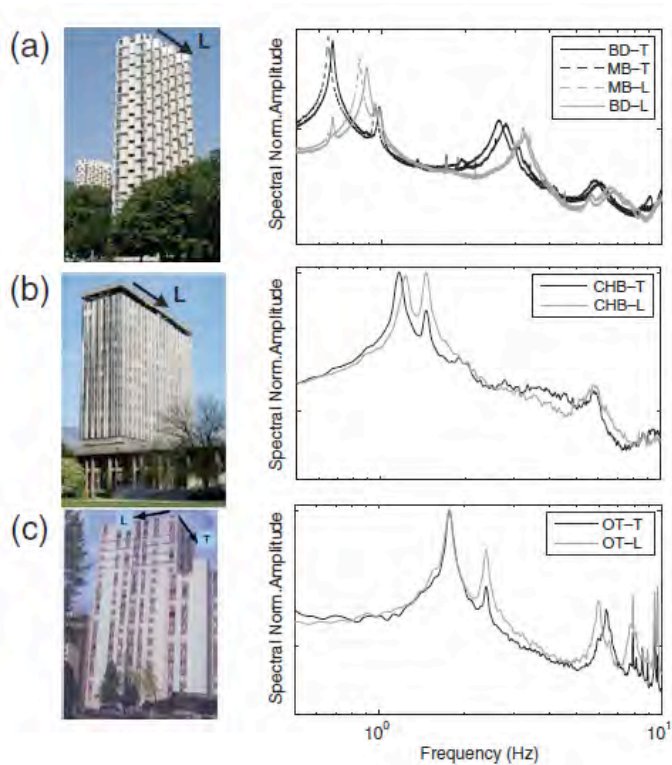
Le suivi de l'intégrité des bâtiments existants (Structural Health Monitoring) est un sujet en plein essor. Ceci s'explique par la complexité des bâtiments à analyser, leur vieillissement, et la nécessité de mettre en place des méthodes rapides et fiables pour évaluer les structures après un événement extrême. Grâce au développement des réseaux permanents de stations en mode continu et « temps réel », les vibrations ambiantes peuvent être utilisées pour le suivi de certains paramètres dynamiques des bâtiments.

Cette étude porte sur les variations à long terme de la fréquence et de l'amortissement de plusieurs bâtiments. La technique du décrétement aléatoire a permis de montrer que les variations de paramètres modaux sont essentiellement contrôlées par des changements de la température extérieure. La corrélation entre la fréquence et la température dépend néanmoins du bâtiment étudié. Dans le cas des tours de l'Ile Verte à Grenoble, la corrélation est positive. Pour l'Hôtel de Ville de Grenoble, fréquence et température sont anti-corrélées. Enfin, la tour de l'Ophite

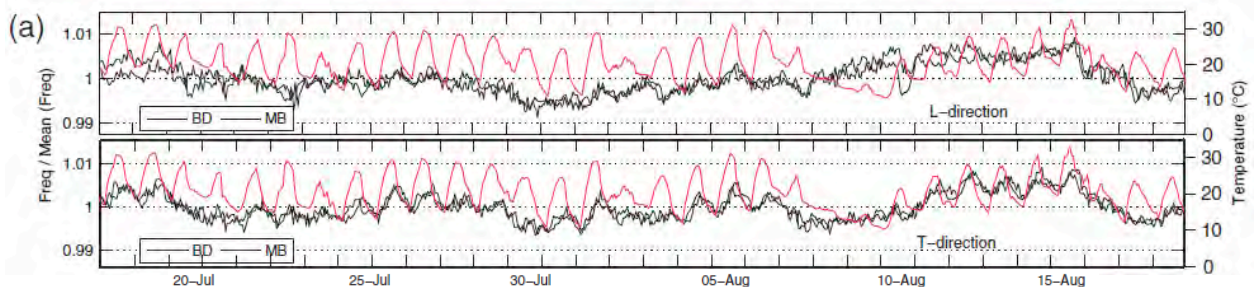
à Lourdes présente les deux comportements, la tendance changeant entre les mois les plus froids et les plus chauds.

Extrait de : Mikael, A., P. Guéguen, P.Y. Bard, P. Roux, M. Langlais (2013). The analysis of long-term frequency and damping wandering in buildings using the random decrement technique, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 103, 236-246.

L'analyse des vibrations ambiantes permet le suivi des paramètres dynamiques des bâtiments.

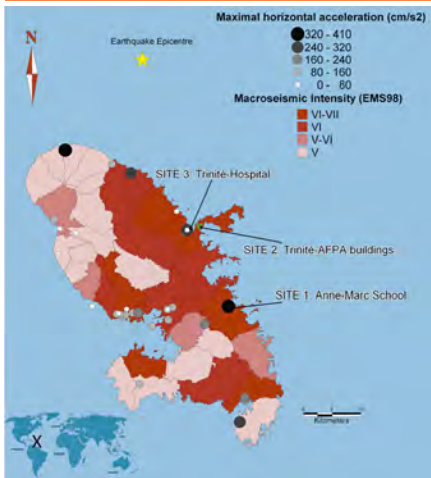


Analyse spectrale des bâtiments par utilisation des vibrations ambiantes: (a) tours de l'Ile Verte (Mont-Blanc MB et Belledonne BD); (b) Hôtel de Ville de Grenoble; (c) Tour de l'Ophite à Lourdes.



Variations de fréquence (normalisée) des tours de l'Ile Verte (Mont-Blanc et Belledonne) dans les directions longitudinale L et transverse T, obtenues à partir de la technique des décrétements aléatoires. Les variations de température sont indiquées en rouge.

