

MICROSISMICITE INDUITE ET MODELISATION DYNAMIQUE DE LA RUPTURE

Enrique MERCERAT

mercerat@ipgp.jussieu.fr

Directeur de Thèse : J.P. VILOTTE, Pascal BERNARD, Institut Physique du Globe, Paris

Co-encadrement INERIS : Gloria SENFAUTE, Direction des Risques du Sol et du Sous-Sol, Auscultation et surveillance géotechnique et géophysique

L'identification des mécanismes de rupture associés aux microséismes induits en milieu minier se heurte à une difficulté majeure. En effet, si le mécanisme classique de cisaillement en double couple s'applique bien aux séismes naturels (ou tremblements de terre), la spécificité des sites miniers tient à la création de cavités de grandes dimensions. Le champ de contraintes naturelles est modifié, et on peut s'attendre à la présence de ruptures de traction et d'un mécanisme avec une composante implosive significative. Pour une meilleure connaissance des mécanismes de rupture à l'origine des séismes induits en milieu minier, les outils de modélisation numérique couplés aux mesures sismiques et mécaniques in situ sont indispensables. Dans la recherche proposée, un site expérimental fera l'objet d'une importante instrumentation géophysique et géotechnique. Il s'agit du suivi et de la surveillance d'une cavité en milieu salin, depuis son état stationnaire jusqu'à son effondrement et l'apparition de dégâts en surface. Les résultats des mesures in situ, la bonne connaissance de la géométrie étudiée et du comportement mécanique des matériaux permettront d'aborder, dans des conditions exceptionnelles, des modèles numériques de type dynamique. La mise en œuvre de ce type de modèle appliqué particulièrement à la modélisation des signaux sismiques induits reste très complexe et peu de recherches ont été conduites.

Le suivi de l'activité sismique avec des simomètres à une et à trois composantes prévus en surface et en forage permettra de localiser avec précision les ruptures induites par l'exploitation. Les mécanismes de ces dernières seront analysés avec des méthodes couplant les informations de polarité des ondes P, de rapport d'amplitude S sur P, et de polarisation S. Des outils de re-localisation précis, par double différence, et par des analyses de multiplet le cas échéant, permettront d'identifier la géométrie des principales failles et fractures générées par l'exploitation. Une grande partie des glissements sur ces failles étant asismique, le bilan de glissement sismique sera mis en regard des mesures de déformation: en forage et en surface, et des mesures directement liées à l'exploitation (débit et pression d'eau, pression de soutènement du toit du sel, etc). Des corrélations spatio-temporelles de ces séries temporelles (sismicité, déformation) seront analysées pour donner le cadre des modèles mécaniques des processus enregistrés. La fracturation en masse du milieu devrait perturber fortement les vitesses et l'atténuation sismiques. Une tomographie différentielle est prévue, pour localiser ces variations temporelles, d'une part en analysant les séquences de multiplet, d'autre part en utilisant des sources artificielles répétées (camion vibreur, cartouches, chute de masse,?). Les variations de ces paramètres donneront des indications essentielles sur l'évolution de l'endommagement des masses rocheuses.

En complément, des expériences de terrain temporaires peuvent être envisagées, en cas de crise sismique, avec des réseaux temporaires de surveillance, pour préciser la localisation des séismes (réseau des capteurs mis à disposition par le laboratoire de l'IPG). Une modulation de la pression de soutènement du toit du sel pourrait être envisagée, en accord avec l'exploitant, pour évaluer la sensibilité du système à de petites perturbations, et caler les paramètres clé (rhéologie, lois de frottement) des modèles mécaniques.

Ces modèles mécaniques feront appel à différents codes numériques :

- comportement stable-instable de failles, lois de frottement
- milieu avec des dislocations, rhéologie non-élastique
- processus d'endommagement

En particulier un effort portera sur la modélisation numérique de l'**endommagement dynamique**. Dans un premier temps on s'attachera à modéliser des **mécanismes d'endommagement fragile** (micro-fissuration) incorporant frottement et cohésion. Le but est de rendre compte de cet endommagement et de son émission acoustique, i.e. le **champ dynamique**. Un des objectifs est de pouvoir rendre compte du développement de la micro-fissuration, de son orientation, et du transfert dynamique et statique de contraintes. Un tel modèle doit

permettre de mieux comprendre l'interaction entre réponses dynamiques et statiques dans le but à terme d'aborder l'assimilation et l'inversion des données.

En conclusion, les études proposées dans le cadre de cette thèse permettront des progrès significatifs dans la compréhension des mécanismes physiques fondamentaux mis en oeuvre dans une telle exploitation de proche surface. L'approche de recherche proposée devrait guider les études fondamentales et appliquées sur d'autres sites d'exploitation souterrains.