



Roche ltée, Groupe-conseil devient **Norda Stelo** 

Réponses aux questions sur
l'étude d'impact sur l'environnement

**Implantation d'un duc-d'Albe au quai garage de
Tadoussac**
Version finale

N/Réf: 105675-100

Présenté à

Société des traversiers du Québec

Décembre 2015



Roche ltée, Groupe-conseil devient **Norda Stelo** 

Réponses aux questions sur
l'étude d'impact sur l'environnement

**Implantation d'un duc-d'Albe au quai garage de
Tadoussac**
Version finale

N/Réf: 105675-100

Présenté à

Société des traversiers du Québec

Décembre 2015

Équipe de travail

Annie Taillon, M. Sc., biogéographe, responsable de projet

Guillaume Lapierre, biologiste, spécialiste de l'habitat du poisson

Marie-Pier Bélanger, M. ATDR, biologiste

Stéphane Cloutier, ingénieur concepteur, génie portuaire et côtier

Yves Racine, technicien en géomatique

Nadine Pagé, adjointe administrative

Table des matières

Équipe de travail.....	i
Liste des tableaux	iv
Liste des cartes	iv
Liste des annexes	iv
1. Description du milieu	1
2. Description du projet.....	3
3. Impacts du projet	13
4. Autorisations à obtenir	27
5. Engagement.....	29
6. Commentaire	31
7. Références et documents consultés	33

Liste des tableaux

Tableau 1	Résultats des analyses chimiques pour les échantillons de sédiments prélevés par la Direction des Évaluations Environnementales du MDDEFP en décembre 2010 ...	1
Tableau 3.1	Révisé de l'étude d'impact	4
Tableau 3.2	Niveaux sonores émis lors de fonçage de pieux par battage	15
Tableau 3.3	Niveaux sonores émis lors d'activités de forage sous-marin	16
Tableau 3.4	Équations d'atténuation du bruit en fonction de la distance	20

Liste des cartes

Carte 3.1	Emplacements des lieux d'enfouissement techniques autorisés par le MDDELCC ..	8
-----------	---	---

Liste des annexes

Annexe 1	Vue en plan et en élévation
Annexe 2	Rapport de forages d'Inspec-Sol

1. Description du milieu

QC-1 Identifier, au plan CVFE0002 feuille 02/03, les limites du milieu terrestre et du milieu aquatique de même que celles de l'ACOA.

Les informations demandées ont été ajoutées au plan (voir annexe 1).

QC-2 L'initiateur fait état de deux campagnes de caractérisation récentes réalisées dans le secteur des travaux (novembre 2010 et décembre 2010). La figure 2.8 montre la localisation de six échantillons de surface et le tableau 2.1 présente des résultats de caractérisation de ces mêmes échantillons.

- L'initiateur doit présenter l'ensemble des résultats de caractérisation, localiser les stations sur une carte et préciser, pour chaque donnée, de quelle campagne de caractérisation elle a été tirée et s'il s'agit d'un échantillon de surface ou de profondeur.

La localisation des stations d'échantillonnage (figure 2.8 de l'étude d'impact) et les résultats de caractérisation présentés au tableau 2.1 de l'étude d'impact sont issus de la caractérisation réalisée par CIMA+ en novembre 2010. Il est indiqué au tableau 2.1 qu'il s'agit de sédiments de surface.

Les résultats de la caractérisation effectuée par le MDDEFP en décembre 2010 sont présentés au tableau 1 suivant et sont tirés de CIMA+ (2014). Toutefois, aucune figure de localisation des stations d'échantillonnage n'y est présente et il n'est pas indiqué s'il s'agit de sédiments de surface ou de profondeur.

Tableau 1 Résultats des analyses chimiques pour les échantillons de sédiments prélevés par la Direction des Évaluations Environnementales du MDDEFP en décembre 2010

Paramètre	Unité	L014806-1	L014806-2	L014806-3	L014806-4	L014806-5	L014806-6	LDM	CEO	CEF
Métaux										
Arsenic	mg/kg	0,9	0,7	1,0	0,8	<0,07	1,0	0,7	19	150
Cadmium	mg/kg	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	0,6	2,1	7,2
Chrome	mg/kg	4,0	15	5,0	6,7	5,9	11	2,6	96	290
Cuivre	mg/kg	<7	<7	<7	<7	<7	11	7	42	230
Nickel	mg/kg	10	5	4	6	4	10	2	nd	nd
Plomb	mg/kg	4	<4	<4	5	<4	5	4	54	180
Zinc	mg/kg	48	<30	<30	31	<30	<30	30	180	430
Mercure	mg/kg	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	0,07	0,29	1,4
Carbone organique total	% P/P	0,12	0,06	0,06	0,11	0,08	0,07	0,05	--	--
Perte de poids à 105 °C	%	20	13	16	14	14	9,3	0,5	--	--
Perte de poids à 550 °C	%	4	0,6	0,6	1,1	0,9	0,6	0,5	--	--

Source : CIMA+ (2014).

- Quelle est la nature des sédiments qui sont situés en profondeur?

Les sédiments relevés à l'intérieur du forage 2010-6, situé à environ 25 m du site d'implantation, sont constitués majoritairement de sable avec traces de silt. Cette couche est présente du fond marin jusqu'au socle rocheux. Il est donc attendu que la nature physico-chimique des sédiments situés en profondeur soit similaire à celle des sédiments de surface. Puisque les résultats d'analyses physico-chimiques des sédiments de surface n'indiquent pas de contamination chimique, il est attendu que les sédiments situés en profondeur ne soient pas contaminés.

QC-3 L'étude d'impact fait mention d'un forage réalisé dans le secteur du quai garage (F2010-6)

- Fournir le rapport de forage pour l'élément F2010-6.

Le rapport de forage d'Inspec-Sol est fourni en annexe 2.

- Indiquer si l'analyse de l'essai de pénétration dynamique (S2010-8, figure 2.5) est pertinente dans le design de la structure au niveau de l'ingénierie détaillée.

Ces informations auraient pu être pertinentes pour des ouvrages assis sur le sol en place. Les conclusions du laboratoire pointaient par contre pour l'ancrage au roc des structures. Étant donné la faible profondeur de la couche de sol et sa grande flexibilité par rapport au roc, il est usuel de négliger l'apport de cette dernière lors de la conception de l'ouvrage. Dans ce cas, les tests de pénétration dynamiques dans le sol ne sont pas nécessaires pour la conception de l'ouvrage.

La figure 2.5 présente les sondages effectués et projetés après la campagne de 2010, pour des travaux autres que l'implantation du duc-d'Albe. Ceux-ci ne doivent pas être interprétés comme des essais prévus dans les présents travaux.

QC-4 À la section 2.2.3.2, l'initiateur mentionne que le site d'implantation est situé à une profondeur de 2 à 3 m sous le zéro des cartes (ZDC). Or, selon le croquis de l'annexe 2 (élévation marée basse), le fond marin semble être à au moins 4,5 m du ZDC.

- Précisez et corrigez l'information, le cas échéant.

La profondeur naturelle vis-à-vis le site d'implantation du duc-d'Albe est d'environ 2 à 3 mètres sous le ZDC. La portion sous les navires est plus profonde aux alentours de 5 m. À cet effet, la coupe-type CVFE003 (annexe 1) a été modifiée pour représenter plus fidèlement le profil du fond marin. On peut aussi se référer à la figure 2.8 de l'EIE qui présente la bathymétrie du secteur.

2. Description du projet

QC-5 Le tableau 3.1 présente les cinq variantes considérées dans le cadre du présent projet. Considérant les particularités de chacune, l'initiateur affirme avoir choisi l'option 5 (pieux multiples en acier, 4 pieux \pm 1 200 mm droit). Or, selon les plans fournis en annexe, l'option retenue s'apparente à une combinaison entre les options 5 et 6.

Aussi, à la section 3.3 de l'étude d'impact, description de la variante retenue, l'initiateur présente les principales activités et les matériaux nécessaires à l'implantation du duc-d'Albe. Toutefois, la description ne mentionne pas la dimension de la structure.

- Précisez les caractéristiques du duc-d'Albe, les coûts de construction, la durée de vie et, le cas échéant, les développements futurs prévus pour ce secteur.

Il n'y a pas de développement futur envisagé après la construction du duc-d'Albe. Celui-ci constitue une finalité servant à l'amarrage des nouveaux traversiers. Sa durée de vie de conception est de 50 ans. Les dimensions préliminaires sont un tablier de 5 m de côté, soutenu par 4 pieux de 900 mm de diamètre, verticaux ou présentant un léger angle si requis. Les coûts de construction sont estimés à 770 000\$.

Par ailleurs, nous joignons ci-après une version révisée du tableau 3.1 de l'étude d'impact.

Ajout d'un duc-d'Albe au quai garage du débarcadère de Tadoussac



Projet # : 105675.001

13-mars-15

Estimation et comparaison de différents types de structures

No	Type de structure	Coût estimé	Avantages	Inconvénients	Autres particularités
1	Caisson en béton (environ 8m de côté)	1 210 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> · Structure robuste et durable · Aucun travail de plantage ou d'ancrage · Bon comportement aux glaces 	<ul style="list-style-type: none"> · Coûts importants · Travaux de dragage nécessaires pour la mise en place de la fondation 	<ul style="list-style-type: none"> · Installation de durée moyenne sur site. · Importants travaux préparatoires hors-site. (préfabrication partielle) · Nécessitera possiblement une berme au pied de l'ouvrage. · Grand empiètement marin ($\pm 250 \text{ m}^2$ excavation pour fondation incluse)
2	Caisson en palplanches (environ 5m de côté)	1 150 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> · Empiètement marin faible · Bon comportement aux glaces 	<ul style="list-style-type: none"> · Coûts importants · Longs travaux de plantage et de mise en place des cadres 	<ul style="list-style-type: none"> · Nécessité d'ancrages au roc puisque courte fiche des palplanches. · Excavation nécessaire du fond marin à l'intérieur des palplanches. · Plus d'un niveau de tirant et/ou cadre serait requis.
3	Cellule ronde de palplanches plates (Environ 12m diamètre)	880 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> · Aucun travail d'ancrage au roc · Bon comportement aux glaces 	<ul style="list-style-type: none"> · Longs travaux de plantage · Entretien et réparations coûteuses à long terme (grandes surfaces). 	<ul style="list-style-type: none"> · Longue durée d'installation sur le site · Grand empiètement marin ($\pm 120 \text{ m}^2$) · Structure de grande dimension, surface superflue pour besoins.
4	Pieu-caisson unique en acier (environ 3m de diamètre)	900 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> · Empiètement marin faible · Système global de faible envergure. 	<ul style="list-style-type: none"> · Difficulté de mise en place sur un profil rocheux incliné. · Ancrages importants et dispendieux au roc · Nécessite de l'équipement lourd, dispendieux à mobiliser pour une seule structure. 	<ul style="list-style-type: none"> · Solution peu appropriée pour emplacement avec fond rocheux. · Manutention d'un pieu relativement lourd (± 25 tonnes) · Système relativement flexible sous charges latérales
5	Pieux multiples en acier 4 Pieux $\pm 900\text{mm}$ droits (environ 5m de côté)	770 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> · Coûts moins élevés · Empiètement marin faible 	<ul style="list-style-type: none"> · Système plus vulnérable aux glaces qu'une structure massive 	<ul style="list-style-type: none"> · Système relativement flexible sous charges latérales · Nécessite un ancrage au roc et l'excavation dans les pieux.
6	Pieux multiples en acier 6-9 pieux 600mm droits et inclinés (environ 5m de côté)	790 000 \$	<ul style="list-style-type: none"> · Coûts moins élevés · Empiètement marin faible 	<ul style="list-style-type: none"> · Moins bonne résistance des petits pieux aux efforts de glaces. · Mise en place des pieux inclinés plus complexe. · Système plus vulnérable aux glaces qu'une structure massive 	<ul style="list-style-type: none"> · Nécessite un ancrage au roc et l'excavation dans les pieux.

Tableau 3.1 Révisé de l'étude d'impact

- Puisque le secteur identifié pour l'implantation du duc-d'Albe est vulnérable d'un point de vue sismique et dynamique des glaces, l'initiateur doit justifier l'option retenue.

En ce qui a trait aux séismes, l'option retenue présente des avantages. D'abord, la structure étant ancrée au roc, les déplacements résiduels après les séismes de conception seront très probablement nuls, alors qu'une structure massive retenue par friction pourrait présenter un léger déplacement permanent. De plus, la structure étant plus légère et plus flexible, les efforts latéraux totaux dus aux séismes seront moins élevés que pour une structure massive de type caisson, en autant que les effets de résonance sont évités. Pour ce faire, la fréquence d'oscillation de la structure devra être évaluée et ajustée lors du dimensionnement final afin d'éliminer ou de minimiser les effets d'amplification d'efforts sous une oscillation résonnante. Il est connu que les efforts sismiques sont assez grands dans le secteur envisagé et chaque option doit et peut être dimensionnée en fonction de ceux-ci.

- Est-ce que des services auxiliaires vont être installés sur le duc-D'Albe et la passerelle? Dans l'affirmative, préciser ces services.

Oui, une ligne d'alimentation électrique pour le ou les luminaires servant à éclairer la passerelle et le duc d'albe est prévue.

QC-6 Environ 20 m³ de sédiments seront extraits des pieux et devront être gérés selon leur qualité. Selon la séquence des travaux, les sédiments seront d'abord asséchés en milieu terrestre dans un bassin identifié à cette fin pour être ensuite acheminés dans un lieu d'enfouissement technique (LET) ou encore déposés au site de dépôt en eau libre de l'Anse à l'Eau.

- Où sera aménagé le bassin d'assèchement?

Afin de disposer des sables et sédiments qui seront excavés des pieux lors de la construction du duc-d'Albe, la STQ envisage deux options.

La première option privilégiée est leur rejet en milieu marin au site des travaux. Cette option est envisageable seulement si les sédiments ne s'avèrent pas contaminés. S'ils sont contaminés, ils devront être acheminés vers un site autorisé par le MDDELCC.

Lors de projets de dragage de sédiments marins, il convient de disposer des sédiments dragués vers un site de dépôt autorisé par Environnement Canada étant donné les grands volumes de sédiments à considérer. Cependant, dans le cadre du présent projet de construction du duc-d'Albe au quai garage de Tadoussac, un faible volume de sédiments/sable sera retiré des pieux (volume d'environ 20 m³).

Considérant ce faible volume, il s'avèrerait très onéreux et disproportionné de mobiliser une barge pour disposer d'un si faible volume de sédiments vers un site de dépôt en mer. La Société des

traversiers du Québec (STQ) privilégie donc l'option de déposer les sédiments sur le lieu même de leur excavation c'est-à-dire au quai garage de Tadoussac s'ils ne sont pas contaminés.

La seconde option est leur valorisation en milieu terrestre. En effet, les sables et sédiments excavés pourraient être réutilisés, s'ils ne sont pas contaminés, pour le remplissage de terrains, la construction de routes ou autres travaux de terrassement.

Ainsi, quelle que soit l'option qui sera retenue, la STQ propose de déposer temporairement les sédiments qui auront été excavés dans une enceinte imperméable temporaire qui sera située sur le quai garage actuel ou sur l'équipement de travail de l'entrepreneur (barge). L'enceinte imperméable sera recouverte d'une membrane imperméable afin d'éviter le lessivage par les eaux de pluie. Des échantillons de sédiments seront prélevés en vue de l'analyse physico-chimique.

Si les sédiments ne sont pas contaminés, ils seront soit redéposés au fond de l'eau au site-même du quai garage à l'aide d'un godet ou valorisés en milieu terrestre. Un maximum de 2 voyages de camions serait requis afin de disposer du volume de sédiments. Des entreprises locales (de Les Bergeronnes et de Tadoussac) se sont montrées intéressées à les recevoir.

- Comment seront gérées les eaux d'assèchement? Dans l'éventualité d'un retour de l'eau au milieu, préciser les paramètres qui seront suivis et les critères de rejet qui seront observés?

Les paramètres qui seront suivis pour les eaux d'assèchement seront les mêmes que ceux retenus pour l'évaluation routinière de la qualité des sédiments selon les *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments marins: Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application: prévention, dragage et restauration* (Environnement Canada et MDDEP, 2007), soit :

- Métaux et métalloïdes (arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc);
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques;
- Biphényles polychlorés (Méthode par congénère);
- Hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀).

Les critères de rejet qui seront observés pour les eaux d'assèchement sont les *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec (MDDEFP, 2013)* pour les paramètres énumérés précédemment. Les critères de toxicité aiguë seront observés.

- Évaluer les options de valorisation possibles des sédiments?

Dans le cas d'une gestion hors de l'eau des sédiments, différentes options de gestion sont envisageables selon les concentrations qui seront mesurées dans les sédiments dragués. Ainsi, tel que mentionné précédemment, si les sédiments ne sont pas contaminés, ceux-ci pourraient être réutilisés sans restriction environnementale pour le remplissage de terrains, la construction de routes ou autres travaux de terrassement.

