

Physique de l'intérieur de la Terre

M^{me} Barbara ROMANOWICZ, professeur

ENSEIGNEMENT

Leçon inaugurale

Dans cette leçon, prononcée le 6 octobre 2011, j'ai présenté l'état des lieux de mon domaine, la contribution des différentes disciplines des sciences de la Terre à nos connaissances actuelles sur l'intérieur de la Terre (Voir : <http://lecons-cdf.revues.org/495>).

Cours : Le noyau de la Terre

10 octobre - 27 novembre 2011 (8 cours de 1 h 30 chacun)

La structure moyenne (en pelures d'oignon) de la Terre est connue en bonne première approximation depuis le milieu du XX^e siècle. On peut citer les questions d'actualité suivantes concernant le noyau :

- Composition du noyau et de la graine : quels sont les éléments légers majoritaires dans le noyau et dans la graine ?
- Quelle est la température de fusion du fer (et de ses alliages) à la pression de la surface de la graine ?
- Quelle est l'origine de l'anisotropie sismique observée dans la graine ?
- Y a-t-il de manière significative rotation différentielle de la graine par rapport au manteau ?
- Quelle est la morphologie des courants de convection dans le noyau externe et quel est le flux de chaleur à travers la limite noyau-manteau ?

Ces questions sont importantes car elles ont des implications pour l'évolution thermique de la Terre (quand la graine s'est-elle formée ?) et par là-même, celle du champ magnétique.

Les 5 premiers cours ont été consacrés aux outils et résultats obtenus par la sismologie, puis nous avons abordé les contraintes apportées par la physique des matériaux (cours 6 et 7) et enfin la dynamique du noyau (cours 8) et la génération du champ magnétique terrestre.

Cours 1 : Introduction

Nous avons commencé par une introduction historique détaillant les étapes principales depuis la découverte, grâce à la sismologie, de l'existence dans la Terre d'un noyau liquide (Oldham, 1906) et la découverte de la graine (Lehmann, 1936). À noter le travail de Birch (1952) pour établir la composition contrastée du manteau (silicates) et du noyau (alliages de fer) et la confirmation de la solidité de la graine (Dziewonski et Gilbert, 1971), et la découverte de la présence d'anisotropie sismique dans la graine par l'étude des modes propres (cf. Woodhouse *et al.*, 1986) et des temps de propagation des ondes de volume du noyau (Morelli *et al.*, 1986).

Nous avons introduit quelques notions de base en sismologie, l'existence de deux types d'ondes sismiques (compression et cisaillement), leurs propriétés respectives, la nomenclature des « phases » sismiques. Nous avons présenté les outils sismiques sensibles à la structure du noyau et de la graine, les ondes de volume PKP et leurs différentes branches, les ondes réfléchies sur la surface de la graine et la limite noyau-manteau (CMB) et le spectre des vibrations propres de la Terre. Un modèle sismologique de terre à symétrie sphérique (« 1D ») établi il y a 30 ans, le PREM (*Preliminary Reference Earth Model*, Dziewonski et Anderson, 1981), sert encore aujourd'hui de très bon modèle de référence.

Enfin, nous avons mentionné l'importance des travaux de physique des matériaux à haute pression et température qui, par la confrontation avec les paramètres élastiques fournis par la sismologie, permettent d'identifier la composition minéralogique des parties profondes de la Terre.

Cours 2 : La CMB

Nous avons rappelé les lois de la réfraction et la théorie des rais en sismologie, en particulier les coefficients de réflexion, de réfraction et de conversion aux discontinuités de structure. Ensuite, nous avons décrit les travaux qui ont conduit à une estimation précise du rayon du noyau (ondes de volume et vibrations propres), de l'ellipticité de la CMB¹ et de la topographie de celle-ci, qui reste encore très mal connue, sauf aux très grandes longueurs d'onde (degré 2).

