



Le Pacifique Sud-Ouest: un cadre géodynamique exceptionnel pour l'étude de processus fondamentaux en Sciences de la Terre

Yves LAGABRIELLE¹ et Bernard PELLETIER²

¹ CNRS, UMR Laboratoire Dynamique de la Lithosphère, ISTEEM, Université de Montpellier 2, Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 5, France, Yves.Lagabrielle@dstu.univ-montp2.fr

² IRD, UMR Géosciences Azur, Centre IRD, BP A5, 98848 Nouméa cedex - Nouvelle-Calédonie

La région Pacifique Sud-Ouest, marquée par la convergence actuelle entre les plaques Australienne et Pacifique sur le bord oriental de la marge australienne antérieurement dilacérée, constitue une région privilégiée pour l'étude de processus fondamentaux en Sciences de la Terre: fragmentation continentale, ouverture initiale d'un océan, ouverture arrière-arc actuelle et phénomènes associés (magmatisme, hydrothermalisme, colonisation animale), convergence (subduction naissante, actuelle et fossile, inversion de subduction, obduction, collision) et phénomènes associés (sismicité, volcanisme). En effet, cette région, de dimension relativement réduite, présente de nombreuses particularités :

- la marge est-australienne avec sa succession de lanières continentales séparées par des bassins de nature océanique correspond à un dispositif structural unique ;
- l'affrontement actuel entre les plaques Australie et Pacifique correspond à une zone tampon dont la géodynamique tout à fait particulière est caractérisée par plusieurs zones de subduction, à vergence parfois opposée (Nouvelles-Hébrides, Tonga-Kermadec), derrière et entre lesquelles s'ouvrent des bassins marginaux ayant des stades de maturité différents (Havre, Lau, Manus, Nord-Fidjien);
- les mouvements relatifs actuels de convergence et d'ouverture y sont extrêmement rapides, ce qui accélère et intensifie les phénomènes associés (déformations, mouvements verticaux, sismicité, volcanisme, hydrothermalisme);
- située dans la ceinture tropicale, la région est caractérisée par le développement de formations coralliennes, excellents marqueurs des phénomènes tectoniques et paléo-océanographiques;
- une marge d'obduction y est présente depuis la Nouvelle-Zélande jusqu'en Papouasie-Nouvelle-Guinée, via la Nouvelle-Calédonie avec sa nappe de péridotite exploitée pour ses ressources minérales.

Le Pacifique Sud-Ouest présente donc du point de vue géodynamique un regroupement exceptionnel de frontières de plaques majeures et mineures, actives ou fossiles. Il a de ce fait attiré, depuis les années 1970, de nombreuses équipes françaises et étrangères, et reste encore un chantier prioritaire pour de grands programmes de recherche fondamentale ou appliquée, en collaboration bi ou multilatérale. Dans ces programmes, les équipes françaises, favorisées notamment par l'existence des Territoires français de Nouvelle-Calédonie et de Wallis et Futuna et de la République de Vanuatu (anciennement Nouvelles-Hébrides, Condominium franco-britannique) et du Centre ORSTOM/IRD de Nouméa, ont, à terre comme en mer, toujours été présentes.

Les nombreuses campagnes à la mer, notamment celles de cartographie par sondeur multifaisceaux réalisées depuis 1985, ont permis d'avoir une vision assez complète des structures

L'approche pétro-géochimique est fondamentale pour l'étude du transfert et des mélanges de divers manteaux par canalisation le long des plans de subduction et/ou par déchirure de la plaque Pacifique (Figure 2). Des études en tomographie et sur la convection (modélisation, contraintes géochimiques) sont nécessaires pour mieux comprendre ces processus, probablement importants dans d'autres situations avec subduction oblique.

