

AtkinsRéalis



PR3.8 Étude d'impact - Volume 3 tome 4

Étude d'impact environnemental

QSL International Ltée

Février 2025

V/Projet n° : 695075

N/Réf: 695075-4E-L06-00

Distribution : Direction des évaluations
environnementales stratégiques
Ministère de l'Environnement, de la
Lutte contre les changements
climatiques, de la Faune et des Parcs

Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint- Laurent

Volume 3, Tome 4 – Études sectorielles



Table des matières

Volume 3, Tome 4 - Études sectorielles

No	Auteur	Année	Titre	Nb total de pages
Tome 1				
1	AECOM	2015	Centrale thermique de Tracy – Projet de démantèlement – Inventaire des milieux naturel et humain	119
2	AECOM	2016	Centrale thermique de Tracy – Projet de démantèlement – Caractérisation des sédiments	93
3	AtkinsRéalis	2023a	Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy-Secteur Saint-Laurent - Inventaire de couleuvres 2023	26
4	AtkinsRéalis	2023b	Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, secteur Saint-Laurent ; Note technique -Caractérisation du milieu hydrique dans la zone d'étude locale	33
5	AtkinsRéalis	2024a	Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, secteur Saint-Laurent ; Note technique - Milieux naturel dans la zone d'étude locale	26
Tome 2				
6	AtkinsRéalis	2024b	Rapport sectoriel de l'avifaune. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy-Secteur Saint-Laurent	233
7	AtkinsRéalis	2024c	Éclairage et étude photométrique : impact du nouveau terminal portuaire de Sorel et du Port – Projet de construction et d'exploitation d'un nouveau terminal portuaire dans la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy - secteur Saint-Laurent	20
8	AtkinsRéalis	2024d	Étude d'impact sur la circulation du nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy, secteur Saint-Laurent	85
Tome 3				
9	AtkinsRéalis	2024e	Note technique – Modélisation 3D des conditions d'écoulement. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – secteur Saint-Laurent	65
10	AtkinsRéalis	2024f	Étude d'impact sonore. Terminal portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent	39



No	Auteur	Année	Titre	Nb total de pages
11	AtkinsRéalis	2025a	Modélisation de la trajectoire des particules d'hydrocarbures en cas de défaillances. Nouveau terminal portuaire de Sorel-Tracy – secteur Saint-Laurent	60
12	AtkinsRéalis	2025b	Étude de dispersion atmosphérique	165
13	AtkinsRéalis	2025c	Inventaire des émissions de GES	45
Tome 4				
14	Centre de simulation et d'expertise maritime (CSEM)	2022	Simulations de manœuvres en lien avec le projet ZIP Saint-Laurent, à Tracy. Projet Zone industrielle portuaire Saint-Laurent Sorel-Tracy	101
15	Centre de simulation et d'expertise maritime (CSEM)	2023	Simulations de manœuvres projet ZIP Saint-Laurent Tracy – Options A, B, C	77
16	CIMA+	2023b	Étude géotechnique — Construction du nouveau port de Sorel	125
Tome 5				
17	CIMA+	2023c	Caractérisation environnementale de site Phase II, 12125, route Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec)	67
18	CIMA+	2024a	Étude hydraulique, Nouveau port de Sorel – Construction d'un quai	223
19	CIMA+	2024b	Dynamique sédimentaire, Nouveau port de Sorel – Construction d'un quai	24
20	Deloitte	2022	Étude de la contribution économique de QSL dans la région de Sorel-Tracy	19
Tome 6				
21	Deloitte	2024	Étude de retombées économiques : Projet de construction et d'exploitation d'un nouveau terminal portuaire dans la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy – Secteur Saint-Laurent	24
22	Englobe	2018	Suivi environnemental de la qualité de l'eau souterraine 2018 — Travaux de démantèlement de l'ancienne centrale thermique de Sorel-Tracy – Volet 2. Propriété située au 12125, boulevard Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec)	165



No	Auteur	Année	Titre	Nb total de pages
23	EXP	2015	Réhabilitation environnementale des sols, Lot 5 405 221 du Cadastre du Québec, Ancienne centrale thermique. Propriété située au 12125, boulevard Marie-Victorin à Sorel-Tracy (Québec)	94
24	Fabianek	2023	Inventaire acoustique des chiroptères dans la zone industrialo-portuaire de Sorel-Tracy - Compte rendu méthodologique et synthèse des résultats obtenus	20
25	Grand Conseil de la Nation Waban-Aki (GCNWA)	2022	Étude de potentiel archéologique à l'intention de QSL International Ltée dans le cadre des travaux de développement d'un terminal portuaire dans la zone de Sorel-Tracy	33
26	Grand Conseil de la Nation Waban-Aki (GCNWA)	2023	Addenda - Terrain sur le lot 5 405 221 - Rapport à l'intention de QSL International Ltée, ajout à l'étude de potentiel archéologique dans le cadre des travaux de développement d'un terminal portuaire	11
27	Groupe Qualitas	2012	Caractérisation environnementale préliminaire — Phases I et II, fermeture de la centrale thermique Tracy, 12125, boulevard Marie-Victorin, Sorel-Tracy	240
Tome 7				
28	Groupe-conseil Entraco	2015	Rapport de réhabilitation – Poste Tracy, Sorel-Tracy – Projet de démantèlement du poste	90
29	Groupe-conseil Entraco	2018	Terrain de la centrale thermique d'Hydro-Québec, Sorel-Tracy - Vérification diligente relative à l'état environnemental du terrain	24
30	H20 Architecture navale	2024	Avis technique pour les charges d'amarrage pour le nouveau quai QSL à Sorel-Tracy	25
31	SNC-Lavalin	2022	Caractérisation biophysique initiale pour l'installation d'un quai flottant –Inventaires 2021. Zone industrialo-portuaire	249



14. Simulations de manœuvres en lien avec le projet ZIP Saint-Laurent, à Tracy. Projet Zone industrielle portuaire Saint-Laurent Sorel-Tracy



PROJET ZONE INDUSTRIELLE PORTUAIRE SAINT-LAURENT SOREL-TRACY



**Centre de simulation
et d'expertise
maritime**

Juillet 2022

Version finale – 31 août 2022

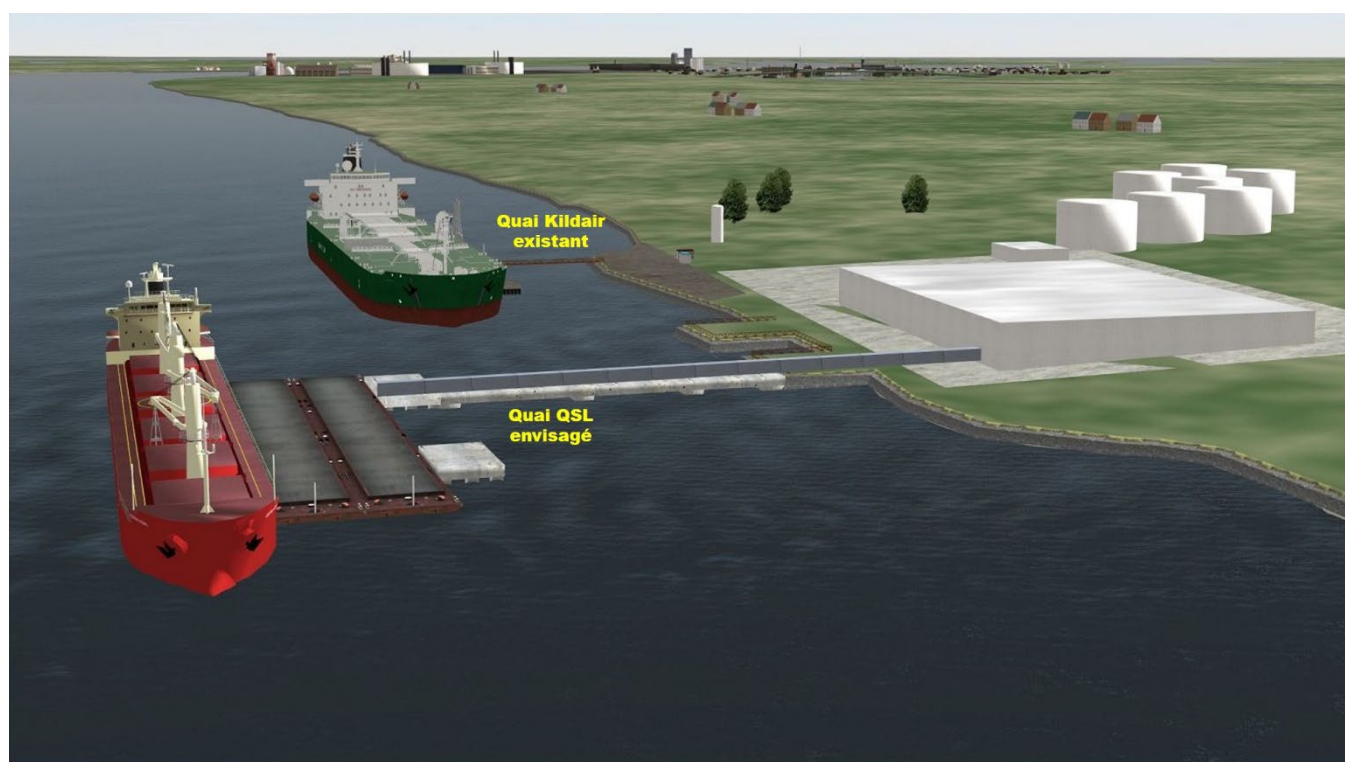


© Juillet 2022 Centre de simulation et d'expertise maritime (CSEM)

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés; toute reproduction d'un extrait quelconque de ce document, par quelque moyen que ce soit, est strictement interdite sans l'autorisation écrite du CSEM.



SIMULATIONS DE MANŒUVRES EN LIEN AVEC LE PROJET ZIP SAINT-LAURENT, À TRACY



Quai de QSL en amont du quai existant de KILDAIR SERVICES

Centre de simulation et d'expertise maritime

Québec, Québec, Canada

www.sim-pilot.com

Juillet 2022

Document révisé le 31 août 2022

- 1- Le terme « Duc-d'albe » (*en ce qui concerne les anciennes installations d'Hydro-Québec*) a été remplacé par : « l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec »;
- 2- Page 14 : coquille corrigée (TKCS04B au lieu de TKSS04B);
- 3- Page 19 : SIM 11, note ajoutée (*Note : pas de remorqueur conventionnel*);
- 4- Page 25 : temps de verbe ajusté;
- 5- Page 30 : ajouts de précisions sur les raisons de l'échec de la manœuvre;
- 6- Page 34 : précision ajoutée sur le type des remorqueurs;
- 7- Page 42 : précisions ajoutées;
- 8- Page 43 : rephrasé et clarifié.

SYNOPSIS

La Direction de QSL, suite à l'achèvement de la phase 1 d'un terminal de manutention multimodal de la zone IP de Sorel-Tracy, se prépare pour la phase 2, c'est-à-dire, la construction et la mise en place d'un quai flottant qui permettra le déchargement de navires. La cargaison de ces navires sera acheminée via un système de convoyeurs à un entrepôt ou ailleurs selon les marchandises débarquées.

QSL a mandaté le CSEM pour effectuer des manœuvres simulées à ce nouveau quai avec comme objectif de s'assurer que les manœuvres pourraient se faire en sécurité et de vérifier si les opérations au quai voisin de Kildair Services pouvaient continuer sans être gênées. Pour ce faire, des appareillages et accostages seront effectués aux deux quais dans des conditions environnementales variables, allant dans certains cas, jusqu'aux limites opérationnelles.

Pour les besoins de cette étude, QSL a fourni au CSEM le plan de cette structure portuaire qui a été intégrée à la base de données du lieu pour fins de simulations.

Les navires choisis pour ces simulations sont représentatifs de ceux qui manœuvrent déjà au quai de Kildair Services, et de ceux attendus au nouveau quai de QSL.

Deux pilotes expérimentés de la Corporation des pilotes du Saint-Laurent central (CPSLC) ont effectué les manœuvres nécessaires à la validation du projet. Les objectifs de ces manœuvres consistaient à :

- Évaluer la faisabilité d'accoster en conditions normales d'opération* aux deux quais;
- Évaluer la faisabilité d'appareiller en conditions normales d'opération aux deux quais;
- Évaluer la faisabilité d'accoster et d'appareiller en conditions normales d'opération lorsqu'un navire est accosté au quai voisin (*en aval ou en amont*);
- Déterminer certaines limites opérationnelles pour le quai de QSL (*les limites opérationnelles sont déjà établies pour le quai de Kildair Services*);
- Déterminer si l'espace de manœuvre d'un remorqueur conventionnel, attaché par le chaumard central avant d'un navire, est suffisant lors des manœuvres au quai de Kildair Services lorsqu'il n'y a pas de navire accosté au quai de QSL;
- Déterminer si l'espace de manœuvre d'un remorqueur conventionnel, attaché par le chaumard central avant d'un navire, est suffisant lors des manœuvres au quai de Kildair Services lorsqu'un navire est accosté au quai de QSL;
- Faire des observations et émettre des recommandations qui permettront de bien cadrer les manœuvres, suite à l'ajout du quai de QSL.

Aux fins de cette étude, dix-huit (18) manœuvres ont été effectuées par les pilotes. La série de manœuvres a eu lieu les 20 et 21 juin 2022 sur le simulateur de navigation du CSEM. Les manœuvres ont été effectuées en conditions variables et certaines limites opérationnelles ont été établies.

Après chaque manœuvre, les observations, commentaires et recommandations des pilotes ont été recueillis et consignés dans ce rapport.

L'étude a démontré qu'en conditions normales d'opération, il était possible d'effectuer des accostages et appareillages en sécurité aux deux (2) quais en autant que certaines conditions, telles que stipulées au chapitre des observations et des recommandations, soient respectées.

Des précisions et explications figurent aussi au chapitre 7 : « Résumé des manœuvres effectuées en temps réel ».

** c.-à-d., vent léger, pas de trafic gênant les manœuvres, pas de glace dans le fleuve, bonne visibilité, équipement de navigation et appareils de manœuvre fonctionnels.*

TABLE DES MATIÈRES

SYNOPSIS	i
1.SURVOL.....	1
2.LE CENTRE DE SIMULATION ET D'EXPERTISE MARITIME (CSEM).....	2
2.1 Résumé des ressources du CSEM.....	2
2.2 Le simulateur complet de navigation	2
3.LIEUX MODÉLISÉS/PRÉPARATION	4
4.NAVIRES MODÉLISÉS.....	6
5.COMPOSITION DE L'ÉQUIPE	11
6.HYPOTHÈSES DE DÉPART	12
7.RÉSUMÉ DES SIMULATIONS EFFECTUÉES EN TEMPS RÉEL.....	14
7.1 Nombre et type de manœuvres complétées.....	14
7.2 Critères d'évaluation.....	15
7.3 Remarques sur les manœuvres dites « Étalon ».....	17
7.4 Description des manœuvres effectuées	18
7.5 Résultats des manœuvres effectuées en temps réel.....	20
8.OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS.....	38
8.1 Observations d'ordre général	38
8.2 Recommandations.....	40
9.CONCLUSION.....	42
ANNEXE 1 Fiches de simulation	43
ANNEXE 2 Fiches techniques des navires.....	62

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Illustration 1: Vue à vol d'oiseau du lieu avant la construction.....	1
Illustration 2: Vue générale de la passerelle A, montrant un porte-conteneurs dans le port de Québec3	
Illustration 3: Vue d'ensemble de la timonerie F.....	3
Illustration 4: Construction projetée constituée d'une passerelle d'accès, de deux ducs-d'Albe et de deux barges côte à côte amarrées aux ducs-d'Albe pour servir de quai	4
Illustration 5: Situation affichée sur le poste de l'opérateur.	5
Illustration 6: Le BKCS01.....	7
Illustration 7: Le IMASAH1.....	7
Illustration 8: Le TANK15.....	7
Illustration 9: Le TKCS04.....	8
Illustration 10: Le TKCS08.....	8
Illustration 11: Points d'attache des remorqueurs	10
Illustration 12: Photo du groupe	12
Illustration 13: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 01).....	20
Illustration 14: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 02).....	21
Illustration 15: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 03).....	22
Illustration 16: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 04).....	23
Illustration 17: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 05).....	24
Illustration 18: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 06).....	25
Illustration 19: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 07).....	26
Illustration 20: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 08).....	27
Illustration 21: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 08).....	28
Illustration 22: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10).....	29
Illustration 23: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10B).....	30
Illustration 24: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10C).	31
Illustration 25: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10D).	32
Illustration 26: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 11).....	33
Illustration 27: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 13).....	34
Illustration 28: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 14).....	35

Illustration 29: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 15).....	36
Illustration 30: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 16).....	37
Illustration 31: Navire de 184 m de longueur, remorqueur conventionnel chaumard central avant	39
Illustration 32: Navire de 184 m de longueur, remorqueur conventionnel sur joue tribord	39
Illustration 33: Ligne de sondes de 10 mètres et empreintes d'un navire appareillant	40

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau des caractéristiques principales des navires utilisés pour l'étude.	6
Tableau 2 : Les membres de l'équipe qui ont mené à bien cette étude.	11
Tableau 3 : Tableau récapitulatif de toutes les manœuvres effectuées.	18

1. SURVOL

La Direction de QSL, en association avec la ville de Sorel-Tracy, projette de construire une infrastructure portuaire flottante en bordure de l'ancienne centrale thermique d'Hydro-Québec.



Illustration 1: Vue à vol d'oiseau du lieu avant la construction

Ce quai permettra aux navires attendus d'y effectuer des opérations de transbordement de marchandises sans empêcher les opérations qui se déroulent déjà au quai de Kildair Services, situé un peu en aval.

De sorte à s'assurer de la faisabilité du projet, QSL a fait appel au CSEM pour effectuer une série de simulations tant au quai Kildair Services qu'au futur quai de QSL. Le but sera de vérifier qu'en conditions normales d'opérations, les navires pourront manœuvrer aux deux quais de façon sécuritaire sans qu'une manœuvre à un quai empêche une manœuvre à l'autre.

Une description des caractéristiques des navires utilisés pour l'étude se trouve à la rubrique « Navires modélisés » ainsi qu'à l'annexe 2.

La série de manœuvres a été effectuée les lundi 20 juin et mardi 21 juin par deux pilotes de la Corporation des pilotes du Saint-Laurent central (CPSLC).

Ce rapport énumère les étapes suivies, décrit les résultats obtenus et formule les recommandations qui découlent des observations des pilotes effectuant les manœuvres.

2. LE CENTRE DE SIMULATION ET D'EXPERTISE MARITIME (CSEM)

2.1 Résumé des ressources du CSEM

Le simulateur complet de navigation appartient à la Corporation des pilotes du Bas Saint-Laurent (CPBSL) et est exploité par le CSEM (*une division de la Corporation*).

Le CSEM a pour mission d'assurer la formation et le perfectionnement des pilotes de la CPBSL et de partager l'expertise acquise en simulation avec les autres pilotes et professionnels du domaine maritime.

2.2 Le simulateur complet de navigation

L'étude a été faite sur le simulateur complet de navigation du CSEM. Ce simulateur est approuvé par la société de classification Dest Norske Veritas (DNV) et certifié classe « A »¹. Il est constitué d'une timonerie, dite intégrée, munie d'instruments de navigation ultramodernes et pourvu d'un champ visuel ininterrompu de 360°.

Trois autres passerelles de navire peuvent être ajoutées au même exercice, ce qui permet une interaction réaliste entre quatre navires. Ces navires supplémentaires sont manœuvrés par des capitaines de remorqueurs et peuvent aussi être manœuvrés par des capitaines de la marine marchande ou militaire. Techniquement, il est aussi possible d'effectuer simultanément quatre (4) exercices différents, un pour chaque timonerie et ce, dans quatre (4) bases géographiques différentes.

¹ DNV Classe A (NAV): Un simulateur de mission intégrale pouvant simuler une opération complète à la passerelle de navigation, notamment la capacité à effectuer des manœuvres avancées dans les voies navigables restreintes. (Ceci implique un poste d'instructeur interactif relié à une ou plusieurs passerelles de navire entièrement équipées avec des visuels de haute qualité, des modèles de navire mathématiques et environnementaux complexes, un système sonore, plusieurs zones d'exercices, plusieurs modèles de navire cibles et contrôlables par le stagiaire).



Illustration 2: Vue générale de la passerelle A



Illustration 3: Vue d'ensemble de la timonerie F.

Note : La timonerie E est identique à celle-ci, alors que la timonerie G simule celle d'un remorqueur.

3. LIEUX MODÉLISÉS/PRÉPARATION

L'outil de développement du CSEM a été utilisé pour modifier la base de données géographiques du lieu, de sorte à intégrer les changements proposés, c'est-à-dire :

- a. Sur la base de données géographiques existantes, le CSEM a modélisé le nouveau quai pour qu'il corresponde aux données fournies par QSL;



Illustration 4: Construction projetée constituée d'une passerelle d'accès, de deux ducs-d'Albe et de deux barges côte à côte amarrées aux ducs-d'Albe pour servir de quai

- b. Le CSEM a intégré à la base de données, un débit de courant de crue 3D (10 400 m³/s), fourni par la firme WSP;
- c. Des vecteurs de courant ont été aussi rajoutés près du quai de Kildair Services;
- d. La bathymétrie a été mise à jour en vertu des plus récents sondages effectués;
- e. Un entrepôt a été modélisé et a remplacé les anciens bâtiments d'Hydro-Québec et les installations de Kildair Services ont été visuellement améliorées;

- f. L'intégration et la validation de tous ces éléments ont été réalisées par l'équipe du CSEM;
- g. La liste des simulations anticipées a été préparée par les pilotes de la CPSLC;
- h. La programmation des exercices sur le simulateur de navigation et leur validation ont été effectuées par l'équipe du CSEM et les pilotes de la CPSLC;
- i. Les navires sélectionnés ont été choisis par les pilotes de la CPSLC. Les pilotes ont tenu compte des navires qui manœuvrent présentement au quai de Kildair Services et de ceux attendus au futur quai de QSL;

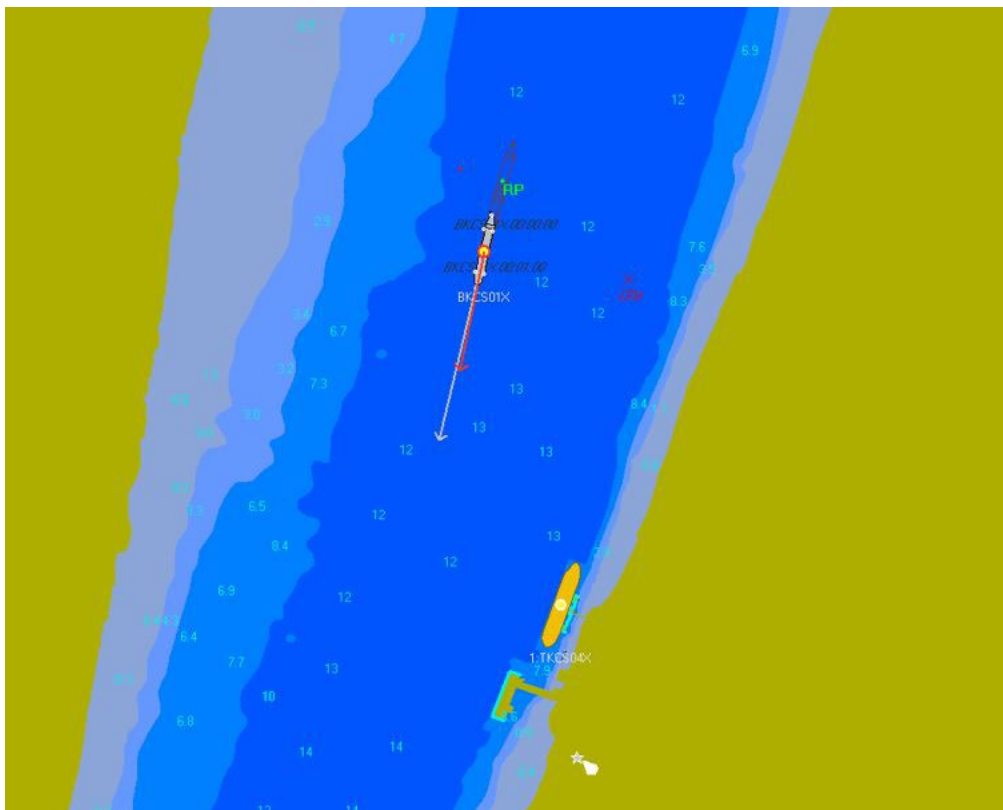


Illustration 5: Situation affichée sur le poste de l'opérateur.

Le vent et le courant sont les facteurs principaux agissant sur l'évolution des navires lors des manœuvres. Les vagues du lieu n'ont pas d'incidence sur la conduite des navires.

4. NAVIRES MODÉLISÉS

Pour cette étude, les navires ont été choisis dans la base de données des navires disponibles du CSEM. Certains ont été utilisés légers et d'autres chargés. Ces navires sont succinctement décrits dans le tableau 1. Les fiches techniques de tous ces navires se trouvent à l'annexe 2. Il est important de spécifier que les remorqueurs étant de type virtuel, les ordres donnés par les pilotes correspondent aux situations réelles vécues soit par un remorqueur conventionnel ou par un remorqueur à propulsion azimuthale.

Pour l'aspect visuel, le remorqueur « TUG 16 » a été utilisé.

Tableau 1 : Tableau des caractéristiques principales des navires utilisés pour l'étude.

NAVIRES	LONG.	LARG.	TIRANT D'EAU Av / AR	DEPLACEMENT	HELICE	GOVERNAIL	PROPULSEUR D'ETRAVE
	m	m	m	Tonnes			
BKCS01	200	23,76	3,5 / 6,48	19 000	Pas fixe Droite	Conventionnel	Oui
IMASAH1B	200	23,76	3,5 / 6,48	19 000	Pas fixe Droite	Conventionnel	Oui
IMASAH1L	200	23,76	8,08 / 8,08	31 680	Pas fixe Droite	Conventionnel	Oui
TANK15B	144,1	23	5,2 / 6,6	14 200	Pas var. Gauche	Becker	Oui
TANK15L	144,1	23	8,25 / 8,55	21 220	Pas var. Gauche	Becker	Oui
TKCS04B	244	42	6 / 8,5	56 816	Pas fixe Droite	Conventionnel	Non
TKCS04X	244	42	10,5 / 10,5	85 512	Pas fixe Droite	Conventionnel	Non
TKCS08P	184	32,2	10,5 / 10,5	48 900	Pas fixe Droite	Conventionnel	Non
REMORQUEURS VIRTUELS							



Illustration 6: Le BKCS01



Illustration 7: Le IMASAH1



Illustration 8: Le TANK15



Illustration 9: Le TKCS04

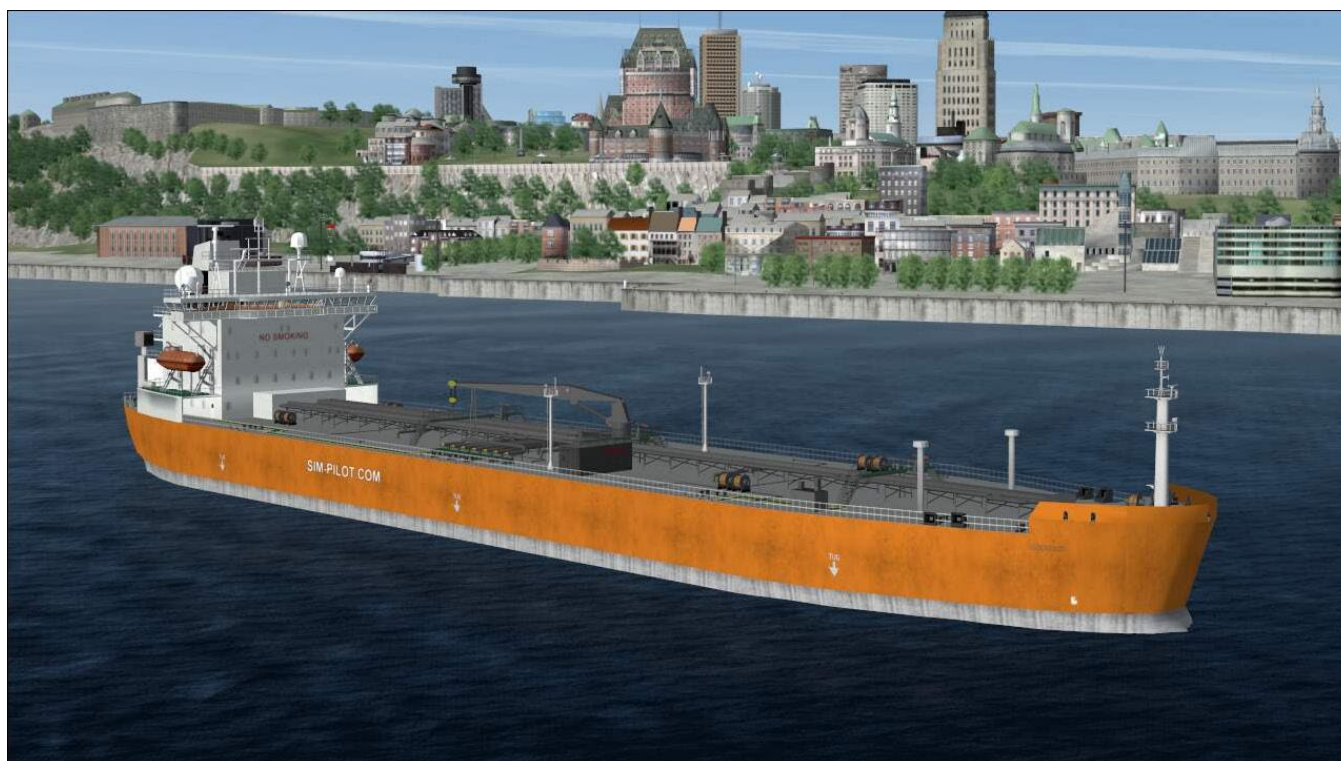


Illustration 10: Le TKCS08

Pour les besoins de ces simulations, les remorqueurs virtuels représenteront :

- 1- Un remorqueur de type ASD (*Azimuth Stern Drive*), puissance au croc de 40 tonnes (*limitée à 36 tonnes vu qu'il travaillera de travers au courant*);
- 2- Un remorqueur conventionnel dont la puissance maximale au croc sera de 25 tonnes.
- 3- Les deux remorqueurs seront contrôlés par l'opérateur du simulateur qui leur fera exécuter les ordres donnés par le pilote.

La terminologie pour désigner les points d'attache des remorqueurs varie selon les endroits, les pays et les particularités locales. Pour éviter toute confusion lors de la lecture de ce rapport, ces points seront décrits comme suit :

- 1- Chaumard avant central;
- 2- Joue tribord;
- 3- Quart avant tribord;
- 4- Milieu tribord;
- 5- Quart arrière tribord;
- 6- Hanche tribord;
- 7- Chaumard central arrière.

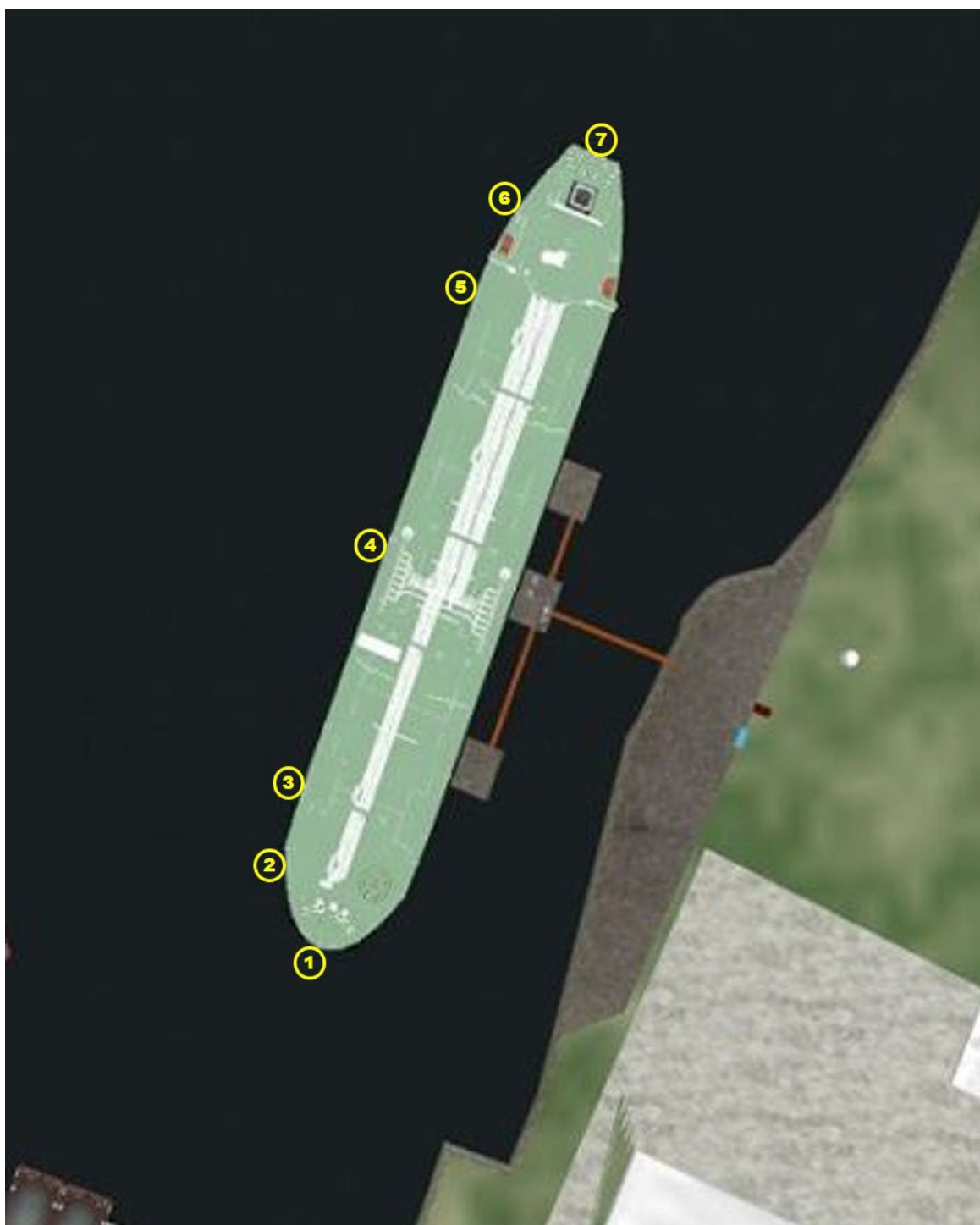


Illustration 11: Points d'attache des remorqueurs

5. COMPOSITION DE L'ÉQUIPE

Tableau 2 : Les membres de l'équipe qui ont mené à bien cette étude.

NOM	FONCTION	ENTREPRISE
François Boulanger	Pilote	CPSLC
Martin Foisy	Pilote	CPSLC
Paul Racicot	Directeur	CSEM
Alain Victor	Rédacteur	CSEM
Marie-Eve Lessard	Opératrice du simulateur	CSEM
Daniel Hriscan	Opérateur du simulateur	CSEM
Ivan Boileau	Vice-président, partenariats stratégiques et gestion des actifs	QSL
Steve Quenneville	Vice-président, Québec Ouest et Centre	QSL
Olivier Rochette	Vice-Président Solutions d'affaires, infrastructures et logistique	QSL
François Paradis	Associé – Chargé de projet principal	CIMA+
Raphael Fulham-Lebrasseur	Ingénieur en structure	CIMA+
Arezki Belounis	Inspecteur en Sécurité Maritime	TC
Cédric Beaumelle	Expert conseil en efficacité et en efficience des transits	APL
Étienne Landry	Expert-conseil en sécurité maritime	APL



Illustration 12: Photo du groupe

6. HYPOTHÈSES DE DÉPART

Lors des réunions et discussions préalables à la validation du projet, une série de scénarios possibles, élaborés par les pilotes, ont été envisagés. Il a été entendu que certains scénarios seraient probablement éliminés ou d'autres ajoutés au vu des résultats obtenus au fil des manœuvres effectuées.

Lors des discussions, il a aussi été entendu que les objectifs principaux seraient les suivants :

- Effectuer des accostages au quai de QSL lorsqu'un navire est accosté au quai de Kildair Services dans le but de vérifier la faisabilité et sécurité d'une telle manœuvre;
- Effectuer des appareillages au quai de QSL lorsqu'un navire est accosté au quai de Kildair Services dans le but de vérifier la faisabilité et sécurité d'une telle manœuvre;
- Effectuer des accostages au quai de Kildair Services lorsqu'un navire est accosté au quai de QSL dans le but de vérifier la faisabilité et sécurité d'une telle manœuvre;
- Effectuer des appareillages au quai de Kildair Services lorsqu'un navire est accosté au quai de QSL dans le but de vérifier la faisabilité et sécurité d'une telle manœuvre;
- Effectuer ces manœuvres sous vents forts, mais néanmoins considérés comme étant en-deçà des limites normalement acceptées pour le secteur;
- Effectuer certaines manœuvres dans le but de tester les limites de vent établies pour le secteur et d'établir certaines limites opérationnelles;

- Effectuer au moins une manœuvre d'approche au quai de Kildair Services en provoquant une panne de machine à un moment crucial, dans le but de vérifier la capacité des remorqueurs de mettre un terme à la manœuvre et de diriger le navire vers un lieu temporaire sûr;
- Utiliser des modèles de navires qui manœuvrent présentement au quai de Kildair Services et de ceux attendus au nouveau quai de QSL;
- Exécuter certaines manœuvres avec l'aide de deux remorqueurs, un de type ASD à l'arrière et un conventionnel à l'avant de sorte à représenter la réalité présente du secteur;
- Utiliser les appareils de manœuvre du navire selon les besoins de chaque manœuvre;
- Porter une attention particulière à l'espace de manœuvre d'un remorqueur conventionnel, attaché par le chaumard central avant d'un navire appareillant du quai de Kildair Services, lorsqu'un navire est accosté au quai de QSL;
- Utiliser le courant de crue pour toutes les manœuvres;
- Effectuer les accostages de sorte à ce que la vitesse latérale d'approche sur le fond soit de 0,2 nœud ou moins lors du contact avec le quai;
- Effectuer les accostages sur le quai QSL à vitesse longitudinale basse sur le fond afin d'éviter un effort de cisaillement trop fort;
- Consigner les commentaires des pilotes qui apparaîtront au sommaire des observations et des recommandations;
- Rédiger les recommandations découlant des observations des pilotes lors des diverses manœuvres.

7. RÉSUMÉ DES SIMULATIONS EFFECTUÉES EN TEMPS RÉEL

7.1 Nombre et type de manœuvres complétées

Pour les besoins de cette étude, dix-huit (18) manœuvres ont été effectuées et réparties comme suit :

- BKCS01X : quatre (4) accostages au quai de QSL;
- IMASAH1L : quatre (4) appareillages du quai de QSL;
- TKCS04X : deux (2) accostages au quai de Kildair Services;
- TKCS04B : trois (3) appareillages du quai de Kildair Services;
- TANK15L : un (1) appareillage du quai Kildair Services;
- TANK15B : un (1) accostage au quai de Kildair Services;
- TANK15B : deux (2) appareillages du quai de Kildair Services;
- TKCS08P : un (1) appareillage du quai de Kildair Services.

Après chaque manœuvre, les observations des pilotes ont été consignées.

Des recommandations ont été formulées et des remarques pertinentes ont été émises, le cas échéant.

Les fiches de simulation indiquent les paramètres techniques des exercices et peuvent aussi contenir des commentaires pris sur le vif par les opérateurs du simulateur. Toutefois, les commentaires émis à la fin des simulations sont consignés au chapitre : Résultat des manœuvres effectuées en temps réel.

Toutes les informations quantitatives sont livrées à part. Il s'agit des enregistrements des paramètres pertinents pour cette étude.

Le chapitre suivant indique de façon générale comment les manœuvres sont évaluées par les pilotes. Il ne s'agit toutefois pas d'une liste exhaustive, car d'autres critères peuvent aussi être pris en considération par les pilotes selon les circonstances et les buts recherchés.

7.2 Critères d'évaluation

Les manœuvres sont classées comme « Réussie », « Limite », « Échec », selon les critères suivants :

Réussie

- Le pilote garde le contrôle complet du navire pendant toute la manœuvre;
- Le navire reste dans le chenal et/ou dans la zone d'évitage;
- Le navire reste à distance acceptable des obstructions et des structures du quai;
- Lorsque des remorqueurs sont utilisés, une bonne réserve de puissance est toujours disponible;
- Lorsque les propulseurs latéraux sont utilisés, une bonne réserve de puissance est toujours disponible;
- Les manœuvres d'accostage sont faites selon le plan prévu et en maintenant, sans difficulté, une vitesse sécuritaire;
- Pour les manœuvres d'appareillage, le navire s'écarte du quai en douceur sans aucun risque pour les installations portuaires environnantes;
- L'usage d'une ancre, le cas échéant, en conjonction avec le gouvernail et la machine, permet d'approcher le quai sans difficulté.

Limite

- Le pilote considère que le navire est à la limite de contrôle durant la manœuvre;
- Le navire sort du chenal et/ou de la zone d'évitage en gardant toutefois un clair sous quille suffisant;
- Le navire s'approche trop des obstructions et des structures du quai;
- Lorsque des remorqueurs sont utilisés, il ne reste presque plus de réserve de puissance;
- Lorsque des propulseurs latéraux sont utilisés, il ne reste presque plus de réserve de puissance;
- Pour les manœuvres d'accostage, la vitesse d'approche est trop élevée. Bien que la manœuvre soit menée à son terme, la vitesse aurait pu causer un impact dommageable, soit au quai, soit à la coque du navire;
- Pour les manœuvres d'appareillage, le navire éprouve certaines difficultés à s'écarter du quai. La manœuvre est accomplie avec des risques de causer des dommages aux installations portuaires;
- L'usage d'une ancre, le cas échéant, en conjonction avec le gouvernail et la machine permet d'approcher le quai, mais au prix de certaines difficultés

Échec

- Le pilote perd le contrôle du navire;
- Le navire sort du chenal ou de la zone d'évitage avec un clair sous quille inacceptable et/ou le navire s'échoue;
- Le navire entre en collision avec des obstacles ou les installations portuaires;
- Lorsque des remorqueurs sont utilisés, ils le sont au maximum de leur capacité sans être en mesure de contrer les facteurs extérieurs;
- Lorsque des propulseurs latéraux sont utilisés, ils doivent l'être à leur capacité maximale en tout temps, sans être en mesure de contrer les facteurs extérieurs;
- Pour les manœuvres d'accostage, soit qu'il n'est pas possible de mettre le navire à quai soit que le navire heurte avec suffisamment de force les installations portuaires pour occasionner des dommages;
- Pour les manœuvres d'appareillage, le navire ne peut pas quitter le quai ou éprouve des difficultés majeures qui peuvent causer des dommages aux installations portuaires;
- L'usage d'une ancre, le cas échéant, en conjonction avec le gouvernail et la machine, ne permet pas de contrôler l'approche du quai en ce qui a trait aux vitesses transversale et longitudinale.

7.3 Remarques sur les manœuvres dites « Étalon »

À titre informatif, une manœuvre étalon est une manœuvre typique exécutée en temps réel, juste avant le début des simulations visant à valider la faisabilité du projet.

Lors de cette manœuvre, il n'y a pas de trafic gênant la manœuvre, et les conditions environnementales sont idéales. Il s'agit d'une manœuvre de pratique qui permet aux professionnels engagés pour entreprendre les manœuvres, de bien prendre en main le navire et de s'habituer à la technologie disponible sur la passerelle.

Dans le cas de ce projet, la simulation SIM 01 a été effectuée en conditions environnementales clémentes et le point de départ était à bonne distance du quai. Elle a donc servi de manœuvre étalon.

7.4 Description des manœuvres effectuées

L'expression « SIM 00 », est une abréviation du terme « simulation » suivi du numéro de la manœuvre.

Tableau 3 : Tableau récapitulatif de toutes les manœuvres effectuées.

EXERCICE	DONNÉES DE BASE	NAVIRES	REMARQUES
SIM 01	Accostage, bâbord au quai de QSL. Courant de crue, vent du sud-ouest léger. Un navire au quai Kildair Services.	BKCS01X	Réussie
SIM 02	Appareillage du quai de QSL. Courant de crue, vent du sud-ouest léger.	IMASAH1L	Réussie
SIM 03	Accostage, bâbord au quai de QSL. Courant de crue, vent de l'ouest à 25 nœuds. Un navire au quai Kildair Services.	BKCS01X	Limite
SIM 04	Appareillage du quai de QSL. Courant de crue, vent de l'ouest à 25 nœuds. Un navire au quai Kildair Services.	IMASAH1L	Réussie
SIM 05	Accostage, bâbord au quai de QSL, un remorqueur sur le ¼ avant tribord et un deuxième sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent de l'ouest à 35 nœuds. Un navire au quai Kildair Services.	BKCS01X	Limite
SIM 06	Appareillage du quai de QSL. Un remorqueur sur le ¼ avant tribord et un deuxième sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent de l'ouest à 35 nœuds. Un navire au quai Kildair Services.	IMASAH1L	Réussie
SIM 07	Accostage, bâbord au quai de QSL. Courant de crue, vent du nord-est à 25 nœuds. Un navire au quai Kildair Services.	BKCS01X	Limite
SIM 08	Appareillage du quai de QSL. Courant de crue, vent du nord-est à 25 nœuds. Un navire au quai Kildair Services.	IMASAH1L	Réussie

SIM 09	Accostage, bâbord au quai Kildair Services. Un remorqueur ASD sur la joue tribord et un remorqueur ASD sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent du nord-ouest à 35 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TKCS04X	Limite
SIM 10	Appareillage du quai de Kildair Services. Un remorqueur conventionnel sur le chaumard central avant et un autre sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent du nord-ouest à 35 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TKCS04B	Échec
SIM 10B	Appareillage du quai de Kildair Services. Un remorqueur conventionnel sur la joue bâbord et remorqueur ASD sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TKCS04B	Réussie
SIM 10C	Appareillage du quai de Kildair Services. Un remorqueur conventionnel sur la joue tribord et remorqueur ASD sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent du nord-ouest à 25 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TKCS08P	Limite
SIM 10D	Appareillage du quai de Kildair Services. Un remorqueur conventionnel sur le chaumard central avant et remorqueur ASD sur le ¼ arrière tribord. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nœuds. Pas de navire au quai de QSL.	TKCS04B	Réussie
SIM 11	Accostage, bâbord au quai Kildair Services. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nœuds. Manœuvre d'urgence, panne de machine. Un remorqueur de type ASD attaché sur le ¼ avant tribord et un remorqueur ASD sur le ¼ arrière tribord. Un navire au quai de QSL. Note : pas de remorqueur conventionnel.	TKCS04X	Urgence réussie
SIM 13	Appareillage du quai de Kildair Services. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TANK15L	Réussie
SIM 14	Appareillage du quai de Kildair Services. Courant de crue, vent de l'ouest à 25 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TANK15B	Réussie
SIM 15	Appareillage du quai de Kildair Services. Courant de crue, vent nord-est à 25 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TANK15B	Réussie
SIM 16	Accostage, bâbord au quai Kildair. Courant de crue, vent du nord-ouest à 25 nœuds. Un navire au quai de QSL.	TANK 15B	Limite

7.5 Résultats des manœuvres effectuées en temps réel

L'exercice « **SIM 01** » est un accostage bâbord au quai de QSL, un navire est accosté au quai de Kildair Services. Le navire BKCS01X a été utilisé pour cette manœuvre. Sa position de départ était à environ trois quarts de mille en aval du quai sur un cap au gyrocompas de 195°, vitesse sur l'eau de 6 nœuds et de 4 nœuds sur le fond. Pas de remorqueur.

Conditions environnementales : courant de crue, vent léger du sud-ouest, bonne visibilité.

Approche conventionnelle, léger angle avec le courant qui produisait un déplacement transversal d'environ 0,4 nœud vers le quai.

Le contact avec le quai s'est effectué en deçà des limites latérales d'approche préétablies à 0,2 nœud ou moins.

Manœuvre réussie.

À noter que la ligne de sonde de 10 mètres dépasse présentement le prolongement de la face du quai en projet, en amont et en aval. Des mesures devront être prises pour que des navires ayant des tirants-d'eau de 10 mètres ou plus puissent manœuvrer sans risque de talonnage.

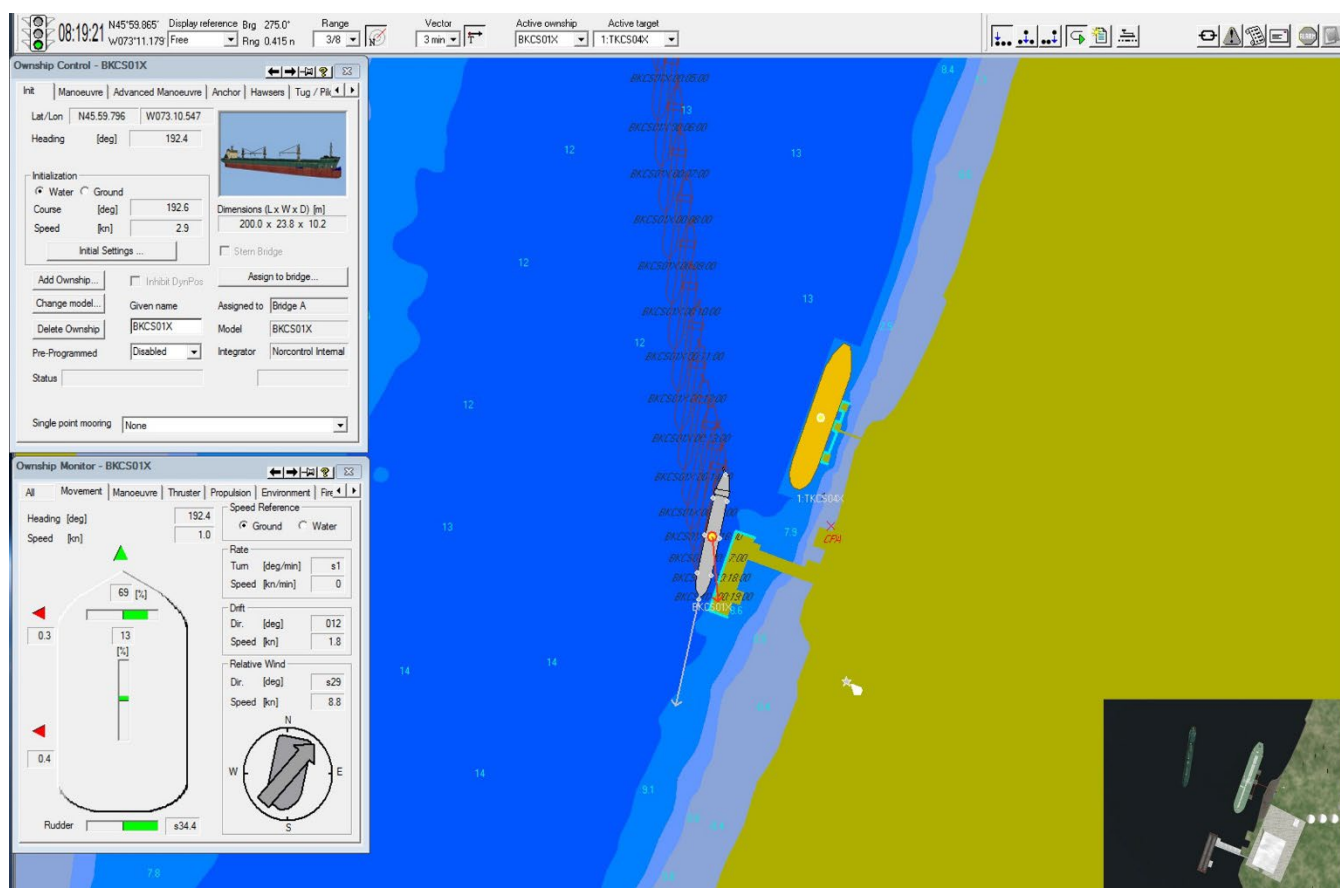


Illustration 13: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 01).

L'exercice « **SIM 02** » est un appareillage bâbord au quai de QSL. Le navire IMASAH1L a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant de crue, vent léger du sud-ouest, bonne visibilité.

Appareillage en parallèle, propulseur poussant l'avant vers la droite, machine en avant très lente et gouvernail à gauche. À environ une largeur de navire du quai, le pilote a entamé le virage vers la droite pour se diriger vers l'aval.

Le navire au quai de Kildair ne gêne en rien cette manœuvre.

Rien à signaler.

Manœuvre réussie.

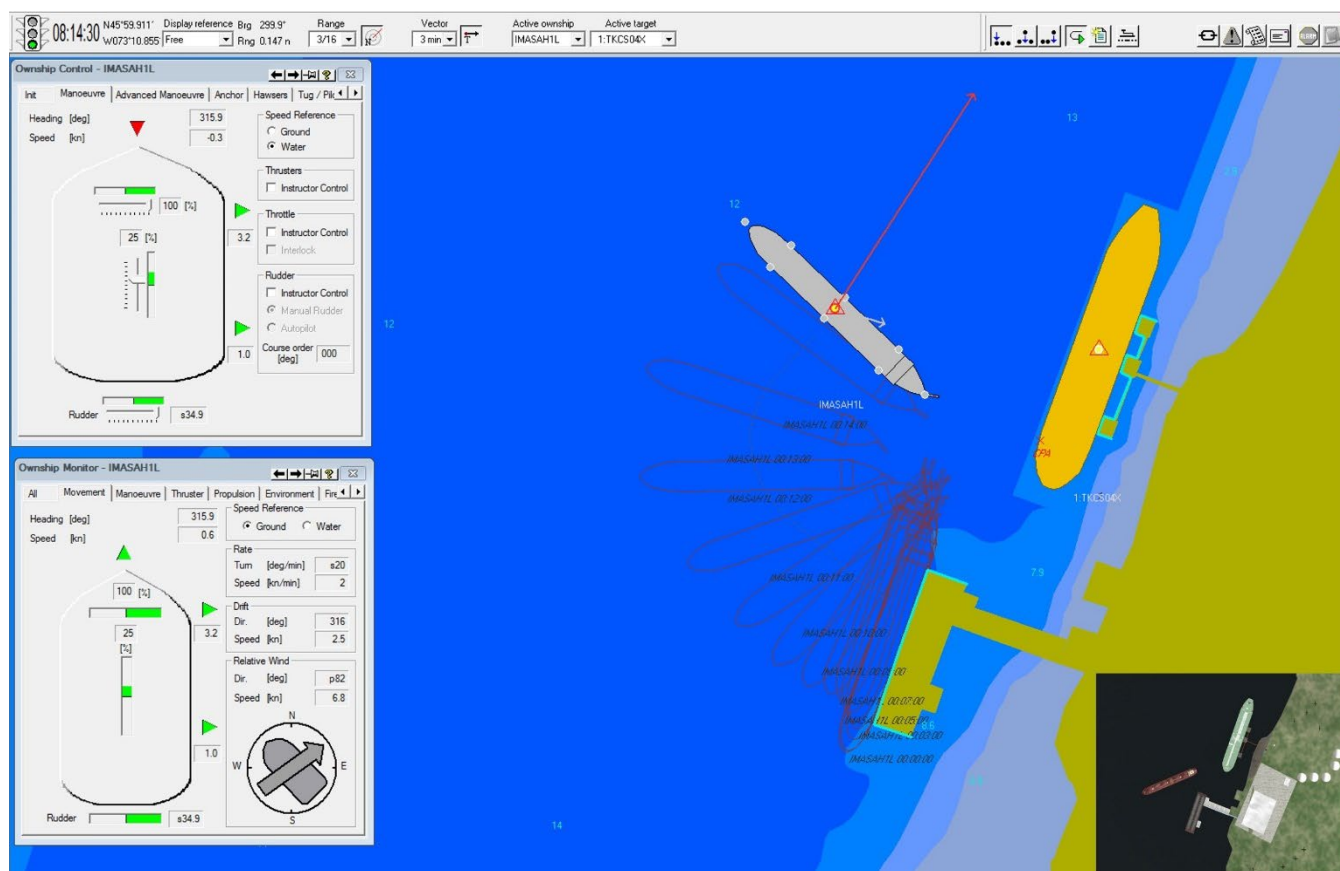


Illustration 14: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 02).

L'exercice « **SIM 03** » est un accostage bâbord au quai de QSL. Le navire BKCS01X a été utilisé pour cette manœuvre. Sa position de départ était à environ ½ mille en aval du quai sur un cap au gyrocompas de 195°, vitesse sur l'eau de 5 nœuds et de 2,5 nœuds sur le fond. Pas de remorqueur. Un navire est amarré au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant fort, vent de l'ouest de 25 nœuds, bonne visibilité.

À cause de la forte pression du vent sur le château de poupe, il fut très difficile de contrôler l'arrière du navire lors de l'approche.

Le navire au quai de Kildair Services ne gênait en rien cette manœuvre.

Cette manœuvre ne doit pas être tentée sans l'aide de remorqueurs.

Manœuvre limite

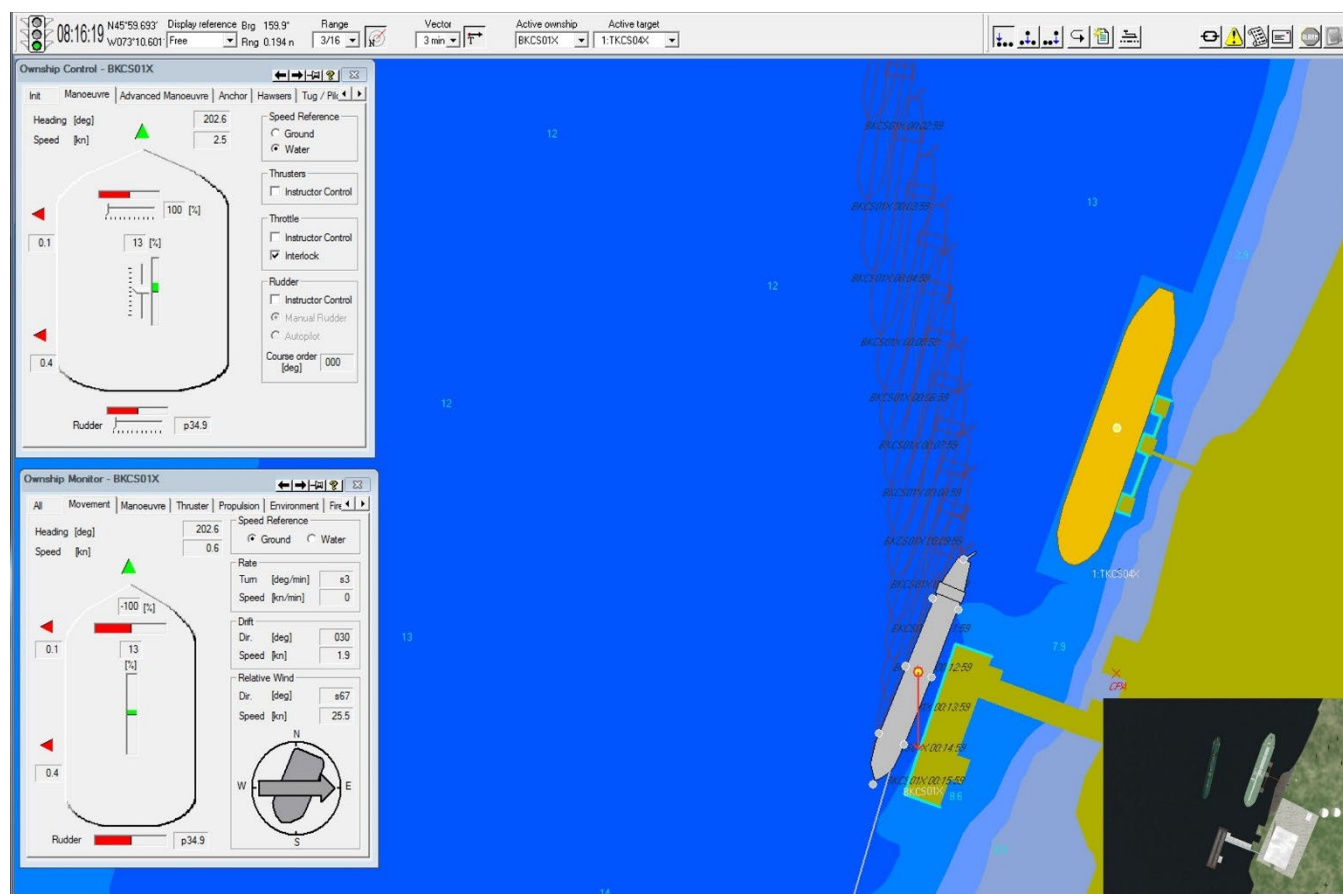


Illustration 15: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 03).

L'exercice « **SIM 04** » est un appareillage bâbord au quai de QSL. Le navire IMASAH1L a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de l'ouest à 25 nœuds, bonne visibilité.

L'ouverture sur propulseur d'étrave fut assez laborieuse. Le taux de giration a commencé d'augmenter lorsque l'angle d'attaque du vent s'est mis à diminuer à mesure que le nez du navire montait dans le vent. Le propulseur a été utilisé à 100% pendant toute la durée de l'ouverture.

Il faut surveiller étroitement l'arrière qui pourrait entrer à l'intérieur du prolongement de la façade du quai.

Bien que cette manœuvre fût techniquement réussie, les pilotes recommandent de prendre des remorqueurs.

Manœuvre techniquement réussie

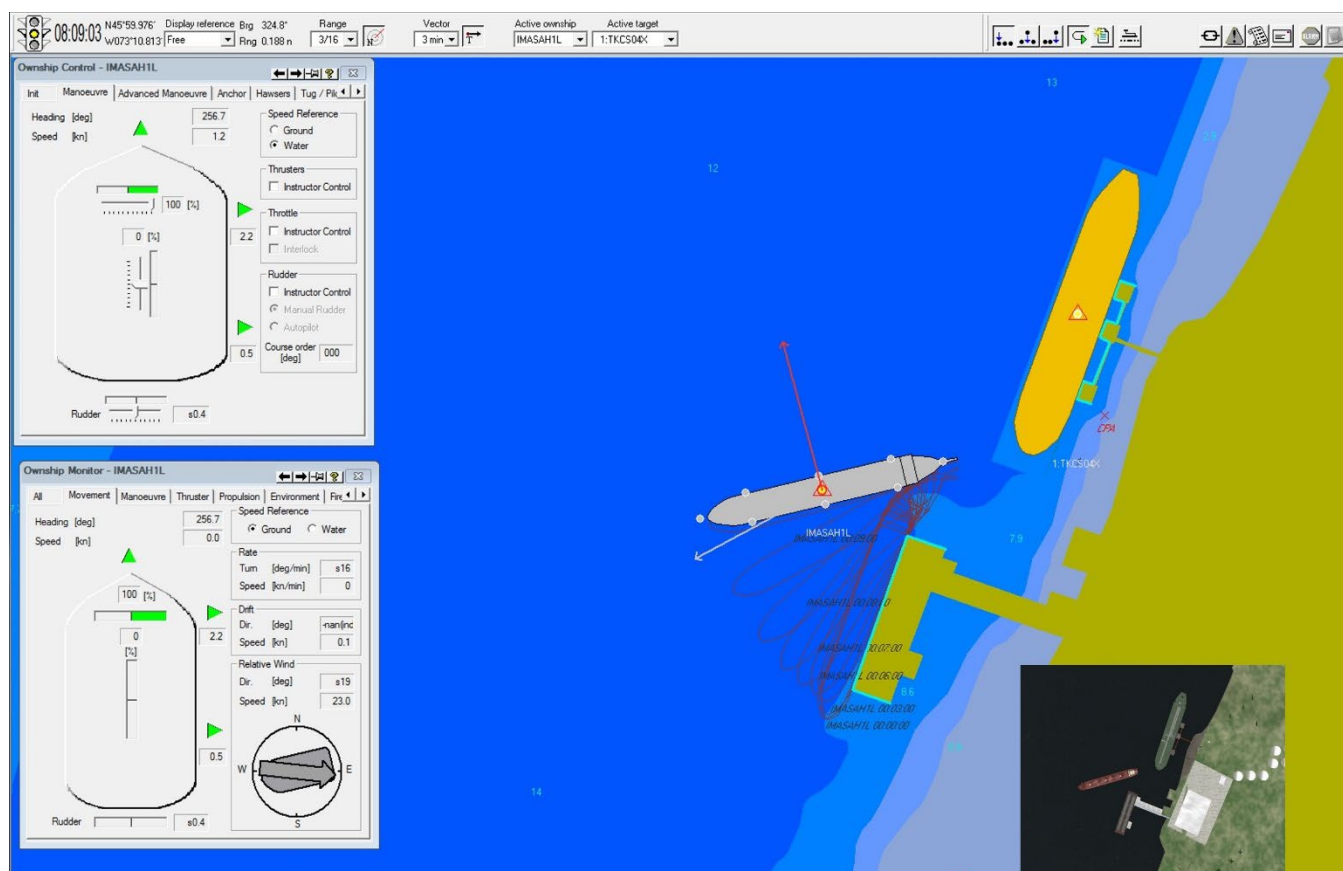


Illustration 16: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 04).

