

## Proposition de stage de Master 2

**Simulation de la tectonique des plaques par des systèmes multi-agents.  
Application à l'étude des mécanismes de refroidissement du manteau terrestre.**

### **Laboratoire Domaines Océaniques (CNRS UMR 6538)**

Les processus tectoniques terrestres ne pouvant pas être toujours décrits par des équations aux dérivées partielles, une approche innovante en Sciences de la Terre consiste à utiliser des systèmes multi-agents pour **intégrer des phénomènes observés à l'échelle régionale** (zones de subduction, dorsales, rifts) dans un **bilan de forces analytique** qui rend compte de la tectonique des plaques, et un **budget thermique** qui permet de calculer l'évolution thermique de la planète. Dans cette optique, le modèle MACMA (*Multi-Agent Convective MAntle*) a été développé au Laboratoire Domaines Océaniques (CNRS UMR 6538) et au Centre Européen de Réalité Virtuelle du Lab-STICC (CNRS UMR 6285) pour simuler une tectonique des plaques couplées à la convection mantellique dans une géométrie cylindrique [Combes et al., 2012]\*.

Dans cette approche, les plaques, les dorsales, les zones de subduction et les continents sont des agents qui interagissent via une superposition de lois analytiques et empiriques, afin de rendre compte des processus géophysiques difficiles à décrire à travers des équations aux dérivées partielles (ouverture d'un océan, *roll back*, suture de plaques, etc.). **Une telle approche a permis de créer un laboratoire virtuel de géophysique**, présenté aux meetings de l'EGU [Combes et al., 2011] et de l'AGU [Grigné et al., 2011], et dans lequel l'impact des lois analytiques et empiriques sur l'évolution thermique terrestre peut être étudié dans une variété de contextes et d'échelles de temps. Ce modèle permet d'une part de simuler une tectonique pour laquelle le nombre de plaques n'est pas fixé, et d'autre part de rendre compte des vitesses de plaques observées et de l'évolution du flux de chaleur issue des reconstructions tectoniques récentes.

**L'objectif de ce stage est d'utiliser les outils du laboratoire virtuel pour étudier :**

- **l'influence de différentes lois de migration des fosses de subduction sur la dynamique du système,**
- **l'impact de la rhéologie du manteau (contrastes de viscosité, seuil de fluage) sur l'évolution thermique de la planète sur différentes échelles de temps.**

Le comportement de la machine thermique terrestre ainsi simulée sera comparé en détail aux résultats des modèles les plus récents basés sur les méthodes numériques classiques. Ces travaux de Master 2 Recherche peuvent déboucher sur une thèse de doctorat par la suite.

**Encadrants :** Cécile Grigné (LDO, [cecile.grigne@univ-brest.fr](mailto:cecile.grigne@univ-brest.fr))  
Chantal Tisseau (LDO, [chantal.tisseau@univ-brest.fr](mailto:chantal.tisseau@univ-brest.fr))

**Contact :** une thèse sur ces travaux a été soutenue en novembre 2011 par Manuel Combes (Université Française d'Égypte, [combes@enib.fr](mailto:combes@enib.fr)).  
Manuscrit téléchargeable sur [http://www.cerv.fr/~combes/these-MCombes-version\\_finale.pdf](http://www.cerv.fr/~combes/these-MCombes-version_finale.pdf)

\* Combes, M., C. Grigné, L. Husson, C. P. Conrad, S. Le Yaouanq, M. Parenthoën, C. Tisseau, and J. Tisseau (2012), *Multiagent simulation of evolutive plate tectonics applied to the thermal evolution of the Earth*, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 13, Q05006, doi:10.1029/2011GC004014.