

Etude expérimentale de la rupture sismique: de la nucléation quasi-statique à la propagation supersonique”

Directeurs de thèse:

Alexandre Schubnel (ENS Paris - aschubnel@geologie.ens.fr)

Stefan Nielsen (INGV Roma, nielsen@ingv.it)

Nb : Cette thèse pourra être effectuée en co-tutelle entre la France et l'Italie.

Aujourd'hui des modèles de plus en plus complets sont développés afin de comprendre la dynamique des ruptures sismiques, mais l'impossibilité de mesures et d'observations directes in-situ reste un obstacle fondamental. Au cours des dix dernières années, des travaux expérimentaux (Lockner et al. 1993, Xia et al., 2004, Di Toro et al., 2006, Nielsen et al. 2010) ont permis de contourner partiellement cet obstacle, en s'intéressant à des failles artificielles simulées à petite échelle en laboratoire. Un des problèmes majeurs mis en relief par ces travaux concerne la répartition de l'énergie libérée pendant un séisme.

Propagation dynamique

Les récents progrès technologiques ont permis la mise au point d'appareils d'enregistrements acoustiques continus dans le domaine des fréquences ultra-soniques. L'utilisation de ce type de système permet d'enregistrer le rayonnement acoustique haute fréquence (20kHz-1.5MHz) de la rupture dynamique et de localiser en temps réel le front de rupture et les fronts d'ondes qui y sont associés. En particulier, nous étudierons de manière systématique l'effet de la rugosité et de l'endommagement sur la vitesse de propagation et les fréquences caractéristiques du rayonnement. Les données mécaniques pourront quant à elles être reliées à ces paramètres microstructuraux, pour éventuellement infirmer ou confirmer certaines lois d'échelles (Ohnaka 2003).

Phase de glissement

Dans le cadre d'une collaboration avec l'INGV Roma, les mêmes types de mesures acoustiques seront réalisées sur des failles artificielles en glissement rapide sur une machine de rotation à haute vitesse. Cet appareil permet de simuler le glissement sismique sur une large gamme de vitesses (de 0,01 à 1 m.s⁻¹) et pour de très longs déplacements (plusieurs dizaines de mètres). Nous intéresserons en particulier au signal acoustique des couplages thermo-chemo-mécaniques (cf. Brantut et al. 2010) qui peuvent avoir lieu au cours du glissement sismique. Les conséquences de ces observations sur les couplages entre vitesse de glissement, température et énergie rayonnée feront l'objet d'une étude théorique.

Références :

- Brantut, N., A.Schubnel, and J. Sarout, *Thermochemical pressurization of faults during coseismic slip*, **J. Geophys. Res.**, doi:10.1029/2009JB006533, 2010.
- Di Toro, G., Hirose, T., Nielsen, S., Pennacchioni, G., & Shimamoto, T., *Natural and experimental evidence of melt lubrication of faults during earthquakes*. **Science**, 311, 647-649, 2006.
- Lockner D. A., *The role of acoustic emission in the study of rock fracture*, **International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences**, 30, 1039-1046, 1993.
- Nielsen S, Tadeucci J. and Vinciguerra S., *Experimental observation of stick-slip instability fronts*, **Geophysical Journal international**, 180, 697-702, 2010.
- Ohnaka M., *A constitutive scaling law and a unified comprehension for frictional slip failure, shear fracture of intact rock, and earthquake rupture*, **J. Geophys. Res.**, 108, Art. 2080, 2003.
- ✉ Xia K., Rosakis A. and Kanamori H., *Laboratory earthquakes: the sub-rayleigh to super shear rupture transition*, **Science**, 303, 1859-1861, 2004.