
APPENDIX C

Geotechnics



LABORATOIRES

D'EXPERTISES

DE QUÉBEC LTÉE

Géotechnique, hydrogéologie et
ingénierie des sols et matériaux

Québec, le 14 octobre 2003

Roche ltée, Groupe-conseil
3075, chemin des Quatre-Bourgeois
Bureau 300
Sainte-Foy (Québec) G1W 4Y4

À l'attention de monsieur Marc Drouin, ing.

Objet : Commentaires géotechniques
Étude de faisabilité
Terminal de gaz liquide
Pointe-de-la-Martinière,
Pointe-Saint-Denis
Gros-Cacouna (Québec)
N/Dossier : 4350-77

Monsieur,

Il nous fait plaisir de vous présenter ci-après nos commentaires géotechniques dans le cadre de l'étude de faisabilité d'un terminal de gaz liquide à l'endroit de trois sites potentiels, soit Pointe-de-la-Martinière, Pointe-Saint-Denis et Gros-Cacouna. Ces commentaires sont formulés à partir de l'information géotechnique disponible pour les secteurs visés ainsi que la visite de terrain réalisée le 24 septembre dernier en votre compagnie et celle de divers intervenants au dossier.

A) Pointe-de-la-Martinière

Le site de la Pointe-de-la-Martinière n'a, à notre connaissance, pas fait l'objet d'une étude géotechnique particulière à l'exception d'une cartographie biophysique et d'une cartographie géologique. Néanmoins, quelques études géotechniques réalisées dans un rayon d'environ 8 kilomètres du secteur visé ont pu être consultées. Ces études ainsi que notre visite des lieux révèlent les points d'ordre généraux suivants :

Dépôts meubles :

- Sols pulvérulents (sable silteux à sable et silt graveleux).
- Compacité moyenne à très dense.
- Épaisseur variable (0 à > 13,26 m).

2320, rue de Celles
Québec (Québec)
CANADA G2C 1X8
Tél. : (418) 845-0858
Télééc. : (418) 845-0300
info@leqltech.com



Reconnaissance
du sous-sol

Essais en chantier

Essais en laboratoire

Géologie de l'ingénieur

Photo-interprétation

Hydrogéologie

Études en mécanique
des sols et des roches

Ingénierie des sols
et des matériaux

Auscultation des
ouvrages

Études
environnementales

Mécanique des
chaussées



Membre de l'Association
canadienne des
Laboratoires d'Essais

*Recu
Martin
03.10.01*

Socle rocheux :

- Origine sédimentaire (schiste argileux, mudstone, siltstone ou conglomérat calcaire).
- Très fracturé par endroits.
- Qualité très mauvaise à bonne, selon l'indice de qualité du roc (RQD).
- Pendage de 20° à 60° avec l'horizontale.
- Selon la cartographie géologique du secteur, il est présumé qu'une faille de chevauchement soit présente dans les environs du site à l'étude.

Séismicité :

- Accélération maximale du sol (PGA) de 0,36 pour une probabilité de dépassement de 2% en 50 ans (prochain Code national du bâtiment du Canada CNBC 2005).
- Catégorie d'emplacement C ou D selon le futur code CNBC 2005.

Particularités :

- À la Pointe-de-la-Martinière, le socle rocheux a été observé sur la rive.
- Selon les études réalisées près de la rive, la surface du roc est en pente douce et régulière vers le chenal. Il est probable cependant que le roc plonge dans ce secteur.
- L'épaisseur des dépôts meubles a tendance à augmenter plus on s'éloigne de la rive.
- L'annexe « A » présente, à titre indicatif, quelques informations pertinentes à ce site.

Commentaires :

- La nature pulvérulente des dépôts meubles ainsi que leur degré de compacité qui varie de moyenne à très dense fait que ces sols représentent une fondation intéressante pour des caissons (capacité portante de l'ordre de 200 kPa). Il en est de même pour le socle rocheux observé en surface ou sous-jacent à ces dépôts.
- La mise en place de fondations profondes prenant appui au niveau du socle rocheux (pour autant que l'épaisseur des sols soit suffisante pour assurer un support latéral adéquat) pourrait être une alternative intéressante.