Cours 3 : L'ICB et l'onde PKJKP

Nous avons décrit les méthodes d'estimation du rayon de l'ICB² et de l'épaisseur de la transition liquide-solide, importante pour la compréhension du processus de solidification et de la dynamique du noyau, ainsi que de la topographie de la graine. Ensuite nous avons décrit les travaux successifs sur l'estimation sismologique du saut de densité à l'ICB, qui permet d'apporter des contraintes sur la composition de la graine : celle-ci est composée de fer plus pur que le noyau externe, il s'agit de déterminer quel est l'élément léger (ou les éléments légers) qui se trouvent expulsés dans le noyau liquide au moment de la solidification de la graine, et qui ainsi contribuent à maintenir une convection compositionnelle dans le noyau liquide. Dans les années 1990, les estimations obtenues à partir de l'analyse des vibrations

1. CMB = *core mantle boundary* = limite noyau/manteau.

2. ICB = *inner core boundary* = limite graine/noyau externe.

propres de la Terre et des ondes de volume réfléchies sur la surface de graine (PKiKP) donnaient des résultats divergents, de moins de $0,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, jusqu'à plus de $1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, mais les travaux les plus récents s'accordent mieux, donnant une valeur autour de $0,6-0,8 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$.

Nous avons ensuite abordé la question de la solidité de la graine dont la preuve indirecte a été apportée par l'intermédiaire de l'analyse des fréquences propres des modes sensibles au noyau. Si la graine est solide, on prévoit l'existence d'une onde de volume PKJKP qui se propage sous la forme d'une onde de cisaillement dans la graine (et d'une onde de compression à l'extérieur de celle-ci). L'onde PKJKP est très difficile à observer, car le coefficient de conversion à la surface de la graine est très faible. Une première détection en 1972 a ensuite été invalidée. Depuis, on essaie de l'observer par des méthodes basées sur des sommations de traces (*stacking*) sur des réseaux régionaux. Jusqu'à présent, seulement 4 autres articles ont proposé la détection de cette phase, trois à relativement basse fréquence ($\sim 10 \text{ s}$) et un à plus haute fréquence ($\sim 0,5 \text{ s}$). Cette question reste pour le moins ouverte, et certains avancent qu'il n'est pas possible de l'observer avec les réseaux sismiques actuels (Shearer, 2010). Une seule estimation du facteur de qualité (inverse de l'atténuation) en cisaillement dans la graine a été publiée (Cao et Romanowicz, 2009), proposant une valeur Q_β supérieure à 300.

Cours 4 : L'anisotropie sismique dans la graine

Nous avons décrit les différents modes d'anisotropie sismique et leur cause physique et donné quelques éléments de la théorie de l'élasticité. Nous avons également introduit la notion de « *splitting* » des modes propres en présence d'hétérogénéités latérales et d'anisotropie. Nous avons décrit les observations de *splitting* anormal des modes propres sensibles au noyau et de temps de propagation d'ondes de volume PKIKP plus rapides sur les trajets polaires que sur les trajets équatoriaux, et qui ont conduit à émettre l'hypothèse que la graine est anisotrope et les modèles anisotropes correspondants, et leurs causes physiques possibles (convection dans la graine, croissance anisotrope, alignements des cristaux de fer au moment de la cristallisation en présence du champ magnétique etc.). Enfin, nous avons commencé à aborder les observations sismiques qui impliquent un modèle de graine complexe.

Cours 5 : Anisotropie et complexité de la structure sismique de la graine

Ce cours a été consacré à la description des observations récentes qui conduisent à un modèle complexe de la graine :

- Existence ou non et amplitude de la rotation différentielle de la graine : inspirés par la modélisation numérique magnéto-hydro-dynamique de la convection dans le noyau externe en présence de graine solide (Glazmaier et Roberts, 1995) qui prédisait une telle rotation différentielle, Song et Richards (1996) ont proposé que les variations, au cours de 30 années d'observation, des temps de parcours des ondes PKIKP observés sur le même trajet polaire, pouvaient s'expliquer par une rotation différentielle de la graine de $\sim 1^\circ$ par an (vers l'est), ceci en exploitant la présence d'anisotropie dans la graine, avec un axe rapide d'anisotropie incliné par rapport à l'axe de rotation de la Terre. Ceci a inspiré de nombreux travaux en géodynamique et en sismologie au cours de la décennie suivante. Ces derniers ont

surtout contesté le résultat de Song et Richards, avec, en conclusion, que si la rotation différentielle existe, elle ne peut être supérieure à $\sim 0,15^\circ$ par an, soit bien moins que l'estimation initiale.