Les mesures de vibrations ambiantes en champ libre et dans les bâtiments peuvent aider à comprendre l'origine des dégâts observés.



Carte d'intensités macrosismiques de la Martinique pour le séisme du 29 novembre 2007 ($M_w=7.3$). Les positions des stations de RAP ayant enregistré le séisme et des sites d'étude sont indiquées.

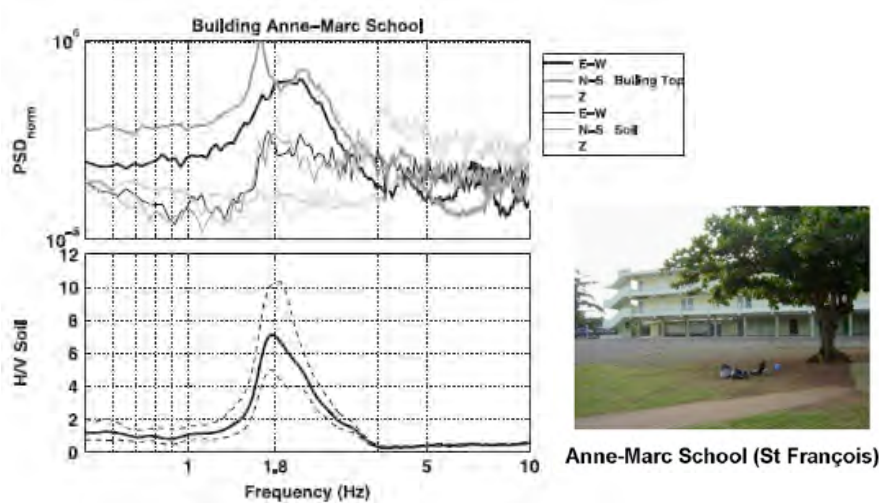
Apport des vibrations ambiantes pour les études post-sismiques

A la suite du séisme de Martinique du 29 novembre 2007, une mission post-sismique a été conduite par le Bureau Central Sismologique Français afin d'établir les intensités macrosismiques. Par ailleurs, des mesures de vibrations ambiantes ont été réalisées à proximité de zones particulièrement endommagées, en champ libre et dans des bâtiments. Ces mesures ont apporté des informations pertinentes pour comprendre la variabilité des dégâts observés dus aux effets de site, à la vulnérabilité des bâtiments, aux phénomènes de résonance, et pour caractériser l'intégrité des bâtiments. En trois sites d'étude particulièrement affectés par les effets de site, les dégâts ont pu être attribués à la concordance entre

fréquences fondamentales de résonance du site et du bâtiment. D'autre part, les vibrations ambiantes enregistrées à l'hôpital de la Trinité ont permis de quantifier les dommages en terme de perte de rigidité de la structure (chute de fréquence de 15-20%).

Cette étude souligne la pertinence des mesures de vibrations ambiantes pour comprendre l'origine et la répartition des dégâts observés à la suite de forts séismes.

Extrait de : Régnier, J., C. Michel, E. Bertrand, P. Guéguen (2013). Contribution of ambient vibration recordings (free-field and buildings) for post-seismic analysis: The case of the M_w 7.3 Martinique (French Lessee Antilles) earthquake, November 29, 2007, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 50, 162-167.



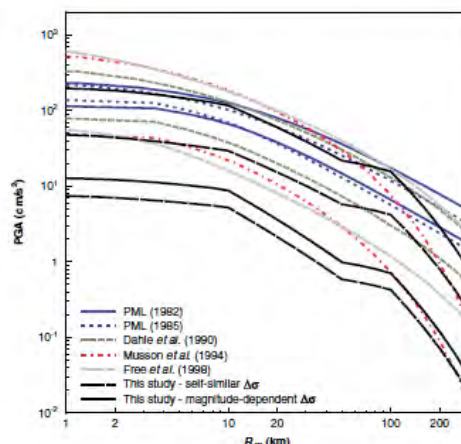
Haut : densité spectrale de puissance (normalisée) des enregistrements de vibrations ambiantes dans la structure et dans le sol. Bas : rapport H/V obtenu à partir de l'enregistrement en champ libre.

Les résultats indiquent que les fréquences fondamentales de résonance de la structure et du sol sont très proches.

Prédiction du mouvement sismique

Problématique des régions à faible sismicité

La prédiction du mouvement sismique dans les régions à faible sismicité représente un véritable challenge en raison de la faible quantité de données enregistrées localement. En particulier, l'utilisation des modèles de prédiction empirique se heurte au fait que les observations disponibles sont essentiellement pour de petits séismes lointains. L'extrapolation de modèles

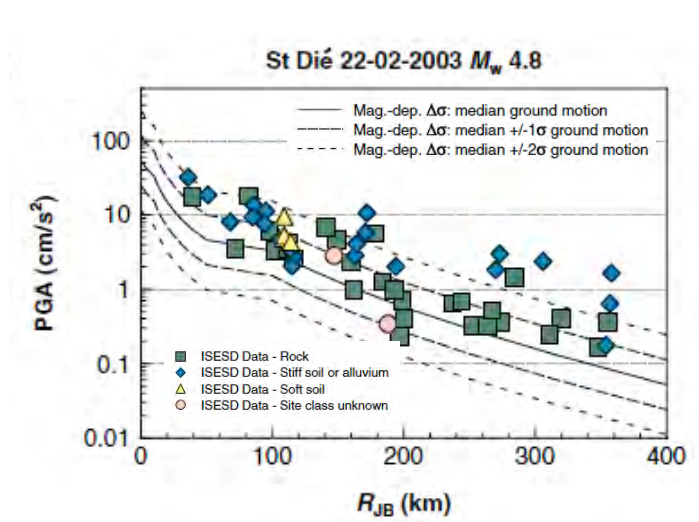


Comparaison des valeurs de PGA prédites avec plusieurs modèles empiriques en application au Royaume-Uni, pour $M_w=4$ et $M_w=6$.

empiriques établis à partir de telles données vers des séismes plus forts à des distances pertinentes pour le génie parasismique conduit généralement à des biais importants.

