



Natural Resources  
Canada

Ressources naturelles  
Canada

Le 9 juin 2006

Madame Monique Gélinas  
Coordonnatrice du secrétariat de la commission  
Édifice Lomer-Gouin  
575, rue Saint-Amable, bureau 2.10  
Québec (Québec) G1R 6A6

**Objet: Avis de Ressources naturelles Canada sur la sismicité régionale ainsi que les risques sismiques associés à la zone d'étude du projet de terminal méthanier Énergie Cacouna – version française**

---

Madame,

Veuillez trouver ci-joint la version française de l'avis écrit de Ressources naturelles Canada (RNCan) concernant les aspects sismiques associés à la zone d'étude du projet Énergie Cacouna, ainsi que les commentaires de RNCan sur le document intitulé « Earthquake Hazard Analysis : Gros Cacouna, Quebec for Sandwell Engineering Inc. » produit par Gail M. Atkinson, février 2006 pour le compte du promoteur.

N'hésitez pas à communiquer avec moi au (613) 995-2848 ou par courriel à [lmichaud@rncan.gc.ca](mailto:lmichaud@rncan.gc.ca) si vous avez des questions.

Veuillez agréer, Madame, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Livain Michaud  
Agent principal d'évaluation environnementale  
Développement durable et affaires internationales  
Ressources naturelles Canada  
580, rue Booth  
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

p.j.

**Canada**

Développement durable et Affaires internationales  
Direction de la Politique stratégique  
580, rue Booth, Ottawa ON K1A 0E4  
Tél: (613) 995-2848 | Fax (613) 995-5719  
Courriel : [lmichaud@rncan.gc.ca](mailto:lmichaud@rncan.gc.ca)

## **Avis de RNCAN sur les aspects sismiques du projet Énergie Cacouna**

### **Sismicité régionale**

Le site de Cacouna se situe à moins de 25 km de la zone sismique de Charlevoix qui a engendré cinq événements de magnitude supérieure à 6 au cours des 350 dernières années ([http://seismescanada.rncan.gc.ca/zones/eastcan\\_f.php](http://seismescanada.rncan.gc.ca/zones/eastcan_f.php)). Ces grands séismes, ainsi que des occurrences presque quotidiennes de séismes trop faibles pour être ressentis, ([http://seismescanada.rncan.gc.ca/recent\\_eq/maps/index\\_f.php?tpl\\_region=charlevoix](http://seismescanada.rncan.gc.ca/recent_eq/maps/index_f.php?tpl_region=charlevoix)) donnent une indication que le risque sismique dans cette zone est l'un des plus élevés de l'Est du Canada et mérite un examen rigoureux.

### **Risque sismique (1)**

Dans ses commentaires des mois d'août et de novembre 2005, RNCAN indiquait qu'une évaluation du risque sismique propre au site s'avérait nécessaire. Cette évaluation a été déposée pour le promoteur et évaluée par RNCAN (voir ci-dessous). Le rapport semble une bonne évaluation du niveau de risque sismique et, bien qu'il soit possible que les valeurs soient légèrement sous-estimées, cela ne change pas de manière significative le problème de conception, c'est-à-dire que l'usine de gaz naturel liquéfié (GNL) devra être conçue de façon à résister de manière sécuritaire à un séisme de magnitude 7 « à proximité » de l'usine.

### **Risque sismique (2)**

Le problème de savoir ce qu'on entend par la « proximité » d'un séisme de magnitude 7 est lié à la norme de conception adoptée et à son corollaire portant sur le choix d'une probabilité correspondant au « séisme majoré de sécurité » (SMS). Tel qu'énoncé ci-après, RNCAN juge convaincants les arguments invoqués à l'effet que les projets de GNL actuels au Canada devraient être conçus en fonction d'une probabilité du SMS de 0,0002 p.a., même si cela dépasse de manière significative les exigences minimales de la norme canadienne Z276 actuellement en vigueur et excède légèrement celles de la version 2001 de la norme NFPA59A et celles de la version 2006 de la norme NFPA59A. D'après le rapport sur les risques sismiques, un mouvement du sol d'une probabilité de 0,0002 p.a. correspond aux secousses d'un séisme d'une magnitude approximative de 7, engendrant un mouvement du sol équivalant au mouvement médian plus 1 sigma, à environ 25 km du site.

