

Final



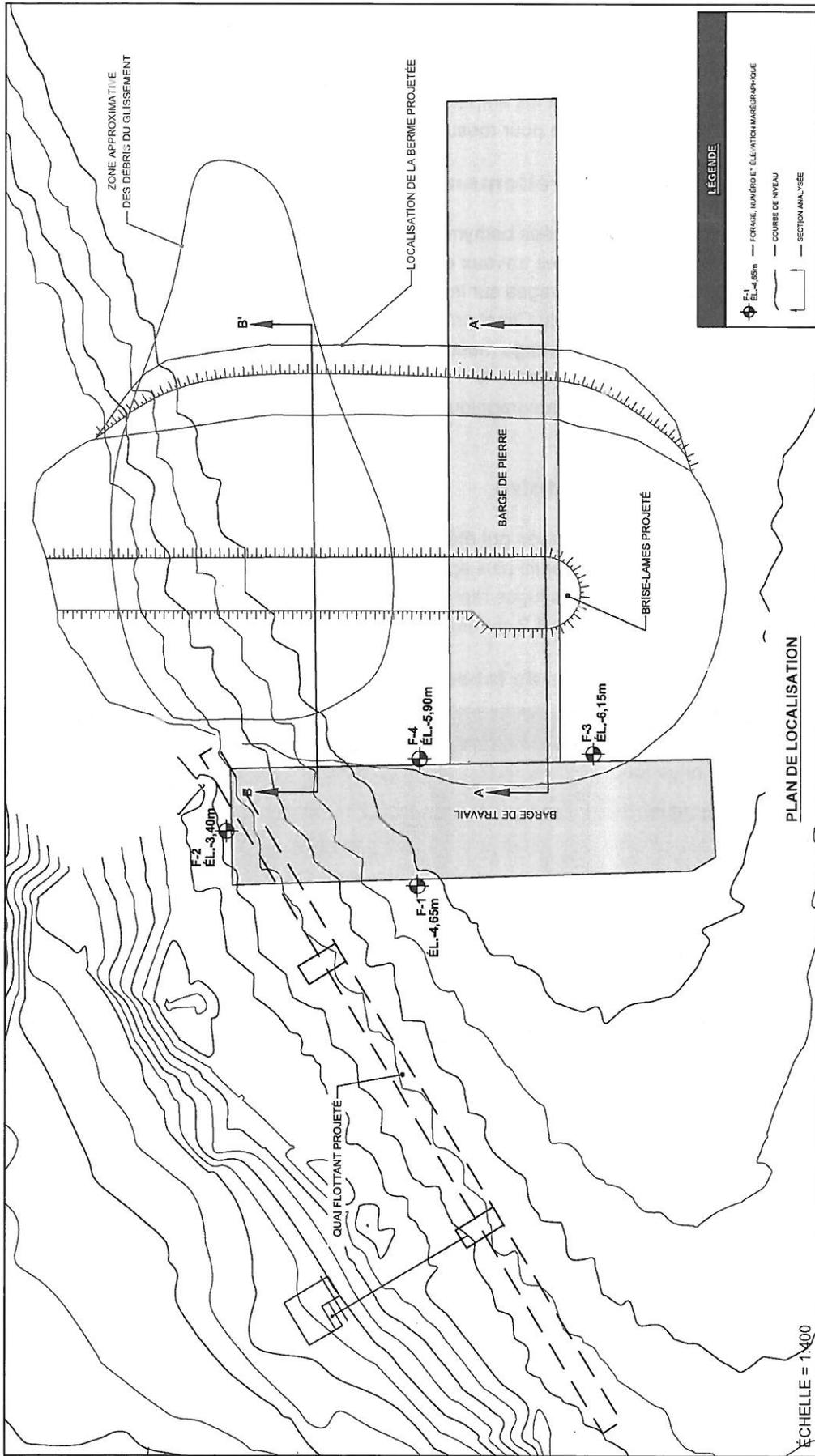
## Expertise géotechnique

Rupture d'un brise-lames en construction

Havre de Harrington Harbour

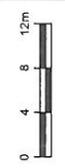
# Table des matières

1.	Introduction	1
2.	Mise en situation	1
3.	Description du mandat	2
4.	Travaux d'investigation géotechnique	2
4.1	Contexte géologique	2
4.2	Forages stratigraphiques	3
4.3	Profil au scissomètre	4
4.4	Installation piézométrique	5
4.5	Localisation et nivellement	5
4.6	Travaux en laboratoire	5
5.	Description sommaire des sols	5
5.1	Sable silteux	6
5.2	Argile et silt à silt et argile	6
5.3	Sable silteux	7
5.4	Sable traces de silt et de gravier	7
5.5	Roc	7
6.	Eau souterraine	7
7.	Analyses des causes probables de la rupture	8
7.1	Configuration du brise-lames lors de la rupture	8
7.2	Conditions d'analyse	8
7.3	Paramètres de calculs	9
7.4	Conditions de l'eau souterraine	9
7.5	Coefficient de sécurité minimal ciblé	10
7.6	Analyse des circonstances de la rupture	10
7.6.1	Résultats des analyses de stabilité	10
7.6.2	Conclusions sur les causes probables de la rupture	10
7.7	Analyses des conditions projetées	11
7.7.1	Cas 3 - Section A-A' selon la géométrie finale projetée	11
7.7.2	Section B-B' selon la géométrie finale projetée	11
7.7.3	Conclusions des analyses des conditions finales projetées	11
7.8	Reconstruction du brise-lames	11
7.8.1	Dragage des matériaux jugés lâches ou mous	12
7.8.2	Renforcement des sols	12
7.8.3	Amélioration des sols par préchargement	12
7.8.4	Construction sur pieu	12
7.8.5	Structure en palplanches	12
7.8.6	Structure flottante	13
7.9	Commentaires sur les fondations du quai flottant	13



11107695-A1  
13 NOVEMBRE 2015

**RÉFÉRENCE:**  
TOUTES LES INFORMATIONS RELATIVES AUX CONDITIONS  
EXISTANTES DU SITE PROVIENNENT DU PLAN FOURNI PAR  
LE CLIENT.



HARRINGTON HARBOUR, QUÉBEC  
HAVRE DE HARRINGTON HARBOUR  
EXPERTISE GÉOTECHNIQUE, RUPTURE D'UN BRISÉ-LAMES EN CONSTRUCTION 11107695-A1-1

#### 4.4 Installation piézométrique

Considérant les conditions du site et les emplacements des forages, aucune installation piézométrique n'a été mise en place pour mesurer les conditions d'eau souterraine.