- Présence d'anisotropie en atténuation anticorrélée avec celle en vitesse de compression.

- Présence de topographie sur l'ICB de longueur d'onde latérale ~ 10 km et dans la direction radiale, moins de 500 m (Cao, Masson et Romanowicz, 2007).

- Variations de l'anisotropie de la graine avec la profondeur, avec l'existence d'une « graine dans la graine » (Ishii et Dziewonski, 2002).

- Variations hémisphériques de la structure dans la partie superficielle de la graine, confirmées récemment par une études du *splitting* des modes propres (Deuss *et al.*, 2010) et qui pourraient être dues à des variations très faibles de température à la base du noyau externe ($\sim 10^{-3}$ °).

Cours 6 : Minéralogie du noyau (1)

Ce cours commence par la fin de l'exposé sur les travaux récents sur la graine en sismologie, en particulier, une discussion des observations sismiques sur l'anisotropie et la possibilité de les interpréter de manière différente : par la présence d'anomalies de vitesse dans le noyau externe (dans le cylindre tangent à la graine) et la description d'expériences de laboratoire sur la dynamique du noyau qui pourraient soutenir une telle interprétation.

Nous abordons enfin la structure du noyau liquide, telle qu'elle est actuellement connue par la sismologie et faisons la transition vers la minéralogie du noyau. Nous commençons par présenter les méthodes expérimentales et théoriques utilisées pour contraindre la minéralogie et les propriétés physiques aux pressions et températures du noyau : expériences d'ondes de choc, les premières qui ont conduit à une estimation de la température de fusion du fer à la pression de l'ICB.

Cours 7 : Minéralogie du noyau (2)

Nous avons introduit les mesures expérimentales dans les presses avec enclumes à cellule de diamant, associées à partir des années 1990 avec les mesures *in situ* par diffraction des rayons X et autres méthodes possibles grâce à l'installation des presses dans les centres de synchrotrons. Nous avons décrit les méthodes théoriques *ab initio* qui connaissent récemment un grand essor grâce au développement de la puissance des ordinateurs. Les différentes méthodes de mesure s'accorderaient récemment avec une température relativement élevée du point de fusion du fer, autour de 6 000 K.

Les mesures expérimentales et théoriques s'intéressent également à la question de la phase cristalline stable du fer dans la graine (Hcp ou Bcc ?), ce qui a des incidences sur la nature de l'anisotropie, la partition des éléments légers entre la graine et le noyau externe, ce qui a une incidence sur la température à l'ICB (dépression de l'ordre de 500 K). Une partie du cours a été consacrée à une discussion de la nature des éléments légers dans la graine et le noyau externe et la nature des contraintes (cosmochimiques, physique des matériaux) qui permettraient de la préciser.

Parmi les questions non résolues à l'heure actuelle, il y a celle, importante, de la vitesse de cisaillement dans la graine : les mesures expérimentales et théoriques prédisent des vitesses plus élevées que celles observées par la sismologie, même après corrections diverses (anharmonicité etc., cf. Antonangeli *et al.*, 2010).

Cours 8 : Champ magnétique et dynamique du noyau externe

Ce cours commence par un historique de nos connaissances sur le champ magnétique de la Terre et son origine, ainsi que les inversions du champ magnétique et leurs variations dans le temps et les autres caractéristiques du champ terrestre. Suit une présentation de l'état actuel de notre compréhension des phénomènes convectifs à l'origine de la dynamo terrestre, et des équations qui gouvernent celle-ci avec un rappel du fonctionnement de l'auto-induction électro-magnétique. Nous terminons par un aperçu de la modélisation numérique et expérimentale actuelle de la dynamo.

