

Rabaska, une bombe à retardement de plus à Lévis.

Le projet Rabaska m'apparaît être un projet bâclé qui représente un risque inacceptable de catastrophe majeure pour les populations environnantes.

Ce projet me semble bâclé, parce que je crois qu'il ne tient pas suffisamment compte des conditions très difficiles de la navigation sur le fleuve et plus particulièrement de celles qui prévalent dans l'environnement immédiat du terminal et dans le Chenal du nord, à l'extrémité Est de l'Île d'Orléans.

Il me semble aussi, que les coûts et les inconvénients reliés à la planification et aux mesures d'urgence que ce projet va commander, sont grandement sous estimés.

Il m'apparaît évident que ce projet nous imposera des contraintes et des entraves importantes dans le futur, compte tenu du très haut niveau de sécurité qui sera éventuellement requis autour de ces installations à haut risque.

Ce projet me semble dangereux, parce que je crois qu'il ne tient pas suffisamment compte du risque additionnel pour les populations environnantes, que représenteraient ces méthaniers et des installations terrestres aussi importantes de transbordement, d'entreposage et de distribution de méthane.

Le risque que représentent ces installations, est grandement amplifié par le fait qu'elles sont situées juste à côté d'une triple ligne à haute tension de 735,000 volts, à l'endroit où elle traverse le fleuve et que l'approche au terminal fluvial se fait juste en dessous de cette ligne.

La présence d'un port méthanier à cet endroit, augmente considérablement le risque cumulatif de catastrophe pour la population et pour l'environnement.

Notre région est déjà fortement taxée à cause de la raffinerie Ultramar et de son terminal fluvial qui accueille régulièrement des superpétroliers .

Ce projet me semble aussi particulièrement dangereux, parce que ces installations seront une fleur de plus au bouquet de cibles stratégiques déjà présentes à l'intérieur des limites de Lévis et susceptibles d'intéresser des organisations terroristes.

Parmi les risques maritimes potentiels associés à ce projet, le premier qui me vient à l'esprit est l'échouement d'un méthanier, avec ou sans déversement, dans le Chenal du nord ou aux environs du terminal.

À ma connaissance, il n'y a aucune installation de ce type au monde, qui se situe aussi profondément dans un estuaire ou existent des conditions aussi extrêmes de marée et des courants de marée aussi forts.

En consultant les cartes marines de ce secteur, on peut vérifier que toute la côte de la partie navigable du fleuve, de Lévis jusqu'à l'Île aux Coudres, est bordée de rochers et de brisants qui auraient tôt fait de perforer la coque d'un méthanier, s'il y était poussé par la force combinée du vent, de la glace et du courant.

Il est à noter que de par leurs hauteurs et largeurs exceptionnelles, ces énormes navires seront plus susceptibles d'être affectés par les conditions extrêmes qu'ils rencontreront sur le fleuve.

Particulièrement dans le Chenal du nord, à cause de son étroitesse et de la proximité des populations sous le vent, les méthanières ne pourront se permettre aucun écart de leur course, si minime soit il, sous peine d'échouement dans les rochers qui le bordent de chaque côté.

Ils devront affronter, dans ce corridor à peine plus large qu'un méthanière, des conditions changeantes et qui très souvent s'additionnent de courants de marée, de vents forts et de champs de glaces en Hiver.

Ces conditions ne devront pas, non plus, nuire aux délicates manoeuvres d'approche et d'accostage au quai du terminal.

La proximité immédiate de la triple ligne à haute tension de 735,000 volts est certainement un élément majeur à prendre en compte dans la détermination du risque que représente ce projet à cet endroit.

Il semble vraisemblable qu'une fuite de méthane au terminal fluvial ou aux installations de Rabaska entraînerait une coupure de courant sur cette ligne par mesure de sécurité.

J'ai remarqué que les données de vitesse au tableau 2.9 de l'étude d'impact de Rabaska intitulé "vitesses extrêmes du courant à proximité du secteur à l'étude" apparaissent inexactes.

Les données affichées sur ce tableau, semblent plutôt se rapporter au tableau intitulé "courant des marées moyennes à Québec", inscrit sur la carte marine.

Les vitesses maximum locales des courants de marée, sont clairement indiquées sur la carte marine par des flèches noires, inscrites à des endroits précis sur le fleuve.

Ces flèches pointent dans la direction du courant et sont accompagnées d'une unité de vitesse en noeuds.