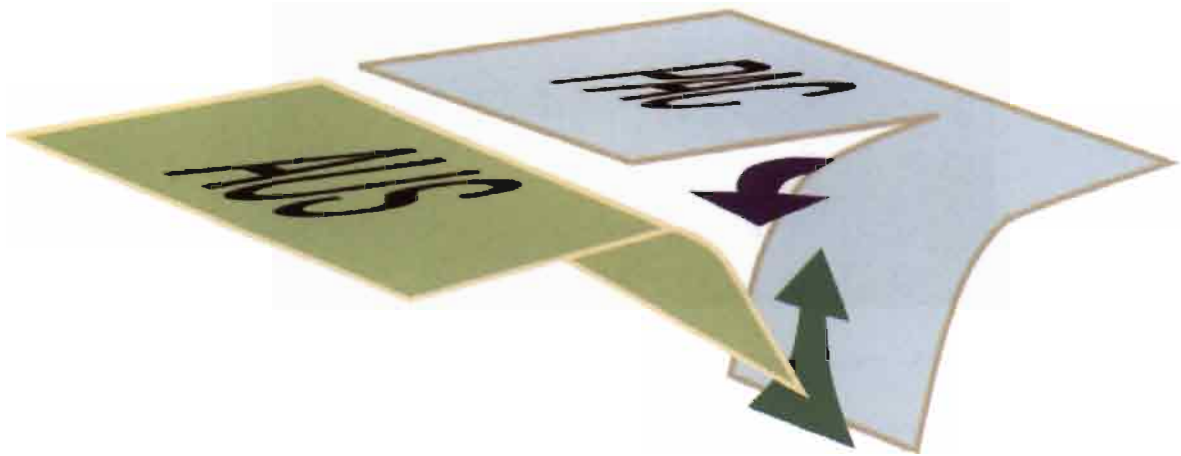


Figure 2 : Transfert et mélange des manteaux par canalisation le long des plans de subduction et déchirure de la plaque Pacifique

Tectonique régionale et risque sismique, déchiffrer les structures pour mieux cerner l'aléa. Exemple de Futuna.

L'île de Futuna se situe sur un des segments majeurs de la faille transformante entre les plaques Pacifique et Australie, qui relie le nord de la fosse des Tonga au centre d'accrétion du bassin Nord-Fidjien. Une étude conjointe terre-mer (campagne à la mer, étude des surrections littorales, réseau sismologique local) a permis de détailler le cadre structural de l'île et de caractériser les différents éléments tectoniques actifs ainsi que les vitesses des mouvements (Pelletier et al., 2000, 2003°. L'aléa sismique peut ainsi être mieux contraint.

Subduction et collision : la très haute résolution dans la quantification des mouvements verticaux et horizontaux. Exemple du Vanuatu.

L'arc du Vanuatu est une zone de convergence sous régime climatique tropical. Les coraux permettent d'accéder à la très haute résolution en matière de mouvements verticaux récents et actuels, afin d'apporter des contraintes sur la connaissance du cycle sismique en domaine de subduction (Lagabrielle et al., 2003 ; Taylor et al., 1987, 1990, 2004). Le lien est fort et indispensable avec la paléoclimatologie pour le décryptage du signal des coraux. La mesure des mouvements verticaux et horizontaux par géodésie fond de mer est aussi déterminante et en cours de développement (IRD-IPGP) sur un site exceptionnel où l'on suit également les variations absolues du niveau marin par comparaison de données marégraphiques et satellitaires. L'approche pluridisciplinaire est indispensable (sismologie, géodésie, tectonique, paléoclimatologie) pour aider à l'étude de l'aléa sismique.



