

Fracturation hydraulique et tremblements de terre au Québec



QUESTERRE ENERGY CORPORATION • AOÛT 2012

- La fracturation hydraulique est conçue pour produire une fracture dans la roche enfouie en profondeur. Elle a donc pour objet de provoquer un tremblement de terre ou une secousse que l'on qualifie d'induite.
- Les secousses sismiques induites sont communes et sont définies comme des activités sismiques (tremblements de terre) causées par des activités d'origine humaine, qu'il s'agisse du passage d'équipement lourd ou du remplissage d'un barrage hydroélectrique.
- Les risques associés aux événements sismiques induits sont plus importants dans les zones caractérisées par une géologie instable.
- Plusieurs études démontrent que les systèmes de failles des Basses-terres du Saint-Laurent sont relativement stables et donc peu sujets à des secousses significatives, qu'elles soient naturelles ou induites.
- Les plus importantes secousses sismiques induites enregistrées sont associées à l'exploitation minière, aux barrages hydroélectriques et aux projets d'énergie géothermique.

APERÇU

Les tremblements de terre sont souvent provoqués naturellement par le mouvement des plaques tectoniques. Toutefois, ils peuvent être induits ou relatifs à des activités humaines, notamment la fracturation hydraulique, le remplissage du réservoir d'un barrage hydroélectrique, l'injection d'eaux usées, et la séquestration du dioxyde de carbone. La majorité de ces activités génèrent de très petits tremblements de terre qui ne peuvent être ressentis en surface¹². Cependant, dans de rares cas, ces secousses sismiques induites ont déclenché des tremblements de terre ressentis en surface.

La puissance d'un tremblement de terre dépend du changement de la pression des fluides dans les formations rocheuses, mais aussi souvent de la présence de failles ayant certaines caractéristiques et orientations ainsi que de la présence d'une tension critique dans les roches³. Au Québec, la cartographie détaillée des failles, l'analyse des tensions in situ et d'autres caractéristiques géologiques ont confirmé que les Basses-terres sont stables et qu'il est très peu probable que des activités de fracturation hydraulique dans ces zones provoqueraient des tremblements de terre importants⁴.

ACTIVITÉ SISMIQUE INDUITE

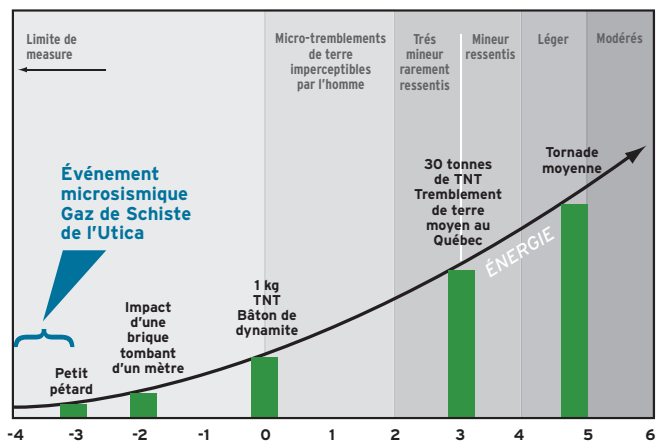
L'activité sismique ou les tremblements de terre imputables à l'activité humaine sont appelés sismicité induite ou tremblement de terre induit.



Le remplissage du réservoir de LG-3 à la Baie James a provoqué un tremblement de terre de magnitude 3,7