Selon la carte marine, la vitesse maximum normale du courant au niveau du terminal et de l'approche entre les pylônes est respectivement de 4 et 4.5 noeuds, au baissant.

Il est aussi précisé, au bas de la carte marine, que "Dû à la complexité des marées et des anomalies atmosphériques locales, les vitesses des courants et leurs directions réelles peuvent être considérablement différentes des données fournies".

Ce qui signifie que les vitesses des courants de la marée baissante peuvent donc être encore plus élevées que 4 et 4.5 noeuds à la hauteur du terminal et son approche.

Selon le tableau 2.9 de l'étude d'impact de Rabaska, la vitesse maximum des courants de marée baissante au niveau du terminal serait seulement de 3 noeuds.

Je suis surpris de constater que la référence pour les données de ce tableau soit la firme Roche, alors que ces données se retrouvent clairement inscrites sur la carte marine du Québec, que les pilotes utilisent comme référence pour naviguer le fleuve. Au tableau précédent, le 2.8, portant sur la hauteur des marées à Québec, on donne pourtant la carte marine du Québec comme référence.

Compte tenu de l'importance des données de vitesse des courants de marée au niveau du terminal pour évaluer la faisabilité et la sécurité d'un tel projet; Je trouve suspect que les promoteurs de Rabaska aient choisi une firme extérieure comme intermédiaire pour obtenir ces données apparemment trompeuses.

Je n'ai aucun doute sur la capacité des Pilotes du St-Laurent à guider un méthanier sur le fleuve.

Cependant, pour que cela puisse se faire en sécurité, les conditions locales de navigation ne doivent pas dépasser la capacité d'un méthanier à maintenir la course que le Pilote lui commande.

La marge d'erreur d'un méthanier, dans le Chenal du nord, est à peu près inexistante et la possibilité d'un échouement m'apparaît beaucoup plus élevée avec ce type de navire que ce que prétendent les promoteurs du projet et l'association des pilotes.

Le fait d'avoir à son bord un Pilote compétent et expérimenté, n'a pas empêché le vraquier Alcor de s'échouer dans le Chenal du nord en novembre 1999.

Cela n'a pas empêché non plus le paquebot Nowegian Sky en septembre 1999, de s'échouer à l'Île rouge près de Tadoussac, alors qu'il avait deux Pilotes à son bord.

À ce que je sache, aucun Pilote n'a encore guidé de méthanier, dans des conditions difficiles, dans le Chenal du nord.

Aucune simulation qui existe présentement, ne peut prétendre reproduire de façon suffisamment fiable le comportement d'un méthanier confronté à des conditions aussi complexes et changeantes.

Malgré la grande compétence que je reconnais aux Pilotes du St-Laurent, l'erreur est humaine et cela est valable pour eux aussi.

L'échouement d'un paquebot, d'un porte conteneur, d'un vraquier ou même d'un superpétrolier ne met pas nécessairement en danger la vie des populations sous le vent. Il en va tout autrement pour un méthanier.

Malgré leurs dimensions imposantes, ces navires sont relativement légers à cause du faible poids spécifique du méthane liquide et de la grande quantité d'isolant qui entoure leurs réservoirs cryogéniques.

Ils sont un peu comme de gros blocs de styromousse, qui devront pouvoir maintenir leur route précisément malgré leur grande surface exposée au vent, les puissants courants et les champs de glaces qu'il devront affronter durant leur parcours.

Il me semble évident qu'une fuite de méthane ou même la seule crainte d'une fuite résultant de l'échouement d'un méthanier sur la fin du parcours ou d'un accident au terminal, pourrait éventuellement avoir comme conséquence l'évacuation préventive des populations sous le vent.

Ces évacuations pourraient être massives dépendant de la direction du vent et les décisions devront être prises sans délai, compte tenu de la vitesse de déplacement et de diffusion d'un nuage de méthane transporté par le vent.

Il est facile d'imaginer que si un méthanier s'échouait et perforait sa coque et ses réservoirs dans le Chenal du nord par mauvais temps; Le vent Nordais, qui est le vent habituel de mauvais temps, se chargerait naturellement de transporter le nuage de méthane résultant de la fuite, au-dessus de l'Île d'Orléans et en direction de Québec et Lévis.

Chemin faisant, il se diffusera en se mélangeant avec l'oxygène de l'air et il pourra éventuellement être allumé par la première étincelle qu'il rencontrera durant la période où le nuage, ou une partie du nuage, devient inflammable.