Si les résultats d'analyse des sédiments montrent des concentrations supérieures au critère «A» de la *Politique* pour au moins un des paramètres analysés, ils devront être gérés conformément à la

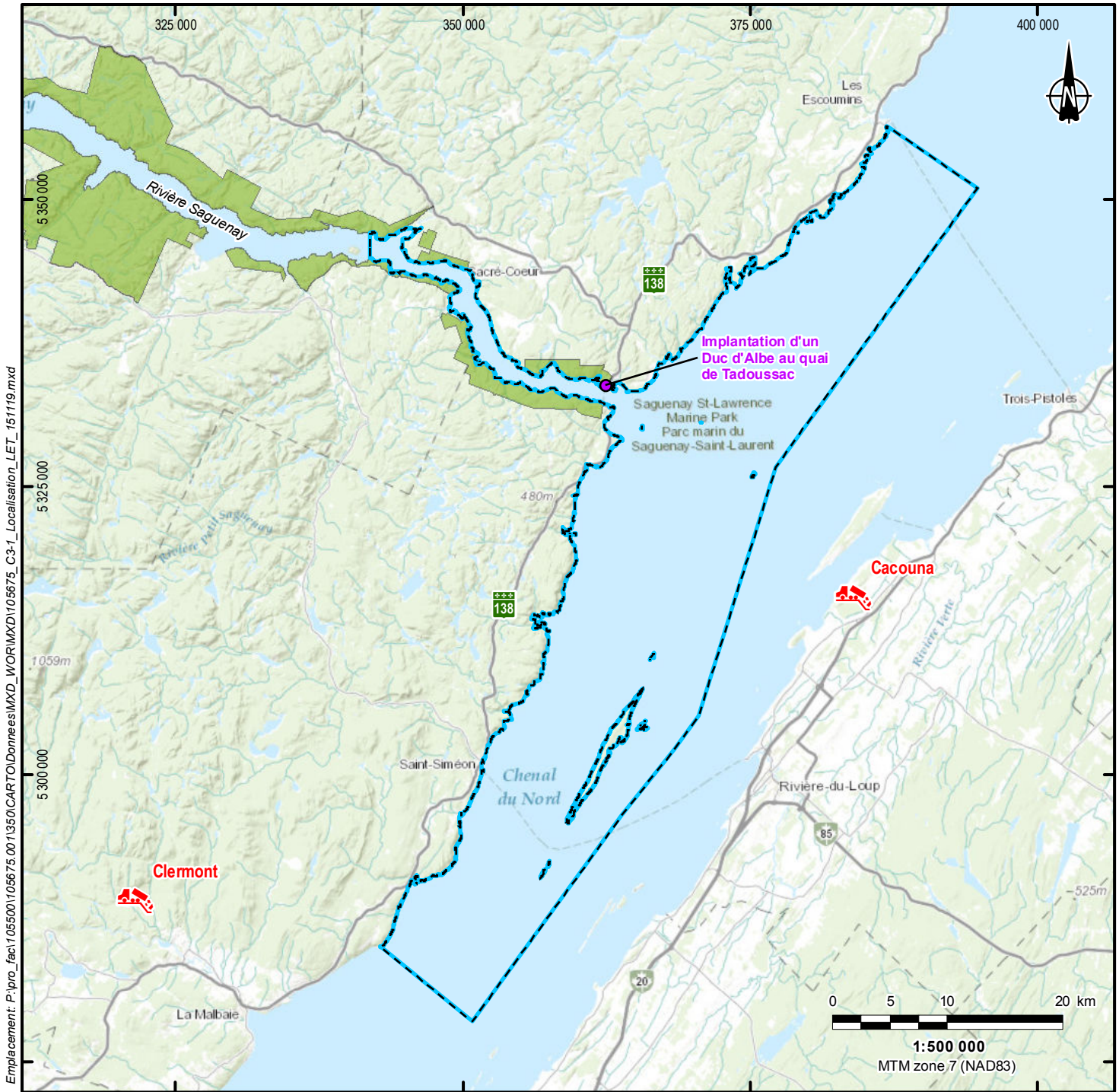
Grille de gestion des sols contaminés excavés intérimaire du MDDELCC et en fonction des critères génériques de la *Politique*. Ainsi, selon cette grille, les modes de gestion suivants sont applicables aux sédiments qui seront dragués :

- Utilisation comme matériaux de remblayage sur un terrain contaminé selon la vocation du terrain récepteur à la condition que leur utilisation n'ait pas pour effet d'augmenter la contamination¹ du terrain récepteur et, de plus, pour un terrain à vocation résidentielle, que les sols n'émettent pas d'odeurs d'hydrocarbures perceptibles;
- Utilisation comme matériaux de recouvrement journalier dans un lieu d'enfouissement technique (LET) si les concentrations sont inférieures au critère «C» de la *Politique*;
- Décontamination de façon optimale dans un lieu de traitement autorisé par le MDDELCC et gestion selon le résultat obtenu dans le cas où les sédiments présenteraient des concentrations supérieures au critère «C» de la *Politique*.

➤ Localiser, sur une carte, les LET susceptibles de recevoir les sédiments

La carte 3.1 montre les emplacements des LET qui seraient susceptibles de recevoir les sédiments dans les cas où ceux-ci ne pourraient pas être réutilisés autrement. Il s'agit des LET de Clermont ou de Cacouna.

¹ La contamination renvoie à la nature des contaminants et à leur concentration.



Lieux d'enfouissement technique (LET) 2014

Milieux naturels



Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent



Parc national du fjord du Saguenay

Société des traversiers du Québec

Étude d'impact pour la construction
d'un Duc d'Albe à Tadoussac

**Emplacements des lieux d'enfouissement technique
(LET) autorisés par le MDDELCC**



NOVEMBRE, 2015
Fichier: 105675_C3-1_Localisation_LET_151119.mxd
Base cartographique: World Topo Map, 2013

Carte
3.1

- Dans le cas d'une valorisation en milieu terrestre ou encore pour l'utilisation dans un LET, l'initiateur doit vérifier que la qualité des sédiments est conforme aux règlements et politiques en vigueur.

Voir les réponses aux questions précédentes et tel que mentionné plus haut à l'étude d'impact (page 49) :

'Les sédiments vidés des pieux feront l'objet d'une caractérisation physico-chimique. En fonction des résultats de cette caractérisation, le plan de gestion sera élaboré conformément aux critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application et sera soumis au MDDELCC pour approbation.'

QC-7 Selon l'étude d'impact, le site de mise en dépôt retenu par l'initiateur a été autorisé en 1996, mais n'a jamais été utilisé. Or, en 2014, la STQ a obtenu un certificat d'autorisation afin de procéder à des travaux de dragage et dans ce cas, le site de mise en dépôt utilisé était situé dans le secteur de la baie des Petites Bergeronnes.

- Préciser qui a autorisé le site de mise en dépôt de l'Anse à l'Eau ainsi que le contexte et l'objectif visé lors de cette autorisation.

L'option du dépôt au site de l'anse à l'Eau a été abandonnée (voir réponse à la QC-6).

- Justifier l'utilisation du site de l'Anse à l'Eau plutôt que celui de la baie des Petites Bergeronnes. Sur la base de la justification donnée, dans l'éventualité où le choix du site de mise en dépôt était modifié, évaluer les impacts associés à l'utilisation du site de la baie des Petites Bergeronnes.

L'option du dépôt au site de l'anse à l'Eau a été abandonnée (voir réponse à la QC-6).

- Puisque près de 20 ans se sont écoulés depuis l'autorisation d'utiliser l'Anse à l'Eau, une caractérisation complète de ce dernier doit être faite (coordonnées, superficie, physicochimie, bathymétrie, courants, faune, végétation, etc.)

L'option du dépôt au site de l'anse à l'Eau a été abandonnée (voir réponse à la QC-6).

QC-8 Selon les données de l'étude d'impact, près de quatre mois de travail seront nécessaires pour compléter les travaux d'implantation. À la section 3.4, l'initiateur mentionne que l'horaire de travail observé sera entre 7 h à un maximum de 22 h. Aussi, à la section 4.1.1.8, la mesure d'atténuation prévue afin de préserver la qualité de vie des résidents et des usagers du secteur est de respecter un horaire de travail de 7 h à 19 h.

- Préciser l'horaire de travail qui sera en vigueur (heures de travail, jour de semaine, fin de semaine, journées (s) fériée (s)).

Pour ce qui est de l'horaire de travail, à l'exception du forage des pieux, il sera possible pour l'entrepreneur de travailler de nuit, sur obtention d'un permis à cet effet auprès de la municipalité de Tadoussac. En ce qui a trait aux jours fériés, l'horaire de travail du décret de la construction sera respecté. La STQ n'a pas d'objection à ce que l'entrepreneur travaille les fins de semaine. La seule contrainte qui pourrait être imposée à l'entrepreneur concerne tout travail qui pourrait avoir un impact

avec un navire au quai garage, en occurrence lors du forage des pieux. Dans le pire des cas, la STQ pourrait exiger de l'entrepreneur qu'il se déplace temporairement lors des manœuvres des navires dans ce secteur.

QC-9 À titre de mesure d'atténuation pour les mammifères marins, l'initiateur précise : 'Ne réaliser aucune travail de forage en milieu aquatique sans méthode de confinement, entre le 1er mai et le 15 septembre inclusivement, afin d'éviter le dérangement aux cétacés.'

À la page 76, il est indiqué que les travaux de forage se dérouleront entre le 16 septembre et le 30 avril inclusivement.

Selon le calendrier des travaux, ceux-ci sont prévus à l'automne uniquement.

- L'initiateur doit discuter de la possibilité de réaliser les travaux à une autre période que l'automne ou l'hiver et faire le point sur le calendrier de réalisation. Au terme de cette évaluation, si d'autres moments de l'année apparaissent propices à la réalisation des travaux, évaluer l'impact de ceux-ci pour chacune des périodes possibles et préciser les mesures d'atténuation qui seront mises en place.

Du point de vue technique, les travaux peuvent se réaliser du printemps jusqu'à l'automne. L'hiver, la présence de glaces et le froid rendent toutefois beaucoup plus difficiles la mise en place des pieux et leur bétonnage dans des conditions convenables.

Cependant, ce sont les impacts environnementaux potentiels des travaux sur les mammifères marins qui ont guidé la période de réalisation des travaux, sur la base des périodes d'évitement qui ont été prévues dans le cadre des autorisations environnementales fédérales requises pour les travaux de modifications des terminaux des traversiers de Tadoussac et de Baie-Sainte-Catherine, phases I et II (figure 4.2 de l'étude d'impact).

En effet, selon cette figure, les activités de forage et battage sans confinement sont interdites entre le début mai et la mi-septembre.

Or, il a été mentionné à l'étude d'impact (page 64) que les travaux de forage et de battage seront réalisés avec une mesure de confinement, soit un mur de bulles d'air. Ils sont prévus débuter à la mi-septembre 2016 (au plus tôt le 16 septembre) pour se terminer 3 mois et demi (3 ½) plus tard (en décembre).

Ainsi, en plus d'éviter la période sensible pour les mammifères marins, le calendrier prévu permet d'atténuer au maximum l'impact des travaux de forage et de battage de pieux sur les mammifères marins en utilisant une mesure de confinement (rideau de bulles d'air).

S'il advenait qu'une autre période de réalisation soit envisagée, la mesure d'atténuation (rideau de bulles d'air) serait tout de même encouragée par l'entrepreneur.

Toutefois, tel que mentionné à l'étude d'impact, dans le cas où l'Entrepreneur retenu pour la réalisation des travaux ne considérerait pas les mesures d'atténuation proposées à l'étude d'impact et désirait réaliser les travaux de forage et de battage sans confinement, les périodes de travaux à respecter sont celles présentées à la figure 4.2. Aussi, un programme de surveillance des mammifères marins devra être mis en place lors des activités de forage et de battage. Ce programme fait l'objet du chapitre 6 de l'étude d'impact.

3. Impacts du projet

QC-10 À la page 47, l'initiateur mentionne que la variante retenue présente un empiètement limité sur le milieu aquatique.

- Préciser la superficie qui sera empiétée par le duc-d'Albe et spécifier le milieu qui subira l'impact (milieu aquatique, aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA), etc.)

Tel que mentionné à la page 54 de l'étude d'impact, une superficie de 0,6 m² est prévue pour chaque pieu. Considérant un total de 4 pieux, un empiètement maximal de 2,4 m² est donc prévu.

Cet empiètement sera réalisé dans un milieu aquatique perturbé depuis plus de trente ans par le va-et-vient des navires.

Le secteur visé se situe à la limite administrative de l'ACOA (voir plan de l'annexe 1). Le dérangement lié au transit des navires fait en sorte que l'utilisation du secteur par les oiseaux y est limitée.

QC-11 À la section 4.2.1.2, l'initiateur mentionne que les sédiments qui seront mis en suspension lors des travaux se déposeront rapidement en raison de la granulométrie sableuse du substrat. Toutefois, dans la description du milieu, il est indiqué que le taux de sédimentation à cet endroit est faible (0,1 cm/an) et que 'L'embouchure du Saguenay est caractérisé par de forts courants alternatifs de marée.' En conséquence, il est probable que les MES demeurent dans la colonne d'eau et se dispersent dans le sens de la marée.

- À la lumière des caractéristiques du milieu, réévaluer l'impact des travaux sur les MES, la qualité de l'eau. Au besoin revoir l'évaluation des impacts sur les composantes valorisées (faune aquatique, habitat, frayères, etc.).

Puisqu'aucune donnée sur le taux de sédimentation dans l'Anse à l'Eau n'est disponible, les informations présentées à l'étude d'impact (page 15) sont tirées de Consortium SNC-Lavalin – Genivar (2009) et sont spécifiques à l'embouchure du Saguenay. Or, le site visé par les travaux étant dans une anse, il est par définition abrité des principaux courants, de sorte que le taux de sédimentation présumé y est beaucoup plus élevé. L'impact des travaux sur les MES demeure donc similaire à ce qui a été évalué à l'étude d'impact.

QC-12 Une des options de gestion des sédiments envisagée par l'initiateur est le rejet en mer au site de l'Anse à l'Eau. Puisque ce site n'a jamais été utilisé, le fait d'y déposer des sédiments pourrait entraîner des effets négatifs sur les poissons et leur habitat.

- En fonction de la caractérisation effectuée sur le site (QC-7), évaluer l'impact du rejet des sédiments sur la qualité de l'eau (MES), sur le poisson et l'habitat aquatique. Le cas échéant, l'initiateur doit définir et déposer un projet de compensation.

L'option du dépôt au site de l'anse à l'Eau a été abandonnée (voir réponse à la QC-6). L'option du rejet au site des travaux en milieu marin est privilégiée si les sédiments s'avèrent non contaminés.

Les impacts environnementaux de l'immersion des sédiments au quai garage de Tadoussac seront sensiblement les mêmes que s'ils étaient acheminés dans un site d'immersion autorisé (ex. : sites de l'Anse à l'Eau ou de la baie des Petites Bergeronnes). Cependant, comme le site du quai garage est de nature anthropique et déjà perturbé, il apparaît raisonnable d'y déposer les sédiments plutôt que de perturber un site plus naturel ou non utilisé depuis longtemps comme celui de l'Anse à l'Eau.

Il convient de mentionner ici que les impacts de l'immersion de sédiments ont été largement étudiés depuis de nombreuses années. Ces impacts sont variables en fonction du volume de matière immergée, du lieu où ils sont déposés et des conditions environnementales qui prévalent au site de déposition. La déposition de sédiments en grande quantité sur le sol marin peut enfouir les organismes benthiques et réduire temporairement la diversité et l'abondance de ces organismes sur le site de dépôt. Cependant, à l'intérieur de quelques mois ou années, les organismes benthiques reviennent coloniser les sédiments déposés et la diversité spécifique, ainsi que l'abondance des organismes benthiques deviennent similaires à celles observées antérieurement au dépôt. Plusieurs études ont démontré ce phénomène. Par exemple, Harvey *et al.* (1998), ont étudié les changements observés dans la composition et l'abondance des communautés d'invertébrés benthiques d'un site d'immersion près de l'Anse-à-Beaufils, dans la Baie des Chaleurs. Cette étude a porté sur l'immersion de grandes quantités de sédiments provenant de dragages. Un total de 5 109 m³, 2 485 m³ et 6002 m³ ont été immergés sur trois sites différents en 1992, 1993 and 1994, respectivement. Les résultats ont démontré que la composition des sédiments et la structure de la communauté benthique ont changé rapidement après l'immersion des sédiments. Cependant, les organismes opportunistes ont recolonisé rapidement les sédiments déposés. Les résultats ont finalement démontré qu'il fallait un peu plus de deux ans avant que la composition des sédiments et que la communauté benthique redeviennent comparables aux secteurs témoins non perturbés.

Le processus de recolonisation s'effectue de manière progressive. Une première phase de recolonisation rapide est effectuée par des espèces opportunistes adaptées aux sédiments immergés parfois instables. La recolonisation se fait soit par des espèces vagiles issues de populations voisines du site soit par recrutement larvaire depuis la colonne d'eau. Elles présentent généralement un taux de reproduction ainsi qu'une abondance élevés. La richesse spécifique du peuplement est faible à ce moment. Une phase de transition est ensuite observée lorsque des espèces initiales ou d'autres espèces non-opportunistes commencent à recoloniser le milieu et entrent en compétition avec les espèces opportunistes de départ. Le nombre d'espèces des populations est alors maximal. Un équilibre est enfin atteint au bout d'un temps qui varie en fonction des conditions locales. Il est caractérisé par une communauté benthique qui présente une richesse

spécifique et une abondance caractéristique du type d'habitat et une biomasse restaurée liée à la croissance des individus qui composent la communauté.

