



ÉCOLE DOCTORALE
SCIENCES DE LA TERRE



université
PARIS
DIDEROT
PARIS 7



Sujet proposé pour un début de contrat en octobre 2014

TITRE du SUJET : Rôle du couplage manteau-lithosphère dans la déformation continentale à grande échelle en Asie

Directeur : **Eric CALAIS, Pr, eric.calais@ens.fr**

Co-directeur / Co-encadrant : **Giampiero IAFFALDANO, Australia National University**

Equipe d'accueil : **ENS - Laboratoire de Géologie de l'ENS- UMR 8538**

Financement : **Contrat doctoral des établissements partenaires**

Plus de renseignement voir : <http://ed109.ipgp.fr>, Rubrique : Offres_de_thèse
Il est indispensable de faire acte de candidature sur le site de l'Ecole doctorale

Les mesures géodésiques, ainsi que d'autres indicateurs géologiques ou sismologiques, permettent de décrire les mouvements et déformations actuels de la lithosphère à l'échelle globale et régionale. Ces mouvements et déformations grande échelle sont contrôlés par l'équilibre dynamique des forces dues à la convection mantellique (« cisaillement basal »), aux gradients latéraux d'énergie potentielle dans la lithosphère (forces dites « de volume ») et aux contacts interplaques (dont la résistance frictionnelle des failles). Un défi actuel des géosciences est de comprendre la cinématique des mouvements et déformations de la lithosphère à grande échelle dans ce cadre (géo)dynamique [e.g., Gosh and Holt, 2012].

Un des problèmes majeurs en suspens est de déterminer dans quelle mesure le manteau convectif promeut le déplacement des plaques ou bien y résiste [Bird et al., 2008]. Des travaux récents de notre équipe montrent par exemple que l'ouverture actuelle du Rift Est Africain, la plus longue frontière de plaques divergente naissante du globe, ne peut s'expliquer que si la circulation mantellique résiste aux forces de volume dans la lithosphère [Stamps et al., 2014 ; Stamps et al., soumis]. Les modèles négligeant le cisaillement basal prédisent en effet une vitesse d'extension au moins 4 fois supérieure aux observations géodésiques (actuel) et géologiques (5 derniers Ma). Nos travaux suggèrent aussi que la déformation récente et actuelle en Asie, souvent assimilée au seul rôle des forces aux limites imposées par la collision Inde-Eurasie, nécessite de considérer le système manteau-lithosphère dans son ensemble [Vergnolle et al., 2007].

Le projet de recherche traite du couplage mécanique manteau-lithosphère et concerne l'Asie, où les forces aux limites imposées par la collision Inde-Eurasie n'expliquent pas plusieurs observations géologiques et géophysiques majeures. Par exemple, l'initiation des déformations cénozoïques en Asie centrale (dont l'ouverture du rift Baïkal) pré-date le début de la collision Inde-Asie [Petit and Deverchère, 2006]. A l'inverse, des surfaces d'érosion jurassiques récemment découvertes en Mongolie n'ont été remobilisées qu'à partir de 5 Ma, bien après le début de cette collision [Jolivet et al., 2007]. Enfin, l'observation la plus contraignante vient des mesures géodésiques, qui montrent que l'ensemble de l'Asie centrale se déplace le sud-est par rapport à l'Eurasie [Calais et al., 2006], un mouvement

perpendiculaire aux prédictions des modèles mécaniques privilégiant le rôle de la collision Inde-Asie [Vergnolle et al., 2007].

L'objectif du travail est donc de comprendre la dynamique d'un système de déformation actif d'échelle continentale – l'Asie – en intégrant dans de nouveaux modèles mécaniques la contribution possible du cisaillement basal induit par la circulation mantellique. Il faudra utiliser et/ou développer des codes numériques permettant de tester l'hypothèse du rôle du couplage manteau-lithosphère. Des modèles de circulation mantellique récemment publiés seront testés. Les résultats de modélisation seront comparés aux observations géodésiques, disponibles sur l'ensemble de l'Asie, aux mesures d'anisotropie du manteau supérieur par splitting des ondes SKS, et utiliseront l'ensemble des données géologiques et géophysiques disponibles, en particulier celles concernant les structures crustales, lithosphériques et du manteau supérieur.

Les résultats de ce travail participeront à la compréhension d'un processus géodynamique de premier ordre et d'échelle globale. Ils informeront aussi notre compréhension du cycle sismique dans les domaines intracontinentaux, l'Asie centrale (en particulier la Mongolie) étant le domaine intracontinental le plus actif au monde avec 4 séismes de magnitude supérieure ou égale à 8 entre 1905 et 1957 [Baljinniam et al., 1993].

L'étudiant travaillera en étroite collaboration avec G. Iaffaldano (Australia National University, Canberra, Australia), géodynamicien avec qui notre groupe entretient une collaboration de longue date. Il interagira, au sein du département de Géosciences de l'ENS, avec les chercheurs du Laboratoire de Géologie (UMR CNRS 8538) en géodésie spatiale (C. Vigny, P. Briole), en géodynamique (L. Fleitout) et travaillant sur la cinématique et les déformations récentes en Asie (N. Chamot-Rooke, M. Pubellier). Il interagira avec des collègues des laboratoires de l'académie des sciences de Russie (Irkutsk et Novossibirsk) et de la Chinese Earthquake Administration qui disposent de données géophysiques et modèles tomographiques nouveaux sur l'Asie.

Ce travail nécessite de bonnes connaissances en mécanique, de connaître Unix/Linux et savoir programmer. Des logiciels sont disponibles pour la mise en œuvre des premiers modèles.

Références bibliographiques :

- Baljinniam, I., et al., Ruptures of Major Earthquakes and Active Deformation in Mongolia and its Surroundings, *Geol. Soc. Am. Mem.*, 181, 62 pp (1993).
- Bird, P., Liu, Z. & Rucker, W. K. Stresses that drive the plates from below: Definitions, computational path, model optimization, and error analysis. *J. Geophys. Res.* 113 (2008).
- Calais, E., Dong, L., Wang, M., Shen, Z., and Vergnolle, M., Continental deformation in Asia from a combined GPS solution. *Geophysical Research Letters*, 33, 28433- 28447 (2006).
- Ghosh, A. and Holt, W. Plate motions and stresses from global dynamic models. *Science* 335 (2012).
- Vergnolle, M., Calais, E., and Dong, L., Dynamics of continental deformation in Asia. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 112 (2007).
- Stamps, D.S., Flesch, L., E. Calais, and A. Gosh, Current Kinematics and Dynamics of Africa and the East African Rift, *J. Geophys. Res.*, in press (2014).
- Stamps, D.S., G. Iaffaldano, and E. Calais, Present-day dynamics of the East African Rift System, *Nature Geosciences*, submitted (2014).