

Géodynamique

M. Xavier LE PICHON, membre de l'Institut
(Académie des Sciences), professeur

COURS : Le cours n'a pas eu lieu.

Un colloque aura lieu à Saint Maximin dans le Var les 1^{er}, 2 et 3 octobre 2008 pour mener une réflexion sur les grands problèmes de géodynamique qui ont été traités depuis 1986 dans le cadre des cours de la chaire de géodynamique. Ce colloque donnera lieu à la publication d'un livre.

Activités scientifiques de juin 2007 à juin 2008

Xavier Le Pichon avait dirigé le Laboratoire de Géologie de l'École normale supérieure. Au 1^{er} juillet 2003, il s'est délocalisé près du laboratoire du Cérège sur l'Europôle de l'Arbois, près d'Aix-en-Provence, dans des locaux fournis par l'université Paul Cézanne d'Aix-Marseille, pour que l'équipe de recherche de sa chaire de Géodynamique forme avec l'équipe de recherche de la chaire d'Evolution du climat et de l'océan d'Édouard Bard une antenne du Collège de France accueillie par l'université Paul Cézanne. L'équipe de géodynamique comprend en 2008 treize personnes : trois chercheurs permanents, six post-doctorants, un chercheur en cours de thèse, un ingénieur informatique et un agent technique permanents, un agent technique sous contrat temporaire. Le 16 septembre 2005 le nouveau bâtiment dit « Trocadéro » mis à la disposition de l'antenne du Collège de France par l'Europôle de l'Arbois a été inauguré, ce qui a permis une interaction plus étroite avec le laboratoire d'Édouard Bard. Notre équipe de recherche a un accord-cadre avec la compagnie pétrolière Total pour profiter des synergies dans nos intérêts de recherche.

L'intérêt de l'équipe repose sur la relation entre les processus de déformation superficielle et les processus profonds en mettant l'accent sur l'importance des forces de gravité et sur le rôle des fluides. La connaissance du contexte géodynamique et tectonique est utile à la recherche pétrolière et c'est sur cette base qu'une collaboration scientifique avec l'industrie pétrolière a pu être développée.

L'originalité de notre équipe tient à la coopération étroite avec l'industrie qui se traduit dans le financement de thèses, de post-doctorants et de recherches, toutes les recherches conduisant à des publications. L'axe principal de nos recherches est l'étude géodynamique de zones tectoniquement actives menées avec la collaboration de grands organismes de recherche publics et industriels (CEA, Total) et de PME locales (SOACSY, EOSYS). Cet axe est sous la responsabilité de Claude Rangin. Un second axe est lié à la technologie sous-marine avec en particulier une participation aux efforts internationaux pour implanter des observatoires sous-marins sur les marges continentales. Cet axe est sous la responsabilité de Pierre Henry.

L'étude géodynamique de zones tectoniquement actives en collaboration avec l'Industrie s'appuie sur un accord-cadre avec la compagnie Total, un contrat de recherche avec le CEA, et des contrats ponctuels avec les PME locales. Avec Total les projets sont centrés sur la déformation des réservoirs dans le bassin du Bengale et le Golfe du Mexique en privilégiant les relations entre déformation crustale et glissements superficiels dans leur cadre géodynamique global. Deux sur les trois thèses sous contrat engagées sur ce thème ont été défendues à la fin de l'année 2007. Avec le CEA et en collaboration avec Total, nous étudions la part de la tectonique gravitaire dans la tectonique active de la Provence en testant un modèle de glissement en masse sur des couches sédimentaires ductiles. L'analyse de profils sismiques et leur vérité terrain est privilégiée. Mais grâce à l'IRSN, nous avons pu disposer des données du réseau sismique de la Moyenne Durance, ce qui nous permet de relocaliser la microsismicité de cette région prise en compte dans la détermination du risque sismique pour la centrale de Cadarache et le nouveau projet ITER. Ce travail a été présenté lors du colloque organisé en juin 2007 à Aix en Provence. **Il fera l'objet d'un numéro spécial de la Société Géologique de France qui sera publié au début de l'année 2009.**

L'objectif principal de la participation de l'équipe aux projets d'observatoire sous-marin est la compréhension du couplage fluide-mécanique dans les zones de faille et sous les pentes sous-marines instables. Les principaux chantiers sont l'étude de la zone sismogène sur la marge de subduction japonaise dans le cadre du programme de forage IODP, la surveillance de la faille Nord Anatolienne en Mer de Marmara et le volet puits instrumentés de l'observatoire en Mer Ligure, conçu en collaboration avec Géosciences Azur et l'Ifremer. Une campagne effectuée avec le navire Atalante et le submersible Nautille d'Ifremer en mer de Marmara a eu lieu en mai et juin 2007 sous la direction de Pierre Henry pour étudier les sorties de fluide le long de la Faille Nord Anatolienne et leur lien possible avec l'activité sismique. Les chantiers Marmara et Ligure entrent dans le cadre du réseau d'excellence Européen Esonet. Le début des opérations de forage IODP avec le navire Japonais Chikyu a eu lieu fin 2007 sur Nankai (projet Nantroseize). Ces trois projets sont des projets à long terme.