Considérant le faible volume de sédiments qui sera retiré des pieux au quai garage de Tadoussac (20 m³), il est probable que peu ou aucun changement significatif ne soit observé dans la communauté benthique du site après leur déposition sur le fond. En effet, une partie des 20 m³ de sable est susceptible d'être déplacée lentement par les courants marins si bien que les impacts ne se feront pas sentir de façon soutenue localement. Pour ces raisons, il nous apparaît raisonnable de disposer *in situ* des faibles volumes de sédiments qui seront retirés des pieux lors des travaux de construction du duc-d'Albe.

QC-13 Aux pages 62 à 67, l'initiateur décrit les impacts du bruit causé par les activités de forage et de battage de pieux sur la faune et les mammifères marins. Puisque les bruits émis par chacune des activités sont différents, l'initiateur doit :

- Différencier les impacts du bruit associé aux activités de forage (continu) de ceux associés aux activités de battage de pieux (pulsé) pour la faune aquatique et les mammifères marins.

1. Niveaux sonores actuels

MPO (2011) a établi la moyenne horaire du bruit large bande (10 Hz à 20 kHz) autour de 120 dB re 1 µPa_{rms} à l'embouchure du Saguenay.

2. Niveaux sonores anticipés par les travaux

1.1 Fonçage par battage

SNC-Lavalin (2006) a effectué une revue de littérature sur les niveaux sonores sous-marins anticipés lors de la construction des infrastructures maritimes liées à un terminal méthanier soit le fonçage et le forage de pieux. L'évaluation du bruit émis par le fonçage de pieux dépend, entre autres, du type de pieu utilisé, du type de substrat et de la profondeur de l'eau, ce qui permet d'estimer les niveaux sonores d'exposition et l'atténuation du son.

Le tableau 3.2 suivant, tiré de SNC-Lavalin (2006) présente les niveaux sonores émis lors de fonçage de pieux par battage :

Tableau 3.2 Niveaux sonores émis lors de fonçage de pieux par battage

Étude de référence	Type de pieux	Diamètre du pieu (mm)	Fréquence (Hz)	Pression (dB re : 1 µPa)	Distance (m)
Nedwell et Howell, 2004		700		192	1
Nedwell et Howell, 2004		508		189	1
Nedwell et Howell, 2004		914		201	1
Würsig <i>et al.</i> , 1999			de 100 Hz à 26,5 KHz	de 160 à 170	250
Greene, 1999				216	1
Würsig <i>et al.</i> , 1999			de 100 Hz à 26,5 KHz	de 150 à 165	500
Würsig <i>et al.</i> , 1999			de 100 Hz à 26,5 KHz	de 150 à 160	1 000
Vagle, 2003	cèdre	203		206	1
Vagle, 2003	acier	914		223	1

Source : SNC-Lavalin (2006).

À titre d'exemple, la valeur de 216 dB re :1 µPa à 1 m a été retenue comme valeur de référence dans le cadre du projet Rabaska pour les activités de fonçage de pieux par battage (SNC-Lavalin, 2006).

Gauthier *et al.* (2015) ont établi à 210 dB re :1 µPa à 1 m la pression sonore maximale à la source générée par des travaux de fonçage de pieux et de palplanches.

SNC-Lavalin (2006) a retenu la valeur de 216 dB re :1 µPa à 1 m comme source de bruit issu du fonçage de pieux par battage.

Les niveaux de pression varient donc d'un minimum de 189 à un maximum 223 dB re :1 µPa à 1 m.

1.2 Forage

SNC-Lavalin (2006) indique que les navires de forage et les installations semi-submersibles de forage émettent des niveaux sonores entre 145 et 191 dB re :1 µPa à 1 m.

CIMA+ (2011) a évalué le niveau de bruit généré notamment par les activités de forage à 185 dB re : µPa. MPO (2011) a estimé que cette évaluation est plus élevée que les observations disponibles dans la littérature, donc est conservatrice.

Les niveaux sonores enregistrés lors des forages effectués dans le cadre des travaux de prolongement du quai débarcadère de Tadoussac, en 2001, ont varié entre 72,59 et 102,11 dB et à des fréquences comprises entre 110 et 2000 Hz (CIMA+, 2014).

Le tableau 3.3 synthétise ces informations.

Tableau 3.3 Niveaux sonores émis lors d'activités de forage sous-marin

Source	Pression (dB re : 1 µPa à 1 m)
SNC-Lavalin (2006)	Entre 145 et 191
CIMA+ (2011)	185
CIMA+ (2014)	Entre 72,59 et 102,11 dB et à des fréquences comprises entre 110 et 2000 Hz

Les valeurs maximales et minimales varient donc de 73 à 191 dB re : 1 µPa à 1 m.

3. Impacts anticipés sur les poissons:

Les impacts potentiels de l'augmentation du bruit sur les poissons sont, selon Hasting et Popper (2005) cités dans SNC-Lavalin (2006) les suivants :

- ❖ La réaction comportementale;
- ❖ Le masquage des sons biologiquement appropriés;
- ❖ Un comportement d'évitement;
- ❖ Le stress pouvant entraîner une réponse physiologique;
- ❖ Une altération ou une perte de l'audition par destruction ou traumatisme des tissus auditifs;
- ❖ D'autres dommages physiques pouvant entraîner la mort pour certains (éclatement de la vessie natatoire, rupture de vaisseaux sanguins).

L'impact le plus documenté est l'éloignement des poissons de la source de bruit. Selon Ona (1998) dans Shell Offshore Inc. (2011) cité par CIMA+ (2014), les poissons ont tendance à éviter les bruits de niveau supérieur à 120 dB.

Le dérangement est habituellement observé à 150 dB (Shell Offshore Inc., 2011).

La revue de littérature réalisée par SNC-Lavalin (2006) a permis d'établir des critères quant aux effets possibles d'une augmentation du bruit ambiant sous-marin. Ces derniers ont été séparés en deux catégories, soit les effets physiologiques et les effets sur le comportement. L'intensité sonore susceptible d'avoir un :

- ✓ **impact physiologique** sur les poissons a été fixée à **200 dB re :1 µPa à 1 m** en fonction des études de Popper *et al.* (2006);
- ✓ **impact sur le comportement** des poissons a été fixée à **170 dB re :1 µPa à 1 m** (Platcha et Popper, 2003).

Le seuil de blessure physique pour le poisson est évalué à un niveau de bruit de pointe de 206 - 208 dB et à un niveau de bruit d'exposition cumulatif de 187 – 189 DB (Reyff, 2009 et Nehls *et al.*, 2007, cités dans CIMA, 2014).

2.1 Fonçage par battage

Les activités de fonçage de pieux par battage (variant d'un minimum de 189 à un maximum de 223 dB) sont susceptibles d'avoir des impacts à la fois physiologiques et comportementaux sur les poissons.

En ce qui a trait aux effets physiologiques possibles au-delà du seuil de 200 dB re :1 µPa, les poissons de plus petite taille pourraient être affectés, principalement parce qu'ils sont moins bons nageurs. De façon générale, ces poissons recherchent les zones d'eau peu profonde (0-2 m) situées le long de la rive (SNC-Lavalin, 2006).

2.2 Forage

Les activités de forage (variant de 73 à 191 dB) sont susceptibles d'avoir uniquement un impact comportemental sur les poissons.

4. Impacts anticipés sur les mammifères marins

BAPE (2004) classe l'effet des bruits forts sur les mammifères marins en trois catégories, selon l'intensité sonore de la source et la distance qui la sépare des animaux. Il s'agit de :

1. La zone de mortalité;
2. La zone d'effets physiologiques;
3. La zone d'influence comportementale.

MPO (2014) indique que les plus récentes données scientifiques qui ont alimenté les nouvelles normes du gouvernement américain suggèrent que les sons reçus à des intensités excédant 230 dBo-peak re 1 μ Pa ou 204 dB SEL cum re :1 μ Pa –s sont susceptibles d’induire une perte permanente d’audition chez des espèces à audition maximale dans les fréquences moyennes comme le béluga, alors que ceux excédant 224 dBo-peak re 1 μ Pa et 189 dB SEL cum re :1 μ Pa –s risquent d’induire chez ces espèces une perte temporaire d’audition.

Gauthier *et al.* (2015) indiquent que pour protéger les mammifères marins contre les déficits auditifs, le National Marine Fisheries Service (NMFS) a conclu en 2000 que les cétacés et les pinnipèdes ne devraient pas être exposés à des impulsions sonores sous-marines dépassant respectivement 180 dB re :1 μ Pa et 190 dB re :1 μ Pa, des niveaux d’exposition qui ne causeraient pas la perte permanente de l’audition (ABgrall *et al.*, 2009).

Ces seuils d’effet physiologique sont souvent utilisés pour établir l’étendue de la zone de surveillance et d’exclusion (Gauthier *et al.*, 2015).

MPO (2007) indique que les seuils de dérangement sur les mammifères marins sont de :

- Pour les sources continues : 120 dB re :1 μ Pa RMS;
- Pour les sources impulsives : 160 dB re :1 μ Pa RMS.

et de 180 dB re :1 μ Pa RMS pour les dommages physiques.

3.1 Fonçage par battage

Le battage mécanique de pieux peut générer des pressions sonores suffisantes pour causer la perte d’audition chez les mammifères marins (National Research Council, 2005). À plus faible intensité ou à plus grande distance, les bruits générés peuvent entraîner des changements de comportement des mammifères marins (Richardson, *et al.*, 1995, cités dans Gauthier *et al.*, 2015).

Ces modifications peuvent s’exprimer par l’évitement et le déplacement des corridors migratoires, par des changements dans les régimes de plongée et de respiration, ainsi que par des changements de vocalisation et de comportement social (Lawson et McQuinn, 2004; Abgral *et al.*, 2009). Chez les baleines, ces effets peuvent se produire à partir d’une intensité d’environ 120 dB re :1 μ Pa (Richardson *et al.*, 1995, cités dans Gauthier *et al.*, 2015).

Conséquemment, les activités de fonçage de pieux par battage (variant d’un minimum de 189 à un maximum de 223 dB) sont susceptibles d’avoir des impacts à la fois physiologiques et comportementaux sur les mammifères marins.

3.2 Forage

Les bruits non pulsés (dont le **forage**) présentent moins de risques d'engendrer des dommages physiques aux animaux exposés (MPO, 2011). Leur impact sur les animaux se transmet plutôt à travers des effets physiologiques et comportementaux, comme le stress, le déplacement de l'habitat à petite et grande échelle spatiale pour des durées variables, l'exclusion de sources de nourriture pouvant rendre les bilans énergétiques négatifs et affecter la survie, le masquage des communications et de la perception auditive de l'environnement, etc. (Hastings et Popper 2005, Southall *et al.*, 2007, Popper et Hastings, 2009 et Slabbekoorn *et al.*, 2010 cités par MPO, 2011).

Pour les bruits non pulsés, le seuil de **dérangement ou de modification de comportement** a été établi à 120 db dB re 1 μ Pa (rms) selon Richardson *et al.* (1995) et MPO (2007), cités dans CIMA (2014).

Selon NOAA (2013) cité par CIMA (2014), les sons (non pulsés) reçus à des intensités excédant 230 dB0-peak re 1 μ Pa ou 198 dB SEL_{cum} re 1 μ Pa²-s, pour des espèces ayant une audition maximale dans les basses fréquences, et de 230 dB0-peak re 1 μ Pa ou de 215 dB SEL_{cum} re 1 μ Pa²-s, pour des espèces ayant une audition maximale dans les fréquences moyennes, sont susceptibles d'induire une perte **permanente** d'audition.

De plus, les sons (non pulsés) reçus à des intensités excédant 224 dB0-peak re 1 μ Pa ou 178 dB SEL_{cum} re 1 μ Pa²-s, pour des espèces ayant une audition maximale dans les basses fréquences, et de 225 dB0-peak re 1 μ Pa ou de 195 dB SEL_{cum} re 1 μ Pa²-s, pour des espèces ayant une audition maximale dans les fréquences moyennes, sont susceptibles d'induire une perte **temporaire** d'audition.

Conséquemment, les activités de forage (variant de 73 à 191 dB) sont susceptibles d'avoir principalement un impact comportemental sur les mammifères marins.

Ces impacts potentiels anticipés sur les poissons et les mammifères marins doivent toutefois être atténués en fonction de la distance de ces derniers du site des travaux.

5. Équations d'atténuation du bruit en fonction de la distance

Différentes équations d'atténuation du bruit en fonction de la distance ont été trouvées dans la littérature (tableau 3.4).

Tableau 3.4 Équations d'atténuation du bruit en fonction de la distance

Source	Équation
SNC-Lavalin (2006)	-24,89 log ₁₀ (x) + 226,9 -20,28 log ₁₀ (x) + 221,4
Nedwell et Howell (2004) cités par CIMA (2014)	Perte sonore par propagation = 20 log (r) (dB re : 1 µPa) Où : r= distance à la source (m) Ce modèle implique que le son diminuera de 20 dB à chaque 10 m parcourus à partir du point de source.
MPO (2011)	20 log r + αr Où : r= portée (m) et α=coefficient d'absorption Est approprié pour les courtes portées considérées.

À titre d'exemple, SNC-Lavalin (2006) a retenu la valeur de 216 dB re :1 µPa à 1 m comme source de bruit issu du fonçage de pieux par battage. En utilisant leur équation d'atténuation du bruit en fonction de la distance, le seuil de 200 dB re :1 µPa à 1 m (seuil d'impact physiologique pour les poissons) est atteint à moins de 10 m, alors que celui de 170 dB re :1 µPa à 1 m (seuil d'impact comportemental pour les poissons) est atteint à une distance de 185 m. Ces distances impliquent respectivement des superficies d'environ 314 m² et 10,8 ha qui pourraient constituer un obstacle au déplacement des poissons lors du fonçage de pieux.

QC-14 Le niveau de bruit généré par les activités de forage et de battage des pieux a été évalué à 185 dB re 1 µPa.

- Justifier ce niveau de bruit tant pour les activités de battage que de forage (références, critères d'analyse).

Voir réponse à la question précédente (QC-13).

Les niveaux de pression retenus pour le fonçage de pieux varient donc d'un minimum de 189 à un maximum 223 dB re :1 µPa à 1 m, alors que les valeurs maximales et minimales varient de 73 à 191 dB re : 1 µPa à 1 m pour les activités de forage.

- Préciser les métriques des niveaux sonores anticipés (SPL PEAK, SPL RMS ou autre). Si une donnée d'exposition est utilisée (RMS, SEL), l'intervalle de temps qui a été utilisé pour évaluer ce paramètre devra être indiqué.

Les métriques des niveaux sonores anticipés sont spécifiés aux diverses réponses fournies précédemment.

QC-15 Le battage et le forage des pieux produiront des bruits qui seront possiblement perceptibles des résidents et des usagers du secteur.

- Évaluer l'impact du bruit ambiant sur la qualité de vie, sur les activités de chasse et les activités de pêche.

Niveaux sonores actuels

Dans le cadre de l'étude l'impact du projet de construction d'un pont au-dessus de la rivière Saguenay (Consortium SNC-Lavalin/Génivar, 2009), le climat sonore des résidences en bordure de la route 138, du traversier jusqu'à l'intersection avec la rue des Forgerons a été évalué. Les niveaux sonores à la première rangée de maisons donnant sur la route 138 sont, en règle générale, supérieurs à 60 dBA² entre juillet et octobre 2003. Au-delà d'environ 60 m de part et d'autre de la route, le niveau sonore est inférieur à 50 dBA.

Les premiers bâtiments se situent à environ 150 m des travaux, tandis que les habitations les plus près se situent, quant à elles, à près de 300 m. Les résidents et les travailleurs localisés à proximité du site des travaux sont les plus susceptibles d'être dérangés.

Impact anticipé du bruit lié au battage et forage des pieux sur la qualité de vie

Les activités de fonçage par battage et de forage augmenteront de façon ponctuelle le niveau sonore du secteur ce qui aura un impact sur la qualité de vie.

Bien qu'aucune modélisation du climat sonore n'ait été effectuée pour le présent projet, l'étude d'impact pour des travaux similaires incluant du battage de pieux (travaux d'amélioration et de réparations majeures aux quais de Rivière-du-Loup; Consortium CIMA+ / Roche, 2009) mentionne que, pour les résidents les plus près des travaux (à environ 300 m du site des travaux), des augmentations du niveau sonore ambiant variant de 6 à 11 dB(A) sont projetées pour toutes les phases critiques simulées.

Les travaux les plus bruyants seront le fonçage par battage des pieux, à raison d'une heure par pieu (maximum de 6 pieux prévu), pour un total maximal de 6 heures de battage.

Il s'agit d'un impact d'intensité forte, d'étendue locale et de courte durée, de sorte que l'impact est jugé moyen sur la qualité de vie.

Le forage devrait durer 6 heures par pieu, totalisant un maximum de 36 heures de forage au total.

Il s'agit d'un impact d'intensité faible, d'étendue locale et de courte durée, de sorte que l'impact est jugé faible sur la qualité de vie.

² dBA : décibel pondéré <<A>> : Ce descripteur permet, à l'aide d'une seule valeur, de quantifier la gêne ressentie par les riverains des artères routières.

Le règlement sur les nuisances pour Tadoussac sera respecté. Il indique :

'ARTICLE 3 : TRAVAUX

Constitue une nuisance et est prohibé le fait de causer du bruit susceptible de troubler la paix et le bien-être du voisinage en exécutant, entre 23 h 00 et 7 h 00, des travaux de construction, de démolition ou de réparation d'un bâtiment ou d'un véhicule, d'utiliser une tondeuse, sauf s'il s'agit de travaux d'urgence visant à sauvegarder la sécurité des lieux ou des personnes.'