### **Conception parasismique**

Alors que l'on doit s'assurer qu'une usine de GNL sera conçue et exploitée correctement, des usines de GNL ont déjà été construites et exploitées dans des zones de sismicité élevée (Japon, Algérie, etc.). De plus, bien que le risque sismique au site de Cacouna soit le plus élevé dans l'Est du Canada, il se compare ou est inférieur au risque propre à de nombreux endroits de sismicité élevée, comme San Francisco. Par conséquent, RNCAN considère que les ingénieurs devraient pouvoir démontrer qu'il est possible de construire

une usine de GNL à Cacouna qui saura résister de façon satisfaisante aux forces engendrées par le séisme nominal d'une probabilité de 0,0002 p.a.

### **Plans d'intervention d'urgence**

Des secousses sismiques plus fortes que celles engendrées par le séisme nominal peuvent se produire (mais on s'attend à ce qu'elles soient rares). Dans un tel cas, les dispositifs de sécurité secondaires et les interventions d'urgence en détermineront les conséquences. On doit examiner les interventions en cas d'accident lorsque de multiples incidents (fuite de tuyau, panne d'alimentation électrique, déversement de carburant diesel, fissure de réservoir) surviennent, puisqu'il est inévitable qu'ils se produisent simultanément lors de grands séismes. RNCan a estimé que la réponse C-027 du promoteur démontre une bonne connaissance des problèmes. RNCan possède peu d'expertise en matière d'élaboration de plans d'urgence, autre qu'une connaissance fortuite acquise lors de visites à la suite de désastres dus à des séismes. Il est possible que l'expérience sur les séismes acquise à l'étranger, dans des régions de sismicité élevée, nous soit plus profitable, puisque aucune installation industrielle canadienne n'a encore été soumise à de très fortes secousses sismiques.

### **Autres commentaires**

RNCan recommande que soit clairement désignée une autorité de réglementation qui aura la responsabilité de s'assurer que le promoteur se conforme aux normes, aux plans en cas d'accident et aux autres recommandations des groupes d'experts, tel que convenu dans l'EIE et dans le processus d'examen subséquent. À cette fin, les recommandations du promoteur quant à l'autorité de réglementation méritent d'être étudiées (C-072).

---

### **Examen de « Earthquake Hazard Analysis: Gros-Cacouna, Quebec for Sandwell Engineering Inc » par Gail Atkinson, février 2006, 33 p.**

Le rapport indique que l'usine de GNL devra être conçue pour résister de façon sécuritaire à un séisme de magnitude 7, à une distance d'environ 25 à 30 km du site de l'usine.

Le rapport cite le rapport géotechnique « Journeaux Bedard and Associates (2005). *Report S-05-1743 Preliminary geotechnical investigation LNG Terminal - Cacouna Energy, Gros-Cacouna Que. For Sandwell EPC Inc., Nov. 28, 2005* ». Le rapport géotechnique indique que le réservoir reposera sur du roc, éliminant ainsi les préoccupations liées à l'amplification des mouvements engendrés par le séisme nominal. D'après ces travaux, il serait peu vraisemblable qu'il existe des failles de formation récente sur le site.