#### 4.5 Localisation et nivellement

Un plan du site présentant les données bathymétriques nous a été transmis par les représentants du Client préalablement au début des travaux afin de positionner les sondages. Par la suite, les relevés des positions finales des forages sur le site ainsi que toutes informations pertinentes ont été effectués par l'équipe d'arpentage du Client présente sur le site pendant toute la durée des travaux d'investigation. Les données d'arpentage mesurées présentées dans ce rapport se réfèrent au système géodésique N.A.D.83, Projection M.T.M, Fuseau 3. Il est à noter que toutes les élévations présentées dans ce rapport sont marégraphiques, c'est-à-dire qu'elles se réfèrent au *zéro des cartes*.

#### 4.6 Travaux en laboratoire

Tous les échantillons de sols récupérés ont été transportés à notre laboratoire de Rimouski, où ils ont fait l'objet d'une description visuelle plus approfondie en laboratoire par un ingénieur en géotechnique. Certains échantillons jugés représentatifs ont été sélectionnés et soumis aux essais de laboratoire listés dans le tableau 4.2 ci-dessous.

**Tableau 4.2 Liste des essais de laboratoire**

Essai	Norme	Nombre
Teneur en matière organique	LC 31-228	5
Analyse granulométrique	LC 21-040	4
Sédimentométrie	NQ 2501-025	7
Détermination de la teneur en eau	LC 21-021	5
Limite d'Atterberg	NQ 2501-092	5
Essai de compression sur carotte de roc	ASTM D7012-D4543	2

Les échantillons récupérés dans les forages seront conservés pour une période d'un (1) mois à partir de la date d'émission du présent rapport, après quoi ils seront détruits, à moins d'avis contraire de votre part.

## 5. Description sommaire des sols

Les sols rencontrés sont brièvement décrits ci-dessous. Pour plus de détails sur les conditions stratigraphiques du site, le lecteur pourra consulter les rapports des forages et sondages inclus à l'annexe B.

## 5.1 Sable silteux

En surface du fond marin, on retrouve une couche de matériaux composés de sable avec un peu de silt à silteux contenant des traces d'argile et de gravier. Les enveloppes granulométriques des échantillons prélevés dans ce dépôt sont montrées à l'annexe C.

Les épaisseurs mesurées de ce dépôt sont de 3,69 m, 3,05 m et 1,72 m respectivement en F-1, F-2 et F-3. Il est à noter que l'épaisseur de ce dépôt n'a pas été mesurée en F-4.

Ce dépôt est dans un état de compacité très lâche avec des valeurs d'indice N de pénétration standard inférieures à 1 coup pour 300 mm de pénétration. Le carottier fendu a souvent pénétré ce dépôt sous le poids du marteau uniquement (sans battage).