Par ailleurs, aucune réglementation spécifique au bruit n'existe pour la municipalité de Tadoussac. Toutefois, le Règlement HCN-1003 relatif aux nuisances de la MRC de La Haute-Côte-Nord interdit d'effectuer des travaux de construction entre 23h00 et 7h00, mais ne spécifie aucune limite de bruit.

Impact anticipé du bruit lié au battage et forage des pieux sur les activités de pêche

Selon Consortium SNC-Lavalin/Genivar (2009) :

'La pêche à l'omble de fontaine anadrome est pratiquée le long du littoral saguenéen, surtout dans les anses et les petites baies. L'omble de fontaine, le capelan et le poulamon atlantique font également l'objet d'une pêche sportive à partir du quai et des rives de Tadoussac alors qu'on y a dénombré un total de 162 pêcheurs en 1996 (Lesueur et Archer, 1996).'

Les secteurs de pêche sont donc davantage situés du côté de la baie de Tadoussac (située à plus de 500 m du site des travaux), puisque l'Anse à l'Eau fait l'objet de dérangement continuels dû au trafic des traversiers et que les rives adjacentes sont difficilement accessibles.

L'impact des travaux de fonçage par battage des pieux, sera d'intensité forte, d'étendue locale et de courte durée, de sorte que l'impact est jugé moyen sur les activités de pêche.

L'impact du forage sera d'intensité faible, d'étendue locale et de courte durée, de sorte que l'impact est jugé faible sur les activités de pêche.

Impact anticipé du bruit lié au battage et forage des pieux sur les activités de chasse

Le bruit et les vibrations qui seront émis lors des travaux de battage et de forage sont susceptibles de faire fuir la sauvagine prisée par les chasseurs. Toutefois, tel que mentionné à l'étude d'impact, les principaux secteurs de chasse sont la batture aux Alouettes, les berges du tronçon Sacré-Coeur – Tadoussac et la baie de Tadoussac, de sorte qu'il ne se pratique pas de chasse à proximité du site des travaux.

L'impact des travaux de battage et de forage sur la chasse est jugé d'intensité forte, d'étendue locale et de courte durée, de sorte que l'impact est jugé faible sur les activités de chasse.

QC-16 Afin d'atténuer le bruit produit lors des travaux, l'initiateur propose de créer un mur de bulles d'air à proximité de l'aire de travail. En termes d'efficacité, l'initiateur mentionne que ce mur permettra de réduire le niveau de bruit de 5 à 17 dB.

- Préciser comment ces données de réduction du bruit ont été établies (références, données terrain, formule mathématique, etc.).

Selon MENV (2001), le GREMM a conclu que l'utilisation d'un filet de bulles constitue un outil de confinement susceptible de réduire le niveau de bruit et de réduire les risques encourus par les mammifères marins en regard des ondes néfastes. De façon générale, il recommande que l'efficacité de celui-ci soit validée au début des travaux et qu'un suivi soit effectué tout au long des travaux.

CIMA (2011) a indiqué que l'utilisation d'un rideau de bulles d'air non confinées permet de réduire le niveau de bruit dans l'eau lors de battage de pieux **de 5 à 17 dB**. Ces chiffres sont tirés des études suivantes :

- Matuschel, R. et K. Betke (2009) *Measurement of Construction noise during pile driving of offshore research platforms and wind farms*. NAG/DAGA Rotterdam. PP. 262-265;
- Laughlin, J. (2006) *Underwater sound levels associates with pile driving at the cape disappointment boar launch facility, Wave Barrier project*. Washington State Department of Transportation. 45 p.;
- LGL Alaska Research Associates inc. (2005) *Options for mitigating construction-related effects on beluga whales*. Final report. Technical memorandum. Knik Arm Crossing. 24 p.(2005).

MPO (2011) a jugé que cette estimation est représentative des résultats issus de la littérature, appropriée et conforme aux meilleurs standards actuels dans le domaine.

- Évaluer l'impact du mur de bulles sur les matières en suspension. Cette mesure d'atténuation aura-t-elle comme effet de limiter la propagation des MES ou encore d'en produire davantage?

Les sédiments étant principalement composés de sable, il n'est pas attendu que le mur de bulles produise davantage de MES.

QC-17 À la figure 4.2, l'initiateur présente, en fonction du mode d'exécution (avec et sans confinement), les activités autorisées ou non et la nécessité de réaliser une surveillance des mammifères marins.

- Dans le cas présent, préciser quels travaux seront réalisés avec confinement et ceux qui seront réalisés sans confinement.

Les travaux de fonçage de pieux et de forage seront réalisés avec confinement (mur de bulles d'air).

QC-18 Un périmètre de surveillance des mammifères marins est prévu au moment des travaux de forage et de sciage.

- Préciser les variables qui ont été prises en compte afin d'établir le périmètre de surveillance

Veillez noter que, tel que mentionné à la page 75 de l'étude d'impact, puisque le projet prévoit une mesure de confinement par rideau de bulles d'air lors des travaux de battage et de forage, aucun programme de surveillance des mammifères marins n'est requis.

Toutefois, dans le cas où l'Entrepreneur retenu pour la réalisation des travaux ne considérerait pas les mesures d'atténuation proposées dans la présente étude d'impact et désire réaliser les travaux de forage et de battage sans confinement, les périodes de travaux à respecter sont celles présentées à la figure 4.2. De plus, un programme de surveillance des mammifères marins devra être mis en place lors des activités de forage et de battage.

Le périmètre de surveillance proposé est tiré de l'étude de CIMA+ (2011) dans le cadre des travaux visés par la demande de CA pour la modification des terminaux de Tadoussac et Baie-Sainte-Catherine.

La zone d'arrêt des travaux y a été établie sur la base du niveau de bruit d'exposition pour les mammifères marins, égal ou supérieur au seuil de dommage physique, soit 180 dB.

La zone tampon inclut les zones où le niveau de bruit d'exposition pour les mammifères marins est égal ou supérieur au seuil de dérangement, soit 160 dB.

- Considérant le bruit généré lors du battage des pieux (avec et sans confinement), l'initiateur doit également définir un périmètre de surveillance des mammifères marins pour ce segment des travaux et préciser les variables qui ont conduit à ce périmètre.

Nous comprenons que le MDDELCC désire qu'un programme de surveillance des mammifères marins soit assuré durant les travaux de battage des pieux, même si un rideau de bulles d'air est déployé comme mesure d'atténuation.

Puisque le programme de surveillance de CIMA+ (2011) a été accepté par le MPO (2011), il nous apparaît légitime de proposer le même périmètre de surveillance ainsi que les mêmes variables (voir réponse à la question précédente).

- Préciser comment seront prises les mesures de bruit prévues dans la surveillance environnementale (section 6, page 75).

Les mesures de bruit seront prises par des représentants expérimentés du GREMM. Ils pourraient utiliser des systèmes acoustiques d'hydrophones autonomes mouillés tel que recommandé par MPO (2011).

QC-19 Dans la section 4.2.1.12, Sécurité publique, des avis dans les journaux précisant la tenue des travaux est une mesure d'atténuation qui devrait être ajoutée afin d'assurer la sécurité du public.

La STQ prend bonne note de cette observation et s'engage à faire diffuser des avis à cet effet.

4. Autorisations à obtenir

QC-20 À la page 41, il est mentionné, relativement aux aires protégées, que <<Quelques activités sont permises avec permis (ex. : utilité publique : installation de nouvelles rampes de mise à l'eau, navigation, etc.) alors que d'autres peuvent être réalisées sans permis.>>

- Qui est responsable de l'émission desdits permis?

Tel que mentionné à la page 36 de l'étude d'impact :

'Le lot d'eau 1014 visé par le projet appartient au gouvernement provincial (annexe 2 de CIMA+, 2011). En effet, selon la *Loi sur le parc marin Saguenay-Saint-Laurent*, le lot 1014 (quai du traversier) est exclu des limites du Parc marin et est réservé pour les besoins du ministère des Transports du Québec (MTQ).'

Puisque les travaux sont prévus sur un lot exclu du Parc marin, aucune demande de permis n'est requise pour réaliser les travaux.

- Est-ce que l'implantation du duc-d'Albe nécessite l'émission d'un tel permis?

Tel que mentionné à la réponse précédente, puisque les travaux sont prévus sur un lot exclu du Parc marin, aucune demande de permis n'est requise pour réaliser les travaux.

QC-21 L'initiateur devra déposer auprès de la Direction de la gestion du domaine hydrique de l'État (DGDHE) du Ministère une demande de régularisation de l'occupation exercée par l'infrastructure (duc d'Albe et passerelle) du lot 1014 dans le domaine hydrique de l'État. L'occupation sera régularisée, le cas échéant, selon les conditions et modalités prévues au Règlement sur le domaine hydrique de l'État.

La STQ s'engage à déposer une demande de régularisation de l'occupation du lot 1014 dans le domaine hydrique de l'État auprès de la Direction de la gestion du domaine hydrique de l'État (DGDHE) du Ministère.

5. Engagement

Relativement à la sécurité du public et au plan des mesures d'urgence, l'initiateur doit s'engager à déposer au ministère :

- L'organigramme du personnel de l'entreprise ayant un rôle à jouer dans le plan d'action ainsi que la description des rôles et responsabilités de chacun;
- Les moyens prévus pour alerter efficacement la population risquant d'être affectée, en concertation avec les organismes municipaux et gouvernementaux concernés;
- Les moyens de protection à envisager pour protéger la population des zones susceptibles d'être touchées.

La STQ s'engage à fournir ces informations au ministère d'ici l'émission du décret ou du certificat d'autorisation (en vertu de l'article 22).

6. Commentaire

➤ Commentaire du MDDELCC :

Aucun ingénieur n'est signataire du document principal de l'étude d'impact. Or, les méthodes de construction, les analyses économiques et de faisabilité des différents scénarios, ainsi que la caractérisation des aléas et de leur impact sur l'infrastructure impliquent des notions d'ingénierie. Il est recommandé que les aspects techniques du projet et de conformité aux règles de l'art en ingénierie soient validés par un ingénieur.

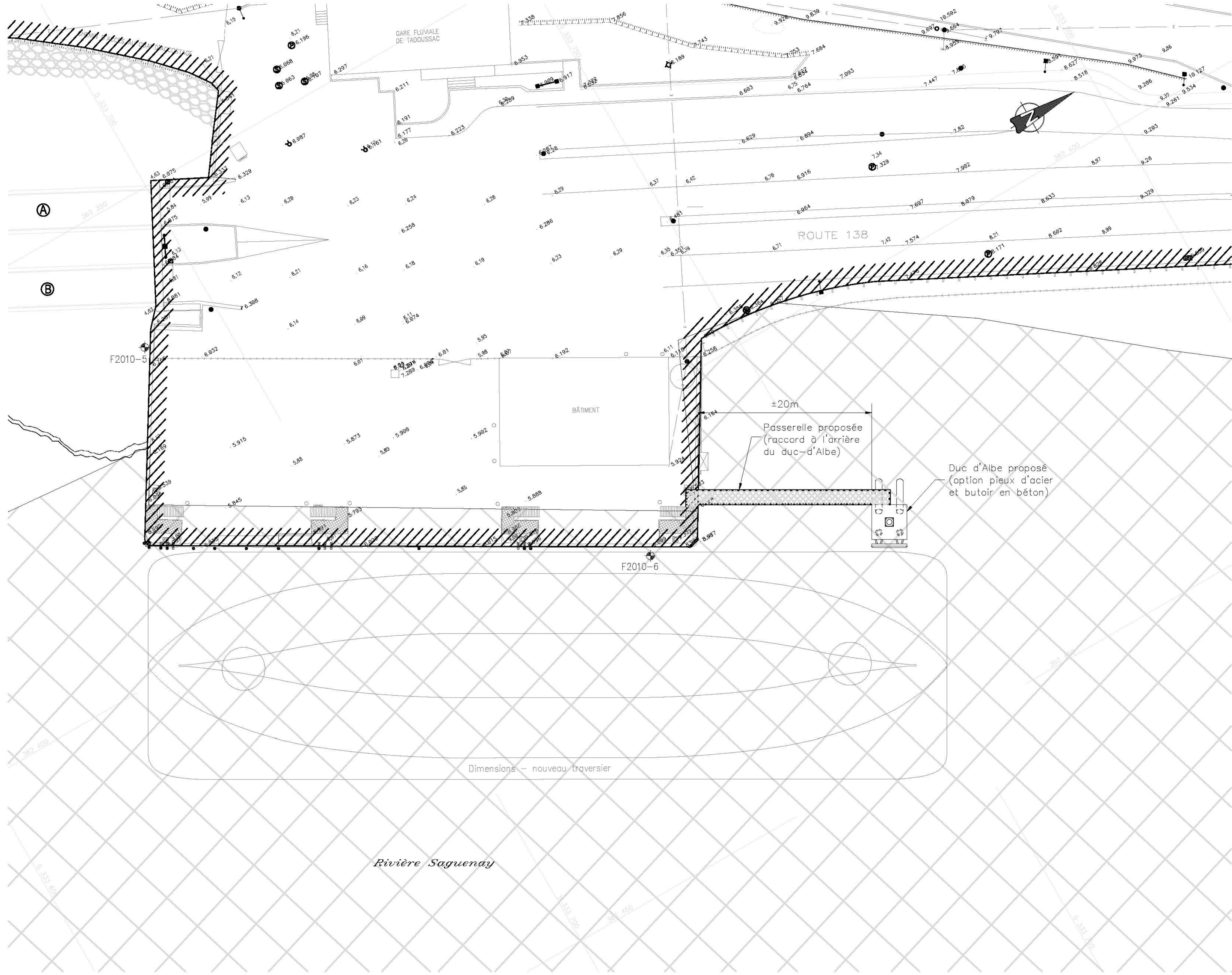
Les aspects techniques du projet et de conformité aux règles de l'art en ingénierie ont été préparés et validés par M. Stéphane Cloutier, ing., concepteur en génie portuaire et côtier. Les plans révisés présentés en annexe 1 sont signés et scellés.

7. Références et documents consultés

- CIMA+ (2014) Dragage au quai garage de Tadoussac. Demande d'examen préparée pour la Société des traversiers du Québec. Projet no. R00911A-ENV-DE-0A, avril 2014. 29 p. + 3 annexes.
- CIMA+ (2011) Modification des terminaux des traversiers de Tadoussac et de Baie-Sainte-Catherine. Demande de certificat d'autorisation préparée pour la Société des traversiers du Québec. Projet no. R00911A, 2011-07-20. 62 p. et 5 annexes.
- Harvey, Michel, Gauthier, Daniel et Munro, Jean (1998). Temporal changes in the composition and abundance of the macro-benthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in the anse à Beaufile, baie des Chaleurs, eastern Canada, *Marine Pollution Bulletin*, Volume 36, Issue 1, Pages 41–55.
- Hastings, M. C. et Popper, A. N. (2005) Effects of Sound on Fish, California Department of Transportation Contract 43A0139, Task Order 1.
- Ministère de l'environnement du Québec (MENV) (2001) Rapport d'analyse environnementale : Prolongement du quai de Tadoussac. Dossier 3211-04-28. 12 juin 2001. 10 p.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2013) Draft guidance for assessing the effects of anthropogenic sound on marine mammals. Acoustic threshold levels for onset of permanent and temporary threshold shifts. 58 p. + annexes. http://www.nmfs.noaa.gov/pr/acoustics/draft_acoustic_guidance_2013.pdf.
- Nehls, G., K. Betke, S. Eckelmann et M. Ros (2007) Assessment and costs of potential engineering solutions for the mitigation of the impacts of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. BioConsult SH Report, Husum, Germany. On behalf of COWRIE Ltd. 47 p.
- Pêches et Océans Canada (2014) Impacts de levés géophysiques au port de Cacouna sur les bélugas du Saint-Laurent. Pêches et Océans Canada, Région du Québec, Secrétariat canadien de la consultation scientifique, Réponse des Sciences 2014/020. 19 p. + 2 annexes.
- Pêches et Océans Canada (septembre 2011) Réfection des embarcadères de Tadoussac et Baie-Sainte-Catherine, Québec – Effets potentiels sur les mammifères marins. Pêches et Océans Canada, Science. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Réponse des Sciences 2011/09. 13 p.
- Pêches et Océans Canada (juin 2007) Impacts de la construction d'un port méthanier à Gros-Cacouna sur les mammifères marins. Pêches et Océans Canada, Région du Québec, Secrétariat canadien de la consultation scientifique, Réponse des Sciences 2007/010. 7 p.
- Pêches et Océans Canada (2007) Impacts de la construction d'un port méthanier à Gros-Cacouna sur les mammifères marins. Pêches et Océans Canada, Région du Québec, Secrétariat canadien de la consultation scientifique, Réponse des Sciences 2007/010.
- Platcha, D.T.T. et A.N. Popper (2003). Evasive responses of American Shad (*Alosa sapidissima*) to ultrasonic stimuli; *Acoustical Society of America*; *Acoustics Research Letters Online*; Published Online 27 January 2003; <http://scitation.aip.org/ARLO/>.
- Popper, A.N. et Hastings, M. C. (2009) The effects of anthropogenic sources of sound on fishes. *J. Fish Biol.* 75 : 455-489.
- Popper, A.N., T.J. Carlson, A.D. Hawkins, B.L. Southall et R.L. Gentry (2006). Interim criteria for injury of fish exposed to pile driving operations: A White Paper.
- Reyff, J. A. (2009) Reducing underwater sounds with air bubble curtains. Protection fish and marine mammals from pile-driving noise. *TR News* 262 May-june 2009. pp. 31-33.
- Richardson, W. J., Greene, C. R. G. jr, Malme, C. I. and Thomson, D. H. (1995) *Marine Mammals and Noise*, Academic Press, San Diego, 576 pp.