L'exercice « **SIM 05** » est un accostage bâbord au quai de QSL. Le navire BKCS01X a été utilisé pour cette manœuvre. Sa position de départ était à environ ½ mille en aval du quai sur un cap au gyrocompas de 195°, vitesse sur l'eau de 5 nœuds et de 2,5 nœuds sur le fond. Un remorqueur conventionnel a été attaché sur le ¼ avant tribord et un remorqueur ASD a été attaché sur le ¼ arrière tribord. Un navire est amarré au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de l'ouest 35 nœuds, bonne visibilité.

Bien que l'approche fût sous contrôle, les remorqueurs et le propulseur furent très sollicités.

Ce vent doit être considéré comme limite pour un accostage au quai de QSL.

Les pilotes recommandent de ne pas tenter un accostage sous ces conditions.

Manœuvre techniquement réussie

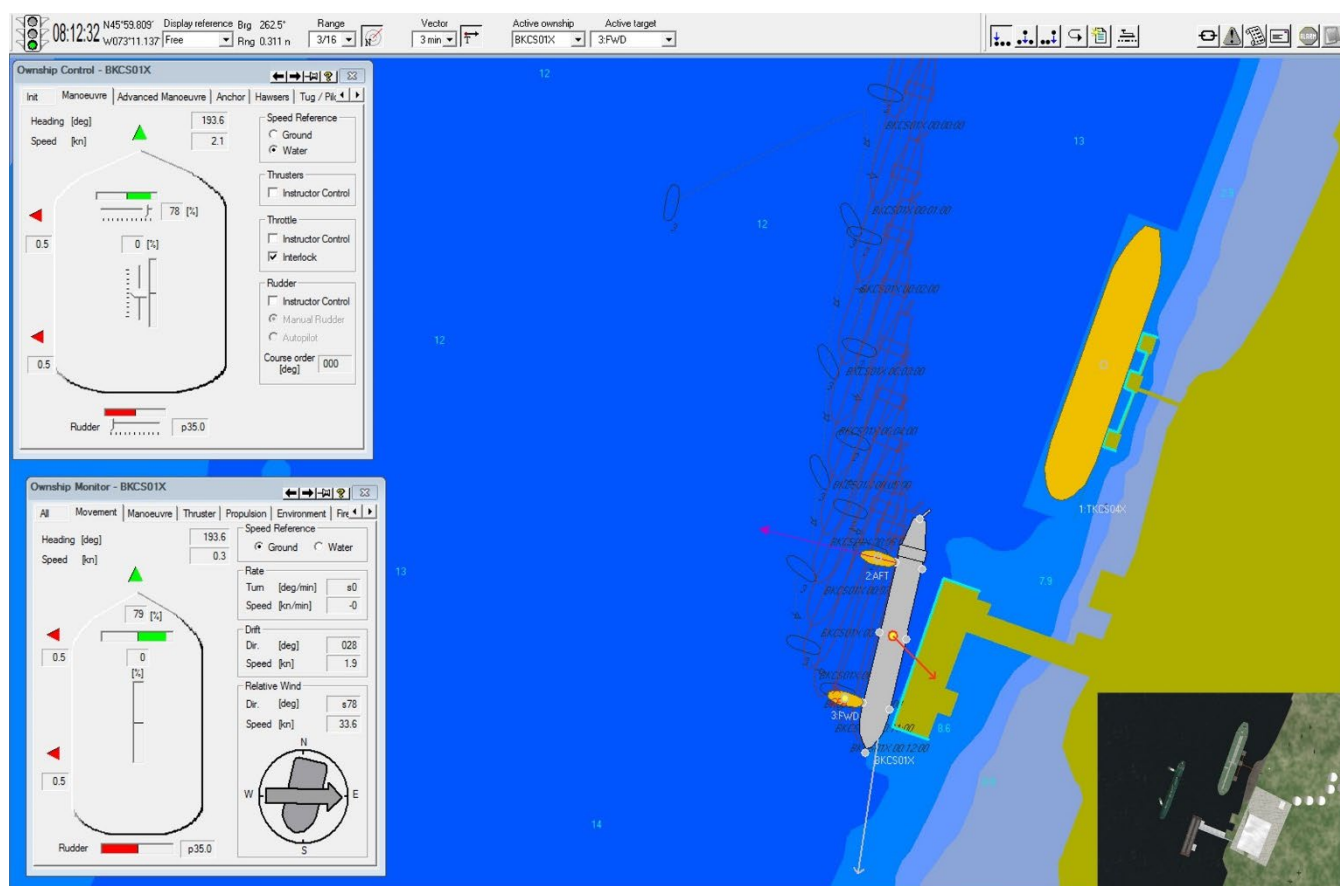


Illustration 17: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 05).

L'exercice « **SIM 06** » est un appareillage bâbord au quai de QSL. Le navire IMASAH1L a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel est attaché sur le ¼ avant tribord et un remorqueur de type ASD est attaché sur le quart arrière tribord. Un navire est accosté au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant fort, vent de l'ouest à 35 nœuds.

Le but de cette manœuvre était de voir si les remorqueurs pouvaient faire décoller le navire du quai.

Les remorqueurs et particulièrement le propulseur d'étrave ont été très sollicités lors de cette manœuvre.

Manœuvre réussie

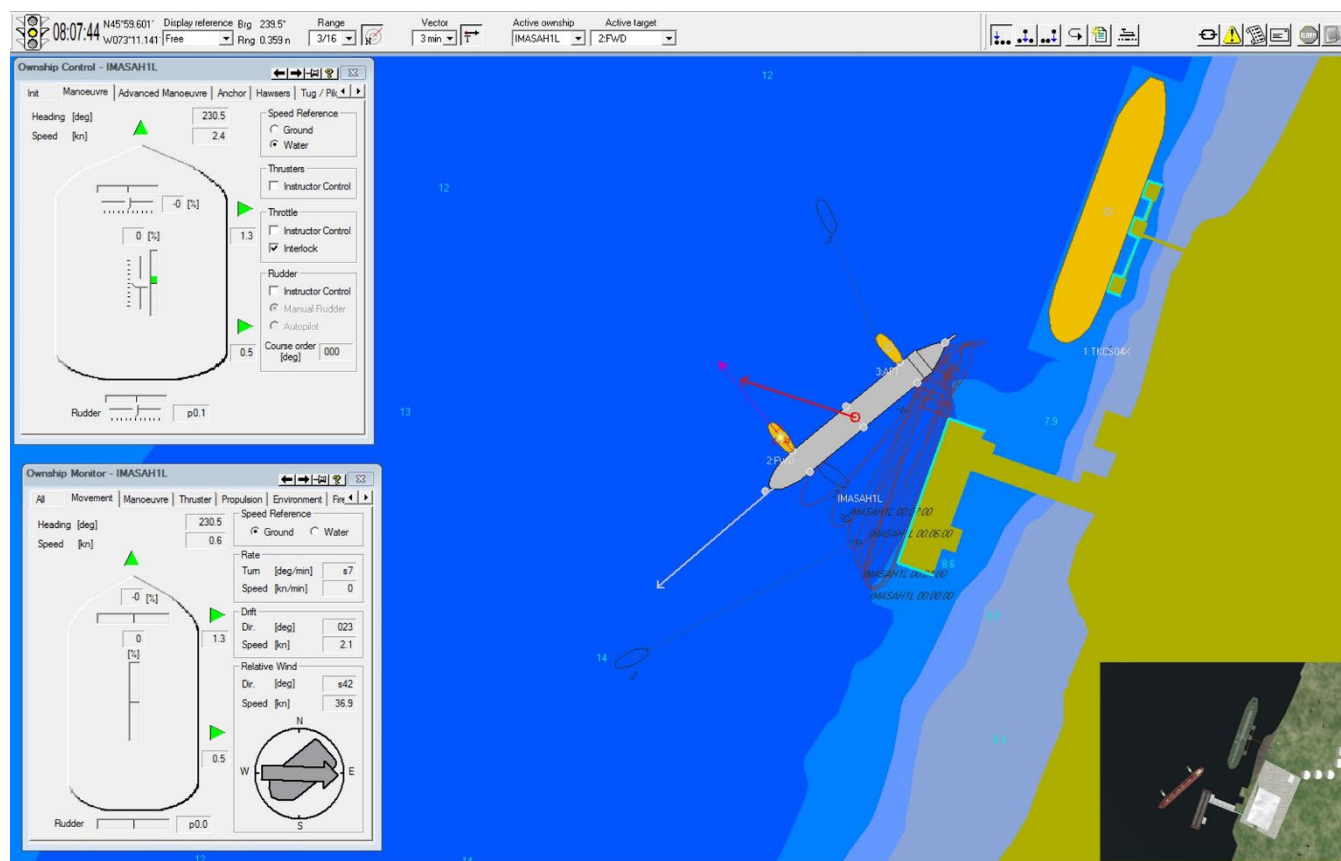


Illustration 18: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 06).

L'exercice « **SIM 07** » est un accostage, bâbord au quai de QSL. Le navire BKCS01X a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant de crue, vent du nord-est à 25 nœuds.

Il s'est avéré très difficile de contrôler l'arrière du navire. La barre a été à droite toute pendant de longs moments. Le propulseur d'étrave a été très sollicité.

Bien que le pilote ait réussi à accoster le navire, il considère cette manœuvre comme limite sans remorqueur.

À ne pas tenter sans les remorqueurs.

Note : cette simulation a été interrompue et reprise à cause d'un problème technique. Les ordres pour la machine sont donnés via un écran tactile. Le simple fait de toucher par inadvertance un endroit de l'écran réservé aux commandes machine, peut donner un ordre inadéquat pour le moteur...

Manœuvre limite

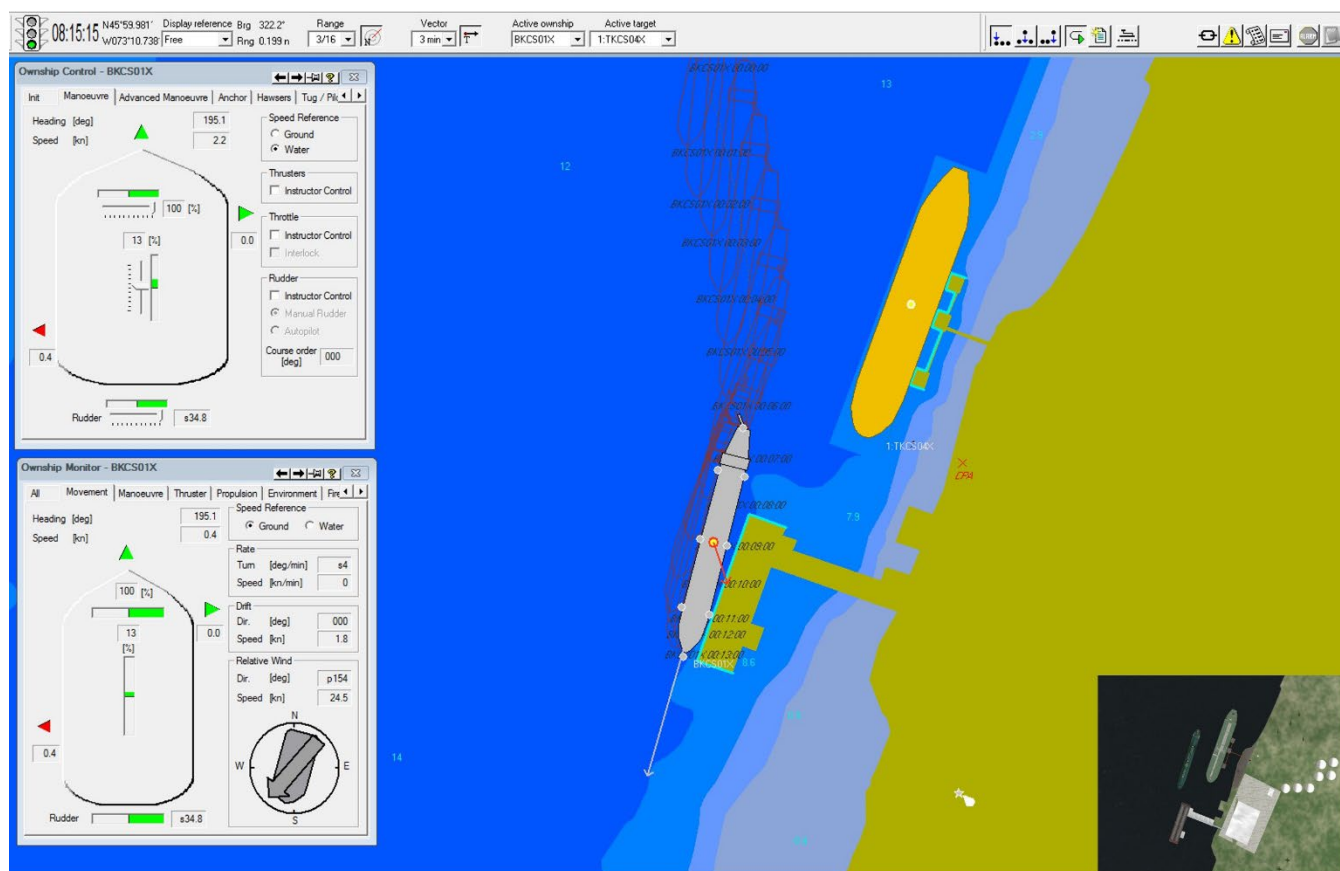


Illustration 19: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 07).

L'exercice « **SIM 08** » est un appareillage bâbord au quai de QSL. Le navire IMASAH1L a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de Kildair Services.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de nord-est à 25 nœuds.

Appareillage en douceur. Ouverture sur propulseur d'étrave et éloignement du quai contrôlé.

Le navire au quai Kildair ne gêne en rien cette manœuvre.

Manœuvre Réussie

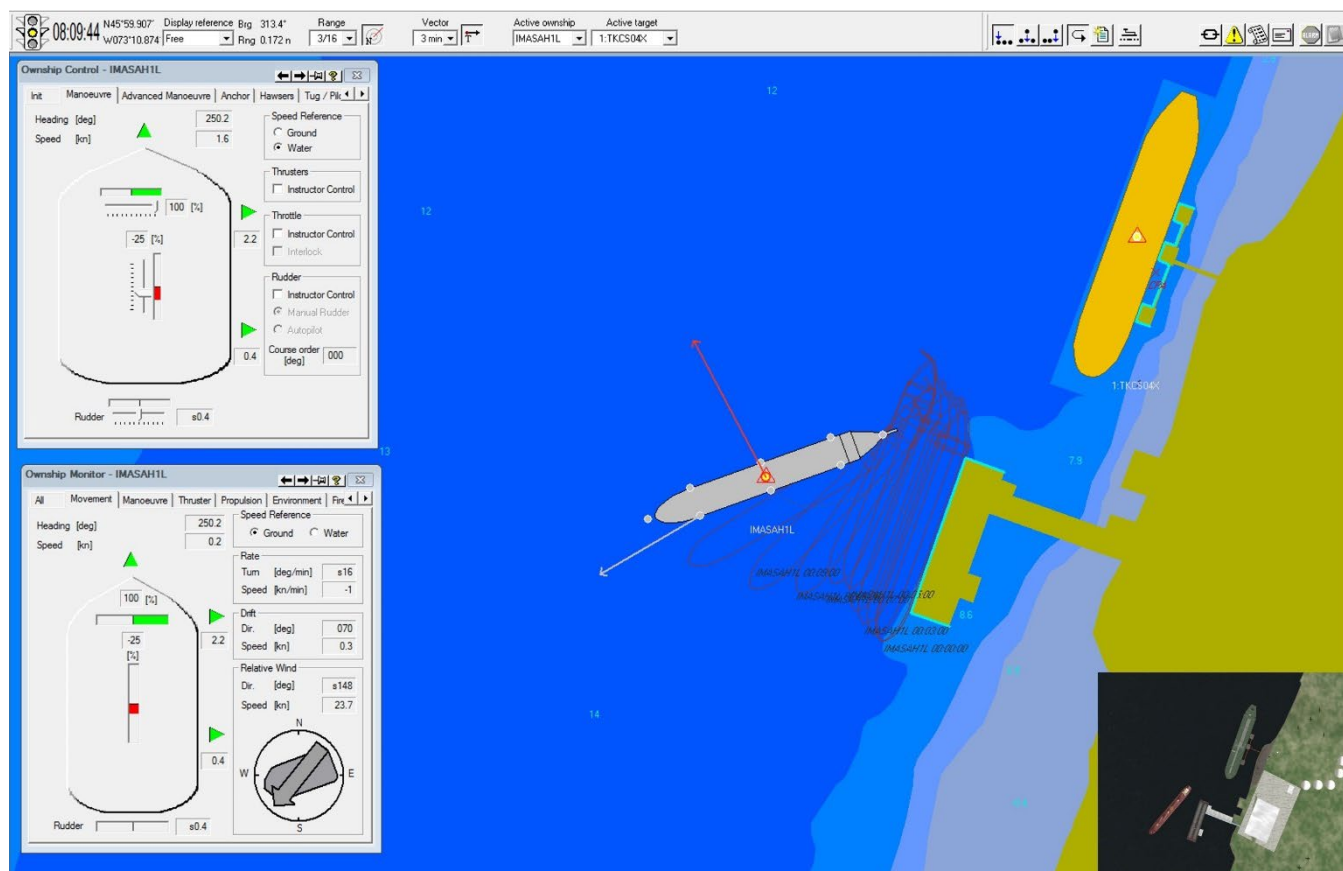


Illustration 20: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 08).

L'exercice « **SIM 09** » est un accostage, bâbord au quai de Kildair Services. Le navire TKCS04X a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur de type ASD est attaché près de la joue tribord et un deuxième de type ASD est attaché sur le ¼ arrière tribord. Un navire est amarré au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompe située du côté aval des installations d'Hydro-Québec*.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de nord-ouest à 35 nœuds.

Il s'est avéré très difficile de contrôler l'arrière du navire. La barre a été à gauche toute pendant de longs moments.

Bien que l'accostage fût réussi, les pilotes considèrent cette manœuvre comme limite.

Aucun enjeu par rapport au navire accosté au quai de QSL

**C'est-à-dire qu'une ligne perpendiculaire à l'axe du navire et tangente à la poupe, se trouve vis-à-vis l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.*

Manœuvre limite

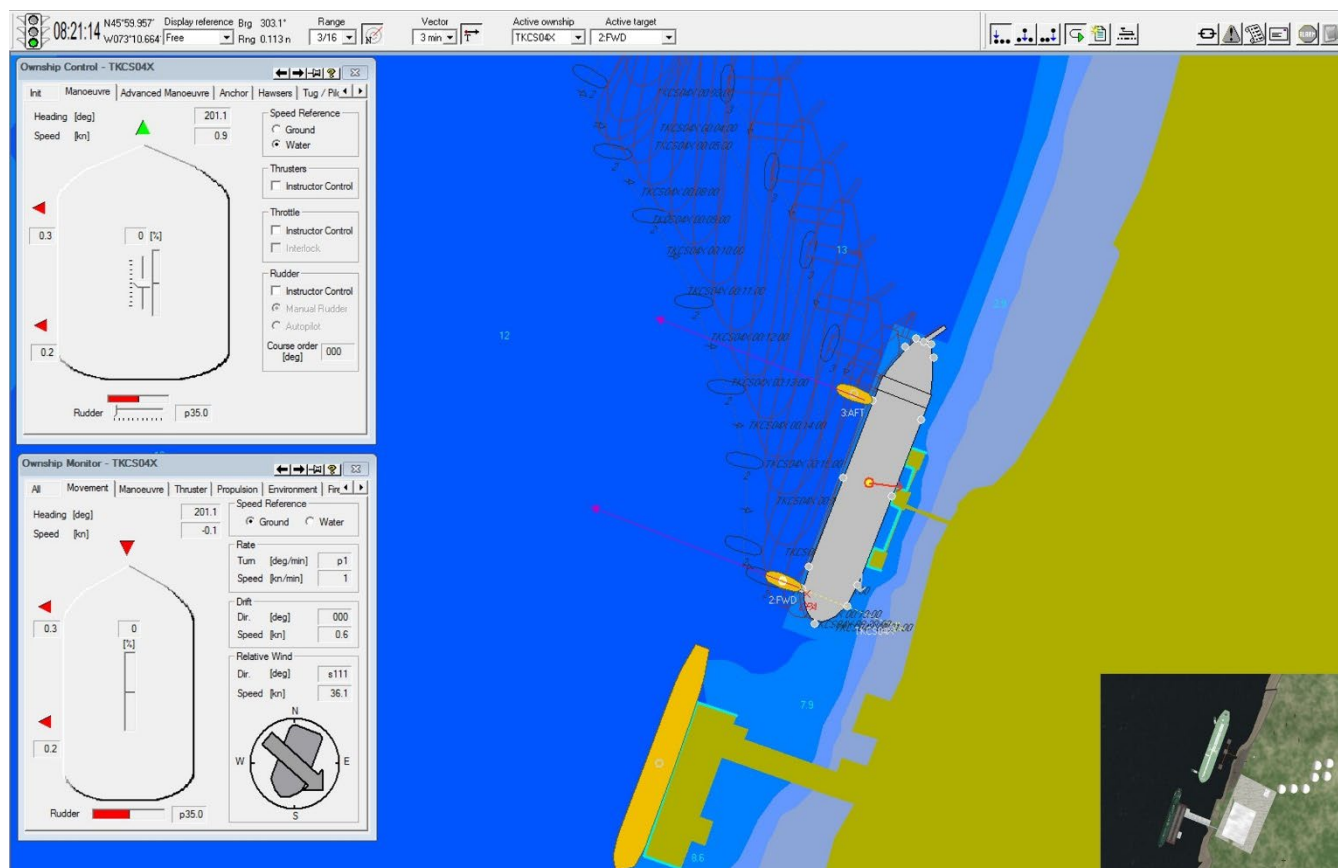


Illustration 21: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 08).

L'exercice « **SIM 10** » est un appareillage bâbord au quai de Kildair Services. Le navire TKCS04B a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel est attaché près de la joue tribord et un remorqueur de type ASD est attaché sur le ¼ arrière tribord. Un navire est amarré au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec vis l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de nord-ouest à 35 nœuds.

Le remorqueur conventionnel ne peut pas être attaché par le chaumard central avant, car il serait trop près des amarres arrière du navire au quai de QSL. Il a donc été attaché près de la joue tribord. Le deuxième remorqueur de type ASD a été attaché sur le ¼ arrière tribord.

La pression du vent sur le château arrière est trop forte pour cette manœuvre. L'arrière n'a pas pu être décollé du quai. À noter que le navire TKCS04B est un navire léger.

Le quai de QSL et le navire qui y est accosté, n'ont aucune incidence sur cette manœuvre. C'est seulement le vent qui a tenu la poupe collée au quai.

Échec

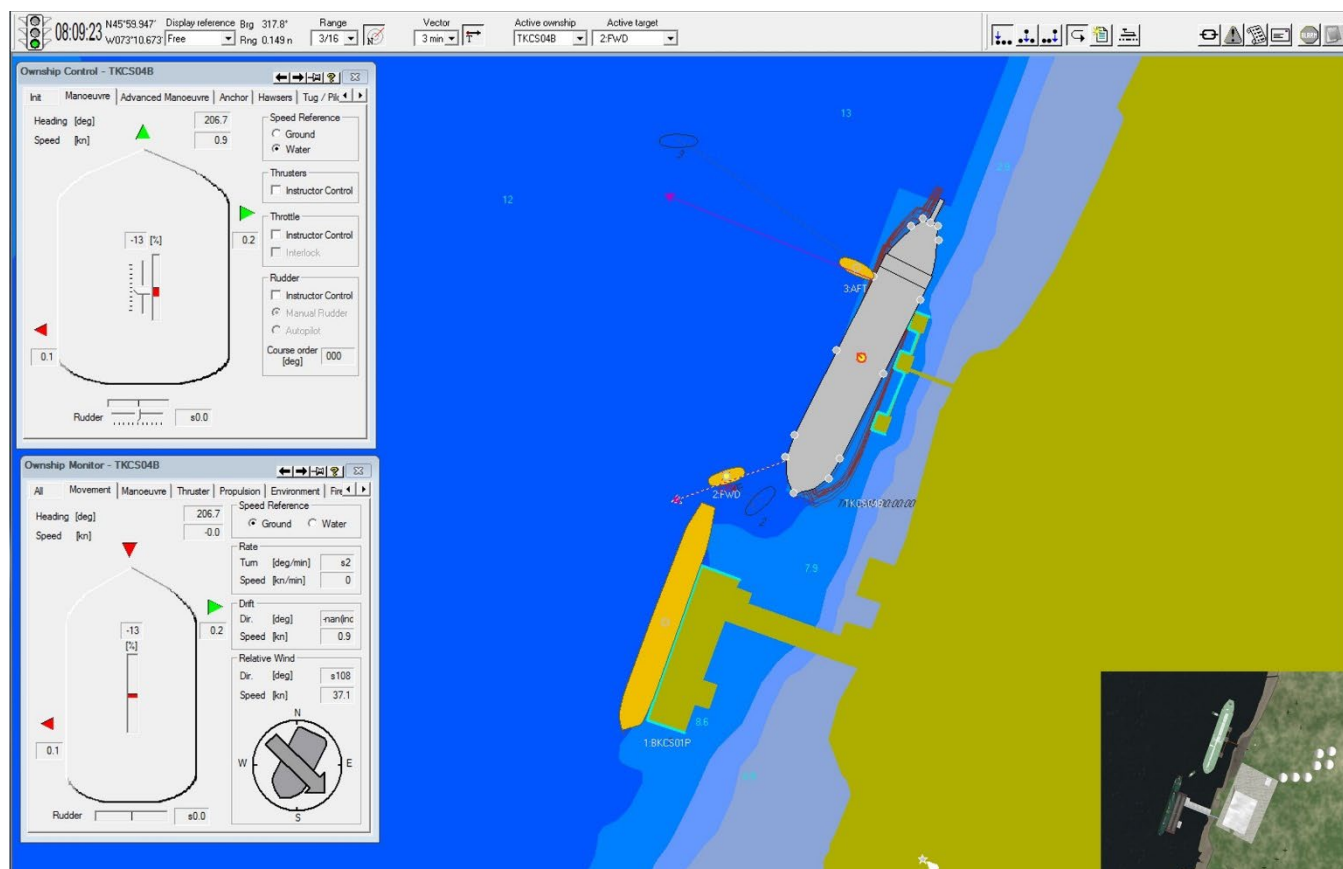


Illustration 22: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10).

L'exercice « **SIM 10B** » est un appareillage bâbord au quai de Kildair Services. Le navire TKCS04B a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel est attaché près de la joue tribord et un remorqueur de type ASD est attaché sur le ¼ arrière tribord. Un navire est amarré au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de sud-ouest à 10 nœuds.

Le remorqueur conventionnel ne peut pas être attaché par le chaumard central avant, car il serait trop près des amarres arrière du navire au quai de QSL. Il a donc été attaché près de la joue tribord. Le deuxième remorqueur de type ASD a été attaché sur le ¼ arrière tribord.

Le remorqueur avant, même attaché sur la joue tribord, passe trop près des amarres arrière du navire amarré à QSL.

Pour un navire de grandes dimensions, c.-à-d. cent-quatre-vingts mètres (180) de longueur ou plus, qui appareille du quai de Kildair Services lorsque le quai de QSL est occupé, les pilotes recommandent l'emploi de deux (2) remorqueurs de type ASD.

Manœuvre techniquement réussie

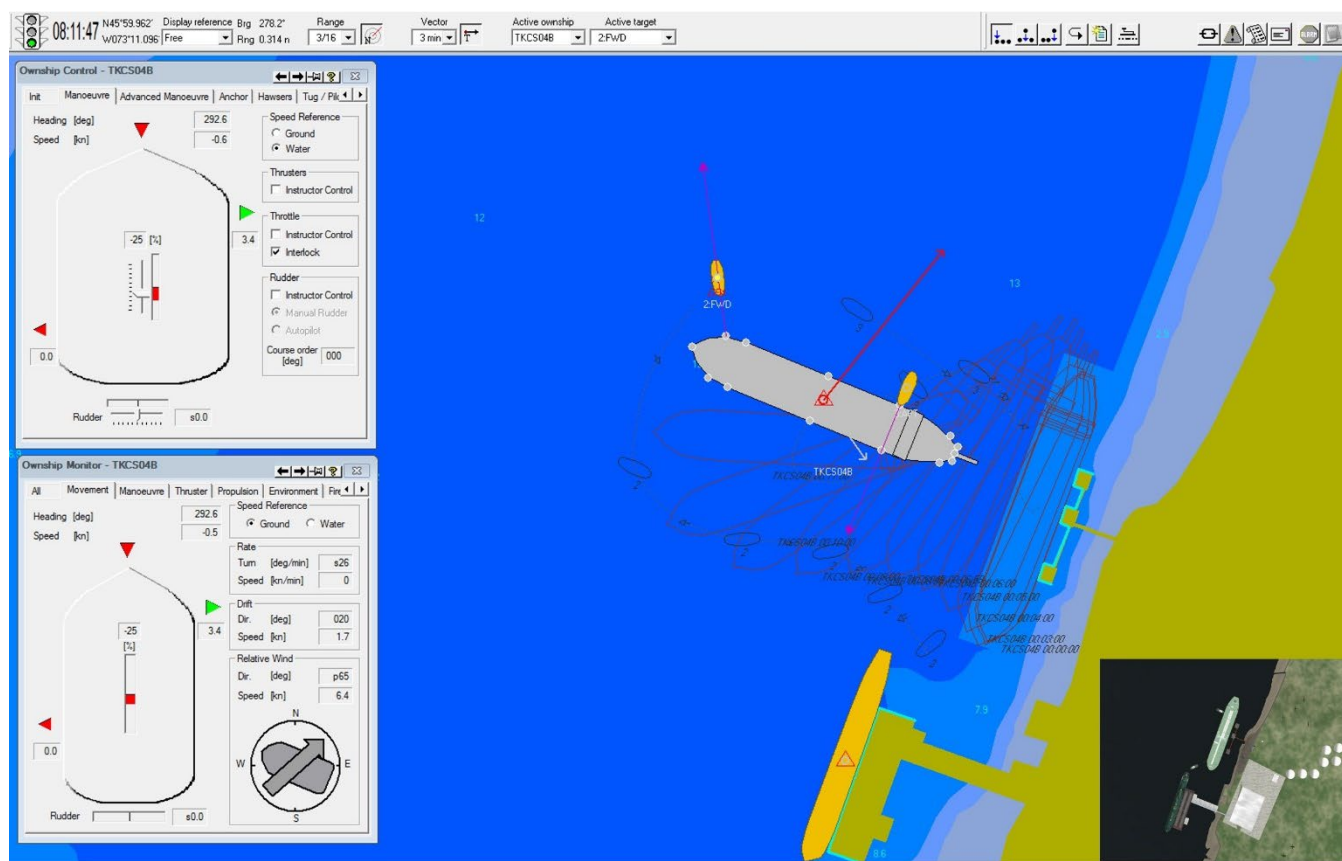


Illustration 23: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10B).

L'exercice « **SIM 10C** » est un appareillage bâbord au quai de Kildair. Le navire TKCS08P a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel est attaché près de la joue tribord et un remorqueur de type ASD est attaché sur le ¼ arrière tribord. Un navire est amarré au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de nord-ouest à 25 nœuds.

Le but de cette manœuvre est de voir s'il est possible d'utiliser un remorqueur conventionnel sur l'avant avec un navire de 184 mètres de longueur.

Le remorqueur avant, même attaché sur la joue tribord, passe trop près des amarres arrière du navire amarré à QSL.

La même recommandation que pour l'exercice précédent a été formulée. Pour un navire de grandes dimensions (*180 m ou plus*), utiliser deux (2) remorqueurs de type ASD.

Limite

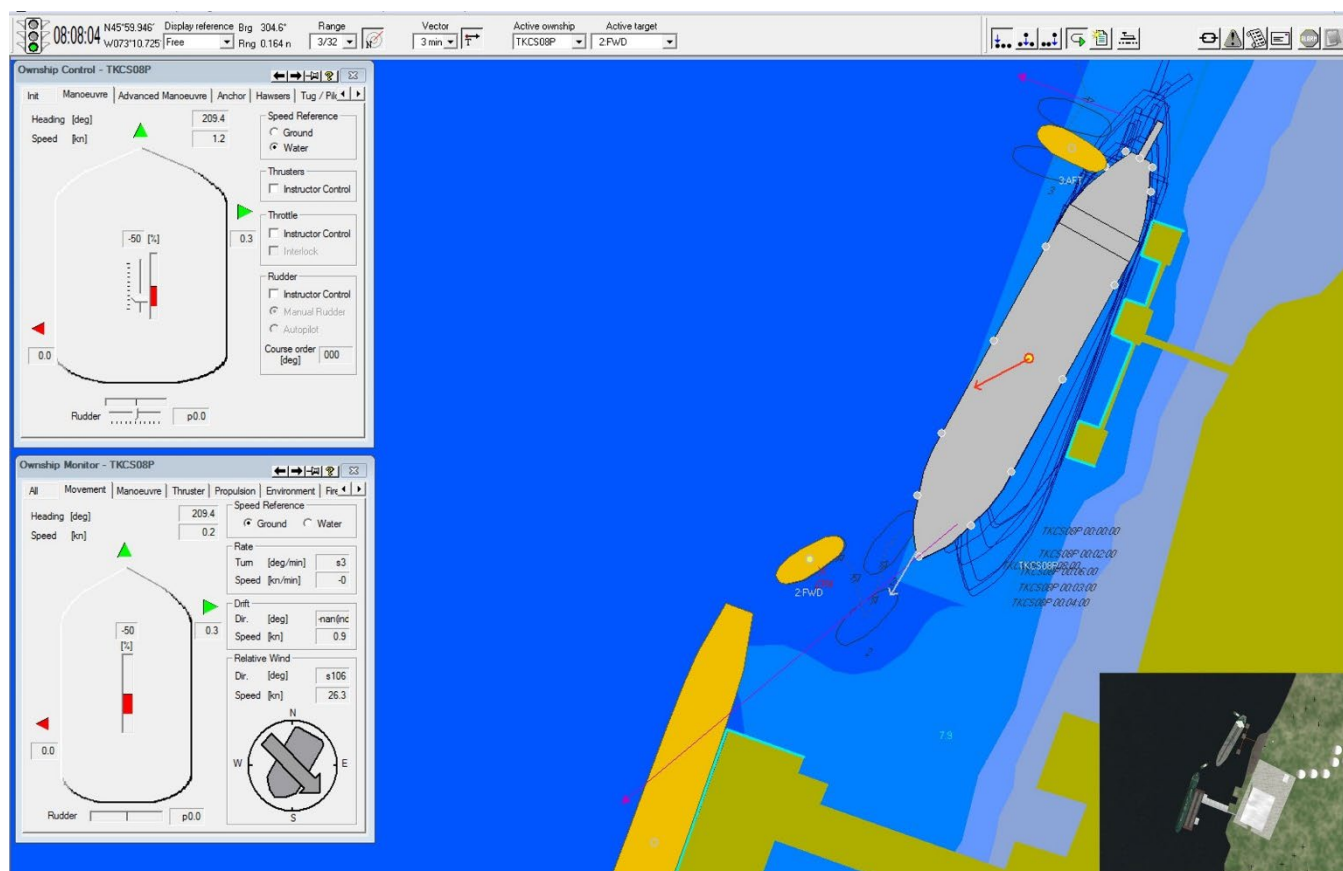


Illustration 24: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10C).

L'exercice « **SIM 10D** » est un appareillage bâbord au quai de Kildair. Le navire TKCS04B a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel est attaché par le chaumard central avant et un remorqueur de type ASD est attaché sur le ¼ arrière tribord. Pas de navire au quai de QSL.

Conditions environnementales : courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nœuds.

Le but de cette manœuvre est de voir si l'espace disponible est suffisant lorsqu'un remorqueur conventionnel est amarré par le chaumard central avant.

Le remorqueur avant a utilisé une longueur de cinquante mètres sur l'aussière de remorquage et il est passé à quarante mètres au plus près du quai de QSL.

Un remorqueur conventionnel peut donc être utilisé attaché par le chaumard central avant lorsque le quai de QSL est inoccupé.

Manœuvre réussie

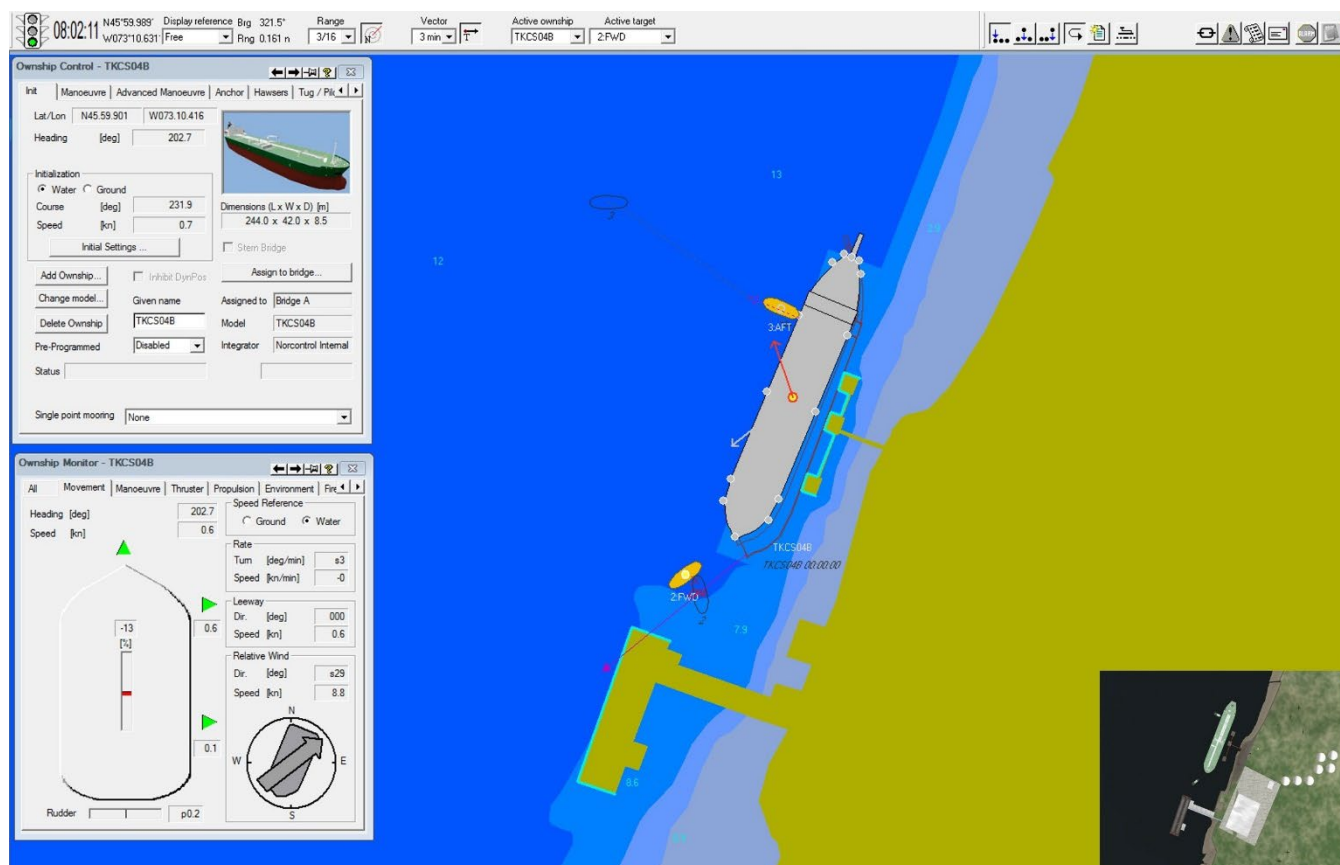


Illustration 25: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 10D).

L'exercice « **SIM 11** » est un accostage bâbord au quai de Kildair. Le navire TKCS04X a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur de type ASD est attaché sur le ¼ avant tribord et un autre de type ASD est attaché sur le ¼ arrière tribord (*Pas de remorqueur conventionnel*). Un navire est accosté au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de sud-ouest de 5 à 10 nœuds.

Le but de cette manœuvre est de voir si l'approche finale pouvait être contrôlée suite à une panne de machine survenant à un moment crucial.

Une panne de machine a été déclenchée à environ soixante (60) mètres du quai. Le pilote a ordonné au remorqueur arrière de se positionner en parallèle et de retenir au maximum. Le remorqueur avant est resté à 90° pour contrôler l'avant. Une fois l'erre en avant maîtrisée, le pilote a ordonné aux deux remorqueurs de se positionner à 90° et de tirer de sorte à éloigner le navire du quai.

La manœuvre d'urgence a été efficace et le navire a été éloigné de tout danger.

À noter que seul le remorqueur arrière a été utilisé pour casser l'erre du navire. Le remorqueur avant a servi à contrôler le cap et ensuite, les deux remorqueurs ont éloigné le navire du quai.

Manœuvre d'urgence réussie

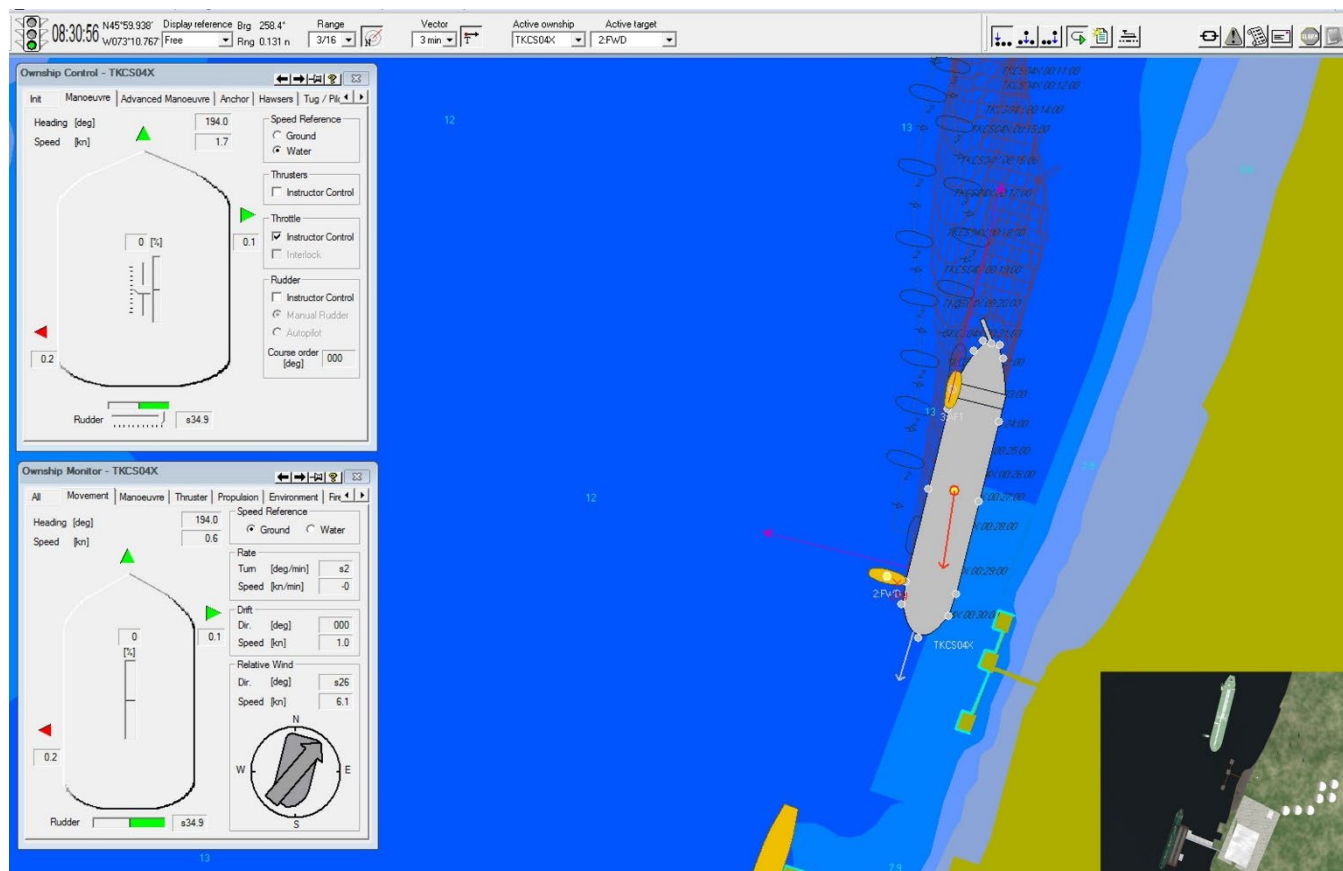


Illustration 26: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 11).

L'exercice « **SIM 13** » est un appareillage du quai de Kildair. Le navire TANK15L a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de sud-ouest de 5 à 10 nœuds.

Appareillage classique sur propulseur d'étrave et contrôle de l'arrière avec gouvernail et machine.

Le pilote n'a eu aucune difficulté à éviter le navire accosté à QSL

Manœuvre réussie

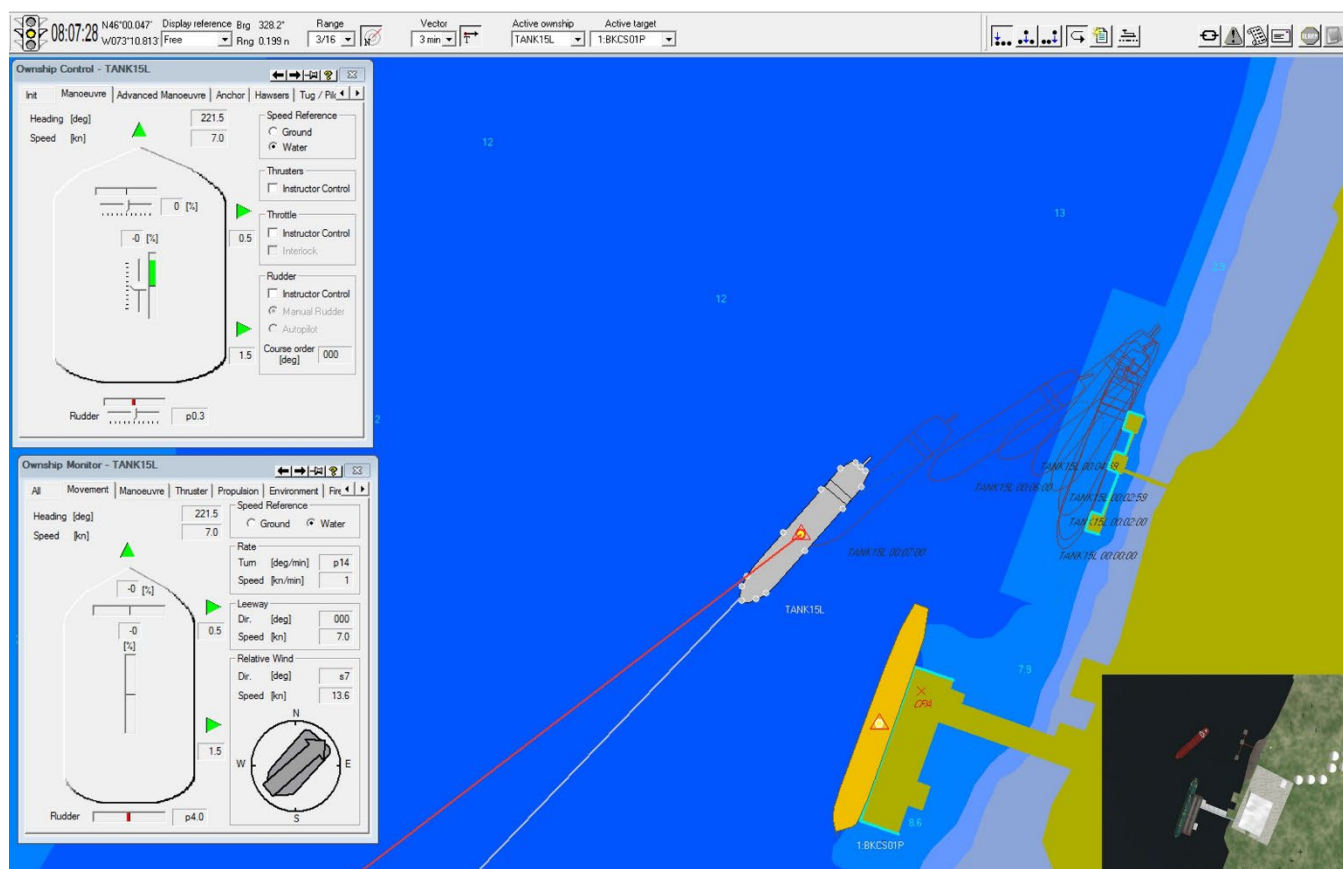


Illustration 27: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 13).

L'exercice « **SIM 14** » est un appareillage du quai de Kildair. Le navire TANK15B a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de l'ouest à 25 nœuds.

Appareillage plus difficile à cause du vent d'ouest, mais néanmoins très bien contrôlé par le pilote.

Aucun enjeu par rapport au navire accosté au quai de QSL

Manœuvre réussie

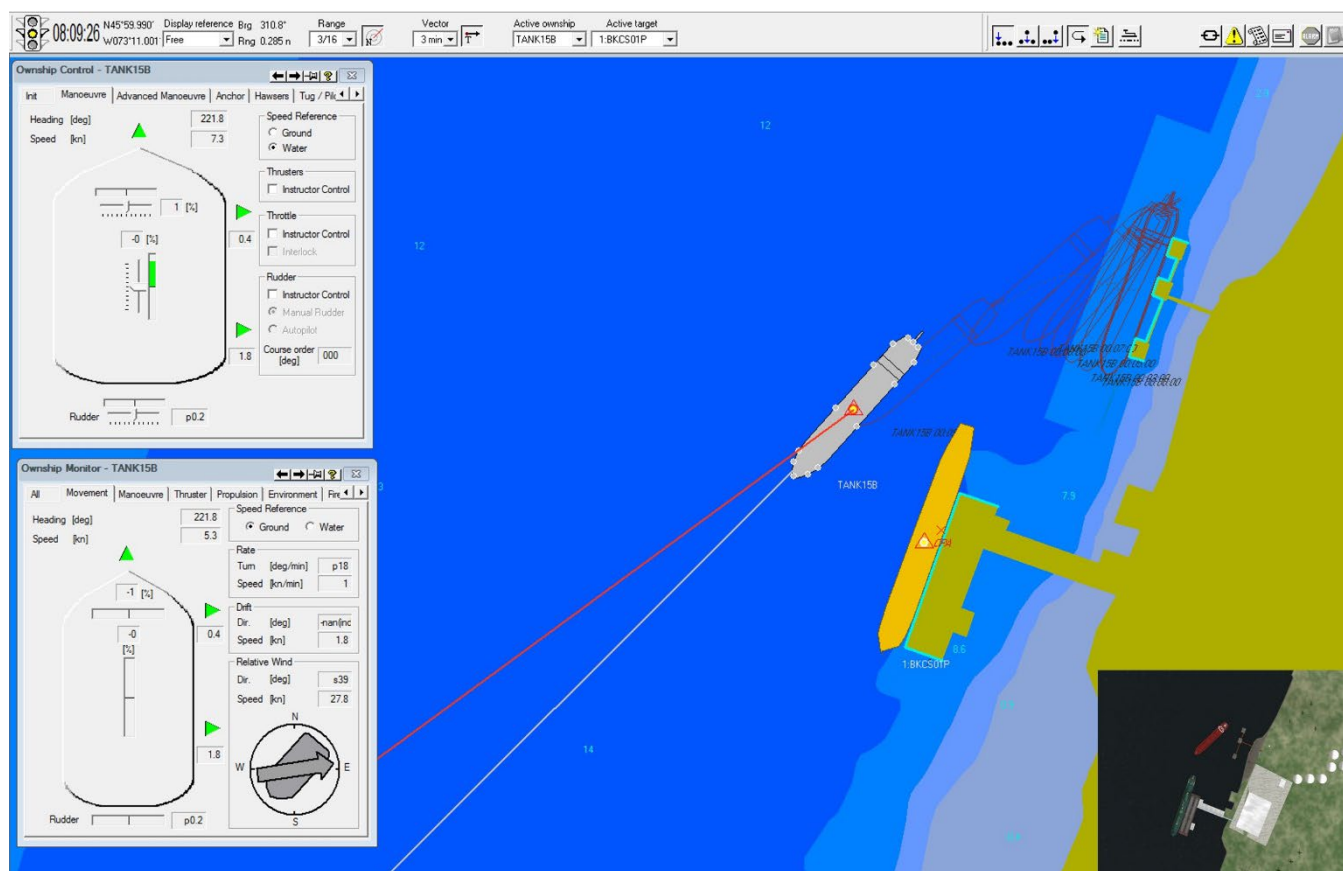


Illustration 28: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 14).

L'exercice « **SIM 15** » est un appareillage du quai de Kildair. Le navire TKCS15B a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent nord-est à 25 nœuds.

Appareillage sous contrôle total.

Aucun enjeu par rapport au navire accosté au quai de QSL

Manœuvre réussie

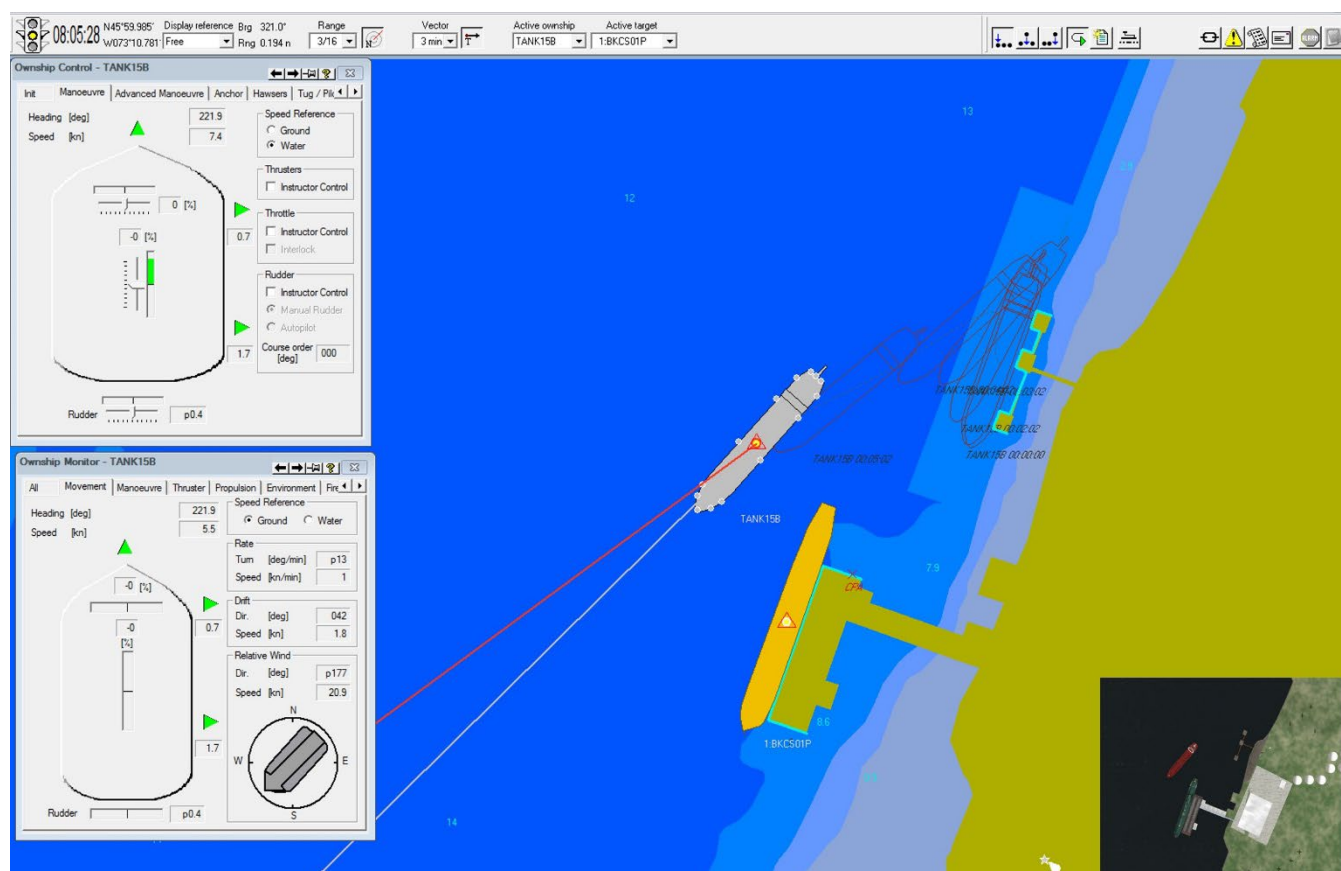


Illustration 29: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 15).

L'exercice « **SIM 16** » est un accostage au quai de Kildair. Le navire TKCS15B a été utilisé pour cette manœuvre. Pas de remorqueur. Un navire est accosté au quai de QSL. L'arrière du navire à QSL est en ligne avec l'ancienne structure de pompage située du côté aval des installations d'Hydro-Québec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de nord-ouest à 25 nœuds.

L'approche et l'accostage sont à surveiller, car le navire tend à éviter au vent du nord-ouest. Le premier contact avec le quai s'est effectué à 0,1 nœud de vitesse latérale.

Pour ce genre d'accostage, ce vent doit être considéré comme limite, car il n'y a pas de marge d'erreur.

Aucun enjeu par rapport au navire accosté au quai de QSL.

Manœuvre techniquement réussie (*mais trop près des limites*)

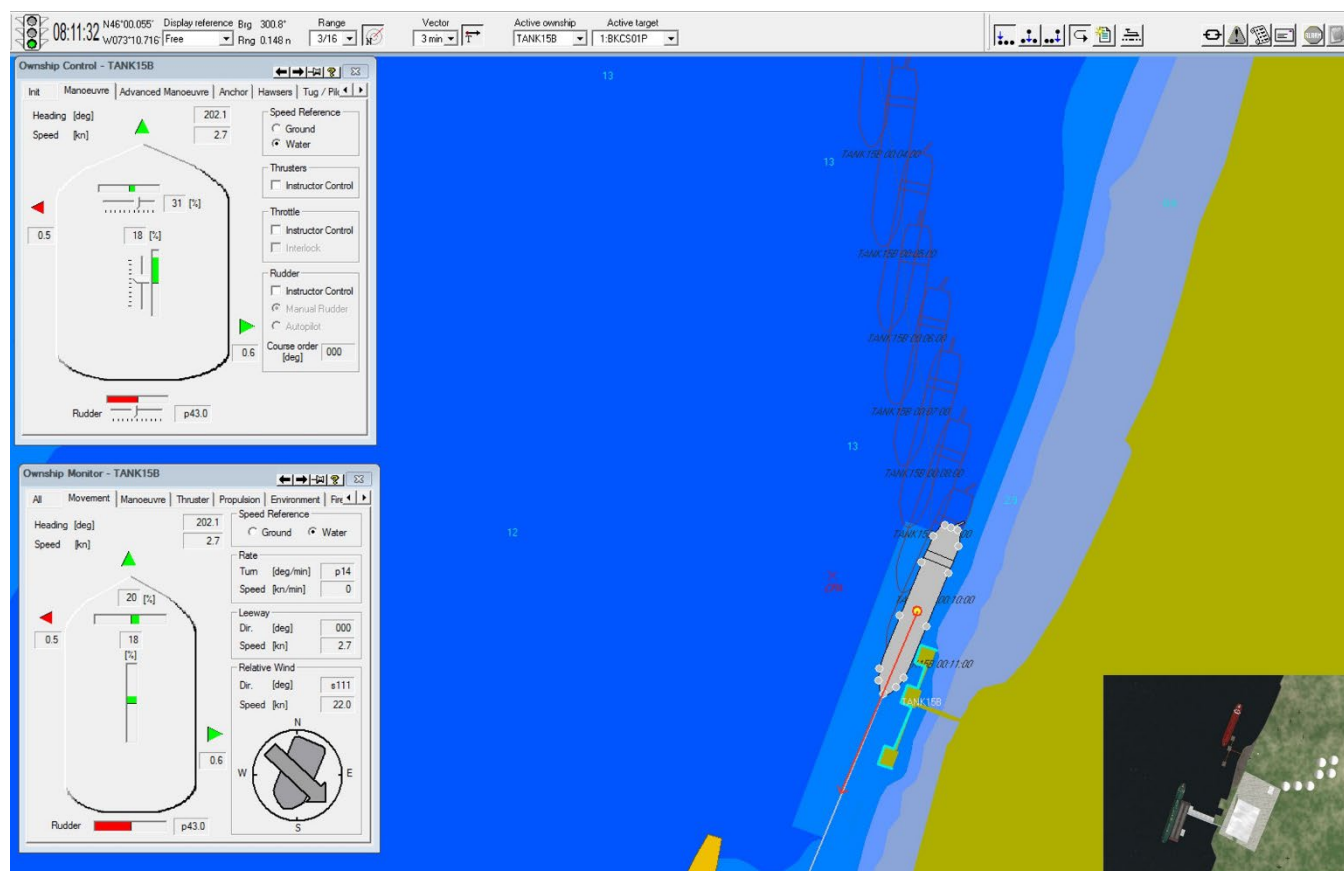


Illustration 30: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 16).

8. OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS

Après chaque simulation effectuée lors de ce projet, les pilotes responsables des manœuvres ont fait certaines observations, ont émis certains commentaires et ont formulé des recommandations.

Voici le compte rendu des observations et des recommandations, faisant suite à ces deux (2) jours de simulations.

8.1 Observations d'ordre général

Les manœuvres ont été effectuées en considérant que les navires accostés au quai de QSL auraient une longueur maximum de deux cents mètres. Si des navires plus longs devaient y accoster, le résultat de ces simulations deviendrait caduc.

De l'avis des pilotes, les accostages au quai QSL, lorsqu'un navire est accosté au quai de Kildair, ne provoquent aucun enjeu de sécurité pour l'un ou l'autre des navires.

