

Mémoire soumis au BAPE concernant le projet RABASKA  
d'implantation d'un port méthanier à Lévis

## **Sous-estimation de la gravité et de la fréquence des incidents impliquant une fuite majeure de GNL**

Pierre Langlois, Ph.D.  
physicien

18 janvier 2007

## 1. L'auteur de ce mémoire

Mon nom est Pierre Langlois, je suis citoyen canadien, et j'habite la région de Québec depuis 1957. J'ai beaucoup voyagé et j'en apprécie davantage le cachet unique de la ville de Québec et ses environs. D'ailleurs, Québec, comme vous devez le savoir, fait partie des villes du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Par ailleurs, étant physicien de formation, je m'intéresse beaucoup aux enjeux énergétiques actuels de la planète, à la diminution des gaz à effet de serre, et à la sécurité des populations. Cette démarche personnelle m'a donc conduit à regarder de près le Projet Rabaska (implantation d'un port méthanier à Lévis).

Je présente ce mémoire, à titre personnel, pour vous communiquer le fruit de mon analyse et mon désaccord avec ce projet.

## 2. L'objet du mémoire

Dans cette analyse de l'étude d'impact du projet Rabaska, je me suis attardé à la section **sur la sécurité**, connaissant l'énorme quantité d'énergie associée au GNL transporté par un méthanier, et le caractère volatile du GNL.

J'ai également examiné l'étude états-unienne faite par «Sandia Laboratories» intitulée : «**Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water**»<sup>1</sup>.

Ma conclusion est que le promoteur du projet de port méthanier à Lévis **a sous-estimé la gravité et la fréquence des risques**, en ne tenant pas compte des incidents les plus dangereux pour la population (worst case scenario), ni des «brèches intentionnelles» majeures infligées récemment à différents navires dont un pétrolier à double coque.

C'est ce que nous verrons dans la section 3 de ce mémoire.

## 3. Sous-estimation des risques

Tout d'abord, il est bon de souligner que l'énergie contenue dans les méthaniers modernes (138 000 mètres cubes à 265 000 mètres cubes de GNL) varie de 3000 à 5900 TeraJoules, ce qui correspond à l'équivalent de 57 à 109 bombes atomiques d'Hiroshima [54 TeraJoules chacune, ou 13 kilotonnes de TNT (voir: [http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic\\_bombings\\_of\\_Hiroshima\\_and\\_Nagasaki](http://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_bombings_of_Hiroshima_and_Nagasaki))], sans la radioactivité bien entendu.

