

LA LETTRE DE L'EOST

N17 JUN 2014

LETTRE D'INFORMATION
DE L'ÉCOLE ET OBSERVATOIRE
DES SCIENCES DE LA TERRE



ÉDITORIAL

Formation	
– Filière Hydro G3 : premier bilan	3
– Nos étudiants en stage témoignent	3
– Trois nouveaux diplômés en géothermie	3
– Classement 2014 de l'école d'ingénieurs	3
– Professeur de collègue en formation à l'EOST	4
– Visites de professeurs du secondaire	4
Observatoires	
– Catalogue de la sismicité hexagonale	5
– Séisme du 7 avril 2014 en Ubaye	5
– L'EOST pilote de l'ISGI	6
Recherche	
– Dossier : le problème inverse	7
– Ouvrages	12 à 13
Evènements	
– Fête de la science : « Eau qui dort, eau qui court »	14
– Inauguration de la chaire industrielle de géothermie profonde	14
– 650 élèves de CM1 et CM2 ont découvert la sismologie	15
– L'EOST participera à Mineral & Gem du 26 au 29 juin	15
– Exposition de roches et fossiles de l'EOST au Lichtenberg	16
– Nouveau site web pour le musée de minéralogie	16
– 60 ans de gravimétrie à Strasbourg	16
– Assemblée générale de l'EGU à Vienne	16

Chers collègues,

Depuis la fin des années 1980, l'EOST a mis en place et géré le **Musée de sismologie et de magnétisme terrestre** dans le bâtiment historique de la station sismologique de Strasbourg, au cœur des jardins de l'Université. Ce musée d'instrumentation présentait de manière chronologique l'évolution des techniques d'enregistrement des tremblements de terre et de mise en évidence du champ magnétique terrestre, pour raconter l'histoire de la sismologie à Strasbourg et l'histoire des explorations polaires à la recherche des pôles magnétiques. Dans la partie réservée à la sismologie, on trouvait une collection de 18 sismomètres, illustrant l'évolution technologique de la sismométrie depuis la fin du XIX^e siècle. La partie du musée consacrée à l'étude du champ magnétique terrestre présentait une collection complète d'instruments de mesure.

Depuis 18 mois, une double réflexion a été engagée autour de ce musée, en partenariat avec le Jardin des Sciences. Il s'agissait d'une part de revoir l'accueil des publics scolaires (élémentaire et secondaire) et d'autre part de réfléchir à l'utilisation des locaux.

Un groupe de travail constitué de scientifiques de l'EOST et d'animateurs du Jardin des Sciences a créé de nouvelles animations pour les élèves de primaire. Celles-ci sont mises en œuvre depuis le début de l'année avec un très grand succès (voir notre article à ce sujet dans la rubrique « Événements »). L'animation est assurée par le personnel du Jardin des Sciences et une doctorante de l'EOST. D'autres animations développées pour les collégiens commenceront cet automne.

A l'usage, il est apparu que l'espace manque pour accueillir le public scolaire et que la grande salle qui accueille la collection de magnétisme constitue un espace d'accueil idéal. Une solution de substitution très intéressante existe maintenant pour cette collection : elle pourra prendre place dans le nouveau déploiement des collections scientifiques de l'université de Strasbourg, au sein de salles consacrées aux années polaires internationales. Il a donc été décidé de sortir la collection de magnétisme du bâtiment.

L'espace libéré permettra, en plus, de présenter de nouveaux appareils sismologiques restaurés depuis peu. La collection sismologique sera ainsi quasi exhaustive, de la naissance de la sismologie jusqu'aux années 50.

Ce nouveau départ pour le musée, qui a été rebaptisé **Musée de sismologie**, est le fruit d'une collaboration exemplaire avec le Jardin des Sciences. L'EOST est libérée de la gestion quotidienne des animations mais garde totalement la place qui doit être la sienne, garante d'une expertise unique.

Frédéric Masson



NOS ÉTUDIANTS EN STAGE TÉMOIGNENT

CHARLOTTE RAULIN / MASTER ISIE

Entreprise : Total
Sujet du stage : Reporting de la Performance Environnementale

« Le plus étonnant en intégrant une entreprise de cette envergure est de découvrir la taille de l'équipe dédiée à l'environnement et les moyens qui sont déployés pour arriver au bout des idées et projets proposés. En même temps, le plus surprenant est que ces employés sont dans le service environnement par évolution de carrière et non par passion pour l'environnement ou par formation. Le plus difficile a donc été d'intégrer l'ensemble des aspects lors des études ; aussi bien l'environnement que le coût, la législation ou l'impact médiatique des actions entreprises. Le plus enthousiasmant est de voir qu'en tant que stagiaire, nos idées et projets sont pris en compte par la direction et mis en place lorsque c'est possible. Il est incroyable de voir ce qui peut être fait en six mois dans une telle entreprise et l'impact positif qu'on peut avoir sur l'environnement en si peu de temps. »

AUBÉRY WISSOCQ, 3^e ANNÉE DE L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS, FILIÈRE HYDRO G3

Entreprise : Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)
Lieu de stage : Orléans
Thématique du stage : Modélisation hydrogéologique des aquifères basaltiques d'Arabie Saoudite.

Mon stage consiste à modéliser des nappes afin de prédire leur évolution pour les prochaines années. Ce qui m'a surpris et enthousiasmé c'est de voir que je suis bien encadrée, qu'on prend le temps de m'expliquer ce que je dois faire et que j'arrive à faire ce qu'on me demande. Le plus difficile est de devoir s'intégrer dans une équipe où tout le monde est bien plus âgé. Mais j'ai la chance de pouvoir accéder au club de sport du BRGM et aux tournois, ce qui permet de rencontrer d'autres personnes et d'agrandir mon réseau.

FILIÈRE HYDRO G3 DE L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS : BILAN DE LA PREMIÈRE ANNÉE

A la rentrée 2013/2014, l'EOST a élargi son offre de formation en proposant, en plus des deux parcours déjà en place dans la filière ingénieur, « Géophysique appliquée à l'exploration-production des matières premières » et « Géophysique appliquée à la géotechnique », un troisième parcours « HydroG3 : Hydrogéophysique, Hydrogéologie, Hydrogéochimie » en partie mutualisé avec l'ENGEES.

Ce nouveau parcours comprend des Unités d'Enseignement existant déjà dans les deux autres parcours, plus quatre nouvelles Unités d'Enseignement portées principalement par des enseignants-chercheurs du LHyGeS : « Réactivité minérale et milieux poreux », « Outils et méthodes géochimiques », « Méthodes et outils numériques », « Sols, transferts multi-phases et transferts complexes ».

Pour cette première année, 5 élèves ingénieurs de l'EOST ont choisi de suivre le parcours HydroG3 leur permettant d'obtenir le double profil géophysique-hydrologie. Plutôt amenés à exercer dans des entreprises et organismes concernés par l'ingénierie de réservoir, l'exploitation et la gestion des ressources en eau, le génie civil, la construction et l'aménagement urbain, ces cinq étudiants n'ont pas eu de difficultés à trouver un stage de fin d'études en rapport avec leur spécialité. Ils sont actuellement en stage pour 6 mois au sein d'EDF pour deux d'entre eux, de GDF Suez, du BRGM et du CEA pour les autres.

Florence Beck

TROIS NOUVEAUX DIPLÔMES UNIVERSITAIRES EN GÉOTHERMIE À LA RENTRÉE

Des formations en géothermie sont nécessaires pour appuyer l'essor de cette filière innovante, notamment pour les professionnels du secteur. Ainsi, un géologue ou un géophysicien travaillant en géothermie n'a pas les mêmes besoins de formation qu'un thermicien ou un mécanicien. C'est pourquoi l'EOST proposera (en association avec l'INSA Strasbourg, l'ENGEES et l'ENSG Nancy) dès la rentrée 2014 une offre de formation aux « Métiers de la géothermie » en 3 parties constituant chacune un diplôme universitaire (DU) :

- DU1 : Géosciences pour la géothermie profonde
- DU2 : Infrastructures de surface en géothermie
- DU3 : Gestion de projets en géothermie

Cette offre de formation couvrira l'ensemble des connaissances nécessaires, du sous-sol à la surface et des processus administratifs à la gestion de projet.