Le mélange méthane-air est inflammable lorsqu'il se situe entre 5 et 15 %.

Il est très important de prendre en compte qu'une fuite de méthane en transport sera indétectable car le méthane est inodore.

Il ne contient pas encore le Mercaptan qui lui donne son odeur caractéristique. Ce produit est ajouté par la suite en vue de sa distribution.

Une autre possibilité d'accident maritime au terminal de Rabaska, c'est qu'un méthanier soit arraché du quai et poussé dans les rochers environnants ou sur la jetée des pylônes, par l'action combinée de la glace, du vent et du fort courant de la marée baissante.

Le terminal et son approche, sous la ligne à haute tension, sont situés dans une section du fleuve où les courants de marée sont particulièrement forts à cause du rétrécissement provoqué par les jetées des pylônes et par l'île d'Orléans elle-même.

Compte tenu de son importance stratégique pour l'alimentation en électricité du Québec et du très haut voltage qui y transite.

Je ne comprend pas, comment on a pu imaginer sérieusement installer un terminal méthanier, juste à côté d'une triple ligne à haute tension de 735,000 volts à l'endroit où elle traverse le fleuve et longe les installations terrestres de Rabaska.

Un argument qui mérite certainement d'être pris en compte de nos jours pour évaluer la pertinence d'un tel projet à cet endroit, c'est la possibilité d'un attentat terroriste.

Quelles que soient les mesures de sécurité qui pourraient être prises au terminal méthanier de Rabaska et à ses installations terrestres, il serait relativement facile et peu coûteux, pour des terroristes déterminés, de forcer le périmètre de sécurité de ces installations et d'y causer des dommages importants.

Dans son livre intitulé "Against all enemies", Richard Clarke, le chef du contre terrorisme Américain lors des attentats du 11 Septembre 2001, compare le potentiel de destruction d'un attentat terroriste sur un méthanier au terminal de Boston, à "une bombe atomique qui pourrait niveler le centre-ville de Boston".

Les conséquences d'un attentat terroriste sur les installations de Rabaska ou sur un méthanier, seraient catastrophiques pour les populations vivant en périphérie et auraient certainement un impact majeur au niveau national et international.

Il suffirait par exemple de lancer un bateau rapide, bourré d'explosifs, sur un méthanier amarré à la jetée ou en fin de parcours et de quelques tirs de lance-roquettes portatifs sur les réservoirs terrestres pour provoquer un désastre.

Il serait aussi relativement facile et peu coûteux, pour des terroristes déterminés, d'arraisonner les deux traversiers ou des remorqueurs amarrés dans le Port de Québec, pour aller éperonner simultanément un méthanier stationné à la jetée de Rabaska, un superpétrolier au terminal d'Ultramar et en saison, un bateau de croisière au Port de Québec.

Ces scénarios d'attentats ne sont pas très originaux. Ils s'inspirent directement des modes d'opération et des moyens utilisés lors des attentats du 11 septembre 2001 à New York et de l'attentat sur le destroyer U.S.S. Cole en 2000 au Yémen.

Je ne vois pas ce qui pourrait arrêter une telle action une fois qu'elle a été initiée car cela demanderait des délais d'intervention extrêmement courts et des équipements dont nous ne disposons pas .

Une telle possibilité d'attentat à Lévis aurait été jugée totalement farfelue à l'époque de la construction de la Raffinerie Ultramar ; Mais dans les temps perturbés que nous vivons et particulièrement à cause de notre implication militaire importante en Afghanistan, ils méritent certainement d'être pris en compte.

Nos dirigeants politiques et les Agences nationales de sécurité canadiennes et américaines insistent régulièrement pour nous rappeler que nous sommes effectivement sur la liste des cibles visées par des groupes terroristes. Les autorités américaines insistent même, depuis quelque temps, pour que l'on protège nos champs de brocolis contre le terrorisme, en contrôlant leur accès par de coûteuses mesures de sécurité.

Je crois que ceux qui ont la responsabilité de veiller sur notre sécurité ont l'obligation de prendre au sérieux et de ne pas sous-estimer la menace que ce projet représente pour les populations environnantes.

Je crois fermement, que les mesures de sécurité qui seront nécessaires en temps normal et les coûts pour les assumer sont grandement sous-estimés.