Cette étude présente un nouveau modèle empirique, établi spécifiquement pour le Royaume-Uni. Le mouvement sismique est prédit en terme de pic d'accélération, pic de vitesse et accélération spectrale. Afin de combler le manque de données de mouvements forts, ce modèle s'appuie sur un ensemble de simulations stochastiques en point source, dont les paramètres (chute de contrainte, durée, atténuation géométrique et anélastique, fonction d'amplification du site) sont calibrés à partir des enregistrements locaux de mouvements faibles.

Extrait de : Rietbrock, A., F. Strasser and B. Edwards (2013). A stochastic earthquake ground-motion prediction model for United Kingdom, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 103, 57-77.



Comparaison des valeurs de PGA prédites avec les données du séisme de Saint Dié (22 février 2003, Mw=4.8)

Atténuation des ondes dans les Pyrénées Mesure du facteur de qualité Q_c par analyse de la coda

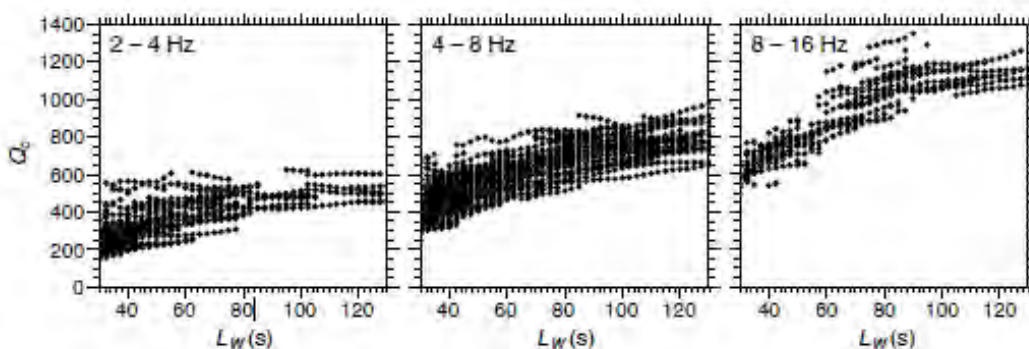
Dans cette étude, nous avons estimé le facteur de qualité Q_c , déterminé à partir de la coda, pour des séismes locaux enregistrés dans les Pyrénées. Environ 5000 formes d'onde correspondant à 159 séismes de magnitude supérieure à 3, enregistrés de 2001 à 2010 par le RAP et l'Institut Geologic de Catalunya (données accélérométriques), le Réseau de Surveillance Sismique des Pyrénées (réseau courte période) et l'Institutio Geografica Nacional (données vélocimétriques), ont été sélectionnées. Les valeurs de Q_c ont été analysées d'une part en fonction de la longueur de fenêtre de coda considérée L_w , et d'autre part en fonction du temps marquant le début de la coda t_w .

A partir de simulations du transport des ondes dans des milieux aléatoires (~1200 modèles), nous

avons montré que la dépendance du facteur de qualité Q_c avec t_w peut être modélisée par la diffusion multiple anisotrope des ondes, et ce sans dépendance des propriétés d'atténuation de la croûte avec la profondeur.

Enfin, à partir de la dépendance fréquentielle des valeurs de plateau de Q_c observées à grande distance épacentrale, nous avons pu estimer un facteur de qualité intrinsèque pour les Pyrénées, de la forme $Q_c \sim 400f^{0.4}$.

Extrait de : Calvet, M. and L. Margerin (2013). Lapse-time dependence of coda Q_c : anisotropic multiple-scattering models and application to the Pyrenees, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 103, 1993-2010.



Dépendance du facteur de qualité Q_c avec le temps marquant le début de la coda, pour 3 bandes de fréquences. La coda débute à $t_w = 30s$, et les distances épacentrales s'étendent de 50 à 80km.

Prédiction du mouvement sismique

Génération d'accélérogrammes synthétiques

Par Laëtitia Honoré, thèse soutenue le 10/07/2013 à Géoazur

L'une des problématiques majeures en sismologie est l'estimation des mouvements du sol attendus en un site pour un futur séisme. L'objectif de cette thèse est de valider deux méthodes de simulation basées sur la technique des fonctions de Green empiriques (FGEs), et de proposer une méthodologie de simulation en aveugle.