Séminaire : Structure, composition and dynamics of the earth's core

Ce séminaire, organisé sous la forme d'un colloque international en anglais par le Pr Barbara Romanowicz (chaire de Physique de l'intérieur de la Terre) et le Dr. James Badro (Institut de physique du Globe de Paris), s'est tenu au Collège de France le 25 novembre 2011. Il a réuni des spécialistes de différentes disciplines au sein des sciences de la Terre pour faire le point sur les résultats théoriques, expérimentaux et observationnels récents conduisant au progrès dans la compréhension des caractéristiques physiques et chimiques actuelles du noyau et de son évolution à l'échelle de temps géologiques.

Depuis la découverte en 1986 de l'anisotropie de la graine, des efforts importants en sismologie sont consacrés à la cartographie spatiale détaillée de celle-ci ainsi qu'à celle de la structure isotrope sous-jacente (présentation de M^{me} Jessica Irving, Cambridge Univ.). Un modèle proposé récemment et présenté par M^{me} Annie Souriau (Observatoire Midi-Pyrénées, Toulouse) interprète ces observations en termes de croissance asymétrique de la graine associée à une translation progressive d'ouest en est du front de cristallisation du fer.

L'utilisation des presses à enclume de diamant au sein des accélérateurs de particules (synchrotrons), ont permis récemment le développement de techniques d'investigation *in situ* des matériaux à haute pression et température – jusqu'aux conditions du noyau – basées sur la diffraction des rayons X. M. Daniele Antonangeli (IPG/UPMC) a abordé les progrès récents dans la détermination expérimentale des propriétés élastiques du fer et de ses alliages pour en déduire, après confrontation avec les données sismiques, quels sont les éléments légers présents dans le noyau et la graine et dans quelles proportions – un sujet très controversé depuis plusieurs décennies. Selon M. Antonangeli, parmi les éléments légers proposés en général (oxygène, silicium, soufre, carbone et hydrogène), le silicium pourrait être l'élément favori dans la graine. D'autre part, divers mécanismes ont été proposés pour réconcilier les vitesses élastiques de cisaillement mesurées dans la graine avec celles prédites par les physiciens des matériaux, sensiblement plus élevées (10 %). À partir de calculs théoriques (*ab-initio*), M^{me} Vocado propose une explication simple en termes d'effets importants, négligés jusque-là, du nickel, sur les propriétés élastiques de l'alliage fer-nickel dans la graine, en plus des éléments légers déjà mentionnés.

Par comparaison des abondances d'éléments chimiques observés dans le manteau terrestre et dans le système solaire et par la quantification des isotopes d'éléments radioactifs, la géochimie/cosmochimie apporte également des contraintes sur le mode de formation, l'âge des événements marquants de l'histoire de la Terre, tel l'impact géant à l'origine de la formation de la lune (présentation de M. Bernard

Bourdon) et la composition du noyau en éléments légers (présentation de M. Michael Walter).

Enfin, les différentes contraintes géophysiques et géochimiques servent de base pour l'élaboration de modèles décrivant l'évolution dans le temps des processus dynamiques, tels les inversions du champ magnétique (présentation de M. Julien Aubert) et la croissance de la graine (présentation de M. Philippe Cardin). Le premier propose une approche d'assimilation de données pour la construction de modèles numériques de la dynamo terrestre, le second, lui, propose un modèle simple de convection/translation dans la graine pour expliquer l'anisotropie sismique observée, et son asymétrie hémisphérique.

Les huit présentations orales ont été suivies d'une discussion générale organisée autour d'un panel et d'une session de posters, où les 10 étudiants doctorants de plusieurs écoles doctorales en géophysique (IPGP, ENS, Paris-Sud Orsay), inscrits au cours, ont présenté un résumé des recherches actuelles sur un thème de leur choix lié au noyau de la Terre. Cette session *poster*, plutôt réussie, a illustré une manière possible d'impliquer les étudiants des écoles doctorales de la région dans les enseignements du Collège de France.