- Shell Offshore Inc. (2011) Application for incidental harassment authorization for the non-lethal taking of whales and seal in conjunction with planned exploration drilling program during 2012 near Camden Bay in the Beaufort Sea, Alaska. Appendix C. 144 p.
- Slabbekoorn, H., Bouton, N. van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C., et Popper, A. N. (2010) A noisy spring : the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends Ecol. Evol.* 25 : 419-427.
- SNC-Lavalin (2006) Addenda H - État de référence du niveau sonore sous-marin. Réponses aux questions et commentaires des agences réglementaires. Complément à l'étude d'impact sur l'environnement. Implantation d'un terminal méthanier à Lévis – Étude d'impact sur l'environnement. Projet Rabaska. Octobre 2006.
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/Rabaska/documents/PR5-5.pdf>.
- Southall, B. L., Bowles, A. E., Ellison W. T., Finneran, J. J., Gentry, R. L., Green, C. R., Kastak, D., Ketten, D. R., Miller, J. H., Nachtigall, P. E., Richardson, W. J., Thomas, J. A., et Tyack, P. L. (2007) Marine mammal noise exposure criteria. *Aquat. Mamm.* 33 : 411-521.
- Wursig B., C.R. Greene JR. et T.A. Jefferson (1999). Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. *Marine Environmental Research* 49 (2000) 79-93.

Annexe 1
Vue en plan et en élévation



Client
 Société des traversiers Québec

Consultant
 Roche I&A, Groupe-consult 1915 av. Wilfrid-Paré Québec (Québec) Canada G1W 0C4 Téléphone: (418) 664-8900 roche.ca

EN PRÉPARATION
 Étant sujet à des modifications ultérieures, ce plan ne doit être utilisé qu'à titre d'information

ACOÀ (AIRE DE CONCENTRATION D'OISEAUX AQUATIQUES)
 LIMITE DE LA ZONE AQUATIQUE ET TERRESTRE

Seau

02	POUR INFORMATION	2015-11-16
01	POUR INFORMATION	2015-11-03
révision	émission	date

A : no. du détail
 B : no. de la feuille où le détail est exigé
 C : no. de la feuille où le dessin du détail est situé

Projet
 IMPLANTATION D'UN DUC D'ALBE AU QUAÏ GARAGE DE TADOUSSAC

Dessin
 CONCEPT PRÉLIMINAIRE
 VUE EN PLAN

Conçu par
 STÉPHANE CLOUTIER, ing. 2015-02-08 Date

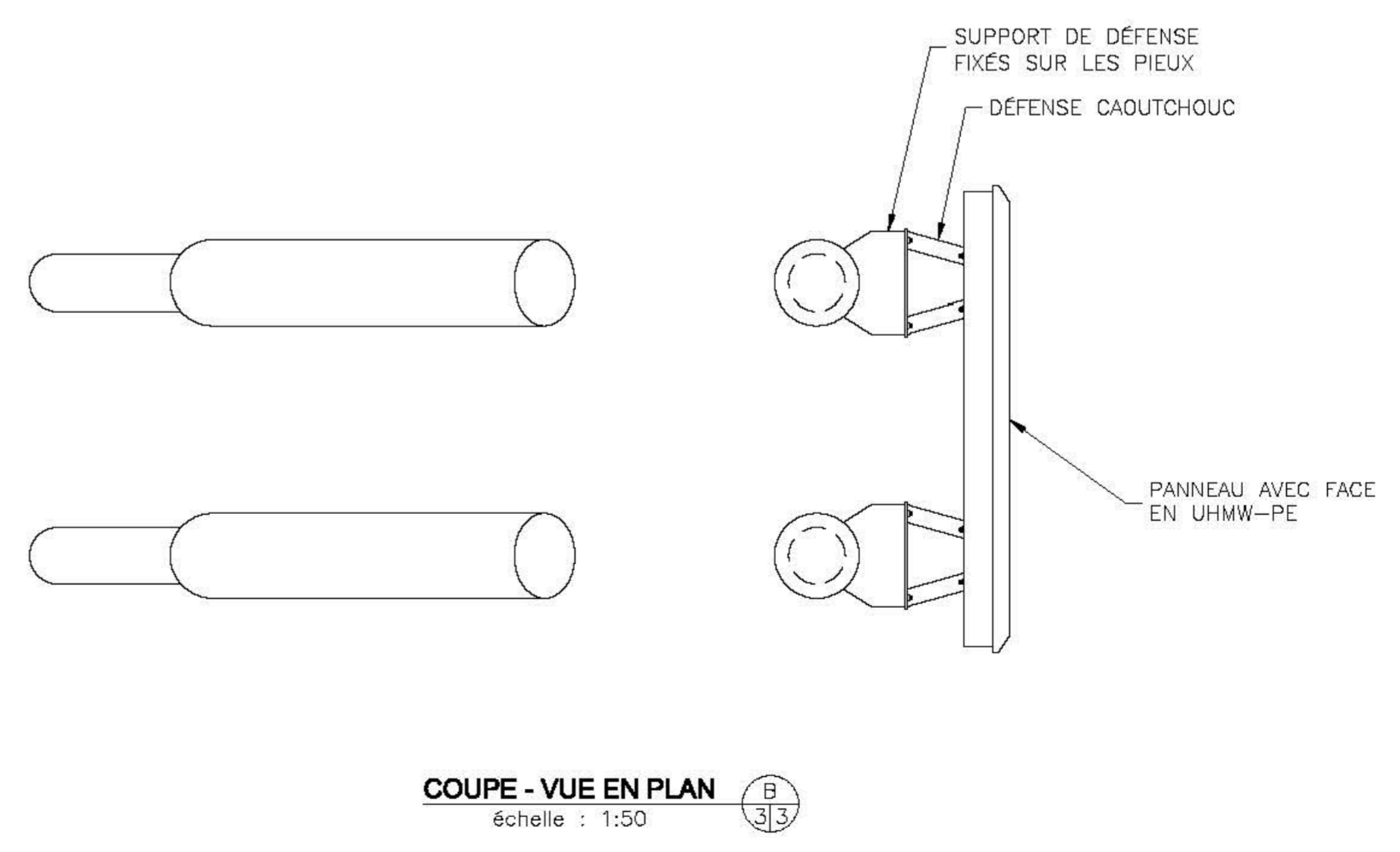
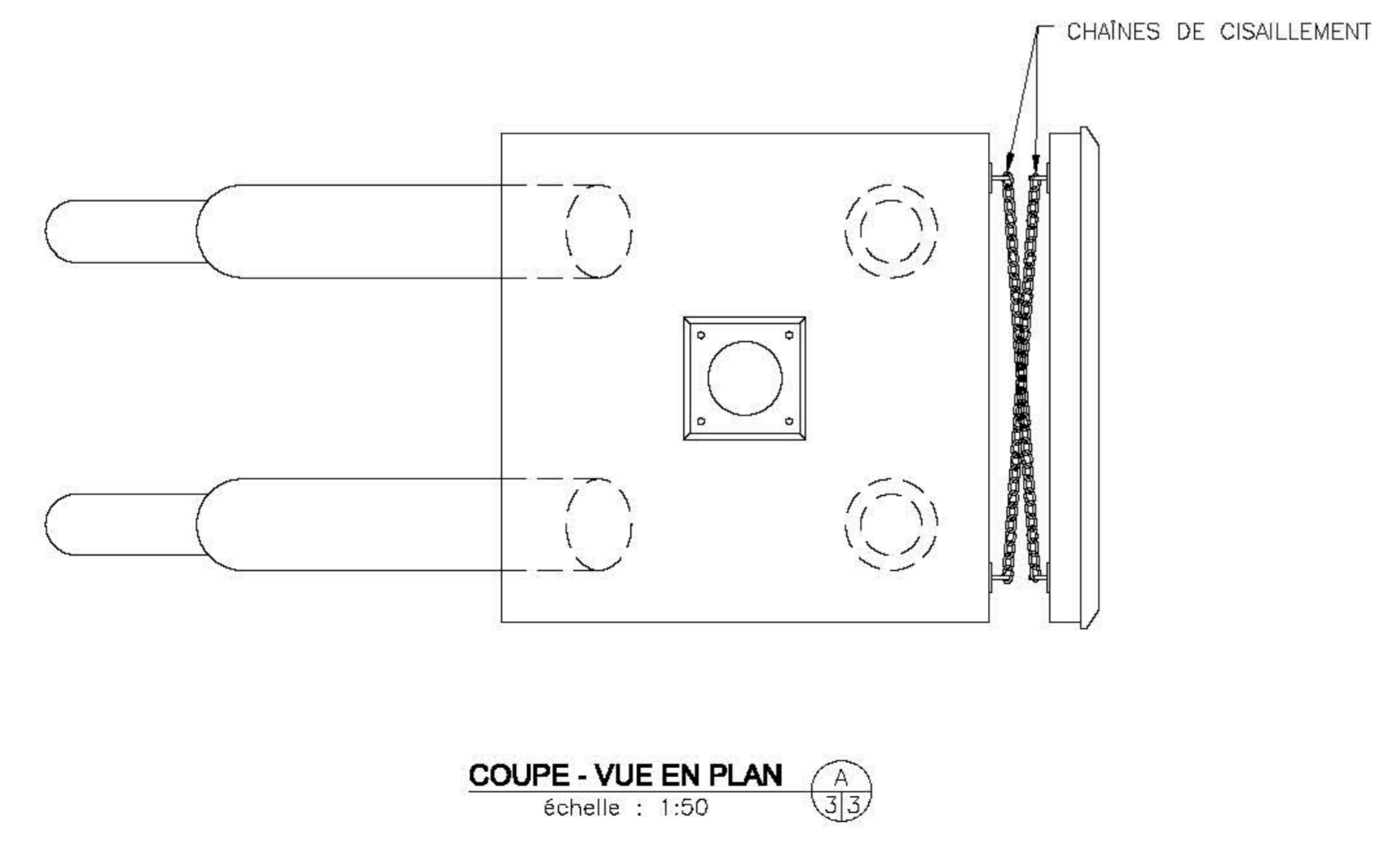
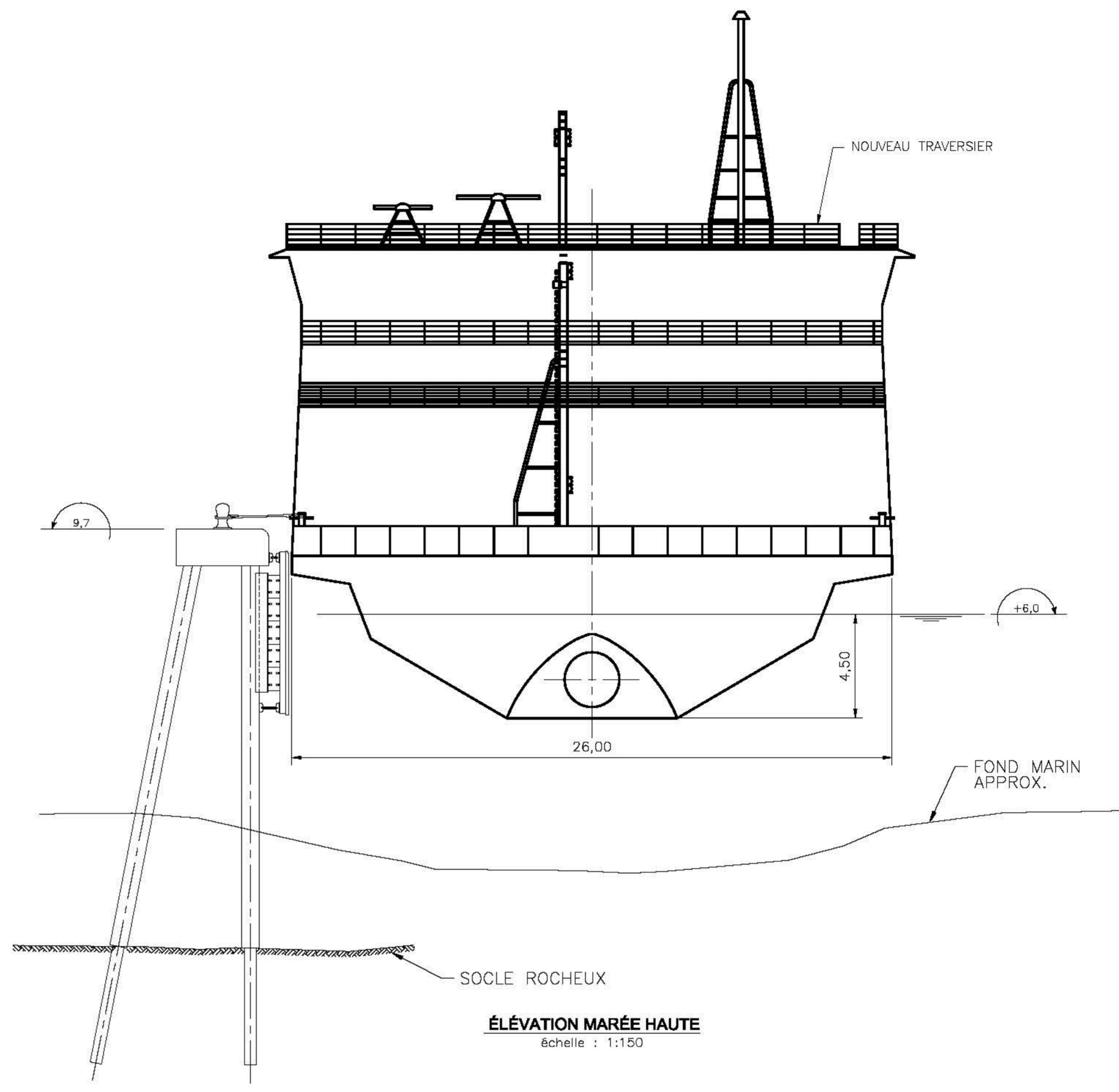
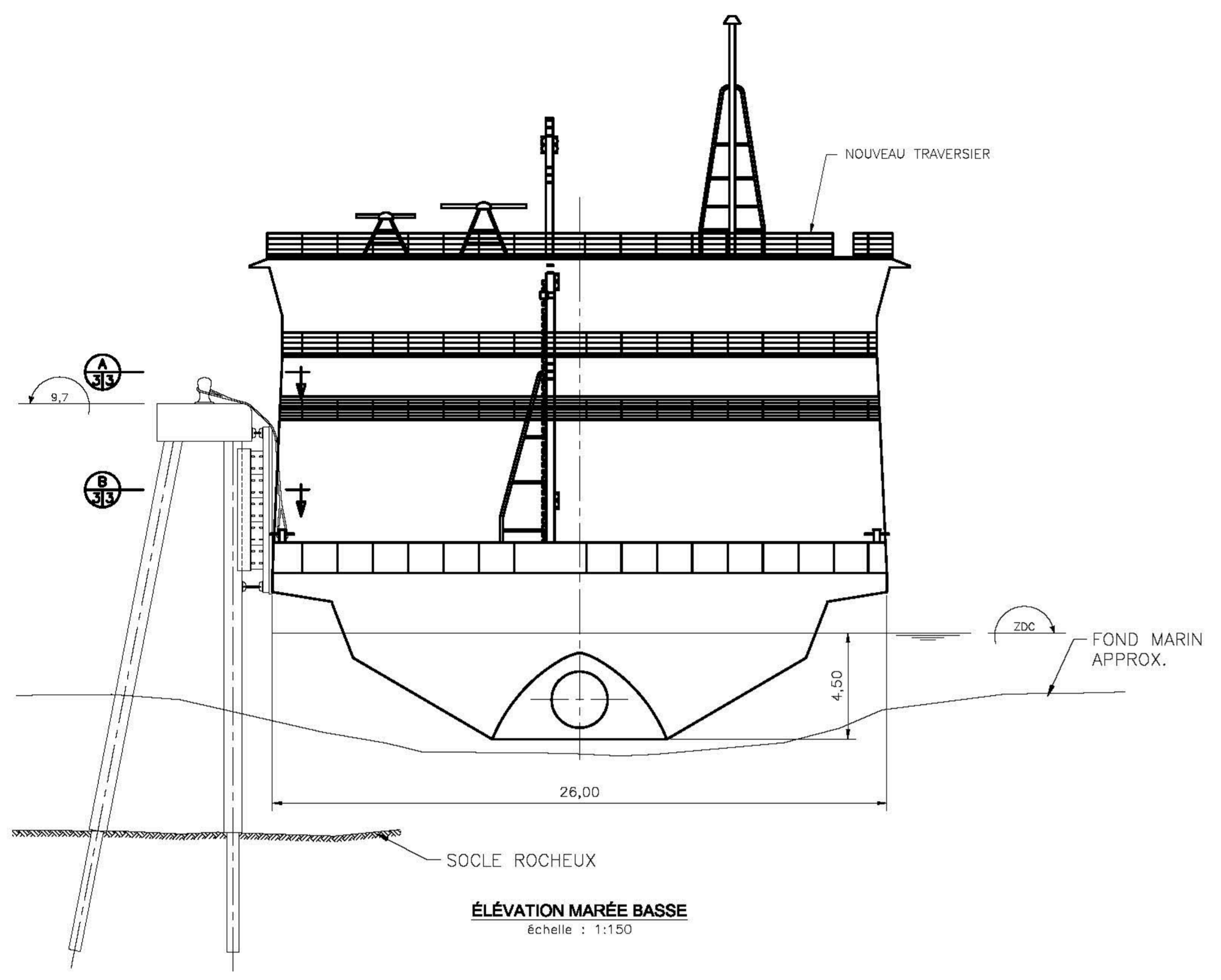
Dessiné par
 MATHIEU MORAND, DAO 2015-02-08 Date