Les pilotes sont aussi d'avis que les appareillages du quai de QSL, lorsqu'un navire est accosté au quai de Kildair, ne provoquent aucun enjeu de sécurité pour l'un ou l'autre des navires.

Les limites de vent déjà établies pour le secteur restent les mêmes pour les accostages au quai de Kildair, car se faisant toujours bâbord à quai, les accostages ne sont pas gênés par les installations de QSL en amont et ce, qu'il y ait ou non un navire à quai.

Les limitations d'un remorqueur conventionnel ont été mises à jour. Ce genre de remorqueur s'attache normalement par le chaumard central avant où il est le plus efficace et il faut qu'il s'oriente vers la direction du courant pour ne pas dériver vers l'aval. À cause de l'arrière et des amarres du navire accosté au quai de QSL, l'espace de manœuvre est nettement insuffisant. Amarré en joue, l'espace n'était toujours pas assez suffisant. Toutefois, pour un appareillage du quai Kildair lorsqu'il n'y a pas de navire accosté au quai QSL, un remorqueur conventionnel sur le chaumard central avant peut travailler à l'aise.

Lorsqu'un navire de deux-cents (200) mètres de longueur est accosté au quai de QSL, et afin de bien évaluer l'aire de manœuvre d'un remorqueur conventionnel sur l'avant, un appareillage du quai de Kildair Services a été effectué avec un navire de cent-quatre-vingt-quatre (184) mètres de longueur. Il s'agissait du TKCS08P ajouté pour la cause. Les pilotes ont constaté que dans ces circonstances, l'espace de manœuvre d'un tel remorqueur, même attaché sur la joue tribord, n'était pas suffisant pour évoluer à l'aise et sécuritairement. Une recommandation a été émise à cet effet.



Illustration 31: Navire de 184 m de longueur, remorqueur conventionnel chaumard central avant



Illustration 32: Navire de 184 m de longueur, remorqueur conventionnel sur joue tribord

8.2 Recommandations

- Les pilotes recommandent de prendre les mesures nécessaires pour que la ligne de sondes de dix (10) mètres ne dépasse pas le prolongement de la face du quai en amont et en aval (*dragage ou agrandissement du quai*);



Illustration 33: Ligne de sondes de 10 mètres et empreintes d'un navire appareillant

- De sorte à faciliter les approches de nuit au nouveau quai, les pilotes recommandent d'installer un éclairage adéquat sur les barges;
- Lorsque le vent vient de l'ouest à 25 nœuds, les pilotes recommandent de ne pas tenter un accostage au quai de QSL sans les remorqueurs. Lors de la simulation SIM 03, il fut très difficile de contrôler l'arrière du navire;
- Lorsque le vent vient de l'ouest à 35 nœuds, les pilotes recommandent de ne pas tenter un accostage au quai de QSL, même avec les remorqueurs;

- Lorsque le vent vient de l'ouest à 25 nœuds, les pilotes recommandent de ne pas tenter un appareillage du quai QSL sans les remorqueurs. Bien que la simulation SIM 04 fut réussie dans ces circonstances, l'ouverture contre le vent fut laborieuse et le risque que l'arrière entre trop à l'intérieur de la ligne qui prolonge la façade du quai est réel;
- Lorsque le vent vient du nord-est à 25 nœuds, les pilotes recommandent de ne pas tenter un accostage au quai de QSL sans les remorqueurs. Pour contrôler la stabilité directionnelle, il faut garder la barre à droite toute et garder le propulseur d'étrave au maximum vers la droite. La simulation SIM 07 fut déclarée limite à cause de ces deux éléments;
- Lorsque le vent vient du nord-ouest à 35 nœuds, les pilotes recommandent de ne pas tenter d'accostage au quai Kildair Services. La simulation SIM 09 fut déclarée limite malgré l'aide fournie par deux (2) remorqueurs de type ASD. Il n'y a toutefois aucun enjeu par rapport au quai de QSL et du navire qui y est accosté;
- Lorsque le vent vient du nord-ouest à 35 nœuds, les pilotes recommandent de ne pas tenter d'appareillage du quai Kildair Services. La simulation SIM 10 fut déclarée échec, car à cause de la pression du vent sur le château de poupe, le remorqueur arrière ne pouvait pas faire écarter la poupe du quai. Il n'y a pas d'enjeu par rapport au quai de QSL ni du navire qui y est accosté.
- Pour un navire de cent-quatre-vingts mètres (180) de longueur ou plus, qui appareille du quai de Kildair Services lorsque le quai de QSL est occupé, les pilotes recommandent l'emploi de deux (2) remorqueurs de type ASD. La démonstration en fut faite lors de la simulation SIM 10C.
- Les pilotes recommandent d'installer un système de défenses adéquat sur toute la longueur de la barge qui servira de quai. Le coin aval devrait être particulièrement bien protégé en cas d'impact lors d'un accostage.

9. CONCLUSION

Les manœuvres réalisées dans le cadre de ce projet ont atteint les objectifs visés.

Il a été démontré qu'en conditions normales d'opération, il était possible d'effectuer des accostages et des appareillages au nouveau quai de QSL, sans gêner les opérations qui prennent place au quai de Kildair Services.

Lorsqu'un navire de cent-quatre-vingts mètres de longueur ou plus appareille du quai de Kildair Services, l'inconvénient du manque d'espace sur l'avant peut être contré par l'utilisation d'un remorqueur de type ASD à la place d'un remorqueur conventionnel.

Il a aussi été démontré qu'à la suite d'une panne de machine lors de l'approche finale au quai de Kildair Services, le navire pouvait être contrôlé par les remorqueurs et dirigé en lieux sûrs avant qu'il puisse représenter un danger pour l'un ou l'autre des quais, ainsi qu'à un navire qui pourrait être accosté au quai de QSL.

Les recommandations balisent clairement les conditions qui permettent des manœuvres sûres et indiquent tout aussi clairement les conditions sous lesquelles certaines manœuvres ne doivent pas être effectuées.

ANNEXE 1

FICHES DE SIMULATION

Ces fiches contiennent les détails techniques de chaque simulation relevés sur le vif par les opérateurs du simulateur.

Elles peuvent aussi contenir des commentaires concis sur les manœuvres.

Pour plus de détails concernant le déroulement et le résultat des manœuvres, voir le chapitre :

7.5 Résultats des manœuvres effectuées en temps réel

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-01	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :	Direction :	225 °	Force :	5-10 nds					
Quai de :	QSL	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	225 °	Durée de l'exercice :	22m25s						
Latitude :	46° 00,518 N	Hauteur :	0,1 m	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	0				
Longitude :	073° 10,532 W	Période :	1,1 s								
Cap :	195 °										
Vitesse :	4,0 nds										
Modèle de navire :	BKCS01X										
Remorqueur virtuel :											
Configuration des remorqueurs :											
Commentaires :											
Manoeuvre reussie. Vitesse laterale finale d'approche sous les 0,2kts.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	BKCS01X	Modèle :		Modèle :							
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :							
Largeur :	23,8	Largeur :		Largeur :							
Déplacement :	41 235 T	Déplacement :		Déplacement :							
Tirant d'eau avant :	10,2 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :							
Tirant d'eau arrière :	10,2 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :							
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :							
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	1000 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-01		.AVI				
Fichier Log Kongsberg :	RUN-01 - ACC BKCS01X SW5-10-Instructor Station 1-220620-0812.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :	Steve Quenneville										
QSL :	Ivan Boileau			APL :	Cedric Beaumelle						
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry						
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 01

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-02	COURANTS, MARÉES ET VENTS										
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00									
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd									
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m									
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	225 °	Force :	5-10 nds						
Quai de :	QSL	Vagues :	☒									
Position de départ		Direction :	225 °	Durée de l'exercice :	16m15s							
Latitude :	45° 59,770 N	Hauteur :	0,1 m	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	0					
Longitude :	073° 10,544 W	Période :	1,1 s									
Cap :	200 °											
Vitesse :	0,0 nds											
Modèle de navire :	IMASAH1L											
Remorqueur virtuel :												
Configuration des remorqueurs :												
Commentaires :												
Manoeuvre reussie, la ligne des sondes de 10m excède la ligne du quai.												
Descriptions des modèles de navires utilisés :												
Modèle:	IMASAH1L	Modèle :		Modèle :								
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :								
Largeur :	23,8 m	Largeur :		Largeur :								
Déplacement :	31 680 T	Déplacement :		Déplacement :								
Tirant d'eau avant :	8,08 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :								
Tirant d'eau arrière :	8,08 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :								
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :								
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :								
Propulseurs d'étrave :	760 kW											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-02		.AVI					
Fichier Log Kongsberg :	RUN-02 - DEP IMASAH1L SW5-10-Instructor Station 1-220620-1002.log											
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger							
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy							
				Pilote :								
QSL :	Steve Quenneville											
QSL :				APL :	Cedric Beaumelle							
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry							
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis							

SIM 02

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-03	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :		08:00							
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :		Tracytest.etd							
		Niveau d'eau :		Selon fichier de courants, 2.0 m							
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :		Direction :		270 °		Force :		25 nds	
Quai de :	QSL	Vagues :		☒							
Position de départ		Direction :		270 °		Durée de l'exercice :		17m51s			
Latitude :	46° 00,208 N	Hauteur :		0,1 m							
Longitude :	073° 10,517 W	Longueur :		2,0 m		Nombre de remorqueur :		0			
Cap :	195 °	Période :		1,1 s							
Vitesse :	3,0 nds										
Modèle de navire :	BKCS01X										
Remorqueur virtuel :											
Configuration des remorqueurs :											
Commentaires :											
Depart a environ 600m du quai de Kildaire. Manoeuvre limite a ne pas tenter sans remorqueur.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	BKCS01X	Modèle :		Modèle :							
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :							
Largeur :	23,8	Largeur :		Largeur :							
Déplacement :	41 235 T	Déplacement :		Déplacement :							
Tirant d'eau avant :	10,2 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :							
Tirant d'eau arrière :	10,2 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :							
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :							
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	1000 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-03		.AVI				
Fichier Log Kongsberg :	RUN-03 - ACC BKCS01X W25-Instructor Station 1-220620-1025.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :	Steve Quenneville										
QSL :				APL :	Cedric Beaumelle						
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry						
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 03

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-04	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	270 °	Force :	25 nds					
Quai de :	QSL	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	270 °	Durée de l'exercice :	9m05s						
Latitude :	45° 59,770 N	Hauteur :	0,1 m								
Longitude :	073° 10,544 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	0						
Cap :	200 °	Période :	1,1 s								
Vitesse :	0,0 nds										
Modèle de navire :	IMASAH1L										
Remorqueur virtuel :											
Configuration des remorqueurs :											
Commentaires :											
Ouverture assez lente sur propulseur. Manoeuvre réussie.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	IMASAH1L	Modèle :		Modèle :							
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :							
Largeur :	23,8 m	Largeur :		Largeur :							
Déplacement :	31 680 T	Déplacement :		Déplacement :							
Tirant d'eau avant :	8,08 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :							
Tirant d'eau arrière :	8,08 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :							
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :							
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	760 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx	Filière Vidéo :	RUN-04	.AVI							
Fichier Log Kongsberg :	RUN-04 - DEP IMASAH1L W25-Instructor Station 1-220620-1052.log										
Consultant :	Alain Victor	Pilote :	Francois Boulanger								
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard	Pilote :	Martin Foisy								
		Pilote :									
QSL :	Steve Quenneville										
QSL :		APL :	Cedric Beaumelle								
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur	APL :	Etienne Landry								
CIMA :	Francois Paradis	Transport Canada :	Arezki Belounis								

SIM 04

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-05	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :	Direction :	270 °	Force :	35 nds					
Quai de :	QSL	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	270 °	Durée de l'exercice :	14m58s						
Latitude :	46° 00,058 N	Hauteur :	0,1 m	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	2				
Longitude :	073° 10,532 W	Période :	1,1 s								
Cap :	195 °										
Vitesse :	2,5 nds										
Modèle de navire :	BKCS01X										
Remorqueur virtuel :	TUG16										
	TUG16										
Configuration des remorqueurs :											
Conventionnel (TUG16) avant tribord 45degres vers arriere pour simuler un vrai conventionnel, azimuthal tribord arriere.											
Commentaires :											
Depart a environ 500m du quai de Kildaire. Puissance max du remorqueur conventionnel a l'avant 25t. 10% de moins de force sur azimuthal arriere.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	BKCS01X	Modèle :	TUG16	Modèle :	TUG16						
Longueur :	200,0 m	Longueur :	30,8 m	Longueur :	30,8 m						
Largeur :	23,8	Largeur :	11,1 m	Largeur :	11,1 m						
Déplacement :	41 235 T	Déplacement :	600 T	Déplacement :	600 T						
Tirant d'eau avant :	10,2 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m						
Tirant d'eau arrière :	10,2 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m						
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :	2 x azimuthal	Propulsion :	2 x azimuthal						
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	1000 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-05	.AVI					
Fichier Log Kongsberg :	RUN-05 - ACC BKCS01X W35-Instructor Station 1-220620-1136.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :	Steve Quenneville										
QSL :				APL :	Cedric Beaumelle						
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry						
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 05

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-06	COURANTS, MARÉES ET VENTS										
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00									
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd									
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m									
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	270 °	Force :	35 nds						
Quai de :	QSL	Vagues :	☒									
Position de départ		Direction :	270 °	Durée de l'exercice :	7m44s							
Latitude :	45° 59,770 N	Hauteur :	0,1 m	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	2					
Longitude :	073° 10,544 W	Période :	1,1 s									
Cap :	200 °											
Vitesse :	0,0 nds											
Modèle de navire :	IMASAH1L											
Remorqueur virtuel :												
Configuration des remorqueurs :												
TUG16 simule en conventionnel a l'avant. Azimutal arriere.												
Commentaires :												
Descriptions des modèles de navires utilisés :												
Modèle:	IMASAH1L	Modèle :		Modèle :								
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :								
Largeur :	23,8 m	Largeur :		Largeur :								
Déplacement :	31 680 T	Déplacement :		Déplacement :								
Tirant d'eau avant :	8,08 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :								
Tirant d'eau arrière :	8,08 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :								
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :								
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :								
Propulseurs d'étrave :	760 kW											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-06			.AVI				
Fichier Log Kongsberg :	RUN-06 - DEP IMASAH1L W35-Instructor Station 1-220620-1255.log											
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger							
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy							
				Pilote :								
QSL :												
QSL :	Ivan Boileau			APL :	Cedric Beaumelle							
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry							
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis							

SIM 06

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-07	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :	Direction :	045 °	Force :	25 nds					
Quai de :	QSL	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	045 °	Durée de l'exercice :	16m54s						
Latitude :	46° 00,058 N	Hauteur :	0,1 m	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	0				
Longitude :	073° 10,532 W	Période :	1,1 s								
Cap :	195 °										
Vitesse :	2,5 nds										
Modèle de navire :	BKCS01X										
Remorqueur virtuel :											
Configuration des remorqueurs :											
Commentaires :											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	BKCS01X	Modèle :		Modèle :							
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :							
Largeur :	23,8	Largeur :		Largeur :							
Déplacement :	41 235 T	Déplacement :		Déplacement :							
Tirant d'eau avant :	10,2 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :							
Tirant d'eau arrière :	10,2 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :							
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :							
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	1000 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-07		.AVI				
Fichier Log Kongsberg :	RUN-07 - ACC BKCS01X NE25-Instructor Station 1-220620-1359.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :											
QSL :	Ivan Boileau			APL :	Cedric Beaumelle						
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry						
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 07

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-08	COURANTS, MARÉES ET VENTS										
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00									
Date :	20/06/202	Fichier de courant :	Tracytest.etd									
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m									
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	045 °	Force :	25 nds						
Quai de :	QSL	Vagues :	☒									
Position de départ		Direction :	045 °	Durée de l'exercice :	9m44s							
Latitude :	45° 59,770 N	Hauteur :	0,1 m									
Longitude :	073° 10,544 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :								
Cap :	200 °	Période :	1,1 s									
Vitesse :	0,0 nds											
Modèle de navire :	IMASAH1L											
Remorqueur virtuel :												
Configuration des remorqueurs :												
Commentaires :												
Descriptions des modèles de navires utilisés :												
Modèle:	IMASAH1L	Modèle :		Modèle :								
Longueur :	200,0 m	Longueur :		Longueur :								
Largeur :	23,8 m	Largeur :		Largeur :								
Déplacement :	31 680 T	Déplacement :		Déplacement :								
Tirant d'eau avant :	8,08 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :								
Tirant d'eau arrière :	8,08 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :								
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :		Propulsion :								
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :								
Propulseurs d'étrave :	760 kW											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-08	.AVI						
Fichier Log Kongsberg :	RUN-08 - DEP IMASAH1L NE25-Instructor Station 1-220620-1343.log											
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger							
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy							
				Pilote :								
QSL :												
QSL :												
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Cedric Beaumelle							
CIMA :	Francois Paradis			APL :	Etienne Landry							
				Transport Canada :	Arezki Belounis							

SIM 08

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-09	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :	Direction :	315 °	Force :	35 nds					
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	315 °	Durée de l'exercice :	21m39s						
Latitude :	46° 00,213 N	Hauteur :	0,1 m								
Longitude :	073° 10,502 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	2						
Cap :	195 °	Période :	1,1 s								
Vitesse :	2,0 nds										
Modèle de navire :	TKCS04X										
Remorqueur virtuel :	TUG16										
	TUG16										
Configuration des remorqueurs :											
2 azimuthaux tribord avant et tribord arriere.											
Commentaires :											
Navire amarre au quai de QSL, le demiere est en ligne avec le coin nord du morceau de beton nord.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	TKCS04X	Modèle :	TUG16	Modèle :	TUG16						
Longueur :	244,0 m	Longueur :	30,8 m	Longueur :	30,8 m						
Largeur :	42,0 m	Largeur :	11,1 m	Largeur :	11,1 m						
Déplacement :	85 512 T	Déplacement :	600 T	Déplacement :	600 T						
Tirant d'eau avant :	10,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m						
Tirant d'eau arrière :	10,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m						
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :	2 x azimuthal	Propulsion :	2 x azimuthal						
Gouvernail :	Conventionnal	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-09	.AVI					
Fichier Log Kongsberg :	RUN-09 - ARR TKCS04X NW35-Instructor Station 1-220620-1426.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :											
QSL :											
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Cedric Beaumelle						
CIMA :	Francois Paradis			APL :	Etienne Landry						
				Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 09

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-10	COURANTS, MARÉES ET VENTS				
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00			
Date :	20 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd			
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m			
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	315 °	Force :	35 nds
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒			
Position de départ		Direction :	315 °	Durée de l'exercice :	11m35s	
Latitude :	45° 59,894 N	Hauteur :	0,1 m			
Longitude :	073° 10,411 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	2	
Cap :	200 °	Période :	1,1 s			
Vitesse :	0,0 nds					
Modèle de navire :	TKCS04B					
Remorqueur virtuel :	TUG16					
	TUG16					
Configuration des remorqueurs :						
1 avant tribord conventionnel malgré TUG16 utilise. Azimutal tribord arrière.						
Commentaires :						
Navire amarre au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de beton nord.						
Le navire ne décolle pas du quai avec un vent de 35kts. Le remorqueur aximutal est a l'arrière.						
Descriptions des modèles de navires utilisés :						
Modèle:	TKCS04B	Modèle :	TUG16	Modèle :	TUG16	
Longueur :	244,0 m	Longueur :	30,8 m	Longueur :	30,8 m	
Largeur :	42,0 m	Largeur :	11,1 m	Largeur :	11,1 m	
Déplacement :	55 430 T	Déplacement :	600 T	Déplacement :	600 T	
Tirant d'eau avant :	6,0 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	
Tirant d'eau arrière :	8,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :	2 x azimutal	Propulsion :	2 x azimutal	
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :		
Propulseurs d'étrave :						
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-10	.AVI
Fichier Log Kongsberg :	RUN-10 - DEP TKCS04B NW35-Instructor Station 1-220620-1510.log					
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger	
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy	
				Pilote :		
QSL :						
QSL :				APL :	Cedric Beaumelle	
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry	
CIMA :	Francois Paradis			Transport Canada :	Arezki Belounis	

SIM 10

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :		RUN-10B		COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :		Tracy		Heure de l'exercice :		08:00							
Date :		20 juin 2022		Fichier de courant :		Tracytest.etd							
				Niveau d'eau :		Selon fichier de courants, 2.0 m							
Manœuvre :		APPAREILLAGE		Vents :		Direction :		225 °		Force :		5-10 nds	
Quai de :		KILDAIR		Vagues :		☒							
Position de départ				Direction :		225 °		Durée de l'exercice :		12m35s			
Latitude :		45° 59,894 N		Hauteur :		0,1 m							
Longitude :		073° 10,411 W		Longueur :		2,0 m		Nombre de remorqueur :		2			
Cap :		200 °		Période :		1,1 s							
Vitesse :		0,0 nds											
Modèle de navire :		TKCS04B											
Remorqueur virtuel :		TUG16											
		TUG16											
Configuration des remorqueurs :													
1 avant tribord conventionnel malgré TUG16 utilise. Azimutal tribord arrière. En avant commence à tirer à 30 degrés sur tribord mais le navire au quai de QSL est proche et on doit se mettre à 45 degrés.													
Commentaires :													
Navire amarre au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de béton nord.													
Descriptions des modèles de navires utilisés :													
Modèle:		TKCS04B		Modèle :		TUG16		Modèle :		TUG16			
Longueur :		244,0 m		Longueur :		30,8 m		Longueur :		30,8 m			
Largeur :		42,0 m		Largeur :		11,1 m		Largeur :		11,1 m			
Déplacement :		55 430 T		Déplacement :		600 T		Déplacement :		600 T			
Tirant d'eau avant :		6,0 m		Tirant d'eau avant :		3,5 m		Tirant d'eau avant :		3,5 m			
Tirant d'eau arrière :		8,5 m		Tirant d'eau arrière :		3,5 m		Tirant d'eau arrière :		3,5 m			
Propulsion :		Pas fixe à droite		Propulsion :		2 x azimutal		Propulsion :		2 x azimutal			
Gouvernail :		Conventionnel		Gouvernail :				Gouvernail :					
Propulseurs d'étrave :													
Diagrammes et données :		RUNS et Photos.xlsx						Filière Vidéo :		RUN-10B		.AVI	
Fichier Log Kongsberg :													
Consultant :		Alain Victor						Pilote :		Francois Boulanger			
Opérateur(s) du Simulateur :		Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard						Pilote :		Martin Foisy			
								Pilote :					
QSL :													
QSL :								APL :		Cedric Beaumelle			
CIMA :		Raphael Fulham-Lebrasseur						APL :		Etienne Landry			
CIMA :		Francois Paradis						Transport Canada :		Arezki Belounis			

SIM 10B

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-10C	COURANTS, MARÉES ET VENTS				
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00			
Date :	21 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd			
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m			
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	315 °	Force :	25 nds
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒			
Position de départ		Direction :	315 °	Durée de l'exercice :	16m31s	
Latitude :	45° 59,892 N	Hauteur :	0,1 m			
Longitude :	073° 10,409 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :	2	
Cap :	200 °	Période :	1,1 s			
Vitesse :	0,0 nds					
Modèle de navire :	TKCS08P					
Remorqueur virtuel :	TUG16					
	TUG16					
Configuration des remorqueurs :						
1 avant tribord conventionnel malgré TUG16 utilise. Azimutal tribord arrière.						
Chaumard central avant ne fonctionnerait pas avec navire de 182m et un câble de remorquage de 50m. Le remorqueur a été mis sur la joue avant tribord, câble de 50m, 30 degrés sur tribord.						
Le remorqueur avant est passé à environ 10-15 mètres du navire amarré au quai de QSL.						
Commentaires :						
Navire amarré au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de béton nord.						
Descriptions des modèles de navires utilisés :						
Modèle :	TKCS08P	Modèle :	TUG16	Modèle :	TUG16	
Longueur :	184,0 m	Longueur :	30,8 m	Longueur :	30,8 m	
Largeur :	32,2 m	Largeur :	11,1 m	Largeur :	11,1 m	
Déplacement :	47 707 T	Déplacement :	600 T	Déplacement :	600 T	
Tirant d'eau avant :	10,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	
Tirant d'eau arrière :	10,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :	2 x azimutal	Propulsion :	2 x azimutal	
Gouvernail :	Conventionnel	Gouvernail :		Gouvernail :		
Propulseurs d'étrave :						
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-10C	.AVI
Fichier Log Kongsberg :	RUN-10C - DEP TKCS08P SW10-15-Instructor Station 1-220621-0845.log					
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger	
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy	
				Pilote :		
QSL :	Ivan Boileau					
QSL :	Olivier Rochette			APL :		
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry	
CIMA :				Transport Canada :	Arezki Belounis	

SIM 10C

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :		RUN-10D		COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :		Tracy		Heure de l'exercice :		08:00							
Date :		21 juin 2022		Fichier de courant :		Tracytest.etd							
				Niveau d'eau :		Selon fichier de courants, 2.0 m							
Manœuvre :		APPAREILLAGE		Vents :		Direction :		225 °		Force :		5-10 nds	
Quai de :		KILDAIR		Vagues :		☒							
Position de départ				Direction :		225 °		Durée de l'exercice :		5m38s			
Latitude :		45° 59,894 N		Hauteur :		0,1 m							
Longitude :		073° 10,411 W		Longueur :		2,0 m		Nombre de remorqueur :		2			
Cap :		200 °		Période :		1,1 s							
Vitesse :		0,0 nds											
Modèle de navire :		TKCS04B											
Remorqueur virtuel :		TUG16											
		TUG16											
Configuration des remorqueurs :													
1 avant tribord conventionnel malgré TUG16 utilise. Azimutal tribord arrière.													
Commentaires :													
Pas de navire au quai de QSL													
Descriptions des modèles de navires utilisés :													
Modèle:		TKCS04B		Modèle :		TUG16		Modèle :		TUG16			
Longueur :		244,0 m		Longueur :		30,8 m		Longueur :		30,8 m			
Largeur :		42,0 m		Largeur :		11,1 m		Largeur :		11,1 m			
Déplacement :		55 430 T		Déplacement :		600 T		Déplacement :		600 T			
Tirant d'eau avant :		6,0 m		Tirant d'eau avant :		3,5 m		Tirant d'eau avant :		3,5 m			
Tirant d'eau arrière :		8,5 m		Tirant d'eau arrière :		3,5 m		Tirant d'eau arrière :		3,5 m			
Propulsion :		Pas fixe à droite		Propulsion :		2 x azimutal		Propulsion :		2 x azimutal			
Gouvernail :		Conventionnel		Gouvernail :				Gouvernail :					
Propulseurs d'étrave :													
Diagrammes et données :		RUNS et Photos.xlsx						Filière Vidéo :		RUN-10D		.AVI	
Fichier Log Kongsberg :													
Consultant :		Alain Victor						Pilote :		Francois Boulanger			
Opérateur(s) du Simulateur :		Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard						Pilote :		Martin Foisy			
								Pilote :					
QSL :		Ivan Boileau											
QSL :		Olivier Rochette						APL :					
CIMA :		Raphael Fulham-Lebrasseur						APL :		Etienne Landry			
CIMA :								Transport Canada :		Arezki Belounis			

SIM 10D

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-11	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :		08:00							
Date :	21 juin 2022	Fichier de courant :		Tracytest.etd							
		Niveau d'eau :		Selon fichier de courants, 2.0 m							
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :		Direction :		225 °		Force :		5-10 nds	
Quai de :	KILDAIR	Vagues :		☒							
Position de départ		Direction :		225 °		Durée de l'exercice :		36m05s			
Latitude :	46° 00,504 N	Hauteur :		0,1 m							
Longitude :	073° 10,423 W	Longueur :		2,0 m		Nombre de remorqueur :		2			
Cap :	195 °	Période :		1,1 s							
Vitesse :	3,0 nds										
Modèle de navire :	TKCS04X										
Remorqueur virtuel :	TUG16										
	TUG16										
Configuration des remorqueurs :											
2 azimutaux tribord avant et tribord arriere.											
Commentaires :											
Navire amarre au quai de QSL, le derriere est en ligne avec le coin nord du morceau de beton nord.											
A 28m31s panne de moteur. Le navire est a environ 60m du quai de Kildair.											
Pilote a decide d'annuler l'approche au quai, de freiner le navire et de s'eloigner du quai.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	TKCS04X	Modèle :	TUG16	Modèle :	TUG16						
Longueur :	244,0 m	Longueur :	30,8 m	Longueur :	30,8 m						
Largeur :	42,0 m	Largeur :	11,1 m	Largeur :	11,1 m						
Déplacement :	85 512 T	Déplacement :	600 T	Déplacement :	600 T						
Tirant d'eau avant :	10,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m	Tirant d'eau avant :	3,5 m						
Tirant d'eau arrière :	10,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m	Tirant d'eau arrière :	3,5 m						
Propulsion :	Pas fixe à droite	Propulsion :	2 x azimutal	Propulsion :	2 x azimutal						
Gouvernail :	Conventionnal	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-11	.AVI					
Fichier Log Kongsberg :	RUN-11 - ARR TKCS04X SW5-10-Instructor Station 1-220621-0954.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :	Ivan Boileau										
QSL :	Olivier Rochette			APL :							
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry						
CIMA :				Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 11

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-13	COURANTS, MARÉES ET VENTS										
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00									
Date :	21 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd									
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m									
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	225 °	Force :	5-10 nds						
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒									
Position de départ		Direction :	225 °	Durée de l'exercice :	7m30s							
Latitude :	45° 59,894 N	Hauteur :	0,1 m									
Longitude :	073° 10,411 W	Longueur :	2,0 m		Nombre de remorqueur :							
Cap :	200 °	Période :	1,1 s									
Vitesse :	0,0 nds											
Modèle de navire :	TANK15L											
Remorqueur virtuel :												
Configuration des remorqueurs :												
Commentaires :												
Navire amarre au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de beton nord.												
Descriptions des modèles de navires utilisés :												
Modèle:	TANK15L	Modèle :		Modèle :								
Longueur :	144,0 m	Longueur :		Longueur :								
Largeur :	23,0 m	Largeur :		Largeur :								
Déplacement :	21 220 T	Déplacement :		Déplacement :								
Tirant d'eau avant :	8,25 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :								
Tirant d'eau arrière :	8,55 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :								
Propulsion :	Pas variable à gauche	Propulsion :		Propulsion :								
Gouvernail :	Becker	Gouvernail :		Gouvernail :								
Propulseurs d'étrave :	750 kW											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx				Filière Vidéo :	RUN-13		.AVI				
Fichier Log Kongsberg :	RUN-13 - DEP TANK15L SW5-10-Instructor Station 1-220621-1046.log											
Consultant :	Alain Victor				Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard				Pilote :	Martin Foisy						
					Pilote :							
QSL :	Ivan Boileau											
QSL :	Olivier Rochette				APL :							
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur				APL :	Etienne Landry						
CIMA :					Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 13

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-14	COURANTS, MARÉES ET VENTS										
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00									
Date :	21 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd									
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m									
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	270 °	Force :	25 nds						
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒									
Position de départ		Direction :	270 °	Durée de l'exercice :	9m25s							
Latitude :	45° 59,889 N	Hauteur :	0,1 m									
Longitude :	073° 10,407 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :								
Cap :	200 °	Période :	1,1 s									
Vitesse :	0,0 nds											
Modèle de navire :	TANK15B											
Remorqueur virtuel :												
Configuration des remorqueurs :												
Commentaires :												
Navire amarre au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de béton nord.												
Descriptions des modèles de navires utilisés :												
Modèle :	TANK15B	Modèle :		Modèle :								
Longueur :	144,0 m	Longueur :		Longueur :								
Largeur :	23,0 m	Largeur :		Largeur :								
Déplacement :	14 200 T	Déplacement :		Déplacement :								
Tirant d'eau avant :	5,2 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :								
Tirant d'eau arrière :	6,6 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :								
Propulsion :	Pas variable à gauche	Propulsion :		Propulsion :								
Gouvernail :	Becker	Gouvernail :		Gouvernail :								
Propulseurs d'étrave :	750 kW											
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-14	.AVI						
Fichier Log Kongsberg :	RUN-14 - DEP TANK15B W25-Instructor Station 1-220621-1103.log											
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger							
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy							
				Pilote :								
QSL :	Ivan Boileau											
QSL :	Olivier Rochette			APL :								
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry							
CIMA :				Transport Canada :	Arezki Belounis							

SIM 14

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-15	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	21 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	APPAREILLAGE	Vents :	Direction :	045 °	Force :	25 nds					
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	45 °	Durée de l'exercice :	5m30s						
Latitude :	45° 59,889 N	Hauteur :	0,1 m								
Longitude :	073° 10,407 W	Longueur :	2,0 m	Nombre de remorqueur :							
Cap :	200 °	Période :	1,1 s								
Vitesse :	0,0 nds										
Modèle de navire :	TANK15B_										
Remorqueur virtuel :											
Configuration des remorqueurs :											
Commentaires :											
Navire amarre au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de béton nord.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle :	TANK15B	Modèle :		Modèle :							
Longueur :	144,0 m	Longueur :		Longueur :							
Largeur :	23,0 m	Largeur :		Largeur :							
Déplacement :	14 200 T	Déplacement :		Déplacement :							
Tirant d'eau avant :	5,2 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :							
Tirant d'eau arrière :	6,6 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :							
Propulsion :	Pas variable à gauche	Propulsion :		Propulsion :							
Gouvernail :	Becker	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	750 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx			Filière Vidéo :	RUN-15	.AVI					
Fichier Log Kongsberg :	RUN-15 - DEP TANK15B NE25-Instructor Station 1-220621-1118.log										
Consultant :	Alain Victor			Pilote :	Francois Boulanger						
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard			Pilote :	Martin Foisy						
				Pilote :							
QSL :	Ivan Boileau										
QSL :	Olivier Rochette			APL :							
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur			APL :	Etienne Landry						
CIMA :				Transport Canada :	Arezki Belounis						

SIM 15

Projet ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario :	RUN-16	COURANTS, MARÉES ET VENTS									
Lieu :	Tracy	Heure de l'exercice :	08:00								
Date :	21 juin 2022	Fichier de courant :	Tracytest.etd								
		Niveau d'eau :	Selon fichier de courants, 2.0 m								
Manœuvre :	ACCOSTAGE	Vents :	Direction :	315 °	Force :	25 nds					
Quai de :	KILDAIR	Vagues :	☒								
Position de départ		Direction :	315 °	Durée de l'exercice :	13m10s						
Latitude :	46° 00,340 N	Hauteur :	0,1 m								
Longitude :	073° 10,393 W	Longueur :	2,0 m								
Cap :	195 °	Période :	1,1 s								
Vitesse :	3,0 nds										
Modèle de navire :	TANK15B										
Remorqueur virtuel :											
Configuration des remorqueurs :											
Commentaires :											
Navire amarre au quai de QSL, le derrière est en ligne avec le coin nord du morceau de beton nord.											
Descriptions des modèles de navires utilisés :											
Modèle:	TANK15B	Modèle :		Modèle :							
Longueur :	144,0 m	Longueur :		Longueur :							
Largeur :	23,0 m	Largeur :		Largeur :							
Déplacement :	14 200 T	Déplacement :		Déplacement :							
Tirant d'eau avant :	5,2 m	Tirant d'eau avant :		Tirant d'eau avant :							
Tirant d'eau arrière :	6,6 m	Tirant d'eau arrière :		Tirant d'eau arrière :							
Propulsion :	Pas variable à gauche	Propulsion :		Propulsion :							
Gouvernail :	Becker	Gouvernail :		Gouvernail :							
Propulseurs d'étrave :	750 kW										
Diagrammes et données :	RUNS et Photos.xlsx				Filière Vidéo :	RUN-16		.AVI			
Fichier Log Kongsberg :	RUN-16 - ARR TANK15B NW25-Instructor Station 1-220621-1129.log										
Consultant :	Alain Victor				Pilote :	Francois Boulanger					
Opérateur(s) du Simulateur :	Daniel Hriscan, Marie-Eve Lessard				Pilote :	Martin Foisy					
					Pilote :						
QSL :	Ivan Boileau										
QSL :	Olivier Rochette				APL :						
CIMA :	Raphael Fulham-Lebrasseur				APL :	Etienne Landry					
CIMA :					Transport Canada :	Arezki Belounis					

SIM 16

ANNEXE 2

FICHES TECHNIQUES DES NAVIRES

BKCS01

IMASAH1(B-L)

TANK15(B-L)

TKCS04B(X)

TKCS08

BKCS01

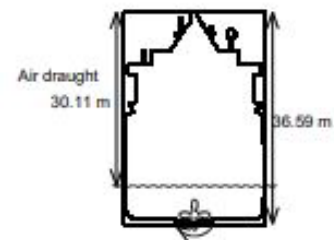
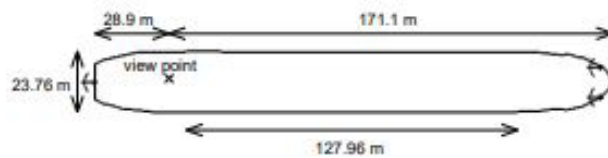
PILOT CARD

BKCS01B
Version 1

Ship's name Altair
 Call Sign csem Deadweight 36560 tonnes Year built 2016
 Draught aft 6.48 m / 21 ft 3 in Forward 3.5 m / 11 ft 6 in Displacement 19000 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall	<u>200</u>	m	Anchor chain: Port	<u>10.9</u>	shackles	Starboard	<u>10.9</u>	shackles
Breadth	<u>23.76</u>	m	Stern	<u>5.0</u>	shackles			
Bulbous bow	No	(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)						



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 7877 kW (10710 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	98.0	N/A	12.5	N/A
Full Ahead	0.8	95.0	N/A	12.2	N/A
Half Ahead	0.5	75.0	N/A	9.6	N/A
Slow Ahead	0.25	53.0	N/A	6.8	N/A
Dead Slow Ahead	0.125	36.0	N/A	4.6	N/A
Dead Slow Astern	-0.125	-51.0	N/A		
Slow Astern	-0.25	-68.0	N/A		
Half Astern	-0.5	-90.0	N/A		
Full Astern	-1	-115.0	N/A		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°						
Hard-over to hard-over	14	s								
Rudder angle for neutral effect	0	°								
Thruster:	Bow	883	kW (	1200	hp)	Stern	N/A	kW (	N/A	hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
	Yes / No	Constant gyro error ±	°
Water speed		VHF	
Ground speed		Elec. pos. fix. system	
Dual-axis		Type	
Engine telegraphs			
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

IMASAH1

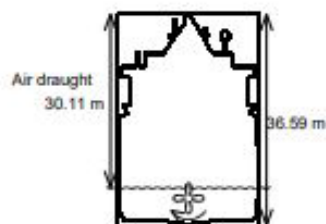
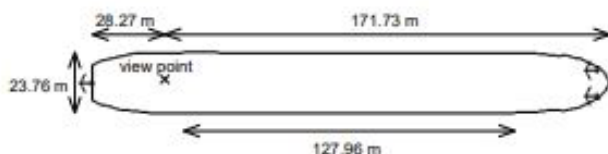
PILOT CARD

IMASAH1B
Version 1

Ship's name Federal Asahi
 Call Sign csem Deadweight 36560 tonnes Year built 2007
 Draught aft 6.48 m / 21 ft 3 in Forward 3.5 m / 11 ft 6 in Displacement 19000 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall	<u>200</u>	m	Anchor chain: Port	<u>10.9</u>	shackles	Starboard	<u>10.9</u>	shackles
Breadth	<u>23.76</u>	m	Stern	<u>5.0</u>	shackles			
Bulbous bow	No	(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)						



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 7877 kW (10710 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	98.0	N/A	N/A	12.9
Full Ahead	<u>0.8</u>	95.0	N/A	N/A	12.5
Half Ahead	<u>0.5</u>	75.0	N/A	N/A	9.8
Slow Ahead	<u>0.25</u>	53.0	N/A	N/A	6.7
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	36.0	N/A	N/A	4.5
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	-36.0	N/A		
Slow Astern	<u>-0.25</u>	-53.0	N/A		
Half Astern	<u>-0.5</u>	-75.0	N/A		
Full Astern	<u>-1</u>	-98.0	N/A		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°		
Hard-over to hard-over	17.5	s				
Rudder angle for neutral effect	-0.5	°				
Thruster:	Bow	441	kW (600 hp)	Stern	N/A	kW (N/A hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
	Yes / No	Constant gyro error ±	°
Water speed		VHF	
Ground speed		Elec. pos. fix. system	
Dual-axis		Type	
Engine telegraphs			
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

IMASAH1B
Version 1

Ship's name Federal Azuli Call Sign caim Gross tonnage Net tonnage
 Max. Displacement 19000 tonnes, and Deadweight 30000 tonnes, and Block coefficient 0.819 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Total / Estimated	Total / Estimated
N/A m forward	3.5 m forward
N/A m aft	6.48 m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	Normal
Maximum rudder angle	35 °
Time hand-over to hand-over	
with one power unit	35 s
with two power units	17.5 s
Min. speed to maintain course propeller stopped	knots
Rudder angle for neutral effect	-0.5 °

ANCHOR CHAIN

Chain length	Max. rate of hauling
shackles	m/s / shackles
Port	10.0 0.884
Starboard	10.0 0.884
Stow	5.0 0.884
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)	

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel 7877 kW (10710 hp) Type of propulsion Propels

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	1	98.0	N/A	12.9
Full Ahead	8.8	95.0	N/A	12.5
Half Ahead	9.5	75.0	N/A	9.8
Slow Ahead	8.25	53.0	N/A	6.7
Dead Slow Ahead	6.125	36.0	N/A	4.5
Dead Slow Astern	-6.125	-36.0	N/A	
Slow Astern	-8.25	-53.0	N/A	
Half Astern	-9.5	-75.0	N/A	
Full Astern	-1	-98.0	N/A	
			Critical revolutions	32 rpm

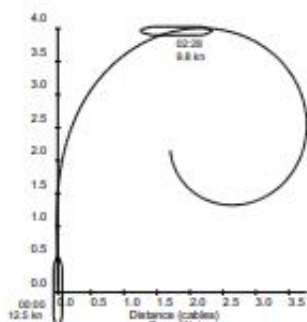
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	441	600	12 s	15 °/min	10.3 s
Stern	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Combined	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

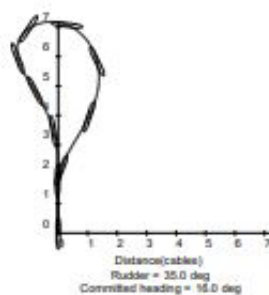
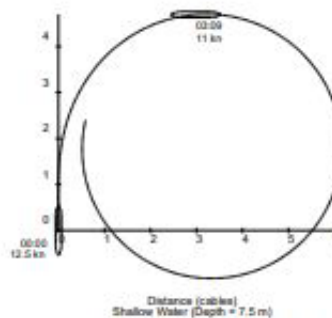
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Under keel clearance (m)	Estimated squat effect	
	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
8.0	6.7	0.33
	9.8	0.70
	12.5	0.88
2.5	6.7	0.34
	9.8	0.71

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35 °)

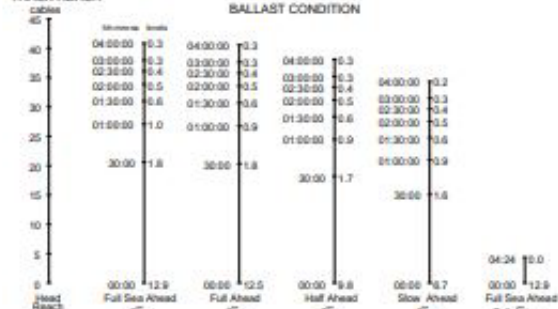


WILLIAMSON TURN

Rudder = 35.0 deg
Committed heading = 15.0 deg

Shallow Water (Depth = 7.5 m)

TRACK REACH



PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

PILOT CARD

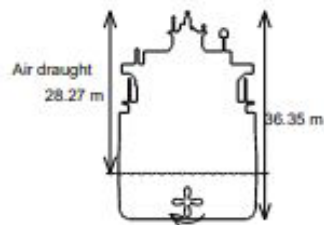
IMASAH1L
Version 1

Ship's name Federal Asahi
 Call Sign _____ Deadweight 36560 tonnes Year built _____
 Draught aft 8.08 m / 26 ft 6 in Forward 8.08 m / 26 ft 6 in Displacement 31680 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall	<u>200</u>	m	Anchor chain: Port	<u>10.9</u>	shackles	Starboard	<u>10.9</u>	shackles
Breadth	<u>23.76</u>	m	Stern	<u>5.0</u>	shackles			
Bulbous bow	No							

(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 7877 kW (10710 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	98.0	N/A	N/A	12.5
Full Ahead	0.8	95.0	N/A	N/A	12.1
Half Ahead	0.5	75.0	N/A	N/A	9.6
Slow Ahead	0.25	53.0	N/A	N/A	6.8
Dead Slow Ahead	0.125	36.0	N/A	N/A	4.6
Dead Slow Astern	-0.125	-36.0	N/A		
Slow Astern	-0.25	-53.0	N/A		
Half Astern	-0.5	-75.0	N/A		
Full Astern	-1	-98.0	N/A		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°		
Hard-over to hard-over	17.5	s				
Rudder angle for neutral effect	0	°				
Thruster:	Bow	760	kW (1033 hp)	Stern	N/A	kW (N/A hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors	☐	Indicators:	☐
Whistle	☐	Rudder	☐
Radar	☐ 3 cm	Rpm/pitch	☐
ARPA	☐	Rate of turn	☐
Speed log	☐ Doppler:	Compass system	☐
Water speed	☐	Constant gyro error ±	☐ °
Ground speed	☐	VHF	☐
Dual-axis	☐	Elec. pos. fix. system	☐
Engine telegraphs	☐	Type	☐
Steering gear	☐		
Number of power units operating	☐		

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

IMASAH1L Version 1

Ship's name Federal Asahi Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 31680 tonnes, and Deadweight 36560 tonnes, and Block coefficient 0.843 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
N/A m forward	8.08 m forward
N/A m aft	8.08 m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	Normal
Maximum rudder angle	35 °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	35 s
with two power units	17.5 s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	_____ knots
Rudder angle for neutral effect	0 °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	10.9	0.894
Starboard	10.9	0.894
Stern	5.0	0.894
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel 7877 kW (10710 hp) Type of propulsion Propelle

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	1	98.0	N/A	12.5
Full Ahead	0.8	95.0	N/A	12.1
Half Ahead	0.5	75.0	N/A	9.6
Slow Ahead	0.25	53.0	N/A	6.8
Dead Slow Ahead	0.125	36.0	N/A	4.6
Dead Slow Astern	-0.125	-36.0	N/A	
			Critical revolutions 32 rpm	
Slow Astern	-0.25	-53.0	N/A	
Half Astern	-0.5	-75.0	N/A	
Full Astern	-1	-98.0	N/A	

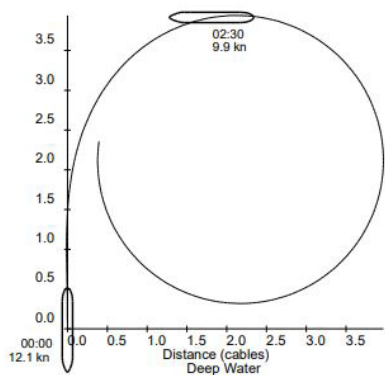
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	760	1033	13.4 s	15 °/min	10.3 s
Stern	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Combined	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

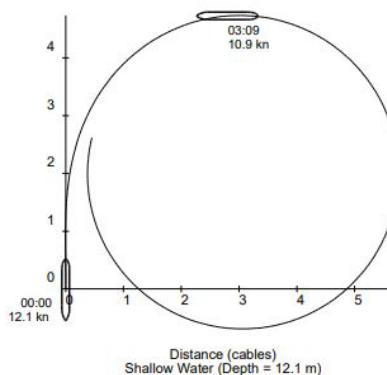
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Under keel clearance (m)	Estimated squat effect	
	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
8.1	6.8	0.35
	9.6	0.70
	12.5	0.81
4.0	6.8	0.36
	9.6	0.74

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35 °)

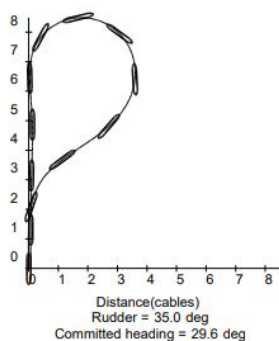


WILLIAMSON TURN



STOPPING CHARACTERISTICS

LOAD CONDITION



TRACK REACH

cables	hh:mm:ss	knots	hh:mm:ss	knots	hh:mm:ss	knots	hh:mm:ss	knots	hh:mm:ss	knots
60	04:00:00	0.4	04:00:00	0.4	04:00:00	0.4	04:00:00	0.4	05:33	0.0
50	03:00:00	0.5	03:00:00	0.5	03:00:00	0.5	03:00:00	0.5	00:00	12.5
40	02:30:00	0.6	02:30:00	0.6	02:30:00	0.6	02:30:00	0.6	00:00	12.5
30	02:00:00	0.7	02:00:00	0.7	02:00:00	0.7	02:00:00	0.7	00:00	12.5
20	01:30:00	0.9	01:30:00	0.9	01:30:00	0.9	01:30:00	0.9	00:00	12.5
10	01:00:00	1.4	01:00:00	1.3	01:00:00	1.3	01:00:00	1.2	00:00	12.5
0	30:00	2.4	30:00	2.4	30:00	2.3	30:00	2.1	00:00	12.5
Head Reach	00:00	12.5	00:00	12.1	00:00	9.6	00:00	6.8	00:00	12.5
	Full Sea Ahead	Stop	Full Ahead	Stop	Half Ahead	Stop	Slow Ahead	Stop	Full Sea Ahead	Full Astern

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TANK15

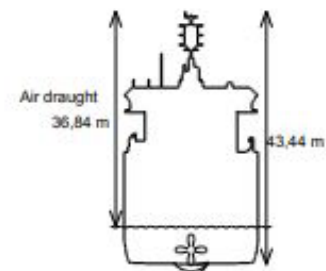
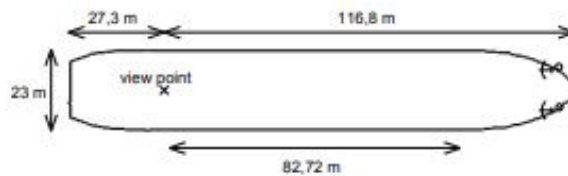
PILOT CARD

TANK15B
Version 5

Ship's name Sten Idun
 Call Sign _____ Deadweight 16610 tonnes Year built _____
 Draught aft 6.6 m / 21 ft 8 in Forward 5.2 m / 17 ft 1 in Displacement 14200 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 144.1 m Anchor chain: Port 10.0 shackles Starboard 11.0 shackles
 Breadth 23 m
 Bulbous bow No (1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 6299 kW (8564 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	107.0	100.0%	N/A	16.1
Full Ahead	0.8	107.0	86.0%	N/A	15.2
Half Ahead	0.5	107.0	49.7%	N/A	10.0
Slow Ahead	0.25	107.0	25.0%	N/A	5.2
Dead Slow Ahead	0.125	107.0	12.5%	N/A	2.9
Stop	0	107.0	0.0%	N/A	0.0
Dead Slow Astern	-0.125	107.0	-10.8%		
Slow Astern	-0.25	107.0	-21.7%		
Half Astern	-0.5	107.0	-43.4%		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Becker	Maximum angle	43	°
Hard-over to hard-over	12.3	s		
Rudder angle for neutral effect	0	°		
Thruster:	Bow	750	kW (	1020
			hp)	
	Stern	N/A	kW (	N/A
			hp)	

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
	Yes / No	Constant gyro error ±	°
Water speed		VHF	
Ground speed		Elec. pos. fix. system	
Dual-axis		Type	
Engine telegraphs			
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TANK15B Version 5

Ship's name Sten Idun Call Sign Gross tonnage Net tonnage
 Max. Displacement 14200 tonnes, and Deadweight 16610 tonnes, and Block coefficient 0.763 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>N/A</u> m forward	<u>5.2</u> m forward
<u>N/A</u> m aft	<u>6.6</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	<u>Becker</u>
Maximum rudder angle	<u>43</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>24.6</u> s
with two power units	<u>12.3</u> s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	<u></u> knots
Rudder angle for neutral effect	<u>0</u> °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>10.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>11.0</u>	<u>0.894</u>
(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 6299 kW (8564 hp) Type of propulsion Propelle

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>107.0</u>	<u>100.0%</u>	<u>N/A</u>
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>107.0</u>	<u>86.0%</u>	<u>N/A</u>
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>49.7%</u>	<u>N/A</u>
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>25.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>12.5%</u>	<u>N/A</u>
Stop	<u>0</u>	<u>107.0</u>	<u>0.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>-10.8%</u>	<u>N/A</u>
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>-21.7%</u>	<u>N/A</u>
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>-43.4%</u>	<u>N/A</u>
Full Astern	<u>-1</u>	<u>107.0</u>	<u>-86.7%</u>	<u>N/A</u>

Critical revolutions 21.4 rpm

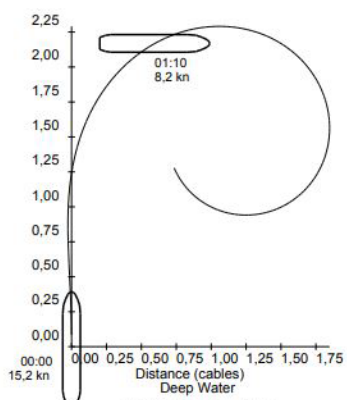
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	<u>750</u>	<u>1020</u>	<u>11.4 s</u>	<u>35 °/min</u>	<u>40.5 s</u>
Stern	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Combined	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

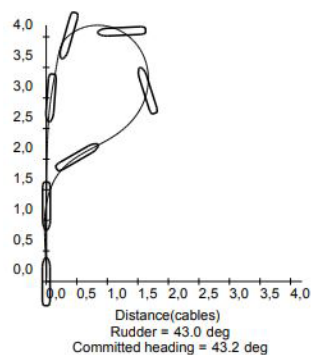
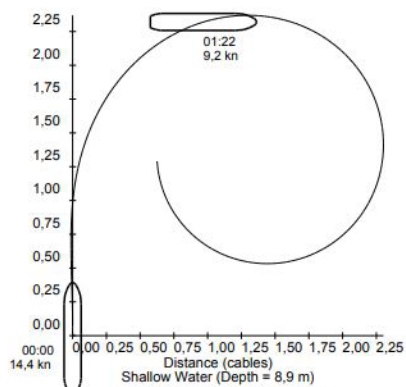
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect		
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
<u>5.9</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.65</u>
	<u>15.5</u>	<u>0.21</u>
<u>3.0</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.67</u>

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (43 °)



WILLIAMSON TURN



TRACK REACH

cables
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Head Reach

hh:mm:ss knots
23:05 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.2
06:00 1.8
04:00 3.1
02:00 7.0
00:00 16.1
Full Sea Ahead
Stop

STOPPING CHARACTERISTICS

BALLAST CONDITION

23:04 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.2
06:00 1.8
04:00 3.0
02:00 6.7
00:00 15.2
Full Ahead
Stop

23:00 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.1
06:00 1.7
04:00 2.8
02:00 5.2
00:00 10.0
Half Ahead
Stop

22:39 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.1
06:00 1.5
04:00 2.2
02:00 3.3
00:00 5.2
Slow Ahead
Stop

03:57 0.0
02:00 7.4
00:00 16.1
Full Sea Ahead
Full Astern

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TANK15L

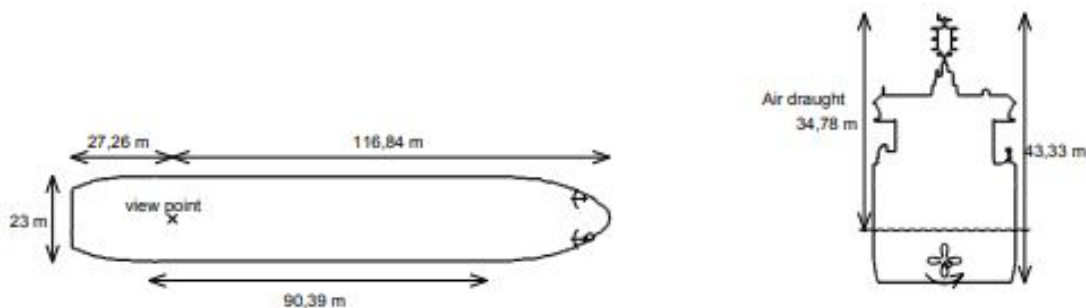
PILOT CARD

TANK15L
Version 6

Ship's name Sten Idun
 Call Sign _____ Deadweight 16610 tonnes Year built _____
 Draught aft 8.55 m / 28 ft 1 in Forward 8.25 m / 27 ft 1 in Displacement 21220 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 144.1 m Anchor chain: Port 10.0 shackles Starboard 11.0 shackles
 Breadth 23 m
 Bulbous bow No (1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 6299 kW (8564 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	107.0	100.0%	N/A	15.7
Full Ahead	0.8	107.0	86.0%	N/A	14.4
Half Ahead	0.5	107.0	49.7%	N/A	10.0
Slow Ahead	0.25	107.0	25.0%	N/A	4.9
Dead Slow Ahead	0.125	107.0	12.5%	N/A	2.6
Stop	0	107.0	0.0%	N/A	0.0
Dead Slow Astern	-0.125	107.0	-10.8%		
Slow Astern	-0.25	107.0	-21.7%		
Half Astern	-0.5	107.0	-43.4%		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Becker	Maximum angle	43	°		
Hard-over to hard-over	12.3	s				
Rudder angle for neutral effect	0	°				
Thruster:	Bow	750	kW (1020 hp)	Stern	N/A	kW (N/A hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
Water speed		Constant gyro error ±	°
Ground speed		VHF	
Dual-axis		Elec. pos. fix. system	
Engine telegraphs		Type	
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TANK15B Version 5

Ship's name Sten Idun Call Sign Gross tonnage Net tonnage
 Max. Displacement 14200 tonnes, and Deadweight 16610 tonnes, and Block coefficient 0.763 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>N/A</u> m forward	<u>5.2</u> m forward
<u>N/A</u> m aft	<u>6.6</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	<u>Becker</u>
Maximum rudder angle	<u>43</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>24.6</u> s
with two power units	<u>12.3</u> s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	<u></u> knots
Rudder angle for neutral effect	<u>0</u> °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>10.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>11.0</u>	<u>0.894</u>
(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 6299 kW (8564 hp) Type of propulsion Propelle

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>107.0</u>	<u>100.0%</u>	<u>N/A</u>
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>107.0</u>	<u>86.0%</u>	<u>N/A</u>
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>49.7%</u>	<u>N/A</u>
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>25.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>12.5%</u>	<u>N/A</u>
Stop	<u>0</u>	<u>107.0</u>	<u>0.0%</u>	<u>N/A</u>
			Critical revolutions <u>21.4</u> rpm	
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>-10.8%</u>	
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>-21.7%</u>	
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>-43.4%</u>	
Full Astern	<u>-1</u>	<u>107.0</u>	<u>-86.7%</u>	

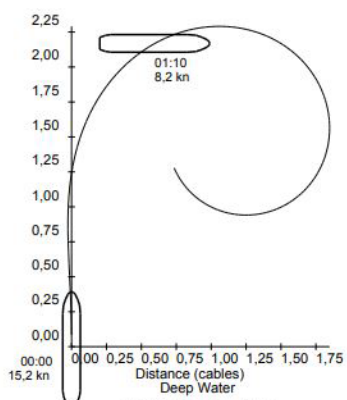
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	<u>750</u>	<u>1020</u>	<u>11.4 s</u>	<u>35 °/min</u>	<u>40.5 s</u>
Stern	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Combined	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

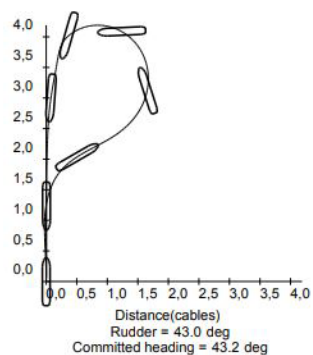
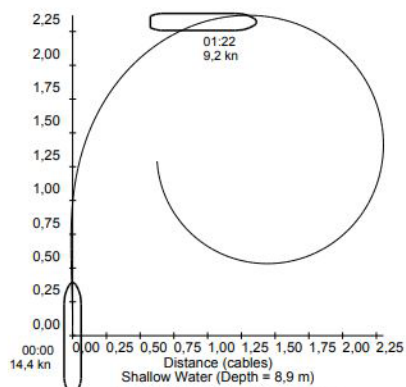
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect		
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
<u>5.9</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.65</u>
	<u>15.5</u>	<u>0.21</u>
<u>3.0</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.67</u>

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (43 °)



WILLIAMSON TURN



TRACK REACH

cables
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Head
Reach

hh:mm:ss knots
23:05 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.2
06:00 1.8
04:00 3.1
02:00 7.0
00:00 16.1
Full Sea Ahead
Stop

STOPPING CHARACTERISTICS

BALLAST CONDITION

23:04 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.2
06:00 1.8
04:00 3.0
02:00 6.7
00:00 15.2
Full Ahead
Stop

23:00 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.1
06:00 1.7
04:00 2.8
02:00 5.2
00:00 10.0
Half Ahead
Stop

22:39 0.0
14:00 0.4
10:00 0.8
08:00 1.1
06:00 1.5
04:00 2.2
02:00 3.3
00:00 5.2
Slow Ahead
Stop

03:57 0.0
02:00 7.4
00:00 16.1
Full Sea Ahead
Full Astern

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TKCS04

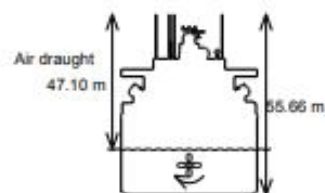
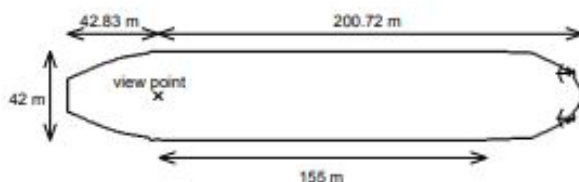
PILOT CARD

TKCS04B 01
Version 1

Ship's name AQUARIUS Date _____
 Call Sign _____ Deadweight 103560 tonnes Year built _____
 Draught aft 8.5 m / 27 ft 11 in Forward 6 m / 19 ft 8 in Displacement 56816 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 244 m Anchor chain: Port 12.0 shackles Starboard 12.0 shackles
 Breadth 42 m Stern _____ shackles
 Bulbous bow Yes (1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 12711 kW (17046 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	90.0		13.1	
Full Ahead	0.8	90.0		13.1	
Half Ahead	0.5	75.0		10.9	
Slow Ahead	0.25	50.0		7.1	
Dead Slow Ahead	0.125	35.0		4.9	
Dead Slow Astern	-0.125	-35.0			
Slow Astern	-0.25	-50.0			
Half Astern	-0.5	-75.0			
Full Astern	-1	-90.0			
				Time limit astern _____ min:sec	
				Full ahead to full astern _____ min:sec	
				Max. No. of consecutive starts _____	
				Minimum RPM _____ knots	
				Astern power _____ % ahead	

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°
Hard-over to hard-over	17.5	s		
Rudder angle for neutral effect	0	°		
Thruster:	Bow	kW (		hp)
	Stern	kW (		hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
	Yes / No	Constant gyro error ±	°
Water speed		VHF	
Ground speed		Elec. pos. fix. system	
Dual-axis		Type	
Engine telegraphs			
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TKCS04B 01
Version 1