CLASSEMENT 2014 DE L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Cette année encore, l'École d'ingénieurs en géophysique de Strasbourg a été évaluée par le magazine l'Étudiant, au même titre que les 159 autres écoles d'ingénieurs habilitées par la Commission des titres d'ingénieurs (CTI). Et cette année encore, elle figure en bonne place dans le palmarès. Celui-ci porte sur l'année 2012-2013 et sur les effectifs de la rentrée 2013 et s'organise différemment des classements précédents, par catégories. Dans ce contexte, l'EOST figure dans le groupe des 19 écoles d'ingénieurs ayant cumulé 10 points pour son excellence académique (derrière seulement 22 écoles qui recueillent 11 ou 12 points). En outre, **l'école d'ingénieurs en géophysique figure parmi les dix meilleures écoles d'ingénieurs françaises pour travailler à l'étranger.**

L'Express commente le palmarès en soulignant que près de 8 ingénieurs sur 10 trouvent un emploi en moins de deux mois après la fin de leurs études, et pour nombre d'entre eux dans des sociétés de conseil, du fait de l'externalisation croissante des activités d'ingénierie. Le journal précise également que « cette année, l'énergie est en forte progression avec 14% des débouchés (contre 8% l'an passé), juste devant le BTP ».

Véronique Bertrand

>> **LÉGENDE COUVERTURE** Estimation préliminaire du glissement co-sismique pour le séisme du Chili du 1^{er} avril 2014 (Mw=8.2). Ces résultats sont obtenus grâce à un algorithme d'échantillonnage Bayésien permettant la résolution de problèmes de très grande dimension. Parmi les 500 dimensions de ce problème, on présente ici U_0 et U_1 qui correspondent aux deux composantes du glissement au niveau de l'aspérité principale du séisme Chilien. Les points correspondent à 200 000 modèles représentant notre information a posteriori sur U_0 et U_1 . Les courbes présentent les distributions de probabilité pour ces deux paramètres. Ces estimations a posteriori (post, en blanc) sont déterminées en combinant l'information a priori sur le modèle (prior, en vert) et l'information apportée par les données (données GPS, InSAR et tsunamis).
Crédit : Z. Duputel, R. Jolivet, J. Jiangu, M. Simons, L. Rivera et B. Riel.

FORMATION

PROFESSEURS DE COLLÈGE EN FORMATION À L'EOST SUR LE RISQUE ET L'ALÉA EN SISMOLOGIE

Les 17 et 18 février, 16 enseignants de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) de collèges alsaciens et deux animatrices du Jardin des Sciences de l'Université de Strasbourg ont participé à un stage « Risques et aléas en sismologie » dans le cadre du programme de la Maison pour la Science en Alsace (MSA)



A cette occasion, ils ont pu interagir avec les scientifiques et participer à divers travaux pratiques de mesure sur la propagation des ondes sismiques, les effets de site, les constructions parasismiques... Ces travaux pratiques sont conçus pour être utilisables en classe dans des séquences de cours.

Un stage « Quand la terre gronde : de la théorie à la réalité locale » a également eu lieu dans ce cadre courant décembre au Lycée Louis Armand de Mulhouse. Vingt-cinq enseignants du primaire du Haut-Rhin y ont participé.



VISITE DE PROFESSEURS DE PHYSIQUE ET CHIMIE DU SECONDAIRE À L'EOST

Le 16 avril 2014, l'EOST a organisé en partenariat avec le Rectorat une demi-journée de rencontre avec un groupe d'enseignants de Physique et Chimie du secondaire. Une telle manifestation avait déjà eu lieu au printemps 2013 avec des professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre. L'après-midi s'est déroulé en deux temps. Pour commencer, une présentation de nos filières d'enseignement (Licence, Master, École) leur a permis de découvrir la variété de l'offre de formation proposée à l'EOST et l'étendue des débouchés possibles. Ils pourront ainsi mieux informer leurs élèves dans leurs choix d'orientation post-bac. La grande surprise pour tous a été les enseignements de physique et de mathématiques, nombreux et de haut niveau, délivrés à l'EOST.

Afin de leur faire découvrir également nos activités de recherche et d'observatoire, cette rencontre avec les responsables de filières a été suivie par les visites du BCSF-RéNaSS, du laboratoire de géophysique expérimentale et des installations pour les analyses spectrométriques. Comme en 2013, cette rencontre a été très appréciée par les enseignants et l'EOST déjà été sollicitée pour la renouveler en 2015!

Florence Beck

Pour l'année 2014-2015, la MSA proposera les formations suivantes en partenariat avec l'EOST :

- aux professeurs des écoles :
« La formation des paysages alsaciens » et « Quand la nature se déchaine »
- aux professeurs de SVT : « Risques et aléas en sismologie » et « Exploitation d'une ressource géologique – la Potasse »
- aux professeurs de technologie :
« Qu'apporte la domotique dans la vie de tous les jours » et « Technologie et sciences de l'ingénieur : prototype rapide et impression 3D »

Le descriptif détaillé, les dates des formations et les modalités d'inscription seront prochainement disponibles sur le site de la MSA.

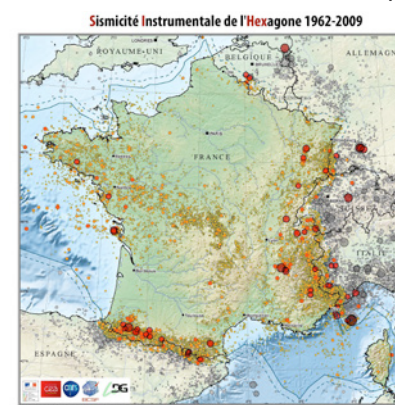
Renaud Toussaint

OBSERVATOIRE

CATALOGUE DE LA SISMICITÉ HEXAGONALE

Le Bureau central sismologique français (BCSF) a mis à la disposition du public le 12 mars 2014 sur son site www.franceseisme.fr le « Catalogue de la sismicité instrumentale de l'hexagone 1962-2009 », ainsi que la carte correspondante. Copropriété du CNRS et du CEA, ce catalogue apporte une précision inégalée dans la localisation et la magnitude de plus de 38000 événements sismiques d'origine tectonique sur le territoire métropolitain et la zone maritime française pour la période 1962-2009. Fruit du projet SI-Hex, associant sept laboratoires CNRS-Université et le Laboratoire de détection et de géophysique du CEA de 2010 à 2013, il devient de fait la référence pour l'étude de l'aléa et du risque sismiques en France. Le projet SI-Hex est terminé, mais les développements se poursuivent avec la mise à jour et l'enrichissement des données pour les événements post-2009 par le BCSF RéNaSS à Strasbourg et les OSU partenaires. La base de données sera également accessible via une interface web dans les mois à venir.

Michel Cara, Antoine Schlupp



En couleurs : épicentres des séismes d'origine naturelle dans la zone SI-Hex (France métropolitaine et zone économique exclusive en mer (ZEE), avec élargissement de 20 km), ainsi que les séismes ressentis en France avec une intensité EMS-98 \geq IV (BCSF). En gris : épicentres des séismes hors zone pour lesquels une magnitude Mw a été calculée dans le cadre du projet SI-Hex. Crédits : CNRS-BCSF et CEA-LDG - www.franceseisme.fr

LE SÉISME DU 7 AVRIL 2014 EN UBAYE

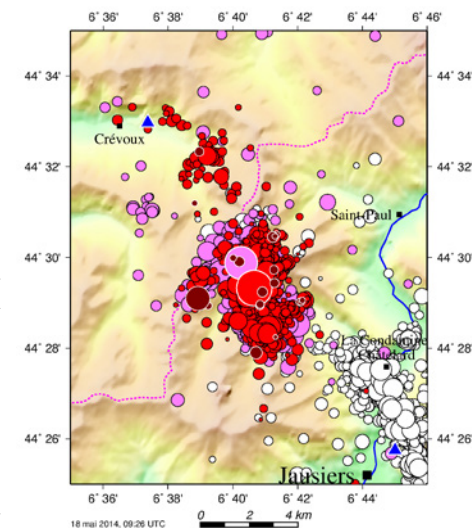
Le tremblement de terre du 7 avril 2014 a eu lieu au Nord de Barcelonnette (l'épicentre était situé entre La Condamine, dans les Alpes-de-Haute-Provence et Crévoux dans les Hautes-Alpes). Il a atteint la magnitude de moment $M = 4.8$ (magnitude locale $ML = 5.3$) et se situait à environ 7 km de profondeur. Voilà plus de dix ans que le territoire métropolitain n'avait pas été secoué par un séisme d'une telle magnitude.

Grâce aux données des réseaux permanents métropolitains, le site central du RéNaSS a pu fournir une localisation et une magnitude préliminaire seulement deux minutes après la survenue de l'événement. Cette information a été la première disponible à l'échelle nationale et le site web du RéNaSS a enregistré un afflux record de visiteurs. Plus de 2600 témoignages ont été collectés via le site internet du BCSF, dont plus de 2100 ont été utilisés pour la cartographie automatique des intensités.