Un effort considérable a continué à se porter sur la compréhension du contexte géodynamique du grand séisme de Sumatra du 26 décembre 2004 qui avait été

l'objet du cours principal de Xavier Le Pichon en 2006. Une participation de Claude Rangin à la campagne de l'IFREMER « Sumatra Aftershocks » avait permis de participer à une analyse fine de la déformation sur cette marge de subduction très particulière. Par ailleurs, Jing Yi Lin et Tanguy Maury ont repris la localisation des microséismes enregistrés durant la campagne. Les résultats obtenus ont été publiés dans deux articles et les résultats finaux ont été présentés dans deux autres articles soumis à publication. Ils mettent en évidence le rôle structurant des rides des zones de fracture océaniques qui sont subduites obliquement sous la marge.

Il faut enfin noter la publication cette année à la Société Géologique de France et à l'American Association of Petroleum Geologists d'un recueil de travaux concernant la partie occidentale du Golfe du Mexique. Ce recueil met à la disposition des chercheurs sous forme électronique et graphique les synthèses géodynamiques (données et interprétations) obtenues dans le cadre de notre collaboration avec TOTAL et PEMEX. Il est le fruit de la stratégie de recherche que nous avons adoptée dans notre programme de géodynamique des zones actives menées avec l'aide de l'industrie. Nous préparons maintenant un nouveau recueil sur nos programmes concernant la Marge du Golfe du Bengale.

ACTIVITÉS DIVERSES DE XAVIER LE PICHON

Le 11 juillet 2007 : Réunion de travail chez TOTAL / La Défense — Réunion de travail sur projets Mexique et Sumatra.

Du 19/09/07 au 20/09/07 : Conférence au Colloque OCT (Ocean-Continent Transition) à l'Institut Océanographique à Paris.

Du 17/08/07 au 21/08/07 : Conférence au Colloque « Science and Truth » à Rimini (Italie).

Du 17/10/07 au 19/10/07 : Conférence au Colloque du Collège de France à Paris : « De l'autorité ».

Du 16/11/07 au 19/11/07 : Meeting DPDC — Projet STOQ — Universités Pontificales Romaines à Rome (Italie).

Du 03/12/07 au 05/12/07 : Conférence inaugurale au Symposium « Middle East Basins Evolution » à Paris.

Le 23 janvier 2008 : Séminaire au Laboratoire Départemental de la Préhistoire du Lazaret à Nice.

Du 21/02/08 au 28/02/08 : « Comité DPDC du Concile Pontifical pour la Culture » (Réunion et visite d'évaluation à Rome (Italie).

Du 08/04/08 au 11/04/08 : Discours inaugural du Consortium Interuniversitaire « Scuola per l'Alta Formazione » du 8 au 11 avril à Catane (Italie).

Du 15 au 16/04/08 : Conférence pour l'Office Chrétien des handicapés à Bruxelles (Belgique).

Le 24 avril 2008 : Conférence pour la Société de Géographie à Marseille.

Le 11 juin 2008 : Conférence sur la Tectonique des Plaques au Musée de la Géologie de Digne (Alpes de Haute Provence).

PUBLICATIONS DE L'ÉQUIPE DE GÉODYNAMIQUE DEPUIS JUIN 2007

Origin of the Southern Okinawa Trough volcanism from detailed seismic tomography. *J. Geophys. Res.*, 112, B08308, doi : 10.1029/2006JB004703. **Lin, J.-Y.**, Sibuet, J.-C., Lee, C.S., Hsu, S.-K., and Klingelhoefer, F.

Spatial variations in the frequency magnitude distribution of earthquakes in the southwestern Okinawa Trough. *Earth Planets Space*, 59, 221-225, 2007. **Lin, J.-Y.**, Sibuet, J.-C., Lee, C. S., and Hsu, S.-K.

Numerical model of fluid pressure solitary wave propagation along the decollement of an accretionary wedge: application to the Nankai wedge, *Geofluids*, 6, 1-12, 2007. Bourlange, S., **Henry, P.**

Sumatra Earthquake research indicates why rupture propagated northward, *EOS*, 86, 497-502. SINGH, S., and the Sumatra Aftershocks Team, 2005, dont **Rangin Claude.**

26th December 2004 Great Sumatra-Andaman Earthquake : co-seismic and post-seismic motions in northern Sumatra. *Earth Planetary Science Letters*, in press. Sibuet, J.-C., **Rangin, C.**, **Le Pichon, X.**, Singh, S., Cattaneo, A., Graindorge, D., Klingelhoefer, F., **Lin, J.-Y.**, Malod, J., **Maurry, T.**, Schneider, J.-L., Sultan, N., Umber, M., Yamaguchi, H., and the Sumatra Aftershocks Team, 2007. *Earth Planet. Sci. Lett.*, doi: 10.1016/j.epsl.2007.09.005, 263, 88-103.

Le Pichon, Xavier. Active margins, in *The establishment of the outer limits of the continental shelf beyond 200 nautical miles — Its international circumstances and its scientific aspects*, 153-165, figures on CD, editor : Ocean Policy Research Foundation, Tokyo, Japan, 2007.