Ship's name AQUARIUS Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 56816 tonnes, and Deadweight 103560 tonnes, and Block coefficient 0.78 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>6</u> m forward	<u> </u> m forward
<u>8.5</u> m aft	<u> </u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s) Normal
 Maximum rudder angle 35 °
 Time hard-over to hard-over
 with one power unit 35 s
 with two power units 17.5 s
 Min. speed to maintain
 course propeller stopped knots
 Rudder angle for neutral effect 0 °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Stern		
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 12711 kW (17046 hp) Type of propeller Propeller

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>90.0</u>	<u>13.1</u>	
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>90.0</u>	<u>13.1</u>	
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>75.0</u>	<u>10.9</u>	
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>50.0</u>	<u>7.1</u>	
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>35.0</u>	<u>4.9</u>	
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>-35.0</u>		
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>-50.0</u>		
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>-75.0</u>		
Full Astern	<u>-1</u>	<u>-90.0</u>		

Critical revolutions 26 rpm
 Minimum RPM knots
 Time limit astern min:sec
 Time limit at min. revs. min:sec
 Emergency
 full ahead to full astern s
 stop to full astern s
 Astern power % ahead
 Max. No. of consecutive starts

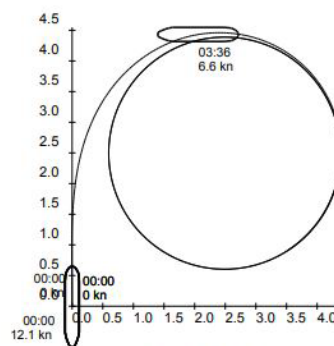
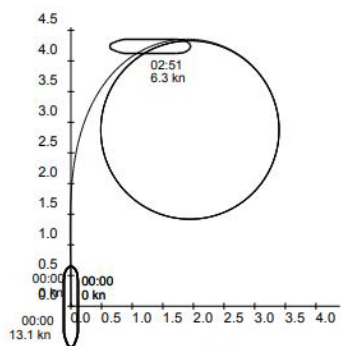
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow						
Stern						
Combined						

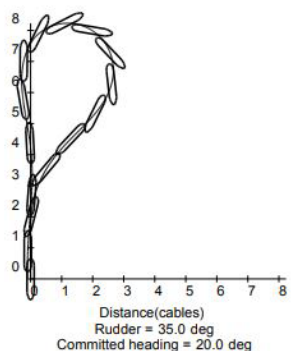
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect			Heel Effect	
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)	Heel angle (degree)	Draft increase (m)
<u>7.2</u>	<u>7.4</u>	<u>0.22</u>		
	<u>10.9</u>	<u>0.50</u>		
	<u>12.8</u>	<u>0.69</u>		
<u>3.6</u>	<u>7.0</u>	<u>0.23</u>		
	<u>10.3</u>	<u>0.52</u>		

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35 °)



WILLIAMSON TURN



TRACK REACH

cables	Time (mm:ss)	knots
40	02:44:01	0.0
35	02:20:00	0.2
30	02:00:00	0.3
25	01:40:00	0.5
20	01:20:00	0.7
15	01:00:00	0.9
10	40:00	1.3
5	20:00	2.6
0	00:00	13.1

STOPPING CHARACTERISTICS

LOADED

Time (mm:ss)	knots
02:44:01	0.0
02:20:00	0.2
02:00:00	0.3
01:40:00	0.5
01:20:00	0.7
01:00:00	0.9
40:00	1.3
20:00	2.6
00:00	13.1

Time (mm:ss)	knots
02:48:21	0.0
02:20:00	0.2
02:00:00	0.3
01:40:00	0.5
01:20:00	0.7
01:00:00	0.9
40:00	1.3
20:00	2.1
00:00	7.1

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIROMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TKCS04X

WHEELHOUSE POSTER

TKCS04L
Version 1

Ship's name AQUARIUS Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 117450 tonnes, and Deadweight 103560 tonnes, and Block coefficient 0.818 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>14.2</u> m forward	_____ m forward
<u>14.2</u> m aft	_____ m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	Normal
Maximum rudder angle	<u>35</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>35</u> s
with two power units	<u>17.5</u> s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	_____ knots
Rudder angle for neutral effect	<u>0</u> °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Stern		
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 12711 kW (17046 hp) Type of propeller Propeller

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>90.0</u>	<u>11.6</u>	
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>90.0</u>	<u>11.6</u>	
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>75.0</u>	<u>9.6</u>	
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>50.0</u>	<u>6.3</u>	
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>35.0</u>	<u>4.3</u>	
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>-35.0</u>		
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>-50.0</u>		
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>-75.0</u>		
Full Astern	<u>-1</u>	<u>-90.0</u>		

Critical revolutions 26 rpm
 Minimum RPM _____ knots
 Time limit astern _____ min:sec
 Time limit at min. revs. _____ min:sec
 Emergency
 full ahead to full astern _____ s
 stop to full astern _____ s
 Astern power _____ % ahead
 Max. No. of consecutive starts _____

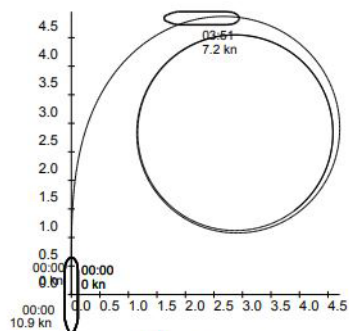
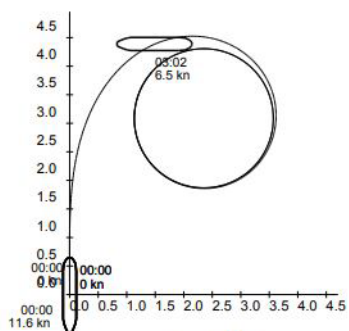
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow						
Stern						
Combined						

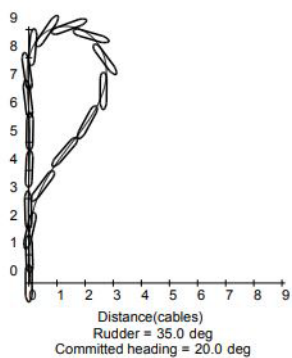
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect			Heel Effect	
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)	Heel angle (degree)	Draft increase (m)
<u>14.2</u>	<u>6.5</u>	<u>0.15</u>		
	<u>9.7</u>	<u>0.35</u>		
	<u>11.4</u>	<u>0.51</u>		
<u>7.1</u>	<u>6.2</u>	<u>0.17</u>		
	<u>9.2</u>	<u>0.38</u>		

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35 °)



WILLIAMSON TURN



TRACK REACH

cables	Time	knots
50	02:44:41	0.0
45	02:20:00	0.3
40	02:00:00	0.5
35	01:40:00	0.7
30	01:20:00	0.9
25	01:00:00	1.3
20	40:00	1.8
15	20:00	3.3
10		
5		
0	00:00	11.6

STOPPING CHARACTERISTICS

LOADED			
02:44:41	0.0	02:44:41	0.0
02:20:00	0.3	02:20:00	0.3
02:00:00	0.5	02:00:00	0.5
01:40:00	0.7	01:40:00	0.7
01:20:00	0.9	01:20:00	0.9
01:00:00	1.3	01:00:00	1.2
40:00	1.8	40:00	1.8
20:00	3.3	20:00	3.1
		20:00	2.6
		00:00	11.6
		00:00	9.6
		00:00	6.3
		00:00	11.6

07:53 0.0
00:00 11.6
Full Sea Ahead
Full Astern

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIROMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

WHEELHOUSE POSTER

TKCS04X
Version 1

Ship's name AQUARIUS Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 85512 tonnes, and Deadweight 103560 tonnes, and Block coefficient 0.805 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>10.5</u> m forward	_____ m forward
<u>10.5</u> m aft	_____ m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	<u>Normal</u>
Maximum rudder angle	<u>35</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>35</u> s
with two power units	<u>17.5</u> s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	_____ knots
Rudder angle for neutral effect	<u>0</u> °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Stern		
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel 12711 kW (17046 hp) Type of propeller Propeller

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>90.0</u>	<u>12.0</u>	
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>90.0</u>	<u>12.0</u>	
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>75.0</u>	<u>10.0</u>	
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>50.0</u>	<u>6.5</u>	
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>35.0</u>	<u>4.5</u>	
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>-35.0</u>		
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>-50.0</u>		
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>-75.0</u>		
Full Astern	<u>-1</u>	<u>-90.0</u>		

Critical revolutions 26 rpm
 Minimum RPM _____ knots
 Time limit astern _____ min:sec
 Time limit at min. revs. _____ min:sec
 Emergency
 full ahead to full astern _____ s
 stop to full astern _____ s
 Astern power _____ % ahead
 Max. No. of consecutive starts _____

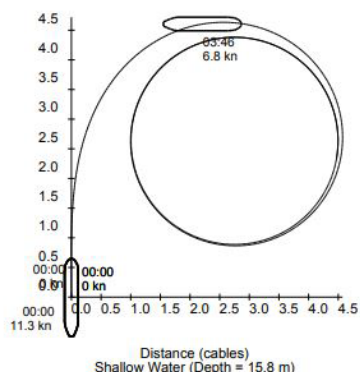
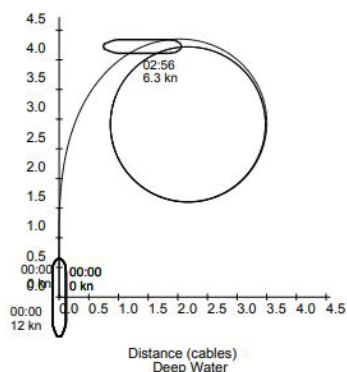
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow						
Stern						
Combined						

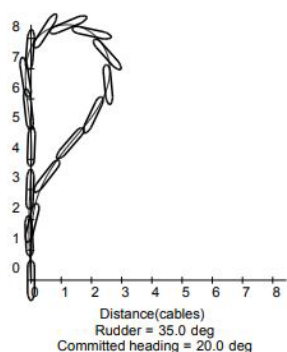
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect			Heel Effect	
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)	Heel angle (degree)	Draft increase (m)
<u>10.5</u>	<u>6.8</u>	<u>0.17</u>		
	<u>10.0</u>	<u>0.40</u>		
	<u>11.8</u>	<u>0.57</u>		
<u>5.3</u>	<u>6.4</u>	<u>0.19</u>		
	<u>9.5</u>	<u>0.43</u>		

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35 °)



WILLIAMSON TURN



TRACK REACH

cables	time:sec	knots
50	02:44:12	0.0
45	02:20:00	0.3
40	02:00:00	0.5
35	01:40:00	0.7
30	01:20:00	0.9
25	01:00:00	1.2
20	40:00	1.8
15	20:00	3.2
10		
5		
0	00:00	12.0
Head Reach	Full Sea Ahead	Stop

STOPPING CHARACTERISTICS

LOADED

time:sec	knots	time:sec	knots	time:sec	knots
02:44:12	0.0	02:44:12	0.0	02:45:38	0.0
02:20:00	0.3	02:20:00	0.3	02:20:00	0.3
02:00:00	0.5	02:00:00	0.5	02:00:00	0.5
01:40:00	0.7	01:40:00	0.7	01:40:00	0.7
01:20:00	0.9	01:20:00	0.9	01:20:00	0.9
01:00:00	1.2	01:00:00	1.2	01:00:00	1.2
40:00	1.8	40:00	1.8	40:00	1.7
20:00	3.2	20:00	3.2	20:00	3.0
				20:00	2.6
				07:12	0.0
				00:00	12.0
				Full Sea Ahead	Full Astern

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIROMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TKCS08P

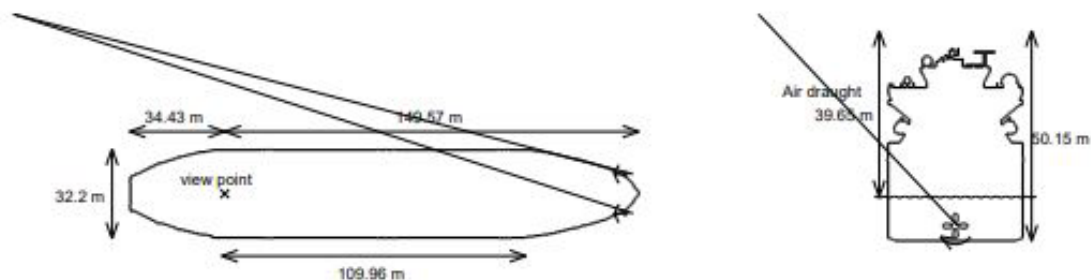
PILOT CARD

TKCS08P
Version 2

Ship's name Mercury
 Call Sign csem Deadweight 47800 tonnes Year built 2017
 Draught aft 10.5 m / 34 ft 5 in Forward 10.5 m / 34 ft 5 in Displacement 48900 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 184 m Anchor chain: Port 12.8 shackles Starboard 12.8 shackles
 Breadth 32.2 m
 Bulbous bow Yes (1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 12711 kW (17282 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	87.0	N/A	11.2	N/A
Full Ahead	0.8	80.2	N/A	10.3	N/A
Half Ahead	0.5	70.0	N/A	9.0	N/A
Slow Ahead	0.25	58.0	N/A	7.4	N/A
Dead Slow Ahead	0.125	38.0	N/A	4.7	N/A
Dead Slow Astern	-0.125	-38.0	N/A		
Slow Astern	-0.25	-58.0	N/A		
Half Astern	-0.5	-70.0	N/A		
Full Astern	-1	-87.0	N/A		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°
Hard-over to hard-over	14	s		
Rudder angle for neutral effect	0	°		
Thruster:	Bow	N/A	kW (	N/A
			hp)	
	Stern	N/A	kW (	N/A
			hp)	

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors Whistle Radar 3 cm 10 cm ARPA Speed log Doppler: Yes / No Water speed Ground speed Dual-axis Engine telegraphs Steering gear Number of power units operating	Indicators: Rudder Rpm/pitch Rate of turn Compass system Constant gyro error ± ° VHF Elec. pos. fix. system Type
--	---

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TKCS08P
Version 2

Ship's name Mercury Call Sign csem Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 48900 tonnes, and Deadweight 47800 tonnes, and Block coefficient 0.811 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>10.5</u> m forward	<u>N/A</u> m forward
<u>10.5</u> m aft	<u>N/A</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s) Normal

Maximum rudder angle 35 °

Time hard-over to hard-over

with one power unit 28 s

with two power units 14 s

Min. speed to maintain course propeller stopped _____ knots

Rudder angle for neutral effect 0 °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>12.8</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>12.8</u>	<u>0.894</u>
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 12711 kW (17282 hp) Type of propulsion Propelle

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>87.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>80.2</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>70.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>58.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>38.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>-38.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>-58.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>-70.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Full Astern	<u>-1</u>	<u>-87.0</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

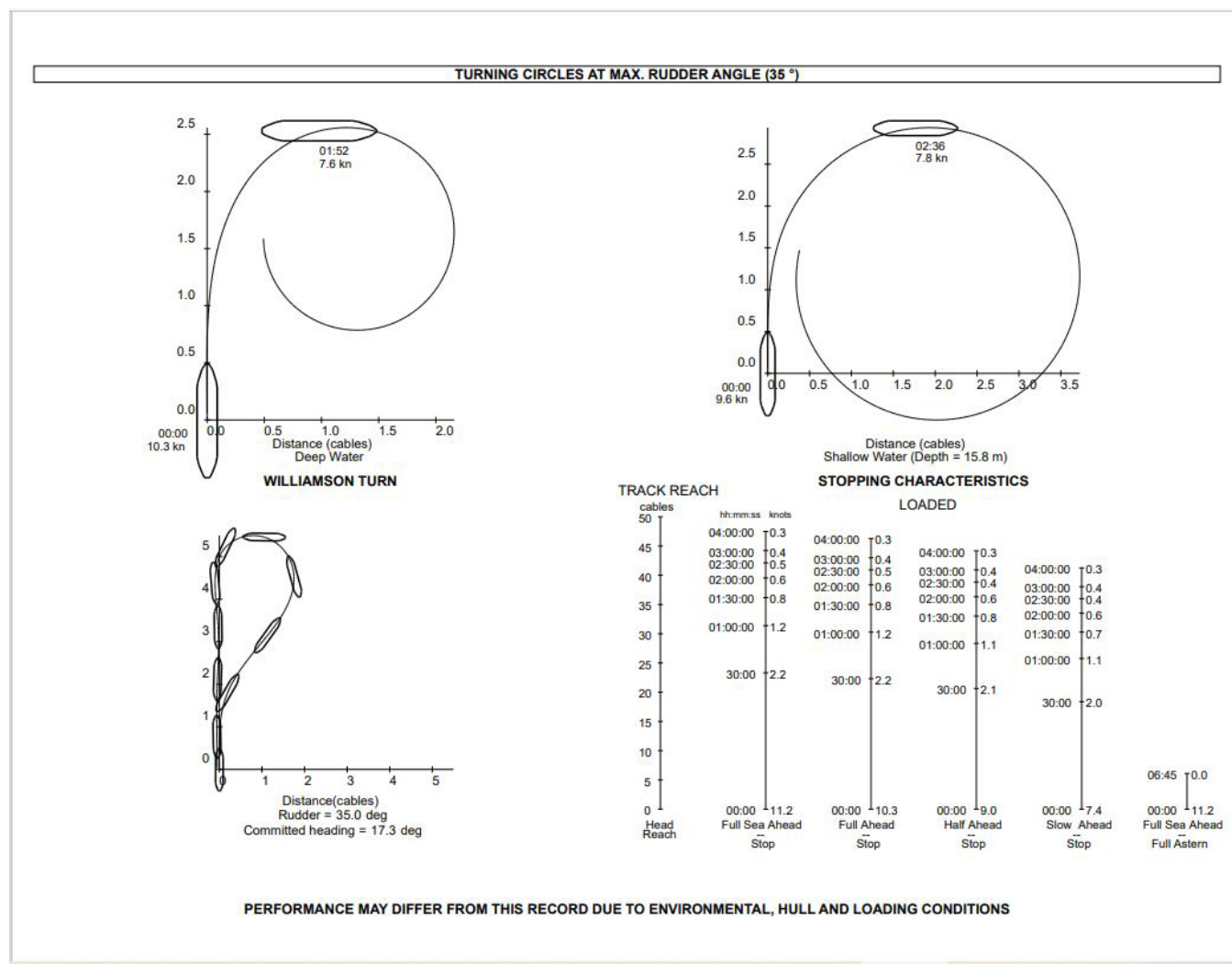
Critical revolutions 26 rpm

THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Stern	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Combined	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect		
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
<u>10.5</u>	<u>7.4</u>	<u>0.18</u>
	<u>8.8</u>	<u>0.27</u>
	<u>10.7</u>	<u>0.42</u>
<u>5.3</u>	<u>7.1</u>	<u>0.21</u>
	<u>8.5</u>	<u>0.31</u>





Centre de simulation et d'expertise maritime

Québec, Québec, Canada

www.sim-pilot.com

15. Simulations de manœuvres projet ZIP Saint-Laurent Tracy – Options A, B, C



SIMULATIONS DE MANŒUVRES PROJET ZIP SAINT-LAURENT TRACY – OPTIONS A, B, C



Situation présente, avant la construction du quai de QSL

Centre de simulation et d'expertise maritime

Québec, Québec, Canada

www.sim-pilot.com

Novembre 2023



© Novembre 2023 Centre de simulation et d'expertise maritime (CSEM) – Tous droits réservés.

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés; toute reproduction d'un extrait quelconque de ce document, par quelque moyen que ce soit, est strictement interdite sans l'autorisation écrite du CSEM.

SYNOPSIS

En juin 2022, une série de simulations avait été effectuée aux installations portuaires en projet de QSL qui consistaient en un quai flottant situé en amont du quai de Kildair Services. Le but de ces simulations était de valider la faisabilité du projet et de s'assurer que la nouvelle infrastructure ne gênerait pas les manœuvres présentement effectuées au quai de Kildair Services.

Après avoir consulté le rapport initial, et prenant en compte les recommandations qui y étaient formulées, la direction de QSL a décidé d'éloigner le quai flottant vers le large, de sorte à créer une zone d'eau sûre entre un navire manœuvrant au quai flottant et la ligne de sondes de 10 mètres. La direction de QSL a proposé 3 options qui permettraient toutes de créer cette zone d'eau sûre, sans avoir à recourir au dragage.

Après lecture des options proposées, l'Agence d'évaluation d'impact du Canada (AEIC) a demandé à ce que 4 appareillages soient réeffectués du quai de Kildair Services dans le but de s'assurer que les options proposées n'engendreraient pas de risques supplémentaires par rapport à la première configuration. Les demandes consistent à s'assurer :

- Qu'une distance sécuritaire sera respectée entre le remorqueur avant et l'amarre arrière d'un navire accosté au quai de QSL, l'arrière du navire et le quai de QSL ;
- Qu'un navire appareillant, sans l'aide des remorqueurs, puisse garder une distance sécuritaire avec un navire accosté au quai de QSL ;
- Que le risque de talonnage au quai de QSL soit inexistant ;
- Qu'il n'y ait pas d'effet négatif sur les appareillages lorsqu'un navire est ancré au mouillage L1.

Les demandes de l'AEIC ciblaient les appareillages où il pourrait y avoir des risques potentiels de trop grands rapprochements entre les différents éléments.

QSL a donné au CSEM le mandat d'effectuer les manœuvres demandées par l'AEIC. À noter que les limites opérationnelles ont été établies lors des simulations de 2022 et qu'elles restent les mêmes, car le quai flottant est plus loin de la berge, mais il n'y a pas de changement dans son orientation. Les manœuvres seront effectuées dans les mêmes conditions environnementales que lors des premières simulations. Un appareillage et un accostage ont été effectués en visibilité réduite.

Pour les besoins de cette nouvelle étude, QSL a fourni au CSEM le plan des 3 options à l'étude qui ont été intégrées à la base de données du lieu pour fins de simulations.

Les navires utilisés pour ces simulations sont les mêmes que ceux qui avaient été choisis en 2022 pour leurs caractéristiques représentatives des navires attendus au quai de QSL et de ceux qui manœuvrent déjà au quai de Kildair Services.

Les deux mêmes pilotes de la Corporation des pilotes du Saint-Laurent central (CPSLC) qui avaient effectué les manœuvres en 2022, ont refait les nouvelles manœuvres dont les objectifs consistaient à :

- Enregistrer et évaluer les distances entre l'avant d'un navire quittant le quai de Kildair Services et les éléments suivants : l'amarre arrière d'un navire accosté au quai de QSL, la poupe du navire accosté au quai de QSL et/ou le quai de QSL;
- Enregistrer et évaluer les distances entre le remorqueur avant du navire quittant le quai de Kildair Services et les éléments suivants : l'amarre arrière d'un navire accosté au quai de QSL, la poupe du navire accosté au quai de QSL et/ou le quai de QSL;
- Confirmer que ces distances permettent des manœuvres sécuritaires ;
- S'assurer que la visibilité réduite n'ait pas de conséquences mettant en jeu la sécurité des manœuvres;
- Vérifier que le creux sous quille est suffisant tout au long des manœuvres au quai de QSL;
- Évaluer quel est l'effet des manœuvres sur un navire ancré au mouillage L1;
- S'assurer que les remorqueurs disponibles ont la puissance requise pour fournir l'aide demandée selon les besoins;
- Déterminer, si besoin est, certaines limites opérationnelles.
- Rédiger les observations et émettre les recommandations qui permettront de bien cadrer les manœuvres ciblées.

Aux fins de cette étude, les pilotes ont effectué 11 manœuvres, le 23 novembre 2023, sur le simulateur de navigation du CSEM.

Après chaque manœuvre, les observations, commentaires et recommandations des pilotes ont été recueillis et consignés dans ce rapport.

L'étude a démontré qu'en conditions normales d'opération*, il était possible d'effectuer les appareillages du quai Kildair Services sans qu'il n'y ait d'enjeux particuliers par rapport aux résultats des simulations effectuées en juin 2022.

Des précisions et explications figurent aussi au chapitre 7 : « [Résumé des manœuvres effectuées en temps réel](#) ».

** c.-à-d., vent en deçà des limites opérationnelles, pas de trafic gênant les manœuvres, pas de glace dans le fleuve, équipement de navigation et appareils de manœuvre fonctionnels.*

Table des matières

SYNOPSIS.....	I
1 SURVOL.....	1
2 LE CENTRE DE SIMULATION ET D’EXPERTISE MARITIME (CSEM)	4
2.1 RÉSUMÉ DES RESSOURCES DU CSEM.....	4
2.2 LE SIMULATEUR COMPLET DE NAVIGATION	4
3 LIEUX MODÉLISÉS/PRÉPARATION.....	6
4 NAVIRES MODÉLISÉS	8
5 COMPOSITION DE L’ÉQUIPE	12
6 HYPOTHÈSES DE DÉPART	13
7 RÉSUMÉ DES MANŒUVRES EFFECTUÉES EN TEMPS RÉEL.....	14
7.1 NOMBRE ET TYPE DE MANŒUVRES COMPLÉTÉES	14
7.2 CRITÈRES D’ÉVALUATION	15
7.3 REMARQUES SUR LES MANŒUVRES DITES « ÉTALON »	16
7.4 DESCRIPTION DES MANŒUVRES EFFECTUÉES.....	16
7.5 RÉSULTATS DES MANŒUVRES EFFECTUÉES EN TEMPS RÉEL	18
SIM 01.....	18
SIM 02.....	20
SIM 03.....	21
SIM 03B.....	22
SIM 04.....	23
SIM 05.....	24
SIM 06.....	25
SIM 06B.....	26
SIM 07.....	27
SIM 08.....	28
8 OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS.....	29
8.1 OBSERVATIONS D’ORDRE GÉNÉRAL.....	29
8.2 RECOMMANDATIONS.....	31
9 CONCLUSION	32
ANNEXE 1 : FICHES DE SIMULATION.....	33
ANNEXE 2 : FICHES TECHNIQUES DES NAVIRES.....	45
ANNEXE 3 : GRAPHIQUES DES DISTANCES ENTRE : NAVIRE MANŒUVRANT ET OBSTACLES / REMORQUEUR AVANT ET OBSTACLES	64

Table des illustrations

Illustration 1: L’option A, la plus éloignée vers le large.....	1
Illustration 2: L’option B, la moins éloignée vers le large.....	2
Illustration 3: L’option C à mi-distance entre l’option A et l’option B.....	2
Illustration 4: Vue générale de la passerelle A, manœuvre en visibilité réduite.....	5
Illustration 5: Vue d’un des postes de contrôle des simulations.....	5
Illustration 6: Ligne de sondes de 10 mètres indiquée par le pointillé rouge. Source, firme WSP, levés de décembre 2020 (Plus récents que ceux du SHC).....	6
Illustration 7: Une des configurations du poste des opérateurs qui sert à la préparation, à la visualisation et à l’enregistrement des simulations.....	7
Illustration 8: Le BKCS01.....	9
Illustration 9: Le TKCS04.....	9
Illustration 10: Le TANK15.....	9
Illustration 11: Le remorqueur TUG 12, muni de 2 hélices conventionnelles.....	10
Illustration 12: Le remorqueur TUG 16, muni de 2 hélices orientables en azimuth (Type ASD – Azimuth Stern Drive).....	10
Illustration 13: Points d’attache des remorqueurs.....	11
Illustration 14: Équipe réunie pour le compte rendu d’une simulation.....	12
Illustration 15: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 01).....	18
Illustration 16: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 01B).....	19
Illustration 17: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 02).....	20
Illustration 18: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 03).....	21
Illustration 19: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 03B).....	22
Illustration 20: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 04).....	23
Illustration 21: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 05). Le pointillé rouge montre le contour de la ligne de sondes de 10 mètres comme défini par les levés de la firme WSP.....	24
Illustration 22: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 06).....	25
Illustration 23: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 06B).....	26
Illustration 24: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 07).....	27
Illustration 25: Saisie d’écran de l’exercice (SIM 08).....	28
Illustration 26: BKCS01 chargé accosté au quai de QSL, distance de la poupe à la ligne de sondes de 10 mètres, environ 33 mètres.....	30
Illustration 27: Navire en position au quai de QSL.....	31

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau des caractéristiques principales des navires utilisés pour l'étude.	8
Tableau 2 : Les membres de l'équipe qui ont mené à bien cette étude.....	12
Tableau 3 : Tableau récapitulatif de toutes les manœuvres effectuées.....	16

Table des graphiques

Graphique 1 (SIM 01) : distances en continu entre le navire manoeuvrant et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.....	65
Graphique 2 (SIM 01) : distances en continu entre le remorqueur avant et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.....	65
Graphique 3 (SIM 01B) : distances en continu entre le navire 1 et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.....	66
Graphique 4 (SIM 01B) : distances en continu entre le remorqueur avant et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.....	66
Graphique 5 (SIM 02) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.	67
Graphique 6 (SIM 03B) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.	67
Graphique 7 (SIM 04) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.	68
Graphique 8 (SIM 07) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.	68
Graphique 9 (SIM 07) : distances en continu entre le navire 1 et : Le remorqueur et le navire accosté à QSL/Le remorqueur et l'Option B/Le remorqueur et l'amarre arrière du navire accosté à QSL.	69
Graphique 10 (SIM 08) : distances en continu entre le navire 1 et : Le navire accosté à QSL/Le navire 1 et l'Option B/Le navire 1 et l'amarre arrière du navire accosté à QSL.....	69

1 SURVOL

En juin 2022, la Direction de QSL, en association avec la ville de Sorel-Tracy, projetant de construire une infrastructure portuaire flottante en bordure de l'ancienne centrale thermique d'Hydro-Québec, avait fait appel au CSEM pour effectuer une série de manœuvres simulées dans le but de valider la faisabilité du projet. À la fin de ces simulations, des recommandations ont été formulées.

Toutefois, QSL a depuis étudié de nouvelles dispositions pour cette infrastructure. Ces nouvelles dispositions consistent à éloigner le quai de la ligne de sondes de 10 mètres de sorte à ne pas avoir à effectuer de dragage et à cerner la configuration optimale qui permettrait des manœuvres sécuritaires, sans gêner les opérations qui se déroulent au quai de Kildair Services, situé un peu en aval.

Dans le but de s'assurer que la nouvelle conception du quai n'ait pas un effet négatif sur les appareillages du quai Kildair Services, l'Agence d'Évaluation d'Impact au Canada (AEIC) a demandé à QSL une réévaluation des risques d'accidents et des effets de cette restructuration du quai sur les activités courantes qui se déroulent au quai Kildair Services. L'AEIC a ciblé 4 simulations, il s'agit d'appareillages du quai Kildair Services, c.-à-d., les simulations 10, 13, 14 et 15 effectuées en 2022. Ces simulations seront effectuées sur les options A et B qui sont respectivement, la plus éloignée des installations existantes et la moins éloignée. Si les deux options, ou une des deux, donnent des résultats négatifs, l'option C sera alors testée.



Illustration 1: L'option A, la plus éloignée vers le large.



Illustration 2: L'option B, la moins éloignée vers le large.



Illustration 3: L'option C à mi-distance entre l'option A et l'option B.

De sorte à s’assurer de la sécurité du projet, QSL a fait appel au CSEM pour effectuer la série d’appareillages, demandée par l’AEIC, du quai Kildair Services. Un appareillage et un accostage seront effectués au quai QSL en visibilité réduite.

Le but de ces simulations sera de vérifier qu’elle configuration du quai de QSL permettra les appareillages les plus sécuritaires du quai de Kildair Services.

Une description des caractéristiques des navires utilisés pour l’étude se trouve à la rubrique « [Navires modélisés](#) » ainsi qu’à l’[annexe 2](#).

La série de manœuvres a été effectuée le jeudi 23 novembre 2023 par deux pilotes de la Corporation des pilotes du Saint-Laurent central (CPSLC).

Ce rapport énumère les étapes suivies, décrit les résultats obtenus et formule les recommandations qui découlent des observations des pilotes effectuant les manœuvres.

2 LE CENTRE DE SIMULATION ET D'EXPERTISE MARITIME (CSEM)

2.1 Résumé des ressources du CSEM

Il n'y a pas eu de changements majeurs depuis les simulations de 2022, à part une mise à jour du fabricant Kongsberg sur le logiciel du simulateur. Il s'agit d'une progression normale qui suit les progrès de la technologie.

Le simulateur complet de navigation appartient à la Corporation des pilotes du Bas Saint-Laurent (CPBSL) et est exploité par le CSEM (*une division de la Corporation*).

Le CSEM a pour mission d'assurer la formation et le perfectionnement des pilotes de la CPBSL et de partager l'expertise acquise en simulation avec les autres pilotes et professionnels du domaine maritime.

2.2 Le simulateur complet de navigation

L'étude a été faite sur le simulateur complet de navigation du CSEM. Ce simulateur est approuvé par la société de classification Dest Norske Veritas (DNV) et certifié classe « A¹ ». Il est constitué d'une timonerie, dite intégrée, munie d'instruments de navigation ultramodernes et pourvu d'un champ visuel ininterrompu de 360°.

Trois autres passerelles de navire peuvent être ajoutées au même exercice, ce qui permet une interaction réaliste entre quatre navires. Ces navires supplémentaires sont manœuvrés par des capitaines de remorqueurs et peuvent aussi être manœuvrés par des capitaines de la marine marchande ou militaire. Techniquement, il est aussi possible d'effectuer simultanément 4 exercices différents, un pour chaque timonerie et ce, dans 4 bases géographiques différentes.

¹ DNV Classe A (NAV): Un simulateur de mission intégrale pouvant simuler une opération complète à la passerelle de navigation, notamment la capacité à effectuer des manœuvres avancées dans les voies navigables restreintes. (Ceci implique un poste d'instructeur interactif relié à une ou plusieurs passerelles de navire entièrement équipées avec des visuels de haute qualité, des modèles de navire mathématiques et environnementaux complexes, un système sonore, plusieurs zones d'exercices, plusieurs modèles de navire cibles et contrôlables par le stagiaire).



Illustration 4: Vue générale de la passerelle A, manœuvre en visibilité réduite.

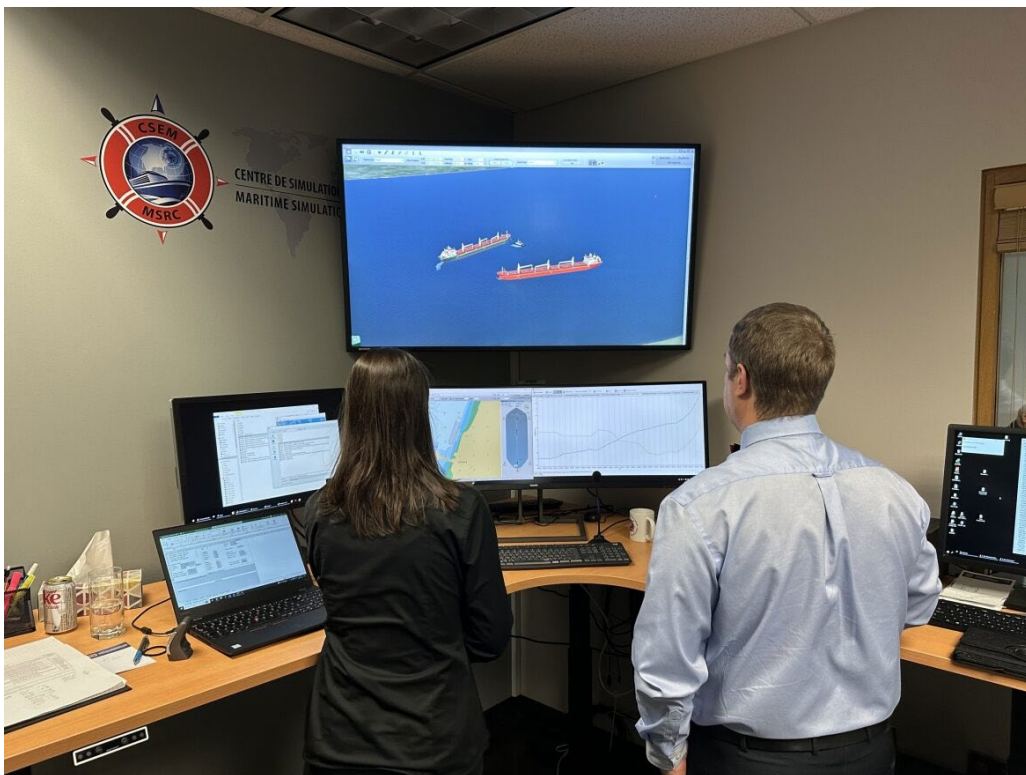


Illustration 5: Vue d'un des postes de contrôle des simulations.

3 LIEUX MODÉLISÉS/PRÉPARATION

L'outil de développement du CSEM a été utilisé pour modifier la base de données géographiques du lieu, de sorte à intégrer les changements proposés, c'est-à-dire :

- a) La bathymétrie utilisée en 2022 a été conservée pour ces simulations;

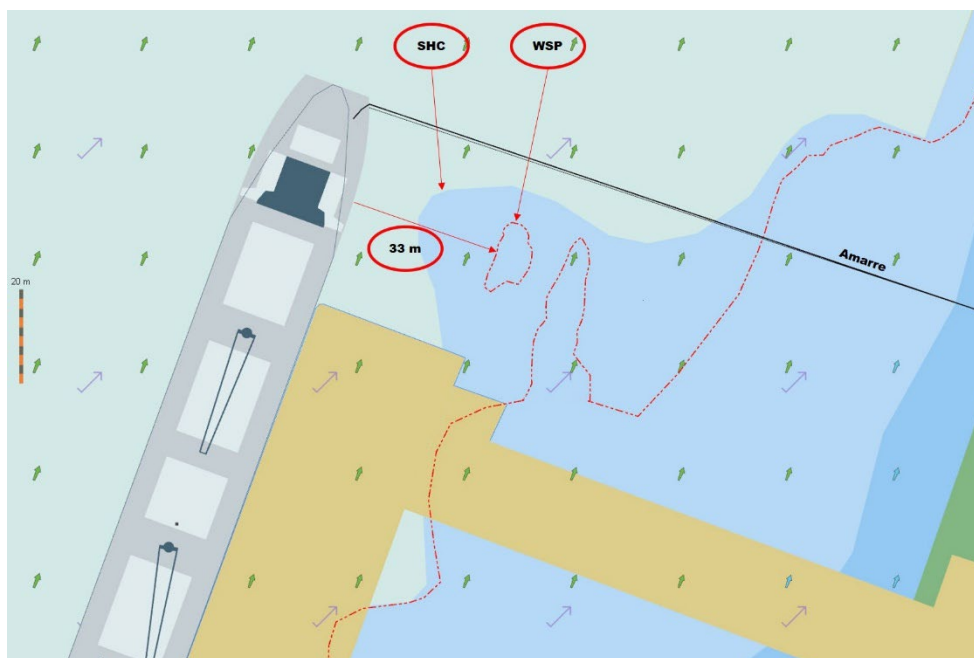


Illustration 6: Ligne de sondes de 10 mètres indiquée par le pointillé rouge. Source, firme WSP, levés de décembre 2020 (Plus récents que ceux du SHC).

- b) Sur la base de données géographiques existantes, le CSEM a modélisé les 3 options pour qu'elles correspondent aux données fournies par QSL;
- c) Le CSEM a intégré à la base de données, un débit de courant de crue 3D (10 400 m³/s), fourni par la firme WSP;
- d) Les vecteurs de courant qui avaient été ajoutés près du quai de Kildair Services en 2022 ont été enlevés, remplacés par les données de la firme WSP qui, grâce au nouveau logiciel K SIM, s'étendent jusqu'à la berge;
- e) L'aspect visuel des installations à terre est resté tel qu'en 2022;
- f) L'intégration et la validation de tous ces éléments ont été réalisées par l'équipe du CSEM;
- g) La liste des simulations anticipées a été préparée par les pilotes de la CPSLC, en tenant compte des demandes de l'AEIC;
- h) La programmation des exercices sur le simulateur de navigation et leur validation ont été effectuées par l'équipe du CSEM et les pilotes de la CPSLC;
- i) Les navires sélectionnés sont les mêmes que ceux qui ont servi lors des appareillages en 2022;
- j) Les vagues du lieu n'ont pas d'incidence sur la conduite des navires, mais par souci de réalisme, elles seront présentes et générées par le logiciel du simulateur.

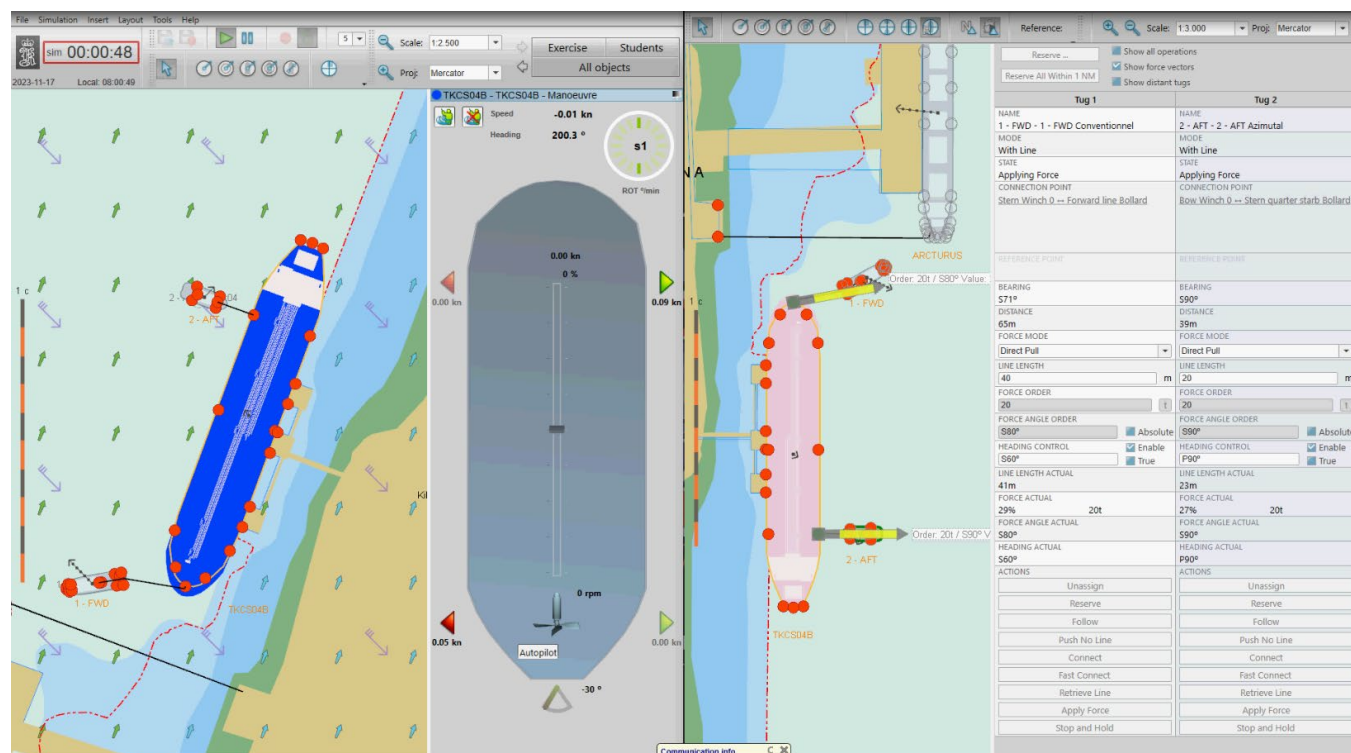


Illustration 7: Une des configurations du poste des opérateurs qui sert à la préparation, à la visualisation et à l'enregistrement des simulations.

4 NAVIRES MODÉLISÉS

Pour ce complément d'étude, les navires utilisés sont succinctement décrits dans le tableau suivant. Les remorqueurs étant de type virtuel, les ordres donnés par les pilotes sont exécutés par les opérateurs du système en respectant, dans la mesure du possible, les délais normalement pris par des remorqueurs réels.

Pour l'aspect visuel, les remorqueurs « TUG 12 » et « TUG 16 » ont été utilisés.

Tableau 1: Tableau des caractéristiques principales des navires utilisés pour l'étude.

NAVIRES	LONG.	LARG.	TIRANT D'EAU Av / AR	DÉPLACEMENT	HÉLICE	GOVERNAIL	PROPULSEUR D'ÉTRAVE
	m	m	m	Tonness			
BKCS01X	200	23,76	10,2 / 10,2	41 235	Pas fixe Droite	Conventionnel	Oui
BKCS01P	200	23,76	7,8 / 7,8	31 335	Pas fixe Droite	Conventionnel	Oui
TKCS04B	244	42	6 / 8,5	56 816	Pas fixe Droite	Conventionnel	Non
TANK15B	144,1	23	5,2 / 6,6	14 200	Pas var. Gauche	Becker	Oui
TANK15L	144,1	23	8,25 / 8,55	21 220	Pas var. Gauche	Becker	Oui
TUG 12	41,8	11,4	3,7/4,2	...	2 conventionnelles	2 conventionnels	...
TUG 16	28,2	11,7	3,5/3,5	...	2 ASD	...	...



Illustration 8: Le BKCS01.



Illustration 9: Le TKCS04.



Illustration 10: Le TANK15.



Illustration 11: Le remorqueur TUG 12, muni de 2 hélices conventionnelles.



Illustration 12: Le remorqueur TUG 16, muni de 2 hélices orientables en azimuth (Type ASD – Azimuth Stern Drive).

Pour les besoins de ces simulations, les remorqueurs virtuels représenteront :

1. Un remorqueur de type ASD (*Azimuth Stern Drive*), puissance au croc de 40 tonnes;
2. Un remorqueur conventionnel dont la puissance maximale au croc sera de 25 tonnes;
3. Les deux remorqueurs seront contrôlés par l'opérateur du simulateur qui leur fera exécuter les ordres donnés par le pilote.
4. La terminologie pour désigner les points d'attache des remorqueurs varie selon les endroits, les pays et les particularités locales. Pour éviter toute confusion lors de la lecture de ce rapport, ces points seront décrits comme suit :
 - 1- Chaumard avant central;
 - 2- Épaule tribord;
 - 3- Quart avant tribord;
 - 4- Milieu tribord;
 - 5- Quart arrière tribord;
 - 6- Hanche tribord;
 - 7- Chaumard central arrière.

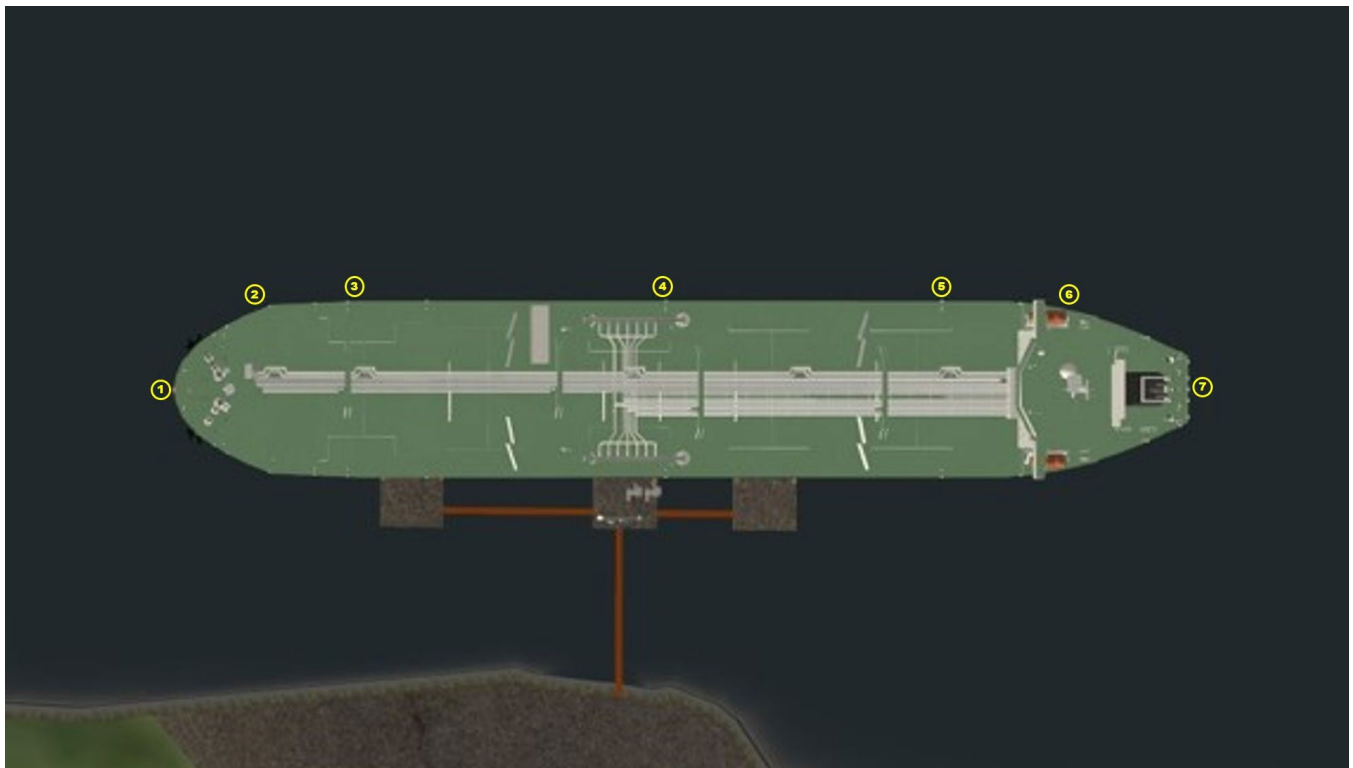


Illustration 13: Points d'attache des remorqueurs

5 COMPOSITION DE L'ÉQUIPE

Tableau 2 : Les membres de l'équipe qui ont mené à bien cette étude.

NOM	FONCTION	ENTREPRISE
François Boulanger	Pilote	CPSLC
Martin Foisy	Pilote	CPSLC
Paul Racicot	Directeur	CSEM
Alain Victor	Rédacteur	CSEM
Marie-Ève Lessard	Opératrice du simulateur	CSEM
Simon Rivard	Opérateur du simulateur	CSEM
Olivier Rochette	Vice-Président Solutions d'affaires, infrastructures et logistique	QSL
Charles Bherer	Représentant Transport Canada	Transport Canada
Joffrey Dufour	Représentant Garde Côtière	Garde Côtière

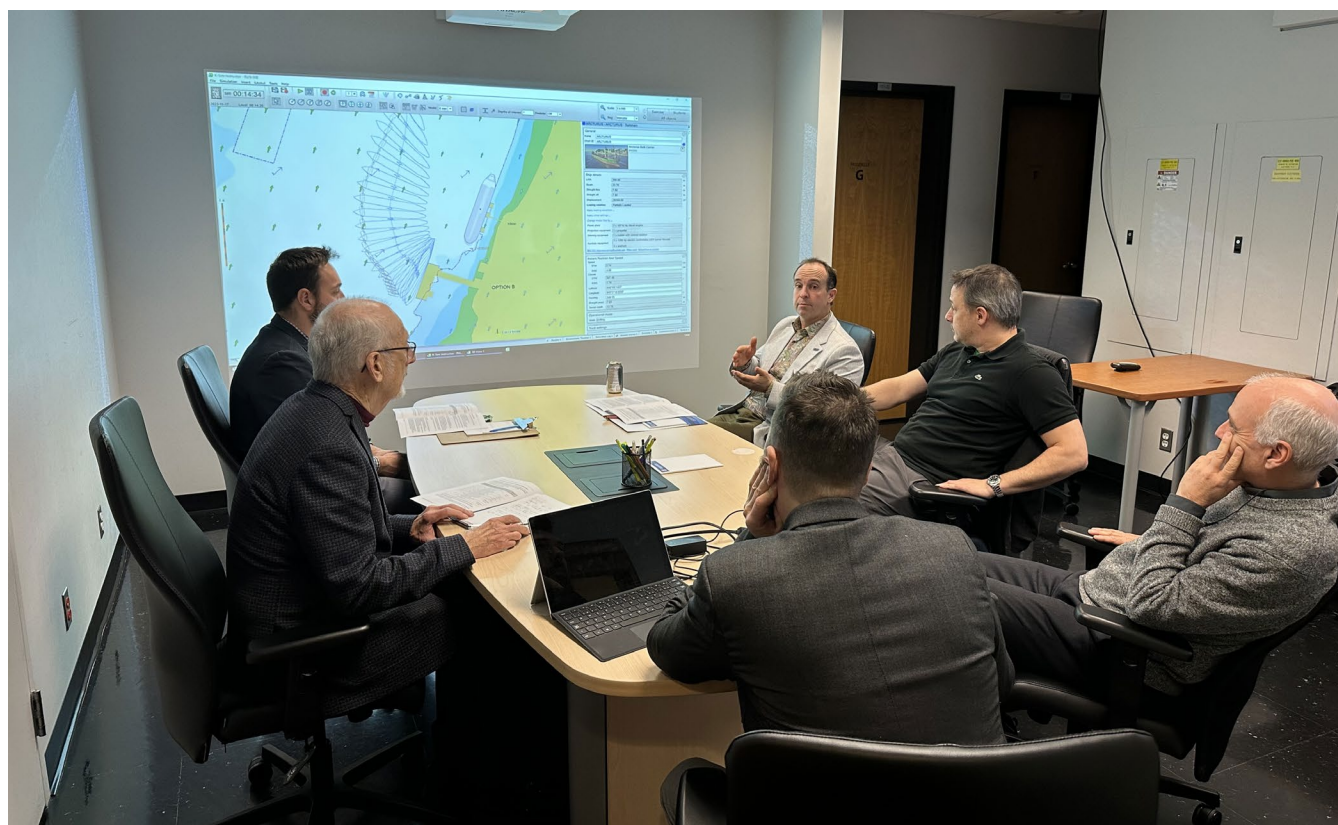


Illustration 14: Équipe réunie pour le compte rendu d'une simulation

6 HYPOTHÈSES DE DÉPART

Lors des réunions et discussions préalables à la validation du projet, les scénarios indiqués par l'AEIC ont été vérifiés et préparés pour la nouvelle série de simulations. Il a aussi été entendu que les objectifs principaux seraient les suivants :

- Exécuter les manœuvres sur les options A et B en premier. Si les manœuvres sont réalisables sécuritairement dans ces 2 options, il ne sera pas utile de tester l'option C qui se trouve à mi-distance entre les 2 autres. Si des enjeux sont soulevés dans une ou l'autre des 2 options, alors l'option C sera testée de sorte à déterminer quelle sera l'option la plus sécuritaire des 3.
- Effectuer les appareillages spécifiés par l'AEIC au quai de Kildair Services. Un navire sera toujours accosté au quai de QSL et un autre sera toujours ancré dans le mouillage L1;
- Effectuer ces manœuvres dans les mêmes conditions environnementales que lors des simulations de 2022;
- Effectuer 1 accostage et 1 appareillage au quai de QSL en visibilité réduite lorsqu'un navire est accosté au quai de Kildair Services et qu'un autre est ancré dans le mouillage L1.
- Vérifier que les risques de talonnage sont inexistantes lors de manœuvres au quai de QSL;
- Utiliser les mêmes modèles de navires que ceux choisis en 2022;
- Exécuter les manœuvres avec l'aide des 2 modèles des remorqueurs utilisés en 2022, car ils sont représentatifs de la réalité du secteur;
- Utiliser les appareils de manœuvre du navire selon les besoins de chaque manœuvre;
- Porter une attention particulière à l'espace de manœuvre d'un remorqueur conventionnel, attaché par le chaumard central avant d'un navire appareillant du quai de Kildair Services, lorsqu'un navire est accosté au quai de QSL;
- Consigner les commentaires des pilotes qui apparaîtront au sommaire des observations et des recommandations;
- Rédiger les recommandations découlant des observations des pilotes lors des diverses manœuvres.

7 RÉSUMÉ DES MANŒUVRES EFFECTUÉES EN TEMPS RÉEL

7.1 Nombre et type de manœuvres complétées

Pour les besoins de cette étude, 11 manœuvres ont été effectuées et réparties comme suit :

- BKCS01X : 1 accostage au quai de QSL;
- BKCS01P : 2 appareillages du quai de QSL;
- TKSS04B : 3 appareillages du quai de Kildair Services;
- TANK15L : 2 appareillages du quai Kildair Services;
- TANK15B : 3 appareillages du quai Kildair Services;

Après chaque manœuvre, les observations des pilotes ont été consignées.

Des recommandations ont été formulées et des remarques pertinentes ont été émises, le cas échéant.

Les fiches de simulation indiquent les paramètres techniques des exercices et peuvent aussi contenir des commentaires pris sur le vif par les opérateurs du simulateur. Toutefois, les commentaires émis à la fin des simulations sont consignés au chapitre : Résultat des manœuvres effectuées en temps réel.

Toutes les informations quantitatives sont livrées à part. Il s'agit des enregistrements des paramètres pertinents pour cette étude et notamment, les distances minimums séparant les éléments mobiles des éléments statiques.

Le chapitre suivant indique de façon générale comment les manœuvres sont évaluées par les pilotes. Il ne s'agit toutefois pas d'une liste exhaustive, car d'autres critères peuvent aussi être pris en considération par les pilotes selon les circonstances et les buts recherchés.

7.2 Critères d'évaluation

Les manœuvres sont classées comme « **Réussie** », « **Limite** », « **Échec** », selon les critères suivants :

Réussie

- Le pilote garde le contrôle complet du navire pendant toute la manœuvre;
- Le navire reste dans le chenal et/ou dans la zone d'évitage;
- Le navire reste à distance acceptable des obstructions et des structures du quai;
- Lorsque des remorqueurs sont utilisés, une bonne réserve de puissance est toujours disponible;
- Lorsque les propulseurs latéraux sont utilisés, une bonne réserve de puissance est toujours disponible;
- Les manœuvres d'accostage sont faites selon le plan prévu et en maintenant, sans difficulté, une vitesse sécuritaire;
- Pour les manœuvres d'appareillage, le navire s'écarte du quai en douceur sans aucun risque pour les installations portuaires environnantes;
- L'usage d'une ancre, le cas échéant, en conjonction avec le gouvernail et la machine, permet d'approcher le quai sans difficulté.

Limite

- Le pilote considère que le navire est à la limite de contrôle durant la manœuvre;
- Le navire sort du chenal et/ou de la zone d'évitage en gardant toutefois un clair sous quille suffisant;
- Le navire s'approche trop des obstructions et des structures du quai;
- Lorsque des remorqueurs sont utilisés, il ne reste presque plus de réserve de puissance;
- Lorsque des propulseurs latéraux sont utilisés, il ne reste presque plus de réserve de puissance;
- Pour les manœuvres d'accostage, la vitesse d'approche est trop élevée. Bien que la manœuvre soit menée à son terme, la vitesse aurait pu causer un impact dommageable, soit au quai, soit à la coque du navire;
- Pour les manœuvres d'appareillage, le navire éprouve certaines difficultés à s'écarter du quai. La manœuvre est accomplie avec des risques de causer des dommages aux installations portuaires;
- L'usage d'une ancre, le cas échéant, en conjonction avec le gouvernail et la machine permet d'approcher le quai, mais au prix de certaines difficultés

Échec

- Le pilote perd le contrôle du navire;
- Le navire sort du chenal ou de la zone d'évitage avec un clair sous quille inacceptable et/ou le navire s'échoue;
- Le navire entre en collision avec des obstacles ou les installations portuaires;
- Lorsque des remorqueurs sont utilisés, ils le sont au maximum de leur capacité sans être en mesure de contrer les facteurs extérieurs;
- Lorsque des propulseurs latéraux sont utilisés, ils doivent l'être à leur capacité maximale en tout temps, sans être en mesure de contrer les facteurs extérieurs;
- Pour les manœuvres d'accostage, soit qu'il n'est pas possible de mettre le navire à quai soit que le navire heurte avec suffisamment de force les installations portuaires pour occasionner des dommages;
- Pour les manœuvres d'appareillage, le navire ne peut pas quitter le quai ou éprouve des difficultés majeures qui peuvent causer des dommages aux installations portuaires;
- L'usage d'une ancre, le cas échéant, en conjonction avec le gouvernail et la machine, ne permet pas de contrôler l'approche du quai en ce qui a trait aux vitesses transversale et longitudinale.

7.3 Remarques sur les manœuvres dites « Étalon »

À titre informatif, une manœuvre étalon est une manœuvre typique exécutée en temps réel, juste avant le début des simulations visant à valider la faisabilité du projet.

Lors de cette manœuvre, il n’y a pas de trafic gênant la manœuvre, et les conditions environnementales sont idéales. Il s’agit d’une manœuvre de pratique qui permet aux professionnels engagés pour entreprendre les manœuvres, de bien prendre en main le navire et de s’habituer à la technologie disponible sur la passerelle.

Dans le cas de ce projet, il s’agit de simulations supplémentaires au rapport de 2022. Dans les deux cas, ce sont les mêmes pilotes qui ont effectués les manœuvres. Il n’y avait donc pas lieu d’effectuer ce genre de manœuvre.

7.4 Description des manœuvres effectuées

Tableau 3 : Tableau récapitulatif de toutes les manœuvres effectuées.

EXERCICE	DONNÉES DE BASE	NAVIRES	REMARQUES
<u>SIM 01</u>	Option A - Appareillage du quai de Kildair Services. Vent NO 35 nd, courant de crue. Un navire accosté au futur quai de QSL et un navire au mouillage L1. Remorqueur conventionnel sur le chaumard central avant et un remorqueur ASD sur le quart arrière tribord.	TKCS04B	Échec
<u>SIM 01B</u>	Option A - Appareillage du quai de Kildair Services. Vent NO 15 nd, courant de crue. Un navire accosté au futur quai de QSL et un navire au mouillage L1. Remorqueur conventionnel sur le chaumard central avant et un remorqueur ASD sur le quart arrière tribord.	TKCS04B	Réussie
<u>SIM 02</u>	Option A - Appareillage du quai de Kildair Services. Vent SO de 5 à 10 nd, courant de crue. Un navire accosté au futur quai de QSL et un navire au mouillage L1.	TANK15L	Réussie
<u>SIM 03</u>	Option A - Appareillage du quai de Kildair Services. Vent O de 25 à 30 nd, courant de crue. Un navire accosté au futur quai de QSL et un navire au mouillage L1.	TANK15B	Échec

<u>SIM 03B</u>	Reprise de SIM 03, mais vent diminué à 20 nd de l'ouest	TANK15B	Techniquement réussie Limite
<u>SIM 04</u>	Option A - Appareillage du quai de Kildair Services. Vent NE de 25 à 30 nd, courant de crue. Un navire accosté au futur quai de QSL et un navire au mouillage L1.	TANK15B	Réussie
<u>SIM 05</u>	Option B – Accostage du quai de QSL. Courant de crue, vent léger du sud-ouest, visibilité réduite. Un navire au quai de Kildair Services. Un remorqueur ASD sur le quart avant tribord et un remorqueur ASD sur le quart arrière tribord.	BKCS01X	Réussie
<u>SIM 06</u>	Option B - Appareillage du quai de QSL. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nd, visibilité réduite. Un navire au quai Kildair Services. Un remorqueur ASD sur le quart avant tribord et un remorqueur ASD sur le quart arrière tribord.	BKCS01P	Réussie
<u>SIM 06B</u>	Mêmes conditions que pour la simulation SIM 06, mais un seul remorqueur a été amarré sur le quart avant tribord (<i>Le pilote ne l'a pas utilisé</i>).	BKCS01P	Réussie
<u>SIM 07</u>	Option B – Appareillage du quai de Kildair Services. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nd. Un navire au quai Kildair Services. Un remorqueur conventionnel sur le chaumard central avant et un remorqueur ASD sur le quart arrière tribord.	TKCS04B	Réussie
<u>SIM 08</u>	Option B – Appareillage du quai de Kildair Services. Courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nd, Un navire au quai Kildair Services.	TANK15L	Réussie

7.5 Résultats des manœuvres effectuées en temps réel

SIM 01

OPTION A - L'exercice « **SIM 01** » est une tentative d'appareillage du quai Kildair Services, direction l'aval, sous des vents du nord-ouest. Un navire est accosté au quai de QSL et un autre est ancré au mouillage L1.