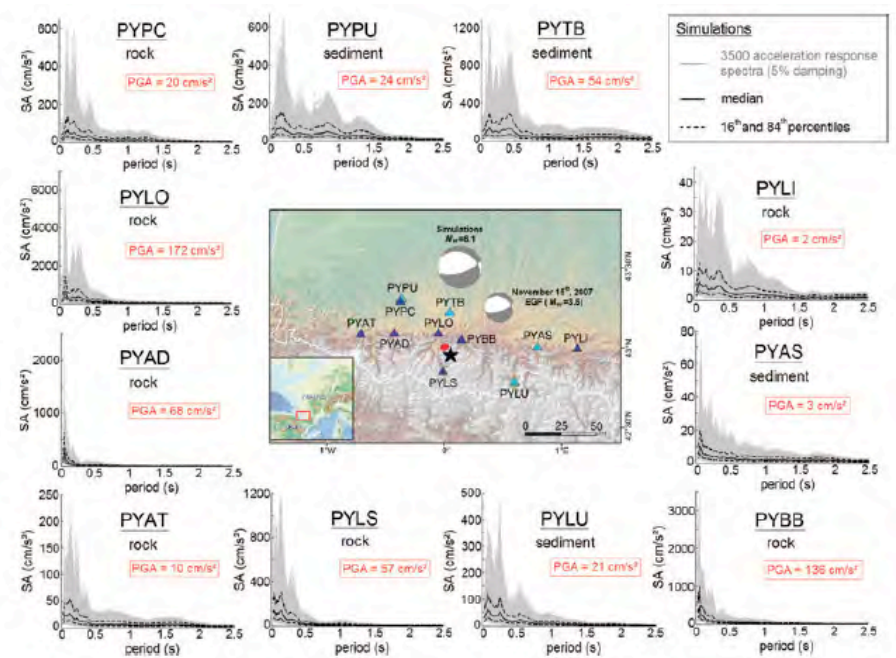
Premièrement, une approche stochastique en point source est validée sur des données de séismes récents : le séisme des Saintes (Mw=6.4) et celui de L'Aquila (Mw=6.3). Nous avons ensuite développé une approche de simulation en aveugle, permettant de générer un ensemble d'accélérogrammes synthétiques suffisamment varié pour représenter un grand nombre de scénarios de source possibles. De plus, la variabilité des mouvements du sol produite est en accord avec les prédictions purement empiriques.

En se plaçant dans un vrai contexte de simulation en aveugle, cette approche a été appliquée à la simulation d'un séisme historique pyrénéen (Mw=6.1).

Deuxièmement, afin d'inclure la complexité de la source sismique, nous nous sommes appuyés sur une méthode couplant modèle de source étendue de type fractal et FGEs. Le potentiel de la méthode a été testé sur le séisme de L'Aquila, en fixant les paramètres d'entrée permettant une reproduction optimale des

observations. Les résultats soulignent le potentiel de la méthode pour une utilisation en aveugle, même si le choix a priori des paramètres de la source reste délicat.

Extrait de : Laëtitia Honoré (2013). Génération d'accélérogrammes synthétiques large-bande. Contribution à l'estimation de de l'aléa sismique par validation d'approches en aveugle, Thèse de doctorat, Université de Nice-Sophia Antipolis..



Simulation par fonctions de Green empiriques d'un séisme de magnitude Mw=6.1 dans les Pyrénées (séisme historique, 1660), en terme de spectres de réponses (médiane +/- écart-type). D'après Honoré et al. 2011, GJI.

La lettre d'information du RAP

La lettre d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS-RAP en concertation avec le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP. Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques et les rapports d'installation.

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - ISTERRE - BP 53 - 38041 Grenoble Cedex 9
 Tél : 04 76 63 51 73 - Fax : 04 76 63 52 52
<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>

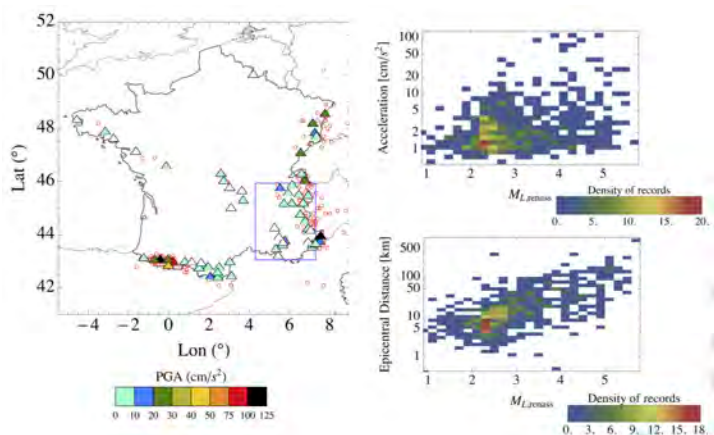


Vous pouvez envoyer vos annonces de thèse, d'événements, ou proposez une communication en contactant Mathieu Causse - mathieu.causse@ujf-grenoble.fr

RAP

La Lettre d'Information

Numéro 19 - juillet 2014



Base de données des enregistrements accélérométriques du RAP ayant servi à tester les évaluations probabilistes de l'aléa sismique en France.

Source: Thèse de H. Tazan - ISTerre 2014.

Sommaire

Effet de la directivité haute-fréquence: exemple aux Antilles	page 2
Accélérogrammes synthétiques compatibles à l'EC8 pour le calcul de la réponse des structures	page 2
Variation spatiale de l'atténuation et des hétérogénéités sismiques dans les Pyrénées	page 3
Comparaison des estimations d'aléa sismique probabiliste avec les observations du RAP	page 4
Le séisme de Barcelonnette enregistré à la préfecture de Nice	page 5
Informations générales	page 6
La biennale du RAP	page 6

Informations.

VII BIENNALE DU RAP

La biennale du RAP se tiendra du 26 au 28 novembre 2014 à Fréjus.

Fin des inscriptions: 20 octobre 2014

En savoir plus: page 6

TRAINING COURSE

Actions Nationales de Formation (ANF) : La mesure en sismologie

Dates: du 3 au 7 novembre au 7 2014

Limite inscription: 3 octobre 2014

En savoir plus: isterre.fr/anne-paul/article/anf-la-mesure-en-sismologie

Nouveau Directeur

Philippe Guéguen est le nouveau directeur du GIS-RAP

LA NOTE D'INFORMATION DU RAP

La note d'information du RAP présente une synthèse des activités du Réseau Accélérométrique Permanent ainsi que les orientations scientifiques et techniques prises par le bureau du GIS-RAP. Elle est destinée aux membres, aux tutelles et aux partenaires du GIS-RAP.