Figure 3 : Platière récifale soulevée lors du séisme d'Ambrym de 1999 (Lagabrielle et al., 2004)

Par ailleurs, cet arc, tectoniquement jeune (moins de 12 Ma), résulte de plusieurs blocages et de renversements de subduction et a connu des rotations rapides et importantes de micro-blocs. Il est intéressant pour étudier les effets des collisions sur le développement et l'inversion des zones de subduction. Aujourd'hui, la subduction se bloque à nouveau localement en raison de l'impact d'une ride, la ride d'Entrecasteaux elle-même ancienne zone de subduction, et la vergence des accidents s'inverse avec création d'une zone de compression arrière-arc (Louat et Pelletier, 1989 ; Taylor et al., 1995; Lagabrielle et al., 2003 ; Régnier et al., 2003). A terre, on peut étudier un système actif (chaîne orientale pour les parties superficielles) et un système ancien (chaîne occidentale Mallicolo/Santo) dont l'intérêt est l'accès aux parties profondes. Ce dernier est à relier avec le renversement de subduction Vitiav/ Vanuatu, l'âge et les surrections anciennes restant encore à dater et quantifier précisément (par exemple par trace de fission sur les plutons de Santo).

Ophiolites, exhumation des unités enfouies, extension et morphotectonique. Exemple de la Nouvelle-Calédonie.

L'archipel néo-calédonien résulte de processus de collision d'arcs et d'obduction de bassins arrière-arc (Cluzel et al., 2000). Le modèle néo-calédonien classiquement admis fait appel à de la compression permanente, mais les travaux récents montrent l'importance de l'extension dans l'évolution tertiaire de l'orogène (Lagabrielle et al, sous presse). Cet objet est unique pour regarder si l'extension est syn-orogénique, c'est à dire si elle a lieu durant la convergence (modèle d'exhumation active) ou post-orogénique, liée à un réajustement isostatique par remontée passive de la racine. Il s'agira à terme d'évaluer le rôle de l'extension et de l'exhumation post-nappe dans la genèse des paysages et le contrôle de l'altération des péridotites. Dans un tel contexte insulaire, les études terrestres sont nécessaires. Les failles actives peuvent laisser des traces dans les sédiments actuels du littoral et peuvent servir de guide à la recherche des accidents à terre. Ces études tectoniques permettent de mieux comprendre l'organisation des bassins latéritiques, gisements potentiels de nickel. Par ailleurs l'approche tectonique y est indispensable pour définir le risque sismique et gravitaire. La sismologie locale est également à renforcer.

Conclusion

La région Pacifique Sud-Ouest présente un assemblage exceptionnel de frontières de plaque et permet d'aborder de nombreux grands thèmes des Sciences de la Terre: subduction, volcanisme d'arc, obduction, accréation, point chaud, dorsale lente, dorsale rapide, surrection, subsidence, failles actives, morphologie/tectonique, altération et concentration minérale, etc... Le contexte tropical permet l'enregistrement par les coraux, ce qui apporte des contraintes fiables sur les vitesses des mouvements verticaux.

Les actions à poursuivre avec applications à d'autres régions du globe sont :

- l'étude de l'inversion des subductions (collision, point chaud ou avalanche du manteau) ;
- l'analyse de détail de la tectonique, indispensable pour l'aléa sismique ;
- l'approche à très haute résolution sur les mouvements récents pour contraindre la récurrence sismique ;
- l'étude de l'évolution morphologique et pédogénétique de la Nouvelle-Calédonie dans son cadre géodynamique.