Zitter T.A.C., Henry, P., Aloisi, G., Delaygue, G., Cagatay, M.N., Mercier de Lepinay, B., Al-Samir, M., Fornacciari, F., Tesmer, M., Pekdeger, A., Wallmann, K., and Lericolais, G., 2008. Cold seeps along the main Marmara fault in the Sea of Marmara (Turkey), *Deep Sea Research Part 1* 55 (4), 552-270. doi :10.1016/j.dsr.2008.01.002.

Henry, P., **Zitter, T.** (2008). *Fluide rime-t-il avec séisme*. In : Lima, P. (Eds) — *Le printemps des chercheurs 2008 : 44-47*. Inserm.

Rangin, C., **Le Pichon X.**, Martínez-Reyes, J., Aranda-García, M. Gravity Tectonics and Plate Motions: The western margin of the Gulf of Mexico, Introduction, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 179, 2, 107-116.

Rangin, C., **Le Pichon X.**, **Flotte N.** and **L. Husson.** Tertiary extension in the northern Gulf of Mexico, a new interpretation of multichannel seismic data, *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 117-128.

Husson L., **Le Pichon X.**, **Henry P.**, **Flotte N.** and **C. Rangin.** Thermal regime of the NW shelf of the Gulf of Mexico. *Heat Flow*, *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 139-145.

Flotté N., Martínez Reyes J., **Rangin C.**, **Husson L.**, Tardy M., and **Le Pichon X.** (2008). The Rio Bravo Fault, a major late Eocene-Oligocene left-lateral shear zone, *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 147-160

Le Roy C. and **Rangin C.** (2008). Cenozoic crustal deformation of the offshore Burgos basin region (NE Gulf of Mexico). A new interpretation of deep penetration multichannel seismic reflection lines. *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 161-174.

Le Roy C., **Rangin C.**, **Le Pichon X.**, Aranda-García M., Hai Nguyen Thi Ngoc, Andréani L. and Martínez-Reyes J. (2008). Neogene crustal shear zone along the western Gulf of Mexico margin and its implications for gravity sliding processes: Evidences from 2D and 3D multichannel seismic data. *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 175-185.

Andréani L., **Rangin C.** and Martínez-Reyes J., **Charlotte Le Roy C.**, Aranda-García M., **Le Pichon X.**, and Peterson-Rodríguez R. (2008). Neogene left-lateral shearing along

the Veracruz Fault: the eastern boundary of the Southern Mexico Block. *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 195-208.

Andréani L., Le Pichon X., Rangin C. and Martinez-Reyes J., The Southern Mexico Block : main boundaries and new estimation for its Quaternary motion, *Bull. Soc. Geol. France*, 179, n° 2, 209-223.

Lin J.-Y., Sibuet J.-C., Lee C. S., Hsu S.-K., Klingelhoefer F., Auffret Y., Pelleau P. and Crozon J. (2008). Microseismicity and faulting in the southwestern Okinawa Trough. *Tectonophysics*, doi :10.1016/j.tecto.2007.11.030, in press, available online 28 November 2007.

Klingelhoefer, F., Lee C. S., **Lin J.-Y.** and Sibuet J.-C. (2008). Structure of the Okinawa Trough from reflection and wide-angle seismic data. *Tectonophysics*, doi :10.1016/j.tecto.2007.11.031, in press, available online 28 November 2007.

Lin, J.-Y., Sibuet J.-C. and Hsu S.-K. (2008). Variations of b-values at the western edge of the Ryukyu subduction zone, northeastern Taiwan. *Terra Nova*, 20, 150-153.

Lin J.-Y., Sibuet J.-C., Hsu S.-K., Lee C. S. and Klingelhoefer F. (2008). Sismicité et volcanisme dans le sud-ouest du bassin arrière-arc d'Okinawa (Nord-Est Taiwan). *Bulletin de la Société Géologique de France*, accepted.

Le Pichon, X (2008). L'adoption d'une théorie scientifique, la Tectonique des Plaques, l'effet de serre, in Antoine Compagnon (sous la direction de), *De l'autorité*, Paris, Odile Jacob, 195-216.

Maurin, T., Pollitz, F. Masson, F., **Rangin, C., Le Pichon, X.**, Chamot-Rooke, N., Delescluse, M., Collard, P., U Min Swe, U Win Naing, U Than Min, U Khin Maung Kyi (2008). Northward rupture propagation of the 2004 Sumatra-Andaman Earthquake to 18°N: Evidences from geodetic and marine data in southern Myanmar. *J. Geophys. Res.*, accepted.

Maurin, T. and **Rangin, C.** (2008). Structure and kinematics of the Indo-Burmese Wedge : recent and fast growth of the outer wedge. *Tectonics*, accepted.

Crespy, A., Revil, A., Linde, N., Byrdina, S., Jardani, A., Bolève, A., and **Henry, P.** Detection and localization of hydromechanical disturbances in a sandbox using the slf-potential method, *J. Geophys. Res.*, in press.