Autres activités d'enseignement

À l'automne 2011, j'ai lancé un séminaire hebdomadaire dans l'équipe de sismologie de l'IPG de Paris, intitulé « Geonews of the week », consacré à la présentation de l'actualité sismique et volcanique dans le monde entier, suivie de présentations de recherche par les doctorants et post-docs de cette équipe.

J'ai également fait partie du comité d'organisation du programme CIDER de l'été 2012 (Cooperative Institute for Dynamic Earth Research) du 1^{er} juillet au 10 août 2012, dans le cadre duquel j'ai donné deux cours d'1h 30 chacun sur les sujets :

- Geophysical Inverse Problems
- Continental lithosphere investigations using seismological tools (<http://www.deep-earth.org/summer12.shtml>)

RECHERCHE

Cette année de transition comprend une partie qui se place dans la continuité des recherches entreprises à l'université de Berkeley au cours des années précédentes, et qui se reflète dans les publications, ainsi qu'une partie nouvelle liée au démarrage d'une petite équipe installée à l'IPG de Paris, et associée au financement par l'ERC « Wavetomo ».

Activités de l'équipe « Wavetomo » : 3 post-doctorants et un étudiant doctorant sont arrivés dans l'équipe en septembre et octobre 2011.

Yder Masson (post-doctorant) travaille sur la théorie et l'application à l'échelle continentale de méthodes adjointes numériques pour la propagation des ondes sismiques. En particulier, il a mis au point une méthode de miroirs virtuels, permettant de restreindre à une partie de l'espace considéré l'inversion numérique de la forme d'onde. Il a également travaillé sur la sommation des sources dans le cadre de la modélisation des formes d'ondes sismiques par des méthodes numériques, et sur l'implémentation rigoureuse de l'atténuation dans l'inversion par méthodes

adjointes. Il a présenté ce travail à l'AGU de décembre 2011 et au 3^e *workshop* QUEST en mai 2012 (présentation orale invitée). Un article est en cours de rédaction.

Jamie Barron (post-doctorant) travaille sur la construction d'un modèle tomographique globale d'atténuation des ondes sismiques S, en partant d'un modèle élastique construit dans mon équipe à Berkeley à partir de la forme d'onde complète et en utilisant la méthode des éléments spectraux. Ce modèle, en cours de construction, a été présenté de manière préliminaire à l'AGU de décembre 2011 et au 3^e *workshop* QUEST en mai 2012.

Sergi Ventosa (post-doctorant) est un spécialiste du traitement de signal dans le domaine de la géophysique appliquée. Il travaille sur l'adaptation des méthodes qu'il a développées au cours d'un post-doc à l'IFP au cas de la sismologie globale, avec pour but la détection de l'onde PKJKP et la mesure des temps et amplitudes des ondes PcP et ScS (ondes réfléchies sur la limite noyau manteau) et des phases associées. Il a présenté des résultats préliminaires à la conférence de l'EGU en avril 2012.

Matthias Meschede (doctorant) a commencé une thèse en octobre 2011 dans l'ED109 sur la question de la mesure de l'atténuation en cisaillement dans le manteau de la Terre en présence d'hétérogénéités latérales, en utilisant des données de vibrations propres (ondes stationnaires) et d'ondes de surface (ondes progressives). On a constaté dans le passé des différences de l'ordre de 20 % dans les mesures du facteur de qualité Q_β selon le type de mesures. Matthias Meschede a commencé par des tests synthétiques basés sur des calculs numériques de propagation des ondes sismiques par la méthode des éléments spectraux (SEM). Il a en particulier montré que, hormis la question de la représentation précise des effets de gravité dans la méthode SEM, le calcul SEM représente de manière exacte les effets de propagation longue période sur des longues durées (jusqu'à 100 h de temps), à condition que le *mesh* et le pas d'échantillonnage SEM soient suffisamment fins. Ceci est nécessaire pour le calcul numérique des vibrations propres de la Terre.