Le navire TKCS04B a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel amarré par le chaumard central avant et un remorqueur de type ASD amarré sur le quart arrière tribord. Normalement, le remorqueur conventionnel serait amarré sur le quart avant tribord pour laisser plus d'espace entre l'amarre arrière du navire accosté au quai de QSL et le remorqueur. En 2022, la même simulation avait été faite avec le remorqueur qui, pour des raisons d'espace de manœuvre, été amarré sur le quart avant tribord. Le résultat fut « Limite ». Les pilotes voulaient voir s'il serait possible de faire la même manœuvre, mais avec le remorqueur avant attaché par le chaumard central. Ce fut un échec.

Conditions environnementales : courant de crue, vent du nord-ouest de 30 à 35 nœuds, bonne visibilité.

Le pilote a d'abord fait tirer les deux remorqueurs vers le large. Il s'est rapidement rendu compte que la force du vent exercée sur le château de poupe était trop grande. À la quatrième minute, il y a eu un talonnage de l'arrière qui était entré à l'intérieur de la ligne de sondes de 10 mètres.

La simulation a été néanmoins continuée, mais même si la puissance maximum a été utilisée par le remorqueur arrière, l'arrière n'a pas pu être décollé du quai.

L'échec est dû à la force du vent sur le navire léger. Avec ou sans quai QSL, cette manœuvre ne pourrait pas être réussie, car il faut absolument éloigner le navire du quai avant de faire ouvrir l'étrave sur tribord.

Distance minimum du remorqueur à l'amarre arrière du navire à QSL : 12 mètres.

Échec

La bathymétrie utilisée pour ces simulations est celle fournie par QSL, car elle est plus récente que celle indiquée sur les cartes du SHC.

*(Voir **Illustrations 6 et 26**: Ligne de sondes de 10 mètres indiquée par le pointillé rouge. Source, firme WSP, levés de décembre 2020).*

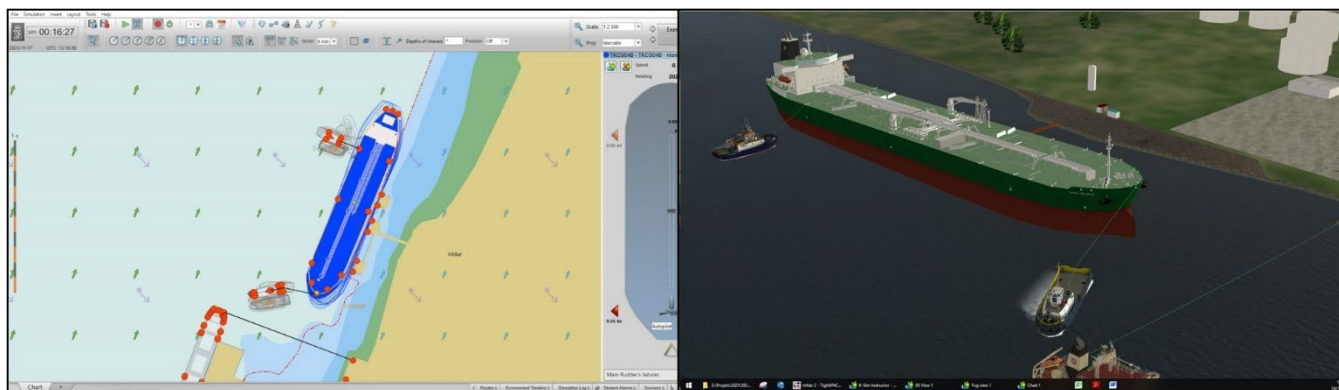


Illustration 15: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 01).

SIM 01B

OPTION A - L'exercice « **SIM 01B** » est une reprise de la simulation **SIM 01**, mais le vent a été réduit à 15 nœuds du nord-ouest.

Conditions environnementales : courant de crue, vent du nord-ouest à 15 nœuds, bonne visibilité.

Le pilote a d'abord fait tirer les deux remorqueurs pour faire éloigner le navire tout en le gardant parallèle au quai. À environ 2 largeurs de navire du quai, il a fait diminuer la puissance du remorqueur arrière et augmenter celle du remorqueur avant. La longue giration sur tribord s'est effectuée sans risque pour le navire au quai de QSL, ni pour celui mouillé à l'ancrage L1.

L'avant du remorqueur conventionnel est passé à environ 18 mètres au plus près de l'amarre arrière du navire accosté au quai de QSL. Il convient de noter que cette distance a été prise au tout début de la manœuvre, mais dès que le remorqueur s'est mis à tirer, il s'est éloigné de façon constante de l'amarre.

Lorsqu'un navire de 180 mètres ou plus appareille du quai Kildair Services, pendant qu'un navire est accosté au quai de QSL, les pilotes recommandent de nouveau l'emploi de 2 remorqueurs de type ASD, car ils sont plus puissants, plus efficaces, plus manœuvrables, ce qui minimise le risque, pour le remorqueur avant, de trop s'approcher de l'amarre arrière du navire accosté au quai de QSL.

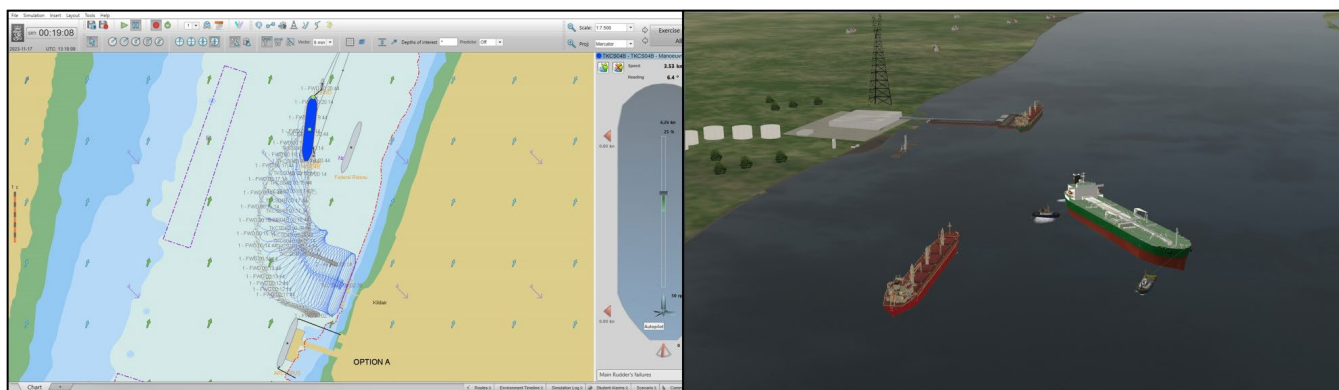
Manœuvre réussie

Illustration 16: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 01B).

SIM 02

OPTION A - L'exercice « **SIM 02** » est un appareillage du quai de Kildair Services, direction l'amont. Le navire TANK15L a été utilisé pour cette manœuvre. Un navire est amarré au quai de QSL. Un navire est accosté au quai de QSL et un autre est ancré au mouillage L1.

Conditions environnementales : courant de crue, vent du sud-ouest de 5 à 10 nœuds, bonne visibilité.

Manœuvre conventionnelle : propulseur d'étrave à droite, barre à gauche et machine en avant très lente pour éloigner l'arrière de la ligne de sondes de 10 mètres.

Aucune difficulté particulière à signaler.

La seule différence avec une manœuvre similaire sans le quai de QSL est un angle d'ouverture sur tribord un peu plus grand lors de l'éloignement du quai. Les pilotes ne voient pas de différence notable sur le temps de manœuvre.

Manœuvre réussie

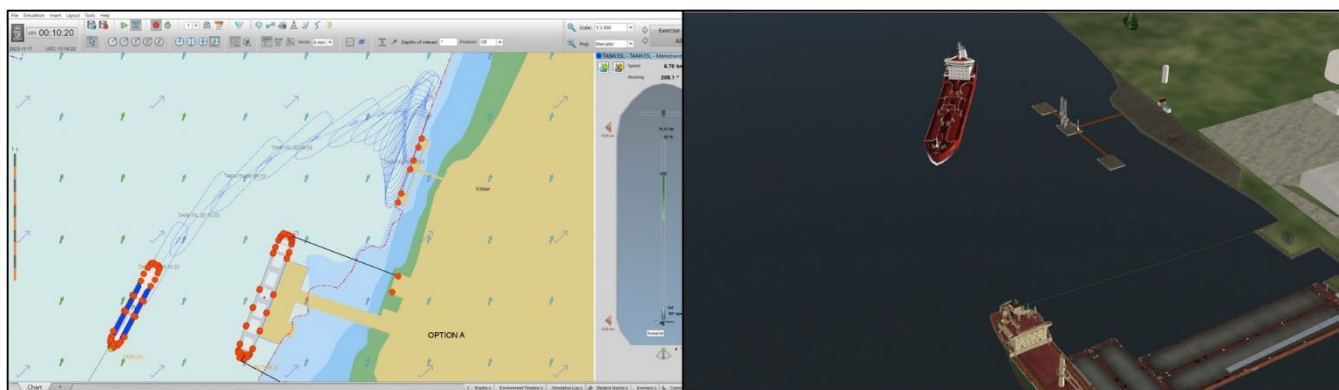


Illustration 17: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 02).

SIM 03

OPTION A - L'exercice « **SIM 03** » est une tentative d'appareillage du quai de Kildair Services. Le navire TANK15L a été utilisé pour cette manœuvre. Un navire est accosté au quai de QSL et un autre est ancré au mouillage L1.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de l'ouest de 25 à 30 nœuds, bonne visibilité.

Le pilote n'a pas pu faire décoller le navire du quai. Une manœuvre similaire avait été réussie lors des simulations de 2022, mais non sans difficulté (*le navire était passé à 40 mètres du navire accosté à QSL*).

Il faut savoir qu'entre ces deux simulations, des ajustements sur le courant ont été effectués. La firme WSP avait fourni un fichier de courant 3D pour les simulations de 2022, mais le logiciel Polaris alors utilisé ne montrait pas les vecteurs de courant en dehors des limites de la voie navigable et ils ne se rendaient pas jusqu'au quai de Kildair Services. Des vecteurs de courant, estimés au mieux des données disponibles, avaient été rajoutés manuellement près des installations de Kildair Services.

Il convient de préciser que, pour 2023, le nouveau logiciel K-SIM, à partir des données connues, interpole, calcule et active les vecteurs de courant de berge à berge. La direction des vecteurs avait bien été estimée en 2022, mais la force est plus grande selon les données de WSP. Vu que le courant a une légère tendance à pousser le navire vers le quai, et considérant son effet important sur le navire, cette plus grande force, combinée à la pression exercée par le vent, explique le résultat différent des deux manœuvres (*Limite en 2022*).

Échec

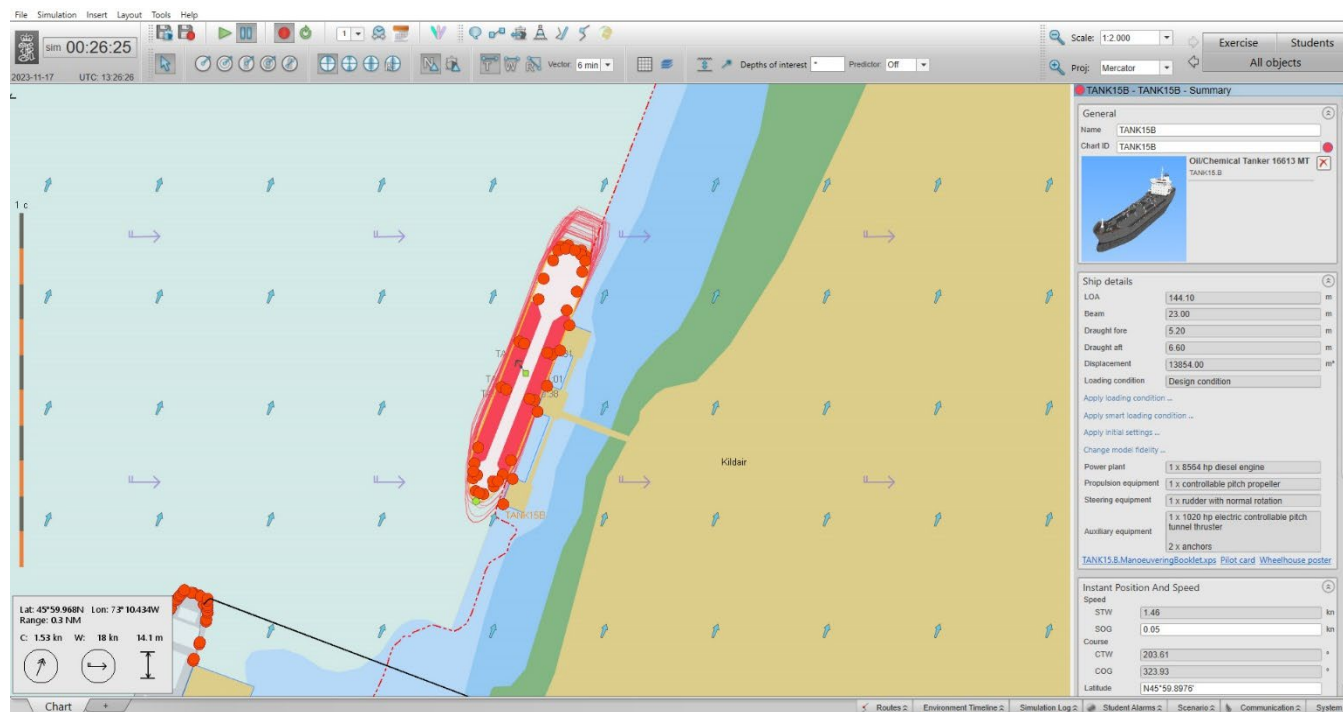


Illustration 18: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 03).

SIM 03B

OPTION A - L'exercice « **SIM 03B** » est une reprise de la simulation SIM 03, direction l'amont, mais le vent de l'ouest a été diminué à 20 nœuds.

Conditions environnementales : courant de crue, vent de l'ouest à 20 nœuds, bonne visibilité.

Le pilote a d'abord fait décoller l'étrave à l'aide du propulseur et a ensuite utilisé la machine et le gouvernail pour effectuer son appareillage. À mesure que l'avant ouvrait vers tribord, l'effet du courant était de plus en plus ressenti.

Bien que réussie, cette manœuvre doit être considérée comme limite de l'avis du pilote. Le vent d'ouest agissant sur le navire léger était un facteur important dans ce cas.

Le but recherché a été atteint, c.-à-d. que, malgré le fait qu'il s'agisse de l'option la plus éloignée de la berge, une fois l'avant ouvert sur tribord, le navire a pu être manœuvré de sorte à garder un espace sécuritaire avec le navire accosté au quai de QSL.

Pas d'enjeu avec le navire au quai de QSL.

Lorsqu'un navire appareille du quai de Kildair Services, le courant étant toujours en direction de l'aval tendra toujours à le faire s'éloigner du quai de QSL situé en amont.

Manœuvre techniquement réussie, mais limite

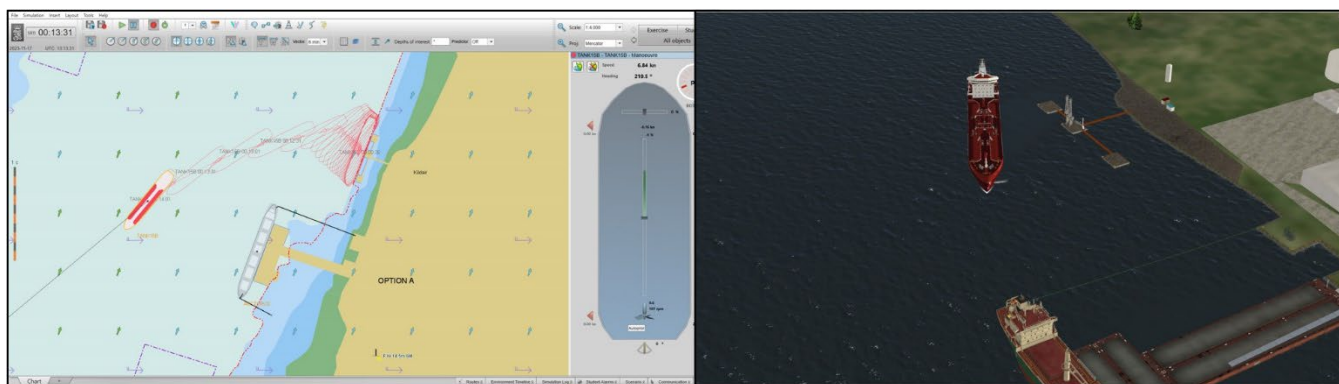


Illustration 19: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 03B).

SIM 04

OPTION A - L'exercice « **SIM 04** » est un appareillage du quai de QSL, direction l'amont. Le navire TANK15B a été utilisé pour cette manœuvre. Un navire est accosté au quai de Kildair Services et un autre est ancré au mouillage L1.

Conditions environnementales : courant fort, vent du nord-est de 25 à 30 nœuds, bonne visibilité.

Ouverture de l'arrière sur gardes montantes avant (*au pluriel, car la garde montante est le plus souvent doublée par mesure de précaution*).

Éloignement facilité par le vent sur le quart arrière bâbord.

Aucun enjeu vis-à-vis le quai de QSL ou avec le navire au mouillage L1.

Manœuvre réussie

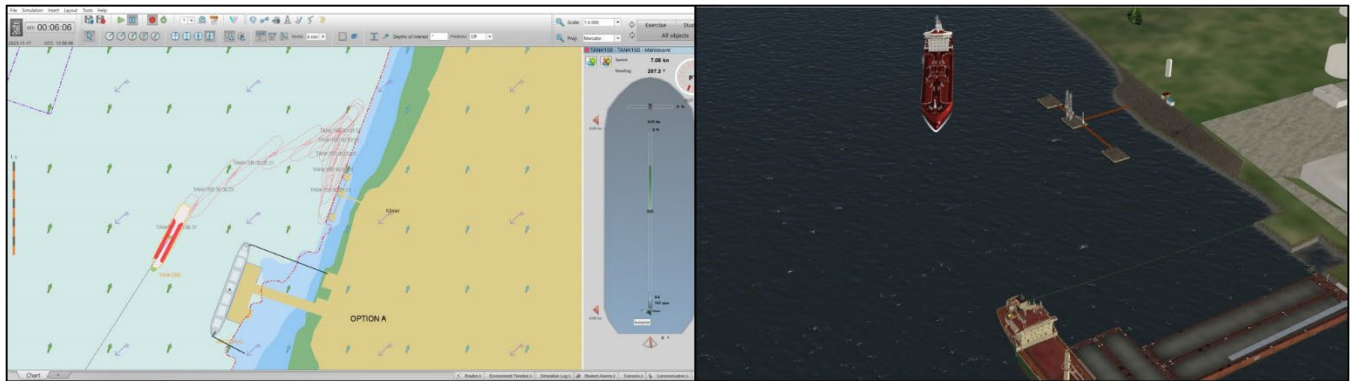


Illustration 20: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 04).

SIM 05

OPTION B - L'exercice « **SIM 05** » est un accostage bâbord au quai de QSL, navire arrivant de l'aval. Le navire BKCS01X a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel amarré sur la joue tribord et un remorqueur de type ASD amarré sur le quart arrière tribord. Un navire est accosté au quai de Kildair Services, et un navire est ancré au mouillage L1.

Conditions environnementales : courant de crue, vent du sud-ouest léger, visibilité réduite.

Approche contrôlée du début à la fin.

Bien que le pilote n'ait pas eu à demander l'aide des remorqueurs, un navire chargé accostant devrait toujours avoir 2 remorqueurs prêts à intervenir au besoin.

Le pilote a pris la précaution de garder une bonne distance avec le navire accosté au quai de Kildair Services avant d'entamer l'approche au quai de QSL.

Accostage en douceur, vitesse latérale à l'avant et à l'arrière lors du contact avec le quai, 0,1 nœud.

Ce navire a un tirant d'eau de 10,2 mètres. L'Option B est la moins éloignée des 3 options proposées et près du quai, le creux sous quille était toujours supérieur à 2,8 mètres.

Manœuvre réussie

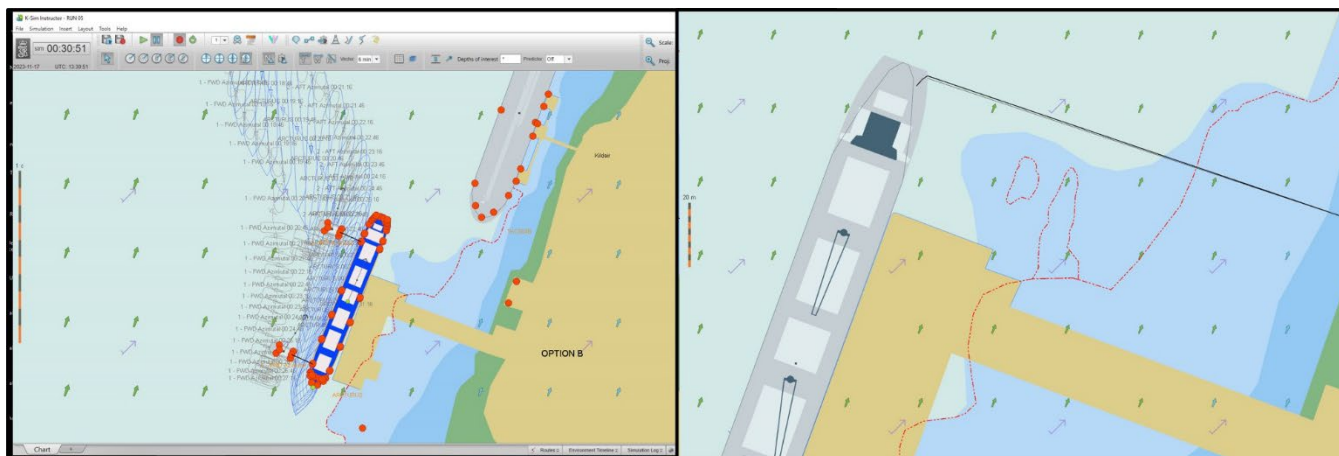


Illustration 21: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 05). Le pointillé rouge montre le contour de la ligne de sondes de 10 mètres comme défini par les levés de la firme WSP.

SIM 06

OPTION B - L'exercice « **SIM 06** » est un appareillage bâbord au quai de QSL, direction aval. Le navire BKCS01P a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur ASD amarré sur la joue tribord et un deuxième amarré sur le quart arrière tribord. Un navire est accosté au quai de Kildair Services et un autre est ancré au mouillage L1.

Conditions environnementales : courant de crue, vent léger du sud-ouest, visibilité réduite.

Appareillage en parallèle avec légère giration sur bâbord de sorte à s'assurer que la poupe ne s'approche pas de la ligne de sondes de 10 mètres. Giration sur tribord entamée à environ 2 largeurs du navire du quai.

Le navire au quai Kildair ne gêne en rien cette manœuvre et aucun enjeu avec le navire ancré au mouillage L1.

Manœuvre réussie

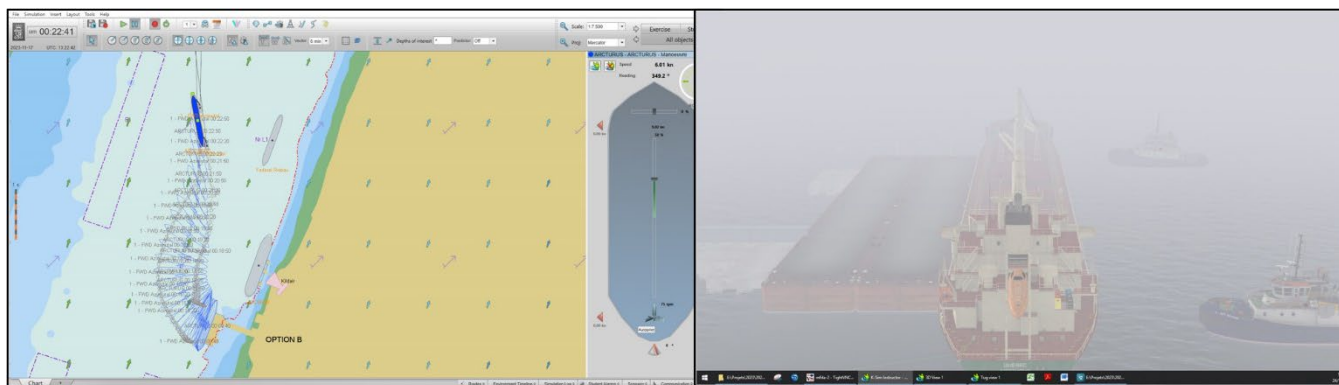


Illustration 22: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 06).

SIM 06B

OPTION B - L'exercice « **SIM 06B** » est un appareillage effectué dans les mêmes conditions que la simulation SIM 06. Toutefois, un seul remorqueur a été amarré sur la joue tribord. Le pilote ne l'a pas utilisé.

Conditions environnementales : courant de crue, vent léger du sud-ouest, visibilité réduite.

Le pilote a d'abord fait pivoter le quart arrière bâbord sur le coin nord du quai en mettant le propulseur à droite. Une fois l'avant ouvert, le courant a éloigné le navire du quai pendant que le propulseur le faisait virer sur tribord. La poupe ne s'est pas approchée de la ligne de sondes de 10 mètres. Le pilote a contrôlé la position à l'aide de la machine et du gouvernail. Aucun enjeu pour le quai de Kildair Services ou pour le navire ancré dans le mouillage L1.

Ouvrir l'avant sur gardes montantes arrière met beaucoup de pression sur les ancrages des barges.

Il est recommandé que, dans la mesure du possible, l'avant ne soit pas ouvert seulement sur gardes montantes arrière et que le remorqueur soit utilisé pour réduire la pression sur le quai.

La recommandation d'installer des défenses adéquates au coin du quai a été réitérée.

Manœuvre réussie

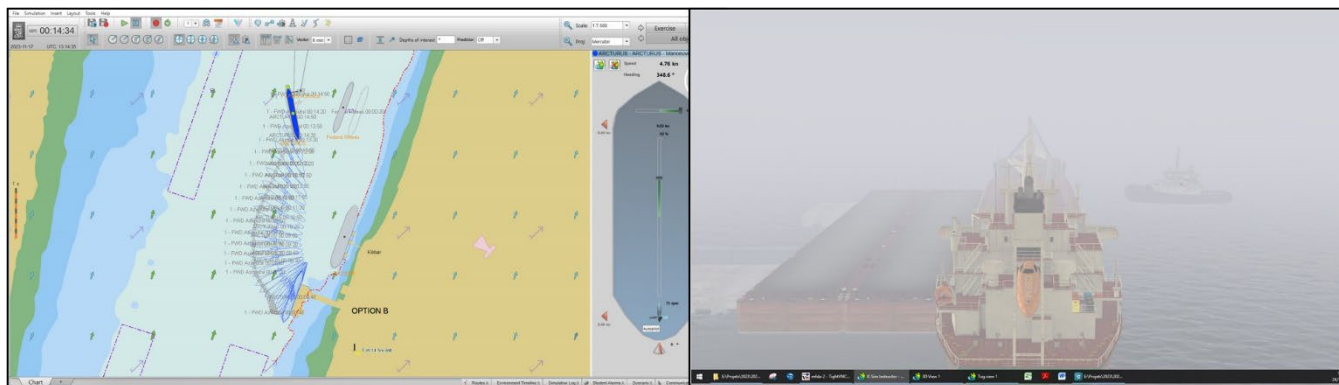


Illustration 23: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 06B).

SIM 07

OPTION B - L'exercice « **SIM 07** » est un appareillage bâbord au quai de Kildair Services. Le navire TKCS04B a été utilisé pour cette manœuvre. Un remorqueur conventionnel est attaché sur le chaumard central avant et un remorqueur de type ASD est attaché sur le quart arrière tribord. Un navire est amarré au quai de QSL et un autre est ancré au mouillage L1.

Conditions environnementales : courant de crue, vent léger du sud-ouest.

Le but de cette manœuvre était de voir si une différence de distance notable pouvait être constatée entre le remorqueur et l'amarre arrière du navire accosté à QSL et ce, dans les options A et B.

La distance minimale du remorqueur à l'amarre était de 22 mètres au début de la manœuvre. Malgré que l'option B place les barges plus en amont qu'en A par rapport au quai de Kildair Services, il n'y avait pas de différence notable de distance entre les deux options. Le remorqueur avant a quand même un peu de jeu pour se placer selon les circonstances (*Pour la SIM 01B, OPTION A, même navire et même remorqueur à l'avant, la distance minimum entre le remorqueur et l'amarre était de 18 mètres au début de la manœuvre*).

Manœuvre réussie

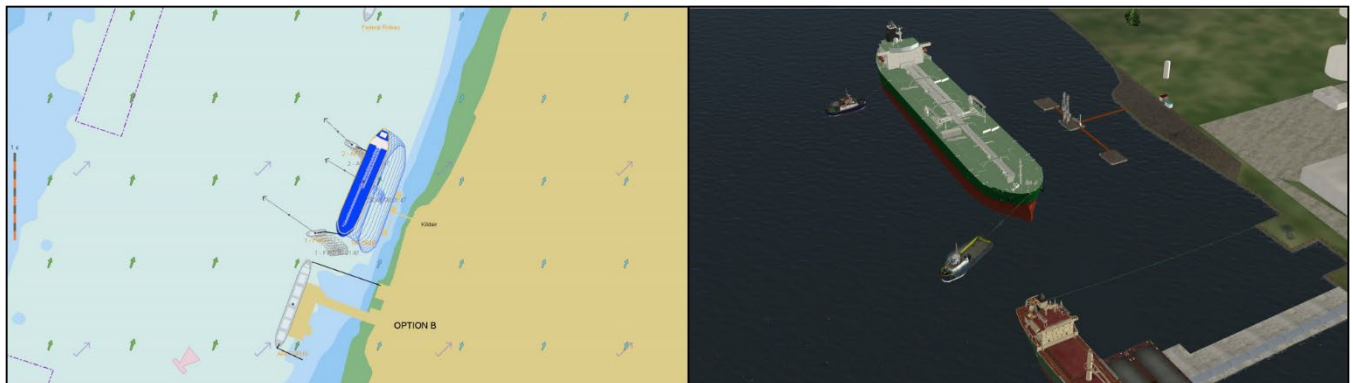


Illustration 24: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 07).

SIM 08

OPTION B - L'exercice « **SIM 08** » est un appareillage bâbord au quai de Kildair Services, direction l'amont. Le navire TANK15L a été utilisé pour cette manœuvre.

Conditions environnementales : courant de crue, vent léger du sud-ouest.

Appareillage conventionnel. Pas de difficulté particulière. Le pilote a ouvert l'avant avec le propulseur d'étrave et s'est assuré que l'arrière n'entrait pas à l'intérieur de la ligne de sondes de 10 mètres.

Aucun enjeu avec le quai de QSL.

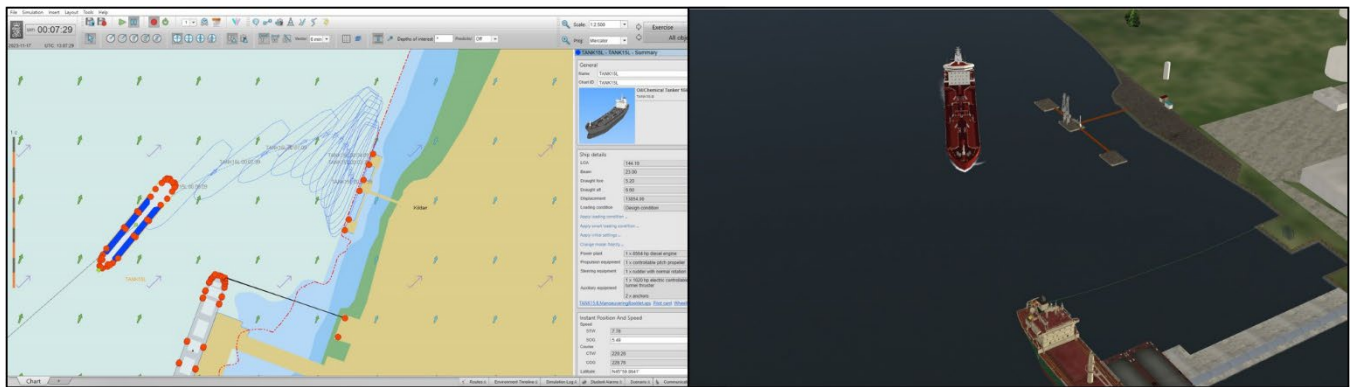
Manœuvre réussie

Illustration 25: Saisie d'écran de l'exercice (SIM 08).

8 OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS

Après chaque simulation effectuée, les pilotes responsables des manœuvres ont fait certaines observations, ont émis certains commentaires et ont formulé des recommandations.

Voici le compte rendu des observations et des recommandations, faisant suite à cette journée de simulations.

8.1 Observations d'ordre général

Le but de ces simulations supplémentaires est de s'assurer que, suite à l'éloignement proposé du quai flottant vers le large, ces nouvelles configurations n'engendreraient pas de risque de talonnage au quai de ASL ou d'un trop grand rapprochement entre soit :

- Le remorqueur avant avec l'amarre arrière d'un navire accosté au quai de QSL;
- Le remorqueur avant avec l'arrière du navire accosté au quai de QSL;
- L'avant d'un navire appareillant de Kildair Services avec l'amarre d'un navire accosté au quai de QSL;
- L'avant d'un navire appareillant de Kildair Services avec l'arrière d'un navire accosté au quai de QSL;
- Le navire appareillant avec le navire ancré au mouillage L1.

Pour bien évaluer les risques de talonnage au quai de QSL, et bien que le courant de crue ait été choisi, le niveau d'eau a été ajusté au niveau des cartes pour permettre d'évaluer le creux sous quille dans les pires situations et s'assurer ainsi qu'advenant un talonnage, ce ne soit pas à cause d'un niveau d'eau insuffisant dans l'aire de manœuvre. La simulation SIM 05, OPTION B (*la moins éloignée de la berge*), a été effectuée avec un navire ayant un tirant d'eau de 10,2 mètres. Le creux sous quille, enregistré de l'avant à l'arrière et de chaque bord, a toujours été supérieur à 2,8 mètres.

Il a été noté que la bathymétrie différait entre les données fournies par QSL et celles du SHC. Ce sont les levés plus récents fournis par QSL qui ont été utilisés pour ces simulations (*Levés effectués en décembre 2020 par la firme WSP pour le compte de QSL*).

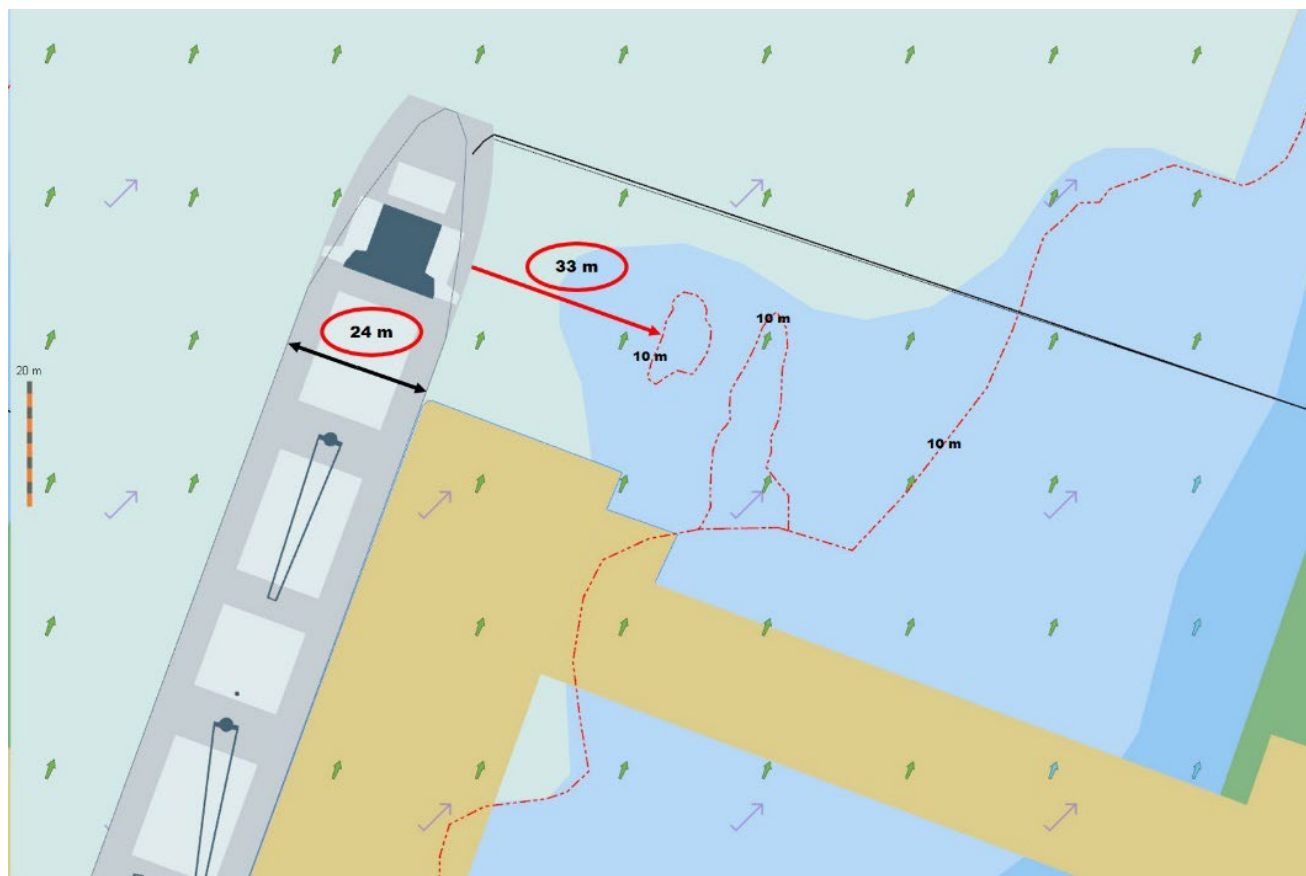


Illustration 26: BKCS01 chargé accosté au quai de QSL, distance de la poupe à la ligne de sondes de 10 mètres, environ 33 mètres.

Parallèlement à l’amarre arrière d’un navire accosté à QSL, l’éloignement du quai flottant vers le large ne donne ni plus ni moins d’espace de manœuvre pour un remorqueur conventionnel à l’avant. Le remorqueur sera plus loin de l’arrière du navire accosté à QSL au moment où il se place et s’ajuste pour commencer à aider le navire à appareiller. En 2022, la distance de la berge au quai proposé était de 123 mètres. Cette distance a été augmentée à 152 mètres pour l’option A qui est la plus éloignée.

Pour l’appareillage du quai Kildair Services, la conséquence de cet éloignement est un plus grand angle d’ouverture de l’avant du navire qui appareille. Le courant étant toujours dans la direction de l’aval, c.-à-d, aidant le navire à s’éloigner du quai de QSL, cet angle d’ouverture augmenté ne présente pas un enjeu particulier pour les pilotes.

Les manœuvres jugées « échec » ou « limite » l’ont été à cause des conditions environnementales, mais pas à cause des nouvelles configurations des lieux.

La visibilité réduite n’a pas eu d’incidence sur les manœuvres effectuées. Les pilotes ont, en plus de l’expérience, des techniques et procédures bien rodées pour ce genre de situation, mais ils ont également la possibilité de mouiller le navire s’ils le jugent nécessaire.

Les limites environnementales sont les mêmes qui furent identifiées lors des simulations de 2022.

8.2 Recommandations

- La première recommandation du rapport de 2022 était à l'effet de prendre des mesures nécessaires pour que la ligne de sondes de 10 mètres ne dépasse pas le prolongement de la face du quai en amont et en aval (*dragage ou agrandissement du quai*). Cette recommandation a été respectée, car les options proposées éloignent l'aire d'accostage de cette ligne de sondes tout en évitant le dragage.
- Étant donné que l'ouverture de l'avant, lors d'appareillages sur gardes montantes arrière, met beaucoup de pression sur les ancrages des barges, il a été recommandé d'éviter, dans la mesure du possible, une telle manœuvre. Le remorqueur devrait être utilisé pour réduire la pression sur le quai. (*À noter que l'ingénieur en charge du projet, et présent aux simulations, a précisé que le système d'ancrage serait fait pour résister à ce genre de pression*).
- La recommandation émise en 2022 sur l'éclairage des barges était formulée comme suit : « De sorte à faciliter les approches de nuit au nouveau quai, les pilotes recommandent d'installer un éclairage adéquat sur les barges ». Le terme adéquat doit être pris dans le sens d'un éclairage qui ne pourra pas être confondu avec des feux de navigation ou d'aide à la navigation.
- Comme stipulé dans le rapport de 2022, les manœuvres ont été effectuées en considérant que les navires accostés au quai de QSL auraient une longueur maximum de deux cents mètres. Si des navires plus longs devaient y accoster, le résultat de ces simulations deviendrait caduc. Toutefois, si un navire devait être déplacé vers l'aval pendant les opérations de manutention de la cargaison, les résultats de ces simulations deviendraient aussi caducs et ce, tant que ce navire n'aurait pas été replacé à sa position initiale. L'illustration 27 montre l'amarre de bout arrière perpendiculaire à l'axe d'un navire en position. Toutes les distances prises entre le navire ou le remorqueur et l'amarre ont été prises en fonction de cet axe.
- Les autres recommandations du rapport de 2022 demeurent valides.



Illustration 27: Navire en position au quai de QSL.

9 CONCLUSION

Les manœuvres réalisées en complément du rapport de 2022 ont permis de répondre aux questions posées par l'agence d'évaluation d'impact du Canada (AEIC).

Il a été démontré que lors d'appareillages du quai Kildair Services, un remorqueur conventionnel à l'avant manœuvrerait dans les mêmes conditions que lors des simulations de 2022. Qu'il s'agisse de l'option la plus éloignée (*Option A*) ou de la plus proche de la berge (*Option B*), le remorqueur sera sensiblement à la même distance de l'amarre arrière d'un navire accosté au quai de QSL. À noter que suite à l'analyse des simulations effectuées sur les options A et B il n'a pas été jugé nécessaire de tester l'option C, car elle se trouve à mi-distance entre les deux autres.

Le navire appareillant du quai de Kildair Services, direction l'amont, n'éprouvera pas de difficultés particulières à cause de l'éloignement du quai, car l'angle d'ouverture plus grand n'est pas un facteur de risque. En effet, plus l'angle d'ouverture est grand, plus le courant aide à éloigner le navire du quai de QSL.

Pour les navires appareillant du quai de Kildair Services, direction aval, il n'y a pas d'enjeu particulier.

L'absence de risque d'échouement au quai de QSL a été confirmé. Une manœuvre d'accostage a été faite avec un navire ayant un tirant d'eau de 10,2 mètres. Les enregistrements des creux sous quille ont toujours été supérieurs à 2,8 mètres, de l'avant à l'arrière et du bord d'accostage et ce, malgré le fait que le niveau d'eau avait été ajusté au niveau des cartes.

Quant au navire à l'ancre au mouillage L1, il n'y a rien de particulier à signaler, la distance de passage était normale lors d'un appareillage du quai de Kildair Services. Les pilotes sont habitués à voir des navires ancrés à ce mouillage et le quai de QSL ne change en rien la manœuvre d'évitement sur tribord qu'ils ont l'habitude d'effectuer lorsqu'ils appareillent du quai de Kildair Services. Pour un appareillage du quai de QSL en direction de l'aval, le navire appareillant est déjà plus près du centre de la voie navigable que lorsqu'il part du quai de Kildair Services, il n'y a donc pas d'enjeu avec le navire mouillé.

.

ANNEXE 1

FICHES DE SIMULATION

**Ces fiches contiennent les détails techniques de chaque simulation
relevés sur le vif par les opérateurs du simulateur.**

Elles peuvent aussi contenir des commentaires concis sur les manœuvres.

**Pour plus de détails concernant le déroulement et le résultat des manœuvres, voir le
chapitre : [7.5 Résultats des manœuvres effectuées en temps réel](#)**

SIM 01

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-01 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☒ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 315 ° Hauteur : 1,0 m Longueur : 3,0 m Période : 14,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap: 200,1 ° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TKCS04B Modèle de remorqueur : TUG12 Modèle de remorqueur : TUG16.B		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021 ° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 315 ° Force du vent : 30-35 kts Rafale de vent : 2,5 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 16m27s	
Configuration des remorqueurs : Remorqueur conventionnel à l'avant et remorqueur azimuthal à l'arrière.			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TKCS04B Longueur : 244 m Largeur : 42 m Déplacement : 55430 Tirant d'eau AV : 6,00 m Tirant d'eau AR : 8,50 m Propulsion : Fixe - Pas à Droite Gouvernail : Conventionnel Propulseur(s) : Aucun	Modèle remorqueur : TUG12 Longueur : 41,8 m Largeur : 11,40 m Déplacement : 1011 Tirant d'eau AV : 3,7 m Tirant d'eau AR : 4,2 m Propulsion : 2 X Fix Conventionnel Force de traction : 62 T Position :	TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T	Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master : Position
Kongsberg Rec File name : RUN-01 Données et diagrammes : RUN-01		Nom fichier vidéo : RUN-01 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière : Représentant Garde Cotière :	

SIM 01B

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-01B Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☒ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐ Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap : 200,1° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TKCS04B Modèle de remorqueur : TUG12 Modèle de remorqueur : TUG16.B		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 315° Hauteur : 0,3 m Longueur : 4,4 m Période : 2,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 315° Force du vent : 15,0 kts Rafale de vent : 2,5 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 19m08s	
Configuration des remorqueurs : Remorqueur conventionnel à l'avant et remorqueur azimuthal à l'arrière.			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TKCS04B Longueur : 244 m Largeur : 42 m Déplacement : 55430 Tirant d'eau AV : 6,00 m Tirant d'eau AR : 8,50 m Propulsion : Fixe - Pas à Droite Gouvernail : Conventionnel Propulseur(s) : Aucun	Modèle remorqueur : TUG12 Longueur : 41,8 m Largeur : 11,40 m Déplacement : 1011 Tirant d'eau AV : 3,7 m Tirant d'eau AR : 4,2 m Propulsion : 2 X Fix Conventionnel Force de traction : 62 T Position :	TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T	Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master : Position
Kongsberg Rec File name : RUN-01B Données et diagrammes : RUN-01B		Nom fichier vidéo : RUN-01B .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière : Représentant Garde Cotière :	

SIM 02

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-02 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☒ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐ Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap : 200,1° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TANK15L Modèle de remorqueur : Modèle de remorqueur :		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 225° Hauteur : 0,3 m Longueur : 5,4 m Période : 2,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 225° Force du vent : 5-10 kts Rafale de vent : 2,5 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 10m20s	
Configuration des remorqueurs :			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TANK15B Longueur : 144 m Largeur : 23 m Déplacement : 20500 Tirant d'eau AV : 8,00 m Tirant d'eau AR : 8,00 m Propulsion : Variable - Pas à Gauche Gouvernail : Becker Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : Longueur : Largeur : Déplacement : Tirant d'eau AV : Tirant d'eau AR : Propulsion : Force de traction : Position :	
		Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master :	
Kongsberg Rec File name : RUN-02 Données et diagrammes : RUN-02		Nom fichier vidéo : RUN-02 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière : Représentant Garde Cotière :	

SIM 03

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-03 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☒ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐ Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap : 200,1° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TANK15B Modèle de remorqueur : Modèle de remorqueur :		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 270° Hauteur : 0,9 m Longueur : 12,9 m Période : 3,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 270° Force du vent : VAR kts Rafale de vent : 0,0 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 26m25s	
Configuration des remorqueurs :			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TANK15B Longueur : 144 m Largeur : 23 m Déplacement : 14200 Tirant d'eau AV : 5,20 m Tirant d'eau AR : 6,60 m Propulsion : Variable - Pas à Gauche Gouvernail : Becker Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : Longueur : Largeur : Déplacement : Tirant d'eau AV : Tirant d'eau AR : Propulsion : Force de traction : Position :	
		Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master :	
Kongsberg Rec File name : RUN-03 Données et diagrammes : RUN-03		Nom fichier vidéo : RUN-03 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière :	

SIM 03B

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-03B Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-1m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☒ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐ Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap : 200,1° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TANK15B Modèle de remorqueur : Modèle de remorqueur :		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 270° Hauteur : 0,9 m Longueur : 12,9 m Période : 3,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 270° Force du vent : 20,0 kts Rafale de vent : 0,0 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 13m31s	
Configuration des remorqueurs :			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TANK15B Longueur : 144 m Largeur : 23 m Déplacement : 14200 Tirant d'eau AV : 5,20 m Tirant d'eau AR : 6,60 m Propulsion : Variable - Pas à Gauche Gouvernail : Becker Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : Longueur : Largeur : Déplacement : Tirant d'eau AV : Tirant d'eau AR : Propulsion : Force de traction : Position :	
		Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master :	
Kongsberg Rec File name : RUN-03B Données et diagrammes : RUN-03B		Nom fichier vidéo : RUN-03B .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Côtière : Représentant Garde Côtière :	

SIM 04

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-04 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☒ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐ Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap : 200,1° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TANK15B Modèle de remorqueur : Modèle de remorqueur :		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 045° Hauteur : 0,9 m Longueur : 12,9 m Période : 3,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 045° Force du vent : 2,5 kts Rafale de vent : 2,5 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 6m06s	
Configuration des remorqueurs :			
Commentaires : Garde-Montante avant utilisée pendant 30 secondes.			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TANK15B Longueur : 144 m Largeur : 23 m Déplacement : 14200 Tirant d'eau AV : 5,20 m Tirant d'eau AR : 6,60 m Propulsion : Variable - Pas à Gauche Gouvernail : Becker Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : Longueur : Largeur : Déplacement : Tirant d'eau AV : Tirant d'eau AR : Propulsion : Force de traction : Position :	
		Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Position	
		Tug Master : Tug Master : Tug Master :	
Kongsberg Rec File name : RUN-04 Données et diagrammes : RUN-04		Nom fichier vidéo : RUN-04 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière : Représentant Garde Cotière :	

SIM 05

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-05 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☐ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☒ Appareillage de QSL Option B ☐ Position de départ : Latitude : 46° 00,5368'N N Longitude : 073° 10,4800'W W Cap : 199,5° Vitesse : 3,0 kts Modèle de navire : BKCS01P Modèle de remorqueur : TUG16.B Modèle de remorqueur : TUG16.B		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 225° Hauteur : 0,4 m Longueur : 6,6 m Période : 2,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839'N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 0,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 225° Force du vent : 5,0 kts Rafale de vent : kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 30m51s	
Configuration des remorqueurs : 2 remorqueurs azimutaux, à l'épaule avant et à la hanche arrière.			
Commentaires : Visibilité réduite.			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : BKCS01P Longueur : 200 m Largeur : 23,8 m Déplacement : 30000 Tirant d'eau AV : 7,80 m Tirant d'eau AR : 7,80 m Propulsion : Fixe - Pas à Droite Gouvernail : Conventionnel Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave	Modèle remorqueur : TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T Position :	TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T Position :	Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master : Position
Kongsberg Rec File name : RUN-05 Données et diagrammes : RUN-05		Nom fichier vidéo : RUN-05 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière :	

SIM 06

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-06 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☐ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☒		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 225 ° Hauteur : 0,4 m Longueur : 6,6 m Période : 2,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
Position de départ : Latitude : 45° 59,7803'N N Longitude : 073° 10,5563'W W Cap: 200,3 ° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : BKCS01P Modèle de remorqueur : TUG16.B Modèle de remorqueur : TUG16.B		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021 ° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 0,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 225 ° Force du vent : 5,0 kts Rafale de vent : kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 22m41s	
Configuration des remorqueurs : 2 remorqueurs azimutaux, à l'épaule avant et à la hanche arrière.			
Commentaires : Les 6 premières minutes ont servi à attendre que la forme du navire soit la bonne sur le PPU du pilote. Visibilité réduite.			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : BKCS01P Longueur : 200 m Largeur : 23,8 m Déplacement : 30000 Tirant d'eau AV : 7,80 m Tirant d'eau AR : 7,80 m Propulsion : Fixe - Pas à Droite Gouvernail : Conventionnel Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T Position :	
		Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master :	
Kongsberg Rec File name : RUN-06 Données et diagrammes : RUN-06		Nom fichier vidéo : RUN-06 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière :	

SIM 06B

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-06B Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☐ Appareillage de Kildair Option B ☐ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☒		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 225 ° Hauteur : 0,4 m Longueur : 6,6 m Période : 2,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
Position de départ : Latitude : 45° 59,7803'N N Longitude : 073° 10,5563'W W Cap: 200,3 ° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : BKCS01P Modèle de remorqueur : TUG16.B Modèle de remorqueur :		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021 ° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 0,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 225 ° Force du vent : 5,0 kts Rafale de vent : kts Nb de remorqueur : 1 Durée de l'exercice : 14m34s	
Configuration des remorqueurs : 1 remorqueur azimutal à l'épaule avant. Il n'a pas été utilisé.			
Commentaires : Visibilité réduite.			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : BKCS01P Longueur : 200 m Largeur : 23,8 m Déplacement : 30000 Tirant d'eau AV : 7,80 m Tirant d'eau AR : 7,80 m Propulsion : Fixe - Pas à Droite Gouvernail : Conventionnel Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T Position :	
Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy		Position	
Tug Master : Tug Master : Tug Master :		Position	
Kongsberg Rec File name : RUN-06B Données et diagrammes : RUN-06B		Nom fichier vidéo : RUN-06B .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Côtière :	

SIM 07

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-07 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☐ Appareillage de Kildair Option B ☒ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 225 ° Hauteur : 0,6 m Longueur : 10,5 m Période : 3,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap: 200,1 ° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TKCS04B Modèle de remorqueur : TUG12 Modèle de remorqueur : TUG16.B		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021 ° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 225 ° Force du vent : 5-10 kts Rafale de vent : 2,5 kts Nb de remorqueur : 2 Durée de l'exercice : 10m47s	
Configuration des remorqueurs : Remorqueur conventionnel à l'avant et remorqueur azimuthal à l'arrière.			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TKCS04B Longueur : 244 m Largeur : 42 m Déplacement : 55430 Tirant d'eau AV : 6,00 m Tirant d'eau AR : 8,50 m Propulsion : Fixe - Pas à Droite Gouvernail : Conventionnel Propulseur(s) : Aucun	Modèle remorqueur : TUG12 Longueur : 41,8 m Largeur : 11,40 m Déplacement : 1011 Tirant d'eau AV : 3,7 m Tirant d'eau AR : 4,2 m Propulsion : 2 X Fix Conventionnel Force de traction : 62 T Position :	TUG16.B Longueur : 30,8 m Largeur : 11,1 m Déplacement : 615 Tirant d'eau AV : 3,54 m Tirant d'eau AR : 3,54 m Propulsion : 2 X Azimut - Fix Force de traction : 67 T	Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy Tug Master : Tug Master : Tug Master : Position
Kongsberg Rec File name : RUN-07 Données et diagrammes : RUN-07		Nom fichier vidéo : RUN-07 .AVI	
Consultant : Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière : Représentant Garde Cotière :	

SIM 08

ZIP Saint-Laurent

QSL



Scénario : RUN-08 Endroit : Port de Tracy Date : 23 nov. 2023		COURANTS, MARÉES ET VENTS Fichier de courant : MontrealSorel-2m-voie.navigable.etd	
ACCOSTAGE / APPAREILLAGE Appareillage de Kildair Option A ☐ Appareillage de Kildair Option B ☒ Appareillage de Kildair Option C ☐ Accostage à QSL Option B ☐ Appareillage de QSL Option B ☐		Marée: Flot ☐ Jusant ☐ Étale ☐ Vagues: ☒ Direction : 225 ° Hauteur : 0,3 m Longueur : 4,3 m Période : 2,0 s Houle : ☐ Direction : ° Hauteur : m Longueur : m Période : s	
Position de départ : Latitude : 45° 59,815'N N Longitude : 073° 10,530'W W Cap: 199,8 ° Vitesse : 0,0 kts Modèle de navire : TANK15L Modèle de remorqueur : Modèle de remorqueur :		Point de référence du courant : Lat. : 45° 59,839N N Long. : 073° 10,553'W W Direction: 021 ° Force: 2,14 kts Niveau d'eau: 2,0 m Aucun Vent : ☐ Direction du vent : 225 ° Force du vent : 5-10 kts Rafale de vent : 2,5 kts Nb de remorqueur : Durée de l'exercice : 7m29s	
Configuration des remorqueurs :			
Commentaires :			
Description des modèles utilisés durant la simulation			
Modèle de navire : TANK15B Longueur : 144 m Largeur : 23 m Déplacement : 20500 Tirant d'eau AV : 8,00 m Tirant d'eau AR : 8,00 m Propulsion : Variable - Pas à Gauche Gouvernail : Becker Propulseur(s) : 1 x Propulseur d'étrave		Modèle remorqueur : Longueur : Largeur : Déplacement : Tirant d'eau AV : Tirant d'eau AR : Propulsion : Force de traction : Position :	
Pilote # 1 : François Boulanger Pilote # 2 : Martin Foisy		Position	
Tug Master : Tug Master : Tug Master :		Position	
Kongsberg Rec File name : RUN-08 Données et diagrammes : RUN-08		Nom fichier vidéo : RUN-08 .AVI	
Consultant: Alain Victor Opérateurs du simulateur : Marie-Eve Lessard Opérateurs du simulateur : Simon Rivard		Représentant QSL : Olivier Rochette Représentant Transport Canada : Charles Bherer Représentant Transport Canada : Joffrey Dufour Représentant Garde Cotière : Représentant Garde Cotière :	

ANNEXE 2

FICHES TECHNIQUES DES NAVIRES

TANK15

TKCS04B

BKCS01

TANK15

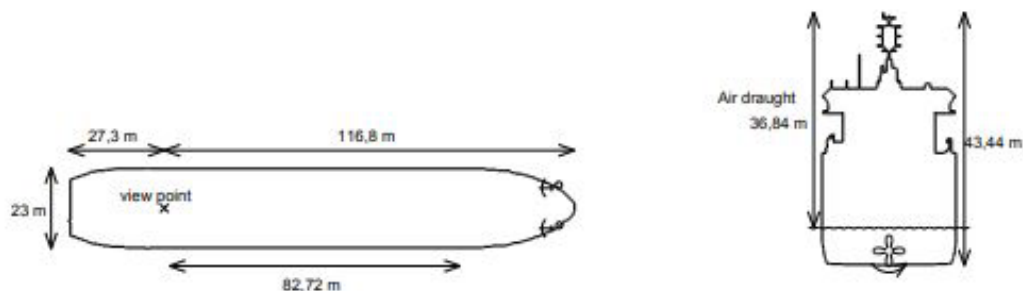
PILOT CARD

TANK15B
Version 5

Ship's name _____ Sten Idun _____
 Call Sign _____ Deadweight 16610 tonnes Year built _____
 Draught aft 6.6 m / 21 ft 8 in Forward 5.2 m / 17 ft 1 in Displacement 14200 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 144.1 m Anchor chain: Port 10.0 shackles Starboard 11.0 shackles
 Breadth 23 m
 Bulbous bow No (1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine _____ Diesel _____ Maximum power 6299 kW (8564 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	107.0	100.0%	N/A	16.1
Full Ahead	0.8	107.0	86.0%	N/A	15.2
Half Ahead	0.5	107.0	49.7%	N/A	10.0
Slow Ahead	0.25	107.0	25.0%	N/A	5.2
Dead Slow Ahead	0.125	107.0	12.5%	N/A	2.9
Stop	0	107.0	0.0%	N/A	0.0
Dead Slow Astern	-0.125	107.0	-10.8%		
Slow Astern	-0.25	107.0	-21.7%		
Half Astern	-0.5	107.0	-43.4%		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Becker	Maximum angle	43	°	
Hard-over to hard-over	12.3	s			
Rudder angle for neutral effect	0	°			
Thruster:	Bow	750	kW (	1020	hp)
	Stern	N/A	kW (	N/A	hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
Water speed	Yes / No	Constant gyro error ±	°
Ground speed		VHF	
Dual-axis		Elec. pos. fix. system	
Engine telegraphs		Type	
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TANK15B Version 5

Ship's name Sten Idun Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 14200 tonnes, and Deadweight 16610 tonnes, and Block coefficient 0.763 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>N/A</u> m forward	<u>5.2</u> m forward
<u>N/A</u> m aft	<u>6.6</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	<u>Becker</u>
Maximum rudder angle	<u>43</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>24.6</u> s
with two power units	<u>12.3</u> s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	_____ knots
Rudder angle for neutral effect	<u>0</u> °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>10.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>11.0</u>	<u>0.894</u>
(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 6299 kW (8564 hp) Type of propulsion Propeller

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>107.0</u>	<u>100.0%</u>	<u>N/A</u>
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>107.0</u>	<u>86.0%</u>	<u>N/A</u>
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>49.7%</u>	<u>N/A</u>
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>25.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>12.5%</u>	<u>N/A</u>
Stop	<u>0</u>	<u>107.0</u>	<u>0.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>-10.8%</u>	
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>-21.7%</u>	
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>-43.4%</u>	
Full Astern	<u>-1</u>	<u>107.0</u>	<u>-86.7%</u>	

Critical revolutions 21.4 rpm

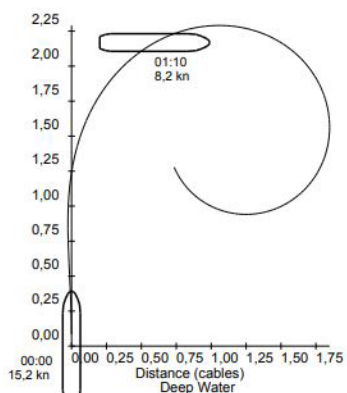
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	<u>750</u>	<u>1020</u>	<u>11.4 s</u>	<u>35 °/min</u>	<u>40.5 s</u>
Stern	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Combined	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

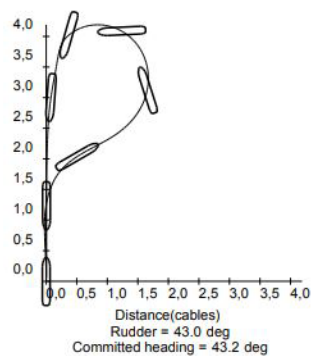
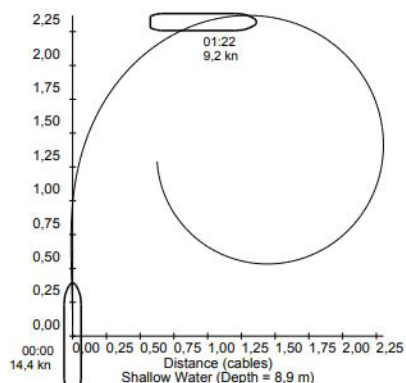
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Under keel clearance (m)	Estimated squat effect	
	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
<u>5.9</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.65</u>
	<u>15.5</u>	<u>0.21</u>
<u>3.0</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.67</u>

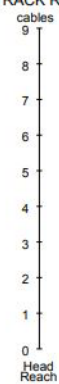
TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (43 °)