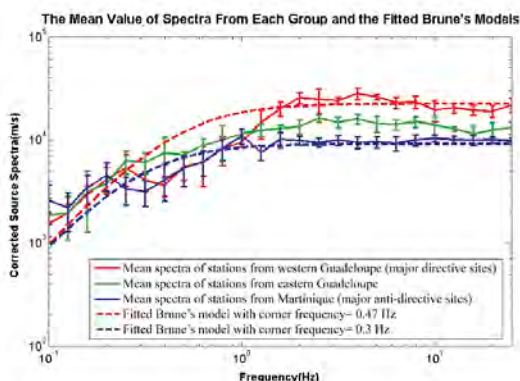
Deux parutions par an sont programmées, en janvier et en juillet, privilégiant les articles scientifiques publiés et les rapports d'installation.

Vous pouvez proposer une communication en contactant Philippe Guéguen - philippe.gueguen@ujf-grenoble.fr

EFFET DE LA DIRECTIVITÉ HAUTE-FRÉQUENCE: EXEMPLE OBSERVÉ LORS DE LA CRISE DES SAINTES

Le choc principal (Mw 6.3) et les répliques de la séquence sismique «Les Saintes» (Antilles françaises) sont analysés pour quantifier les effets de directivité haute fréquence que l'on peut observer dans le mouvement du sol. Un procédé de correction a été appliqué aux données pour isoler le spectre de la source. La plupart des spectres de Fourier des répliques sont tous compatibles à la forme du spectre en point source de Brune et ne montrent aucune dépendance azimutale. Le choc principal (Mw 6.3) et les deux plus fortes répliques (Mw 5.8 et 5.3) montrent cependant une dépendance azimutale claire qui indique un effet significatif de la directivité. Le décalage de l'énergie spectrale rayonnée par les sources et la modification des fréquences de coupure montrent que l'effet de directivité est significatif à haute fréquence (de 1 à 25 Hz). Ces données suggèrent également que les amplitudes observées aux stations situées dans la direction de la directivité ont des amplitudes spectrales d'un facteur 2,5 plus élevées qu'aux sites anti-directifs

Extrait de : Chen Y., Letort J., Cotton F., and Drouet S., 2014. High-frequency directivity effects: evidence from analysis of the Les Saintes records, *Journal of seismology*, 18:457-466, 10.1007/s10950-014-9419-2



Estimation des spectres moyens et de leurs barres d'erreur pour le choc principal et pour les stations regroupées en fonction de leur position par rapport à l'épicentre.

YIN SHEN



ISTerre/UJF - UME Pavia

JEAN LETORT



ISTerre/UJF CEA-LDG

FABRICE COTTON



ISTerre/UJF

STÉPHANE DROUET



Observatorio Nacional/Brésil

ACCÉLÉROGRAMMES SYNTHÉTIQUES COMPATIBLES AUX EC8 POUR L'ANALYSE NON-LINÉAIRE.

L'analyse dynamique non linéaire des structures existantes ou neuves nécessite souvent l'utilisation d'accélérogrammes représentatifs d'un spectre cible moyen. Les auteurs testent dans cet article différentes solutions pour générer des accélérogrammes, compatibles au spectre réglementaire de l'Eurocode 8. Les méthodes sont comparées en terme de variabilité de la réponse non-linéaire de structures et d'une colonne de sol. Les résultats des calculs révèlent une variabilité considérable malgré des similitudes en termes d'accélération spectrale. Une méthode de simulation se dégage, reproduisant la variabilité du mouvement du sol observée sur des sismogrammes naturels.

Extrait de : Causse, M., Laurendeau, A., Perrault, M., Douglas, J., Bonilla, L. F., & Guéguen, P. (2014). Eurocode 8-compatible synthetic time-series as input to dynamic analysis. *Bulletin of earthquake engineering*, 12(2), 755-768.

MATTHIEU CAUSSE



ISTerre/UJF

AURORE LAURENDEAU



CEA-LDG

MATTHIEU PERRAULT



EPN-Quito

VARIATION SPATIALE DE L'ATTÉNUATION ET DES HÉTÉROGÉNÉTÉS SISMIQUES DANS LES PYRÉNÉES

La variation spatiale de l'atténuation sismique dans les Pyrénées est explorée à partir de l'analyse des données régionales dont celles fournies par les stations du RAP. Le rôle de l'atténuation intrinsèque et de la dispersion est analysé en deux étapes. Tout d'abord, le facteur de qualité de coda Q_c , qui quantifie la décroissance de l'énergie des ondes de coda, est estimé sur cinq bandes de fréquences et interprété comme l'absorption intrinsèque du milieu. Ensuite, le retard entre l'apparition de l'onde S directe et l'arrivée de l'amplitude maximale est systématiquement estimé sur toutes les données. Les auteurs montrent qu'à basse fréquence, les variations de Q_c dépendent principalement des unités tectoniques des Pyrénées, l'absorption étant plus forte dans les bassins sédimentaires que dans le substratum rocheux. A haute fréquence, Q_c est faible à l'emplacement des structures datant du Néogène et situé vers les Pyrénées Orientales. Une anomalie de Q_c plus énigmatique est également observée dans les Pyrénées centrales. Par contre, les mesures du retard montrent systématiquement une diffusion plus forte dans les Pyrénées occidentales. Dans cette région, une anomalie de vitesse rapide est également visible. Ceci donne à penser que le niveau élevé des hétérogénéités et l'absorption peuvent être liés à l'intrusion du manteau et/ou aux matériaux de la croûte inférieure. Les auteurs émettent aussi l'hypothèse que la forte absorption observée dans les Pyrénées orientales puisse être liée à la présence de structures volcaniques.