Le séisme a été largement ressenti dans le quart sud-est de la France depuis le Nord des Alpes (Savoie) jusque vers les Alpes du Sud (Nice et Menton) et au-delà dans l'ouest de l'Italie. Des dégâts ont été observés au sud-est de l'épicentre, principalement dans les communes du secteur entre Barcelonnette et Saint-Paul-sur-Ubaye avec des chutes partielles de cheminées et quelques fissures dans les murs.

Rapidement suite au séisme les sismologues de Grenoble (ISTerre) et de Nice (Géozur) se sont mobilisés pour déployer des stations sismologiques dans la région épicerale pour suivre le déroulement de la crise et permettre une meilleure localisation des événements sismiques. Le Groupe d'Intervention Macrosismique, coordonné par le BCSF avec des participants de l'IRSN, Ifsttar, ISTerre et du CEA, s'est rendu dans le secteur de Barcelonnette et Saint-Paul afin d'estimer précisément les intensités macrosismiques en analysant les effets du séisme, notamment selon leur vulnérabilité.

Ce tremblement de terre fait suite à une intense activité sismique suivie et analysée par le réseau Sismalp depuis plusieurs années dans la haute vallée de l'Ubaye. Cette région est connue pour être l'une des zones les plus sismiques des Alpes françaises. En 1959, un séisme de magnitude 5.5 à proximité de Saint-Paul-de-Vence avait généré d'importants dégâts immobiliers et fait deux blessés.



Plusieurs crises sismiques se sont succédées dans la région, dont celle de 2003-2004 avec plus de 16000 séismes enregistrés à proximité de La Condamine-Châtelard et celle qui a suivi le séisme de magnitude 4.3 le 26 février 2012 avec plus de 2000 séismes. Le séisme du 7 avril s'est produit quasiment au même endroit que le celui de 2012. Depuis le choc principal, l'activité sismique se concentre principalement au nord-ouest dans la région de Crévoux. L'alignement de direction NNW-SSE des répliques du séisme du 7 avril 2014, semblable à l'alignement des séismes des crises précédentes, semble indiquer que ces séismes sont dus au mouvement sur une faille de même direction.

En raison de l'importance du choc, ce séisme a suscité l'intérêt de nombreux médias (TV, radio, presse) qui ont sollicité l'EOST pour des interviews :

- Radio : Europe 1, France Bleue Alsace, France Bleue Provence, RMC, Radio France Corse, France Inter, France Info
- Télévision : BFM TV, France 3, I-Télé, Canal +, TF1, M6, DICI TV.
- Presse écrite : La Croix, Metro édition Nice, Le Nouvel Observateur, La Provence, Le Dauphiné

Jérôme Van-der-Woerd

Figure : Situation de la crise sismique en Ubaye du 7 avril 2014. En blanc, séismes de 2003-2004 ; en rose séismes de 2012-2014 jusqu'au 6 avril 2014 ; en rouge les séismes depuis le 7 avril 2014 ; en rose et en rouge cerclé de blanc : épicentres respectifs des séismes du 26 février 2012 et du 7 avril 2014. Crédits : Sismalp.

>>> RÉFÉRENCE
www.franceseisme.fr
renass.unistra.fr
sismalp.obs.ujf-grenoble.fr

OBSERVATOIRE

L'EOST NOUVEAU PILOTE DU SERVICE INTERNATIONAL DES INDICES GÉOMAGNÉTIQUES

Sources de données uniques du fait de leurs couvertures temporelles et leurs pérennités, les indices d'activité magnétique sont largement utilisés, notamment en Géomagnétisme spatial, en Météorologie de l'Espace ou encore pour la caractérisation des Relations Soleil-Terre.

Dans ces domaines de recherche, le Service International des Indices Géomagnétiques (ISGI en Anglais) joue un rôle important.

Il a pour responsabilités :

- le calcul et la publication des indices d'activité magnétique reconnus par l'International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) dans des délais aussi brefs que possible
- la mise à disposition en ligne et l'archivage des valeurs définitives des indices au travers du portail officiel de référence qu'est le site web de ISGI
- le conseil et l'expertise auprès des autres membres de IAGA pour tout ce qui concerne les indices magnétiques. Le rôle d'expertise du ISGI est également central pour le cheminement de labellisation de nouveaux indices géomagnétiques par IAGA

Au niveau national, ISGI a le double label de Service d'observation de l'INSU, au titre des Sciences de la Terre puisqu'appartenant au Bureau Central du Magnétisme Terrestre (BCMT), mais aussi au titre de l'Astronomie-Astrophysique depuis 2009. Au niveau Européen, ISGI fait partie du réseau que l'ESA développe actuellement, regroupant fournisseurs de données et services opérationnels de prédiction en Météorologie de l'espace. Ce réseau va succéder au réseau SWENET (Space Weather European NETwork), auquel appartenait déjà ISGI et qui rassemblait des services sélectionnés à la suite d'un appel d'offre émis par l'ESA.

Au niveau International, ISGI est le seul site de référence rassemblant les indices géomagnétiques reconnus par IAGA. ISGI est membre du **World Data System (WDS)**, l'organisme de l'ICSU (International Council of Scientific Unions) qui a vocation à regrouper les services responsables de l'élaboration, de la diffusion et de l'archivage de données au sein de toutes les unions scientifiques qui dépendent de l'ICSU. ISGI est également proposé comme un des piliers de la **partie Magnétisme de EPOS** (European Plate Observing System).

Aude Chambodut

1

Service International des Indices Géomagnétiques
International Service of Geomagnetic Indices

Home > Collaborating institutes

COLLABORATING INSTITUTES

<p>aa & am</p> <p>LATMOS Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales 11 boulevard d'Alembert Quartier des Garennes 78280 Guyancourt FRANCE Contact : M. Menvielle</p>	<p>Kp & Q-days, D-days</p> <p>GFZ Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum Adolf-Schmidt-Observatorium Lindenstr. 7 14823 Niemegk GERMANY Contact : H.-J. Linthe</p>
<p>Dst & AE</p> <p>World Data Center for Geomagnetism, Kyoto Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism Graduate School of Science, Kyoto University Kitashirakawa-Oiwake Cho, Sakyo-ku Kyoto 606-8502 JAPAN Contact : M. Nosé</p>	<p>PC</p> <p>Arctic and Antarctic Research Institute Department of geophysics 38 Bering str. St. Petersburg, 199397 RUSSIAN FEDERATION Contact : O. Troshichev, A. Janzhura</p>
<p>SSC & SFE</p> <p>Observatori de l'Ebre Horta Alta, 38 43520 Roquetes SPAIN Contact : J. J. Curto</p>	<p>DTU</p> <p>World Data Center for Geomagnetism, Copenhagen DTU Space National Space Institute Elektrovej, building 327 DK-2800 Kgs. Lyngby DENMARK Contact : J. Matzka</p>

SIIG/ISGI © 2013 | Privacy Policy | Partners

ISGI a été hébergé par le CETP (Saint Maur) à partir de 1987 et jusqu'à la fin 2008, puis par le Laboratoire Atmosphères, Milieux, Observations Spatiales (Guyancourt). L'année 2014 est une période charnière pour ce service puisqu'il voit son hébergement et sa direction changer. En effet, à compter du dernier trimestre 2014, ISGI sera piloté et hébergé par l'EOST. Voici, en avant-première, la page des instituts collaborateurs du site web en cours de développement.

RECHERCHE DOSSIER

LE PROBLÈME INVERSE

De l'imagerie globale de la Terre à l'étude des hydrosystèmes naturels, le problème inverse joue un rôle central dans les géosciences. Dans ce dossier, nous présentons différents problèmes inverses rencontrés au travers des recherches effectuées à l'EOST.

De façon schématique, un problème inverse consiste à déterminer les causes d'un phénomène à partir de l'observation de ses effets alors que le problème direct consiste à prédire les effets à partir des causes. Dans de multiples domaines scientifiques et en particulier dans les géosciences, on est très fréquemment confronté à la résolution d'un problème inverse, parce qu'on peut assez facilement observer les effets des phénomènes naturels alors qu'on ne peut pas facilement en faire varier les causes. Commençons par illustrer le concept de problème direct (Figure 1a). En mathématiques, on parle de déduction logique : étant donné une cause et quelques axiomes bien définis, on peut déduire certains résultats. Les théories physiques sont également basées sur ce concept : à partir d'une description complète de l'état initial d'un système et des lois qui le gouvernent, il est possible de prédire les résultats de certaines mesures. En sismologie par exemple, à partir d'un modèle décrivant la structure interne de la Terre et connaissant les lois de l'élasticité, il est possible de prédire les temps d'arrivée des ondes sismiques aux différentes stations d'enregistrement, pour différents séismes.

