

## Rapport d'activité pour l'année 2011

### Etude de la génération de séismes et de la propagation des ondes sismiques

**Projet :** c2011046700

**Responsable :** AOCHI Hideo

BRGM/RIS/RSI, 3 avenue Claude Guillemin, BP36009, Orléans 45060 Cedex 2, France

#### **Allocation**

CINES SGI ICE Jade : [90 000] heures scalaires

#### **Consommation à la date du [15] Octobre**

CINES SGI ICE Jade : [70 000] heures scalaires

#### **Résultats scientifiques**

Nous travaillons suivant le plan initial de notre projet. Nous avons effectué les tests de performances de nos codes, BIEM (Méthodes d'Equation Intégrales = Boundary Integral Equation Method [Ref 1]) et FDM (Méthode de Différences Finies = Finite Difference Method [Ref 2]) en élasto-dynamique [Aochi and Dupros, 2011]. Ces méthodes sont appliquées pour modéliser la propagation des ondes lors du séisme de Niigata (Japon, 2007, magnitude 6.3) dans le cadre du projet ANR DEBATE [Aochi et al., accepté, 2011]. Cela nous a permis de discuter le mécanisme complexe de ce séisme (hétérogénéité de source) et ensuite d'étudier la propagation des ondes dans un milieu 3D très hétérogène.

De plus, suite au grand séisme (M9) du Japon du 11 mars 2011, nous avons essayé de le modéliser en collaboration avec des collègues japonais afin de comprendre le mécanisme de ce séisme et ses conséquences (mouvement du sol et déformation de la Terre). Nous appliquons nos deux codes pour mieux calibrer les paramètres. Nous avons pu mettre en place notre première simulation le lendemain du séisme (12/03) après avoir intégré le modèle géologique 3D de cette région. A cause de la dimension énorme de ce séisme, que nous n'avons jamais traitée, nous devons réduire la résolution du calcul (2 km pour la modélisation de rupture dynamique le long de la faille avec BIEM, 500 m pour la propagation des ondes avec FDM). C'est nécessaire du point de vue des ressources numériques, mais aussi parce que la méconnaissance des phénomènes ne nous permet pas encore de modéliser plus finement. Néanmoins nous avons pu déjà montrer notre premier résultat sous forme de publication [Aochi and Ide, 2011]. La simulation montre comment ce M9 évènement a débuté et s'est propagé d'un point de vue physique (loi de frottement et contraintes) et sa conséquence sur le mouvement fort. La modélisation de la rupture dynamique ici nécessite 500 – 700 heures de calcul par simulation. La modélisation de la propagation des ondes nécessite environ 1000 heures de calcul par simulation modérée. Nous remarquons que la discussion est menée seulement autour d'une période de 10 secondes (0.1 Hz) par rapport à ce

que nous faisons habituellement (1 à 2 secondes = 0.5 à 1 Hz). L'amélioration des paramètres du modèle sera nécessaire pour l'année 2012.

### **Publications en préparation**

Aochi, H., T. Ulrich, About the final displacement calculated by the finite difference method, in preparation.

### **Publications**

Aochi, H., A. Ducellier, F. Dupros, M. Delatre, T. Ulrich, F. de Martin and M. Yoshimi, Finite difference simulations of the seismic wave propagation for the 2007 Mw6.6 Niigata-ken Chuetsu-Oki earthquake: Validity of models and reliable input ground motion in the near field, accepted in Pure appl. Geophys., 2011.

Aochi, H. and S. Ide, Conceptual multi-scale dynamic rupture model for the 2011 Off-the-Pacific-Coast-of-Tohoku earthquake, Earth Planets Space, 63, 761-765, 2011.

Aochi, H. and F. Dupros, MPI-OpenMP hybrid simulations using boundary integral equation and finite difference methods for earthquake dynamics and wave propagation: Application to the 2007 Niigata Chuetsu-Oki earthquake (Mw6.6), Procedia Computer Science, 4, 1496-1505, 2011.

### **Conférences et posters**

Aochi, H. and S. Ide, Multi-scale heterogeneity of the 2011 Great Tohoku-oki Earthquake from dynamic simulations, AGU Fall Meeting, U53D-0084, San Francisco, Dec 2011.

Aochi, H. and F. Dupros, MPI-OpenMP hybrid simulations using boundary integral equation and finite difference methods for earthquake dynamics and wave propagation (voir 3me article au-dessus), International Conference on Computational Science, Singapore, June 2011.

### **Références**

- [1] H. Aochi, E. Fukuyama, M. Matsu'ura (2000), Spontaneous Rupture Propagation on a Non-planar Fault in 3D Elastic Medium, Pure appl. Geophys., 157, 2003-2027, 2000a.
- [2] F. Dupros, H. Aochi, A. Ducellier, D. Komatitsch, J. Roman (2008) – Exploiting intensive multithreading for the efficient simulation of 3D seismic wave propagation. *In*: Proceedings of the IEEE 11<sup>th</sup> International Conference on Computational Science and Engineering, 16-18 Juillet 2008, São Paulo, Brésil.