Je ne vois pas comment il serait possible de sécuriser de telles installations, sans prendre des mesures de sécurité importantes et perturbantes au sol, en permanence et sur le fleuve, chaque fois qu'un méthanier est au terminal.

Il faudra certainement sécuriser l'accès aux postes de commande des traversiers et des navires circulant sur le fleuve de même que ceux amarrés au port de Québec.

Je ne serais pas surpris que les plaisanciers sur le fleuve et même les passagers des traversiers fassent l'objet, éventuellement, de mesures de sécurité et de restrictions plus ou moins importantes.

Nous devons certainement nous attendre aussi, à ce que des mesures additionnelles de sécurité et des entraves sérieuses au mouvement s'ajoutent dans le futur à cause de ces installations, si le niveau d'alerte augmentait .

À ce sujet, le Département américain du Homeland security est présentement en train de reviser à la hausse les mesures de sécurité et les normes requises pour l'entreposage et le transport de matières dangereuses.

Je suis convaincu qu'il y a encore **quelques petits lézards qui nous attendent dans le placard** à ce sujet et que ces installations, si elles voient le jour, ne manqueront certainement pas d'affecter notre vie de façon irrémédiable à cause des mesures additionnelles de sécurité et des contraintes qu'elles vont nous imposer dans le futur.

Ce que je trouve particulièrement inquiétant, c'est le fait qu'autant de cibles stratégiquement importantes se retrouvent dans un si petit périmètre à l'intérieur des limites de Lévis et qu'il soit aussi facile d'y accéder.

Les ponts, la Voie maritime du St-Laurent, les installations de la raffinerie Ultramar et ses réservoirs, un superpétrolier à son terminal fluvial, les futurs oléoduc et gazoduc, la ligne à haute tension à l'endroit où elle traverse le fleuve, les réservoirs de méthane de Rabaska, un méthanier au terminal ou en route et la voie ferrée de l'ultra-train.

Une opération terroriste qui viserait simultanément plusieurs de ces cibles serait relativement facile, nécessiterait peu de moyens financiers et aurait beaucoup d'impact.

Notre capital de risque est déjà passablement utilisé par la raffinerie Ultramar.

Les installations de cette raffinerie, son terminal fluvial, ses réservoirs géants et ses cheminées qui ne cessent de se multiplier sont actuellement beaucoup plus imposantes et importantes que ce qui était prévu à l'origine.

Nous sommes otages, depuis des années, de ces installations à haut risque situées en plein milieu de la ville actuelle de Lévis.

En plus du risque permanent de catastrophe qu'elles représentent pour Lévis, elles nous embaument jour et nuit des fumées qui sortent d'une bonne centaine de ses cheminées, sans que l'on s'en plaigne trop.

Sans oublier son Ultra-train, qui transporte d'énormes citernes de produits chimiques et pétroliers inflammables aux limites Sud de Lévis.

Cette dangereuse cargaison circule sur une voie ferrée dans un état qui me semble douteux et dont une portion se situe juste en bordure de développements résidentiels récemment implantés à Lévis.

Sans être expert, je suis né et j'ai vécu à 10 mètres d'une voie ferrée et je sais très bien reconnaître un rail en bon état.

Je n'ai jamais vu de rails dont l'acier est aussi affecté et déformé par l'écrasement, ni de voie ferrée aussi apparemment délabrée que celle de l'Ultra-train, particulièrement la section située entre la Route Mgr Bourget et la Raffinerie.

Il faudrait se souvenir qu'il a déraillé 8 fois dans les dix dernières années.

Je crois sincèrement qu'il serait irresponsable d'ajouter un risque additionnel de catastrophe dans l'environnement immédiat de Québec et Lévis car il y en a déjà plus que suffisamment à cause de la raffinerie Ultramar, ses installations et son terminal.

J'ai bien l'impression qu'à part les promoteurs de Rabaska et les puissants intérêts qui les financent, les seuls qui risquent à coup sûr de profiter à moyen et long terme d'un tel projet, seront les Cabinets de Conseillers juridiques à cause des litiges constants que ce projet va provoquer et les Services de Sécurité publique, d'Incendie et tout ce qui s'y rattache, qui nous coûtent déjà suffisamment cher .

Je crois aussi que l'on est certainement en droit de s'attendre à ce que les compagnies d'assurances grimpent joyeusement dans le bateau. Je présume qu'ils sont déjà en train de saliver, à la pensée des arguments qu'ils pourront invoquer pour justifier de futures hausses de primes résidentielles et commerciales.