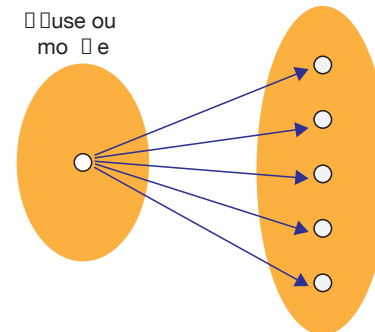
Beaucoup de scientifiques se trouvent cependant dans la situation inverse schématisée sur la Figure 1b : étant donné certains effets observés, quelles peuvent être les causes expliquant ces effets ? Dans l'exemple précédent il s'agirait, à partir de mesures de temps d'arrivées à différentes stations, de trouver les différents modèles possibles décrivant la vitesse de propagation des ondes à l'intérieur du globe ainsi que la localisation des séismes. Le problème inverse consiste à utiliser un ensemble de mesures et d'observations pour en déduire les paramètres du système étudié compatibles avec les effets observés. Par différents exemples d'applications en hydrogéologie, en tectonique active, en imagerie électromagnétique et en gravimétrie, ce dossier illustre le rôle central joué par le problème inverse dans les sciences de la Terre. Pour plus de détails, rendez vous le 4 juillet 2014 pour la prochaine journée scientifique de l'EOST qui sera entièrement consacrée aux méthodes inverses.

Zacharie Duputel, Jean-Jacques Lévêque, Luis Rivera

DE LAPLACE À AUJOURD'HUI : UN COURT HISTORIQUE DU PROBLÈME INVERSE

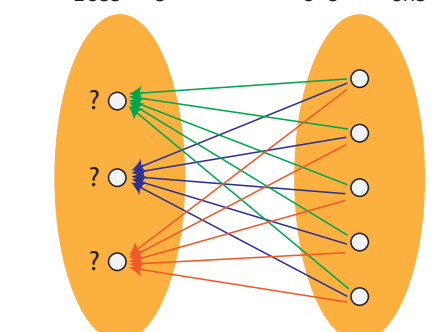
Une des premières références aux problèmes inverses est donnée par Bernoulli en 1713. Il démontra que si la probabilité d'obtenir l'évènement E est P(E), alors la fréquence de cet évènement pour un grand nombre d'essais convergera vers P(E). Suite à cette démonstration, il s'est intéressé au problème inverse : à partir d'essais indépendants et répétés, peut-on déduire la probabilité de chaque évènement ? Bernoulli ne parvint pas à une solution satisfaisante. Celle-ci fut fournie en 1763 par Bayes et une forme plus générale de cette solution fut ensuite re-découverte par Laplace en 1812 qui l'utilisa notamment pour estimer la masse de Jupiter, Saturne et Uranus à partir d'observations astronomiques. Cette formulation « Bayésienne » du problème inverse est toujours utilisée aujourd'hui dans de multiples domaines scientifiques. Elle a l'avantage de prendre en compte le fait que, dans certains cas, les observations sont compatibles avec plusieurs modèles (non unicité de la solution), comme illustré sur la Figure 1b. On obtient alors la solution sous une forme probabiliste et non pas comme une certitude.

Problème direct



1a

Problème inverse



1b

Représentation schématique du problème direct et du problème inverse

PROBLÈME INVERSE
ET ANALYSE DE
SENSIBILITÉ GLOBALE
EN HYDROGÉOLOGIE

La quantité d'information disponible et relative au fonctionnement des hydrosystèmes naturels est très faible devant la complexité des processus et l'hétérogénéité des milieux étudiés. Ainsi, généralement, on ne dispose que de quelques mesures très locales échantillonnées dans des puits dont le volume est infinitésimal comparé à celui du réservoir souterrain (Figure 2).

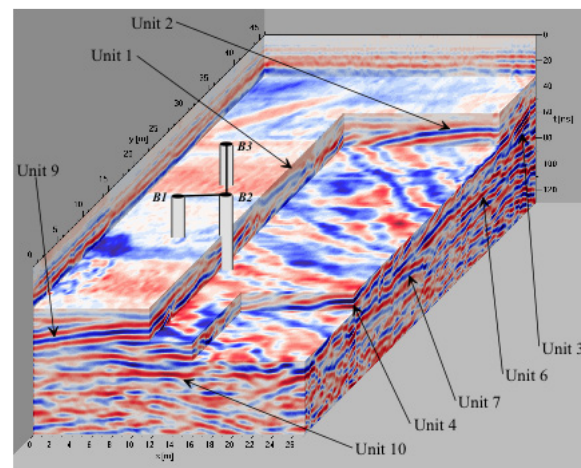
Ce sous-échantillonnage chronique impose d'importants efforts de modélisation s'il est question de comprendre le fonctionnement du système. Parmi ces efforts, l'ajustement du modèle aux données d'observation (même rares) est une étape clef qui constitue le « problème inverse ». Par exemple, pour l'écoulement souterrain, le problème inverse consistera à trouver l'ensemble des solutions - distribution des conductivités hydrauliques et des capacités de stockage - qui permettent de reproduire les mesures de charges hydrauliques observées dans les puits (Figure 3).

Deux approches originales sont développées au Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg (LHyGeS).

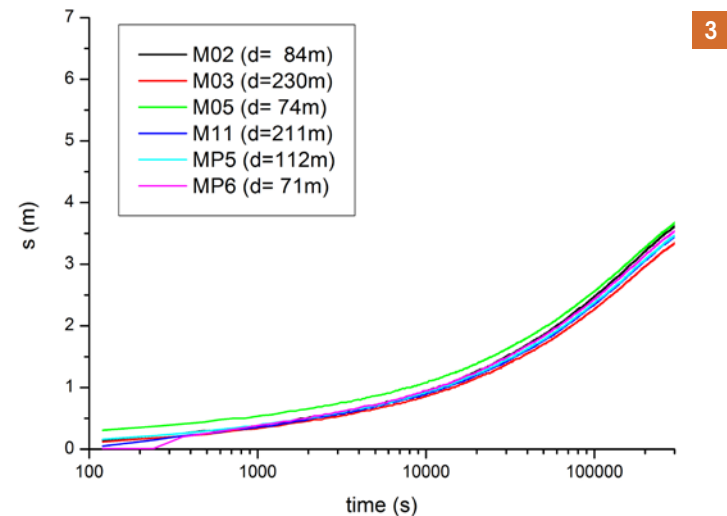
La première utilise une paramétrisation évolutive par indicateurs de raffinement. Cette approche permet de découper le domaine étudié en zones, d'identifier leur nombre, leur forme respective et la valeur des paramètres hydrodynamiques associés. Cette identification des zones (nombre, géométrie, paramètres) se fait progressivement en augmentant le nombre de zones en partant d'un domaine initialement homogène.

La seconde approche développée cherche à caractériser le fonctionnement d'un milieu modélisé en utilisant les méthodes d'analyse de sensibilité globale et d'incertitude. L'analyse de sensibilité globale permet de cerner l'influence ou la non influence d'un paramètre, quel est le lieu, la temporalité de cette influence et son incidence sur le fonctionnement du modèle (la variable d'état qu'il simule).

Tout ceci peut s'avérer d'un grand intérêt pour l'optimisation des campagnes de mesures si l'on souhaite mieux comprendre le fonctionnement des systèmes sur la base de faits d'observation. L'analyse d'incertitude identifie quant-à-elle la variabilité possible des paramètres du modèle, sachant que ce dernier restitue des fonctionnements plausibles du système étudié.



2



3

Ce travail s'effectue dans le cadre du projet « RESAIN » - REduction, Sensitivity Analysis and INversion of models for subsurface hydrology' entre 3 universités (Universités de Strasbourg, de Poitiers et de La Réunion). Il est financé par l'Agence Nationale de la Recherche pour la période 2013-2017.

Anis Younès

2. Distribution des perméabilités pour un milieu fictif hétérogène
3. Rabattement dans des puits d'observations

Crédits images :
A. Younès, EOSt-LHyGeS

RAPIDITÉ DE CALCUL ET UNICITÉ DES MODÈLES
ISSUS DE L'INVERSION EN IMAGERIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

En prospection électromagnétique on utilise un émetteur électromagnétique, et des mesures des champs électriques et magnétiques sont interprétées pour imager la conductivité électrique du sous-sol, propriété liée à la minéralisation et à la structure des roches ainsi qu'aux eaux présentes dans les pores. La méthode s'applique aussi à la détection d'objets anthropiques tels que les canalisations, les mines et certains vestiges archéologiques.

À ses débuts, la prospection électromagnétique était surtout confinée à l'exploration minière, principalement dans certains contextes où les gisements miniers présentent de très forts contrastes de conductivité électrique (plusieurs ordres de grandeur).