MARIE CALVET

IRAP/OMP-Toulouse

MATTHIEU SYLVANDER

IRAP/OMP-Toulouse

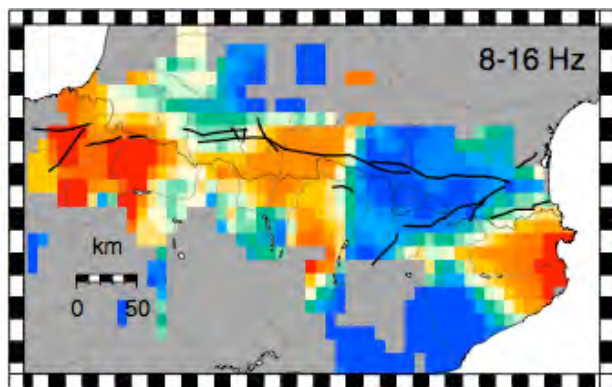
LUDOVIC MARGERIN

IRAP/OMP-Toulouse

A. VILLASEÑOR

Inst. of Earth Sc. J. Almera,
Spain

Extrait de: Calvet, M., Sylvander, M., Margerin, L., & Villaseñor, A. (2013). Spatial variations of seismic attenuation and heterogeneity in the Pyrenees: Coda Q and peak delay time



Variation de l'atténuation Q_c dans les Pyrénées (exemple donné pour des fréquences comprises entre 8 et 16 Hz)

UTILISATION DES DONNÉES DU RAP

Les données accélérométriques du RAP sont maintenant accessibles via les *webservices* mis en place par le centre de données national RESIF-DC. Deux *webservice* sont disponibles: celui concernant les informations décrivant les stations et les chaînes d'acquisition (station) et celui permettant de récupérer des données (dataselect). Par ces systèmes, toutes les données (vélocimétrique, accélérométrique...) de tous les réseaux (RAP, RLBP, CEA etc...) peuvent être récupérées de la même façon. Pour le RAP, le système ancien de récupération des données est encore proposé à minima pour quelque temps,

tout en sachant qu'il sera amené à disparaître lorsque le portail RESIF permettra la récupération des données par événements.

Webservices RESIF: <http://ws.resif.fr/>

Toutes les façons de récupérer des données françaises sont également décrites sur le portail RESIF.

<http://portal.resif.fr/>

Nouveau Portail Européen:

<http://www.seismicportal.eu/>

COMPARAISON DES ESTIMATIONS D'ALÉA SISMIQUE PROBABILISTE AVEC LES OBSERVATIONS (ACCÉLÉRATIONS ET INTENSITÉS)

HILAL TASAN

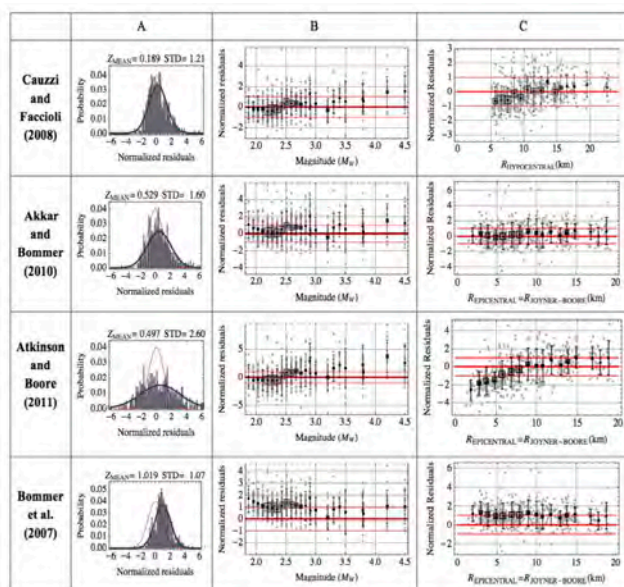


ISTerre/UJF

L'estimation probabiliste de l'aléa sismique est basée sur plusieurs modèles et hypothèses à chaque étape, tels que la caractérisation des sources sismiques et des distributions de magnitudes, et le choix d'équations de prévision du mouvement du sol. Le résultat final de ces études est la courbe d'aléa qui donne les taux annuels de dépassement pour différentes valeurs d'accélération. Chaque étape du calcul comporte des incertitudes.

Comprendre l'impact de ces incertitudes sur le résultat final n'est pas évident. Jusqu'à récemment, peu d'études se sont intéressées à tester le résultat final des calculs d'aléa sismique. Des données accélérométriques ou d'intensités macrosismiques, partiellement dépendantes des calculs d'aléa sismique, peuvent être utilisées, comme l'ont proposé quelques articles récents (Stirling & Gerstenberger 2006, Stirling & Gerstenberger 2010, Albarello & D'Amico 2008). Cette étude vise à tester les estimations probabilistes de l'aléa sismique en France (MEDD2002, AFPS2006 et SIGMA2012) et aussi en Turquie (SHARE), en

développant une méthode quantitative pour comparer les nombres prédits et observés de sites avec dépassement pendant la durée d'observation. Cette méthode est basée sur les travaux de Stirling & Gerstenberger (2010) et Albarello & D'Amico (2008). Les modèles sont évalués pour une zone étendue en sélectionnant tous les sites et en sommant les durées d'observation à chaque site. L'objectif est de comprendre les possibilités et les limites de cette approche, quand les durées d'observations sont courtes par rapport au temps de retour pertinent en génie parasismique. Les résultats montrent que le modèle AFPS2006 est cohérent avec les observations du Réseau Accélérométrique Permanent (RAP) pour les accélérations entre 40 et 100 cm.s⁻² (temps de retour entre 50 et 200 ans). Le modèle MEDD2002 surestime l'aléa sismique pour un temps de retour de 100 ans. Pour des temps de retour plus longs (475 et 975 ans), il n'y a pas d'observations au-dessus du seuil d'accélération. Cette méthode ne permet donc pas de tester les niveaux d'accélérations d'intérêt en génie parasismique.