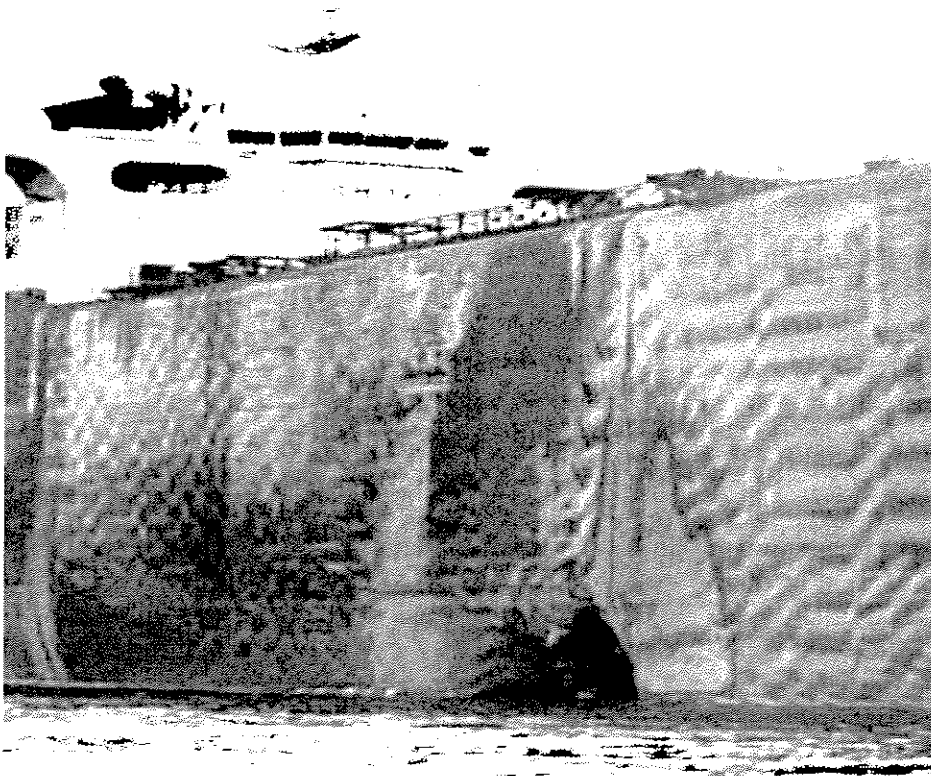
---

<sup>1</sup> Mike Hightower et al., *Guidance on Risk Analysis and Safety Implications of a Large Liquefied Natural Gas (LNG) Spill Over Water*, Sandia Laboratories, rapport # SAND2004-6258, décembre 2004. Téléchargement gratuit en pdf à [http://fossil.energy.gov/programs/oilgas/storage/lng/sandia\\_lng\\_1204.pdf](http://fossil.energy.gov/programs/oilgas/storage/lng/sandia_lng_1204.pdf)

Ajoutons à cela le fait que le gaz naturel liquéfié (GNL) est maintenu à l'état liquide à 160 degrés Celcius sous zéro dans les réservoirs thermos des méthaniers. Le GNL peut donc rapidement redevenir gazeux lorsqu'une brèche est pratiquée dans la coque et les réservoirs du méthanier, et qu'il coule à l'extérieur, sur l'eau.

L'état gazeux du GNL à température ambiante fait en sorte qu'il est plus difficile de circonscrire une fuite de GNL qu'une fuite de pétrole, car le vent peut transporter le nuage de GNL à des kilomètres du méthanier. De plus, les réservoirs de GNL à bord des méthaniers peuvent contenir plus de 30 000 mètres cubes, alors que les réservoirs des pétroliers sont plus nombreux et en contiennent typiquement moins de 10 000 mètres cubes chacun. Ceci est dû au fait que pour garder le GNL à l'état liquide, on a intérêt à diminuer la surface des parois des contenants.

Par ailleurs, des groupes déterminés et mal intentionnés ont récemment démontré qu'il était facile d'infliger à différents navires des brèches très importantes à l'aide de petits bateaux bourrés d'explosifs. **La photo ci-dessous montre une brèche de 8 mètres de largeur et plus de 30 mètres carré qui a été produite de la sorte, en octobre 2002, sur le flanc d'un pétrolier français à double coque, le Limburg, au Yémen.**



### 3.1 Sous-estimation de la gravité des risques

#### *La population*

Dans l'étude de Rabaska (Tome 3, vol. 1, chap. 7, p. 7.29), on voit que **le promoteur considère que la grandeur maximale crédible pour une brèche causée par un acte terroriste est de 1,5 mètre** seulement. En prenant cette grandeur de brèche, ils démontrent qu'à 790 mètres de la brèche l'intensité du rayonnement thermique serait de 5 kW/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à 5 fois le rayonnement du soleil au niveau du sol.

Il est bon de rappeler qu'avec une telle intensité de radiation thermique (5kW/m<sup>2</sup>), les êtres humains subissent des brûlures au deuxième degré après 40 secondes d'exposition<sup>2</sup> de la peau !