Des teneurs en matières organiques comprises entre 1,1 et 2,7 % ont été mesurées sur des échantillons prélevés en F-1, F-2 et F-3.

Selon les informations qui nous ont été transmises, ce dépôt a été partiellement excavé sous l'emprise du quai flottant et entreposé à proximité du site. Un échantillon de ces matériaux a été prélevé dans le tas présent et a été soumis à une analyse granulométrique (photo 4 de l'annexe E). Les résultats de cette analyse indiquent qu'il s'agit d'un sable silteux avec traces de gravier. Sa teneur en matières organiques mesurée est de 1,2 %.

## 5.2 Argile et silt à silt et argile

Sous le dépôt de sable silteux décrit ci-dessus, on retrouve une couche de nature cohérente. Les analyses sédimentométriques effectuées sur des échantillons prélevés dans ce dépôt indiquent qu'il est composé de silt et argile à argile et silt avec traces de sable (voir l'enveloppe granulométrique de l'échantillon CF-4 du forage F-3 présentée à l'annexe C). Il est à noter que la teneur en coquillages était élevée à certaines profondeurs dans ce dépôt et qu'une telle teneur altère quelque peu la distribution granulométrique des échantillons testés.

Les résistances au cisaillement mesurées dans ce dépôt indiquent qu'il est de consistance molle à très molle avec des valeurs généralement comprises entre 9 et 25 kPa. Certaines valeurs supérieures à 25 kPa ont été mesurées localement dans le sondage SC-4, mais nous soupçonnons la présence de coquillages d'être à l'origine de telles valeurs.

Les résultats des mesures de limites de consistance effectuées sur des échantillons prélevés dans ce dépôt sont résumés dans le tableau 5.1 ci-dessous.

**Tableau 5.1 Résultats des mesures des limites de consistance**

Forage	Échantillon	Teneur en eau naturelle $w_o$ (%)	Limite de plasticité $w_P$ (%)	Limite de liquidité $w_L$ (%)	Indice de plasticité $I_P$ (%)	Indice de liquidité $I_L$	Type USCS <sup>1</sup>
F-2	CF-5	58,4	29	51	22	1,34	CH/OH
	CF-7	54,4	27	52	25	1,10	CH
F-3	CF-4	78,6	30	62	32	1,52	CH

**Tableau 5.1 Résultats des mesures des limites de consistance**

Forage	Échantillon	Teneur en eau naturelle $w_o$ (%)	Limite de plasticité $w_p$ (%)	Limite de liquidité $w_L$ (%)	Indice de plasticité $I_p$ (%)	Indice de liquidité $I_L$	Type USCS <sup>1</sup>
	CF-8	64,7	28	55	27	1,36	CH
	CF-10	43,7	22	42	20	1,09	CL

<sup>1</sup> : Classification unifiée des sols

Les résultats du tableau 5.1 indiquent que le dépôt en place correspond à un dépôt cohérent de sensibilité élevée. Il est de type CH dans la partie supérieure du dépôt et de type CL dans la partie inférieure (selon la classification unifiée des sols - USCS).

Les épaisseurs de ce dépôt ont été estimées (de manière relativement précise) en F-1 et F-2 et ont été mesurées en F-3. Elles sont respectivement de 4,24 m, 6,25 m et 6,81 m.

### 5.3 Sable silteux

Sous-jacent au dépôt cohérent, on retrouve en F-3 un dépôt de sable silteux d'une épaisseur de 2,11 m. La courbe granulométrique de l'échantillon CF-12 prélevé dans cette couche est montrée à l'annexe C.

Ce dépôt est lâche avec des valeurs d'indice N de pénétration standard inférieures à 10 coups pour 300 mm de pénétration.

Cette couche n'a pas été atteinte (ou détectée) dans les forages F-1 et F-2.

### 5.4 Sable traces de silt et de gravier

En F-2 et F-3, on retrouve en profondeur une couche de sable avec traces de silt de compacité dense reposant sur le socle rocheux. L'épaisseur de cette couche est de 0,76 m en F-2 (estimée) et de 0,86 m en F-3 (mesurée).

Cette couche n'a pas été atteinte (ou détectée) dans le forage F-1.

### 5.5 Roc

Le roc a été carotté en F-2 et F-3. Il est composé de gneiss rouge à rose de qualité bonne à excellente avec des valeurs de RQD (*Rock Quality Designation*) supérieures à 87 %.

Les résistances à la compression mesurées sur des échantillons prélevés en F-2 (carotte CR-10) et en F-3 (carotte CR-16) sont de 230 MPa et 139 MPa. Les fiches de ces essais sont présentées à l'annexe C.

## 6. Eau souterraine

Tel que mentionné à la section 4.4, aucune installation visant à mesurer les conditions hydrauliques des sols n'a été mise en place.