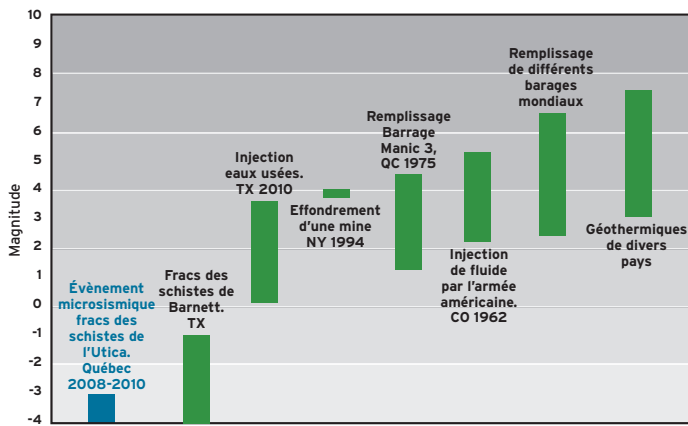
Depuis plus d'un siècle, on connaît bien le phénomène des activités humaines produisant des tremblements de terre et ces tremblements de terre sont généralement mineurs. Ces activités peuvent être aussi anodines que de conduire un camion sur une route de gravier ou être liées à des opérations plus complexes telles que des projets d'énergie géothermique, l'exploitation minière, l'injection d'eaux usées, l'exploitation de barrages hydroélectriques et la fracturation hydraulique. Occasionnellement, ces tremblements de terre induits se révèlent importants. Par exemple en 1975, le remplissage du réservoir de Manic-3 près de Baie-Comeau au Québec a généré un tremblement de terre induit de magnitude 4,1⁵. Quant à lui, le remplissage du second réservoir de la Baie James a produit un certain nombre de petits tremblements de terre induits d'une magnitude allant jusqu'à 3,7⁶.

Les tremblements de terre sont mesurés sur une échelle comme l'échelle de Richter, basée sur la magnitude de l'énergie libérée. Cette échelle est logarithmique, ce qui signifie qu'un tremblement de terre de magnitude 4 est 10 fois plus important qu'un événement de magnitude 3 et 100 fois plus important qu'un tremblement de terre de magnitude 2. Les tremblements de terre de magnitude 2 ne sont pas ressentis à la surface et ceux caractérisés par une magnitude entre 2 et 4 pourraient être ressentis en fonction de la profondeur de l'événement sismique et de la géologie de la région. De plus, il faut généralement un événement de magnitude 6 pour causer des dommages. Le graphique ci-dessous compare l'énergie libérée par divers événements.



Comparaison de la magnitude des tremblements de terre

La fracturation hydraulique effectuée au Québec par Questerre et ses partenaires entre 2008 et 2010 pour la mise en valeur du gaz naturel a généré des tremblements de terre d'une magnitude de -3,0 ou moins sur cette échelle. Les magnitudes sont négatives puisque, lors de l'établissement de l'échelle de Richter dans les années 1930, des événements de magnitude 2,5 étaient les plus faibles pouvant être mesurés. En outre, les tremblements de terre de cette ampleur ne peuvent pas être ressentis à la surface et un équipement de fond très sensible installé près de la zone des opérations doit être utilisé pour les détecter et les mesurer. À titre de comparaison, une brique située à un mètre de la surface du sol qu'on laisserait tomber libère plus d'énergie que ces événements de fracturation hydraulique au Québec⁷. La raison : la faible quantité d'énergie libérée par ces opérations de fracturation et la géologie des Basses-terres.



Magnitude de divers événements sismiques induits

Deux exemples connus de fracturation hydraulique associée à des événements sismiques induits sont documentés. L'un a eu lieu au Royaume-Uni en 2011, et ses résultats ont été étudiés par The Royal Society, l'académie des sciences du Royaume-Uni⁹. Cette étude a montré que tous les événements étaient d'une magnitude inférieure à 2,5 et qu'ils n'étaient pas significatifs. De plus, le chef du département de sismologie du British Geological Survey a noté que le risque de dommages causés par des tremblements de terre associés à la fracturation hydraulique est très faible⁹. L'autre événement est survenu en Colombie-Britannique et a atteint une magnitude de 3,8 – une magnitude généralement non ressentie en surface. En outre, on a montré que d'autres événements sismiques qu'on croyait causés par de la fracturation hydraulique en Ohio et au Texas étaient en fait dû à l'injection d'eaux usées dans des puits.