B) Pointe-Saint-Denis

Un seul rapport d'étude géotechnique relatif au quai de la Pointe-aux-Orignaux qui est la pointe voisine de la Pointe-Saint-Denis a été consulté. Cette étude s'est limitée à environ 100 mètres au large de la rive et a révélé les principaux points suivants :

Dépôts meubles :

- Sols pulvérulents (sable silteux).
- Compacité très lâche à lâche en excluant l'effet des cailloux et blocs.
- Épaisseur comprise entre 2,0 et 4,5 mètres environ.

Socle rocheux :

- Origine sédimentaire (shale et siltstone).
- Qualité très mauvaise à moyenne, selon l'indice de qualité du roc (RQD).
- Pendage de 40°.

Séismicité :

- Accélération maximale du sol (PGA) de 1,10 en considérant La Malbaie qui est la ville la plus près (à ± 25 kilomètres sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent). Cette valeur considère une probabilité de dépassement de 2% en 50 ans selon le futur code CNBC 2005.
- Catégorie d'emplacement F selon le futur code CNBC 2005.

Particularités :

- À la Pointe-aux-Orignaux, la rive est constituée par le socle rocheux mais est rapidement recouverte de dépôts meubles.
- La pente de roc est généralement constante ($\pm 12\%$) en direction du chenal. Il est probable cependant qu'elle soit plus élevée dans ce secteur.
- L'annexe « B » présente un rapport de forage représentatif.

Commentaires :

- D'un point de vue géotechnique, la présence de dépôts pulvérulents de compacité très lâche à lâche pourrait être problématique en terme de liquéfaction des sols dans cette région à très forte séismicité (la plus élevée au Canada). Conséquemment, la mise en place de caissons ou encore de pieux pourrait être problématique en terme de capacité portante ou de support latéral.

C) Gros-Cacouna

À l'endroit du site de Gros-Cacouna, les aménagements portuaires existants ont fait l'objet de plusieurs études géotechniques. L'examen de ces études révèle les points généraux suivants à savoir :

Dépôts meubles :

- De la surface du fond marin jusqu'à l'élévation ± -10 à -18 mètres, alternance de dépôts de silt et sable (compacité lâche à moyenne), d'argile silteuse (consistance molle à ferme) et de sable (compacité moyenne à dense).
- À partir des élévations ± -10 à -18 mètres, présence d'une moraine argileuse de consistance raide à très raide fortement surconsolidée.

Socle rocheux :

- D'origine sédimentaire (grès, conglomérat, mudstone) ou ignée, le socle rocheux a été observé entre ± les élévations -15 à -45 mètres.
- Qualité estimée bonne, selon l'indice de qualité du roc (RQD).
- Fractures entre 20 et 45° avec l'horizontale.
- Fractures en général fermées.
- Pendage du mudstone à 60°.

Séismicité :

- Accélération maximale du sol (PGA) de 0,56 pour Saint-Georges-de-Cacouna. Cette valeur considère une probabilité de dépassement de 2% en 50 ans selon le futur code CNBC 2005.
- Catégorie d'emplacement C pour la moraine argileuse selon le futur code du CNBC 2005.

Particularités :

- Toute l'information disponible provient du quai ou de l'intérieur des brise-lames.
- L'annexe « C » présente quelques rapports de sondages représentatifs des conditions généralement observées au site de Gros-Cacouna.

Commentaires :

- En raison de l'hétérogénéité (nature, épaisseur, compacité, consistance) des sols situés au-dessus de la moraine argileuse, ils ne pourront servir d'assise à des structures maritimes telles que des caissons. Ceux-ci devront prendre appui au niveau de la moraine argileuse localisée entre les élévations ± -10 à -18 mètres. À ce niveau, la capacité portante évaluée dans les études varie entre 300 et 500 kPa. Cependant, les tassements observés pour les caissons du quai ont varié entre 125 et 310 mm et se sont réalisés en majeure partie dans la première année suivant leur mise en place. L'épaisseur des sols à draguer afin d'atteindre la surface de la moraine pourrait être de l'ordre de 5 à 10 mètres environ.