Compte tenu du risque cumulatif de catastrophe que ce projet représentera pour Lévis, Québec et les environs, je crois qu'ils seront tout à fait justifiés de le faire.

En terminant, j'ai vraiment essayé de considérer les arguments en faveur de ce projet de façon objective, car je n'ai aucun intérêt personnel en rapport avec la réalisation de ce projet ou son échec.

En définitive, je ne crois absolument pas que ce projet, à cet endroit, soit vraiment indispensable et bon pour l'économie de la ville et la qualité de vie de la population comme on tente de nous faire croire en utilisant de très gros moyens.

Les débats qui ont entouré ce projet ont malheureusement contribué à semer la zizanie et la méfiance parmi la population.

J'ai bien peur que si ce projet arrive à voir le jour, il va contribuer à nous empoisonner la vie pour des générations et perpétuer cette ambiance malsaine.

J'ai bon espoir que les citoyens de Lévis et ceux de Québec, qui sont également concernés par ce projet, vont le rejeter en masse une fois qu'ils auront réalisé toutes les implications négatives qu'il ne manquera pas d'avoir sur leur qualité de vie.

Les autorités du Port de Québec auraient probablement intérêt à reconsidérer leur appui inconditionnel à ce projet, s'ils accordent de l'importance à la visite de bateaux de croisière à Québec.

Je ne crois certainement pas que ce projet va ajouter à l'attrait que Québec exerce à l'étranger.

Je suis convaincu qu'en y mettant un peu d'imagination et en concertation avec la population des alentours, il y aurait certainement de bien meilleures façons de développer, de façon durable et économiquement profitable, un endroit aussi magnifique.

En appuyant un tel projet, je crois sincèrement que les élus du Conseil de Ville de Lévis risquent sérieusement de compromettre, de façon irrémédiable et pour plusieurs générations, la beauté du paysage, la sécurité et la qualité de vie des citoyens qui demeurent aux environs.

J'espère que ces consultations les amèneront à reconsidérer leur décision d'appuyer ce dangereux projet.

Merci de votre attention.

Informations personnelles,

Je suis né en 1951 ,ainé d'une famille de 9 enfants, sur le bord de la Grève joliette à Lauzon, dans une maison construite sur un terrain défriché par mon grand père et dont je suis copropriétaire avec mes frères et soeurs.

J'ai construit mon premier petit bateau à 15 ans et trois autres par la suite comme passe temps et je n'ai jamais cessé depuis ce temps, de naviguer le fleuve par plaisir sur toutes sortes d'embarcations, à voile et à moteur.

Je demeure présentement avec mon épouse sur la rue St-Dominique dans le quartier Bienville depuis 30 ans ou nous avons élevé un fils qui est diplômé en génie mécanique de l'Université Laval.

Je pratique le métier de Coutelier depuis 1987, et à temps plein depuis 1991, année ou j'ai quitté volontairement mon emploi permanent au Ministère de la sécurité publique à titre de Garde du corps, affecté à la sécurité des Ministres du Gouvernement du Québec .

J'ai été embauché par le Ministère en 1976, après avoir complété un entraînement de base à l'Institut de Police de Nicolet, suivi d'une formation plus spécifique dans les aspects de la sécurité rapprochée se rapportant aux personnalités publiques et tout ce qui s'y rattache .