Dans le cas de l'évaluation du risque sismique, le problème principal consiste à déterminer si la fréquence des séismes à proximité du site est comparable à celle de la zone sismique très active de Charlevoix ou plutôt à celle de la zone moins active sous le Saint-Laurent, vers l'aval (c.-à-d. au nord et au nord-est du site). La zone sismique de Charlevoix est modélisée d'après un modèle de source « confinée », dont les limites sont basées sur la

répartition des petits séismes. Afin de tenir compte de l'incertitude liée à la fréquence, le rapport définit également une zone source « agrandie » pour les séismes de la zone de Charlevoix, qui s'étend sous le site de Cacouna. Au site, le risque sismique obtenu pour cette zone « agrandie » est approximativement 40 % plus élevé que celui déterminé pour la zone « confinée » (voir la figure 8). Cependant, le modèle final « pondéré » n'attribue qu'une pondération de 10 % au risque associé à la zone « agrandie » par rapport à une pondération de 90 % pour celui associé à la zone « confinée ». Cela revient à ignorer le modèle de la zone source « agrandie », comme l'indique l'essai décrit en annexe.

Pour cette raison, la décision d'utiliser un facteur de pondération de 10 % pour la zone « agrandie » est essentiellement une décision qui va dans le sens du modèle d'une source « confinée » (qui suppose une limite nord-est fixe et exacte pour l'activité sismique de la zone de Charlevoix), réduisant ainsi la probabilité que des séismes de magnitude 7 se produisent à proximité de l'usine par rapport à une autre pondération (tel que 0,5 et 0,5).

En raison du choix des facteurs de pondération, les mouvements du sol calculés devraient être semblables aux valeurs proposées par la CGC pour le CNB; en effet, la figure 7 montre que, lorsque la même relation est appliquée aux mouvements du sol (AB95), les valeurs présentées dans le rapport sont très similaires à celles de la CGC.

À la lumière de ce qui précède, il est très surprenant que les valeurs *moyennes* du rapport soient, pour la plupart, inférieures aux valeurs *médianes* de la CGC (comparer la figure 10 et le tableau 2), sauf pour des périodes plus longues pour lesquelles l'effet de la relation de Campbell commence à se manifester. Il est possible que cela soit attribuable à l'utilisation d'une valeur de coupure moindre pour le moment sismique,  $M_w=5,0$ , alors que la CGC utilise plutôt une valeur de coupure d'environ 4,4 pour le MW, mais ce n'est peut-être pas le cas, particulièrement puisque le paramètre le plus sensible à la valeur de coupure (l'accélération maximale du sol, AMS) est supérieur à la valeur de la CGC.

L'évaluation de l'erreur dans l'analyse est partielle, en partie pour des raisons pratiques. Par exemple, certaines incertitudes sont ignorées et les deux variantes des courbes de magnitude-réurrence sont des valeurs intermédiaires mitigées (menant presque à la coïncidence des courbes sur la figure 8). Ce traitement partiel n'aura probablement pas de répercussions significatives sur le résultat final. Néanmoins, il pourrait introduire une erreur systématique tendant à une sous-estimation des valeurs moyennes, de sorte qu'il est encore plus surprenant qu'elles soient inférieures à la valeur médiane de la CGC.

Bien que RNCan ait pu choisir de faire d'autres commentaires plus détaillés sur certains aspects du rapport, le ministère a choisi de s'en abstenir parce que, en fin de compte, la différence dans les paramètres de conception pour une probabilité de 0,0002 p.a. ne susciterait que des changements relativement mineurs (5 à 10 km) de la distance à laquelle on suppose que se produirait un événement de magnitude  $\sim 7$ . Cela et la grande variabilité des mouvements du sol engendrés par différents séismes (tenant compte particulièrement des effets de la directivité et de la profondeur de la rupture) signifient que les paramètres de conception ultimes devraient être établis de façon à ne pas être trop sensibles à de petites variations de la distance.

Le rapport présente des valeurs exactes du risque sismique pour une gamme de probabilités; le choix du niveau de probabilité à utiliser dépend de questions techniques ou normatives (voir la section suivante).

