

## Sismicité induite dans un modèle de faille 'rate-and-state'

### Michelle ALMAKARI

Certaines activités humaines (injection ou extraction de fluides) réactivent des failles préexistantes, ce qui modifie l'aléa sismique (Ellsworth 2013). Depuis 2009, les séismes sont devenus cent fois plus communs en Oklahoma, en raison d'injection d'eau dans des formations profondes, perméables et fracturées.

De manière plus générale, l'activation des failles se traduit par du glissement aisé et de la micro-sismicité, comme le cas de Soultz France (Bourouis et al, 2006; Lengliné et al, 2014). Dans certains cas, des séismes importants (magnitude 5.7) sont déclenchés comme par exemple au Texas (Frohlich, 2012) ou en Oklahoma (Keranen et al, 2013).

Selon (Healy et al, 1968) et (Raleigh et al, 1976), l'injection d'eau déclenche des séismes si la pression de pore augmente en-dessus d'un certain seuil, diminuant ainsi la résistance de frottement des roches de la faille.

L'objectif de cette thèse est de modéliser la sismicité induite à la suite de l'écoulement d'un fluide au sein d'une faille plane hétérogène.

Dans ce contexte, la faille sera modélisée par un modèle de source sismique de type "rate-and-state" (Dublanche, 2013) ou l'on considère un frottement hétérogène sur la faille. Suite à un chargement sismique, les aspérités sont susceptibles de se casser alors que les anti-aspérités glissent d'une manière aisé. Un des avantages de ce modèle est la possibilité de modéliser tout le cycle sismique, et de prendre en compte les deux comportements affaiblissant et renforçant de la faille. A présent, on suppose une injection d'eau au centre de la faille, avec une diffusion vers les extrémités.

Les problématiques abordées seront d'identifier les principaux paramètres contrôlant le déclenchement (pression d'injection, position de nucléation relativement au lieu d'injection, etc.) et la nature de la sismicité (magnitude, nombre d'événements).

- Bourouis, S., Bernard, P. (2007), Evidence for coupled seismic and aseismic fault slip during water injection in the geothermal site of Soultz (France), and implications for seismogenic transients, *Geophys. J. Int.*, 169, 723 – 732, doi: 10.1111/j.1365-246X.2006.03325.x
- Dublanche, P., P. Bernard, and P. Favreau (2013), Interactions and triggering in a 3-D rate-and-state asperity model, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 118, 2225–2245, doi:10.1002/jgrb.50187.
- Ellsworth, W. (2013), Injection-Induced earthquakes, *Science* 341, doi: 10.1126/science.1225942
- Frohlich, C. (2012), Two-year survey comparing earthquake activity and injection-well locations in the Barnett Shale, Texas, *PNAS Early Edition*
- Healy, J., Rubey, W., Griggs, D., Raleigh, C., (1968), Disposal of waste fluids by injection into a deep well has triggered earthquakes near Denver, Colorado, *Science*, 168, 1301 – 1310
- Keranen, K., Savage, H., Abo, G., Cochran, E., (2013), Potentially induced earthquakes in Oklahoma, USA: Links between wastewater injection and the 2011 Mw 5.7 earthquake sequence, *Geology*, Vol. 41, 699 – 702, doi:10.1130/G34045.1
- Lengliné, O., L. Lamourette, L. Vivin, N. Cuenot, and J. Schmittbuhl (2014), Fluid-induced earthquakes with variable stress drop, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 119, 8900–8913, doi:10.1002/2014JB011282.
- Raleigh, C., Healy, J., Bredehoeft, J., (1976), An Experiment in Earthquake Control at Rangely, Colorado, *Science*, 191, 1230 – 1237