Maintenant, en se référant à l'étude de **Sandia Laboratories** (un centre de recherche gouvernemental états-unien dédié à la sécurité nationale) citée et référencée à la page précédente, on voit que **les auteurs de cette étude considèrent qu'une «brèche intentionnelle» nominale de sept mètres carrés est plausible et appropriée**, comme nous le confirme le passage suivant, à la page 49 de leur rapport :

« Based on the scoping analyses for LNG tanker designs, the range of hole sizes calculated from most intentional breaches of an LNG cargo tank is between 2 – 12 squared meters. Our analysis suggests that, in most cases, an intentional breaching scenario would not result in a nominal tank breach of more than 5 – 7 squared meters. This range is a more appropriate value to use in calculating potential hazards from spills. Based on the threat it is possible to breach more than one LNG cargo tank during an event. »

Par ailleurs, à la page 51 de ce même rapport, on voit dans le tableau 14 que pour un feu de nappe de GNL, la distance où l'intensité du rayonnement thermique tombe à 5 kW/m<sup>2</sup> est de 1,5 km pour une brèche de 5 mètres carrés (m<sup>2</sup>), de 1,9 km pour une brèche de 12 m<sup>2</sup>, et de 2,1 km pour trois brèches de 5 m<sup>2</sup>, dans trois réservoirs différents du méthanier. **En ce qui concerne la durée de l'incendie, elle serait de 3,4 à 8,1 minutes, toujours selon le tableau 14. C'est TRÈS court et ça ne donne pas le temps d'intervenir de l'extérieur.**

On constate donc que la frontière où l'intensité du rayonnement thermique est de 5 kW/m<sup>2</sup> peut se rendre jusqu'à environ 1600 mètres du méthanier, comparativement au 790 mètres de l'étude Rabaska ! Or, environ 70 résidences sont situées à l'intérieur de 1600 mètres de la jetée prévue, contrairement à une dizaine pour une distance de 790 mètres ! **De plus, la dizaine de résidences à l'intérieur du 790 mètres seraient soumises à des rayonnements thermiques de l'ordre de 15 kW/m<sup>2</sup> (15 fois le rayonnement solaire) pendant plus de 5 minutes, et prendraient en feu, alors que**

---

<sup>2</sup> Rapport de *Good Harbor Consulting, LLC* intitulé *LNG Facilities in Urban Areas, a Security Risk Management Analysis*, Mai 2005, p. 118.

**les habitants ne pourraient sortir pour se mettre à l'abri ! De plus les 100 élèves de l'école Sainte-Famille, qui est à 1250 m de la jetée, subiraient des radiations au-delà du 5 kW/m<sup>2</sup>, possiblement 7 kW/m<sup>2</sup> si un seul réservoir est affecté, et plus si plusieurs réservoirs du méthanier sont perforés de façon importante. La situation serait littéralement CATASTROPHIQUE !!**

### ***Les lignes d'Hydro-Québec***

En ce qui concerne les lignes à haute tension (735 kV) d'Hydro-Québec, le promoteur a évalué les dommages potentiels en se limitant à un feu de toit dans un réservoir terrestre du terminal. Or ces réservoirs ont un diamètre de 90 mètres et l'intensité du feu qui en résulterait serait donc équivalente à un feu de nappe de 6360 mètres carrés, alors que sa distance minimale au câble le plus près est de 205 mètres (Annexe F1 de l'étude d'impact Rabaska). Or, la nappe de GNL résultant d'une brèche de 5 mètres et plus dans un méthanier peut atteindre typiquement 400 mètres de diamètre (tableau 14, page 51 de l'étude de Sandia Laboratories mentionnée plus haut), soit 125 000 mètres carrés. C'est environ 20 fois la superficie d'un réservoir terrestre.

**Un feu de nappe de GNL 20 fois plus grand ferait monter la température des lignes de transmission d'Hydro-Québec beaucoup plus haut et ne manquerait pas de les faire fondre (aluminium), surtout si ce feu est juste en-dessous des lignes.** Pour cela, il suffirait qu'une nappe de GNL résultant d'une brèche de 5 à 7 mètres carrés dans un méthanier soit emportée par le courant du fleuve et le vent, à partir de la jetée qui n'est qu'à deux kilomètres en amont des lignes. Une brèche qui serait pratiquée dans le méthanier alors qu'il passe près des lignes pourrait également donner naissance à une telle nappe de GNL sous les lignes à 735 kV.