Approuvé par
 2015-02-08 Date

No de projet 105675.001	No de projet Roche
No de plan ou dessin CVFE0002	No feuille 01/01

Format A1 (594x841) NOM: P:\05000\105675.001\Tra\Chausseé\Desain\05675.001_F02.dwg PRÉSENTATION: A1 - ENREGISTRÉ LE: 2015-11-16 A : 10:06

EN PRÉPARATION
Étant sujet à des modifications ultérieures, ce plan ne doit être utilisé qu'à titre d'information



révision	émission	date
02	POUR INFORMATION	2015-11-16
01	POUR INFORMATION	2015-11-03

A : no. du détail
B : no. de la feuille où le détail est exigé
C : no. de la feuille où le dessin du détail est situé

Projet
IMPLANTATION D'UN DUC D'ALBE AU QUAI GARAGE DE TADOUSSAC

Dessin
CONCEPT PRÉLIMINAIRE
ÉLEVATIONS ET COUPES

Conçu par STÉPHANE CLOUTIER, ing.	2015-02-08 Date
Dessiné par MATHIEU MORAND, DAO	2015-02-08 Date
Approuvé par	2015-02-08 Date
No de projet 105675.001 Roche	No de projet Client
No de plan ou dessin CVFE0003	No feuille 02/02

Annexe 2
Rapport de forage d'Inspec-Sol

CIMA +

**Étude géotechnique
Recommandations préliminaires
Réfection des débarcadères de la Société des traversiers du Québec
Baie-Ste-Catherine et Tadoussac (Québec)**



INGÉNIERIE ET SOLUTIONS

INSPEC-SOL INC., 491, rue Jean-Marie-Leblanc, Rimouski (Québec) G5M 1B8 ♦ Tél. : 418 724-7030 ♦ Téléc. : 418 724-7057 ♦ SMQ ISO 9001 : 2008

Référence no Q023092-A1

Rimouski, le 9 février 2011

Monsieur Réjean Massé, ing., M.Sc.
Associé - Directeur
CIMA +
37, rue Delage, C.P. 485
Rivière-du-Loup (Québec) G5R 3Z1

Objet : Étude géotechnique
Recommandations préliminaires
Réfection des débarcadères de la Société des traversiers du Québec
Baie-Ste-Catherine et Tadoussac (Québec)

Monsieur,

Nous avons le plaisir de vous transmettre nos recommandations géotechniques préliminaires concernant le projet mentionné en rubrique.

Nous vous remercions de nous avoir donné l'occasion de vous servir et espérons collaborer de nouveau avec vous lors de vos prochains travaux.

Veuillez agréer, Monsieur, nos salutations distinguées.

INSPEC-SOL INC.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'GD', with a long horizontal flourish extending to the right.

Guy Dionne, ing. M.Sc.
Vice-président

GD/eb

p. j.

Par courriel (rejean.masse@cima.ca) et poste

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	2
2.0	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC.....	3
2.1	DEBARCADERE DE BAIE-STE-CATHERINE	3
2.2	DEBARCADERE DE TADOUSSAC	4
3.0	RECOMMANDATIONS PRELIMINAIRES.....	4
3.1	DEBARCADERE DE BAIE-STE-CATHERINE	5
3.2	DEBARCADERE DE TADOUSSAC	6

Annexe I : Plans de localisation des forages (plans nos Q023092-A1-1 et Q023092-A1-2)

Annexe II : Rapports de forages

Annexe III : Photographies

1.0 INTRODUCTION

Les services professionnels d'Inspec-Sol inc. (**Inspec-Sol**) ont été retenus par CIMA +, afin d'effectuer une étude géotechnique dans le cadre du projet de réfection des débarcadères de la traverse Baie-Ste-Catherine / Tadoussac.

À ce jour, quatre (4) forages ont été effectués en fonction des accès terrestres possibles. Les forages en question sont les suivants : F2010-1, F2010-2, F2010-5 et F2010-6. Le forage F2010-3 prévu a dû être abandonné à cause de la présence d'une chemise inclinée d'acier le long du massif de béton, sous le niveau de l'eau. Au printemps 2011, il est prévu de poursuivre l'étude par la réalisation de forages et des essais de pénétration dynamique, mais à partir d'une barge cette fois.

Cette étude avait pour but de déterminer la nature et les caractéristiques des sols et du roc en place, afin de présenter des recommandations et commentaires concernant le réfection des débarcadères. Il est à noter que ces recommandations sont préliminaires et qu'elles sont sujettes à révision, en fonction des résultats des forages prévus au printemps 2011.

Le présent rapport inclut également trois (3) annexes qui contiennent les éléments suivants :

- Annexe I : Plans de localisation des forages (plans nos Q023092-A1-1 et Q023092-A1-2);
- Annexe II : Rapports de forages, et;
- Annexe III : Photographies.

2.0 DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC

2.1 Débarcadère de Baie-Ste-Catherine

Du côté du débarcadère de Baie-Ste-Catherine, deux (2) forages ont été réalisés à ce jour. Il s'agit des forages F2010-1 et F2010-2. Des photographies des installations des forages sont présentées à l'annexe III de ce rapport. Les conditions de sol et de roc rencontrées à cet endroit sont résumées au tableau no 1 suivant :

Tableau no 1
Synthèse stratigraphique / Secteur Baie-Ste-Catherine

Forage no	Él. surface (m)	Vide ¹⁾ Prof. (m)	Eau Prof. (m)	Mort-terrain Prof. (m)	Socle rocheux Prof. (m)	Él. fin forage (m)
F2010-1	5,54	---	---	0,00 – 7,80	7,80 – 9,00	- 3,46
F2010-2	8,54	0,00 - ± 6,00	6,00 – 15,10	15,10 – 18,45 ²⁾	18,45 – 20,00	-11,46

Notes :

- 1) le forage F2010-2 a été réalisé en porte-à-faux à partir du massif de béton;
- 2) il s'agit de blocs et de cailloux dans une matrice de gravier.

Dès la surface, le forage F2010-1 a rencontré une couche de remblai de 7,32 m d'épaisseur. Ce remblai est composé de gravier et de sable en proportions variables, contenant des morceaux de bois jusqu'à 2,13 m de profondeur, environ. Sous ce niveau, il s'agit plutôt d'un matériau délavé de type gravier avec des traces de sable. La couche de remblai possède une compacité qui varie de très lâche à moyenne, avec des indices « N » qui varient entre 4 et 27, pour une moyenne de l'ordre de 15.

Sous la couche de remblai au forage F2010-1, à 7,32 m de profondeur, on retrouve un mince dépôt naturel de sable silteux et graveleux de compacité très dense. Cette couche mesure environ 0,5 m d'épaisseur.

Le socle rocheux a été atteint à 7,80 m de profondeur au forage F2010-1 (élévation – 2,26 m). Il s'agit d'un granite gris-noir. Étant donné que l'indice « RQD » obtenu est de 37 %, il s'agit d'un roc de mauvaise qualité.

À l'emplacement du forage F2010-2, le fond marin a été atteint à 15,10 m de profondeur (élévation - 6,56 m). Le fond marin correspond à des cailloux et blocs dans une matrice de gravier sur une épaisseur de 3,0 m environ. À partir de 18,45 m de profondeur (élévation –9,91 m), le rocheux similaire à celui retrouvé au forage F2010-1 a été atteint).

2.2 Débarcadère de Tadoussac

Du côté du débarcadère de Tadoussac, deux (2) forages ont aussi été réalisés à ce jour. Il s'agit des forages F2010-5 et F2010-6. Le forage F2010-3 a été tenté mais il a dû être abandonné compte tenu de la présence d'une chemise d'acier, placée de façon inclinée, le long du massif de béton au fond marin. Des photographies des positions des forages sont montrées à l'annexe III de ce rapport. Les conditions de sol et de roc rencontrées à cet endroit sont résumées au tableau no 2 suivant :

Tableau no 2
Synthèse stratigraphique / Secteur Tadoussac

Forage no	Él. surface (m)	Vide ¹⁾ Prof. (m)	Eau Prof. (m)	Mort-terrain Prof. (m)	Socle rocheux Prof. (m)	Él. fin forage (m)
F2010-5	5,75	0,00 - ±2,21	2,21 - 9,70	---	9,70 - 13,13	-7,07
F2010-6	5,75	0,00 - ± 6,00	6,00 - 12,19	12,19 - 18,60	18,60 - 20,60	-14,85

Note :

- 1) les deux (2) forages ont été réalisés en porte-à-faux.

À l'emplacement du forage F2010-5, il n'y a aucun dépôt de sol. Le fond marin correspond directement au socle rocheux. Il est à noter qu'une tige d'armature a été sectionnée lors du forage, au contact du roc.

À l'emplacement du forage F2010-6, le fond marin est constitué d'une couche de mort-terrain d'environ 6,4 m d'épaisseur. Ce dépôt se compose d'abord de sable gris avec un peu de gravier, de compacité lâche à moyenne sur une épaisseur de 3 m environ. Par la suite, il s'agit plutôt de sable gris, de compacité très lâche à moyenne et ce, jusqu'au niveau du roc.

3.0 RECOMMANDATIONS PRELIMINAIRES

Selon les informations transmises, le projet prévoit :

- du côté de Baie-Ste-Catherine, le prolongement de la culée et la construction d'un nouveau massif de béton, et ;
- du côté de Tadoussac, le prolongement de la culée, la construction d'un nouveau massif de béton et la réalisation de travaux de dragage.

Basé sur les résultats des forages effectués à ce jour, les recommandations préliminaires suivantes sont maintenant présentées :

3.1 Débarcadère de Baie-Ste-Catherine

Dans l'axe de prolongement de la culée existante (forage F2010-1), on retrouve des sols de remblai de faible compacité et ce, sur près de 7,3 m de profondeur. Ces matériaux sont inadmissibles à supporter des fondations conventionnelles. Tous ces matériaux devront donc être excavés jusqu'au roc, lequel a été confirmé à l'élévation – 2,26 m à l'emplacement du forage F2010-1. Alternativement à l'excavation de ces matériaux, on pourrait foncer les pieux ou des caissons jusque dans le roc.

À l'emplacement du massif projeté (forage F2010-2), le forage a été révélé la présence de blocs et de cailloux dans une matrice de gravier et de sable. Encore là, ces matériaux sont inadmissibles à supporter la structure projetée et ils devront être excavés jusqu'au roc qui a été confirmé à l'élévation - 9,91 m). À cet endroit spécifique, il est recommandé d'effectuer un relevé vidéo en circuit fermé par une équipe de plongeurs, supervisée par un ingénieur-géologue, afin de valider la présence de ces dépôts en profondeur.

Pour fins de conception des fondations, les paramètres indiqués au tableau no 3 suivants peuvent être utilisés à titre préliminaires :

Tableau no 3
Paramètres de conception des fondations

Paramètre	Socle rocheux
Masse volumique, γ'	24 kN/m ³
Angle de friction interne, ϕ'	45 °
Coefficient de poussée active, K_a	0,17
Coefficient de poussée passive, K_p	5,82
Capacité portante admissible *	2 000 kPa
Tassements anticipés	négligeables
Adhérence roc/coulis (ancrages)	1 025 kPa

Les pieux et/ou caissons prévus ainsi que les ancrages devront être conçus à partir des paramètres indiqués au tableau précédent.

3.2 Débarcadère de Tadoussac

Du côté de Tadoussac, et dans l'axe de prolongement de la culée (forage F2010-6), on retrouve des dépôts de sols granulaires de faible compacité et ce, sur près de 6 m d'épaisseur avant d'atteindre le roc (élévation – 12,85 m). Ces matériaux sont inadmissibles à supporter des fondations conventionnelles. L'utilisation de pieux avec tirants ou de caissons est donc nécessaire dans ce secteur.

À l'emplacement du massif projeté (forage F2010-5), le forage a atteint le roc à l'élévation – 3,64 m.

Les pieux et/ou caissons ainsi que les ancrages prévus devront être conçus à partir des paramètres indiqués au tableau no 3 précédent.

Mentionnons que tant du côté de Baie-Ste-Catherine que de Tadoussac, le roc carotté est sain mais fracturé. Selon nos observations, il est fort probablement que les fissures dans le roc soient ouvertes. Cela signifie que lors de la mise en place des ancrages ou des tirants dans le roc, il pourrait se produire une perte de coulis dans le massif rocheux. De telles pertes pourraient nécessiter des travaux d'injection du roc pour combler le réseau de fissures et ce, avant la réalisation des ancrages.

Afin d'évaluer la perméabilité du massif rocheux, nous recommandons d'effectuer des essais d'eau sous pression (« packer test ») lors de la réalisation des prochains forages.

Nous espérons que ce document sera à votre entière satisfaction. N'hésitez pas à communiquer avec nous pour de plus amples renseignements.

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

INSPEC-SOL INC.



Guy Dionne, ing., M Sc.
Vice-président

GD/eb

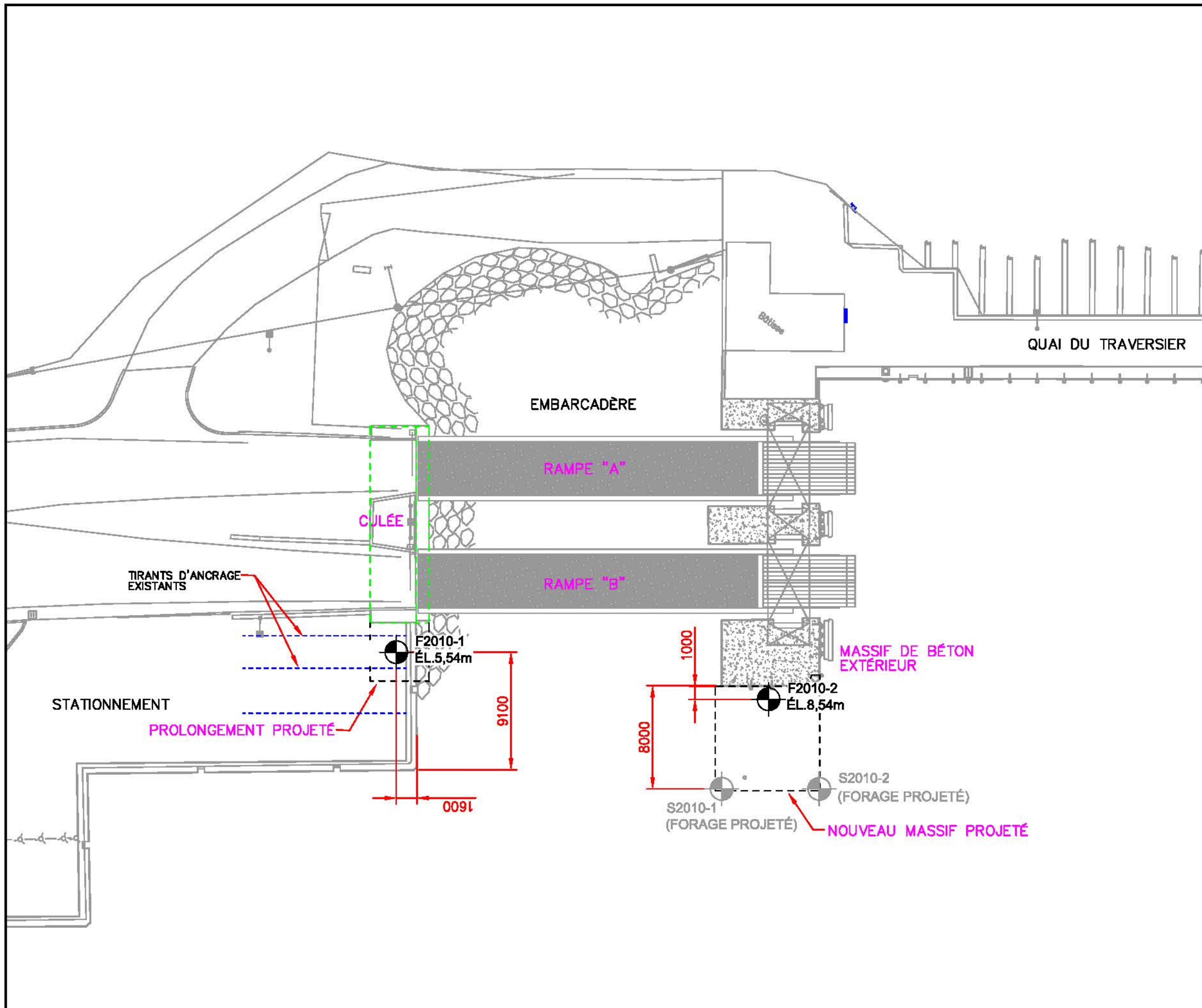
p. j.