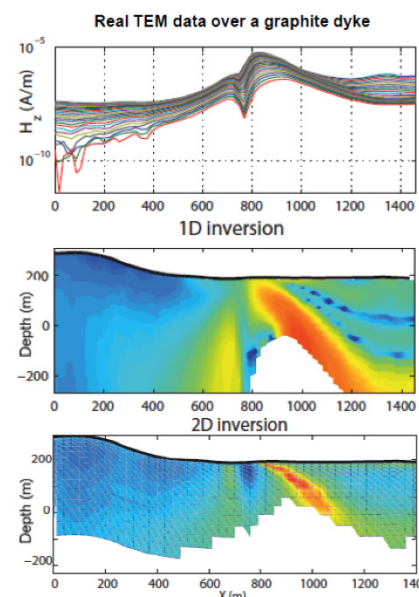
Aujourd'hui, en raison de progrès instrumentaux et à l'aide de calculateurs puissants, l'inversion de mesures électromagnétiques permet une imagerie dans des situations où les contrastes sont moins flagrants qu'en prospection minière, dans des domaines d'exploration touchant l'hydrogéologie et l'industrie pétrolière. Ces avancées conduisent à de nouvelles images du sous-sol en profondeur qui peuvent compléter ou remplacer d'autres méthodes plus coûteuses comme l'électrique par courant continu (ERT - Electrical Resistivity Tomography) ou la sismique (réfraction ou réflexion).

Ces progrès reposent sur un effort particulier des deux étapes clé du processus d'inversion, la modélisation directe puis l'inversion proprement dite :

- le problème direct en électromagnétisme est particulièrement complexe et nécessite la résolution d'un jeu d'équations couplées non linéaires (équations de Maxwell). Résoudre ces équations nécessite un processus itératif très coûteux en temps et mémoire de calcul. Il est donc nécessaire de mettre en place des simplifications, au risque de perdre en précision et de biaiser nos prédictions théoriques. Une des simplifications consiste à ne pas inverser les données des mesures du champ électromagnétique réellement observé (E,H), mais à utiliser un prétraitement basé sur des modèles à conductivité constante : que l'on s'intéresse à une inversion à 1, 2 ou 3 dimensions, on calculera des conductivités apparentes avant de déterminer un modèle de conductivité en profondeur.

- l'inversion présente aussi des contraintes liées à la sensibilité des ondes électromagnétiques. Sonder en profondeur nécessite d'utiliser des basses fréquences et on caractérise le sous-sol, non pas en observant la vitesse de propagation, mais en mesurant l'atténuation par diffusion. Ceci affecte la résolution (taille minimale des pixels dans l'image inversée du sous-sol) et produit de nombreuses équivalences (différentes structures sont susceptibles de produire des effets électromagnétiques comparables et ne sont donc pas simple à discriminer sans autre information). Aussi, le problème peut être régularisé pour accélérer le processus d'inversion et obtenir une solution plus réaliste : on ne cherche pas seulement à ajuster les données, on tient aussi compte de critères additionnels sur le modèle, par exemple son lissage ou son voisinage avec un modèle de référence défini a priori et venant d'autres méthodes.

Pascal Sailhac



Exemples d'inversion dans le cas d'un profil de données réelles hélicoptères.

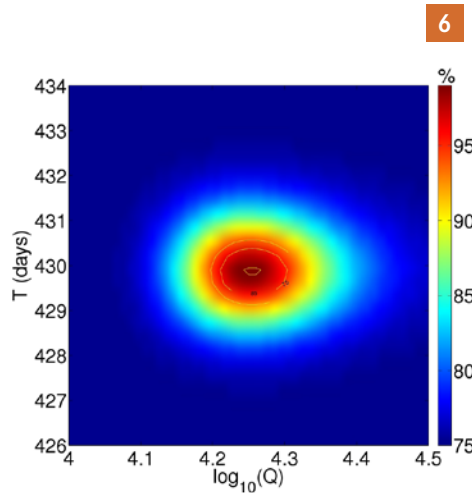
De haut en bas : mesures de réponses du champ magnétique Hz pour plusieurs délais τ (faibles réponses pour les grands τ), et section inversée avec régularisation par lissage dans le cas d'une juxtaposition d'inversions 1D ou à 2D (meilleure résolution à 2D car le poids de la régularisation y est moins fort).

Deux ouvrages pour approfondir : « Méthodologie d'interprétation en électromagnétisme aéroporté », thèse de J. Guillemoteau, soutenue à l'Université de Strasbourg le 8 fév. 2012 et « Geophysical Electromagnetic - Theory and Methods », par M. S. Zhdanov, Ed. Elsevier, 2009.

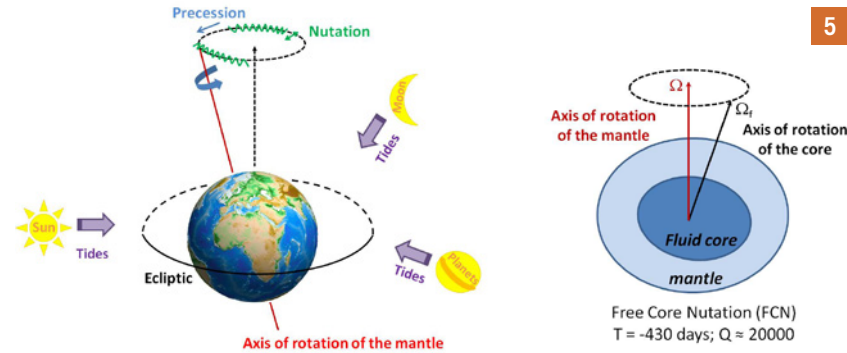
RECHERCHE DOSSIER

INVERSION BAYÉSIENNE DE LA RÉSONANCE DIURNE DU NOYAU FLUIDE

Grâce aux mesures en surface des variations temporelles de la gravité, il est possible de connaître certaines caractéristiques physiques du noyau liquide terrestre. De manière indépendante, l'observation des variations périodiques de la rotation et de l'orientation de la Terre apporte des informations importantes sur les couplages entre le noyau et le manteau.



5. Schéma illustrant les variations de la rotation terrestre (à gauche) et la rotation propre du noyau (à droite). 6. Densités de probabilités jointes pour la période T et le facteur de qualité Q à partir d'une inversion jointe des nutations VLBI et des facteurs gravimétriques de la station J9 de Strasbourg. Crédits images : S. Rosat, EOST-IPGS



La Lune, le Soleil et les autres planètes agissent sur la Terre en permanence et perturbent sa rotation. Ces perturbations périodiques de la rotation terrestre sont appelées nutations. Sur Terre, cette action de la Lune et du Soleil se traduit par le phénomène des marées. La présence d'un noyau fluide perturbe aussi la rotation de la Terre solide. Une analogie possible est celle d'un œuf cru et d'un œuf dur que l'on fait tourner comme une toupie suite à une impulsion rapide. Si on réalise cette expérience, on notera immédiatement que l'œuf dur tourne plus rapidement que l'œuf cru, un effet associé à l'interaction entre la coquille solide et les parties liquides de l'œuf cru (le blanc et le jaune). Le noyau terrestre, parce qu'elliptique, a un axe de rotation non aligné avec celui du manteau et possède donc son propre mode de rotation appelé FCN (de l'anglais Free Core Nutation – présenté dans la Figure 5). Il s'agit d'un mode propre de rotation qui s'effectue dans le sens opposé à la rotation terrestre. Sur Terre, ce mode apparaît avec une période quasi-diurne (c'est à dire d'environ un jour). Le forçage par les ondes diurnes de marées entraîne une réponse de la Terre qui est amplifiée par la présence du noyau fluide. C'est ce qu'on appelle un phénomène de résonance (voir l'encart). Un moyen pertinent pour caractériser ce phénomène de résonance est de formuler le problème inverse en utilisant une approche Bayésienne.

5

LE PROBLÈME INVERSE EN TECTONIQUE ACTIVE

La modélisation de la rupture sismique est fondée sur un modèle 2D d'une dislocation rectangulaire dans un demi-espace à déformation homogène et isotrope. Plus récemment, une méthode de modélisation en 3D a été développée tenant compte des propriétés d'une dislocation angulaire à déformation linéaire et élastique ; cette approche est basée sur une modélisation à élément finis (POLY3D) où la dislocation est constituée de cellules planaires triangulaires à déplacement continu. Par comparaison avec la méthode utilisant une dislocation rectangulaire, la méthode 3D permet de mieux représenter les plans de failles et notamment les aspérités et courbures des ruptures cosismiques.

L'inversion Bayésienne est une approche probabiliste qui consiste à propager aux paramètres étudiés l'information issue de nos mesures, en tirant parti de notre connaissance a priori sur le modèle. Suivant cette approche, les données, les paramètres et le modèle physique sont tous décrits par des lois de probabilité permettant ainsi d'exploiter au maximum l'information apportée par les différents éléments du problème.