**Par ailleurs, je ne comprends pas pourquoi le promoteur n'a pas tenu compte d'une fuite importante d'un réservoir terrestre qui remplirait le bassin de rétention, suivi d'un «feu de bassin».** Un tel scénario donnerait une surface de GNL en contact avec l'air deux fois supérieure à celle d'un feu de toit de réservoir, tout en étant plus près des lignes à haute tension d'Hydro-Québec ! De plus, n'oublions pas que si le toit du réservoir est parti, c'est qu'il y a eu une explosion importante. Alors pourquoi, dans un tel scénario, n'y aurait-il aucune fuite dans les bassins ?! Si tel est le cas et que le bassin s'ajoute à la surface du réservoir sans toit pour constituer la nappe de GNL, alors cette dernière aurait une surface près de 3 fois supérieure à celle d'un réservoir à ciel ouvert seul, ce qui impliquerait un rayonnement thermique du double environ et peut-être davantage, avec des conséquences plus graves sur les lignes électriques. Alors, on se demande pourquoi, encore ici, les promoteurs n'ont pas tenu compte de la situation la plus grave, qui pourrait possiblement survenir si un avion s'écrasait sur un des deux réservoirs terrestres, de façon intentionnelle ou non.

La perte de cette ligne majeure de transmission d'électricité pourrait entraîner des complications sérieuses dans l'est du Québec.

### 3.2 Sous-estimation de la fréquence des risques

Dans l'étude Rabaska la fréquence des risques maritimes a été évaluée en se basant sur les statistiques de collisions dans le fleuve Saint-Laurent et sur l'évaluation des possibilités qu'une collision accidentelle engendre des fuites de GNL.

**Toutefois, la montée récente du terrorisme international et la gravité accrue des attaques (World Trade Center en 2001, pétrolier Limburg en 2002) couplées au fait que les méthaniers sont désormais des cibles de choix, fait en sorte que les plus gros risques ne proviennent plus des accidents navals mais plutôt des attentats terroristes.** Cet état de fait se transpose dans les mesures de sécurité extrêmes prises par les autorités états-uniennes en ce qui concerne chaque transport de méthanier dans le port de Boston depuis le 11 septembre 2001 (hommes grenouilles, inspections à bord des méthaniers, petite armada de bateaux de la garde côtière et de la police accompagnant les méthaniers, hélicoptère...). Par ailleurs, Lord Levene, le président de la compagnie Lloyd's, la deuxième plus grosse compagnie d'assurance au monde, déclarait à Houston, en septembre 2004 (*The Providence Journal*, article de Mark Reynolds, 21 septembre 2004)

*”Gas carriers too, whether at sea or in ports, make obvious targets »*

D'autre part, on sait que dans les 40 dernières années il n'y a pas eu de dommages majeurs infligés à un méthanier provoquant des fuites de GNL, pour l'ensemble des 40 000 transports environ effectués à ce jour. Les risques d'attentats terroristes dans les années qui viennent apparaissant plus élevés qu'il y a 10 ans et plus, il semble conservateur d'évaluer la fréquence des risques d'attentats en considérant la statistique sur les 40 dernières années.

Pour m'en assurer, j'ai consulté deux professeurs de l'Université Laval, un statisticien (Christian Genest, courriel : genest@mat.ulaval.ca) et un professeur d'assurance (Michel Gendron, courriel : michel.gendron@fsa.ulaval.ca). Je leur ai fourni le **tableau récapitulatif des résultats de l'analyse des risques maritimes** (Étude d'impact Rabaska : Tome 3, volume 1, chapitre 7, page 7.36, tableau 7.14) ainsi que l'information à l'effet qu'aucun déversement ni collision sérieuse impliquant des méthaniers n'est survenue en 40 000 transports au cours des 40 dernières années. Ensuite je leur ai demandé ce qu'on peut extrapoler au niveau statistique à partir de cette information et comment cela se compare au tableau des résultats de l'analyse de risques maritimes de l'étude Rabaska. Je leur ai également demandé s'ils avaient des commentaires généraux sur la présentation des risques maritimes dans ce tableau.

Leurs commentaires sont les suivants.

« Dans un premier temps, la **probabilité d'accident aurait dû être exprimée par transport, plutôt que par année.** Les estimations actuelles ne sont valables que si le nombre de transports est fixé à 60 par année. S'il devait doubler, voire même quadrupler, le risque d'échouement sans fuite passerait de 1 tous les 100

ans à 1 tous les 50 ans, ou même à 1 tous les 25 ans, ceci sans que les conditions de sécurité aient changé.