L'équipe parisienne collabore avec l'équipe de Berkeley dans la mesure où cette dernière transfère peu à peu son savoir-faire en modélisation et inversion, ainsi qu'en traitement de données aux post-doctorants parisiens. Notamment, le programme de modélisation de la structure élastique du manteau supérieur par la méthode SEM (Scott French, doctorant à Berkeley en collaboration avec Ved Lekic, professeur assistant à l'université du Maryland, ancien doctorant dans mon équipe) fournit en particulier les outils nécessaires à Jamie Barron pour la modélisation de l'atténuation. Les outils de méthode adjointe mis au point par Yder Masson seront bientôt incorporés au programme d'inversion de forme d'onde à l'échelle continentale développé depuis 5 ans à Berkeley avec Huaiyu Yuan (chercheur), afin de construire un modèle de lithosphère de plus haute résolution, en y ajoutant également des éléments d'inversion « trans-dimensionnelle », en collaboration avec Thomas Bodin, post-doctorant Miller à Berkeley.

Pour développer l'esprit d'équipe internationale, j'anime depuis septembre 2011 des discussions de groupe hebdomadaires au moyen de visio-conférences entre Paris et Berkeley.

PUBLICATIONS

Lekic V. et Romanowicz B., « Global tomography using the Spectral Element Method: a clustering analysis of upper mantle structure », *Earth Planet. Sci. Lett.*, 308, 2011, 151-160.

Stehly L., Cupillard P. et Romanowicz B., « Towards improving ambient noise tomography using simultaneously curvelet denoising filters and SEM simulation of ambient noise », *C.R. Geoscience*, 343, 2011, 591-599.

Romanowicz B. et Yuan H., « On the interpretation of SKS splitting measurements in the presence of several layers of anisotropy », *Geophys. J. Int.*, 188, 2012, 1129-1140.

Panning M., Cao A., Kim A. et Romanowicz B., « Non-linear 3D Born shear waveform tomography in southeast Asia », *Geophys. J. Int.*, 188, 2012, 1129-1140.

Cottaar S. et Romanowicz B., « An unusually large ULVZ at the base of the mantle near Hawaii », *Earth. Planet. Sci. Lett.*, sous presse (2012).

Lekic V., Cottaar S., Dziewonski A. et Romanowicz B., « Cluster analysis of global lower mantle tomography: anew class of structure and implications for chemical heterogeneity », *Earth Planet. Sci. Lett.*, 357-358, 2012, 68-77.

Zheng Z. et Romanowicz B., « Do double 'SS precursors' mean double discontinuities? », *Earth Planet. Sci. Lett.*, sous presse (2012).

CONFÉRENCES ET PRÉSENTATIONS INVITÉES

Séminaires invités

« Global and continental waveform tomography: elastic and anisotropic », *Seismic Imaging workshop*, Berkeley (CA), 24 juin 2011.

« Stratification in the lithosphere in archean cratons: evidence from seismic waveform tomography », UCL (Londres), 1^{er} novembre 2011.

Séminaire général de l'IPG (Paris), 10 novembre 2011, conférence sur le même sujet

« Global seismic tomography in the age of numerical wavefield computations », Department of Statistics, U.C. Berkeley, 22 février 2012.

« Global seismic tomography in the age of numerical wavefield computations », USGS Menlo Park (Californie), 9 mai 2012.

« Full waveform modeling of the earth's mantle at the global scale: from normal modes to SEM », 3rd QUEST workshop, Tatranska Lomnica, Slovaquie, 16-22 mai, 2012.

Workshops

Présentation invitée, workshop IPGP/UCL sur la physique des matériaux à haute pression (11 septembre 2011) : « Lateral variations in seismic structure and anisotropy in the lowermost mantle ».

EarthScope Institute on the Lithosphere-Asthenosphere Boundary, Portland, OR, 19-21 septembre, 2011.