En duplicata

Par courriel (rejean.masse@cima.ca) et poste

ANNEXE I

**Plans de localisation des forages
(plans nos Q023092-A1-1 et Q023092-A1-2)**



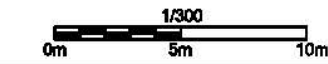
RÉFÉRENCE:

TOUTES LES INFORMATIONS RELATIVES AUX CONDITIONS EXISTANTES DU SITE PROVIENNENT DU PLAN

NUMÉRO: R00911A	DATE LE: 14 SEPT. 2010	FOURNI PAR: CIMA+
---------------------------	----------------------------------	-----------------------------

LÉGENDE

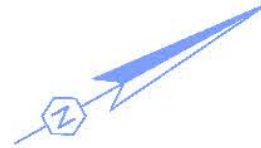
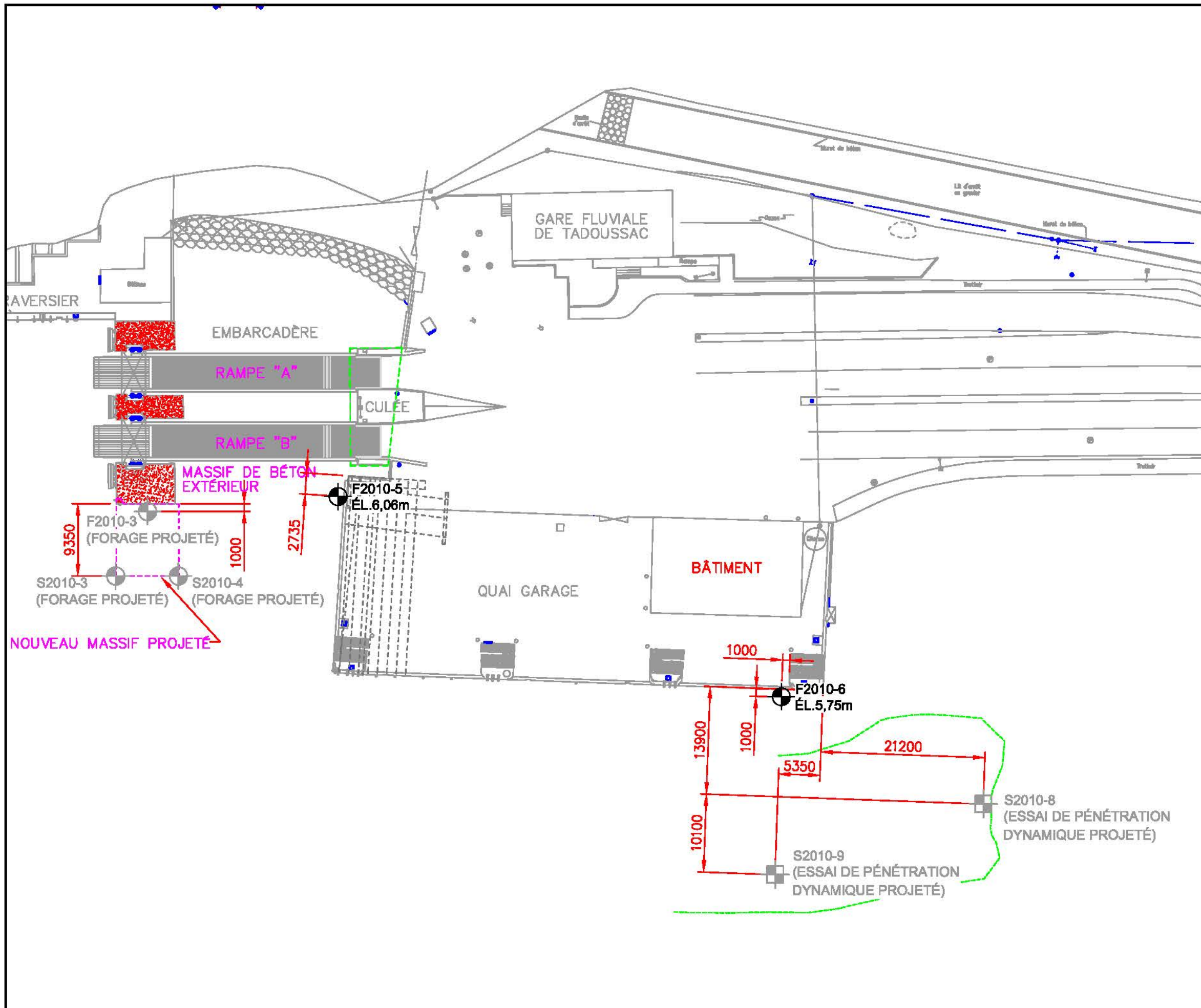
F2010-1 ÉL. 5,54m	S2010-1 (FORAGE PROJÉTÉ)	F2010-2 ÉL. 8,54m	S2010-2 (FORAGE PROJÉTÉ)	TIRANTS D'ANCRAGE EXISTANTS	FORAGE, NUMÉRO ET ÉLEVATION DE LA SURFACE DU SOL
----------------------	-----------------------------	----------------------	-----------------------------	-----------------------------	--



CIMA+
 RÉFECTION DU QUAI
 BAIE SAINTE-CATHERINE
 BAIE SAINTE-CATHERINE (QUÉBEC)

PLAN DE LOCALISATION

DESS/DRWN: L. LECLERC	ÉCHELLE/SCALE: 1:300	RÉF. No: Q023092-A1
VÉRIFIÉ/CHKD: G. DIONNE, Ing., M. Sc.	DATE: 2 FÉV. 2011	PLAN No: Q023092-A1-1



RÉFÉRENCE:

TOUTES LES INFORMATIONS RELATIVES AUX CONDITIONS EXISTANTES DU SITE PROVIENNENT DU PLAN

NUMÉRO: R00911A	DATE LE: 14 SEPT. 2010	FOURNI PAR: CIMA+
---------------------------	----------------------------------	-----------------------------

LÉGENDE

F2010-6 ÉL. 6,06m — FORAGE, NUMÉRO ET ÉLÉVATION DE LA SURFACE DU SOL
 S2010-8 (ESSAI DE PÉNÉTRATION DYNAMIQUE PROJETÉ)
 1/500



CIMA+
 RÉFECTION DU QUAI
 TADOUSSAC
 TADOUSSAC (QUÉBEC)

PLAN DE LOCALISATION

DESS/DRWN: L. LECLERC	ÉCHELLE/SCALE: 1:500	RÉF. No: Q023092-A1
VÉRIFIÉ/CHKD: G. DIONNE, Ing., M. Sc.	DATE: 2 FÉV. 2011	PLAN No: Q023092-A1-2

ANNEXE II

Rapports de forages

DESCRIPTION DES SOLS:

Chacune des couches de sol-terrain est décrite selon la terminologie d'usage énumérée ci-après. La compacité des sols granulaires est définie par la valeur de l'indice de pénétration standard "N", et la consistance des sols cohérents par la résistance au cisaillement non drainé à l'état non remanié (Cu).









CLASSIFICATION (SYSTÈME UNIFIÉ)			
Argile	< 0,002mm		
Silt	0,002 à 0,075mm		
Sable	0,075 à 4,75mm	fin	0,075 à 0,425mm
		moyen	0,425mm à 2,0mm
		grossier	2,0 à 4,75mm
Gravier	4,75 à 75mm	fin	4,75mm à 19mm
		grossier	19 à 75mm
Cailloux	75 à 300mm		
Blocs	> 300mm		

TERMINOLOGIE	
"traces"	1 - 10%
"un peu"	10 - 20%
adjectif (silteux, sableux)	20 - 35%
"et"	35 - 50%

COMPACTÉ DES SOLS GRANULAIRES	INDICE DE PÉNÉTRATION STANDARD "N" (COUPS/PI. - 300mm)
Très lâche	0 - 4
Lâche	4 - 10
Compact	10 - 30
Dense	30 - 50
Très dense	> 50

CONSISTANCE DES SOLS COHÉRENTS	RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (Cu)	
	(lb./pi. ²)	(kPa)
Très molle	< 250	< 12
Molle	250 - 500	12 - 25
Ferme	500 - 1000	25 - 50
Raide	1000 - 2000	50 - 100
Très raide	2000 - 4000	100 - 200
Dure	> 4000	> 200

INDICE DE QUALITÉ DU ROC	
VALEUR "RQD" (%)	QUALIFICATIF
< 25	très mauvais
25 - 50	mauvais
50 - 75	moyen
75 - 90	bon
> 90	excellent

SYMBOLES DE LA STRATIGRAPHIE			
			
sable	gravier	cailloux et blocs	ROC (calcaire)
			
silt	argile	sol organique	remblai

ÉCHANTILLONS:

TYPE ET NUMÉRO

Le type d'échantillonneur utilisé est défini par l'abréviation indiquée ci-après. La numérotation est continue pour chacun des types.

CF: Cuillère fendue

TM: Tube à paroi mince

TA: Tarière

CFE, VRE, TAE: Échantillonnage environnemental

PS: Tube à piston (Osterberg)

CR: Carottier diamanté

VR: Vrac

RÉCUPÉRATION

La récupération de l'échantillon est le rapport exprimé en pourcentage de la longueur récupérée dans l'échantillonneur à la longueur enfoncée.

RQD

Les indices de qualité du roc ("Rock Quality Designation" ou "RQD") sont définis comme étant le rapport exprimé en pourcentage de la longueur cumulée de tous les fragments de carottes de 4 pouces (10cm) ou plus à la longueur totale de la course.

ESSAIS DE CHANTIER:

N: Indice de pénétration standard

N_C: Indice de pénétration dynamique au cône

k: Perméabilité

R: Refus à l'enfoncement

Cu: Résistance au cisaillement non drainé

ABS: Absorption (eau sous pression)

Pr: Pressiomètre

ESSAIS DE LABORATOIRE:

I_p: Indice de plasticité

H: Sédimentométrie

A: Limites d'Atterberg

C: Consolidation

VO: Vapeur organique

W_l: Limite liquide

AG: Analyse

w: Teneur en eau

CS: Cône Suédois

W_p: Limite plastique

granulométrique

γ: Poids volumique

CHIM: Analyse chimique



FORAGE No: F2010-1
ÉLÉVATION: 5,54 m

RAPPORT DE FORAGE
 Feuille 1 de 1

CLIENT: CIMA +
 PROJET: RÉFECTION DES QUAIS - BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC
 LOCALISATION: BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC (QUÉBEC)
 DÉCRIT PAR: J. CHARETTE VÉRIFIÉ PAR: G. DIONNE, ing., M. Sc.
 DATE (DÉBUT): 1 DÉCEMBRE 2010 DATE (FIN): 1 DÉCEMBRE 2010

LÉGENDE

- ☒ CF CUILLÈRE FENDUE
- ▨ TM TUBE À PAROI MINCE
- CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- ▽ NIVEAU D'EAU

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLON			RÉSULTATS DES ESSAIS													
PROFONDEUR	ÉLÉVATION	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉTAT	TYPE ET NUMERO	RÉCUPÉRATION	AUTRES ESSAIS	COUPS 6 po/15 cm ou RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	Scissomètre (Cu) ▲ Chantier Sensibilité (S) ■ Lab. ○ Teneur en eau (%) □ Limites d'Atterberg (%) w _p w _L ● Indice "N" (coups/12 po-30 cm)									
										Pieds	Mètres	10	20	30	40	50	60	70	80
	5,54		SURFACE DU SOL			%			N										
0	0,08	5,46	ENROBÉ BITUMINEUX (80mm)		CF-1	60		7-78/10cm	R										
			REMBLAI : GRAVIER, UN PEU DE SABLE À GRAVIER SABLEUX, TRACES DE SILT, GRIS À BRUN, DENSE À COMPACT, HUMIDE PRÉSENCE DE MORCEAUX DE BOIS	☒	CF-2	10		15-5-5-3-5	10										
				☒	CF-3	20		7-10-9-8-12	19										
		3,41	REMBLAI : GRAVIER, TRACES DE SABLE, GRIS-NOIR, COMPACT À LÂCHE, HUMIDE	☒	CF-4	0		6-7-7-7-5	14										
				☒	CF-5	23		5-14-13-6-5	27										
				☒	CF-6	17		2-4-2-3-3	6										
				☒	CF-7	20		2-3-3-5-5	6										
				☒	CF-8	7		4-4-4-4-4	8										
				☒	CF-9	13		5-2-2-1-2	4										
				☒	CF-10	13		1-2-1-3-55/10cm	R										
25	7,32	-1,78	SOL NATUREL : SABLE SILTEUX ET GRAVELEUX, TRÈS DENSE																
			SOCLE ROCHEUX : GRANITE, GRIS-NOIR À ROSÉ-NOIRE, DE MAUVAISE QUALITÉ		CR-11	89		RQD = 37%											
			FIN DU FORAGE																
30	9,0	-3,46																	



FORAGE No: F2010-2
ÉLÉVATION: 8,54 m

RAPPORT DE FORAGE
 Feuille 1 de 2

CLIENT: CIMA +
 PROJET: RÉFECTION DES QUAIS - BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC
 LOCALISATION: BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC (QUÉBEC)
 DÉCRIT PAR: J. CHARETTE VÉRIFIÉ PAR: G. DIONNE, ing., M. Sc.
 DATE (DÉBUT): 2 DÉCEMBRE 2010 DATE (FIN): 11 DÉCEMBRE 2010

LÉGENDE

- CF CUILLÈRE FENDUE
- TM TUBE À PAROI MINCE
- CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- NIVEAU D'EAU

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLON				RÉSULTATS DES ESSAIS												
PROFONDEUR	ÉLÉVATION	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉTAT	TYPE ET NUMÉRO	RÉCUPÉRATION	AUTRES ESSAIS	COUPS 6 po/15 cm ou RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	Scissomètre (Cu) ▲ Chantier Sensibilité (S) ■ Lab.									
										○ Teneur en eau (%) — Limites d'Atterberg (%) ● Indice "N" (coups/12 po-30 cm)									
Pieds	Mètres	8,54				%			N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
0			DESSUS DU BÉTON																
20			EAU (NIVEAU APPROXIMATIF)																
40	12,0																		
45	13,0																		
50	15,0 15,10	-6,56	FOND MARIN BLOC DE ROC ROSÉ (ENROCHEMENT)	<input checked="" type="checkbox"/>	CF-1	0		---	---										
55	16,0				CR-2	58		---											
60	17,0 18,0				CR-3	43		---											



FORAGE No: F2010-5
ÉLÉVATION: 6,06 m

RAPPORT DE FORAGE
 Feuille 1 de 1

CLIENT: CIMA +
 PROJET: RÉFECTION DES QUAIS - BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC
 LOCALISATION: BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC (QUÉBEC)
 DÉCRIT PAR: J. CHARETTE VÉRIFIÉ PAR: G. DIONNE, ing., M. Sc.
 DATE (DÉBUT): 14 DÉCEMBRE 2010 DATE (FIN): 14 DÉCEMBRE 2010

LÉGENDE

- CF CUILLÈRE FENDUE
- TM TUBE À PAROI MINCE
- CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- NIVEAU D'EAU

COUPE STRATIGRAPHIQUE			ÉCHANTILLON			RÉSULTATS DES ESSAIS															
PROFONDEUR Pieds / Mètres	ÉLÉVATION	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉTAT	TYPE ET NUMERO	RÉCUPÉRATION	AUTRES ESSAIS	COUPS 6 po/15 cm ou RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	Scissomètre (Cu) ▲ Chantier Sensibilité (S) ■ Lab. ○ Teneur en eau (%) + Limites d'Atterberg (%) ● Indice "N" (coups/12 po-30 cm)											
										N	10	20	30	40	50	60	70	80	90		
0	6,06		DESSUS DU BÉTON			%			N												
9,70	-3,64		FOND MARIN																		
9,75	-3,69	+ +	ACIER D'ARMATURE (ANCIEN ANCRAGE DE QUAI)		CR-1	40		---													
10,0		+ +	SOCLE ROCHEUX : GRANITE, ROSÉ ET NOIRE, DE MAUVAISE À MOYENNE QUALITÉ		CR-2	73		RQD = 37%													
35		+ +			CR-3	100		RQD = 59%													
11,0		+ +																			
12,0		+ +																			
40		+ +																			
13,0		+ +																			
13,13	-7,07	+ +	FIN DU FORAGE																		
45																					
14,0																					
50																					
15,0																					
55																					
16,0																					
17,0																					
18,0																					
60																					



FORAGE No: F2010-6
ÉLÉVATION: 5,75 m

RAPPORT DE FORAGE
 Feuille 1 de 2

CLIENT: CIMA +
 PROJET: RÉFECTION DES QUAIS - BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC
 LOCALISATION: BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC (QUÉBEC)
 DÉCRIT PAR: J. CHARETTE VÉRIFIÉ PAR: G. DIONNE, ing., M. Sc.
 DATE (DÉBUT): 30 NOVEMBRE 2010 DATE (FIN): 30 NOVEMBRE 2010