Test de 4 modèles de prédiction du mouvement du sol sur les données du RAP utilisées dans cette étude.

Enfin, les modèles probabilistes d'aléa sismique en France ont été évalués avec la base de données SISFRANCE d'intensités macrosismiques. Les périodes d'observations complètes sont estimées par une analyse statistique des données ($I \geq 5$, MSK). Nous avons sélectionné 25 sites avec des durées d'observations pour $I \geq 5$ variant entre 66 et 207 ans, localisés dans les zones les plus actives de France. Pour un temps de retour de 100 ans, le modèle MEDD2002 surestime le nombre de site avec dépassement. Pour des temps de retour de 475 ans et plus longs, les modèles MEDD2002 et AFPS2006 ne peuvent pas être distingués car ils sont tous les deux compatibles avec les observations. Ces résultats basés sur les données d'intensité doivent être considérés de façon très prudente considérant les incertitudes sur la sélection des sites, sur la détermination des durées d'observation et la complétude, et sur l'équation utilisée pour convertir les intensités en accélérations.

En savoir plus: Hilal Tasan 2014. Comparaison des estimations d'aléa sismique probabiliste avec les observations (accélérations et intensités), Thèse de doctorat de l'Université de Grenoble, 160 pages.

ENREGISTREMENT A LA PRÉFECTURE DE NICE

Dans le cadre national du RAP, la tour de la Préfecture de Nice a été instrumentée en octobre 2010. C'est un bâtiment de 23 niveaux. Une station accélérométrique existe à proximité sur le site du CADAM 06 depuis 2002. Le nouvel équipement comprend 18 capteurs accélérométriques monocomposantes Kinematics Episensor ES-U2 et 2 accéléromètres triaxiaux Episensor FBA-EST orientés longitudinalement (N_{17°) et transversalement (N_{343°) et répartis sur les 23 niveaux du bâtiment. En janvier 2014, ce dispositif a été complété par un vélocimètre et une station météorologique mesurant températures extérieure et intérieure, vitesse et direction du vent. Ce type d'instrumentation fait partie du projet national d'instrumentation en bâtiment RAP-NBAP) lancé par le RAP en 2002.

Un étudiant en thèse travaille depuis fin 2013 sur les données de cet équipement en partenariat entre l'université d Nice-Sophia Antipolis et le CEREMA. Le récent séisme de Barcelonnette (7 avril 2014) a été très bien enregistré et montre en première approche la variation de la réponse du bâtiment le long des étages.