Yuan H., Romanowicz B., Abt D., Ford H. et Fischer K., LAB and MLD in the NA Craton.

Présentations à l'AGU de décembre 2011, San Francisco : Masson Y., Romanowicz B. et French S., « Superposition principle and waveform tomography. How well can we do? », Abstract S51D-03.

Chong J., Yuan H., French S.W., Romanowicz B.A., et Ni S., « Imaging 3D anisotropic upper mantle shear velocity structure of Southeast Asia using seismic waveform inversion », Abstract T33B-2409.

Cottaar S. et Romanowicz B.A., « Anisotropy across superplume boundaries », Abstract DI144A-02.

Cottaar S. et Romanowicz B.A., « Observations on the northern boundary of the Pacific Superplume and neighbouring ULVZ », Abstract DI132A-08.

Dziewonski A.M., Lekic V., Cottaar S., Romanowicz, B.A., « Topology of the mantle abyssal layer; superplumes big and small », Abstract DI132A-06.

French S.W., Lekic V. et Romanowicz B.A., « Toward global waveform tomography with the SEM: Improving upper-mantle images », Abstract S13C-02.

Romanowicz B.A., Lekic V., Cottaar S., Dziewonski A.M., « Seismological constraints on deep mantle processes », Abstract U44A-02.

Zheng Z. et Romanowicz B., « Small-scale Lateral Variations of S670S Characteristics at Okhotsk Sea Observed on the US Transportable Array », Abstract DI31B-2177.

Yuan H., Cupillard P. et Romanowicz B.A., « Refining upper mantle structure in the North American continent using Spectral Element method », Abstract S44A-05.

Yuan H., French S.W., Lekic V. et Romanowicz B., « Global azimuthal anisotropy structure of the upper mantle », Abstract DI51C-03.

Présentation à l'EGU, Vienne, avril 2012 : Ventosa S. et Romanowicz B., « Local adaptive slant-stack filters in the time-scale domain », EGU abstract 2012.

Présentations de l'équipe au 3^e workshop QUEST de mai 2012 :

- Masson Y., « Numerical implementation of a time reversal mirror using the spectral element method and possible applications ».
- Barron J., « Towards a global 3D upper mantle attenuation model using SEM ».
- Cottaar S., « A large ULVZ beneath Hawaii from S diffracted waveform modeling ».
- Meschede M., « Constraining structure in the Earth's interior with low frequency SEM spectra ».

RESPONSABILITÉS DIVERSES

Comité d'évaluation du département de géophysique de l'ETH de Zurich, 29 novembre – 2 décembre 2011.

Comité international d'évaluation, Earth Observatory of Singapore, mars 2012.

Comité de recrutement d'un professeur de géophysique à l'ENS de Paris (mai-juin 2012).

Conseil scientifique du programme GEOSCOPE, Paris, mai 2012.

Conseil scientifique, département des géosciences, ENS de Paris, 13-14 juin 2012.

Comité de sélection, Arthur Holmes Medal, European Geophysical Union.

Membre, COMPRES Advisory Committee.

Organisation d'un colloque, le 10 décembre 2011, dans le cadre du programme CIDER (Cooperative Institute on Dynamic Earth Research), pour préparer le programme de l'été 2012 de CIDER sur le sujet : « Deep Time : how did early earth became the modern world ? ». Ce colloque s'est tenu à Berkeley à la suite de la conférence annuelle de l'AGU, du 5 au 9 décembre 2011 à San Francisco.

DISTINCTIONS ET PRIX

2012- Harry F. Reid medal of the Seismological Society of America : http://www.seismosoc.org/awards/reid_medal.php.

Discours d'acceptation le 22 avril 2012 à San Diego.

ÉMISSIONS RADIOPHONIQUES

« La tête au carré » sur France Inter, émission du 4 octobre 2011.

« Continents-Science » sur France Culture, émission du lundi 26 mars 2012. <http://www.franceculture.com/emission-continent-sciences.html-1>.

« Autour de la question » sur RadioFrance internationale, émission du 30 mai 2012.