LÉGENDE

- CF CUILLÈRE FENDUE
- TM TUBE À PAROI MINCE
- CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- NIVEAU D'EAU

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON				RÉSULTATS DES ESSAIS												
PROFONDEUR		ÉLÉVATION	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉTAT	TYPE ET NUMERO	RÉCUPÉRATION	AUTRES ESSAIS	COUPS 6 po/15 cm ou RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	Scissomètre (Cu) ▲ Chantier Sensibilité (S) ■ Lab. ○ Teneur en eau (%) — Limites d'Atterberg (%) w _p w _L ● Indice "N" (coups/12 po-30 cm)									
Pieds	Mètres	5,75					%			N	10	20	30	40	50	60	70	80	90	
0				DESSUS DU BÉTON																
				EAU (NIVEAU APPROXIMATIF)																
				FOND MARIN																
				SOL NATUREL : SABLE, TRACES À UN PEU DE SILT, TRACES DE GRAVIER, GRIS, DENSE À COMPACT À LÂCHE, SATURÉ		CF-2	47		18-20-21-22-26	41										
						CF-3	70		18-25-36-36-41	61										
						CF-4	73		9-12-5-6-7	17										
						CF-5	40		3-3-1-1-4	4										
				SABLE, TRACES DE SILT, UN PEU DE COQUILLAGES, GRIS, LÂCHE À COMPACT, SATURÉ		CF-6	30		2-2-2-6-4	4										
						CF-7	90		2-1-5-7-5	6										
						CF-8	13		5-4-6-8-9	10										
						CF-9	93		4-5-5-12-10	5										
						CF-10	100		1-4-75/1cm	R										



FORAGE No: F2010-6
ÉLÉVATION: 5,75 m

RAPPORT DE FORAGE
 Feuille 2 de 2

CLIENT: CIMA +
 PROJET: RÉFECTION DES QUAIS - BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC
 LOCALISATION: BAIE-SAINTE-CATHERINE / TADOUSSAC (QUÉBEC)
 DÉCRIT PAR: J. CHARETTE VÉRIFIÉ PAR: G. DIONNE, ing., M. Sc.
 DATE (DÉBUT): 30 NOVEMBRE 2010 DATE (FIN): 30 NOVEMBRE 2010

LÉGENDE

- CF CUILLÈRE FENDUE
- TM TUBE À PAROI MINCE
- CR CAROTTIER DIAMANTÉ
- NIVEAU D'EAU

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON			RÉSULTATS DES ESSAIS															
PROFONDEUR	ÉLÉVATION	STRATIGRAPHIE	DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC	ÉTAT	TYPE ET NUMÉRO	RÉCUPÉRATION	AUTRES ESSAIS	COUPS 6 po/15 cm ou RQD	INDICE DE PÉNÉTRATION	Scissomètre (Cu) ▲ Chantier Sensibilité (S) ■ Lab. ○ Teneur en eau (%) □ Limites d'Atterberg (%) w _p w _L ● Indice "N" (coups/12 po-30 cm)												
										N	10	20	30	40	50	60	70	80	90			
Pieds	Mètres	-12,54				%				N												
60	18,60	-12,85	SABLE, TRACES DE SILT, UN PEU DE COQUILLAGES, GRIS, LÂCHE À COMPACT, SATURÉ	<input checked="" type="checkbox"/>	CF-10	100		1-4-75/1cm	R													
	19,0		SOCLE ROCHEUX : GRANITE, GRIS-NOIRE À ROSÉ-NOIRE, DE MOYENNE QUALITÉ	<input checked="" type="checkbox"/>																		
65	20,0				CF-10	100		RQD = 67%														
	20,60	-14,85	FIN DU FORAGE																			
70	21,0																					
	22,0																					
75	23,0																					
	24,0																					
80	25,0																					
	26,0																					
85	27,0																					
90																						

ANNEXE III

Photographies

CIMA +
Réfection des débarcadères
Baie-Ste-Catherine / Tadoussac (Québec)



Forage F2010-1



Forage F2010-1

CIMA +
Réfection des débarcadères
Baie-Ste-Catherine / Tadoussac (Québec)



Forage F2010-2



Forage F2010-2

CIMA +
Réfection des débarcadères
Baie-Ste-Catherine / Tadoussac (Québec)



Forage F2010-3



Forage F2010-3

**CIMA +
Réfection des débarcadères
Baie-Ste-Catherine / Tadoussac (Québec)**



Forage F2010-5



Forage F2010-5

**CIMA +
Réfection des débarcadères
Baie-Ste-Catherine / Tadoussac (Québec)**



Forage F2010-6



Forage F2010-6



Référence no Q023092-A1

Rimouski, le 28 mai 2012

Monsieur Olivier Gauthier, ing., PMP
Associé, chargé de projet
Cima +
2, rue St-Germain Est, bureau 500
Rimouski (Québec) G5L 8T7

Objet: Réalisation de trois (3) forages
Réfection du débarcadère de Baie-Ste-Catherine
Embouchure de la rivière Saguenay, Québec

Monsieur,

Par la présente, vous trouverez les résultats des trois (3) forages effectués au site mentionné en titre. La position de ces forages est illustrée sur votre plan transmis par courriel le 10 mai dernier.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction. N'hésitez pas à communiquer avec nous pour de plus amples renseignements.

INSPEC-SOL INC.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'GD' followed by a flourish.

Guy Dionne, ing., M.Sc.
Vice-président

GD/eb

Par courriel (olivier.gauthier@cima.ca)

Annexe

- ◆ Rapports de forages

DESCRIPTION DES SOLS ET DU ROC:

Chacune des couches de mort-terrain est décrite selon la terminologie d'usage énumérée ci-après. La compacité des sols granulaires est définies par la valeur de l'indice de pénétration standard "N", et la consistance des sols cohérents par la résistance au cisaillement non drainé à l'état non remanié (Cu).









<u>CLASSIFICATION</u>	<u>(SYSTÈME UNIFIÉ)</u>
Argile <0,002 mm	Fin 0,075 à 0,425 mm
Silt 0,002 à 0,075 mm	Moyen 0,425 à 2,0 mm
Sable 0,075 à 4,75 mm	Grossier 2,0 à 4,75 mm
Gravier 4,75 à 75 mm	Fin 4,75 à 19 mm
Cailloux 75 à 300 mm	Grossier 19 à 75 mm
Blocs > 300 mm	

<u>TERMINOLOGIE</u>	
"Traces"	1 à 10%
"Un peu"	10 à 20%
Adjectif (silteux, sableux, etc.)	20 à 35%
"Et"	35 à 50%

<u>COMPACTITÉ DES SOLS GRANULAIRES</u>	<u>INDICE DE PÉNÉTRATION STANDARD "N"</u> (Coups/pi. - 300mm)
Très lâche	0 à 4
Lâche	4 à 10
Compact	10 à 30
Dense	30 à 50
Très dense	>50

<u>CONSISTANCE DES SOLS COHÉRENTS</u>	<u>RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT (Cu)</u>	
	(lb./pi. ²)	(kPa)
Très molle	<250	<12
Molle	250 à 500	12 à 25
Ferme	500 à 1000	25 à 50
Raïde	1000 à 2000	50 à 100
Très raïde	2000 à 4000	100 à 200
Dure	>4000	>200

<u>INDICE DE QUALITÉ DU ROC</u>	<u>QUALIFICATIF</u>
VALEUR "RQD" (%)	
<25	Très mauvais
25 à 50	Mauvais
50 à 75	Moyen
75 à 90	Bon
>90	Excellent

<u>SYMBOLES DE LA STRATIGRAPHIE</u>			
			
Sable	Gravier	Cailloux et/ou blocs	Roc
			
Silt	Argile	Terre Végétale	Remblai

ÉCHANTILLONS:

TYPE ET NUMÉRO

Le type d'échantillonneur utilisé est défini par l'abréviation indiquée au rapport de sondage. La numérotation est continue pour chacun des types.

RÉCUPÉRATION

La récupération de l'échantillon est le rapport exprimé en pourcentage de la longueur récupérée dans l'échantillonneur à la longueur enfoncée.

RQD

Les indices de qualité du roc (Roc Quality Designation ou RQD) sont définis comme étant le rapport exprimé en pourcentage de la longueur cumulée de tous les fragments de carottes de 4 pouces (10cm) ou plus à la longueur totale de la course.

ESSAIS DE CHANTIER:

N: Indice de pénétration standard	Nc: Indice de pénétration dynamique au cône	k: Perméabilité
R: Refus à l'enfoncement	Cu: Résistance au cisaillement non drainé	ABS: absorption (eau sous pression)
	Pr : Pressiomètre	

ESSAIS DE LABORATOIRE:

Ip : Indice de plasticité	SD: Sédimentométrie	A : Limites d'Atterberg	C : Consolidation
Wi : Limite liquide	G : Analyse granulométrique	w : Teneur en eau	CS : Cône Suédois
Wp: Limite plastique		y : Poids volumique	AC : Analyse chimique



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-2012-1**

CLIENT: CIMA +	COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m)	▼ - NIVEAU D'EAU
PROJET: Réfection du débarcadère	X : 362158.2 Y : 5332258.4	Date : Profondeur (m) :
LOCALISATION: Baie Sainte-Catherine (Québec)		Plan de localisation : Q023092-A1-2
DÉCRIT PAR: J. Charette	VÉRIFIÉ PAR: G. Dionne, ing., M. Sc.	
Type de forage : Calibre du carottier : Type de marteau : Rapport d'énergie : Date (début) : 2012-05-16 Date (fin) : 2012-05-16	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu
		ESSAIS RÉALISÉS AG: analyse granulométrique AC: analyse chimique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé S _r : sensibilité Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS												
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) Δ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique										
0,0	0,00		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau	
9.00	-9.00		Eau (Élévation variable)																		
12.05	-12.05		Sol naturel : Cailloux et/ou blocs, rosé et noir		CR-1	34				0											
13.39	-13.39		Socle rocheux : Gneiss granitique, gris-noir et rosé, fracturé, très mauvaise qualité		CR-2	100				0											
					CR-3	100				0											
					CR-4	100				0											
					CR-5	100				0											
					CR-6	100				15											

FRANÇAIS - FORAGES METRES Q023092-A1-F.G.P.J. INSPECSOL2009.GDT 5-28-12



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: F-2012-1

CLIENT: CIMA +	COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m)	▼ - NIVEAU D'EAU Date : Profondeur (m) :
PROJET: Réfection du débarcadère	X : 362158.2 Y : 5332258.4	
LOCALISATION: Baie Sainte-Catherine (Québec)	DÉCRIT PAR: J. Charette	VÉRIFIÉ PAR: G. Dionne, ing., M. Sc.
Type de forage : Calibre du carottier : Type de marteau : Rapport d'énergie : Date (début) : 2012-05-16 Date (fin) : 2012-05-16	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu
ESSAIS RÉALISÉS AG: analyse granulométrique AC: analyse chimique W _L : limite liquide W _p : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé S _r : sensibilité Dup: éch. duplicata prélevé		

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON						RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique										
0,0	0,00		Surface du sol									10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau
18.00	-18.00		Socle rocheux :Gneiss granitique, gris-noir et rosé, fracturé, très mauvaise qualité		CR-7	100				14											
18.72	-18.72		Fin du forage																		
19.0																					
20.0																					
21.0																					
22.0																					
23.0																					
24.0																					
25.0																					
26.0																					

FRANÇAIS - FORAGES METRES Q023092-A1-F.GP.J INSPEC SOL 2009.GDT 5-28-12



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-2012-2**

CLIENT: CIMA +	COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m)	▼ - NIVEAU D'EAU
PROJET: Réfection du débarcadère	X : 362152.9 Y : 5332263.1	Date : Profondeur (m) :
LOCALISATION: Baie Sainte-Catherine (Québec)		Plan de localisation : Q023092-A1-2
DÉCRIT PAR: J. Charette	VÉRIFIÉ PAR: G. Dionne, ing., M. Sc.	
Type de forage : Calibre du carottier : Type de marteau : Rapport d'énergie : Date (début) : 2012-05-15 Date (fin) : 2012-05-15	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu
		ESSAIS RÉALISÉS AG: analyse granulométrique AC: analyse chimique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé S _r : sensibilité Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS												
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) W _P W _L Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique										
0,0	0,00		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau	
9.00	-9.00		Eau (Élévation variable)																		
13.74	-13.74		Socle rocheux :Gneiss granitique, gris-noir et rosé, fracturé, très mauvaise qualité		CR-1	100				0											
					CR-2	100				7											
					CR-3	100				0											

FRANÇAIS - FORAGES METRES Q023092-A1-F.G.P.J. INSPECSOL2009.GDT 5-28-12



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-2012-2**

CLIENT: CIMA +	COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m)	▼ - NIVEAU D'EAU
PROJET: Réfection du débarcadère	X : 362152.9 Y : 5332263.1	Date : Profondeur (m) :
LOCALISATION: Baie Sainte-Catherine (Québec)		Plan de localisation : Q023092-A1-2
DÉCRIT PAR: J. Charette	VÉRIFIÉ PAR: G. Dionne, ing., M. Sc.	
Type de forage : Calibre du carottier : Type de marteau : Rapport d'énergie : Date (début) : 2012-05-15 Date (fin) : 2012-05-15	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu
		ESSAIS RÉALISÉS AG: analyse granulométrique AC: analyse chimique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé S _r : sensibilité Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS												
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ◻ Limites d'Atterberg (%) ◻ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique										
0,0	0,00		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau	
18.00	-18.00		Socle rocheux :Gneiss granitique, gris-noir et rosé, fracturé, très mauvaise qualité		CR-4	100				0											
18.77	-18.77		Fin du forage																		
19.0																					
20.0																					
21.0																					
22.0																					
23.0																					
24.0																					
25.0																					
26.0																					

FRANÇAIS - FORAGES METRES Q023092-A1-F.GP.J INSPEC SOL 2009.GDT 5-28-12

Voir la note explicative ci-jointe pour la liste complète des symboles et abréviations



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-2012-3**

CLIENT: CIMA +	COORDONNÉES GÉODÉSIQUES (MTM, NAD-83) (m)	▼ - NIVEAU D'EAU Date : Profondeur (m) :
PROJET: Réfection du débarcadère	X : 362159.8 Y : 5332264.3	
LOCALISATION: Baie Sainte-Catherine (Québec)	Plan de localisation : Q023092-A1-2	
DÉCRIT PAR: J. Charette	VÉRIFIÉ PAR: G. Dionne, ing., M. Sc.	
Type de forage : Calibre du carottier : Type de marteau : Rapport d'énergie : Date (début) : 2012-05-16 Date (fin) : 2012-05-16	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu
ESSAIS RÉALISÉS AG: analyse granulométrique AC: analyse chimique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé S _r : sensibilité Dup: éch. duplicata prélevé		

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS												
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique										
0,0	0,00		Surface du sol									10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau
9.00	-9.00		Eau (Élévation variable)																		
11.63	-11.63		Sol naturel : Cailloux et/ou blocs, gris-noir		CR-1	33				0											
13.82	-13.82		Socle rocheux : Gneiss granitique, gris-noir et rosé, fracturé, très mauvaise qualité		CR-2	48				0											
15.0					CR-3	100				13											
16.0					CR-4	100				43											
17.0					CR-5	100				0											

FRANÇAIS - FORAGES METRES Q023092-A1-F.G.P.J. INSPECSOL2009.GDT 5-28-12



RAPPORT DE FORAGE

FORAGE No: **F-2012-3**

CLIENT: CIMA +	COORDONNÉES GÉODÉSQUES (MTM, NAD-83) (m)	▼ - NIVEAU D'EAU
PROJET: Réfection du débarcadère	X : 362159.8 Y : 5332264.3	Date : Profondeur (m) :
LOCALISATION: Baie Sainte-Catherine (Québec)		Plan de localisation : Q023092-A1-2
DÉCRIT PAR: J. Charette	VÉRIFIÉ PAR: G. Dionne, ing., M. Sc.	
Type de forage : Calibre du carottier : Type de marteau : Rapport d'énergie : Date (début) : 2012-05-16 Date (fin) : 2012-05-16	TYPE ÉCHANTILLON CF(E) - Cuillère fendue (Environnement) CR(E) - Carottier diamanté TA(E) - Tarière TEE - Tube Échantillonnage Environnement TM - Tube à paroi mince VR(E) - Vrac	ÉTAT ÉCHANTILLON <input checked="" type="checkbox"/> Remanié <input checked="" type="checkbox"/> Intact <input type="checkbox"/> Forage au diamant <input checked="" type="checkbox"/> Perdu
		ESSAIS RÉALISÉS AG: analyse granulométrique AC: analyse chimique W _L : limite liquide W _P : limite plastique w : teneur en eau C _u : cisaillement non drainé S _r : sensibilité Dup: éch. duplicata prélevé

COUPE STRATIGRAPHIQUE				ÉCHANTILLON					RÉSULTATS DES ESSAIS											
Profondeur (m)	Élévation (m)	Symbole	Stratigraphie	État	Type et Numéro	Récupération %	Autres Essais	PID (ppm)	Coups par 6 po / 15 cm (calibre)	N ou RQD	○ Teneur en eau (%) △ C _u (Terrain, kPa) ▭ Limites d'Atterberg (%) □ C _u (Lab, kPa) ● Indice "N" standard ▲ Indice "N _c " dynamique									
0,0	0,00		Surface du sol								10	20	30	40	50	60	70	80	90	Niveau d'eau
18.00	-18.00		Socle rocheux :Gneiss granitique, gris-noir et rosé, fracturé, très mauvaise qualité		CR-6	100				14										
19.40	-19.40		Fin du forage																	
19.00																				
20.00																				
21.00																				
22.00																				
23.00																				
24.00																				
25.00																				
26.00																				

FRANÇAIS - FORAGES METRES Q023092-A1-F.GP.J INSPEC SOL 2009.GDT 5-28-12