Par ailleurs, **il est étonnant de constater que les estimations de la fréquence d'accident ne sont pas assorties de marges d'erreur.** Toute estimation ponctuelle est sujette à un risque mesurable. Typiquement, l'estimation statistique d'une probabilité s'exprime au moyen d'un intervalle de confiance qui reflète l'incertitude liée à l'imprécision de l'estimation ponctuelle. Sur la base d'un sondage d'un peu plus d'un millier de personnes, par exemple, il pourrait arriver qu'exactly la moitié des gens interrogés répondent favorablement à une question ; on dirait alors que la proportion des répondants favorables est de 50%  $\pm$  3% «19 fois sur 20». Dans cet énoncé,

50% représente l'estimation ponctuelle,  
3% représente la marge d'erreur,  
19 fois sur 20 (c'est-à-dire 95%) est le degré de confiance associé à cette estimation.

En général, la marge d'erreur associée à une estimation est liée à la taille de l'échantillon et au choix du degré de confiance.

De façon semblable, si on ne trouve aucun individu atteint d'une maladie dans un échantillon donné, l'estimation ponctuelle du pourcentage de la population affectée est de 0%, mais cela ne signifie pas pour autant qu'aucun individu n'est atteint dans l'ensemble de la population. Ceci illustre l'importance de la marge d'erreur et du degré de confiance qui s'y rattache.

Dans le cas de figure, on sait qu'aucun déversement ni collision sérieuse impliquant des méthanières n'a été observé sur plus de 40 000 transports au cours des 40 dernières années. Il est alors possible de calculer une borne supérieure pour la probabilité d'un tel événement, en fonction du degré de confiance. Le tableau suivant résume ces calculs, qui s'appuient sur une loi binomiale.

Avec un degré de confiance de	Un accident surviendra en moyenne tous les...
95%	13 353 transports ou plus
99%	8686 transports ou plus
99,9%	5791 transports ou plus

Lorsque la gravité des risques associés à un événement est aussi grande que celle évoquée dans la section 3.1, il est de mise d'utiliser un haut degré de confiance. Si dans le cas présent, on se limitait à un degré de confiance de 95% comme pour un sondage, il y aurait alors 5% des chances que l'estimation de la probabilité d'accident soit encore plus grande que celle spécifiée ci-haut.

Si on utilise plutôt un degré de confiance de 99,9%, il ne subsiste qu'une chance sur 1000 que la probabilité d'accident soit supérieure à 1 sur 5791 transports. À raison de 60 transports annuels, **cette borne supérieure (1/5791) correspond quand même à un 1 accident tous les 97 ans, en moyenne.**

Par contraste, le tableau des résultats de l'analyse des risques maritimes fourni par le promoteur [Étude d'impact Rabaska : Tome 3, volume 1, chapitre 7, page 7.36, tableau 7.14] stipule que la probabilité d'une collision avec fuite pouvant avoir des conséquences catastrophiques est de l'ordre de 1 occurrence tous les 10 000 000 d'années.

**Compte tenu du calcul d'erreur présenté ci-dessus, il n'est donc pas exclus, à la lumière des faits qui nous sont connus, que la probabilité d'une collision avec fuite (intentionnelle ou non) rende le risque inacceptable selon la grille d'analyse du promoteur.**

Parce qu'ils s'appuient sur des données historiques, les calculs présentés ici présupposent évidemment que les conditions de transport du gaz naturel liquéfié qui prévalaient dans le passé continueront de s'appliquer dans le futur. Or, la montée du terrorisme mondial accroît sensiblement les risques liés au transport méthanier, particulièrement en zone urbaine. Il est difficile d'évaluer cette augmentation, mais on devrait en tenir compte.»