Les méthodes utilisées pour choisir les historiques de sismicité et leur appariement spectral au spectre de risque uniforme du séisme de référence semblent appropriées. Cet appariement amène à choisir les mouvements du sol engendrés par un séisme de magnitude 7, à une distance de 25 km du site de l'installation, etc.

-----

## Annexe

L'essai porte sur un site à Trois-Rivières (milieu de la zone) et utilise une combinaison de deux versions d'une seule zone source (par IRM); les deux versions présentent deux taux différents d'activité et des pondérations variant de 100 % à 0 %

Valeurs de 2 %/50 ans	moyenne	84 <sup>e</sup>	50 <sup>e</sup>	16 <sup>e</sup> percentiles
Taux normal 100 % 0,0004	368,0	546,1	316,7	153,2
Taux 10x 100 % 0,0004	1149,7	1644,2	948,8	460,2
Normal 0,9 10x 0,1 0,0004	518,6	585,8	324,0	155,3
Normal 0,5 10x 0,5 0,0004	876,0	1166,1	501,8	250,6
Normal 0,1 10x 0,9 0,0004	1102,9	1556,9	874,8	420,2

Les nombres 518,6 et 368,0 indiquent que, même en augmentant l'activité de la zone de 1000 %, le fait de lui attribuer une pondération de 10 % n'accroît le risque sismique que de 40 % pour la moyenne (la moyenne est le paramètre utilisé dans le rapport; l'accroissement est beaucoup plus faible pour la médiane, tel que prévu), alors qu'une pondération de 100 % pour la version présentant une activité sismique élevée résulte en un accroissement du risque sismique de 300 %.

-----

## Normes nationales et internationales de conception et pratiques nationales pour le choix du « séisme majoré de sécurité » (SMS).

RNCan considère que la version actuelle (version 2001) de la norme CSA Z276 est inadéquate, puisqu'elle propose de ne tenir compte que d'une probabilité de mouvement du sol engendré par le SMS (séisme nominal) de 0,001 p.a. (= par année) (par

comparaison, la version de 1981 de la norme utilisait la valeur de 0,0001 p.a.). Le code américain équivalent NFPA 95A (édition 2001) était beaucoup plus strict, utilisant une valeur d'approximativement 0,0002 p.a. (bien que RNCan diverge d'opinion quant à l'exception limitant les mouvements du sol en certains endroits et fournissant par conséquent des paramètres de conception variables pour l'ensemble des États-Unis). En outre, la norme européenne EN 1473 utilise la valeur de 0,0001 p.a. [Remarque : une nouvelle version de la norme NFPA 59A a été publiée en 2006; elle utilise une valeur de 0,0004 p.a. pour le SMS. Cela représente une autre augmentation de la probabilité (initialement, elle s'établissait à 0,0001 p.a.), mais les justifications d'ordre technique de ce changement progressif ne sont pas claires). Une nouvelle édition de la norme CSA Z276 est prévue en 2007, mais n'a pas encore été diffusée; elle pourrait utiliser une probabilité de 0,0004 p.a. RNCan procède actuellement à l'examen de la portée de ces documents.]

RNCan voit une reconnaissance *de facto* des insuffisances du code dans les paramètres de conception proposés pour d'autres installations de GNL. Le projet Bear Head et le projet de Kitimat figurent parmi les autres projets de GNL pour lesquels les experts-conseils ont recommandé l'adoption d'une probabilité du SMS de 0,0002 p.a. (rapports déposés à l'ACEE). RNCan croit que, pour le projet Rabaska, on a l'intention d'établir les paramètres de conception d'après une probabilité de 0,0001 p.a. des mouvements du sol (basée sur la norme EN 1473). Les rapports d'évaluation du risque sismique pour les projets Bear Head et Kitimat sont disponibles auprès de l'ACEE. RNCan juge convaincants les arguments contenus dans ces rapports à l'effet qu'une probabilité du SMS de 0,0002 p.a. devrait être retenue.