- Une autre alternative serait d'appuyer les structures maritimes à construire sur des fondations profondes (pieux) prenant appui à l'intérieur de la moraine argileuse ou bien au niveau du socle rocheux.

Conclusion

À la lumière des études disponibles et de la visite des sites envisagés pour la construction d'un terminal maritime il semble que les sites de la Pointe-de-la-Martinière et de celui de Gros-Cacouna seraient respectivement à préconiser.

Dans le cas du site de la Pointe-Saint-Denis, les risques sismiques rendent cet endroit peu intéressant.

Pour tous les sites à l'étude, comme aucun sondage n'a été réalisé à l'endroit prévu pour les infrastructures maritimes envisagées, une étude géotechnique complète est recommandée.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et nous demeurons à votre disposition pour toute information additionnelle.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos meilleurs sentiments.

LABORATOIRES D'EXPERTISES DE QUÉBEC LTÉE



Luc Carrier, ing. M.Sc.A.
Ingénieur géotechnicien

LC/jv

p.j.

Bibliographie

A) Pointe-de-la-Martinière

- Argus inc., Avril 1995, Anse aux Sauvages – Pointe-de-la-Martinière : Caractérisation biophysique et cadre géographique d'avant-projet de conservation et de mise en valeur.
- LEQ, Mars 1995, Étude géotechnique, Cale sèche Champlain – Projet 797060, Réparation de la façade quai d'entrée « ouest », M.I.L. Davie, Lauzon. Rapport #4160-03.
- LIE, Décembre 1982, Étude géotechnique, Lévis, Québec. Rapport #G0282335.
- Gouvernement du Québec, 1995, Géologie de la région de Québec. Document MB 94-40.
- Technisol inc., Janvier 1983, Projet Inter-Port, Pointe-de-la-Martinière, Cartographie géologique. Rapport #4715.
- LMQ, Juin 1987, Cale sèche Lorne, Davie shipbuilding limited, Lauzon, Québec, Étude géotechnique (complément). Rapport #G-87014.
- LCQ, Août 1982, Projet #138707, Mur de soutènement, Cales sèches Champlain, Lauzon. Rapport #2229.
- LEQ, Décembre 2002, Étude géotechnique, Terminal maritime Saint-Laurent, Saint-Laurent, Île d'Orléans, Québec. Rapport #4350-64.

B) Pointe-Saint-Denis

- Cogemat, Octobre 1993, Étude géotechnique, Quai de Rivière-Ouelle, Pointe-aux-Orignaux, Comté de Kamouraska. Rapport #6367.

C) Gros-Cacouna

- Compagnie Nationale de Forage et Sondage inc., Janvier 1979, Étude géotechnique, Ministère des Travaux Publics du Canada, Entrepôt projeté, Gros-Cacouna, Québec. Rapport #5424-10.

- Cogemat inc., Mars 1993, Réaménagement du Havre, Port de Gros-Cacouna, Données géotechniques, Addition d'un poste à quai. Rapport #6253-B.
- Warnock Hershey Professional Services ltd, Septembre 1977, Étude géotechnique, Quai de Gros-Cacouna. Rapport #130-1054.
- Golder & Associates, July 1966, Subsurface conditions, Gros-Cacouna Harbour Development, Near Rivière-du-Loup, Quebec. Report #66072.
- Procéan, Février 1993, Gros-Cacouna, Réaménagement du port, Relevés géophysiques. Rapport #732708.
- Cogemat, Août 1993, Forages complémentaires 1993, Réaménagement du port, Gros-Cacouna , Comté Rivière-du-Loup, Québec. Rapport #6253 E et F.

D) Autres

- Adams J., Halchuk S., 2003, Fourth generation seismic hazard maps of Canada: Values for over 650 Canadian localities intended for 2005 National Building Code of Canada, Commission géologique du Canada. Dossier public 4459.
- Canadian Journal of Civil Engineering, Volume 30, 2003, Conseil National de Recherche du Canada (CNRC) 2003, Annexe A, partie 4, pp. xxii à xxxiii.