En considérant que le risque d'un attentat terroriste est plus élevé qu'un accident maritime, et à la lueur de l'analyse faite ci-haut par deux professionnels de la statistique, en se basant sur l'échantillonnage disponible des transports de GNL depuis une quarantaine d'année (40 000 transports sans incidents majeurs), il apparaît que **la probabilité d'un «accident» avec déversement de GNL est beaucoup plus élevée que 1 fois tous les dix millions d'années, comme le prétend le promoteur. En prenant un degré de confiance de 99,9%, comme c'est normal de le faire pour des risques potentiellement catastrophiques, on arrive même à 1 incident tous les 97 ans et plus, en moyenne !!!**

#### 4. Conclusion

**Nous venons de voir dans ce mémoire que le promoteur n'a pas tenu compte des accidents les plus graves plausibles dans son évaluation de la gravité des risques et qu'il a fortement sous-estimé la fréquence de tels risques, en sous-estimant l'impact du terrorisme international.**

**On devrait tirer des leçons de l'histoire et se rappeler l'arrogance des constructeurs du Titanic qui n'avaient même pas cru bon mettre à bord de ce géant des mers suffisamment de chaloupes de sauvetage, tellement ils étaient certains du risque pratiquement nul d'un naufrage ! Le principe de précaution devrait toujours prévaloir.**



Par ailleurs, nous n'avons même pas évoqué, dans le présent mémoire, la possibilité que suite à une fuite majeure de GNL, il se forme un nuage de gaz naturel qui soit transporté par le vent et qui s'enflamme une fois au-dessus de la ville de Québec ou de Lévis. Cette possibilité est certes très faible mais ses conséquences sont si catastrophiques et irréparables qu'à elle seule cette possibilité devrait empêcher qu'un tel projet voie le jour si près d'une zone densément peuplée, qui de plus fait partie du patrimoine mondial de l'UNESCO.

Dans son tableau des risques maritimes, le promoteur lui-même définit comme risques inacceptables, des «accidents» catastrophiques dont la fréquence serait de 1 fois tous les 100 000 ans et moins ! Or, à la lueur des statistiques disponibles sur les transports de GNL (pas d'accidents majeurs en 40 000 transports), nous avons vu à la section 3.2 qu'en prenant un degré de confiance de 99,9%, comme c'est normal de le faire pour des risques potentiellement catastrophiques, on arrive même à 1 accident potentiel majeur tous les 97 ans et plus, en moyenne !!! Les promoteurs de Rabaska devraient donc être conséquents et retirer eux-mêmes leur projet, qui s'avère inacceptable selon leurs propres critères.

En terminant, j'aimerais mentionner que je ne suis pas contre les terminaux méthaniers à tout prix, s'ils sont absolument nécessaires et sans danger pour la population. Mais je ne peux appuyer un projet aussi près de la population et dont les risques ont été autant sous-évalués. Par ailleurs, l'implantation d'un deuxième port méthanier au Québec (Cacouna ayant été accepté) n'est pas du tout justifiée et va à l'encontre des objectifs de réduction de gaz à effet de serre. Il serait de loin préférable d'enclencher des programmes importants d'efficacité énergétique et de mettre en valeur notre biomasse, comme le font les Européens.

Quand on vient nous dire que ces nouveaux approvisionnements en gaz naturel ne sont pas destinés à l'exportation aux États-Unis mais qu'ils sont implantés uniquement pour nous assurer un approvisionnement à des prix concurrentiels, je me dis qu'on sous-estime l'intelligence des Québécois. Si Rabaska était implanté, on aurait d'ici 3 ans deux ports méthaniers en opération au Québec dont chacun d'eux pourrait alimenter le Québec en entier. Si le gaz naturel qui arriverait à Lévis n'allait effectivement pas aux États-Unis, c'est nécessairement le gaz naturel qui nous vient de l'Ouest qui y irait. On ne va pas se mettre à consommer le triple du gaz naturel dans trois ans ! On joue donc sur les mots et tout ça manque totalement de transparence !

L'annonce éventuelle de l'acceptation du projet de port méthanier à Lévis serait quant à moi et à beaucoup de gens la **PIRE NOUVELLE POUR LE 400<sup>e</sup> ANNIVERSAIRE DE LA VILLE DE QUÉBEC !**