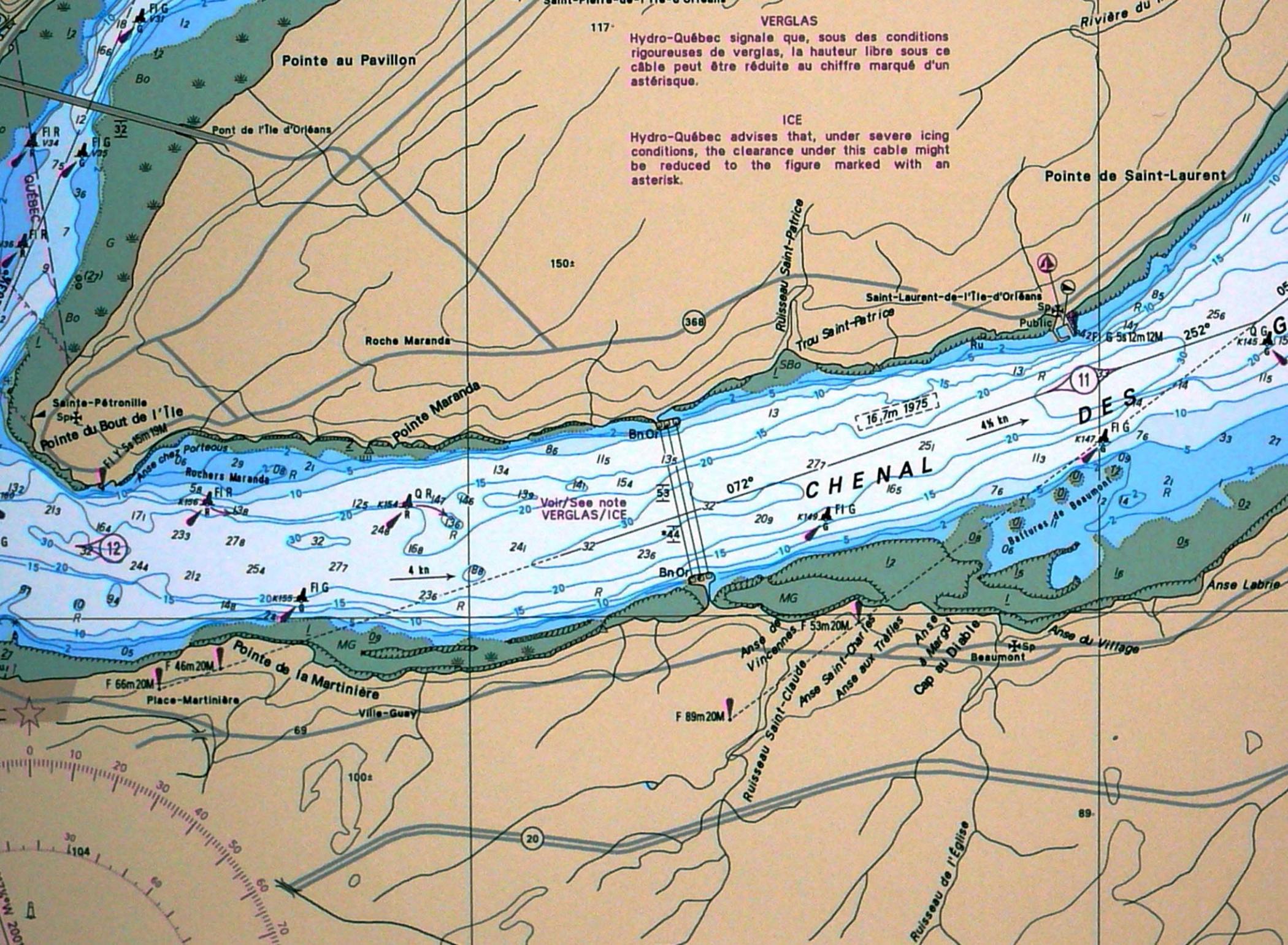
J'ai aussi reçu durant ma période d'emploi, des formations et des mises à jour additionnelles régulières sur les explosifs, la prévention d'attentats et d'autres aspects reliés à mon travail .

Quoique je ne travaille plus dans ce domaine, j'ai continué à m'intéresser au sujet de la sécurité en général et à me tenir à jour de façon autodidacte.

Je suis aussi un passionné de sciences et technologies en général depuis mon plus jeune âge et je me tiens assidûment au courant de l'actualité scientifique dans plusieurs domaines.

Je n'appartiens à aucun groupe de pression ou mouvement idéologique ou politique. Mon seul intérêt dans cette démarche est de continuer à vivre chez moi en paix et en sécurité.

Jacques Jobin,



VERGLAS
 Hydro-Québec signale que, sous des conditions rigoureuses de verglas, la hauteur libre sous ce câble peut être réduite au chiffre marqué d'un astérisque.

ICE
 Hydro-Québec advises that, under severe icing conditions, the clearance under this cable might be reduced to the figure marked with an asterisk.