WILLIAMSON TURN

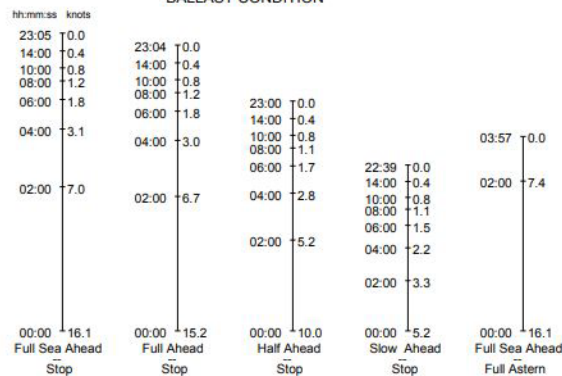


TRACK REACH



STOPPING CHARACTERISTICS

BALLAST CONDITION



PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TANK15L

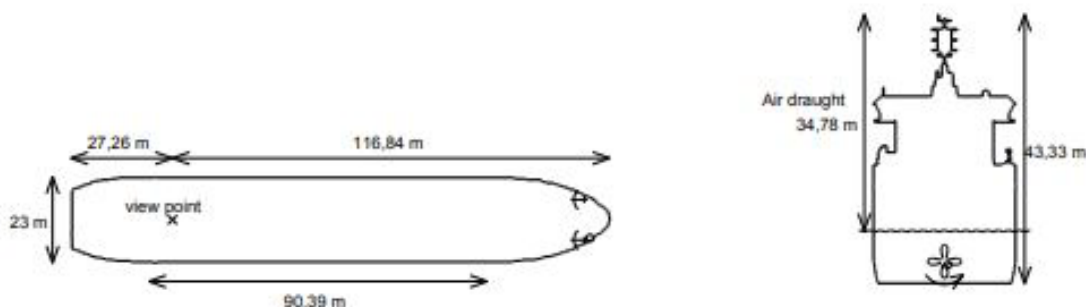
PILOT CARD

TANK15L
Version 6

Ship's name Sten Idun
 Call Sign _____ Deadweight 16610 tonnes Year built _____
 Draught aft 8.55 m / 28 ft 1 in Forward 8.25 m / 27 ft 1 in Displacement 21220 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 144.1 m Anchor chain: Port 10.0 shackles Starboard 11.0 shackles
 Breadth 23 m
 Bulbous bow No (1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 6299 kW (8564 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	107.0	100.0%	N/A	15.7
Full Ahead	0.8	107.0	86.0%	N/A	14.4
Half Ahead	0.5	107.0	49.7%	N/A	10.0
Slow Ahead	0.25	107.0	25.0%	N/A	4.9
Dead Slow Ahead	0.125	107.0	12.5%	N/A	2.6
Stop	0	107.0	0.0%	N/A	0.0
Dead Slow Astern	-0.125	107.0	-10.8%		
Slow Astern	-0.25	107.0	-21.7%		
Half Astern	-0.5	107.0	-43.4%		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Becker	Maximum angle	43	°		
Hard-over to hard-over	12.3	s				
Rudder angle for neutral effect	0	°				
Thruster:	Bow	750	kW (1020 hp)	Stern	N/A	kW (N/A hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
Water speed		Constant gyro error ±	°
Ground speed		VHF	
Dual-axis		Elec. pos. fix. system	
Engine telegraphs		Type	
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TANK15B Version 5

Ship's name Sten Idun Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
 Max. Displacement 14200 tonnes, and Deadweight 16610 tonnes, and Block coefficient 0.763 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>N/A</u> m forward	<u>5.2</u> m forward
<u>N/A</u> m aft	<u>6.6</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	<u>Becker</u>
Maximum rudder angle	<u>43</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>24.6</u> s
with two power units	<u>12.3</u> s
Min. speed to maintain	
course propeller stopped	<u> </u> knots
Rudder angle for neutral effect	<u>0</u> °

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving min / shackle
Port	<u>10.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>11.0</u>	<u>0.894</u>
(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 6299 kW (8564 hp) Type of propulsion Propeller

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>107.0</u>	<u>100.0%</u>	<u>N/A</u>
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>107.0</u>	<u>86.0%</u>	<u>N/A</u>
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>49.7%</u>	<u>N/A</u>
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>25.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>12.5%</u>	<u>N/A</u>
Stop	<u>0</u>	<u>107.0</u>	<u>0.0%</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>107.0</u>	<u>-10.8%</u>	
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>107.0</u>	<u>-21.7%</u>	
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>107.0</u>	<u>-43.4%</u>	
Full Astern	<u>-1</u>	<u>107.0</u>	<u>-86.7%</u>	

Critical revolutions 21.4 rpm

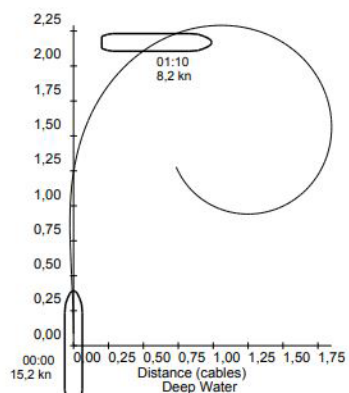
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	<u>750</u>	<u>1020</u>	<u>11.4 s</u>	<u>35 °/min</u>	<u>40.5 s</u>
Stern	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Combined	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

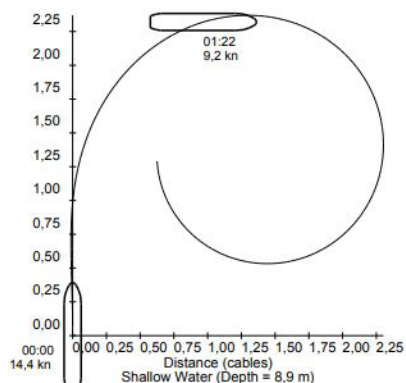
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Under keel clearance (m)	Estimated squat effect	
	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
<u>5.9</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.65</u>
	<u>15.5</u>	<u>0.21</u>
<u>3.0</u>	<u>5.1</u>	<u>0.17</u>
	<u>9.8</u>	<u>0.67</u>

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (43 °)



WILLIAMSON TURN



STOPPING CHARACTERISTICS

BALLAST CONDITION

TRACK REACH

cables
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
Head Reach

hh:mm:ss	knots
23:05	0.0
14:00	0.4
10:00	0.8
08:00	1.2
06:00	1.8
04:00	3.1
02:00	7.0
00:00	16.1

Full Sea Ahead
Stop

hh:mm:ss	knots
23:04	0.0
14:00	0.4
10:00	0.8
08:00	1.2
06:00	1.8
04:00	3.0
02:00	6.7
00:00	15.2

Full Ahead
Stop

hh:mm:ss	knots
23:00	0.0
14:00	0.4
10:00	0.8
08:00	1.1
06:00	1.7
04:00	2.8
02:00	5.2
00:00	10.0

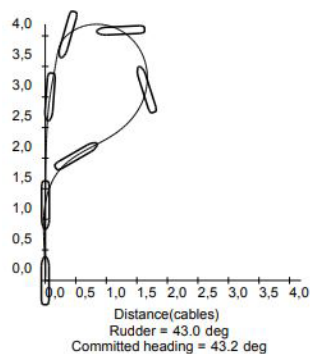
Half Ahead
Stop

hh:mm:ss	knots
22:39	0.0
14:00	0.4
10:00	0.8
08:00	1.1
06:00	1.5
04:00	2.2
02:00	3.3
00:00	5.2

Slow Ahead
Stop

hh:mm:ss	knots
03:57	0.0
02:00	7.4
00:00	16.1

Full Sea Ahead
Full Astern



PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

TKCS04

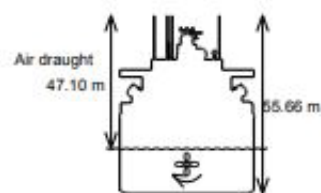
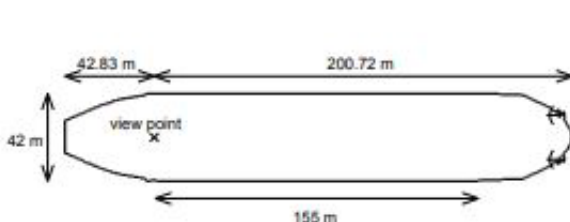
PILOT CARD

TKCS04B 01
Version 1

Ship's name AQUARIUS Date _____
 Call Sign _____ Deadweight 103560 tonnes Year built _____
 Draught aft 8.5 m / 27 ft 11 in Forward 6 m / 19 ft 8 in Displacement 56816 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall 244 m Anchor chain: Port 12.0 shackles Starboard 12.0 shackles
 Breadth 42 m Stern _____ shackles
 Bulbous bow Yes (1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 12711 kW (17046 hp)

Manoeuvring engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	1	90.0	13.1	
Full Ahead	0.8	90.0	13.1	
Half Ahead	0.5	75.0	10.9	
Slow Ahead	0.25	50.0	7.1	
Dead Slow Ahead	0.125	35.0	4.9	
Dead Slow Astern	-0.125	-35.0		
Slow Astern	-0.25	-50.0		
Half Astern	-0.5	-75.0		
Full Astern	-1	-90.0		
			Time limit astern _____ min:sec	
			Full ahead to full astern _____ min:sec	
			Max. No. of consecutive starts _____	
			Minimum RPM _____ knots	
			Astern power _____ % ahead	

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°
Hard-over to hard-over	17.5	s		
Rudder angle for neutral effect	0	°		
Thruster:	Bow	kW (		hp)
	Stern	kW (		hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
ARPA		Rate of turn	
Speed log	Doppler:	Compass system	
Water speed		Constant gyro error ±	°
Ground speed		VHF	
Dual-axis		Elec. pos. fix. system	
Engine telegraphs		Type	
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

TKCS04B 01
Version 1

Ship's name AQUARIUS Call Sign _____ Gross tonnage _____ Net tonnage _____
Max. Displacement 56816 tonnes, and Deadweight 103560 tonnes, and Block coefficient 0.78 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>6</u> m forward	<u> </u> m forward
<u>8.5</u> m aft	<u> </u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s) <u>Normal</u>	
Maximum rudder angle <u>35</u> °	
Time hard-over to hard-over	
with one power unit <u>35</u> s	
with two power units <u>17.5</u> s	
Min. speed to maintain	
course propeller stopped <u> </u> knots	
Rudder angle for neutral effect <u>0</u> °	

ANCHOR CHAIN

	Chain length	Max. rate of heaving
	shackles	min / shackle
Port	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Starboard	<u>12.0</u>	<u>0.894</u>
Stern		
(1 shackle = 27.432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel , 12711 kW (17046 hp) Type of propeller Propeller

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>90.0</u>	<u>13.1</u>	
Full Ahead	<u>0.8</u>	<u>90.0</u>	<u>13.1</u>	
Half Ahead	<u>0.5</u>	<u>75.0</u>	<u>10.9</u>	
Slow Ahead	<u>0.25</u>	<u>50.0</u>	<u>7.1</u>	
Dead Slow Ahead	<u>0.125</u>	<u>35.0</u>	<u>4.9</u>	
Dead Slow Astern	<u>-0.125</u>	<u>-35.0</u>		
Slow Astern	<u>-0.25</u>	<u>-50.0</u>		
Half Astern	<u>-0.5</u>	<u>-75.0</u>		
Full Astern	<u>-1</u>	<u>-90.0</u>		
			Critical revolutions <u>26</u> rpm	
			Minimum RPM <u> </u> knots	
			Time limit astern <u> </u> min:sec	
			Time limit at min. revs. <u> </u> min:sec	
			Emergency	
			full ahead to full astern <u> </u> s	
			stop to full astern <u> </u> s	
			Astern power <u> </u> % ahead	
			Max. No. of consecutive starts <u> </u>	

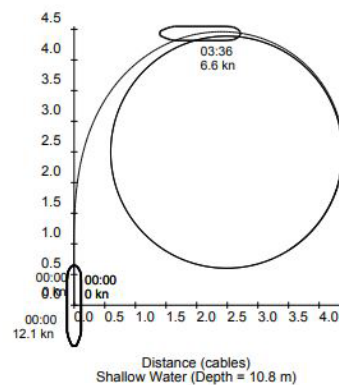
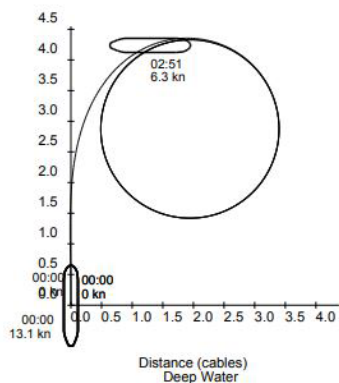
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust	Not effective above speed
Bow						
Stern						
Combined						

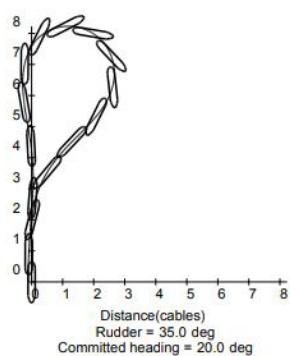
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect			Heel Effect	
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)	Heel angle (degree)	Draft increase (m)
<u>7.2</u>	<u>7.4</u>	<u>0.22</u>		
	<u>10.9</u>	<u>0.50</u>		
	<u>12.8</u>	<u>0.69</u>		
<u>3.6</u>	<u>7.0</u>	<u>0.23</u>		
	<u>10.3</u>	<u>0.52</u>		

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35 °)



WILLIAMSON TURN



TRACK REACH

cables	Time	knots
40	02:44:01	0.0
35	02:20:00	0.2
30	02:00:00	0.3
25	01:40:00	0.5
20	01:20:00	0.7
15	01:00:00	0.9
10	40:00	1.3
5	20:00	2.6
0	00:00	13.1

STOPPING CHARACTERISTICS

LOADED

Time	knots
02:44:01	0.0
02:20:00	0.2
02:00:00	0.3
01:40:00	0.5
01:20:00	0.7
01:00:00	0.9
40:00	1.3
20:00	2.6
00:00	10.9

Time	knots
02:48:21	0.0
02:20:00	0.2
02:00:00	0.3
01:40:00	0.5
01:20:00	0.6
01:00:00	0.8
40:00	1.2
20:00	2.1
00:00	7.1

PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS

BKCS01

PILOT CARD

BKCS01

Version

Ship's header Quebec Arcturus
 Call Sign CSEM Deadweight 36560 tonnes Year built 2016

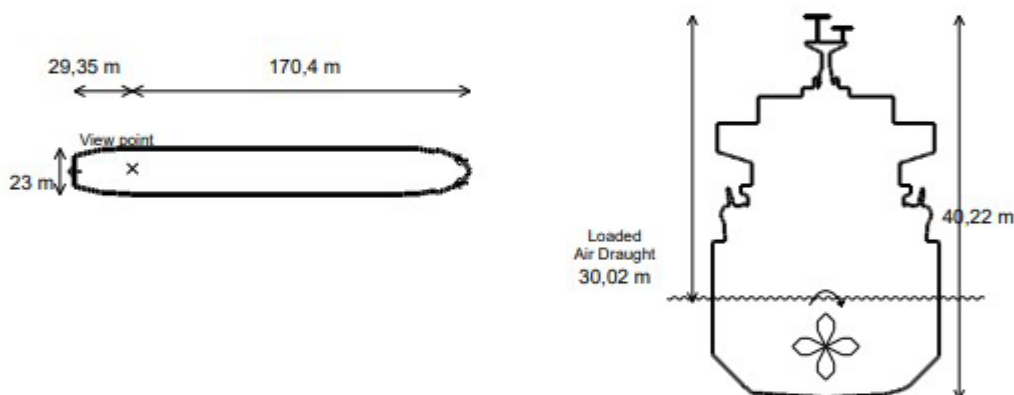
Loading condition: loaded

Loading condition: ballasted

Draught aft	Forward	Displacement	Draught aft	Forward	Displacement
10,20 m/ 33 ft 6 in	10,20 m/ 33 ft 6 in	40229 t	6,48 m/ 21 ft 3 in	3,50 m/ 11 ft 6 in	18537 t

SHIP'S PARTICULARS

Length overall	<u>200</u> m	Anchor chain: Port	<u>10,9</u> shackles	Starboard	<u>10,9</u> shackles
Breadth	<u>23,8</u> m	Stern	<u>5</u> shackles		
Bulbous bow	No				(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 7877 kW (10710 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	98	N/A	11,80	15,00
Full Ahead	0,8	95	N/A	11,44	11,63
Half Ahead	0,5	75	N/A	9,03	8,52
Slow Ahead	0,25	53	N/A	6,38	5,89
Dead Slow Ahead	0,125	36	N/A	4,33	3,96
Stop	0		N/A	0,00	0,00
Dead Slow Astern	-0,125	-51	N/A		
Slow Astern	-0,25	-68	N/A		
Half Astern	-0,5	-90	N/A		
Full Astern	-1	-115	N/A		

STEERING PARTICULARS

Type of rudder	Normal	Maximum angle	35	°	
Hard-over to hard-over	19,0	s			
Rudder angle for neutral effect	0,0	°			
Thruster:	Bow	1x441	kW (	1x600	hp)
	Stern	N/A	kW (	N/A	hp)

CHECKED IF ABOARD AND READY

Anchors		Indicators:	
Whistle		Rudder	
Radar	3 cm	Rpm/pitch	
	10 cm	Rate of turn	
ARPA		Compass system	
Speed log	Doppler:	Constant gyro error ±	°
	Yes / No	VHF	
Water speed		Elec. pos. fix. system	
Ground speed		Type	
Dual-axis			
Engine telegraphs			
Steering gear			
Number of power units operating			

OTHER INFORMATION:

WHEELHOUSE POSTER

BKCS01

Ship's header Quebec Arcturus Call Sign CSEM Gross tonnage 0 Net tonnage 0
 Max. Displacement 41235 tonnes, and Deadweight 36560 tonnes, and Block coefficient 0,87 at summer full load draught

Draught at which the manoeuvring data were obtained

Loaded	Ballast
Trial / Estimated	Trial / Estimated
<u>10,2</u> m forward	<u>3,5</u> m forward
<u>10,2</u> m aft	<u>6,5</u> m aft

STEERING PARTICULARS

Type of rudder(s)	<u>Normal</u>
Maximum rudder angle	<u>35</u> °
Time hard-over to hard-over	
with one power unit	<u>38,0</u> s
with two power units	<u>19,0</u> s
Rudder angle for neutral effect	<u>0,0</u> °
Minimum speed to maintain course with engine stopped	<u>N/A</u> kn

ANCHOR CHAIN

	Chain length shackles	Max. rate of heaving shackles / min
Port	<u>10,9</u>	<u>0,395</u>
Starboard	<u>10,9</u>	<u>0,395</u>
Stern	<u>5</u>	<u>0,012</u>
(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)		

PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel, 7877 kW (10710 hp) Type of propulsion

Engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)	
			Loaded	Ballast
Full sea speed	<u>1</u>	<u>98</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Full Ahead	<u>0,8</u>	<u>95</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Half Ahead	<u>0,5</u>	<u>75</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Slow Ahead	<u>0,25</u>	<u>53</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Dead Slow Ahead	<u>0,125</u>	<u>36</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Stop	<u>0</u>	<u>N/A</u>	<u>0,00</u>	<u>0,00</u>
Dead Slow Astern	<u>-0,125</u>	<u>-51</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Slow Astern	<u>-0,25</u>	<u>-68</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Half Astern	<u>-0,5</u>	<u>-90</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Full Astern	<u>-1</u>	<u>-115</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

Critical revolutions 32 rpm

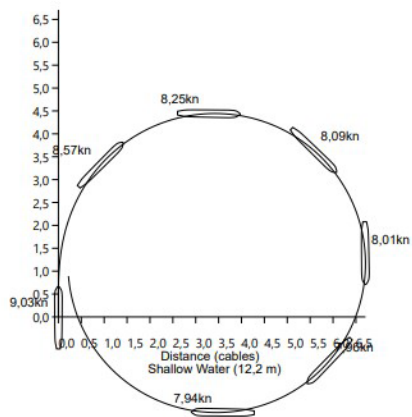
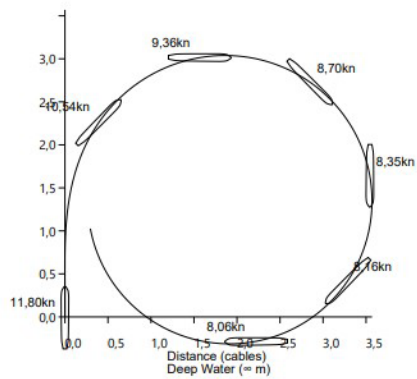
THRUSTER EFFECT at trial conditions

Thruster	kW	hp	Time delay for full thrust	Turning rate at zero speed	Time delay to reverse full thrust
Bow	<u>1x441</u>	<u>1x600</u>	<u>5,6</u> s	<u>s17,0 °/min</u>	<u>10,8</u> s
Stern	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Combined	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>

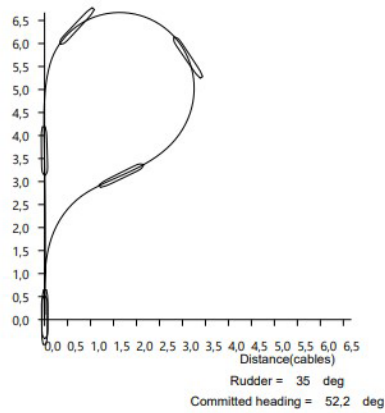
DRAUGHT INCREASE (LOADED)

Estimated squat effect		
Under keel clearance (m)	Ship's speed (knots)	Max bow squat estimated (m)
<u>10,2</u>	<u>6,4</u>	<u>0,31</u>
	<u>9,0</u>	<u>0,64</u>
	<u>11,8</u>	<u>0,88</u>
<u>5,1</u>	<u>6,4</u>	<u>0,33</u>
	<u>9,0</u>	<u>0,68</u>

TURNING CIRCLES AT MAX. RUDDER ANGLE (35°)

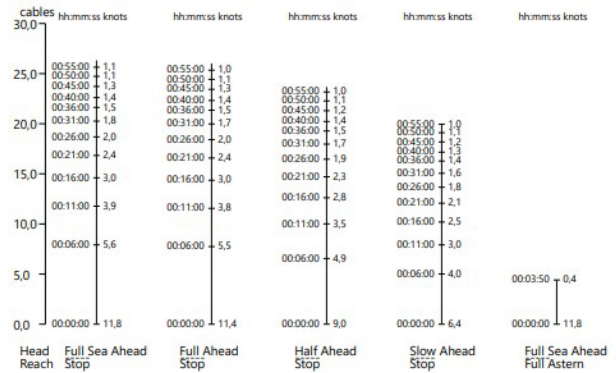


WILLIAMSON TURN

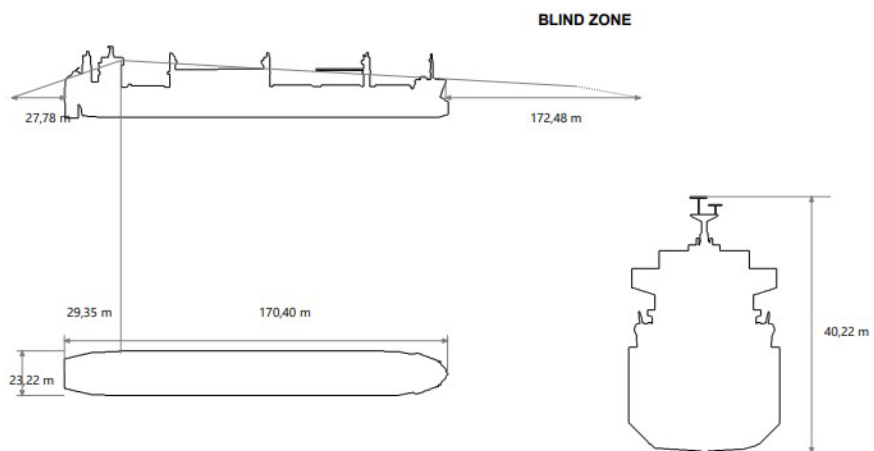


STOPPING CHARACTERISTICS

TRACK REACH



PERFORMANCE MAY DIFFER FROM THIS RECORD DUE TO ENVIRONMENTAL, HULL AND LOADING CONDITIONS



ANNEXE 3

GRAPHIQUES DES DISTANCES ENTRE : NAVIRE MANŒUVRANT ET OBSTACLES REMORQUEUR AVANT ET OBSTACLES

Signification des légendes encadrées :

L'expression « Navire 1 » représente le navire manœuvrant;

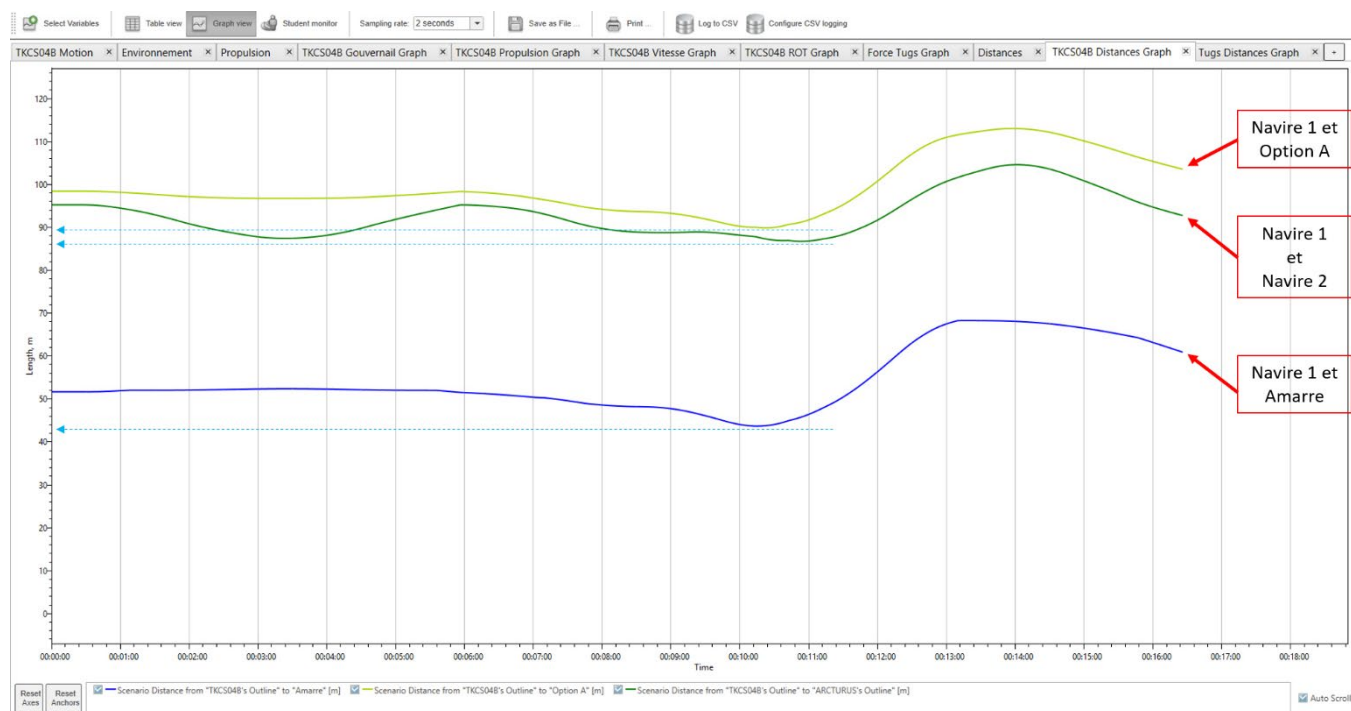
L'expression « Navire 2 » représente le navire accosté au quai de QSL;

Le terme « Amarre » désigne l'amarre arrière du navire accosté au quai de QSL;

L'expression « Option A » désigne l'option la plus éloignée vers le large;

L'expression « Option B » désigne l'option la moins éloignée vers le large;

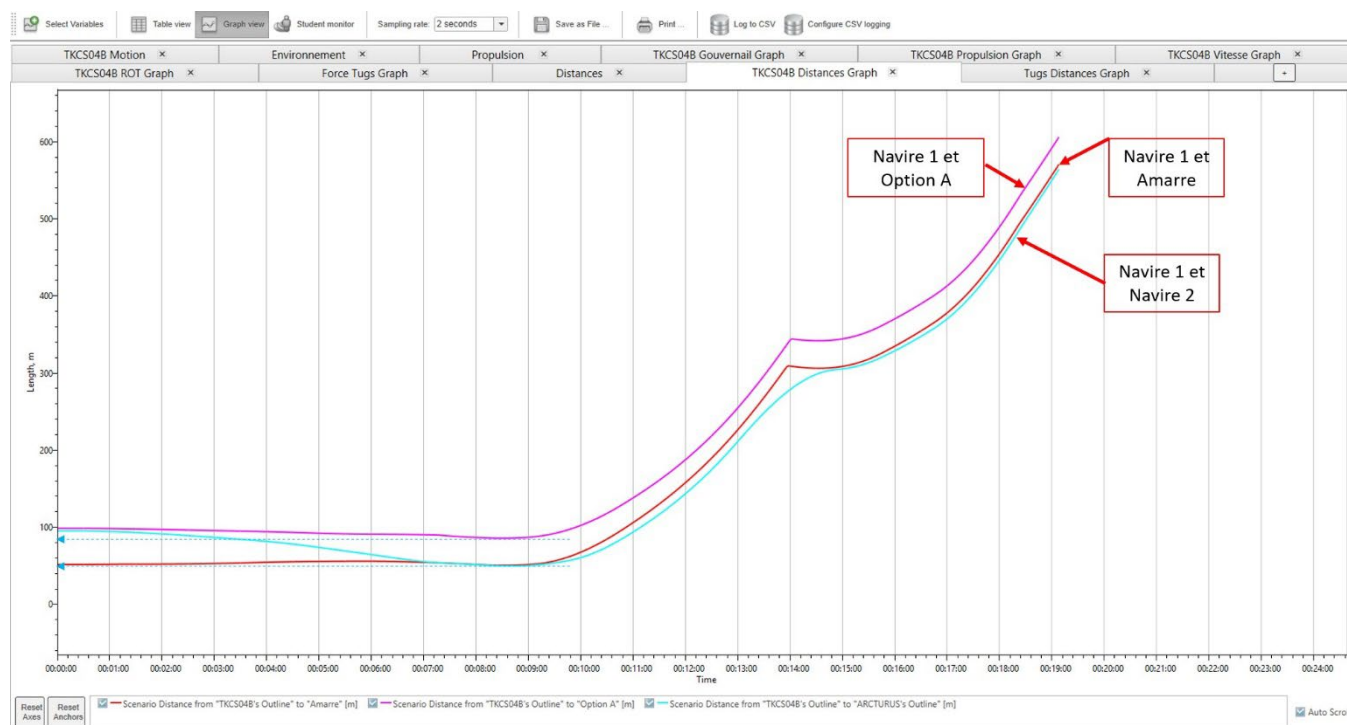
À noter qu'il n'y a pas de graphique pour les simulations d'accostage et d'appareillage au quai de QSL ou lorsque le navire n'a pas pu appareiller du quai de Kildair à cause des éléments environnementaux (*à part la Simulation 01 qui montre l'augmentation et la diminution des distances entre le remorqueur avant et les obstacles. Ces changements sont dus aux louvoiements du remorqueur qui essayait de faire décoller l'étrave du navire*).



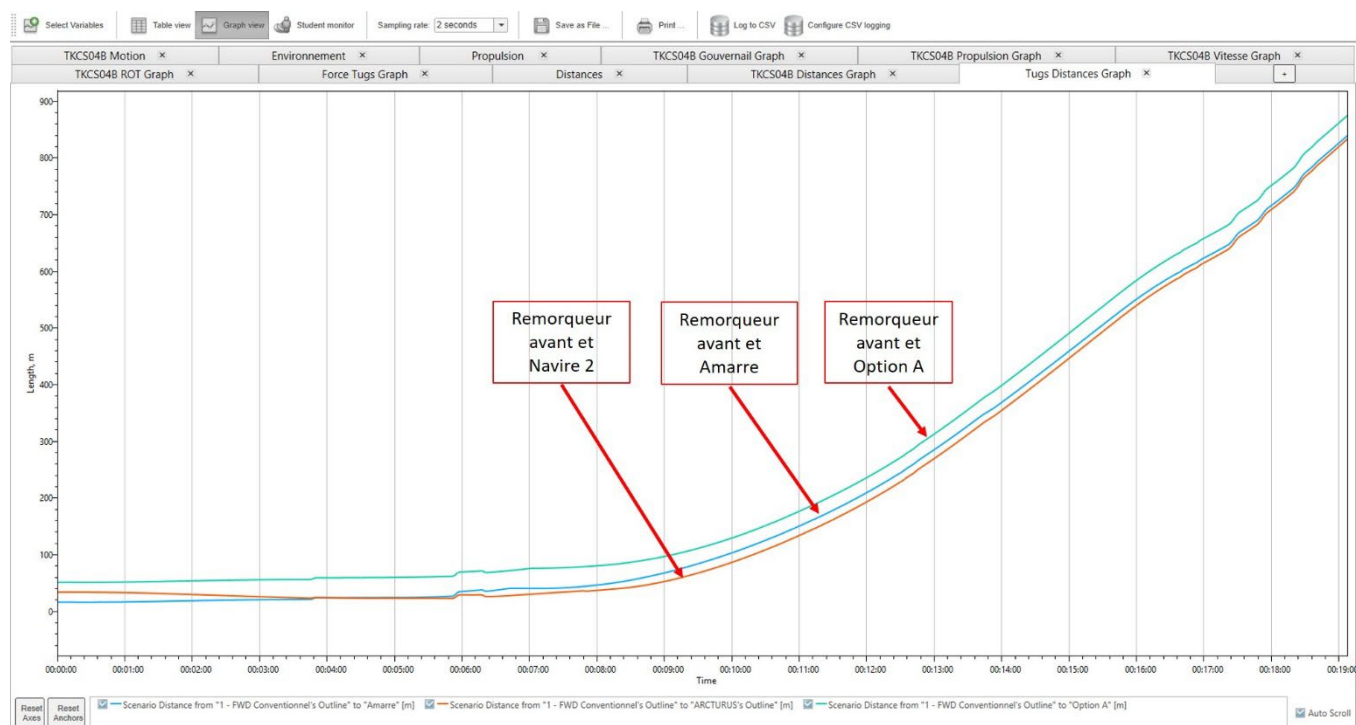
Graphique 1 (SIM 01) : distances en continu entre le navire manoeuvrant et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.



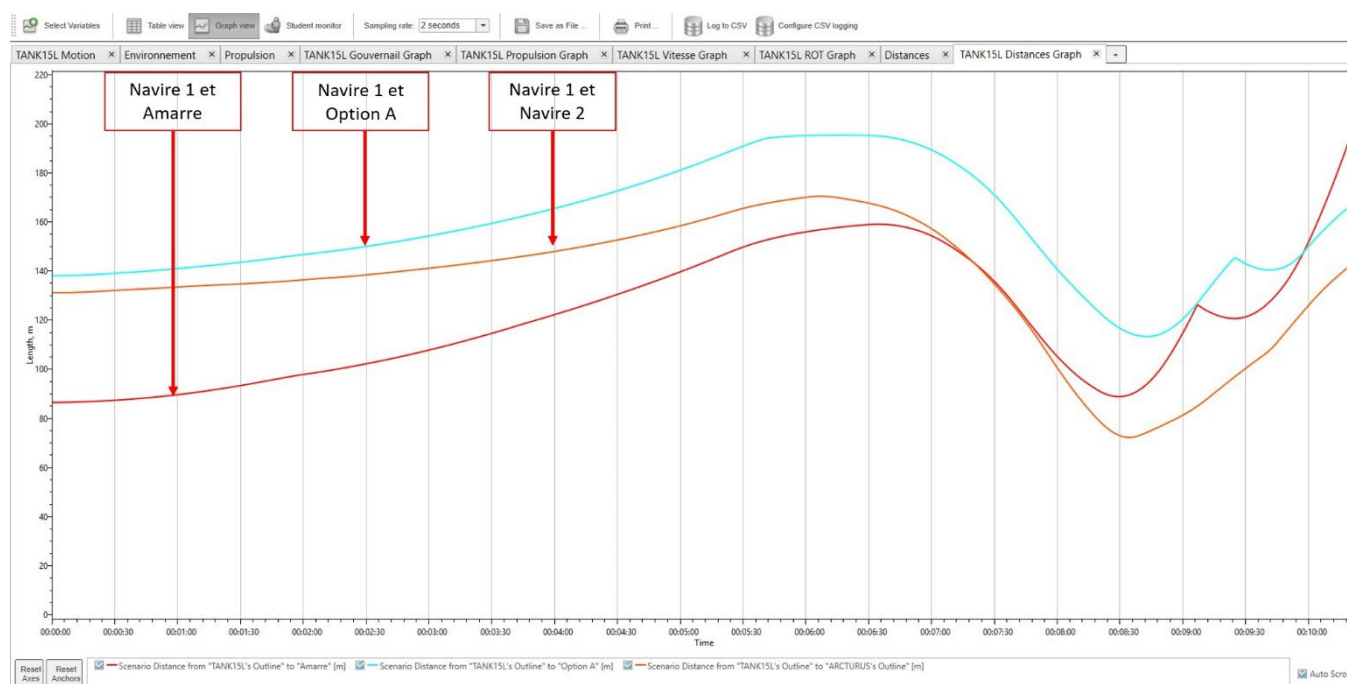
Graphique 2 (SIM 01) : distances en continu entre le remorqueur avant et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.



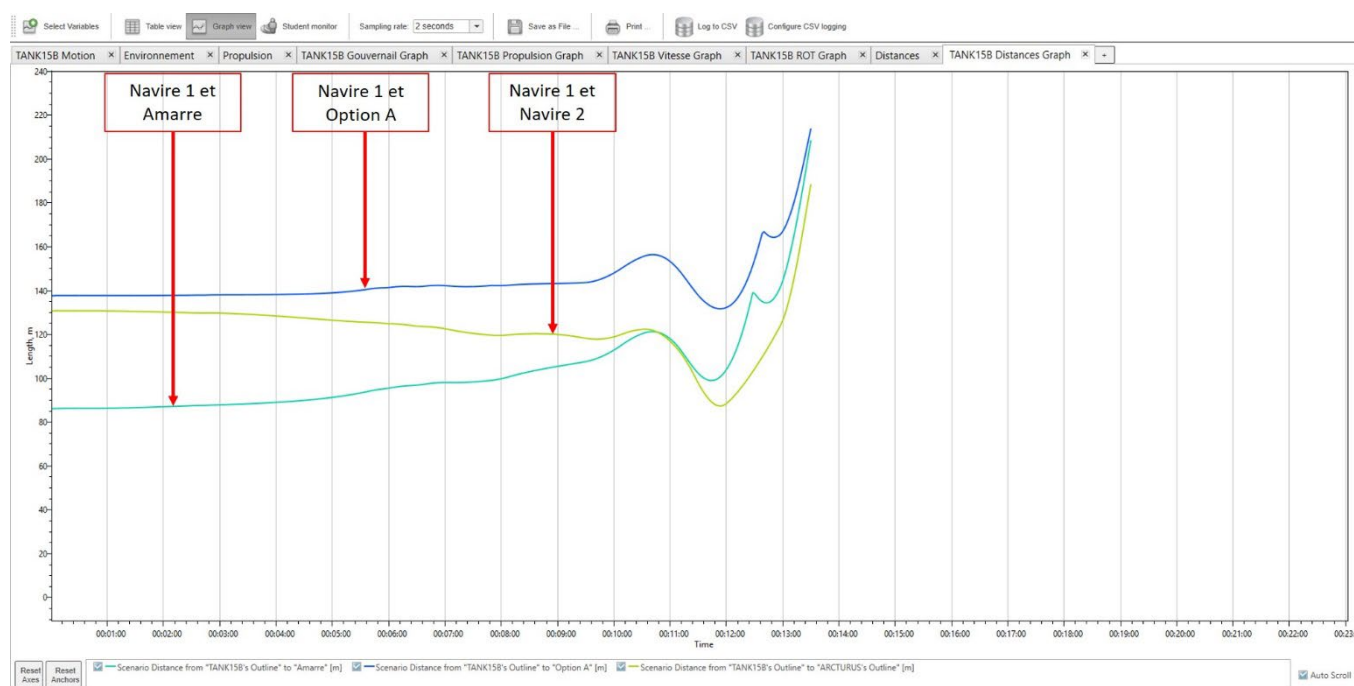
Graphique 3 (SIM 01B) : distances en continu entre le navire 1 et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.



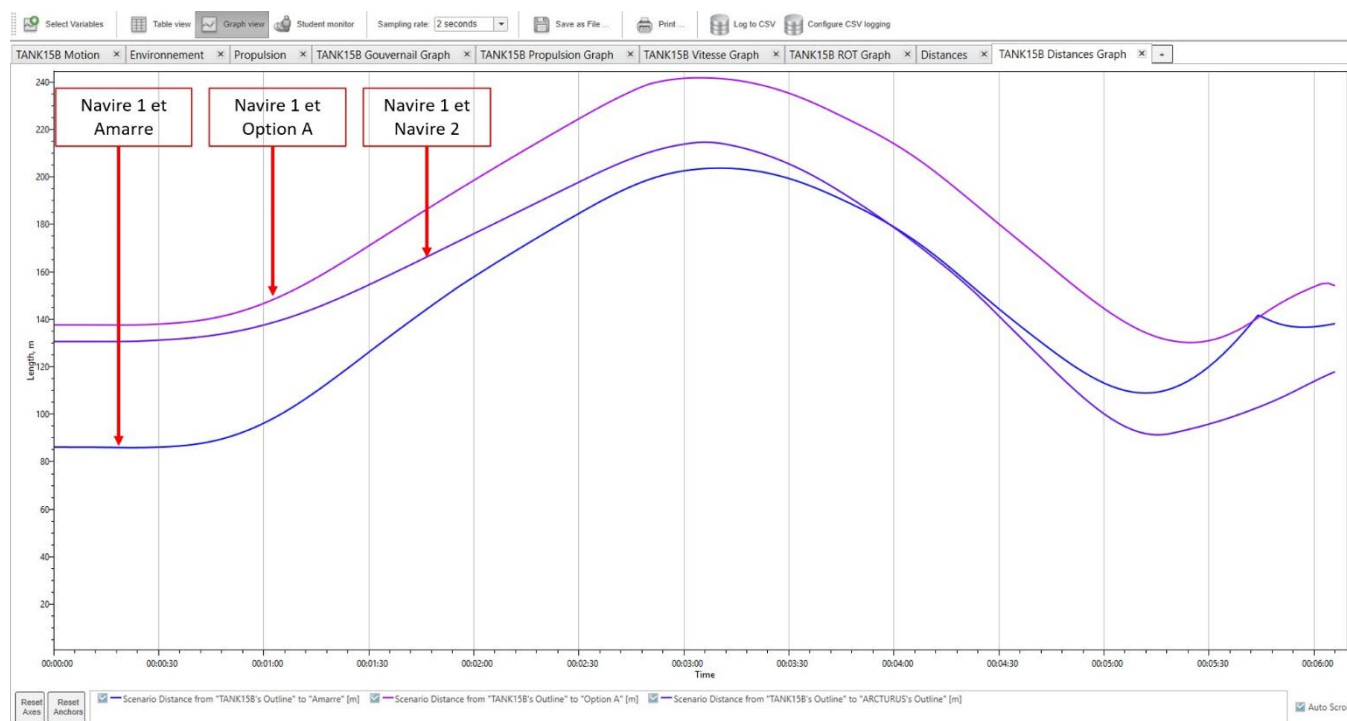
Graphique 4 (SIM 01B) : distances en continu entre le remorqueur avant et : L'option A/Le navire accosté à QSL/L'amarre arrière du navire accosté à QSL.



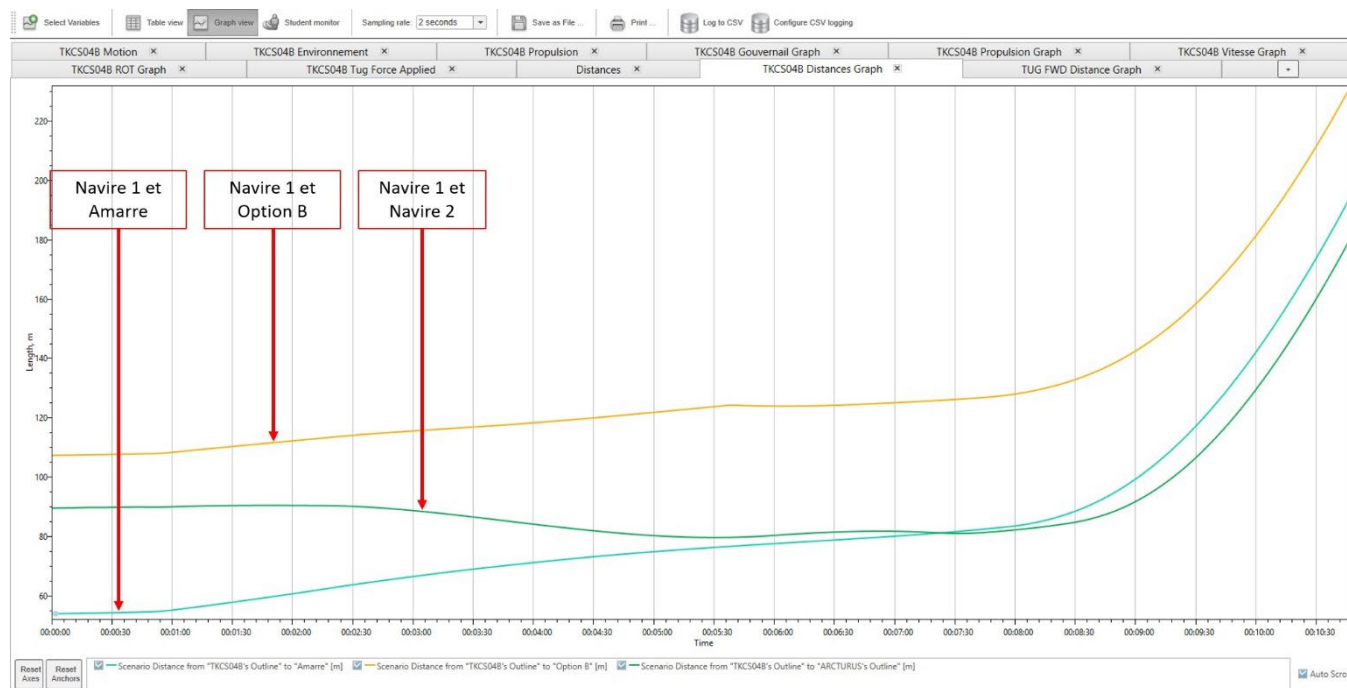
Graphique 5 (SIM 02) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.



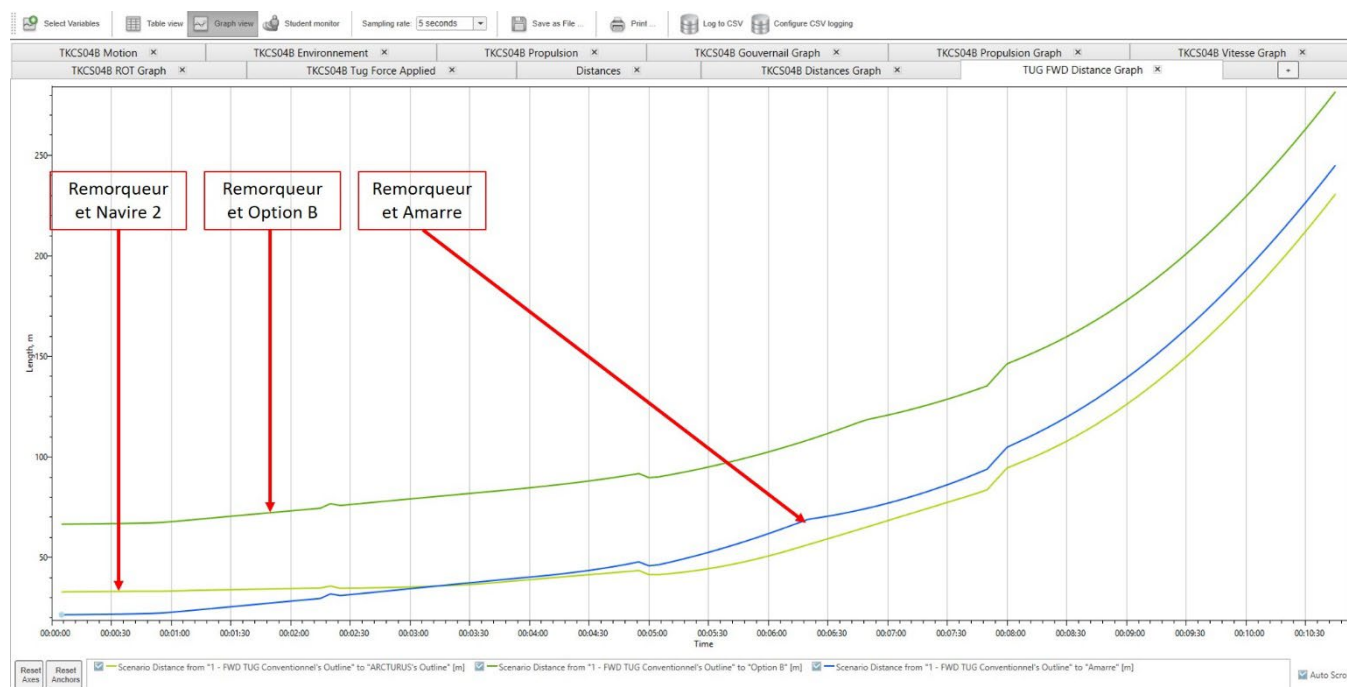
Graphique 6 (SIM 03B) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.



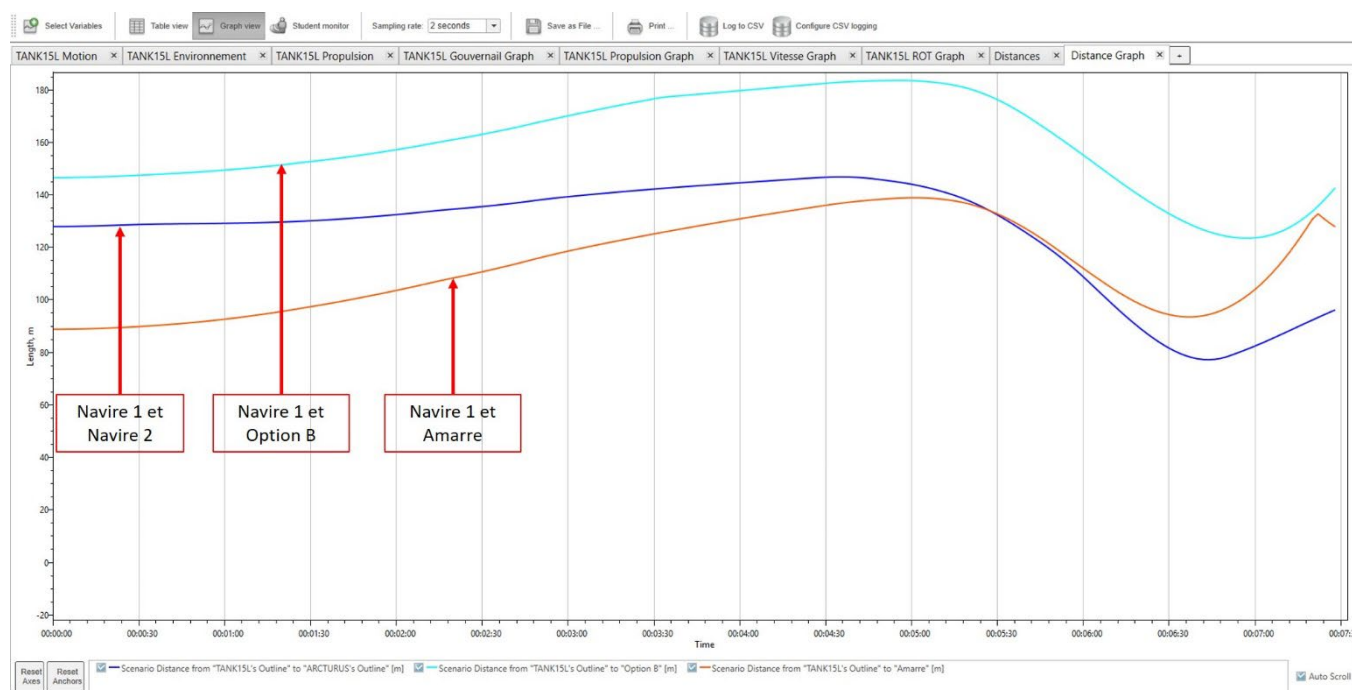
Graphique 7 (SIM 04) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.



Graphique 8 (SIM 07) : distances en continu entre le navire 1 et : L'amarre arrière du navire accosté à QSL./L'option A/Le navire accosté à QSL.



Graphique 9 (SIM 07) : distances en continu entre le navire 1 et : Le remorqueur et le navire accosté à QSL/Le remorqueur et l'Option B/Le remorqueur et l'amarre arrière du navire accosté à QSL.



Graphique 10 (SIM 08) : distances en continu entre le navire 1 et : Le navire accosté à QSL/Le navire 1 et l'Option B/Le navire 1 et l'amarre arrière du navire accosté à QSL.



CENTRE DE SIMULATION ET D'EXPERTISE MARITIME

271, rue de l'Estuaire, Bureau 201, Québec (Québec), G1K 8S8

Tel.: (418) 692-0183 Fax: (418) 692-4262

info@sim-pilot.com • www.sim-pilot.com

16. Étude géotechnique — Construction du nouveau port de Sorel

QSL – Arrimage Québec

Étude géotechnique

Construction du nouveau port, Sorel



Numéro de projet CIMA+ : Q213012A
20 septembre 2023 – Révision 02

QSL – Arrimage Québec

Étude géotechnique

Construction du nouveau port, Sorel

Préparé par :



Francis Voisine, ing.
N° de membre O.I.Q. : 5090751

Emmanuel Charrois, ing., PMP
N° de membre O.I.Q. : 5005713

Vérifié par :

André Rancourt, ing., Ph. D.
N° de membre O.I.Q. : 112457



300–1145, boul. Lebourgneuf, Québec, QC
Canada G2K 2K8

Numéro de projet CIMA+ : Q213012A
20 septembre 2023 – Révision 02

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS

N° de révision	Révisé par	Date	Description de la modification et/ou de l'émission
0	A.R.	2022-02-04	Émis pour commentaires
01	A.R.	2023-09-01	Final
02	A.R.	2023-09-20	Final

Propriété et confidentialité

« À moins d'entente entre CIMA+ s.e.n.c. et son client à l'effet contraire, tous les documents, qu'ils soient imprimés ou électroniques, ainsi que tous les droits de propriété intellectuelle qui y sont contenus, appartiennent exclusivement à CIMA+ s.e.n.c., laquelle réserve tous ses droits d'auteur. Toute utilisation ou reproduction sous quelque forme que ce soit, même partielle, est strictement interdite à moins d'obtenir l'autorisation de CIMA+ s.e.n.c. »

Table des matières

1.	Introduction	1
1.1	Mandat et objectifs	1
1.2	Utilisation du rapport	1
2.	Mise en contexte	2
2.1	Emplacement et description sommaire du projet	2
3.	Travaux réalisés	3
3.1	Travaux sur le terrain	3
3.2	Sondage au piézocône.....	3
3.3	Travaux de laboratoire	4
4.	Nature et propriétés des sols	5
4.1	Silt sableux.....	7
4.2	Argile et silt	8
5.	Eau souterraine	11
6.	Conclusions et recommandations	12
6.1	Résumé du projet et conditions de site.....	12
6.2	Fondations sur pieux du quai projeté.....	12
6.2.1	Généralités.....	12
6.2.2	Pieux en friction.....	13
6.2.3	Résistance latérale.....	16
6.2.4	Contrôle de la mise en place des pieux	17
6.3	Paramètres sismiques.....	18
6.3.1	Évaluation du potentiel de liquéfaction	18
6.3.2	Catégorie d'emplacement du site	21
7.	Références.....	22

Liste des tableaux

Tableau 1 : Résumé de la stratigraphie	6
Tableau 2 : Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques – Silt sableux	7
Tableau 3 : Résultats des essais de limite de consistance – Silt sableux.....	7
Tableau 4 : Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques – Argile et silt	8
Tableau 5 : Résultats des essais de limite de consistance – Silt et argile	9
Tableau 6 : Résultats des essais de résistance au cisaillement par pénétromètre à cône – Silt et argile	10
Tableau 7 : Niveau de l'eau souterraine.....	11
Tableau 8 : Adhérence le long du fût estimée à partir des essais de redémarrage au piézocône	13
Tableau 9 : Valeurs de conception des pieux dans la couche à prédominance argileuse (friction).....	15
Tableau 10 : Valeurs de conception des pieux dans la couche silteuse (friction)	15
Tableau 11 : Valeurs de résistance pour pieux tubulaires en acier à bout ouvert foncés par battage...	15
Tableau 12 : Valeurs de conception des pieux (résistance latérale).....	16
Tableau 13 : Facteurs de réduction.....	17
Tableau 14 : Valeurs de conception des pieux (résistance latérale).....	17
Tableau 15 : Critères d'évaluation de liquéfaction pour les sols argileux.....	19

Liste des figures

Figure 1 : Emplacement général du site à l'étude	2
Figure 2 : Emplacement prévu du quai incluant le bâtiment d'entreposage construit	2
Figure 3 : Résultats des résistances au cisaillement non drainés obtenus selon les essais CPT et les valeurs des mesures au scissomètre	14
Figure 4 : Variation des facteurs de sécurité calculés dans la couche à prédominance silteuse	19
Figure 5 : Critères de liquéfactions pour la couche à prédominance argileuse	20

Liste des annexes

Annexe A Limitations
Annexe B Plan de localisation
Annexe C Rapports de sondage
Annexe D Résultats des essais de laboratoire
Annexe E Rapports d'essai au piézocône

1. Introduction

1.1 Mandat et objectifs

QSL – Arrimage Québec a mandaté CIMA+ afin de réaliser une étude géotechnique relativement au projet de construction et d'exploitation d'un terminal portuaire sur l'ancien site d'une centrale thermique d'Hydro-Québec en bordure du fleuve Saint-Laurent à Sorel-Tracy.

La présente étude traite spécifiquement du quai de transbordement.

Il est à noter qu'une étude géotechnique a préalablement été réalisée à l'emplacement du nouvel entrepôt et que le rapport a été émis en date du 4 mai 2021.

Le présent document a pour but de :

- + Réaliser cinq forages et un sondage au piézocône sur barge pour déterminer la nature et les propriétés des matériaux à l'emplacement prévu du quai;
- + Formuler des commentaires et recommandations géotechniques pour la construction du quai.

Le présent rapport contient une description du site et du projet, des explications sur la méthode de reconnaissance utilisée sur le terrain et en laboratoire, une description de la nature et de quelques propriétés des matériaux rencontrés, des informations relatives aux conditions d'eau souterraine et nos commentaires et recommandations.

1.2 Utilisation du rapport

Le présent rapport a été préparé à la demande du client, dans le contexte déterminé par les termes spécifiques du mandat accordé à CIMA+. Aucune copie en tout ou en partie de ce rapport ne peut être réalisée par un tiers sans le consentement explicite du client. Le présent rapport est assujéti aux limites et contraintes générales au sujet des services rendus en matière de caractérisation géotechnique, lesquelles sont insérées à l'annexe A.

2. Mise en contexte

2.1 Emplacement et description sommaire du projet

Le terrain à l'étude est situé au 11605, route 132 à Sorel-Tracy. L'emplacement du site à l'étude est identifié à la figure 1 ci-dessous.

Le projet comprend la construction d'un quai dans le fleuve Saint-Laurent au droit de l'aire d'entreposage.



Figure 1 : Emplacement général du site à l'étude

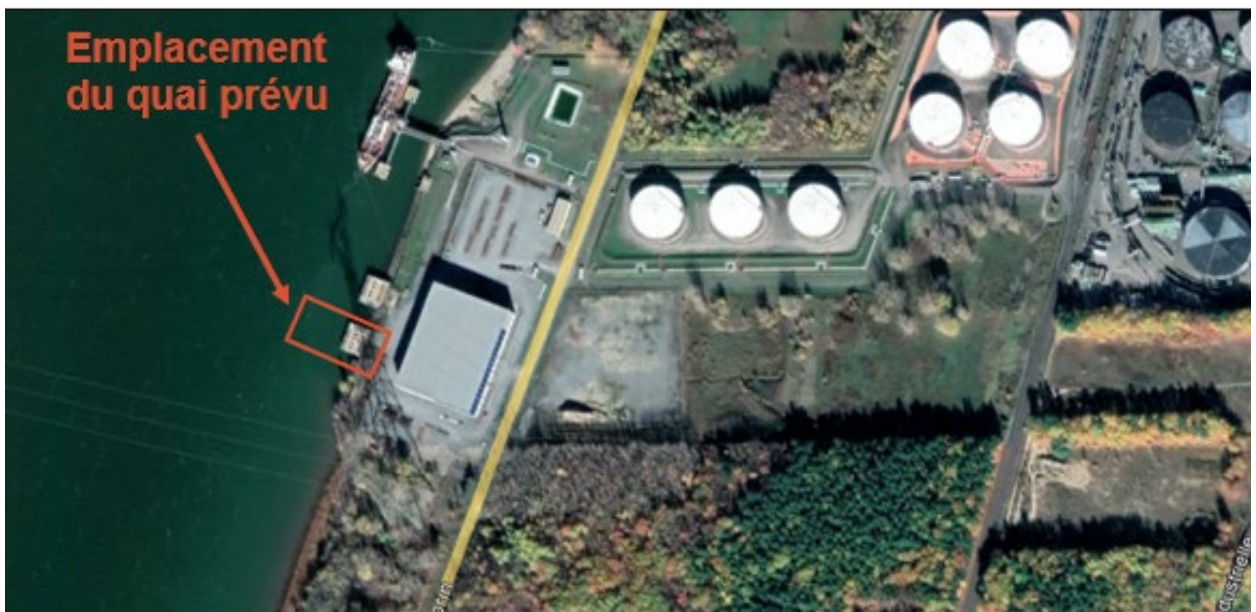


Figure 2 : Emplacement prévu du quai incluant le bâtiment d'entreposage construit

3. Travaux réalisés

3.1 Travaux sur le terrain

La planification des sondages a été effectuée par un représentant de CIMA+ à l'aide du plan d'implantation du futur quai. La barge a été positionnée sur le terrain à partir de ces coordonnées GPS.

CIMA+ a fait appel au service Info-Excavation préalablement aux travaux de forage afin de réaliser la localisation des infrastructures souterraines publiques.

Les sondages identifiés TF-21-01 et TF-21-03 ont été réalisés sur barge entre le 19 et le 25 août 2021. Des mesures de résistance au cisaillement ont également été faites avec un scissomètre de type M-1000 (Nilcon) dans le forage TF-21-01.

Par la suite, les forages identifiés TF-21-02, TF-21-04 et TF-21-05 ont été réalisés sur barge entre le 14 et le 24 octobre 2021. Des mesures de résistance au cisaillement ont également été faites avec un scissomètre de type M-1000 (Nilcon) dans les forages TF-21-03 et TF-21-05. Le plan de localisation des sondages est présenté à l'annexe B

Les élévations mentionnées dans le présent rapport sont présentées dans deux systèmes de références verticales, soit marégraphique et géodésique (CGVD28), selon le milieu dans lequel les sondages ont été réalisés. Selon le Service hydrographique du Canada (SHC) un décalage de 3,807m est indiqué entre le zéro des cartes (marégraphique) et les élévations géodésiques.

Les forages ont été réalisés à l'aide d'une foreuse sur chenille de type CME 55 en utilisant des tubages de calibre NW (89 mm de diamètre) enfoncés par rotation et lavage. Les forages ont atteint des profondeurs variant entre 22,86 et 58,52 m sous la surface du fleuve au moment des forages.