Références bibliographiques

- Auzende J.M., Eissen J.P., Lafoy Y., Gente P., and Charlou J.L., (1988). Seafloor spreading in the North Fiji Basin (Southwest Pacific). *Tectonophysics*, 146, 317-351.
- Auzende J. M., B. Pelletier and J. P. Eissen, (1995). The North Fiji basin: Geology, structure and geodynamic evolution., in B. Taylor, Ed., Back-arc Basin: tectonics and magmatism, Plenum Press, NY, 139-175
- Bevis M., F. W. Taylor, B. E. Schutz, J. Recy, B. Isacks, S. Helu, R. Singh, E. Kendrick, J. Stowell, B. Taylor and S. Calmant, (1995). Geodetic observations of very rapid convergence and back-arc extension at the Tonga arc, *Nature*, 374, 249-251.
- Calmant S, Lebellegard P., Taylor F.W., Bevis M., Maillard D., Recy J. and Bonneau J., (1995). Geodetic measurements of convergence across the New Hebrides subduction zone, *Geophys. Res. Lett.*, 22, 2573-2576.
- Calmant S., Pelletier B., Lebellegard P., Bevis M., Taylor F., D. Phillips, (2003). New insight on the tectonics of the New Hebrides subduction zone based on GPS results. *J. Geophys. Res.*, 108, B6, 2319-2340.
- Cluzel D., Aitchison J.C., and Picard C., (2001). Tectonic accretion and underplating of mafic terranes in the Late Eocene intraoceanic fore-arc of New Caledonia (Southwest Pacific) : geodynamic implications. *Tectonophysics*, 340, p. 23-59.
- Lagabrielle Y. and 16 others, (1996). Active oceanic spreading in the northern North Fiji Basin. Results of the NOFI cruise of the R/V L'Atalante. *Marine Geophys. Res.*, 18, 225-247.
- Lagabrielle Y., Pelletier B., Cabioch G., Regnier M., Calmant S., (2003). Co-seismic and long-term vertical displacement due to back-arc shortening, Central Vanuatu. An integrated analysis of field and marine data following the Mw 7.5 event in november 1999, East Ambrym. *J. Geophys. Res.*, 108, B11, 2519-2543.
- Lagabrielle Y., Maurizot P., Lafoy Y., Cabioch G., Pelletier B., Chardon D., Régnier M., Wabete I., Calmant S., Neogene-Quaternary extensional tectonics in Southern New Caledonia: insights from onshore fault analysis and offshore seismic data. In press.
- Pelletier B., Louat R., (1989). Mouvements relatifs des plaques dans le Sud-Ouest Pacifique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t.308, série II, p.123-130.
- Pelletier B., Calmant S., Pillet R., (1998). Current tectonics of the Tonga-New Hebrides region, *Earth Planet. Sci. Lett.* 164, 263-276.
- Pelletier B., Lagabrielle Y., Benoit M., Cabioch G., Calmant S., Garel E., Guivel C., (2001) - Newly identified segments of the Pacific-Australia plate boundary along the North Fiji transform zone. *Earth Planet. Sci. Letters*, 193, 347-358.
- Pysklywec R.N., Mitrovica J.X., Ishii M., (2003). Mantle avalanche as a driving force for tectonic reorganization in the southwest Pacific. *Earth Planet. Sci. Letters*, 209, 29-38.
- Regnier M., Calmant S., Pelletier B., Lagabrielle Y., Cabioch G., (2003). The Mw 7.5 1999 Ambrym earthquake, Vanuatu: a back arc intraplate thrust event. *Tectonics*, 22, 4, 1034-1047.
- Taylor B., K. Zellmer, F. Martinez, A. Goodliffe, (1996). Sea-floor spreading in the Lau back-arc basin, *Earth Planetary Science Letters* 144, 35-40.
- Taylor F. W., C. Frolich, J. Lecolle and M. Strecker, (1987). Analysis of partially emerged corals and reef terraces in the central Vanuatu arc: comparison of contemporary coseismic and nonseismic with Quaternary vertical movements, *J. Geophys. Res.*, 92, 4905-4933.
- Taylor, F. W., R. Edwards, G. Wasserburg and C. Frohlich., (1990). Seismic Recurrence Intervals and Timing of Aseismic Subduction Inferred From Emerged Corals and Refs of the Central Vanuatu (New Hebrides) Frontal Arc, *J. Geophys. Res.*, 95, 393-408.
- Taylor F. W., M. Bevis, B. Schutz, D. Kuang, J. Recy, S. Calmant, D. Charley, M. Regnier, B. Perin, M. Jackson and C. Reichenfeld, (1995). Geodetic measurements of convergence at the New Hebrides island arc indicate arc fragmentation caused by an impinging aseismic ridge, *Geology*, 23, 1011-1014.

Assises de la Recherche Française dans le Pacifique



Actes des Assises

24-27 août 2004, Nouméa, Nouvelle-Calédonie

www.assises-recherche-pacifique.org
arfp2004@offratel.nc