Une première série de mesures est effectuée à partir des variations temporelles de la gravité, enregistrées en continu à la surface de la Terre. Elles nous permettent de calculer une loi de probabilité a posteriori décrivant la période et l'atténuation du mode de rotation FCN (voir la Figure 6). Une seconde série d'information provient d'observations astronomiques des perturbations périodiques affectant la rotation terrestre. Les mesures s'effectuent notamment via des méthodes dites d'interférométrie à très longue base (VLBI) basées sur les réseaux globaux d'antennes radio-astronomiques.

Dans cette approche Bayésienne, nos estimations de la période et de l'atténuation du mode de rotation FCN apportent des contraintes importantes sur l'ellipticité du noyau liquide et sur les couplages agissant à la frontière entre le noyau et le manteau, améliorant considérablement notre compréhension de la dynamique de la Terre profonde.

Séverine Rosat

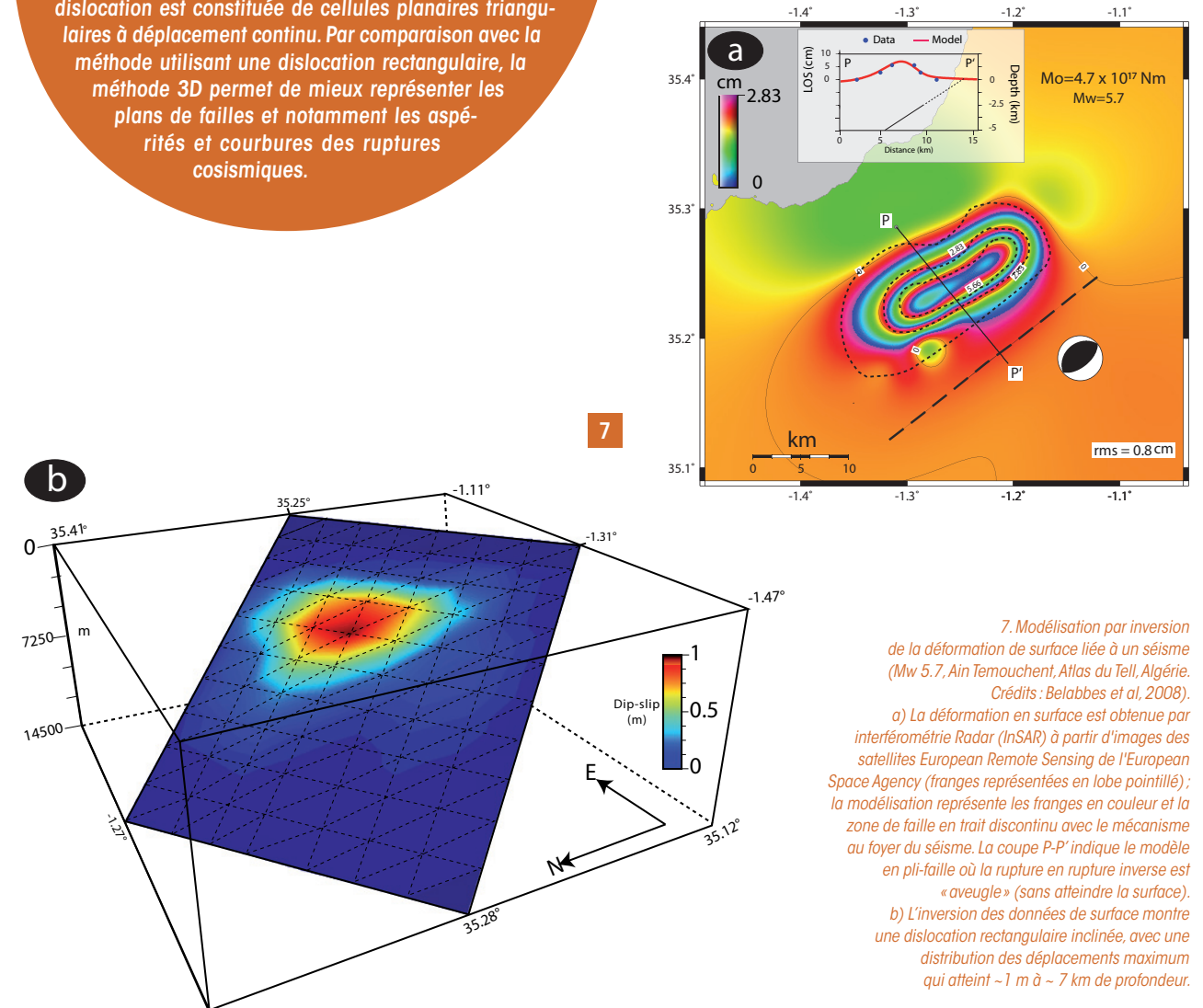
PARAMÈTRES ET MODÈLE

L'équation classique de la résonance presque diurne s'écrit $\tilde{\delta}_j = \tilde{\delta}_{ref} + \frac{\tilde{a}}{\sigma_j - \tilde{\sigma}_{FCN}}$ avec $\tilde{\delta}_j$ la réponse complexe de la Terre à l'onde de marée de fréquence σ_j , $\tilde{\sigma}_{FCN} = \frac{2\pi}{T} + i\frac{\pi}{QT}$ est la fréquence complexe de la FCN, T sa période (T ~ -430 jours), \tilde{a} se réfère à l'amplitude du forçage. La quantité est la réponse gravimétrique qu'aurait la Terre sans noyau liquide. Le facteur de qualité Q (Q ~ 20000) exprime l'amortissement de la FCN sous l'effet entre autres des pressions fluides à l'interface noyau-manteau et des couplages entre le noyau et le manteau. Les quantités T et Q sont par définition positives et doivent donc suivre une loi de distribution de type log-normale). En outre le modèle physique est non-linéaire.

De nos jours, les déplacements co-sismiques en surface sont l'objet de mesures détaillées en utilisant des méthodes issues de la tectonique active et de la géomorphologie quantitative. Via des procédures d'inversion des données de surface, ces déplacements peuvent être utilisés pour modéliser la géométrie et la cinématique des failles en profondeur. Plus les données de surface sont nombreuses et précises, meilleure est l'application de la méthode de modélisation par inversion. Ces données sont recueillies en surface le long des zones de faille sismique, par le biais des mesures directes sur le terrain (en utilisant des instruments géodésiques tel que DGPS, tachéomètre, Lidar terrestre) et indirectes par télédétection (corrélation d'images optique, Lidar aéroporté, DInSAR, PS-InSAR).

Des séismes superficiels de magnitude modérée à forte (Mw > 5.5) peuvent servir d'exemple pour illustrer l'utilisation du problème inverse pour caractériser les ruptures sismiques. Les plans de ruptures co-sismiques et souvent post-sismiques modélisés montrent des caractéristiques géométriques, cinématiques avec une distribution des déplacements, en accord avec les mécanismes au foyer des séismes obtenus par ailleurs. Les résultats de l'inversion offrent souvent la possibilité de décrypter une relation complexe entre un déplacement co-sismique et une déformation crustale issue d'épisodes tectoniques successifs.

Mustapha Meghraoui



7

7. Modélisation par inversion de la déformation de surface liée à un séisme (Mw 5.7, Ain Temouchent, Atlas du Tell, Algérie. Crédits : Belabbès et al, 2008). a) La déformation en surface est obtenue par interférométrie Radar (InSAR) à partir d'images des satellites European Remote Sensing de l'European Space Agency (franges représentées en lobe pointillé) ; la modélisation représente les franges en couleur et la zone de faille en trait discontinu avec le mécanisme au foyer du séisme. La coupe P-P' indique le modèle en pli-faïlle où la rupture en rupture inverse est « aveugle » (sans atteindre la surface). b) L'inversion des données de surface montre une dislocation rectangulaire inclinée, avec une distribution des déplacements maximum qui atteint ~1 m à ~7 km de profondeur.

Crédits images : M. Meghraoui, EOST-IPGS

RECHERCHE

OUVRAGES

UN OUVRAGE COLLECTIF MET EN AVANT LES RÉSULTATS DU PROJET PHYTORET (ENGEES-LHYGES)

Les résultats du projet Interreg PhytoRET ont fait l'objet d'un chapitre de l'ouvrage collectif « Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques : pourquoi ? comment ? ». Cet ouvrage, téléchargeable gratuitement, recense les exemples de mise en œuvre de l'ingénierie écologique pour protéger et restaurer les milieux aquatiques.

Le projet PhytoRET, porté par l'ENGEES associé trois laboratoires : le LHyGeS, l'Institut d'Hydrologie de l'Université de Freiburg et l'Institut de chimie environnementale et durable de l'Université de Lüneburg. Les résultats du projet PhytoRET, mis à l'honneur dans cet ouvrage, concernent le site d'étude du LHyGeS situé à Rouffach (Haut-Rhin, Alsace). Ces résultats permettent de mieux comprendre le devenir des pesticides dans les hydrosystèmes en utilisant les zones humides artificielles comme laboratoires à ciel ouvert.