Un carottier fendu normalisé de 51 mm de diamètre extérieur (calibre « B ») a été utilisé pour l'échantillonnage des sols ainsi que pour la réalisation d'essais de pénétration standard (ASTM D-1586). Ces essais permettent la mesure de l'indice « N » nécessaire à l'appréciation de la compacité des sols. Des échantillonneurs à parois minces ont été utilisés afin de récupérer des échantillons de sols cohésifs intacts.

Tous les travaux de terrain ont été réalisés sous la supervision d'un ingénieur. Les rapports de forages inclus à l'annexe C présentent les renseignements recueillis sur le terrain.

3.2 Sondage au piézocône

Un sondage au piézocône a été effectué par la compagnie Stratum CPT jusqu'à une profondeur de 60,89 m sous le niveau du fleuve au moment des travaux.

Les piézocônes ont été poussés dans le sol avec une foreuse à une vitesse d'enfoncement de 2 cm/s. Les paramètres suivants ont été mesurés avec un système d'acquisition de données à tous les centimètres de pénétration :

- + La résistance en pointe (q_c) [kPa];
- + Le frottement latéral (f_s) [kPa];
- + La pression interstitielle à la base du cône (u_2) [kPa];
- + L'inclinaison de la sonde (i) [°].

Il est important de rappeler que trois essais de redémarrage au piézocône ont été réalisés à l'emplacement du sondage CPT-21-02.

3.3 Travaux de laboratoire

Tous les échantillons de sol recueillis lors des forages ont été acheminés au laboratoire de CIMA+ où ils ont été soumis à un examen visuel approfondi. Par la suite, parmi l'ensemble des échantillons de sols prélevés, certains ont été retenus afin d'être soumis aux essais géotechniques suivants :

- + 22 analyses granulométriques par sédimentation (BNQ 2501-025/2013);
- + 22 teneurs en eau naturelle (BNQ 2501-170);
- + 18 déterminations des limites de consistance (BNQ 2501-092);
- + 5 essais de résistance au cisaillement au pénétromètre à cône (BNQ 2501-110).

Les résultats de ces essais et analyses sont présentés à l'annexe D. Les échantillons non analysés seront conservés pour une période de six mois à partir de la date d'émission de ce rapport, après quoi ils seront détruits, à moins d'avis contraire de la part du client.

4. Nature et propriétés des sols

La stratigraphie des sols échantillonnés à l'emplacement des sondages réalisés est résumée au tableau 1 et décrite de façon détaillée dans les paragraphes qui suivent ainsi que dans les rapports de sondages individuels présentés à l'annexe C. Cette annexe présente également une coupe stratigraphique. Il est à noter qu'aucun forage n'a atteint le roc.

Tableau 1 : Résumé de la stratigraphie

Sondage n°	Sondages sur barge ¹						Sondages terrestres ²	
	TF-21-01	TF-21-02	TF-21-03	TF-21-04	TF-21-05	CPT-21-03	TF-21-01	CPT-21-02
Élévation des sondages	4,47 ³	4,67 ³	3,71 ³	4,87 ³	3,20 ³	3,71 ³	10,75 ²	11,90 ²
Description des matériaux	Profondeur le long du forage (m) Élévation le long du forage (m) Épaisseur de la couche (m)							
Remblai	-	-	-	-	-	-	0,00 à 8,23 10,75 à 2,52 8,23	~ 0,00 à 11,50 11,90 à 0,40 11,50
Remblai probable	-	-	-	-	-	-	8,23 à 11,28 2,52 à -0,53 3,05	
Eau – Fleuve Saint-Laurent	0,00 à 10,67 4,47 à -6,20 10,67	0,00 à 10,67 4,67 à -6,00 10,67	0,00 à 10,51 3,71 à -6,80 10,51	0,00 à 10,67 4,87 à -5,80 10,67	0,00 à 7,01 3,20 à -3,80 7,01	0,00 à 13,07 3,71 à -9,36 13,07	-	-
Sol naturel : Sable avec des fractions variables de silt et gravier, lâche Présence de coquillages, algues et morceaux de bois	10,67 à 11,46 -6,20 à -6,99 0,79	-	10,51 à 11,13 6,80 à -7,42 0,62	-	-	-	-	-
Silt sableux et traces d'argile	11,46 à 16,03 6,99 à -11,56 5,36	10,67 à 17,68 -6,00 à -13,01 7,01	10,51 à 16,15 -7,42 à -12,44 5,64	10,67 à 19,21 -5,80 à -14,34 8,54	7,01 à 19,20 -3,80 à -16,00 12,19	13,07 ~ 19,70 ~ -9,36 à - 15,96 ~ -6,60	11,28 à 21,95 -0,53 à -11,20 10,67	~ 11,00 à 24,80 ~ -0,40 à - 12,90 ~ 13,80
Argile et silt, traces de sable	16,03 à 58,52 -11,56 à - 54,05 > 42,49	17,68 à 22,87 -13,01 à - 18,20 > 5,19	16,15 à 58,52 -12,44 à - 54,81 > 42,37	19,21 à 22,87 -14,34 à - 18,00 > 3,67	19,20 à 57,01 -16,00 à - 53,81 > 37,81	~ 19,70 à 60,88 ~ -15,96 à - 57,17 > 41,18	21,95 à 31,09 -11,20 à - 20,34 > 9,14	~ 24,80 à 70,63 ~ -12,90 à - 58,73 > 45,83
Fin du sondage	58,52	22,87	58,52	22,87	57,01	60,88	31,09	70,63

- Couche non rencontrée

> Épaisseur supérieure à

~ Profondeur interprétée

¹ Les élévations présentées sont marégraphiques, selon les cartes bathymétriques fournies.

² Les élévations présentées sont géodésiques dans le système CGVD28.

³ Les élévations présentées sont marégraphiques et représentent la surface de l'eau au droit de la barge au moment des forages.

4.1 Silt sableux

La première unité des dépôts marins rencontrés est une couche caractérisée par le silt sableux avec une fraction variable d'argile (2,2 % à 39 %) jusqu'à une profondeur variant de 16,03 à 25,30 m. Cette couche est de compacité lâche à très lâche.

Dix teneurs en eau naturelle, dix analyses granulométriques par sédimentation et deux essais de limite de consistance ont été réalisés dans le silt sableux. Les résultats obtenus sont résumés aux tableaux 2 et 3 et sont présentés plus en détail à l'annexe D.

Tableau 2 : Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques – Silt sableux

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Proportion des constituants (%)				Teneur en eau (%)
			Gravier	Sable	Silt	Argile	
TF-21-01	CF-03	13,72 – 14,33	0,0	4,3	87,2	8,5	21,0
TF-21-01	CF-06	16,00 – 16,61	2,0	11,1	77,6	9,3	22,1
TF-21-02	CF-02	13,11 – 13,72	0,0	14,8	72,8	12,4	30,0
TF-21-03	CF-04	12,95 – 13,57	0,0	12,5	73,8	13,7	23,0
TF-21-04	CF-02	11,66 – 12,27	0,0	7,1	53,8	39,1	30,2
TF-21-04	CF-04	13,11 – 13,72	0,0	12,0	75,8	12,2	31,2
TF-21-04	CF-07	15,40 – 16,01	0,0	5,1	85,4	9,5	27,9
TF-21-05	CF-01	7,01 – 7,62	0,0	43,9	51,4	4,7	36,4
TF-21-05	CF-05	10,06 – 10,67	0,0	51,6	46,2	2,2	28,3
TF-21-05	CF-10	14,63 – 15,24	0,0	8,6	84,5	6,9	31,8
TF-21-01 (T)	CF-19	18,29 – 18,90	0,0	15,9	74,4	9,7	32,2
TF-21-01 (T)	CF-21	21,34 – 21,95	0,0	5,4	84,0	10,6	30,2

T Forage réalisé dans la phase terrestre des travaux d'investigation.

Tableau 3 : Résultats des essais de limite de consistance – Silt sableux

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Limite d'Atterberg ⁽¹⁾					Classification USCS ⁽²⁾
			W _N (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _P (%)	I _L	
TF-21-05	CF-12	17,68 – 18,29	37	28	19	9	2,0	CL
TF-21-01 (T)	CF-19	18,29 – 18,90	32,3	23	18	5	2,7	CL-ML

¹ W_N – Teneur en eau; W_L – Limite de liquidité; W_P – Limite de plasticité; I_P – Indice de plasticité; I_L – Indice de liquidité.

² Système unifié de classification des sols (USCS).

T Forage réalisé dans la phase terrestre des travaux d'investigation.

4.2 Argile et silt

Sous la couche de silt sableux, une couche d'argile et silt avec traces de sable été rencontrée. La consistance de cette couche varie de raide à très raide selon les résultats d'essais réalisés.

Douze teneurs en eau naturelle et analyses granulométriques par sédimentation, 16 essais de limite de consistance et cinq essais de résistance au cisaillement par pénétromètre à cône ont été réalisés dans le silt et argile. Les résultats obtenus sont résumés aux tableaux 4 à 6 et sont présentés plus en détail à l'annexe D.

Tableau 4 : Résultats des analyses granulométriques et sédimentométriques – Argile et silt

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Proportion des constituants (%)				Teneur en eau (%)
			Gravier	Sable	Silt	Argile	
TF-21-01	CF-09	19,81 – 20,43	0,0	2,2	72,0	25,8	36,7
TF-21-01	CF-11	36,59 – 37,20	0,0	0,9	28,0	71,1	56,4
TF-21-01	CF-13	42,68 – 43,29	0,0	2,1	19,8	78,1	50,7
TF-21-01	CF-17	54,87 – 55,49	0,0	1,3	32,3	66,4	49,5
TF-21-02	CF-05	17,68 – 18,29	0,0	4,1	76,6	19,3	33,2
TF-21-03	CF-09	19,82 – 20,43	0,0	2,8	66,7	30,5	34,8
TF-21-03	CF-11	24,39 – 25,00	0,0	1,6	57,8	40,6	45,5
TF-21-03	CF-13	28,96 – 29,57	0,0	1,3	42,6	56,1	53,4
TF-21-03	CF-15	36,58 – 37,20	0,0	1,5	41,6	56,9	56,9
TF-21-03	CF-18	48,78 – 49,39	0,0	1,3	41,0	57,7	52,9
TF-21-04	SH-12	22,26 – 22,87	0,0	1,2	54,8	44,0	40,8
TF-21-05	CF-16	31,40 – 32,01	0,0	1,1	48,2	50,7	53,8
TF-21-01 (T)	CF-25	27,43 – 28,04	0,0	3,1	59,8	37,1	38,6
TF-21-01 (T)	CF-26	28,96 – 29,57	0,0	0,0	57,6	42,4	43,0

T Forage réalisé dans la phase terrestre des travaux d'investigation.

Tableau 5 : Résultats des essais de limite de consistance – Silt et argile

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Limite d'Atterberg ⁽¹⁾					Classification USCS ⁽²⁾
			W _N (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _P (%)	I _L	
TF-21-01	CF-08	18,29 – 18,90	32	33	19	14	1,0	CL
TF-21-01	CF-10	33,53 – 34,15	60	59	26	33	1,0	CH
TF-21-01	CF-15	48,78 – 49,39	52	58	28	29	0,8	CH
TF-21-01	CF-18	57,93 – 58,54	53	56	26	30	0,9	CH
TF-21-02	CF-06	19,21 – 19,82	41	35	17	19	1,3	CL
TF-21-02	CF-07	22,26 – 22,67	43	42	22	20	1,1	CL
TF-21-03	CF-08	16,15 – 16,76	28	25	17	8	1,3	CL
TF-21-03	CF-10	21,34 – 21,95	40	41	22	18	1,0	CL
TF-21-03	CF-12	25,91 – 26,52	53	54	26	28	1,0	CL
TF-21-03	CF-16	42,68 – 43,29	51	57	26	31	0,8	CH
TF-21-03	CF-20	57,92 – 58,54	55	64	29	35	0,7	CH
TF-21-04	CF-09	17,68 – 18,29	34	28	18	10	1,5	CL
TF-21-04	CF-10	19,20 – 19,81	40	31	18	13	1,7	CL
TF-21-05	CF-13	19,20 – 19,81	35	38	19	19	0,8	CL
TF-21-05	CF-15	25,30 – 25,91	54	50	20	30	1,1	CH
TF-21-05	CF-22	52,74 – 53,35	52	57	26	31	0,8	CH
TF-21-05	CF-23	56,40 – 57,01	53	56	27	29	0,9	CH
TF-21-01 (T)	CF-25	27,43 – 28,04	38,6	38	21	17	1,1	CL
TF-21-01 (T)	CF-26	28,96 – 29,57	43,0	43	23	20	1,0	CL
TF-21-01 (T)	TS-27	30,48 – 31,09	45,1	58	29	29	0,6	CH

1 W_N – Teneur en eau; W_L – Limite de liquidité; W_P – Limite de plasticité; I_P – Indice de plasticité; I_L – Indice de liquidité.

2 Système unifié de classification des sols (USCS).

T Forage réalisé dans la phase terrestre des travaux d'investigation.

Tableau 6 : Résultats des essais de résistance au cisaillement par pénétromètre à cône – Silt et argile

Sondage	Échantillon	Profondeur (m)	Teneur en eau (%)	Poids volumique (kN/m³)	Cu (kPa)	Cu _r (kPa)	Sensibilité au remaniement
TF-21-04	SH-12	22,26 – 22,87	40,80	-	58,98	6,82	8,64
TF-21-05	SH-14	20,71 - 21,34	47,06	-	78,84	6,04	13,05
TF-21-05	SH-17	34,45 – 35,06	53,57	-	59,30	10,74	5,52
TF-21-05	SH-19	40,55 – 41,16	50,96	-	68,78	11,87	6,33
TF-21-05	SH-21	46,64 – 47,26	48,95	-	63,71	9,64	6,61
TF-21-01 (T)	TS-27	30,48 – 31,09	46,3	-	115	6,4	18

T Forage réalisé dans la phase terrestre des travaux d'investigation.

5. Eau souterraine

À titre de rappel, les sondages ont été effectués sur barge dans le fleuve Saint-Laurent. L'élévation moyenne du niveau du fleuve au droit du secteur à l'étude est estimée à 6 m.

La phase terrestre des travaux indique que l'eau souterraine a été mesurée le 29 mars 2021 dans les tubes d'observation PZ-21-01 et PZ-21-02 installés dans le sondage TF-21-01, soit après un délai de stabilisation de 21 jours. Les résultats des lectures d'eau souterraine sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 7 : Niveau de l'eau souterraine

Sondage	Élévation de surface ¹ (m)	Niveau de l'eau souterraine (m)	
		Profondeur	Élévation ¹
TF-21-01 (PZ-21-01)	10,75	3,98	6,77
TF-21-01 (PZ-21-02)	10,75	3,91	6,84

¹ Les élévations présentées sont géodésiques dans le système CGVD28.

Ces observations sont cohérentes avec les niveaux du fleuve utilisés dans le rapport.

6. Conclusions et recommandations

6.1 Résumé du projet et conditions de site

Selon les informations reçues, le projet consiste en la construction d'un quai dans le fleuve servant à l'accostage de navire d'envergure.

Il est à noter qu'au moment d'écrire ce rapport, les détails du projet ne sont pas encore connus (charges, etc.).

En résumé, les travaux d'investigation ont permis de retrouver un dépôt silt sableux en surface qui repose sur un dépôt cohérent jusqu'à une profondeur de plus 70 m. En effet, le roc n'a pas été rencontré.

6.2 Fondations sur pieux du quai projeté

Considérant les résultats des essais réalisés, la stratigraphie à l'endroit du quai projeté et la profondeur du roc appréhendée (plus de 70 m), nous recommandons de transmettre les charges par l'intermédiaire de pieux battus agissant en friction.

À titre de rappel, la présente étude géotechnique pour la construction du quai est complémentaire à l'étude géotechnique portant le numéro de projet Q213012A réalisée par CIMA+ en mai 2021.

6.2.1 Généralités

Compte tenu des conditions du sous-sol, divers types de pieux peuvent être envisagés (pieux d'acier profilés en H ou pieux tubulaires en acier à bout ouvert ou fermé). Selon les charges à mobiliser par les pieux, ceux-ci pourraient trouver leur appui dans le dépôt argileux par friction. La conception et la mise en œuvre des pieux doivent être réalisées conformément aux exigences du Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF) de la section 15.3 du C.C.D.G.

Dans la détermination du choix de pieux, nous recommandons de soustraire, dans le cas de pieux en forme de H, 1,5 mm à l'épaisseur de la paroi en compensation de la corrosion. Par contre, dans le cas de pieux tubulaires en acier, il est recommandé de soustraire 1,5 mm sur l'épaisseur de la paroi si les tubes ne sont pas remplis de béton et 1,0 mm si les pieux sont remplis de béton.

Dans tous les cas, les pieux doivent être fabriqués à l'aide d'un acier conforme aux exigences de la norme CSA-G40.21 et possédant une qualité structurale ainsi qu'une épaisseur minimale permettant de transmettre des forces assez grandes pour pénétrer les sols.

La rigidité des pieux tubulaires peut être augmentée en les remplissant de béton après le battage.

6.2.2 Pieux en friction

Pour le calcul de la résistance géotechnique axiale développée par un pieu isolé dans la couche de silt et argile, trois essais de redémarrage au piézocône ont été effectués lors de la phase terrestre des travaux afin d'estimer la valeur d'adhérence. En effet, la valeur d'adhérence le long du fût d'un pieu obtenue à l'aide ces essais ($f_{s_{red}}$) est égale à celle de la formule 18.8 du MCIF, soit «qs ». Le tableau 8 résume les résultats des essais de redémarrage au piézocône effectués dans la phase terrestre de travaux.

*Tableau 8 : Adhérence le long du fût estimée
à partir des essais de redémarrage au piézocône*

Profondeur (m)	Élévation ¹ (m)	$f_{s_{red}}$ (kPa)
28	-17	51,4
32	-21	77,7
50	-39	89,9

¹ Élévations marégraphiques selon les cartes bathymétriques fournies.

De plus, nous avons réalisé un sondage au piézocône sur barge près du forage TF-21-03. Ce dernier a permis de constater une légère baisse de la résistance au cisaillement non drainé, comme montré à la figure suivante.

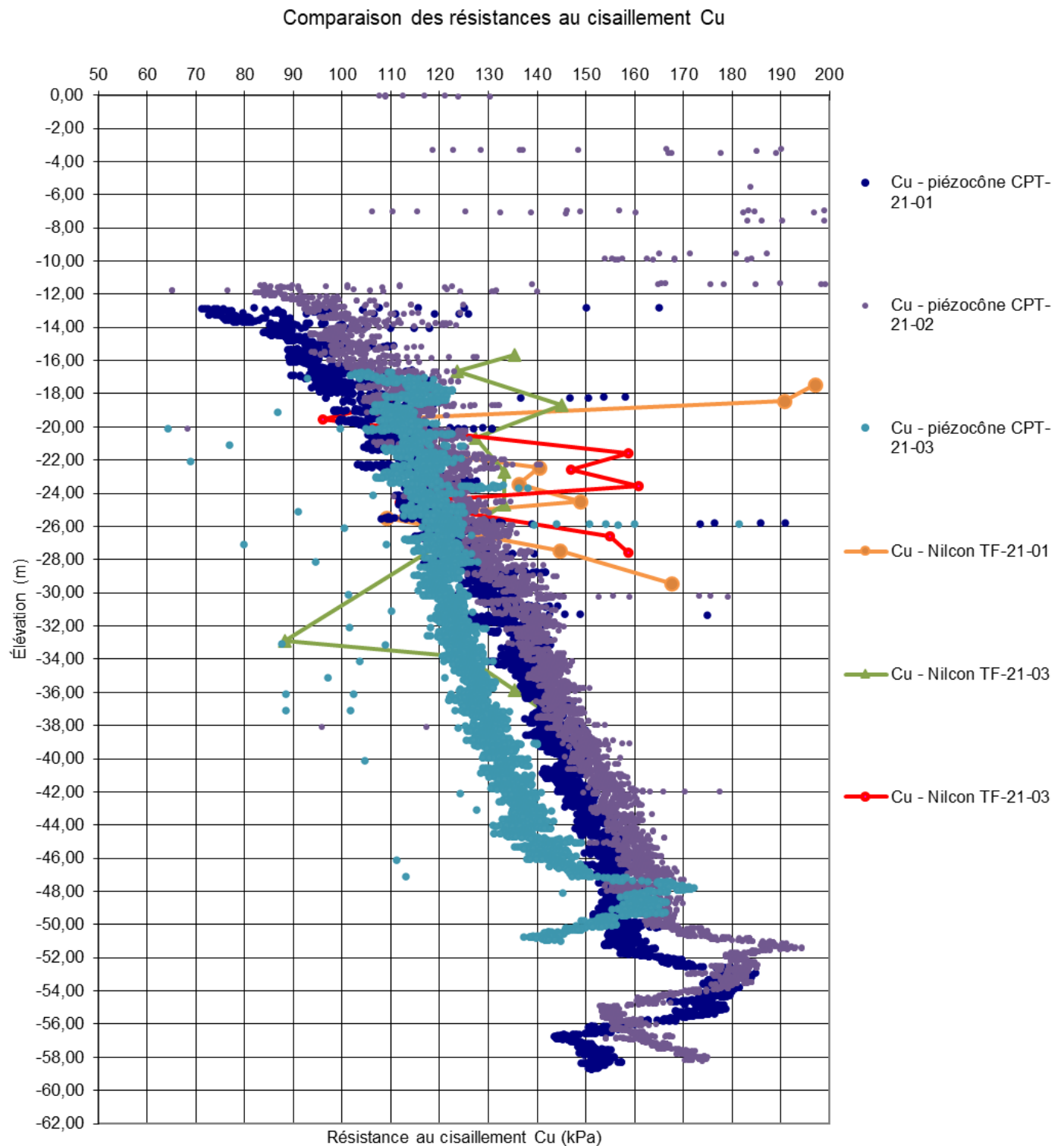


Figure 3 : Résultats des résistances au cisaillement non drainé obtenus selon les essais CPT et les valeurs des mesures au scissomètre

Ainsi, le tableau 9 résume les valeurs d'adhérence le long du fût d'un pieu dans le dépôt argileux.

Tableau 9 : Valeurs de conception des pieux dans la couche à prédominance argileuse (friction)

Profondeur (m)	Élévation ⁴ (m)	f_{sred} (kPa)	C_u ¹ (kPa)	C_u ² (kPa)	q_s recommandé ³ (kPa)
28	-17	51,4	105	110	50
32	-21	77,7	115	115	75
50	-39	89,9	145	125	75

¹ Résistance au cisaillement non drainé moyenne obtenue selon les CPT terrestres (CPT-21-01; CPT-21-02).

² Résistance au cisaillement non drainé moyenne obtenue selon le CPT-21-03.

³ Le frottement unitaire du fût à la profondeur z le long du pieux.

⁴ Élévation marégraphique (m).

De plus, les paramètres du tableau 10 pourront être utilisés pour le calcul des valeurs d'adhérence pour la couche de silt sableux :

Tableau 10 : Valeurs de conception des pieux dans la couche silteuse (friction)

Unité stratigraphique	Élévation (m)	Coefficient β	Poids volumique γ (kN/m ³)
Silt sableux	-5,70 ¹ – -12,30	0,3	19

¹ Élévation marégraphique moyenne du fond marin le long du quai.

Le MCIF recommande un coefficient de tenue de 0,4 à la résistance géotechnique ultime en compression, si aucun essai statique n'est réalisé. Cependant, des coefficients de tenue de 0,6 et 0,5 sont recommandés si des essais statiques ou dynamiques sont réalisés respectivement.

À titre indicatif, le tableau suivant présente quelques valeurs de résistance pour des pieux tubulaires en acier à bout ouvert forcés par battage. Les valeurs de capacité en compression incluent un facteur de sécurité de 2,5 contre la rupture.

Tableau 11 : Valeurs de résistance pour pieux tubulaires en acier à bout ouvert forcés par battage

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Capacité verticale en compression (kN)
406	20	499
	30	895
	40	1292
610	20	750
	30	1345
	40	1941
915	20	1125

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Capacité verticale en compression (kN)
	30	2018
	40	2911

6.2.3 Résistance latérale

Les pieux verticaux reprennent les efforts latéraux ou les moments de flexion jusqu'à ce que la réaction nécessaire soit mobilisée dans le sol environnant. Le comportement de la fondation sous de telles conditions de chargement dépend essentiellement de la rigidité du pieu et de la résistance du sol. La capacité de support latéral des pieux verticaux peut cependant être limitée par trois facteurs distincts :

- + L'effort dépasse la résistance géotechnique horizontale du sol, ce qui résulte en des mouvements horizontaux importants et une rupture de la fondation;
- + Les efforts de cisaillement excèdent la résistance du pieu lui-même en cisaillement, ce qui résulte en une rupture du pieu;
- + Les mouvements en tête des pieux sont trop importants par rapport aux tolérances de la structure.

Tous ces modes de rupture doivent être pris en compte lors de la conception.

La méthode de Broms (1964) décrite dans la section 18.4.1 du MCIF permet de calculer la capacité de chargement latéral d'un pieu pour des couches uniformes de sable et d'argile en fonction de deux types de ruptures dites courtes et longues. Les figures 18.9 et 18.10 du MCIF montrent la méthode d'analyse sous forme de graphique, où les valeurs de conception décrites dans le tableau 12 pourront être utilisées.

Tableau 12 : Valeurs de conception des pieux (résistance latérale)

Unité stratigraphique	Élévation ¹ (m)	Sols pulvérulents			Sols cohérents
		Coefficient de poussée passive, K_p	Poids volumique γ' (kN/m ³)	n_H (kN/m ³)	Résistance au cisaillement C_u (kPa)
Silt sableux	- 5,7 ² – -12,30	2,77	19	1300 x 10 ³	N/A
Argile et silt	- 12,30 à - 17	$\sigma_v + 2C_u$	17,0	N/A (K_h)	110
	- 17 à - 21		17,0		115
	- 21 et plus profond		17,0		125

¹ Élévation marégraphique

² Élévation moyenne du fond marin le long du quai.

$K_h = 67c_u / b$

où c_u = résistance en cisaillement non drainé (en Pa)

b = largeur ou diamètre de pieu (m)

Pour un groupe de pieux, un facteur de réduction de la résistance doit être appliqué sur la résistance totale du groupe de pieux conformément au tableau 13, en fonction de l'espacement des pieux, où b est le diamètre du pieu.

Tableau 13 : Facteurs de réduction

Espacement des pieux	Facteur de réduction pour un groupe de pieux dans un sol cohérent
8b	1,0
6b	0,8
4b	0,5
3b	0,4

Par ailleurs, les paramètres fournis au tableau 14 permettront de déterminer les valeurs des propriétés à utiliser en fonction du modèle de sol choisi pour tracer les courbes p-y.

Tableau 14 : Valeurs de conception des pieux (résistance latérale)

Couche de sol	Modèle applicable	Élévation ¹ (m)	Angle de frottement interne (°)	Résistance au cisaillement non drainé s_u (kPa)	Poids volumique déjaugé (kN/m ³)
Silt sableux	Sand (Reese)	-5,7 ² – -12,30	28	--	19
Silt et argile	Stiff clay w/o Free Water (Reese)	-12,30 à -17	0	110	9,0
		-17 à -21	0	115	7,0
		-21 et plus profond	0	125	7,0

¹ Élévation marégraphique.

² Élévation moyenne du fond marin le long du quai.

6.2.4 Contrôle de la mise en place des pieux

Le rebattage des pieux est une méthode de vérification de la résistance inadaptée aux pieux flottants puisqu'il pourrait faire augmenter les pressions interstitielles et/ou les déstabiliser avant qu'elles atteignent leur pleine capacité.

Dans cette optique, nous recommandons de prévoir l'installation de piézomètres au niveau de la pointe du pieu et de la mi-hauteur des pieux afin de pouvoir suivre la dissipation des pressions interstitielles générées lors du battage. On devra attendre pendant une période suffisante avant de faire les essais pour permettre la dissipation des pressions interstitielles générées lors du fonçage des pieux. La période d'attente devra être d'au moins trois à quatre semaines et elle devra préférablement être établie par le suivi des pressions interstitielles avec des piézomètres installés dans le terrain.

L'installation de pieux ouverts permet de diminuer ces pressions interstitielles.

La capacité portante des pieux devra être vérifiée, une fois stabilisée dans le cas des pieux flottants, par des essais en chantier (analyses dynamiques de type CAPWAP) sur l'ensemble des pieux. Compte tenu de la précision de la méthode dynamique, un facteur de résistance géotechnique de 0,5 pourra être considéré comme étant suffisant lors de cette vérification. De plus, au moins un essai statique doit être réalisé pour le projet.

On pourrait également considérer la possibilité d'effectuer des pieux d'essai au moment de la conception, avant la construction, pour optimiser la conception. Le contrôle de l'installation des pieux devra débuter par la mise en place de pieux d'essais et de piézomètres situés à proximité de l'emplacement des groupes de pieux projetés.

D'autre part, le piézomètre de suivi des pressions interstitielles doit être placé à mi-distance entre deux pieux d'essai, lesquels sont placés à environ 1,5 m à 2,0 m l'un de l'autre.

Outre ces considérations, il est important de suivre la séquence de mise en place suivante :

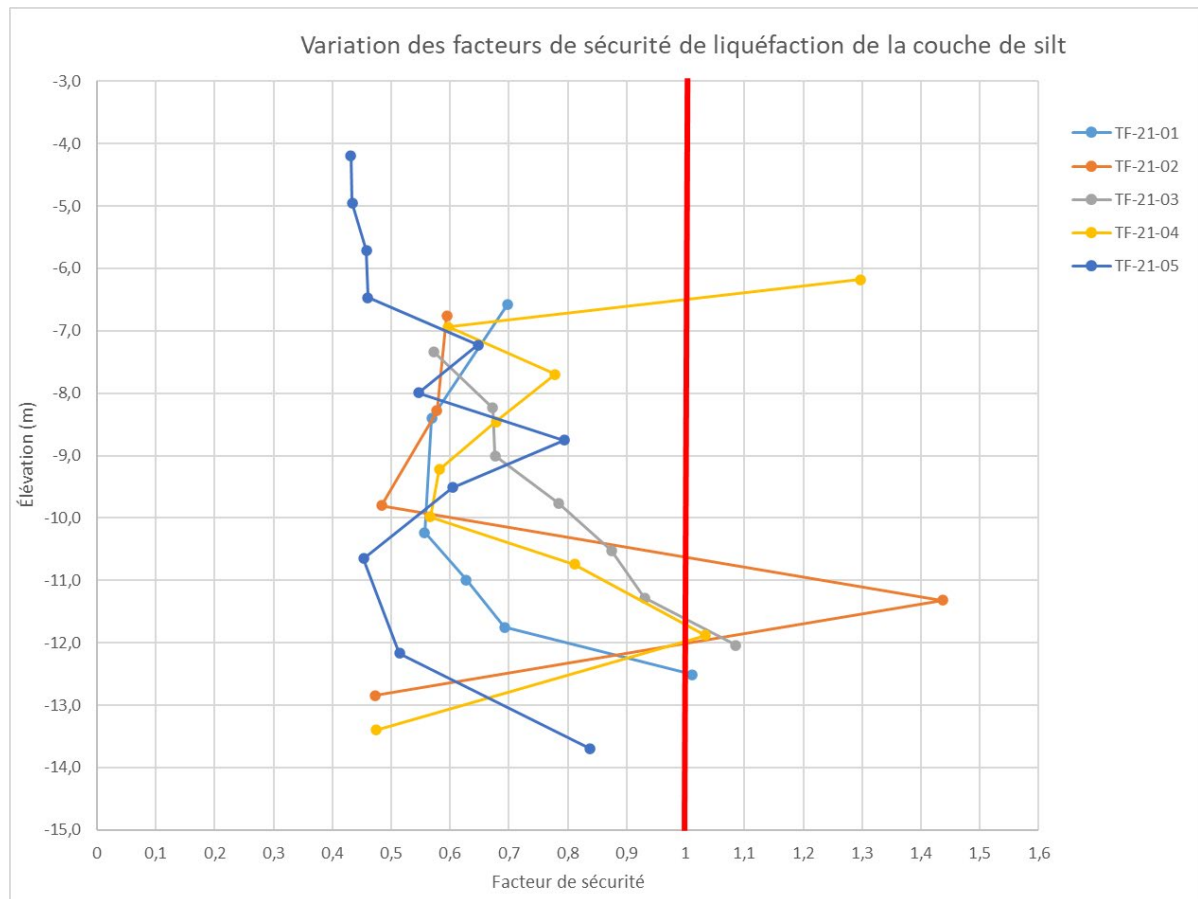
- + Installer les piézomètres associés à chaque groupe de pieux d'essai;
- + Attendre la dissipation des pressions dues aux forages réalisés pour l'installation des piézomètres (minimum 4 jours);
- + Réaliser le fonçage des pieux d'essais associés à chacun des groupes;
- + Attendre le nombre de jours nécessaires afin que les pressions interstitielles se soient dissipées de 90 %;
- + Réaliser des essais dynamiques sur ces pieux.

6.3 Paramètres sismiques

6.3.1 Évaluation du potentiel de liquéfaction

L'accélération maximale du sol (AMS) déterminée à partir du Code national du bâtiment (CNB), édition 2010 (CNB, 2010) est d'environ 0,317 g pour le site à l'étude. Cette valeur est associée à un séisme ayant 2 % de probabilité de dépassement dans 50 ans. Une évaluation sommaire du potentiel de liquéfaction a été effectuée en se basant sur la méthode du SPT telle que proposée par Boulanger et Idriss en 2014.

Selon cette évaluation, dont les résultats sont présentés à la figure 5, la couche de silt sableux d'une épaisseur moyenne 9,5 m pourrait se liquéfier sous un séisme de récurrence 1 : 2475 ans.



*Figure 4 : Variation des facteurs de sécurité calculés
dans la couche à prédominance silteuse*

Pour les sols argileux, Bray et al. (2004) ont proposé un critère de ramollissement sismique tel que décrit au tableau 15. Ce tableau présente aussi la résistance cyclique proposée dans le Manuel canadien d'ingénierie des fondations (MCIF, 2013). Ce critère est indépendant de la charge sismique. Il s'agit donc d'un premier niveau de classification qui met l'accent sur le fait que les matériaux cohésifs non plastiques ou peu plastiques, ou les argiles sensibles, peuvent subir des déformations sous des séismes importants.

Tableau 15 : Critères d'évaluation de liquéfaction pour les sols argileux

Bray et al. (2004)			MCIF, 2013
Silts non plastiques et silt argileux faiblement plastique IP < 12	$w/wL > 0,85$	Peuvent se liquéfier sous une charge cyclique significative	Cur = résistance du sol remanié
Silts argileux et argiles silteuses de plasticité modérée 12 < IP < 20	$w/wL > 0,8$	Peuvent se liquéfier si secoués intensivement pour un nombre significatif de cycles de chargement	Cur = 0,85 Cu
Sols sensibles avec IP > 20	Pas de liquéfaction ou de mobilité cyclique, mais peuvent, dans certains cas, subir une perte de résistance sévère suite à une sollicitation sismique sévère		Cur = Cu

La figure 6 présente le graphique des critères pour déterminer si les sols fins sont susceptibles de se liquéfier (Bray et al., 2004) ainsi que les résultats obtenus lors des essais de laboratoire effectués sur des échantillons provenant des forages.

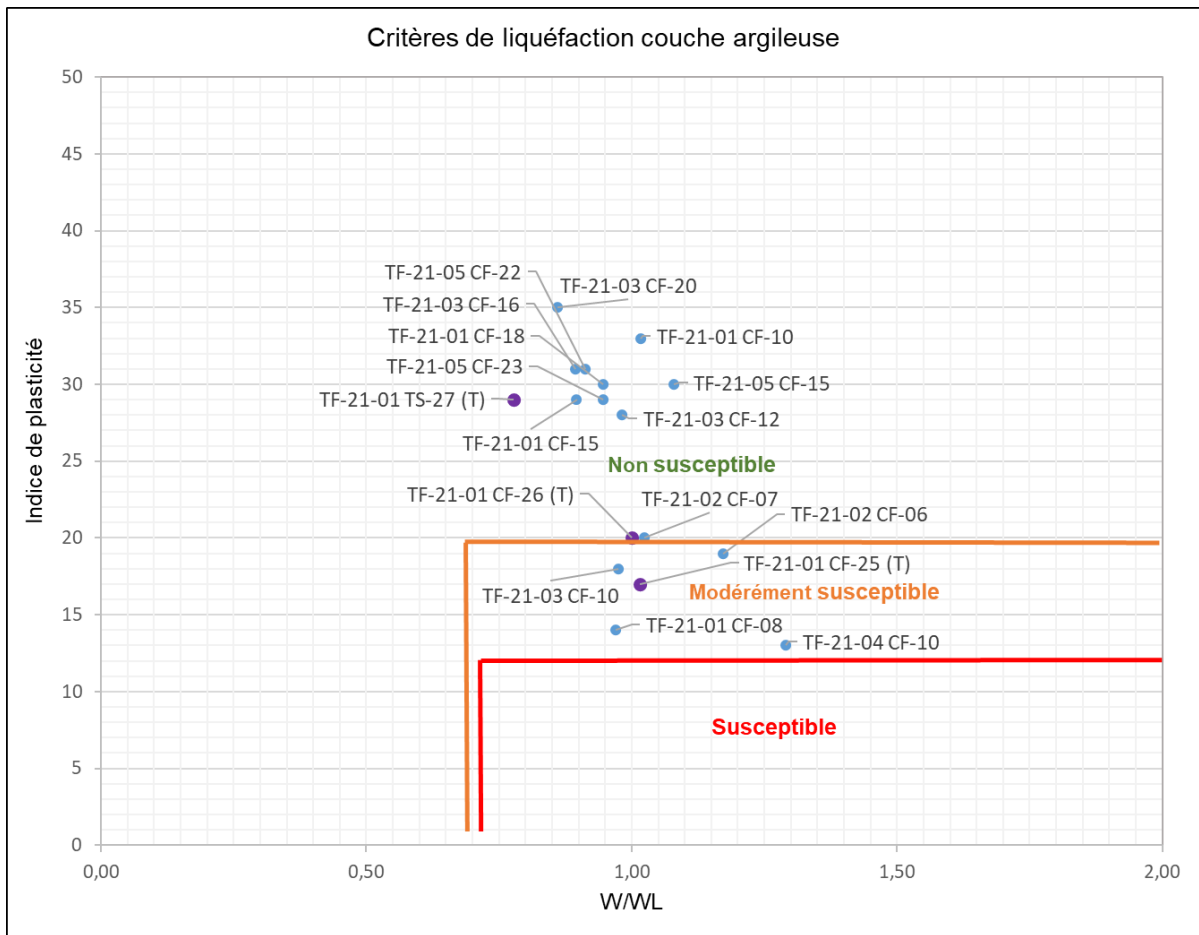


Figure 5 : Critères de liquéfaction pour la couche à prédominance argileuse

Parmi les analyses effectuées, quelques données indiquent un potentiel modérément susceptible à la liquéfaction, mais la majorité indique une non-susceptibilité à la liquéfaction. De plus, les sondages au piézocône montrent un comportement non drainé de ce dépôt. Par conséquent, les essais indiquent que le dépôt argileux est considéré non susceptible à la liquéfaction sous une charge cyclique significative.

Par ailleurs, l'absence de couche non liquéfiable au-dessus de la couche liquéfiable de silt au niveau du quai et de la zone d'entreposage indique qu'il n'y aura pas de poussée supplémentaire sur les pieux générée par l'étalement latéral en conditions sismiques.

6.3.2 Catégorie d'emplacement du site

Compte tenu du potentiel de liquéfaction décrit dans la section précédente, la catégorie d'emplacement serait qualifiée de « F » selon les directives du Code national du bâtiment (CNB, 2010). Cependant, le code permet de déterminer les valeurs de F_a et F_v au moyen des définitions et des critères de catégorie d'emplacement dans l'hypothèse où la liquéfaction ne se produise pas, pour uniquement les structures dont la période de vibration fondamentale est égale ou inférieure à 0,5 seconde. Dans ce cas, une catégorie d'emplacement en fonction de la réponse sismique du site « D » pourra être utilisée pour la conception des fondations reposant au niveau de construction prévue. Cette catégorie correspond à un profil de sol de type « Sol meuble ».

7. Références

Boulanger, R.W. & Idriss, I.M. 2014. CPT and SPT based Liquefaction Triggering Procedures. Report No. UCD/CGM-14/01, University of California, Davis.

Bray, J.D., Sancio, R.B., Riemer, M.F. et Durgunoglu, T. (2004). Liquefaction susceptibility of fine-grained soils. In Proceedings of the 11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering and 3rd International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Berkeley, CA, janvier 2004, p. 655-662.

CNRC, 2010. Code national du bâtiment.

Foundation analysis and design / Joseph E. Bowles. -5th ed.

Lefebvre, G. 1981. Fourth Canadian Geotechnical Colloquium: Strength and slope stability in Canadian soft clay deposits. Canadian Geotechnical Journal, 18(3), pp. 420-442.

Leroueil, S., Tavenas, F., and Le Bihan, J.P. 1983. Propriétés caractéristiques des argiles de l'est du Canada. Canadian Geotechnical Journal, 20(4): 681-705.

SCG, 2013. Manuel canadien d'ingénierie des fondations, 4^e édition.

Standard, ASTM, D2487-11, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).

Standard, ASTM D2488-09a, Practice for the Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure).

A

Annexe A Limitations

PRÉCISIONS ET LIMITATIONS DU RAPPORT ET DES SERVICES RENDUS

Le présent rapport a été préparé à la demande et pour l'usage exclusif du client dans le contexte déterminé par les termes spécifiques du mandat accordé à CIMA+ par le client et selon l'entente intervenue entre les deux parties. CIMA+ n'assume aucune responsabilité découlant de l'utilisation éventuelle de ce rapport par un tiers. Aucune copie entière ou partielle de ce rapport ne peut être réalisée sans le consentement explicite du client.

Les constatations présentées dans ce rapport sont strictement basées sur notre compréhension actuelle du projet, les informations consultées, l'hypothèse de la représentativité des conditions de sol relevées au droit des sondages réalisés et les résultats obtenus au cours de l'étude, en tenant compte d'autres limitations indiquées à l'intérieur de ce rapport.

Les conditions rencontrées entre les sondages ou ailleurs sur le site peuvent éventuellement différer de celles observées à l'emplacement de ceux-ci. Toute extrapolation à partir de ces résultats est formulée sur une base interprétative et doit être considérée avec précaution. Ainsi, le contenu du rapport ne doit en aucun temps être considéré comme un jugement définitif, complet ou final des conditions géotechniques rattaché au terrain à l'étude. Par conséquent, si les conditions rencontrées lors des travaux différaient de celles observées à l'emplacement des sondages, nous apprécierions en être informés immédiatement afin de pouvoir modifier nos recommandations en conséquence.

L'étude de caractérisation environnementale ne prétend pas couvrir de façon exhaustive l'ensemble des enjeux environnementaux possibles du site à l'étude, ni de ponctuels sites de contamination. Parmi les sites ponctuels de contamination probable des sols qui sont généralement écartés des enjeux environnementaux identifiés, figurent notamment les sols en contact avec des matériaux bitumineux, avec du bois traité ou avec des structures d'acier galvanisé.

Les résultats analytiques obtenus au cours de l'étude de caractérisation environnementale sont jugés représentatifs de la qualité environnementale des sols et/ou de l'eau souterraine prélevés aux endroits ayant fait l'objet d'une investigation et ce, pour les paramètres sélectionnés en lien avec les activités antérieures ou actuelles connues s'étant déroulées sur le terrain à l'étude ou sur les terrains adjacents. Ces résultats ne constituent pas une indication quant à une contamination liée à d'autres sources ni une garantie pour les endroits n'ayant pas fait l'objet de travaux de caractérisation. Toute extrapolation à partir de ces résultats, notamment en ce qui concerne la géométrie et les volumes de sols et/ou d'eaux souterraines affectés, est formulée sur une base interprétative et doit être considérée avec précaution.

Le présent rapport doit être utilisé qu'à des fins de conception et non à des fins de construction. Les conclusions et recommandations de cette étude représentent notre opinion professionnelle, au meilleur de notre connaissance au moment de la préparation de ce rapport. Nous requérons la permission de réviser nos recommandations lorsque les plans et devis seront complétés ou encore si l'aménagement projeté diffère de celui décrit dans ce rapport.

En aucun temps CIMA+ ne pourra être tenue responsable de dommages résultant de conclusions erronées attribuables à la non-disponibilité d'une information pertinente du site à l'étude ou en raison de l'inexactitude d'une telle information.

Toute opinion concernant l'application ou la conformité aux lois et règlements apparaissant dans ce rapport est exprimée sous toute réserve et ne doit, en aucun temps, être considérée comme un avis juridique ou se substituer à un tel avis.

B

Annexe B Plan de localisation



Localisation

- Forage sur barge
- Forage terrestre



ÉTUDE GÉOTECHNIQUE POUR LA CONSTRUCTION
DU NOUVEAU PORT, SOREL

Carte 1 : Localisation des forages

Q213012A
février
2022

Échelle: 1:983
Rotation : 0 degré
Projection: NAD 1983 MTM zone 8
Fichier: Q213012A_Forages_Sc2.mxd
Source: CIMA+, Imagerie Google,
Préparé par : S. Bilodeau, M. Sc. géog
Vérifié par : E. Charrois, ing. PMP





Localisation

- Forage sur barge
- Forage terrestre
- Coupe stratigraphique A-A'

0 5 Km

ÉTUDE GÉOTECHNIQUE POUR LA CONSTRUCTION DU NOUVEAU PORT, SOREL

**Carte 2 : Localisation des forages et de la coupe
stratigraphique**

Q213012A
février
2022

Échelle: 1:984
Rotation : 0 degré
Projection: NAD 1983 MTM zone 8
Fichier: Q213012A_Forages_Sc3_v2.r
Source: CIMA+, Imagerie Google,
Préparé par : S. Bilodeau, M. Sc. géog
Vérifié par : E. Charrois, ing. PMP

C

Annexe C Rapports de sondage

Note explicative sur les rapports de sondage

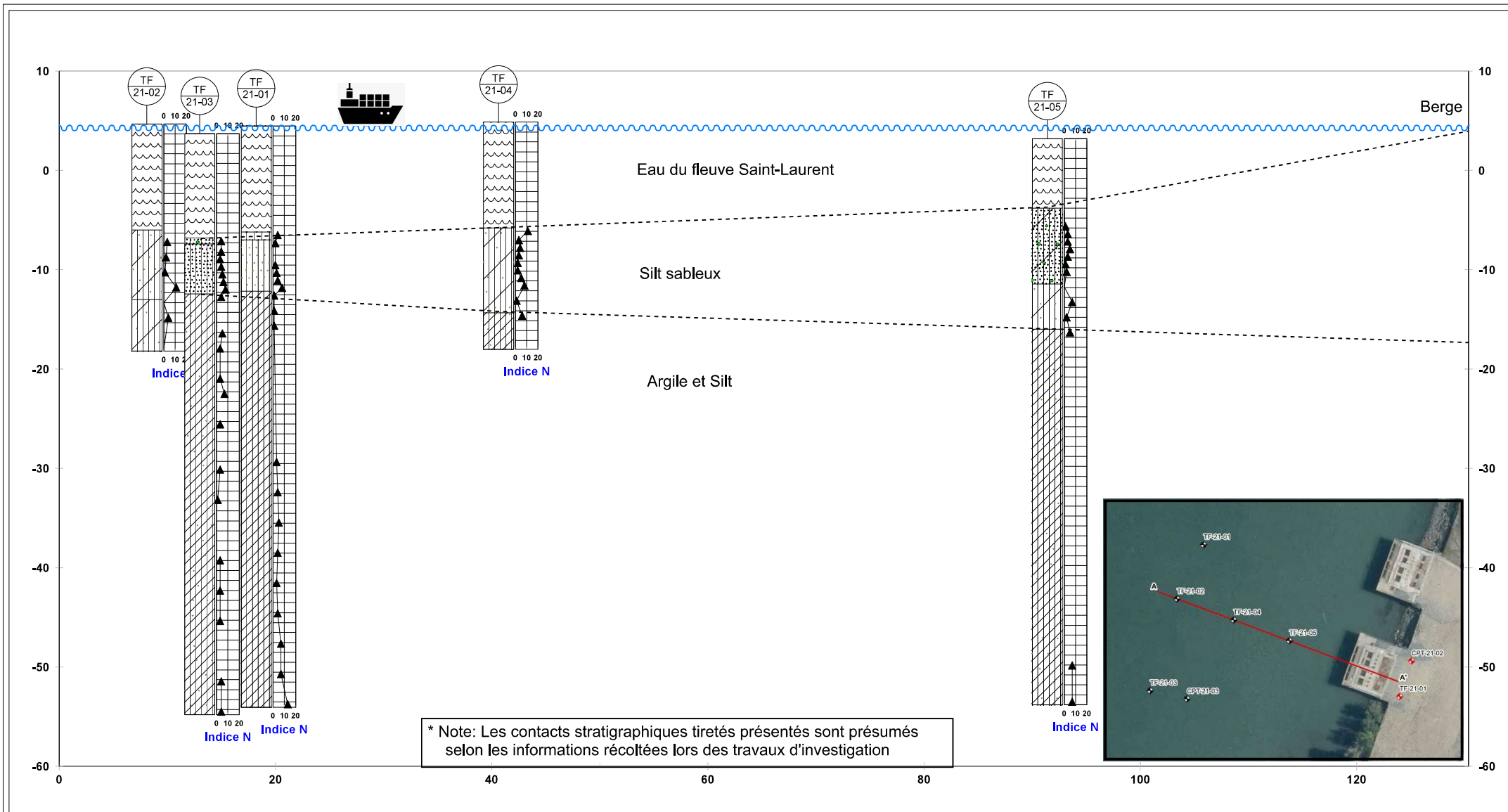
Les rapports de forage et/ou de sondage contiennent une description des sols et du roc rencontré, les conditions d'eau souterraine, ainsi que les données de chantier et de laboratoire. Cette note a pour but d'expliquer la terminologie et les différents symboles utilisés.

Profondeur – (m), Profondeur – (pi), Élévation (m) Profondeur et élévation des couches stratigraphiques par rapport à la surface du terrain existant au moment de la réalisation des sondages. Les élévations sont rattachées à un niveau de référence, géodésique ou arbitraire.		Calibre Calibre de l'échantillonneur P : 148 mm H : 76 mm N : 64 mm B : 51 mm	
Description stratigraphique Chacune des unités stratigraphiques rencontrées au droit des sondages est décrite selon la terminologie d'usage ci-dessous.		État État de l'échantillon lors du prélèvement  Remanié  Perdu  Intact (tube à paroi mince)  Forage au diamant	
Classification des sols Argile Silt Sable Gravier Cailloux Blocs	Dimension des particules < 2 µm de 2 µm à 80 µm de 80 µm à 5 mm de 5 mm à 80 mm de 80 mm à 300 mm > 300 mm	Récupération La récupération correspond à la longueur totale de l'échantillon récupérée divisée par la profondeur d'enfoncement de l'échantillonneur N, R ou RQD, nombre de coups/15cm Lorsqu'il s'agit d'un échantillon de sol, un coup correspond à la chute d'un marteau de 63,5kg tombant en chute libre de 760 mm. Le « nombre de coups/15cm » indiquent les quatre valeurs d'enfoncement mesurées lors de l'essai de pénétration standard pour chaque 150 mm de cuillère fendue. La valeur de l'indice de pénétration standard (indice « N ») correspond à la somme de la 2 ^e et 3 ^e courses (N2 + N3). « R » indique un refus d'enfoncement. Le critère de refus peut être atteint sur un sol ou le roc lorsque le nombre de coup pour 150 mm de pénétration dépasse 50. Lorsqu'il s'agit d'un échantillon de roc, c'est l'indice RQD qui est indiqué. Il représente la qualité du rocher et s'obtient par la formule suivante. $RQD = \frac{\text{Longueur des segments de carottes} > 100\text{mm}}{\text{Longueur de la course}} \times 100$	
Terminologie descriptive Traces Un peu Adjectif (ex. :Sableux) Et (ex. Sable et silt)	Proportion (% en poids) 1 à 10 10 à 20 20 à 35 35 à 50	Qualité du rocher Très mauvaise Mauvaise Moyenne Bonne Excellente	
Compacité Très lâche Lâche Moyenne ou compacte Dense Très dense	Indice « N » 0 à 4 4 à 10 10 à 30 30 à 50 > 50	RQD (%) < 25 25 à 50 50 à 75 75 à 90 90 à 100	
Consistance Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure	Résistance au cisaillement non drainé Cu (kPa) < 12 12 à 25 25 à 50 50 à 100 100 à 200 > 200	Graphique Le graphique illustre les différents résultats d'essais de pénétration dynamique (indice « Nc ») ou de la résistance au cisaillement obtenue sur le chantier ou en laboratoire.	
Plasticité Faible Moyenne Élevée	Limite de liquidité (%) < 30 30 à 50 > 50	Essais Correspond aux type et/ou aux résultats des essais réalisés sur le chantier ou en laboratoire, aux profondeur correspondantes. AG Analyse granulométrique par tamisage Sed Analyse granulométrique par sédimentation w Teneur en eau naturelle w _L /w _P Limites de liquidité et plasticité I _P / I _L Indices de plasticité et liquidité Rco Résistance en compression du roc Cu/Cur Résistances non drainé et remanié Oed Consolidation oedométrique K Perméabilité	
Sensibilité (S_r) Faible Moyenne Sensible Très sensible Liquide		Environnement Indique les indices de contamination (odeur et visuel) observés sur le terrain et type analyses chimiques effectués.	
Principaux symboles de la stratigraphie Les symboles suivants sont utilisés pour illustrer la stratigraphie		Construction puits Dans cette colonne est indiquée le schéma des différentes installations nécessaires à la mesure et/ou le prélèvement d'eau souterraine ainsi que les résultats correspondants. Le diagramme présente le type et la profondeur d'installation.	
 Argile  Silt  Sable  Gravier	 Enrobé bitumineux  Béton  Remblai  Sol organique	 Calcaire  Shale/Schiste  Grès	
Type Type d'échantillonneur utilisé pour prélever l'échantillon CF : Cuillère fendue SH : Tube Shelby CR : Carottier			

Note explicative sur les rapports de sondage

Les rapports de forage et/ou de sondage contiennent une description des sols et du roc rencontré, les conditions d'eau souterraine, ainsi que les données de chantier et de laboratoire. Cette note a pour but d'expliquer la terminologie et les différents symboles utilisés.