117

150

368

[16.7m 1975]

CHENAL

DES

F 89m20M

F 66m20M

Place-Martinière

Ville-Guy

Anse de Vincennes F 53m20M

Anse Saint-Charles

Anse aux Trilles

Anse Margot

Cap au Diabla

Anse du Village

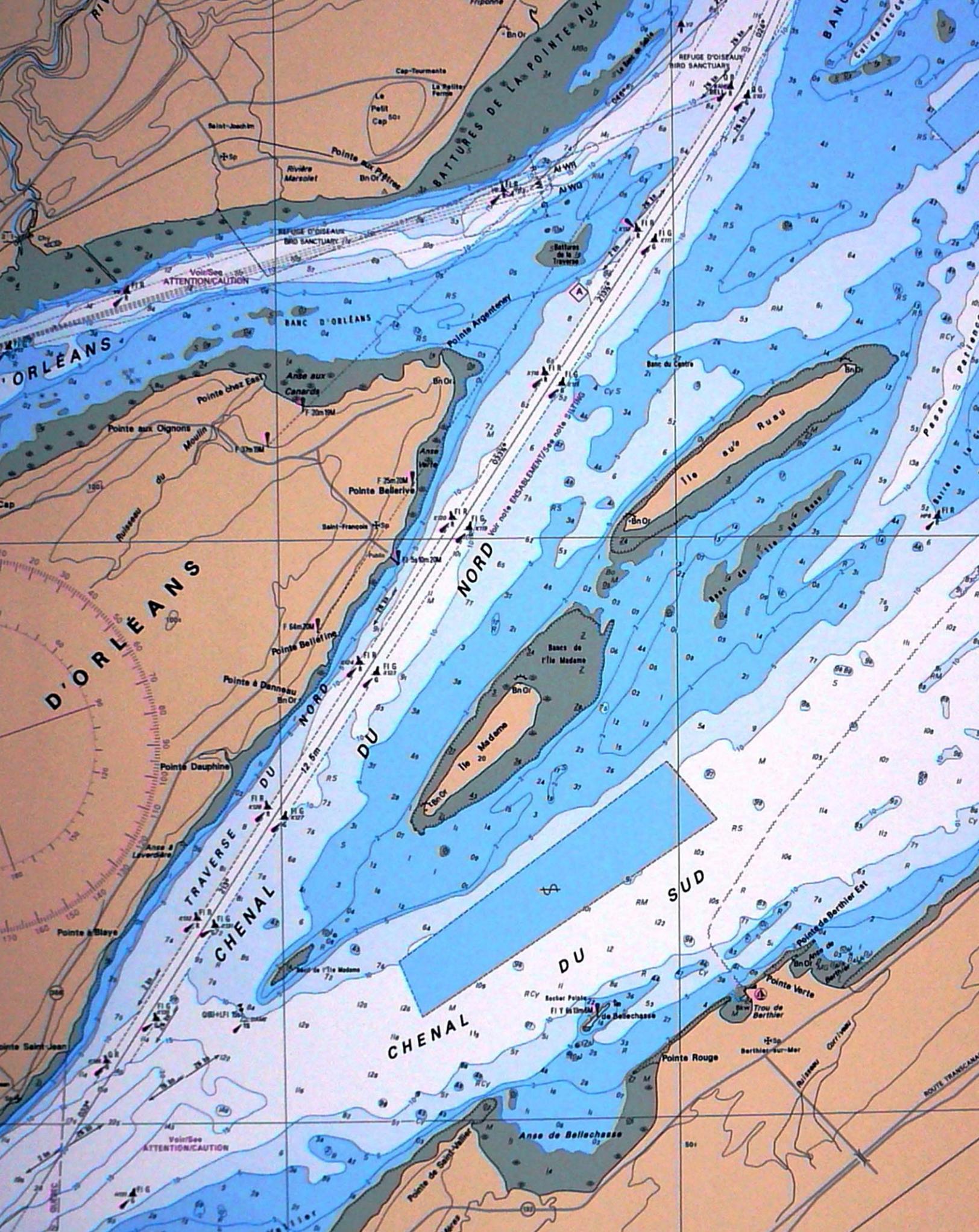
Beaumont

Ruisseau Saint-Claude

Ruisseau de l'Église

89

2001



principal sur ce tronçon varie en moyenne de 13 à 40 m. On retrouve des fosses de 21 m à Trois-Rivières-Ouest et de 60 m à Québec. Au droit de l'Île d'Orléans, chenal navigable est dragué périodiquement à une profondeur de 12,5 m.

