



Que sait-on des risques liés à la sismicité anthropique ?

Un intérêt croissant pour les ressources et les nouvelles utilisations du sous-sol

Depuis la révolution industrielle, la demande mondiale en énergie fossile comme en matières premières a engendré une augmentation considérable de l'exploitation des ressources du sous-sol. La demande en ressources minérales tend même à s'accroître : depuis le début du siècle jusqu'à la première décennie 2000, l'extraction mondiale des matières premières a été multipliée par 10. La part des ressources minérales est passée d'un quart à deux tiers du total et l'OCDE estime qu'à l'horizon 2030 la production mondiale de matières premières pourrait être multipliée par 15.

Exploitation conventionnelle et non-conventionnelle d'hydrocarbures, stockage de l'énergie, géothermie profonde, séquestration géologique du CO₂... les avancées technologiques conduisent à repousser sans cesse les limites du sous-sol profond exploité. Or la multiplicité, la diversité et l'envergure croissante des projets d'exploitation, ainsi que les utilisations nouvelles du sous-sol, augmentent le risque que ces activités industrielles puissent générer des tremblements de terre (ou séismes), dits « anthropiques », c'est-à-dire générés par l'homme (par opposition aux séismes d'origine naturelle).

Dans une perspective de préservation des ressources et de l'environnement, les politiques publiques définissent aujourd'hui des stratégies de gestion durable des ressources fondées sur le développement des ressources renouvelables et recyclées. C'est dans le cadre de cette gestion durable des ressources que s'inscrivent les travaux de l'Ineris sur la sécurité et l'impact environnemental des activités industrielles du sous-sol et dans le cas présent l'étude sur les phénomènes de sismicité anthropique.

Les compétences de l'Ineris en surveillance du sous-sol

L'Ineris a hérité du Centre de Recherches de Charbonnages de France (Cerchar) des compétences pointues sur les activités extractives et plus généralement sur les phénomènes « gravitaires » (liés à l'attraction terrestre). Effondrement de cavités ou de galeries souterraines, chute de blocs, affaissement de terrain, éboulement de versants rocheux... l'Institut étudie toutes les facettes du risque « mouvements de terrain », d'origine anthropique ou naturelle. Dans le cadre des questions liées à l'après-mine, l'Ineris a développé des outils et méthodes de surveillance pour assurer la sécurité de territoires marqués par l'arrêt des exploitations minières. L'étude conduite sur les aléas et les risques liés à la sismicité anthropique s'appuie sur cette expertise en matière de surveillance.

L'observation et le suivi des phénomènes d'instabilités et de rupture provoqués par les mouvements de terrain sont au cœur du métier de l'Ineris. Son centre national de surveillance des risques du sol et du sol-sol (Cenaris), basé à l'Ecole des Mines de Nancy, est dédié au développement d'outils et de méthodes de surveillance : acquisition, analyse, traçabilité en temps quasi-réel de données géotechniques et géophysiques. Les travaux du Cenaris permettent à la fois de mieux comprendre les mécanismes physiques en jeu et d'élaborer des stratégies de prévention des risques. Les équipes de l'Institut ont notamment un savoir-faire reconnu dans les techniques d'écoute microsismique.



Qu'est-ce que la sismicité anthropique ?

La sismicité anthropique, d'origine humaine, est un phénomène unanimement admis et étudié au sein de la communauté scientifique. On distingue classiquement deux types de sismicité anthropique :

- La sismicité induite, qui est engendrée par une activité humaine dans un milieu géologiquement stable, au sein duquel la sismicité n'aurait pu apparaître sans l'intervention de l'homme ;
- La sismicité déclenchée, qui se produit dans un milieu prédisposé au séisme, du fait de la présence de failles ou discontinuités géologiques proches de l'état de rupture. L'activité humaine déclenche ou accélère une activité sismique qui serait probablement apparue à terme naturellement.

La sismicité anthropique nécessite d'aborder les questions de sécurité sous des angles nouveaux : par exemple, elle peut avoir lieu dans des régions de sismicité naturelle faible où il n'existe aucune prescription parasismique. Et dans certains cas, cette sismicité peut perdurer longtemps après l'arrêt des opérations industrielles, voire se produire à plusieurs kilomètres des opérations. Par ailleurs, l'acceptabilité sociale d'un projet peut rapidement être remise en cause et conduire à l'arrêt des exploitations voire à l'abandon de projets, y compris dans le cas de séismes ressentis de très faible intensité.

Les activités concernées par la sismicité anthropique

La sismicité anthropique n'est pas un phénomène nouveau. Les premiers cas documentés datent de la fin du XIX^{ème} siècle : en Afrique du Sud, un lien a été établi entre l'extraction de l'or et des tremblements de terre ressentis à Johannesburg en 1894.

Une activité sismique peut se produire lorsque l'exploitation du sous-sol par l'homme perturbe l'équilibre des contraintes naturelles subies par les roches et modifie la pression interstitielle dans les massifs rocheux. On distingue trois grandes familles de sismicité anthropique au regard des typologies d'utilisation du sous-sol :

- La sismicité provoquée par l'extraction de matières, à l'origine des vides souterrains créés qui modifient les contraintes dans les terrains environnant les travaux ;
- La sismicité associée à l'extraction de fluides, qui provoque la diminution de la pression interstitielle en sous-sol : exploitation d'hydrocarbures conventionnels (gaz et pétrole) et non-conventionnels (gaz de schiste), extraction d'eau souterraine, etc. ;
- La sismicité engendrée par l'injection de fluides, qui augmente la pression interstitielle en profondeur : géothermie profonde, exploitation d'hydrocarbures par des techniques de stimulation/fracturation de la roche, stockage souterrain (gaz, CO₂...), exploitation de sel par dissolution, injection d'effluents industriels...

Le remplissage de grands barrages hydrauliques ou l'ennoyage des mines forment un cas particulier plus complexe : le remplissage du réservoir provoque à la fois une modification des contraintes et une augmentation de la pression interstitielle dans les couches du sous-sol.

Les enjeux : comment caractériser l'aléa, évaluer et maîtriser les risques ?

Les travaux de l'Ineris sur l'état des connaissances relatif à la sismicité anthropique se sont fondés sur le recensement et l'analyse de 260 cas d'études. Par rapport à la sismicité naturelle, la sismicité anthropique présente certaines spécificités qu'il convient de prendre en compte à toutes les étapes de la prévention des risques.

Le rapport de l'Ineris fait le point sur les méthodes d'évaluation de l'aléa, à savoir la probabilité que survienne en un endroit donné un événement sismique d'une intensité donnée. Les différents types de risques générés par la sismicité anthropique sont également analysés, ainsi que les principales mesures de prévention et d'atténuation de ces phénomènes.

Contact

Aurélie Prévot – aurelie.prevot@ineris.fr – 03 44 55 63 01