L'ouvrage est publié par l'association ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement).

Sylvain Payraudeau

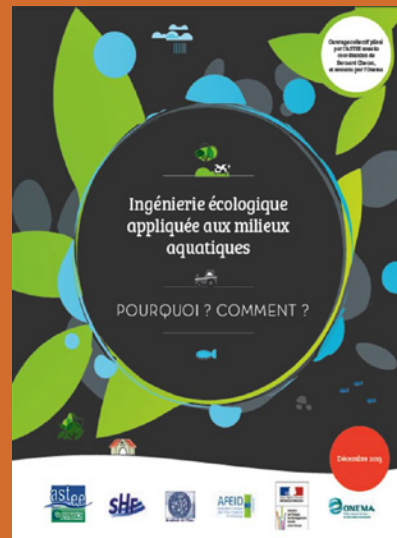


Photo en fond de page : Bassin d'orage de Rouffach (Haut-Rhin, Alsace) véritable laboratoire à ciel ouvert du devenir des pesticides dans les hydrosystèmes continentaux. Crédits : S. Payraudeau, EOST-LHyGeS

>> RÉFÉRENCE
<http://www.astee.org/publications/bibliographie/collection/fichiers/ouvrage/EpageBD.pdf>



NUMÉRO SPÉCIAL DU JOURNAL OF SEISMOLOGY

Ce numéro spécial du « Journal of Seismology » préfacé et édité par Mustapha Meghraoui et deux collègues d'Afrique du Nord est entièrement consacré à l'aléa sismotectonique et au risque sismique du Nord de l'Afrique (du Maroc à l'Égypte). Il contient dix contributions dans les domaines de la sismologie, des failles actives, des effets des tremblements de terre en surface, du risque sismique et de son évaluation en Afrique du Nord. Il fait suite à la conférence du NAGET (North African Group for Earthquake and Tsunami studies) de Tunis en mai 2012, consacrée au risque sismique et modèle associé. Mustapha Meghraoui est membre de l'équipe Dynamique Globale et Déformation Active de l'IPGS.

Mustapha Meghraoui

>> RÉFÉRENCE
Journal of Seismology, Ed. Springer, Vol. 18, Issue 4, April 2014 - Spécial Issue: Seismotectonics and Seismic hazards in North Africa.

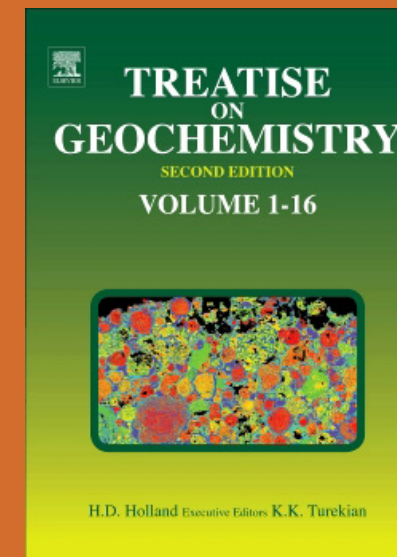
STABLE ISOTOPES IN THE SEDIMENTARY RECORD

Le traité de géochimie est un important travail collectif qui fait périodiquement le point sur les connaissances dans le domaine de la géochimie depuis les météorites, comètes et autres planètes jusqu'à la géochimie environnementale. Il comporte neuf volumes et en est à la seconde édition. La synthèse de 45 pages sur la géochimie isotopique stable des milieux sédimentaires fait partie du volume consacré aux sédiments, à la diagenèse et aux roches sédimentaires. Elle fait le point sur la géochimie isotopique de l'hydrogène et de l'oxygène dans le cycle de l'eau, les argiles et les carbonates, du calcium dans l'eau de mer et les carbonates, du carbone dans les carbonates et la matière organique, de l'azote dans les environnements sédimentaires, du soufre dans les sulfates et les sulfures sédimentaires, du bore dans les matériaux de surface, et de l'argon dans les minéraux argileux des sédiments.

Norbert Clauer est directeur de recherche émérite du CNRS au LHyGeS.

Norbert Clauer

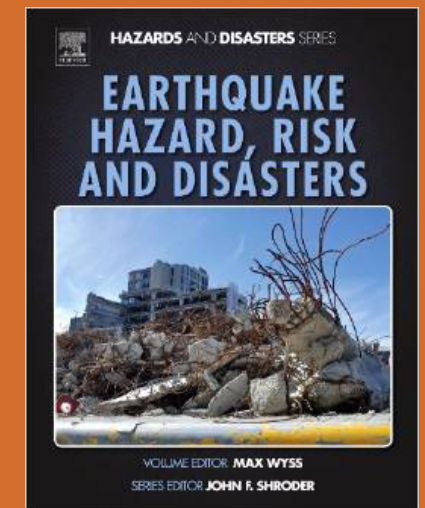
>> RÉFÉRENCE
Lerman A. & Clauer N. (2014) *Stable isotopes in the sedimentary record*. In: F.T. McKenzie and K.K. Turekian (eds.), *Treatise on Geochemistry*, 2nd Edition, vol. 7, Ed. Elsevier.



H.D. Holland Executive Editors K.K. Turekian

EARTHQUAKE HAZARD, RISK, AND DISASTERS

Mustapha Meghraoui et Kuvvet Atakan (Dept. of Solid Earth, University of Bergen) publient « The contribution of paleoseismology to earthquake hazard evaluations », un chapitre de l'ouvrage « Earthquake, hazard, risk and Disasters ».



Cet ouvrage présente les récents développements et recherches concernant l'aléa sismique, le risque sismique et catastrophes associées. Le chapitre de Meghraoui et Atakan est consacré aux techniques récentes utilisées en paléosismologie et l'application des résultats à l'évaluation de l'aléa sismique. Des exemples de failles continentales majeures ayant généré de forts séismes enregistrés aussi bien dans les catalogues de sismicité que dans les dépôts géologiques récents (< 10,000 ans) sont présentés. Cette comparaison entre des données de sismicité instrumentale et historique avec des résultats paléosismologiques apportent un éclaircissement nouveau, avec une meilleure détermination des paramètres sismiques des failles et une évaluation réaliste de l'aléa sismique.

Mustapha Meghraoui est membre de l'équipe Dynamique Globale et Déformation Active de l'IPGS.

Mustapha Meghraoui

>> RÉFÉRENCE
« Earthquake hazard, risk, and disasters »
Volume édité by Max Wyss, Ed. Elsevier.
ISBN 10: 0123948487

ÉVÈNEMENTS

Dans le cadre de la fête de la science 2013, qui s'est déroulée du vendredi 12 au dimanche 14 octobre, l'EOST a proposé plusieurs ateliers sur le plus grand stand du village des sciences installé au Palais Universitaire. Des étudiants, techniciens, ingénieurs et chercheurs du LHyGeS et de l'IPGS se sont succédés pendant 3 jours avec des animations adaptées aux enfants et aux adultes sur le thème de « l'eau qui dort, l'eau qui court ».

Le public a ainsi pu découvrir le chemin de l'eau sur terre depuis la pluie, les rivières, les eaux souterraines, mais aussi l'eau de l'infiniment petit : minéraux hydratés jusqu'à l'échelle des tempêtes et des tsunamis.

FÊTE DE LA SCIENCE : QUATRE ATELIERS SUR LE THÈME « EAU QUI DORT, EAU QUI COURT »

Plusieurs personnes se sont mobilisées en amont pour concevoir et développer les ateliers, et pour créer les nombreux équipements, matériels, « manips » et supports (posters, jeux interactifs). Une maquette de grande dimension qui permettait de suivre l'infiltration de polluants dans des aquifères a par exemple été adaptée et déplacée vers le site, non sans quelques défis à relever... Le stand a reçu de nombreuses visites et les ateliers ont été très appréciés du public.

La fête de la Science est avant tout un grand moment de rencontre avec le public, et en particulier le public jeune. C'est une belle occasion pour nous, scientifiques, de transmettre nos connaissances et notre passion. Et c'est aussi un vrai retour vers les citoyens de ce que nous faisons dans nos laboratoires de recherche.

1. M.-C. Pierret, EOST-LHyGeS et V. Bertrand, EOST

Pour l'édition 2014, année internationale de la cristallographie, l'EOST prépare de nouveaux ateliers et animations sur ce thème qui s'inscrit dans ses formations et dans sa recherche.