2.2.10.2 Marées

Les marées de l'estuaire du Saint-Laurent ont un caractère semi-diurne, c'est-à-dire qu'elles comprennent deux oscillations complètes par jour. Chaque oscillation s'étend sur une période moyenne de 12 h 25 minutes (Pêches et Océans Canada, 1997). La marée est le facteur le plus important dans le contrôle du niveau d'eau à Québec. L'onde de marée subit une forte amplification dans sa progression dans l'estuaire entre Rivière-du-Loup et Portneuf. C'est dans le secteur de Québec-Lévis que les marées sont les plus importantes de tout l'estuaire du Saint-Laurent.

La marée à Québec présente la particularité d'être asymétrique. Cette asymétrie se traduit par une durée inégale du flot relativement au jusant. L'asymétrie est causée par des facteurs physiques dont le rétrécissement et une diminution de la profondeur du fleuve dans ce secteur. La durée du flot et du jusant est aussi influencée par le débit fluvial. Pour des conditions de marée moyenne et de débit fluvial moyen, l'écoulement complet de la marée montante (le flot) se produit durant 4,5 à 5,5 heures, alors que le reflux (le jusant) dure entre 7,5 et 8,3 heures. L'amplitude des marées moyennes dans la région de la Chaudière-Appalaches est de 4,4 m alors que l'amplitude des grandes marées est de 5,9 m selon les indications des cartes marines (tableau 2.8).

Tableau 2.8 Données de marée à Lauzon

Site	Québec (Lauzon) (m)
Pleine mer supérieure grande marée (PMSGM)	6,1
Pleine mer supérieure marée moyenne (PMSMM)	4,9
Basse mer inférieure marée moyenne (BMIMM)	0,5
Basse mer inférieure grande marée (BMIGM)	-0,2

Sources : Carte marine de Québec, No 1316, 2003.

2.2.10.3 Courants

L'intensité et la direction des courants dans le Saint-Laurent à Québec sont assujetties à la marée et au débit fluvial (Pêches et Océans Canada, 1997). Le débit fluvial dans le Saint-Laurent peut varier largement d'une saison à l'autre. Ces variations entraînent des changements dans la vitesse de propagation de la marée et des temps prédits pour les

étales. De plus, les courants de marée sont influencés par la bathymétrie et par la densité des masses d'eau elle-même liée aux changements de la température et de la salinité.

Une synthèse des données de vitesse maximale des courants à proximité de la zone d'étude est présentée au tableau 2.9. Ces données montrent une différence d'un noeud entre la vitesse maximale au site du terminal Ultramar et celle indiquée pour Pointe de la Martinière qui constitue un léger rétrécissement du fleuve. La vitesse minimale du courant est semblable aux deux sites.

Tableau 2.9 Vitesses extrêmes du courant à proximité du secteur à l'étude

	Québec ⁽¹⁾ Terminal Ultramar	Ville-Guay ⁽²⁾
Vitesse maximale du courant (noeud) (vers l'aval)	2,5	3,0
Vitesse minimale du courant (noeud) (vers l'amont)	-2,0	-2,5
Différence de vitesse (noeud)	4,5	5,5

Sources : ⁽¹⁾ PCAI, 2003.

⁽²⁾ ROCHE, 2004a.

2.2.10.4 Vagues

Les vagues sont engendrées par les vents. La course du vent sur un plan d'eau (fetch), sa durée et sa force déterminent la dimension des vagues. Sur le fleuve Saint-Laurent, les vagues sont susceptibles de se former du mois d'avril au mois de décembre, soit pendant la période d'eau libre de glaces (Drapeau, 1990). Lors de tempêtes, les vents forts en provenance du *nord-est* peuvent contribuer à la formation de vagues d'une hauteur pouvant atteindre 2 m près de la zone d'étude (BAPE, 1992).

Sur les côtes à proximité de la zone d'étude, le régime des vagues est contrôlé par les vents dominants qui soufflent parallèlement à l'axe du fleuve, soit des secteurs *sud-ouest* et *nord-est*. Les prédictions de vagues réalisées dans le secteur de Ville-Guay, rapportent que les vagues excédant 1,5 m de hauteur ne sont obtenues que 0,02 % du temps, soit 1,2 heure durant la période d'eau libre allant du 1er avril au 31 décembre. La période de vagues correspondante est de 5 à 6 secondes (ROCHE, 2004b).

2.2.10.5 Couvert de glace

La formation de la glace dans le secteur de Québec débute habituellement vers la troisième semaine de novembre et est parfois retardée jusqu'à la fin décembre. La fonte de la glace est normalement observée en mars-avril (DRAPEAU, 1990). La croissance de la glace