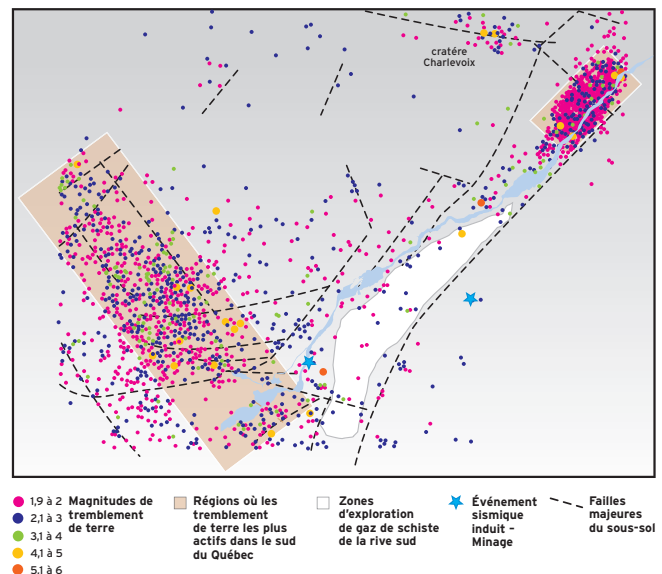
GÉOLOGIE DU QUÉBEC

Ressources naturelles Canada (RNC) explique que la probabilité de ruptures de surface causées par des tremblements de terre au Québec est mince puisque la plupart des tremblements de terre sont trop faibles et se produisent à une profondeur trop élevée¹⁰.

En 2010, un événement de magnitude 4,1 a été enregistré à Laurier-Station, ce qui est très rare dans cette région. Les experts ont conclu que le tremblement de terre n'était pas dû à la fracturation hydraulique ni au stockage du gaz à Saint-Flavien¹.

Afin de déterminer la probabilité que de la fracturation hydraulique puisse induire d'importants tremblements de terre dans les Basses-Terres, une étude détaillée a cartographié l'activité tellurique naturelle et induite dans le sud du Québec. Cette étude comprenait de plus une analyse détaillée des failles dans le bassin et des tensions in situ. Il était en effet essentiel de procéder à une étude des failles puisque les tremblements de terre se produisent lorsque les roches se fracturent ou glissent le long d'une faille en libérant de l'énergie sous forme de chaleur ou d'ondes sismiques.

La carte ci-dessous illustre les tremblements de terre dans le sud du Québec. Cette cartographie a été réalisée à l'aide de données remontant aux années 1600 et provenant de la Commission géologique du Canada (CGC) et de Ressources naturelles Canada. La grande majorité de ces tremblements de terre ont été trop faibles pour être ressentis à la surface.



Tremblements de terre dans le sud du Québec, y compris dans les basses-terres

Les Basses-terres du Saint-Laurent ont été définies comme un secteur très stable sur le plan sismique dans lequel on a enregistré, au cours des 400 dernières années, seulement 14 tremblements de terre d'une magnitude allant de 2,5 à 4,1 s'étant produits à une profondeur de 18 km. En ce qui concerne les tremblements de terre induits, seulement deux événements ont été identifiés et ils semblent associés à l'utilisation de dynamite dans les secteurs miniers ou de la construction.

RÉFÉRENCES

- <http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/environnement/201009/29/014327958-tremblement-de-terre-du-23-juillet-le-hasard-et-non-un-seisme-induit.php>
- <http://chaireco2.ete.inrs.ca/fr/node/320>
- <http://dels.nas.edu/Report/Induced-Seismicity-Potential-Energy-Technologies/13355>
- http://www.questerre.com/assets/files/111117_Faults_paper_presentation_.pdf
- <http://www.bssaonline.org/content/68/5/1469.abstract>
- <http://www.bssaonline.org/content/75/4/1067.abstract>
- <http://royalsociety.org/uploadedFiles/Royal...gas/2012-06-28-Shale-gas.pdf>
- http://news.bbc.co.uk/today/hi/today/newsid_9713000/9713684.stm
- ELAMONTAGNE, M. 2008. Earthquakes in Eastern Canada: A threat that can be mitigated. Comptes rendus de la 4e Conférence canadienne sur les géorisques : des causes à la gestion. Presse de l'Université Laval, Québec.