DIDIER BRUNEL



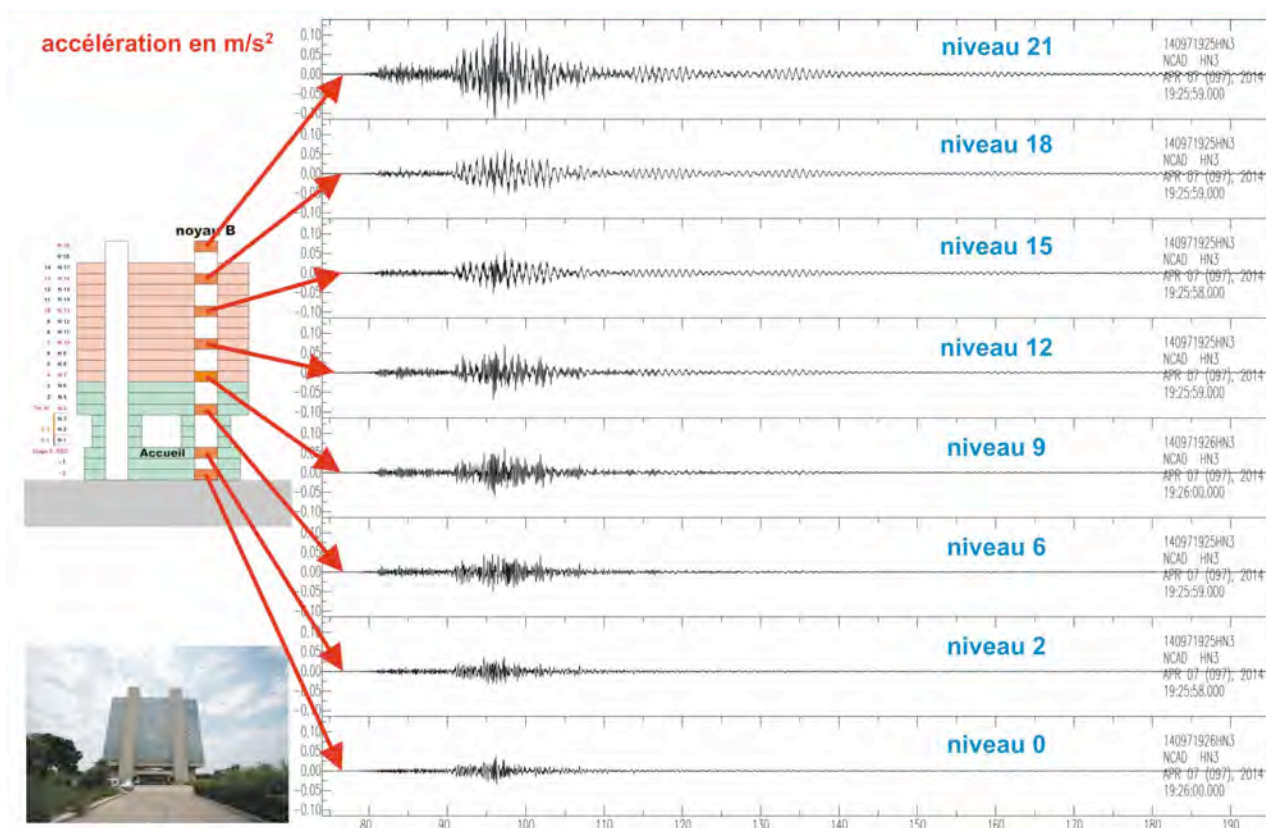
GeoAzur/Nice

ETIENNE BERTRAND



CEREMA/Nice

ET TOUTE L'ÉQUIPE IMPLIQUÉE DANS L'OBSERVATION DE LA RÉGION SUD-EST



INSTRUMENTATION DU RAP

Dans le cadre de RESIF, nous avons la possibilité de moderniser les stations du RAP de façon à le rendre le plus performant possible (enregistrement continu, large dynamique, continuité des données...) et homogène. Ce souhait s'inscrit dans le programme de développement de RESIF et la poursuite de cette modernisation se fera en coordi-

nation avec le réseau large-bande, tout en conservant certaines particularités propres au RAP. Les responsables des réseaux régionaux ont été contactés afin de connaître leurs besoins. Ce point sera à l'ordre du jour de la biennale du RAP.

INFORMATIONS GÉNÉRALES

ACTION NATIONALE DE FORMATION "LA MESURE EN SISMOLOGIE"

A l'initiative d'Anne Paul, Catherine Péquegnat et Glenn Cougoulat (ISTerre), la délégation Alpes du CNRS organise du 3 au 7 novembre 2014 à Villars-de-Lans (Isère) une action nationale de formation (ANF) intitulée "La mesure en sismologie".

Son objectif est d'accroître les compétences en sismologie opérationnelle des personnels ITA, chercheurs et doctorants amenés à installer des stations sismologiques, contrôler la qualité des données acquises ou utiliser les enregistrements des grands centres de distribution de données sismologiques.

Cette formation sera financée par le CNRS, avec une participation de RESIF.

Les personnels intéressés peuvent s'inscrire auprès de la délégation Alpes.

En savoir plus:

isterre.fr/anne-paul/article/anf-la-mesure-en-sismologie

LA BIENNALE DU RAP

VII Journées Techniques et Scientifiques du RAP

Les journées techniques et scientifiques du RAP (La biennale) sont organisées tous les deux ans afin de créer une dynamique entre les partenaires du GIS-RAP. Ces journées sont l'occasion de présenter des résultats scientifiques récents. Les évolutions techniques du réseau y sont discutées afin de répondre aux besoins des utilisateurs des données. Au cours de cette biennale, qui se tiendra du 26 au 28 novembre 2014, nous aborderons les différents thèmes portant sur l'aléa et la vulnérabilité sismiques en France. Les objectifs du RAP pour les années à venir y seront discutés, tout comme sa place et son rôle en France et en Europe.

Liste provisoire des sessions:

Qu'avons nous appris des séismes récents (en France et ailleurs) ?

Développement des réseaux régionaux accélérométriques au sein de RESIF

De la source des tremblements de terre aux dommages: combler le trou entre la sismologie et le génie parasismique

Data products: quels produits dérivés issus des données du RAP ?

Place aux jeunes: présentation des thèses en cours

Variations temporelles et non-linéarité de la réponse des sols et des structures

Effets de site: de la caractérisation des conditions de site des stations à la prédiction du mouvement du sol

Le programme définitif sera disponible fin octobre 2014

Date limite d'inscription : **20 octobre 2014**

Bulletin d'inscription : **page suivante** ou à la demande par email à philippe.gueguen@ujf-grenoble.fr

Rendez-vous

2nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology

August 24 - 29, 2014, Istanbul, Turkey

<http://www.2eceeistanbul.org/>

General Assembly of the European Geosciences Union (EGU)

April 12-17, Vienna, Austria

<http://www.egu2015.eu/>

SSA Annual Meeting

April 21-23, 2015, Passadenas, CA, USA

<http://www.seismosoc.org/meeting/>

6th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering (6ICEGE)

November 2-4, 2015, Christchurch, New-Zealand.

Envoyez vos annonces d'événement à

philippe.gueguen@ujf-grenoble.fr

Informations

Réseau Accélérométrique Permanent - ISTerre - BP 53 - 38041 Grenoble cedex 9 -

tél: 04 76 63 51 74 - fax: 04 76 63 52 52

<http://www-rap.obs.ujf-grenoble.fr>



Organisation des journées techniques et scientifiques du RAP

du 26 novembre 2014 au 28 novembre 2014

Bulletin d'inscription à retourner à Philippe Guéguen
philippe.gueguen@obs.ujf-grenoble.fr

BULLETIN A RETOURNER AVANT LE 20 octobre 2014

NOM:
Prénom:
Email:

Organisme:

Je participerai aux journées du RAP et je serai présent lors:

	OUI	NON
du déjeuner du 26 novembre 2014 (à vos frais)
du dîner du 26 novembre 2014
de la nuit du 26 au 27 novembre 2014
du déjeuner du 27 novembre 2014
du dîner du 27 novembre 2014
de la nuit du 27 au 28 novembre 2014
du déjeuner du 28 novembre 2014 (à vos frais)

Nombre de places limité à 80 par nuit.