Marie-Claire Pierret



INAUGURATION DE LA CHAIRE INDUSTRIELLE DE GÉOTHERMIE PROFONDE LE 4 AVRIL



2. Crédits photos : C. Schneider, ES

>> RÉFÉRENCE

<http://labex-geothermie.unistra.fr/article245.html>

Vendredi 4 avril 2014, la première chaire industrielle de géothermie profonde a été inaugurée à l'Université de Strasbourg. Dans un contexte nécessaire de transition énergétique, cette chaire unique en son genre et plurielle associe EDF, le Groupe ÉS, l'EOST (Université de Strasbourg) et le CNRS.

Cette initiative met en place un cercle vertueux de la recherche fondamentale à la recherche appliquée et vice-versa. Elle permet par ailleurs la création, à la rentrée 2014, de formations continues dédiées à la géothermie, nécessaires pour appuyer l'essor de cette filière innovante. Ainsi s'organisera une filière professionnelle à haute qualification, associant les savoirs technique et scientifique des industriels et des chercheurs, potentiellement créatrice d'emplois pérennes et non délocalisables.

L'inauguration a donné lieu à une table-ronde riche d'informations scientifiques, industrielles et sociétales. Mais cet événement a surtout été le reflet de la confiance qui règne entre partenaires universitaires et industriels depuis le début de leur collaboration en 2012 dans le cadre du labex g-eau-thermie profonde.

Véronique Bertrand

650 ÉLÈVES DE CM1 ET CM2 À LA DÉCOUVERTE DE LA SISMOLOGIE

Le musée de sismologie et magnétisme terrestre est ouvert depuis le 22 novembre 2013, sur réservation, aux classes de CM1 et CM2 pour des visites d'un peu plus d'une heure incluant une courte visite du musée et des ateliers.

Vingt-six classes ont déjà été accueillies : 650 élèves ravis et attentifs ont ainsi découvert comment fabriquer un sismomètre et ont réfléchi ensemble aux conséquences d'un séisme. Les animations sont assurées par un tandem composé d'une animatrice du jardin des sciences et une scientifique doctorante de l'EOST.

Ces ateliers sont le fruit d'une collaboration entre le Jardin des Sciences et les sismologues de l'EOST. Dès septembre prochain, une nouvelle animation permettra d'accueillir les collégiens. Cette fois pendant leur visite du musée, un séisme aura lieu et ils devront localiser et évaluer les dégâts. Pour accueillir au mieux les scolaires et dans un souci de cohérence historique, les collections de magnétisme ont été déplacées et le musée rebaptisé « Musée de sismologie ».

Valérie Ansel



Crédits photos : N. Toussaint, Unistra, Jardin des Sciences



DES ATELIERS POUR PETITS ET GRANDS À SAINTE-MARIE-AUX-MINES EN JUIN

La bourse internationale aux minéraux de Sainte-Marie-aux-Mines « Mineral & Gem », 3^e plus grande manifestation dans son genre au monde, accueille chaque année près de 1000 exposants et 30 000 visiteurs passionnés de minéraux. Le musée de minéralogie de l'EOST y est invité chaque année à y présenter ses plus belles pièces (voir notre article dans le précédent numéro de décembre 2013).

En parallèle de la bourse, un programme spécifique est élaboré par les organisateurs, avec des ateliers et visites dédiés aux enfants des écoles de la région et au grand public. Pour cette 51^e édition 2014, qui se déroulera du 26 au 29 juin, une vingtaine d'étudiants de l'EOST en licence, master ou école d'ingénieur et six étudiants en master communication Scientifique de l'Université de Strasbourg collaborent pour créer deux ateliers de découverte des Sciences de la Terre. Le premier permet de comprendre l'origine des ondes sismiques et celle des séismes. Le second illustre les phénomènes d'infiltration d'eau et de pollution dans les différents types de sol.

L'EOST encadre et finance ce projet. En échange de cette participation, nous disposerons d'un stand pour présenter nos formations. Les étudiants participants recevront par ailleurs une subvention versée par les organisateurs. Venez nombreux !

Véronique Bertrand

SAINT-MARIE
AUX-MINES
51^e



Mineral & Gem
EXPOSITION INTERNATIONALE

26 - 29 JUIN 2014
JOURNÉES PROFESSIONNELLES 26 - 27 JUIN

ÉVÈNEMENTS



2

UNE EXPOSITION QUI MET EN VALEUR LA RICHESSE DU SOUS-SOL ALSACIEN

Afin de familiariser le public avec les richesses du sous-sol de l'Alsace et avec son histoire géologique, le château de Lichtenberg, situé dans la commune éponyme du Bas-Rhin, présente à partir du 7 juillet une nouvelle exposition « Roches et fossiles d'Alsace : Naissance, vie et mort d'une mer ». Les fossiles et des roches remarquables exposés proviennent des collections géologiques et paléontologiques de l'EOST.

L'exposition illustre une page de l'histoire de l'Alsace qui se déploie de 250 à 200 millions d'années. Une vaste plaine alluviale où se sont déposés les futurs grès roses des Vosges est progressivement submergée par une mer issue de l'Est de l'Europe apportant avec elle une riche faune marine. La mer séjourne longtemps en Alsace avant de se confiner, de se sursaler et de s'assécher sous un climat devenu aride. Cette histoire en trois temps, qualifiée de « Trias » par les géologues, rend compte de la superposition, au cours du temps, de trois formations géologiques : les grès roses du Buntsandstein que surmontent les calcaires fossilifères du Muschelkalk qui, à leur tour, sont couffés par les roches salines du Keuper.

Véronique Bertrand

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'EUROPEAN GEOPHYSICAL UNION À VIENNE

De nombreux chercheurs, enseignants chercheurs et étudiants de l'EOST ont participé à l'Assemblée Générale 2014 de l'EGU (European Geophysical Union), du 27 Avril au 2 Mai, à Vienne, Autriche. Ont participé à cette conférence, 12437 scientifiques de 106 pays, dont 27% d'étudiants. Le programme, intense et intéressant, proposait 14895 présentations orales, posters ou PICOs (mixte oral/poster).

Les scientifiques de l'EOST ont organisé 8 sessions sur les disciplines de Sciences de la Terre, et ont contribué à plus d'une soixantaine de présentations.

Pour fêter l'événement, les vitres du métro viennois dans la station « Donauinsel - Centre des Congrès International » se sont lancées dans la formation de doigts, lors d'écoulements créés par l'échauf-

fement -dû au soleil- de la colle dans le double vitrage (1), imitant ainsi les structures naturelles présentées à la conférence voisine lors des sessions sur les injections de fluides en milieux poreux (2).

Renaud Toussaint

Credits photos : R. Toussaint, EOST-IPGS



1

UN NOUVEAU SITE WEB POUR LE MUSÉE DE MINÉRALOGIE

Le musée de minéralogie, géré et hébergé par l'EOST et partenaire du Jardin des Sciences de l'Université de Strasbourg, s'est doté d'un nouveau site web. Denis Leybold, conservateur du musée, en a élaboré les contenus historiques et descriptifs afin de faire découvrir les collections du musée : 30 000 échantillons de minéraux provenant de toutes les parties du monde et 450 échantillons de météorites (la seconde collection en France après celle du Museum d'histoire naturelle de Paris. De nombreuses photos sont disponibles et viendront agrémenter le site web dans les semaines à venir.

Véronique Bertrand

>> RÉFÉRENCE <http://musee-mineralogie.unistra.fr>

CÉLÉBRATION DES 60 ANS DE LA GRAVIMÉTRIE À STRASBOURG

Depuis 1999, une communauté de chercheurs des disciplines de l'astronomie et de la géophysique se retrouve à l'occasion d'un colloque annuel baptisé « G2 » pour présenter des résultats, confronter leurs points de vue et discuter de sujets de recherche. Le Colloque G2 2014 se déroulera au Collège Doctoral Européen de Strasbourg du 17 au 19 novembre 2014.

Le programme inclut une journée de célébration des 60 ans (1954-2014) de la gravimétrie à Strasbourg. Cette journée sera l'occasion de suivre des conférences de personnalités de renom en gravimétrie terrestre.

Le colloque abordera les thèmes suivants :

- La gravité : du centre de la Terre aux confins du système solaire
- Le futur de la gravimétrie sol et satellite : défis instrumentaux et nouvelles applications
- Géodésie et Tectonique
- Thème blanc

Christine Heimlich

Directeur de la publication :
Frédéric Masson

Comité de rédaction : Yves Armando,
Florence Beck, Véronique Bertrand,
Zacharie Duputel, Christine Heimlich,
Gwénaél Imfeld, Parie-Claire Pierret,
Renaud Toussaint, Jérôme van der Woerd

Contact : Véronique Bertrand
veronique.bertrand@unistra.fr

Conception & impression :
Imprimerie DALI - Unistra