Profondeur – (m), Profondeur – (pi), Élévation (m) Profondeur et élévation des couches stratigraphiques par rapport à la surface du terrain existant au moment de la réalisation des sondages. Les élévations sont rattachées à un niveau de référence, géodésique ou arbitraire.		Calibre Calibre de l'échantillonneur P : 148 mm H : 76 mm N : 64 mm B : 51 mm	
Description stratigraphique Chacune des unités stratigraphiques rencontrées au droit des sondages est décrite selon la terminologie d'usage ci-dessous.		État État de l'échantillon lors du prélèvement  Remanié  Perdu  Intact (tube à paroi mince)  Forage au diamant	
Classification des sols Argile Silt Sable Gravier Cailloux Blocs	Dimension des particules < 2 µm de 2 µm à 80 µm de 80 µm à 5 mm de 5 mm à 80 mm de 80 mm à 300 mm > 300 mm	Récupération La récupération correspond à la longueur totale de l'échantillon récupérée divisée par la profondeur d'enfoncement de l'échantillonneur N, R ou RQD, nombre de coups/15cm Lorsqu'il s'agit d'un échantillon de sol, un coup correspond à la chute d'un marteau de 63,5kg tombant en chute libre de 760 mm. Le « nombre de coups/15cm » indiquent les quatre valeurs d'enfoncement mesurées lors de l'essai de pénétration standard pour chaque 150 mm de cuillère fendue. La valeur de l'indice de pénétration standard (indice « N ») correspond à la somme de la 2 ^e et 3 ^e courses (N2 + N3). « R » indique un refus d'enfoncement. Le critère de refus peut être atteint sur un sol ou le roc lorsque le nombre de coup pour 150 mm de pénétration dépasse 50. Lorsqu'il s'agit d'un échantillon de roc, c'est l'indice RQD qui est indiqué. Il représente la qualité du rocher et s'obtient par la formule suivante. $RQD = \frac{\text{Longueur des segments de carottes} > 100\text{mm}}{\text{Longueur de la course}} \times 100$	
Terminologie descriptive Traces Un peu Adjectif (ex. :Sableux) Et (ex. Sable et silt)	Proportion (% en poids) 1 à 10 10 à 20 20 à 35 35 à 50	Qualité du rocher Très mauvaise Mauvaise Moyenne Bonne Excellente	
Compacité Très lâche Lâche Moyenne ou compacte Dense Très dense	Indice « N » 0 à 4 4 à 10 10 à 30 30 à 50 > 50	RQD (%) < 25 25 à 50 50 à 75 75 à 90 90 à 100	
Consistance Très molle Molle Ferme Raide Très raide Dure	Résistance au cisaillement non drainé Cu (kPa) < 12 12 à 25 25 à 50 50 à 100 100 à 200 > 200	Graphique Le graphique illustre les différents résultats d'essais de pénétration dynamique (indice « Nc ») ou de la résistance au cisaillement obtenue sur le chantier ou en laboratoire.	
Plasticité Faible Moyenne Élevée	Limite de liquidité (%) < 30 30 à 50 > 50	Essais Correspond aux type et/ou aux résultats des essais réalisés sur le chantier ou en laboratoire, aux profondeur correspondantes. AG Analyse granulométrique par tamisage Sed Analyse granulométrique par sédimentation w Teneur en eau naturelle w _L /w _P Limites de liquidité et plasticité I _P / I _L Indices de plasticité et liquidité Rco Résistance en compression du roc Cu/Cur Résistances non drainé et remanié Oed Consolidation oedométrique K Perméabilité	
Sensibilité (S_r) Faible Moyenne Sensible Très sensible Liquide		Environnement Indique les indices de contamination (odeur et visuel) observés sur le terrain et type analyses chimiques effectués.	
Principaux symboles de la stratigraphie Les symboles suivants sont utilisés pour illustrer la stratigraphie		Construction puits Dans cette colonne est indiquée le schéma des différentes installations nécessaires à la mesure et/ou le prélèvement d'eau souterraine ainsi que les résultats correspondants. Le diagramme présente le type et la profondeur d'installation.	
 Argile  Silt  Sable  Gravier	 Enrobé bitumineux  Béton  Remblai  Sol organique	 Calcaire  Shale/Schiste  Grès	
Type Type d'échantillonneur utilisé pour prélever l'échantillon CF : Cuillère fendue SH : Tube Shelby CR : Carottier			



CIVIL



CLIENT QSL

1	2022-02-02	POUR INFORMATION	
No.	Date	Statut	Par

PROJET Q213012A

TITRE DU DESSIN

Profil stratigraphique
Coupe A-A' dans l'axe du quai

Dessiné : Francis V.	Dossier CIMA+ no. : Q213012A	
Vérifié : Emmanuel C.	Date :	
Approuvé :	Echelle :	Feuille no. :
Dessin no. :		

Nom du consultant:

CIMA+

Nom du client :

QSL

Page 1 de 3

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°TF-21-01

Nom du projet:Étude géotechnique des sols

Coordonnées géodésiques (m) X: 329989.4
MTM 8 (NAD83) Y: 5095266.0
Z: 4.47

Nom du requérant : QSL

No. de projet : Q213012A

Localisation civile : 11605, route 132, Sorel-Tracy

Plan de localisation No. :

Entrepreneur en forage : Forage André Roy

Date du début du sondage : 2021-08-19

Type de foreuse CME 55

Profondeur du sondage : 58.52 m

Diamètre du forage : Diamètre du tubage: 76 mm

Inclinaison : Azimut :

Exécuté par : P. Pelletier

Diamètre du carottier:

Compilé par : P. Pelletier

Vérifié par : E. Charrois

TYPE D'ÉCHANTILLON	TERMINOLOGIE	INDICE DE QUALITÉ DU ROC	COMPACITÉ	INDICE "N"	NIVEAU D'EAU
CF Cuillère fendue	"traces" 1-10%	% RQD <25	Très lâche	0-4	Date:
CR Échantillon par forage au diamant	"un peu" 10-20%	<25 Très mauvais	Lâche	4-10	Date:
EM Manuel	adjectif (...eux) 20-35%	25-50 Mauvais	Compact	10-30	Prof. (m):
TA Tarière	"et" 35-50%	50-75 Moyen	Dense	30-50	Prof. (m):
TE Tube d'échantillonnage		75-90 Bon	Très dense	>50	
TM Tube à paroi mince		90-100 Excellent			

ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON	SYMBOLES	CLASSIFICATION DES SOLS	CONSISTANCE	RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu)
Remanié	N: Indice de pénétration standard	Argile < 0,002 mm	Très molle	<12 kPa
Intact (tube à paroi mince)	R: Refus (N > 100)	Silt 0,002 à 0,080 mm	Molle	12-25 kPa
Perdu	PM: Poids du marteau / 61 cm	Sable 0,080 à 5 mm	Ferme	25-50 kPa
Forage au diamant	R.Q.D: Indice de qualité du roc	Gravier 5 à 80 mm	Raïde	50-100 kPa
	% R.Q.D = Σ Carottes > 4 po. (10 cm) longueur forée	Cailloux 80 à 300 mm	Très raïde	100-200 kPa
		Blocs > 300mm	Dure	>200 kPa

PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m)/PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION						N, Nc ou RQD
0.00		4.47	Niveau Eau.											
1	5													
2														
3	10													
4														
5	15													
6														
7	20													
8														
9	25													
10														
11	30	-6.20												
12	35	10.67	Gravier silteux. présence de sédiment de fonds marin : coquillages (10%) et algues	CF-01			5	4	1-3-1-1					
13	40	-6.99		CF-02			83	2	1-1-1-1					
14	45	11.46	Silt sableux à trace de sable, trace d'argile. Gris, lâche											
15	50			CF-03			75	2	1-1-1-1					Sed
16	55			CF-04			92	3	1-1-2-0					
17	60		Deviens avec traces de gravier à 15,12m.	CF-05			25	4	4-3-1-2					
18				CF-06			100	8	3-5-3-1					Sed
19		-12.17	Argile et silt. Gris.	CF-07			25	1	0-0-1-1					
		16.64		CF-08			100	1	0-0-1-3					Att

Remarque(s):

Cima_Log_Cu.sty

Date de production 2022-02-03

Nom du consultant:



Nom du client :

QSL

Page 2 de 3

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

TF-21-01

PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION						N, Nc ou RQD	
21	70		Début des essais au scissomètre		CF-09			83	1	0-0-1-2				Sed	
22															À 21.17m Cu=197kPa
23	75														À 22.17m Cu=191kPa
24	80														À 23.17m Cu=111kPa
25															À 24.17m Cu=113kPa
26	85														À 25.17m Cu=115kPa
27															À 26.17m Cu=140kPa
28	90														À 27.17m Cu=136kPa
29	95														À 28.17m Cu=149kPa
30	100														À 29.17m Cu=109kPa
31	105		Fin des essais au scissomètre		CF-10			100	3	0-1-2-4				À 31.17m Cu=145kPa	
32															À 33m Cu=168kPa
33	110														Att
34	115														
35															
36	120														Sed
37															
38	125														
39															
40	130														
41	135														
42	140														
43	145														
44	150														
45	155														
46	160														
47	165														
48															
49															
50															
51															

Remarque(s):

Date de production

2022-02-03

Cima_Log_Cu.sty

Nom du consultant: CIMA+		Nom du client : QSL					Page 3 de 3 RAPPORT DE FORAGE Sondage N° TF-21-01								
PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS			
		NIVEAU (m)/PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT						RÉCUPÉRATION	N, Nc ou RQD	
52	170		Deviens sec et cassé à 51,82m.		CF-16			100	7	0-3-4-5					
53	175														
54	180														
55	185		Fin du forage.		CF-17			100	7	0-2-5-6			Sed		
56	190														
57	195														
58	200	-54.05			CF-18			100	13	5-6-7-6			Att		
59	205	58.52													
60	210														
61	215														
62	220														
63	225														
64	230														
65	235														
66	240														
67	245														
68	250														
69	255														
70	260														
71	265														
72	270														
73															
74															
75															
76															
77															
78															
79															
80															
81															
82															
83															
84															
85															
86															
87															
88															
89															
90															
91															
92															
93															
94															
95															
96															
97															
98															
99															
100															

Remarque(s):

Date de production 2022-02-03



QSL

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

TF-21-02

Nom du projet: **Étude géotechnique des sols**

Coordonnées géodésiques (m)	X:	329967.7
-----------------------------	----	-----------------

MTM 8 (NAD83)	Y:	5005226.4
---------------	----	-----------

Z: 4.67

Nom du requérant : **QSL**

Localisation civile : **11605, route 132, Sorel-Tracy**

Entrepreneur en forage : **Forage André Roy**

Type de foreuse **CME 55**

Diamètre du forage : **Diamètre du tubage: 76 mm**

Inclinaison : Azimut :

Exécuté par : J. Dufour

Diamètre du carottier:

Compilé par : **F. Voisine**

Vérifié par : **E. Charrois**

No. de projet : **Q213012A**

Plan de localisation No. :

Date du début du sondage : 2021-10-22

Profondeur du sondage : 22.87 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		TERMINOLOGIE		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		COMPACTITÉ	INDICE "N"	NIVEAU D'EAU	
CF	Cuillère fendue			% RQD	QUALIFICATIF	Très lâche	0-4	Date:	Date:
CR	Échantillon par forage au diamant	"traces"	1-10%	<25	Très mauvais	Lâche	4-10		
EM	Manuel	"un peu"	10-20%	25-50	Mauvais	Compact	10-30		
TA	Tarière	adjectif (...eux)	20-35%	50-75	Moyen	Dense	30-50		
TE	Tube d'échantillonnage	"et"	35-50%	75-90	Bon	Très dense	>50		
TM	Tube à paroi mince			90-100	Excellent			Prof. (m):	Prof. (m):
ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		SYMBOLES		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE		RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu)	
	Remanié	N: Indice de pénétration standard		Argile		Très molle		<12 kPa	
	Intact (tube à paroi mince)	R: Refus (N > 100)		Silt		Molle		12-25 kPa	
		PM: Poids du marteau / 61 cm		Sable		Ferme		25-50 kPa	
		R.Q.D.: Indice de qualité du roc		Gravier		Raide		50-100 kPa	
		% R.Q.D. = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)		Cailloux		Très raide		100-200 kPa	
	Forage au diamant	longueur forée		Blocs		Dure		>200 kPa	

[illegible]

Remarque(s):

Nom du consultant:



Nom du client :

QSL

Page 2 de 2

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N°

TF-21-02

PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION						N, Nc ou RQD
35	-6.00 10.67		Silt, un peu de sable et argile, gris, saturé.											
11			Présence de coquillages											
12	40			CF-01		B	50	3	2-2-1-1					
13														
14	45			CF-02		B	100	2	1-1-1-1					Wn, AG, S
15	50													
16				CF-03		B	100	1	1-0-1-1					
17	55													
18	-13.01 17.68		Silt, un peu d'argile, traces de sable, gris, saturé.											Wn, AG, S
19														
20	65			CF-06		B	100	4	1-2-2-2					Att
21	70													
22														
23	-18.19 22.86		Fin du forage											Att
24				CF-07		B	100	0	0-0-0-0 PDT					
25	80													

Remarque(s):

Date de production

2022-02-01



QSL

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° **TF-21-03**

Nom du projet: **Étude géotechnique des sols**

Nom du requérant : **QSL**

Localisation civile : **11605, route 132, Sorel-Tracy**

Entrepreneur en forage : **Forage André Roy**

Type de foreuse **CME 55**

Diamètre du forage : **Diamètre du tubage: 76 mm**

Inclinaison : 90

Azimut :

Exécuté par : P. Pelletier

Diamètre du carottier:

Compilé par : **P. Pelletier**

Vérifié par : **E. Charrois**

Coordonnées géodésiques (m)	X:	329954.8
-----------------------------	----	-----------------

MTM 8 (NAD83)	Y:	5095187.6
---------------	----	-----------

Z: 3.71

No. de projet : Q213012A

Plan de localisation No. :

Date du début du sondage : 2021-08-22

Profondeur du sondage : 58.52 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		TERMINOLOGIE		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		COMPACTITÉ	INDICE "N"	NIVEAU D'EAU	
CF	Cuillère fendue			% RQD	QUALIFICATIF	Très lâche	0-4	Date:	Date:
CR	Échantillon par forage au diamant	"traces"	1-10%	<25	Très mauvais	Lâche	4-10		
EM	Manuel	"un peu"	10-20%	25-50	Mauvais	Compact	10-30		
TA	Tarière	adjectif (...eux)	20-35%	50-75	Moyen	Dense	30-50		
TE	Tube d'échantillonnage	"et"	35-50%	75-90	Bon	Très dense	>50		
TM	Tube à paroi mince			90-100	Excellent				
ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		SYMBOLES		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE		RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu)	
	Remanié	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100)		Argile < 0,002 mm		Très molle		<12 kPa	
	Intact (tube à paroi mince)	P.M: Poids du marteau / 61 cm		Silt 0,002 à 0,080 mm		Molle		12-25 kPa	
	R.Q.D: Indice de qualité du roc	R.Q.D: Poids du marteau / 61 cm		Sable 0,080 à 5 mm		Ferme		25-50 kPa	
	Perdu	R.Q.D: Indice de qualité du roc		Gravier 5 à 80 mm		Raide		50-100 kPa	
	Forage au diamant	R.Q.D: Σ Carottes > 4 po. (10 cm) longueur forée		Cailloux 80 à 300 mm		Très raide		100-200 kPa	
				Blocs > 300mm		Dure		>200 kPa	

[illegible]

Remarque(s):

Nom du consultant:		Nom du client :		Page 2 de 5									
CIMA+		QSL		RAPPORT DE FORAGE									
				Sondage N° TF-21-03									
PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS	
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT		RÉCUPÉRATION				N, Nc ou RQD
11	35	-6.80 10.51	Sable, traces de gravier et silt, lâche. Présence de coquillage (5%). Silt et sable à un peu sable, unpeu d'argile à traces d'argile, lâche, gris.		CF-01			21	4	1-3-1-0			
		-7.42 11.13			CF-02			29	4	5-3-1-1			
12	40				CF-03			100	3	3-2-1-1			
13					CF-04			50	4	1-2-2-1			Sed
14	45				CF-05			100	5	1-2-3-4			
15	50				CF-06			75	6	4-3-3-3			
16					CF-07			54	8	3-4-4-6			
16		-12.44 16.15	Argile et silt, traces de sable.		CF-08			92	4	1-2-2-2			Att
17	55												
18					TS-21			83					
19													
20	65				CF-09			100	5	1-2-3-2			Sed
21	70												
22			Début de l'essai Nilcon à 21.7m		CF-10			100	3	0-0-3-3			Att À 21.7m Cu=135kPa
23	75												À 22.7m Cu=123.5kPa
24													
25	80				CF-11			100	3	1-2-1-2			Sed À 24.7m Cu=145.1kPa
Remarque(s):													
Date de production 2022-02-01													

Nom du consultant: CIMA+		Nom du client : QSL		Page 3 de 5											
				RAPPORT DE FORAGE											
				Sondage N° TF-21-03											
PROFONDEUR (m)		STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS		GRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU (m)		INSTALLATION		ESSAIS			
PROF - pi	NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION	N, Nc ou RQD	COUPS/15cm						
▲ : N (pen. standard) ▲ : Nc (pen. dynamique) ● : Cu (laboratoire) ▽ : Cur (laboratoire) X : Cu (chantier) + : Cur (chantier) Wp w Wi 20 40 60 80															
26		Deviens moins malléable dans les cuillères à 28,96m.		CF-12			100	7	0-4-3-5				Att		
27														À 26.7m Cu=127.4kPa	
90															
28				TS-22			83								
29	95														À 28.7m Cu=133.3kPa
30				CF-13			100	3	0-1-2-2						AG
100															
31				TS-23			96								À 30.7m Cu=133.3kPa
32	105														
33															
110															
34		CF-14			100	3	0-1-2-2								
35	115														
36															
120															
37		CF-15			100	1	0-0-1-2						Sed		
38	125														
39													À 38.9m Cu=88.2kPa		
130															
40		TS-24			88								À 39.9m Cu=125.5kPa		
41	135														
Remarque(s):															
Date de production 2022-02-01															

Cima_Log_Cu.sty

Nom du consultant:

Nom du client :

QSL

Page 4 de 5

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° TF-21-03

PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION					
42													À 41.9m Cu=135.3kPa
140													
43					CF-16				100	3	0-0-3-3		Att
44													
145													À 43.9m Cu=145.1kPa
45													
150													
46					CF-17				100	3	0-0-3-4		
47													
155													
48													
160													
49					CF-18				100	3	0-0-3-3		W, AG, S
50													
165													
51													
170													
52					TS-25				83				
53													
175													
54													
180													
55					CF-19				100	4	0-0-4-4		Sed
56													
185													
57													

Remarque(s):

Date de production 2022-02-01

Cima_Log_Cu.sty

Nom du consultant: CIMA+		Nom du client : QSL					Page 5 de 5 RAPPORT DE FORAGE Sondage N° TF-21-03						
PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m)/PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION					
58	190												
		-54.81 58.52	Fin du forage.		CF-20			100	4	0-0-4-4			Att
59													
	195												
60													
	200												
61													
62													
	205												
63													
	210												
64													
65													
	215												
66													
	220												
67													
68													
	225												
69													
	230												
70													
71													
	235												
72													
Remarque(s):													
Date de production 2022-02-01													



QSL

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° TF-21-04

Nom du projet: **Étude géotechnique des sols**

Nom du requérant : **QSL**

Localisation civile : **11605, route 132, Sorel-Tracy**

Entrepreneur en forage : **Forage André Roy**

Type de foreuse **CME 55**

Diamètre du forage : **Diamètre du tubage: 76 mm**

Inclinaison : Azimut :

Exécuté par : J. Dufour

Diamètre du carottier:

Compilé par : **F. Voisine**

Vérifié par : **E. Charrois**

Coordonnées géodésiques (m)	X:	329998.7
-----------------------------	----	-----------------

MTM 8 (NAD83)	Y:	5095226.6
---------------	----	-----------

Z: 4.87

No. de projet : Q213012A

Plan de localisation No. :

Date du début du sondage : 2021-10-20

Profondeur du sondage : 22.87 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		TERMINOLOGIE		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		COMPACTITÉ		INDICE "N"		NIVEAU D'EAU	
CF	Cuillère fendue			% RQD	QUALIFICATIF			Très lâche	0-4		
CR	Échantillon par forage au diamant	"traces"	1-10%	<25	Très mauvais			Lâche	4-10		
EM	Manuel	"un peu"	10-20%	25-50	Mauvais			Compact	10-30	Date:	Date:
TA	Tarière	adjectif (...eux)	20-35%	50-75	Moyen			Dense	30-50	Prof. (m):	Prof. (m):
TE	Tube d'échantillonnage	"et"	35-50%	75-90	Bon			Très dense	>50		
TM	Tube à paroi mince			90-100	Excellent						
ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		SYMBOLES		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE		RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu)			
	Remanié	N: Indice de pénétration standard		Argile	< 0,002 mm	Très molle		<12 kPa			
	Intact (tube à paroi mince)	R: Refus (N > 100)		Silt	0,002 à 0,080 mm	Molle		12-25 kPa			
		P.M: Poids du marteau / 61 cm		Sable	0,080 à 5 mm	Ferme		25-50 kPa			
		R.Q.D: Indice de qualité du roc		Gravier	5 à 80 mm	Raide		50-100 kPa			
		% R.Q.D = Σ Carottes > 4 po. (10 cm)		Cailloux	80 à 300 mm	Très raide		100-200 kPa			
	Forage au diamant	longueur forée		Blocs	> 300mm	Dure		>200 kPa			

[illegible]

Remarque(s):

Nom du consultant:		Nom du client :		Page 2 de 2											
CIMA+		QSL		RAPPORT DE FORAGE											
				Sondage N° TF-21-04											
PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS				COUPS/15cm	GRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS		
		NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT		RÉCUPÉRATION	N, Nc ou RQD				▲ : N (pen. standard) △ : Nc (pen. dynamique) ● : Cu (laboratoire) ▽ : Cur (laboratoire) x : Cu (chantier) + : Cur (chantier) Wp w Wi 20 40 60 80	
35		-5.80 10.67	Silt, argileux à un peu d'argile, traces de sable, saturé, gris.												
11				CF-01		B	79	11	2-5-6-5						
12				CF-02		B	100	3	3-2-1-1					Wn, AG, S	
40				CF-03		B	100	4	2-2-2-3						
13				CF-04		B	54	3	1-1-2-1					Wn, AG, S	
45				CF-05		B	100	2	1-1-1-1						
14				CF-06		B	100	2	1-1-1-1						
15				CF-07		B	100	5	1-1-4-3					Wn, AG, S	
50				CF-08		B	100	8	1-5-3-5						
16															
17															
18				CF-09		B	100	1	1-0-1-1 1/12"				Att		
19		-14.34 19.21	Silt et argile, traces de sable, saturé, gris.												
60				CF-10		B	100	6	1-3-3-1					Att	
20															
21				SH-11		2"	100								
70															
22															
23		-18.00 22.87	Fin du forage.	SH-12		2"	100						Wn, AG, S, Cu, Cur		
75															
24															
25															
80															
25															

Remarque(s):

Date de production 2022-02-01

Remarque(s):



QSL

RAPPORT DE FORAGE

Sondage N° TF-21-05

Nom du projet: **Étude géotechnique des sols**

Nom du requérant : **QSL**

Localisation civile : **11605, route 132, Sorel-Tracy**

Entrepreneur en forage : **Forage André Roy**

Type de foreuse **CME 55**

Diamètre du forage : **Diamètre du tubage: 76 mm**

Inclinaison : Azimut :

Exécuté par : J. Dufour

Diamètre du carottier:

Compilé par : **F. Voisine**

Vérifié par : **E. Charrois**

Coordonnées géodésiques (m)	X:	330036.8
-----------------------------	----	-----------------

MTM 8 (NAD83)	Y:	5095183.4
---------------	----	-----------

Z: 3.20

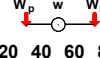
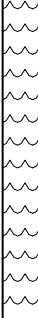
No. de projet : Q213012A

Plan de localisation No. :

Date du début du sondage : 2021-10-17

Profondeur du sondage : 57.02 m

TYPE D'ÉCHANTILLON		TERMINOLOGIE		INDICE DE QUALITÉ DU ROC		COMPACTITÉ	INDICE "N"	NIVEAU D'EAU	
CF	Cuillère fendue			% RQD	QUALIFICATIF	Très lâche	0-4	Date: _____ Prof. (m): _____	Date: _____ Prof. (m): _____
CR	Échantillon par forage au diamant	"traces"	1-10%	<25	Très mauvais	Lâche	4-10		
EM	Manuel	"un peu"	10-20%	25-50	Mauvais	Compact	10-30		
TA	Tarière	adjectif (...eux)	20-35%	50-75	Moyen	Dense	30-50		
TE	Tube d'échantillonnage	"et"	35-50%	75-90	Bon	Très dense	>50		
TM	Tube à paroi mince			90-100	Excellent				
ÉTAT DE L'ÉCHANTILLON		SYMBOLES		CLASSIFICATION DES SOLS		CONSISTANCE		RÉSISTANCE AU CISAILEMENT (Cu)	
	Remanié	N: Indice de pénétration standard R: Refus (N > 100)		Argile < 0,002 mm		Très molle		<12 kPa	
	Intact (tube à paroi mince)	P.M: Poids du marteau / 61 cm		Silt 0,002 à 0,080 mm		Molle		12-25 kPa	
	R.Q.D: Indice de qualité du roc	R.Q.D: Poids du marteau / 61 cm		Sable 0,080 à 5 mm		Ferme		25-50 kPa	
	Perdu	R.Q.D: Indice de qualité du roc		Gravier 5 à 80 mm		Raide		50-100 kPa	
	Forage au diamant	R.Q.D: Σ Carottes > 4 po. (10 cm) longueur forée		Cailloux 80 à 300 mm		Très raide		100-200 kPa	
				Blocs > 300mm		Dure		>200 kPa	

		STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS						GRAPHIQUE		NIVEAU D'EAU (m)		INSTALLATION		ESSAIS	
PROFONDEUR (m)	PROF - pi	NIVEAU (m)/ PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION	N, Nc ou RQD	COUPS/15cm	▲ : N (pen. standard) △ : Nc (pen. dynamique) ● : Cu (laboratoire) ▽ : Cur (laboratoire) × : Cu (chantier) + : Cur (chantier) 	20 40 60 80					
		3.20 0.00	Niveau Eau.														
1					CF-01		N	100	0	0-0-0-0 PDM	▲	◎				Wn, AG, S	
2	5				CF-02		B	100	0	0-0-0-0 PDM	▲						
3					CF-03		B	33	1	0-0-1-1 1/12"	▲						
4	10				CF-04		B	17	3	0-1-2-2	▲						
5					CF-05		B	29	3	0-1-1-2 PDM	▲	◎				Wn, AG, S	
6	15				CF-06		B	33	5	0-2-3-1	▲						
7		-3.81	Silt et sable à sable et silt, traces d'argile et gravier, très lâche, gris Présence de morceaux de bois à 8.00m.		CF-07		B	83	3	2-2-1-1	▲						
8	20	7.01			CF-08		B	50	1	1-1-0-1	▲						
9	25				CF-09		B	100	2	1-1-1-2	▲						
10	30																
11	35																
12	40																
13	45																
14		-11.43			CF-10		B	50	0	1-0-0-1 1/18'	▲	◎				Wn, AG, S	
15	50	14.63	Silt, traces de sable et argile, saturé, très lâche, gris.		CF-11		B	33	7	2-3-4-2	▲						
16																	
17	55				CF-12		B	100	2	1-1-1-1	▲	◎				Att	
18	60																
19		-16.00															
		19.20	Argile et silt, traces de sable,		CF-13		B	100	5	2-2-3-2	▲	◎				Att	

Remarque(s):

Nom du consultant: CIMA+		Nom du client : QSL					Page 3 de 3 RAPPORT DE FORAGE Sondage N° TF-21-05						
PROFONDEUR (m)	PROF - pi	STRATIGRAPHIE		ÉCHANTILLONS					COUPS/15cm	GRAPHIQUE	NIVEAU D'EAU (m)	INSTALLATION	ESSAIS
		NIVEAU (m)/PROFONDEUR	DESCRIPTION DU SOL ET DU ROC	SYMBOLES	TYPE NO	SOUS - ÉCH.	ÉTAT	RÉCUPÉRATION					
52 170													
53 175					CF-22		B	100	7	0-2-5-5			Att
54													
55 180													
56													
57 185					CF-23		B	100	7	1-2-5-4			Att
58			Fin du forage à 57.01m.										
59													
60 195													
61													
62 200													
63													
64 205													
65													
66 210													
67													
68 215													
69													
70 220													
71													
72 225													
73													
74 230													
75													
76 235													
77													
78 240													
79													
80 245													
81													
82 250													
83													
84 255													
85													
86 260													
87													
88 265													
89													
90 270													
Remarque(s):													
Date de production 2022-02-03													

D

Annexe D Résultats des essais de laboratoire

Projet:	Q213012A	Projet # :	LC-21-0027-00
Client	CIMA+ S.E.N.C.	Client #:	CIMA101
Extrait le:	2021-11-30	Forage :	TF-21-04
Extrait par:	JCM	Éch. # :	SH-12
N° lab. :	245924	Profondeur :	0,00 - 0,56 m *

Longueur (m)	Profondeur (m)	Description visuelle	W (%)	Limite d'Atterberg	Consolidation	Cône suedois	Autres	Parties conservées	Profondeur (m)
HAUT	0,00	Pour l'ensemble du tube (0,00 - 0,56 m *)					rejet		0,00
	0,10	Structure homogène, silt argileux gris foncé. Charte de Munsell (2,5y ; 4/1). Présence d'oxydation à l'extérieur du tube. Consistance apparente ferme.						5	0,06
	0,20							4	0,14
	0,30					3			0,24
	0,40	Longueur de récupération: 560 mm	T.E. , A.G. , Sédim						0,34
	0,50							1	0,44
	0,60						rejet		0,54 0,56
BAS		<i>*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m</i>							

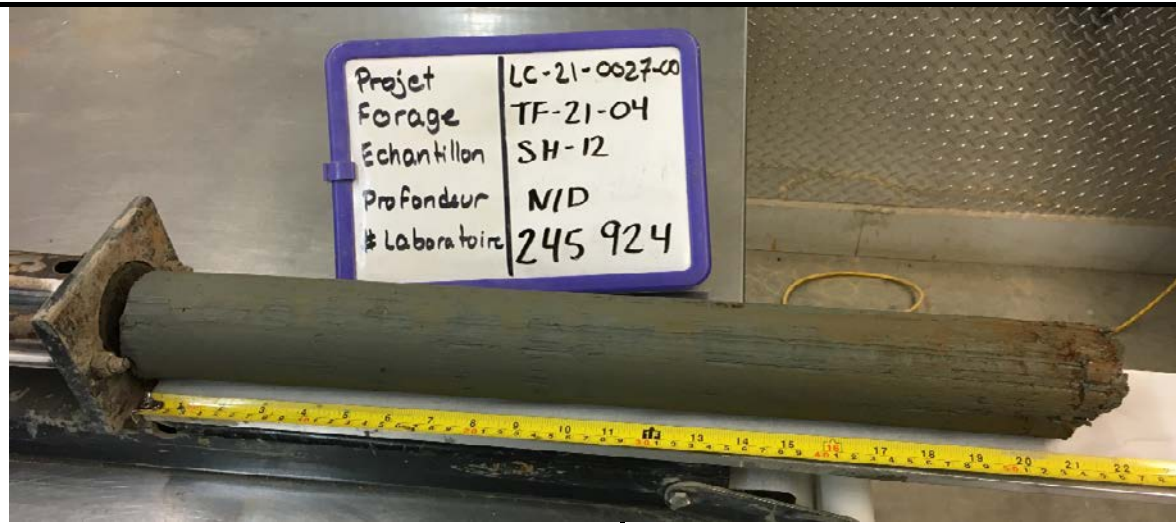
Approuvé par:

Caroline Croteau-Malo

Date:

2021-12-08

Client : CIMA+
 Projet : Essai en laboratoire - Année 2021 (projet client Q213012A)



Photographie n° 1: Vue générale (560mm)
 Échantillon # 245 924 / TF-21-04 SH-12



Photographie n° 2 : Extrémité du haut, présence d'oxydation
 Échantillon # 245 924 / TF-21-04 SH-12



Photographie n° 3 : Sous sections, structure homogène
 Échantillon # 245 924 / TF-21-04 SH-12

Caroline C. Malo

Préparé par : Carlane Croteau-Malo

Date : 2021-12-11

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-11

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 924	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	le client	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-11	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-04 SH-12	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	98,8		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	40,8		
Résistance au cisaillement au pénétromètre à cône / BNQ 2501-110		Voir rapport		
Extraction (tube), description visuelle et entreposage / ASTM D2488		Voir rapport		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Carolane C. Malo
Carolane Croteau-Malo

Date : 2021-12-11

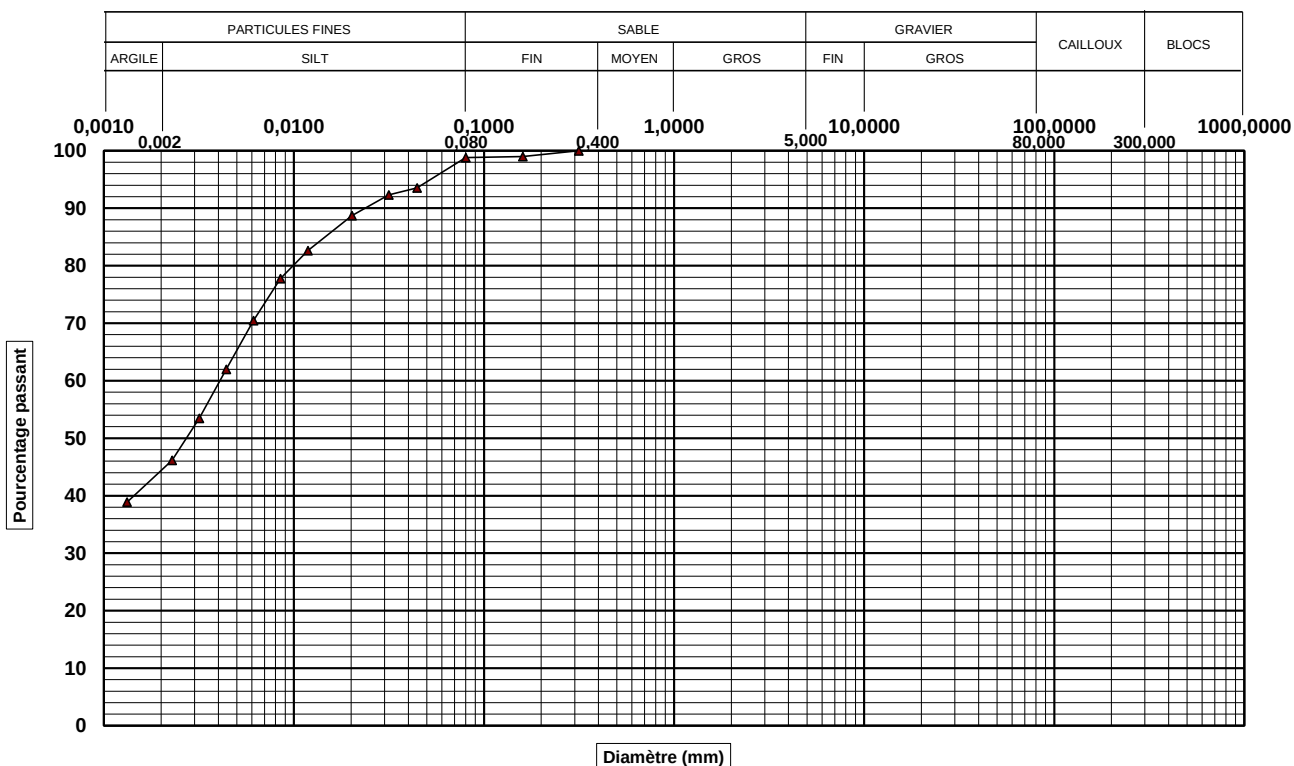


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA+ S.E.N.C.	N° Dossier : LC-21-0027-00
PROJET	Essai laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client: Q213012A	N° LAB.: 245924



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
44,0	54,8	1,2	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,004	N/A	N/A	40,8

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0202	89
56,00	100	1,250	100	0,0118	83
40,00	100	0,630	100	0,0085	78
31,50	100	0,315	100	0,0061	70
20,00	100	0,160	99	0,0044	62
14,00	100	0,080	99	0,0032	53
10,00	100	0,044	94	0,0023	46
5,00	100	0,032	92	0,0013	39

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-04 SH-12
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt et argile, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-12-12



Protocole de laboratoire

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : CIMA+ S.E.N.C.

N/D : LC-21-0027-00

Projet : Essai laboratoire - Année 2021

Profondeur : 0,24 - 0,34 m*

Lieu : Projet client Q213012A

N° Labo. : 245924

Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité S_t
Intact	7,92	7,75	8,26	8,32	8,52	8,15	58,98	8,65
Remanié	5,12	5,16	4,97			5,09	6,82	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 \cdot K \cdot (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

K (30°) = 0,1

K (60°) = 0,03

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

Remarques : *** Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : TF-21-04 SH-12 (0,00 - 0,56 m*)

Longueur de récupération : 560

Teneur en eau (intact) : 38,50%

Teneur en eau (remanié) : 41,20%

Date : 2021-12-14

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Approuvé par : Carolane Croteau-Malo

Projet:	Q213012A	Projet # :	LC-21-0027-00
Client	CIMA+ S.E.N.C.	Client #:	CIMA101
Extrait le:	2021-12-06	Forage :	TF-21-05
Extrait par:	JCM	Éch. # :	SH-14
N° lab. :	246927	Profondeur :	0,00 - 0,61 m *

Longueur (m)	Profondeur (m)	Description visuelle	W (%)	Limite d'Atterberg	Consolidation	Cône suedois	Autres	Parties conservées	Profondeur (m)
HAUT	0,00	Rejet du haut (0,0 - 0,09 m*)					rejet		0,00
	0,10	Présence de lits de sable sur les pourtours du tube ainsi que de gravier.					descr.	5	0,06 0,09
	0,20	Ensemble du tube (0,09 - 0,59 m*)						4	0,19
	0,30	Structure homogène, argile silteuse grise foncée. Charte de Munsell (2,5y ; 4/2). Présence d'oxydation à l'extérieur du tube.				3			0,29
	0,40	Consistance apparente raide. Récupération 620 mm						2	0,39
	0,50	Entre 0,09 - 0,29 m*						1	0,49
	0,60	Présence de nodules de silt et possiblement sable.					rejet		0,59 0,62
	0,70	Entre 0,49 - 0,59 m*							
		Fissure probablement causé par lit de silt.							
BAS		<i>*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m</i>							

Approuvé par:

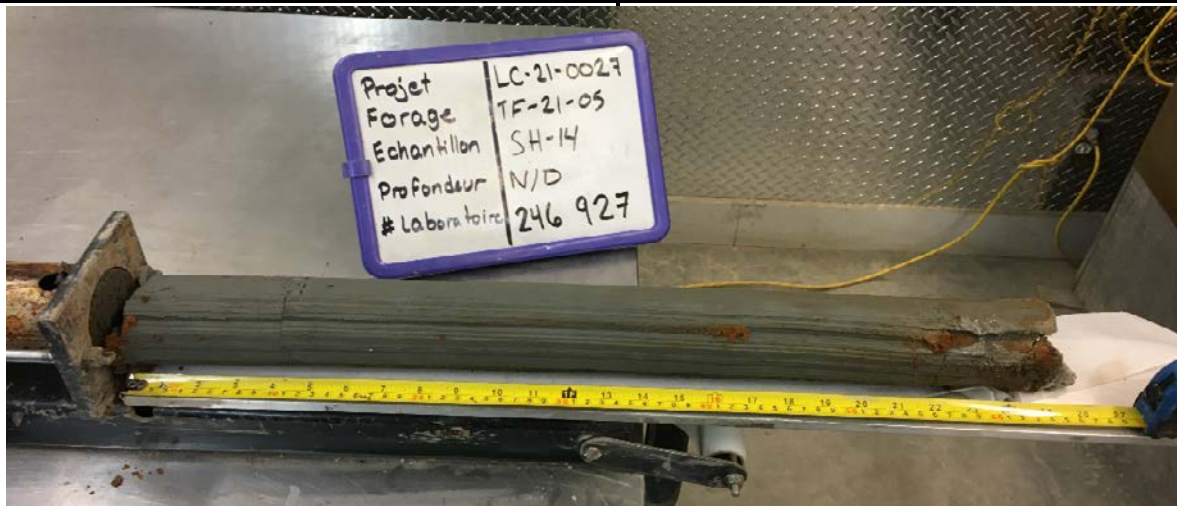
Caroline Croteau-Malo

Date:

2021-12-08

Client : CIMA+

Projet : Essai en laboratoire - Année 2021 (projet client Q213012A)



Photographie n° 1: Vue générale (630mm)
Échantillon # 246 927 / TF-21-05 SH-14



Photographie n° 2 : Présence de nodules
Échantillon # 246 927 / TF-21-05 SH-14



Photographie n° 3 : Sous sections, structure homogène, lit de silt à 0,49 - 0,59 m *
Échantillon # 246 927 / TF-21-05 SH-14

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Date : 2021-12-11



Protocole de laboratoire

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : CIMA+ S.E.N.C.

N/D : LC-21-0027-00

Projet : Essai laboratoire - Année 2021

Profondeur : 0,29 - 0,39 m*

Lieu : Projet client Q213012A

N° Labo. : 246927

Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité S_t
Intact	7,16	6,97	6,98	6,96	7,17	7,05	78,84	13,04
Remanié	5,49	5,47	5,24			5,40	6,04	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 \cdot K \cdot (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

K (30°) = 0,1

K (60°) = 0,03

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

Remarques : *** Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : TF-21-05 SH-14 (0,00 - 0,61 m*)

Longueur de récupération : 630 mm

Teneur en eau (intact) : 47,06%

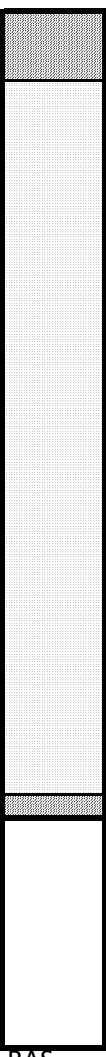
Teneur en eau (remanié) : 34,67%

Date : 2021-12-12

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Approuvé par : Carolane Croteau-Malo

Projet:	Q213012A	Projet # :	LC-21-0027-00
Client	CIMA+ S.E.N.C.	Client #:	CIMA101
Extrait le:	2121-12-06	Forage :	TF-21-05
Extrait par:	JCM	Éch. # :	SH-17
N° lab. :	246928	Profondeur :	0,00 - 0,70 m *

	Longueur (m)	Profondeur (m)	Description visuelle	W (%)	Limite d'Atterberg	Consolidation	Cône suédois	Autres	Parties conservées	Profondeur (m)
HAUT  BAS		0,00	Ensemble du tube (0,00 - 0,70 m*)					rejet		0,00
								descr		0,06
		0,10							6	0,08
			Structure homogène, silt argileux gris foncé. Charte de Munsell (2,5y ; 4/2). Présence d'oxydation à l'extérieur du tube. Consistance apparente raide.							
		0,20							5	0,18
		0,30							4	0,28
		0,40	Longueur de récupération: 700 mm				3			0,38
		0,50							2	0,48
		0,60							1	0,58
		0,70								0,68
										0,70
*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m										

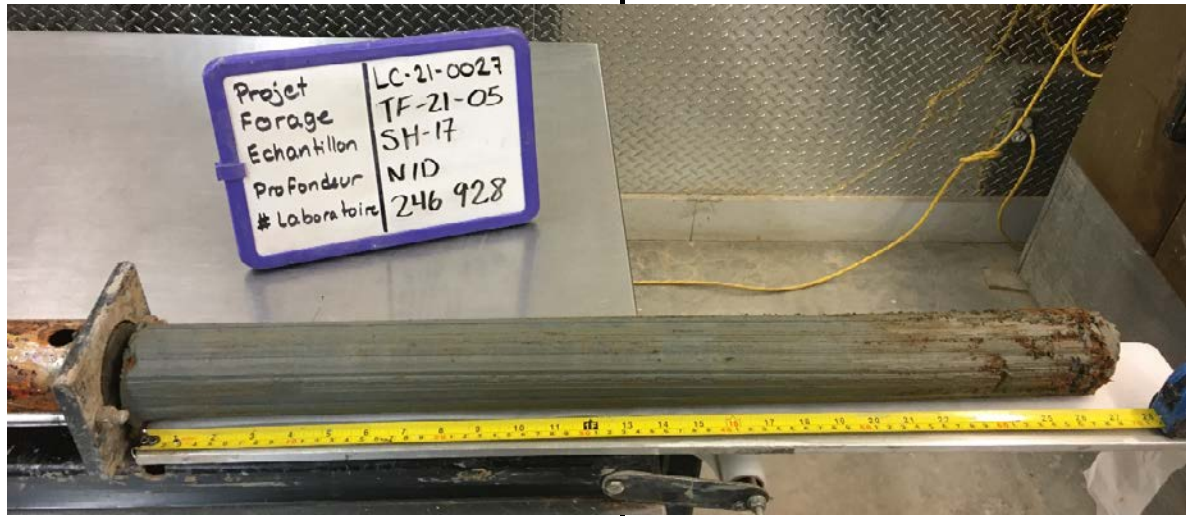
Approuvé par:

Caroline Croteau-Malo

Date:

2021-12-11

Client : CIMA+
 Projet : Essai en laboratoire - Année 2021 (projet client Q213012A)



Photographie n° 1: Vue générale (7000mm)
 Échantillon # 246 928 / TF-21-05 SH-17



Photographie n° 2 : Extrémité du haut, présence d'oxydation
 Échantillon # 246 928 / TF-21-05 SH-17



Photographie n° 3 : Présence d'oxydation
 Échantillon # 246 928 / TF-21-05 SH-17



Photographie n° 4 : Sous sections, structure homogène
 Échantillon # 246 928 / TF-21-05 SH-17

Préparé par : *Caroline Croteau-Malo*
 Caroline Croteau-Malo

Date : 2021-12-11



Protocole de laboratoire

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : CIMA+ S.E.N.C.

N/D : LC-21-0027-00

Projet : Essai laboratoire - Année 2021

Profondeur : 0,38 - 0,48 m*

Lieu : Projet client Q213012A

N° Labo. : 246928

Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité S_t
Intact	8,67	7,71	7,96	7,92	8,39	8,13	59,30	5,52
Remanié	4,14	3,99	4,02			4,05	10,74	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 \cdot K \cdot (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

K (30°) = 0,1

K (60°) = 0,03

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

Remarques : *** Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : TF-21-05 SH-17 (0,00 - 0,70 m*)

Longueur de récupération : 700 mm

Teneur en eau (intact) : 53,57%

Teneur en eau (remanié) : 52,76%

Date : 2021-12-12

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Approuvé par : Carolane Croteau-Malo

Projet:	Q213012A	Projet # :	LC-21-0027-00
Client	CIMA+ S.E.N.C.	Client #:	CIMA101
Extrait le:	2021-12-06	Forage :	TF-21-05
Extrait par:	JCM	Éch. # :	SH-19
N° lab. :	246929	Profondeur :	0,00 - 0,65 m *

Longueur (m)	Profondeur (m)	Description visuelle	W (%)	Limite d'Atterberg	Consolidation	Cône suedois	Autres	Parties conservées	Profondeur (m)
HAUT	0,00	Ensemble du tube (0,00 - 0,65 m*)							0,00
	0,10	Structure homogène, argile silteuse grise. Charte de Munsell (2,5y ; 4/1). Consistance apparente raide.						6	0,06
	0,20							5	0,13
	0,30	Entre 0,06 - 0,23 m*						4	0,23
	0,40	Présence d'oxydation à l'intérieur du tube. (voir photo)				3			0,33
	0,50	Longueur de récupération: 650 mm						2	0,43
	0,60								0,53
	0,70							rejet	0,63
BAS									0,65
*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m									

Approuvé par:

Date:

Caroline Croteau-Malo

2021-12-11

Client : CIMA+
 Projet : Essai en laboratoire - Année 2021 (projet client Q213012A)



Photographie n° 1: Vue générale (650mm)
 Échantillon # 246 924 / TF-21-05 SH-19



Photographie n° 2 & 3 : Présence d'oxydation
 Échantillon # 246 924 / TF-21-05 SH-19



Photographie n° 4 : Sous sections, structure homogène
 Échantillon # 246 924 / TF-21-05 SH-19

Caroline Croteau-Malo

Préparé par : Caroline Croteau-Malo

Date : 2021-12-11



Protocole de laboratoire

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : CIMA+ S.E.N.C.

N/D : LC-21-0027-00

Projet : Essai laboratoire - Année 2021

Profondeur : 0,33 - 0,43 m*

Lieu : Projet client Q213012A

N° Labo. : 246929

Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité S_t
Intact	7,84	7,09	7,86	7,33	7,62	7,55	68,78	5,79
Remanié	3,76	3,93	3,88			3,85	11,87	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 \cdot K \cdot (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

K (30°) = 0,1

K (60°) = 0,03

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

Remarques : *** Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : TF-21-05 SH-18 (0,00 - 0,65 m*)

Longueur de récupération : 650 mm

Teneur en eau (intact) : 50,96%

Teneur en eau (remanié) : 50,49%

Date : 2021-12-12

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Approuvé par : Caroline Croteau-Malo

Projet:	Q213012A	Projet # :	LC-21-0027-00
Client	CIMA+ S.E.N.C.	Client #:	CIMA101
Extrait le:	2021-12-07	Forage :	TF-21-05
Extrait par:	JCM	Éch. # :	SH-21
N° lab. :	246930	Profondeur :	0,00 - 0,58 m *

Longueur (m)	Profondeur (m)	Description visuelle	W (%)	Limite d'Atterberg	Consolidation	Cône suédois	Autres	Parties conservées	Profondeur (m)
HAUT	0,00	Ensemble du tube (0,00 - 0,58 m*)					rejet		0,00
	0,10	Structure homogène, argile silteuse grise. Charte de Munsell (5y ; 4/1). Consistance apparente raide.						5	0,06
	0,20					4			0,16
	0,30	Entre 0,06 - 0,16 m*						3	0,26
	0,40	Présence d'oxydation à l'extérieur ainsi qu'à l'intérieur du tube.						2	0,36
	0,50	Entre 0,26 - 0,26 m*						1	0,46
	0,60	Il y a une fissure qui a sectionné le tube en deux, probablement causé par le lit de sable. (voir photo)					rejet		0,56 0,58
		Longueur de récupération: 580 mm							
		<i>*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m</i>							
BAS									

Approuvé par:

Caroline Croteau-Malo

Date:

2021-12-11

Client : CIMA+

Projet : Essai en laboratoire - Année 2021 (projet client Q213012A)



Photographie n° 1: Vue générale (580mm)
Échantillon # 246 930 / TF-21-05 SH-21



Photographie n° 2 : Présence d'une fissure (0,26 - 0,36 m*)
Échantillon # 246 930 / TF-21-05 SH-21



Photographie n° 3 : Lit de sable (0,26 - 0,36 m*)
Échantillon # 246 930 / TF-21-05 SH-21



Photographie n° 4 : Sous sections, structure homogène (sauf lit de sable)
Échantillon # 246 930 / TF-21-05 SH-21

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Date : 2021-12-11



Protocole de laboratoire

RÉSISTANCE AU CISAILLEMENT - PÉNÉTROMÈTRE À CÔNE SUÉDOIS

B.N.Q. 2501-110

Client : CIMA+ S.E.N.C.

N/D : LC-21-0027-00

Projet : Essai laboratoire - Année 2021

Profondeur : 0,16 - 0,26 m*

Lieu : Projet client Q213012A

N° Labo. : 246930

Tableau des données

Échantillon	Pénétration obtenue (mm)					Pénétration moyenne (P)	Cisaillement Cu et Cur (kPa)	Sensibilité S_t
Intact	8,07	7,66	7,69	7,86	7,94	7,84	63,71	6,61
Remanié	4,37	4,17	4,29			4,28	9,64	

$$S_t = Cu / Cur$$

$$Cu = 98 \cdot K \cdot (Q) / (P^2)$$

où

K : coefficient dépendant de l'angle l'angle bêta du cône

K (30°) = 0,1

K (60°) = 0,03

Q : masse du cône en grammes

P : profondeur moyenne de pénétration du cône dans l'argile en (mm)

Remarques : *** Le prélèvement, le transport et la manipulation du tube Shelby ont été effectués par le client. Les échantillons peuvent avoir été altérés par la manutention. Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Identification du client : TF-21-05 SH-21 (0,00 - 0,58 m*)

Longueur de récupération : 580 mm

Teneur en eau (intact) : 48,95%

Teneur en eau (remanié) : 51,04%

Date : 2021-12-12

*Les profondeurs n'étaient pas inscrites sur le tube Shelby donc nous avons considéré le début à 0 m

Approuvé par : Carolane Croteau-Malo

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	Client :	CIMA + S.E.N.C.
Projet # :	LC21002700	Client # :	CIMA101
V/D :		Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
Nº de lab. :	245 243	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-01 CF3	14 mm	100		
		10 mm	100		
		5 mm	100		
Épaisseur de la couche :		2.5 mm	100		
Usage :		1.25 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	95,7		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	21		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

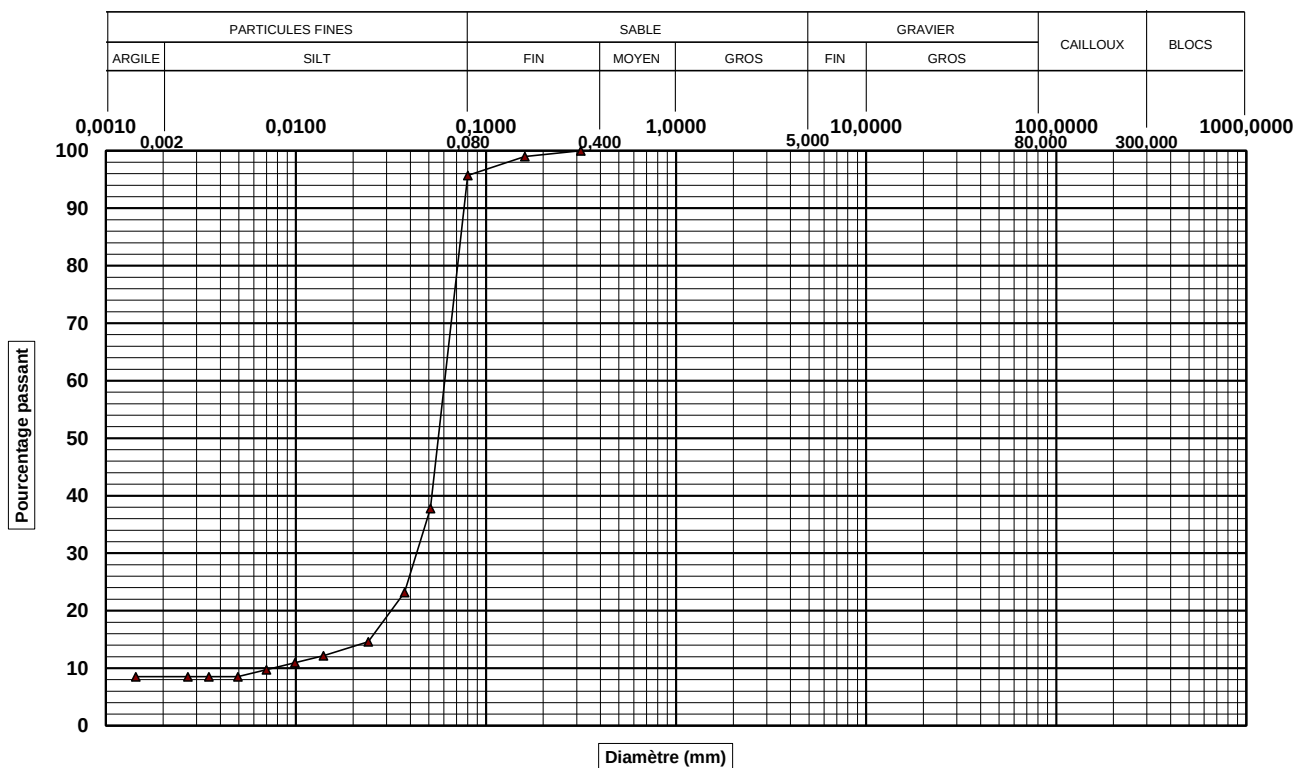


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245243



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
8,5	87,2	4,3	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
0,00758	0,0436	0,062	8,19	4,05	21,0

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0240	15
56,00	100	1,250	100	0,0139	12
40,00	100	0,630	100	0,0099	11
31,50	100	0,315	100	0,0070	10
20,00	100	0,160	99	0,0049	9
14,00	100	0,080	96	0,0035	9
10,00	100	0,051	38	0,0027	9
5,00	100	0,037	23	0,0014	9

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-01 CF3
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, traces d'argile et de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane C. Malo **Date** 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 245	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-01 CF6	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	98		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	97		
		1.25 mm	95		
		0.630 mm	94		
		0.315 mm	93		
		0.160 mm	90		
		0.080 mm	86,9		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	22,1		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fautoux
Valérie Fautoux

Date : 2021-11-12

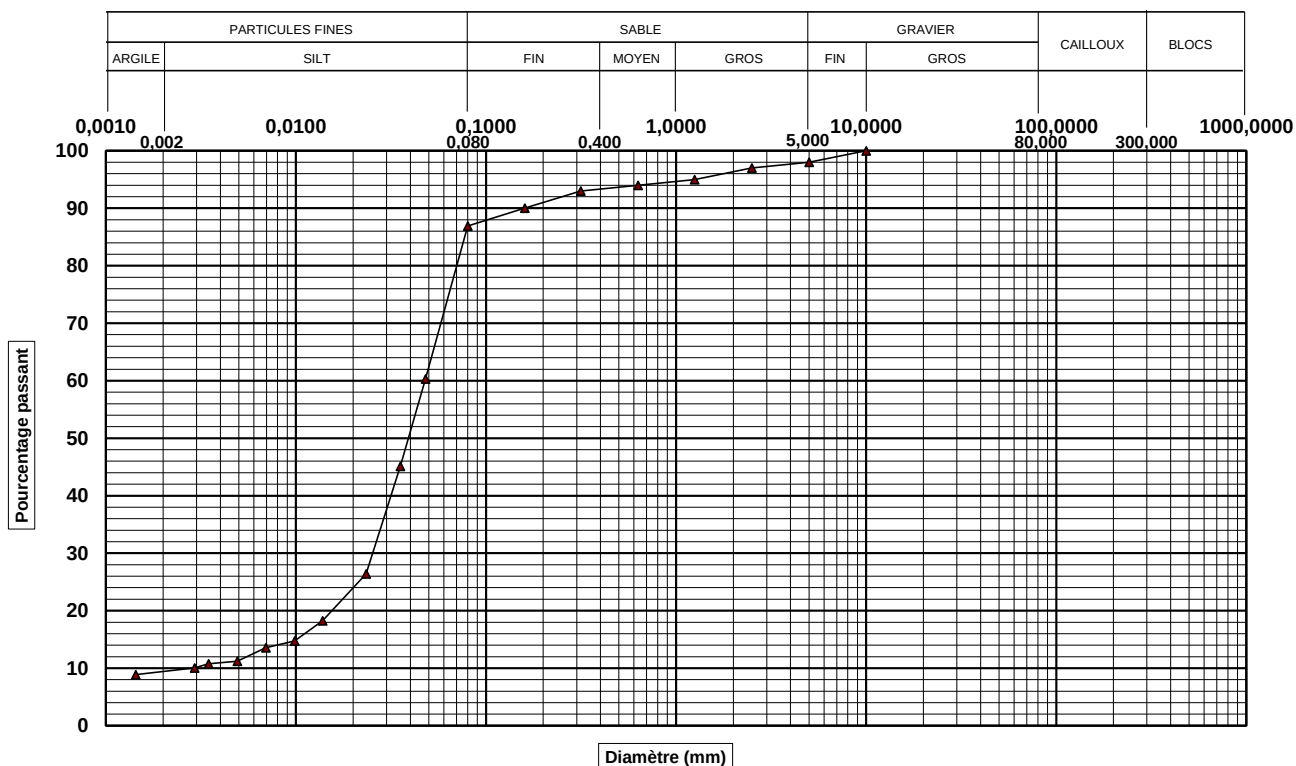


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245245



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
9,3	77,6	11,1	2,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
0,00286	0,0257	0,048	16,73	4,84	22,1

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	97	0,0234	26
56,00	100	1,250	95	0,0138	18
40,00	100	0,630	94	0,0098	15
31,50	100	0,315	93	0,0069	14
20,00	100	0,160	90	0,0049	11
14,00	100	0,080	87	0,0035	11
10,00	100	0,048	60	0,0029	10
5,00	98	0,035	45	0,0014	9

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-01 CF6
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, un peu de sable, traces d'argile et de gravier	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau

Date 2021-11-26

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # :	LC21002700
V/D :	

Client :	CIMA + S.E.N.C.
Client # :	CIMA101
Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 246	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-01 CF9	14 mm	100		
		10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	97,8		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	36,7		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

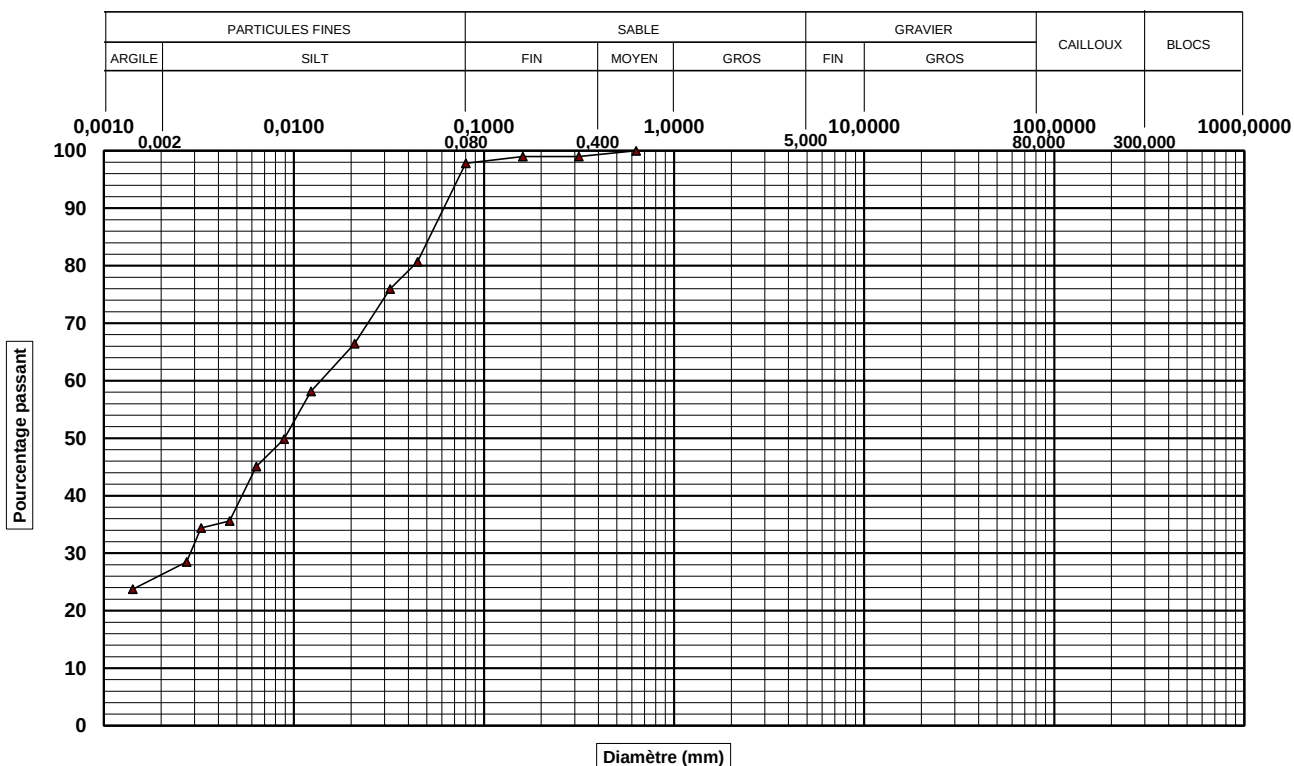


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245246



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
25,8	72,0	2,2	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,0029	0,014	N/A	N/A	36,7

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0208	66
56,00	100	1,250	100	0,0123	58
40,00	100	0,630	100	0,0089	50
31,50	100	0,315	99	0,0063	45
20,00	100	0,160	99	0,0046	36
14,00	100	0,080	98	0,0032	34
10,00	100	0,045	81	0,0027	28
5,00	100	0,032	76	0,0014	24

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-01 CF9
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt argileux, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane C. Croteau

Date 2021-11-26

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # :	LC21002700
V/D :	

Client :	CIMA + S.E.N.C.
Client # :	CIMA101
Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 247	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-01 CF11	14 mm	100		
		10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	99,1		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	56,4		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

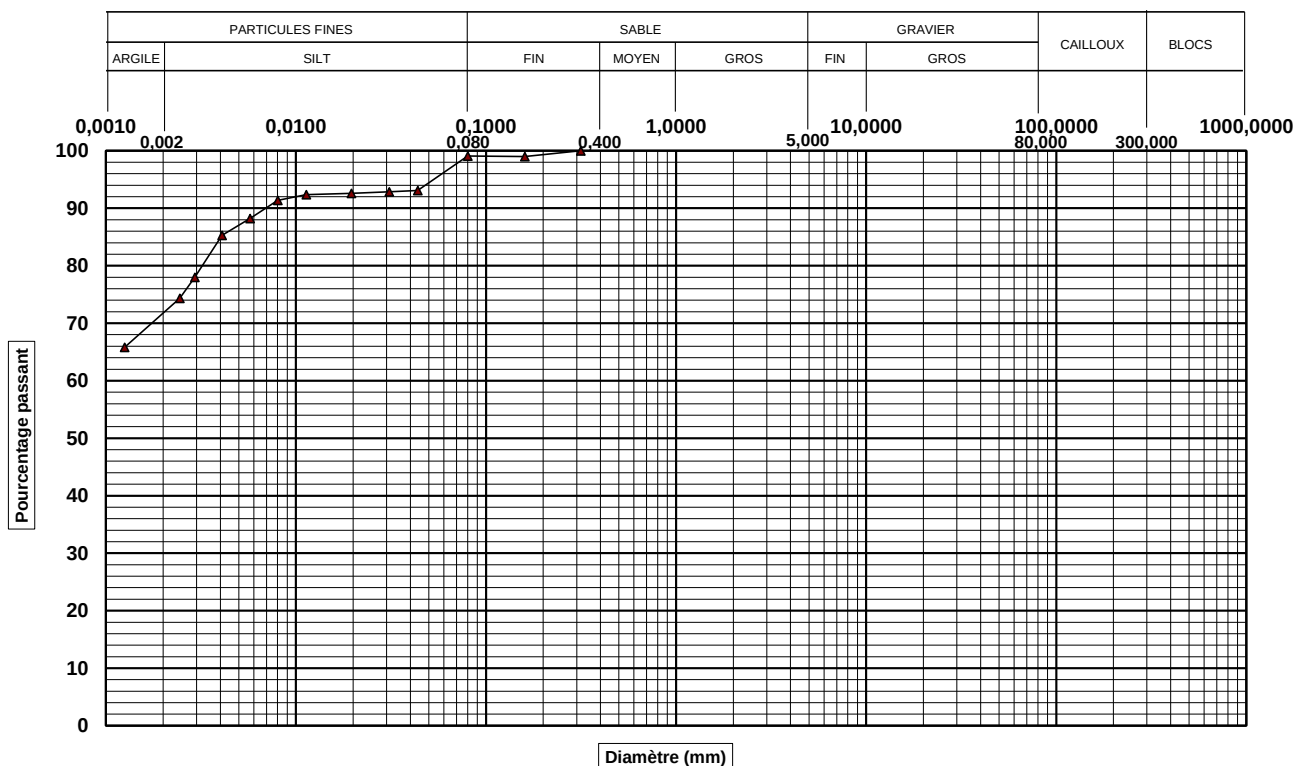


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245247



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
71,1	28,0	0,9	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	56,4

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0196	93
56,00	100	1,250	100	0,0113	92
40,00	100	0,630	100	0,0080	91
31,50	100	0,315	100	0,0057	88
20,00	100	0,160	99	0,0041	85
14,00	100	0,080	99	0,0029	78
10,00	100	0,044	93	0,0024	74
5,00	100	0,031	93	0,0013	66

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-01 CF11
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile silteuse, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau Date 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 248	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-01 CF13	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	97,9		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	50,7		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fautoux
Valérie Fautoux

Date : 2021-11-12

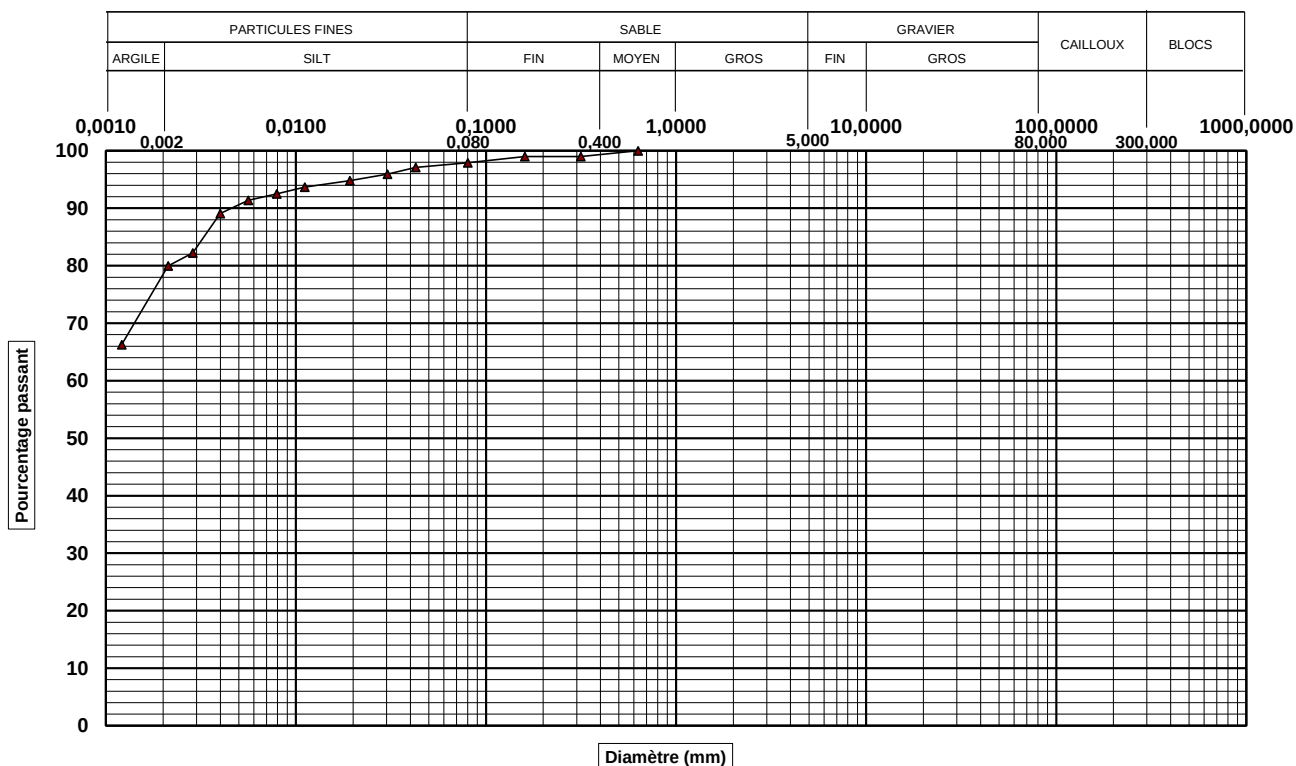


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245248



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
78,1	19,8	2,1	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	50,7

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0192	95
56,00	100	1,250	100	0,0111	94
40,00	100	0,630	100	0,0079	93
31,50	100	0,315	99	0,0056	91
20,00	100	0,160	99	0,0040	89
14,00	100	0,080	98	0,0029	82
10,00	100	0,043	97	0,0021	80
5,00	100	0,030	96	0,0012	66

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-01 CF13
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile silteuse, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 249	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-01 CF17	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	98,7		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	49,5		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

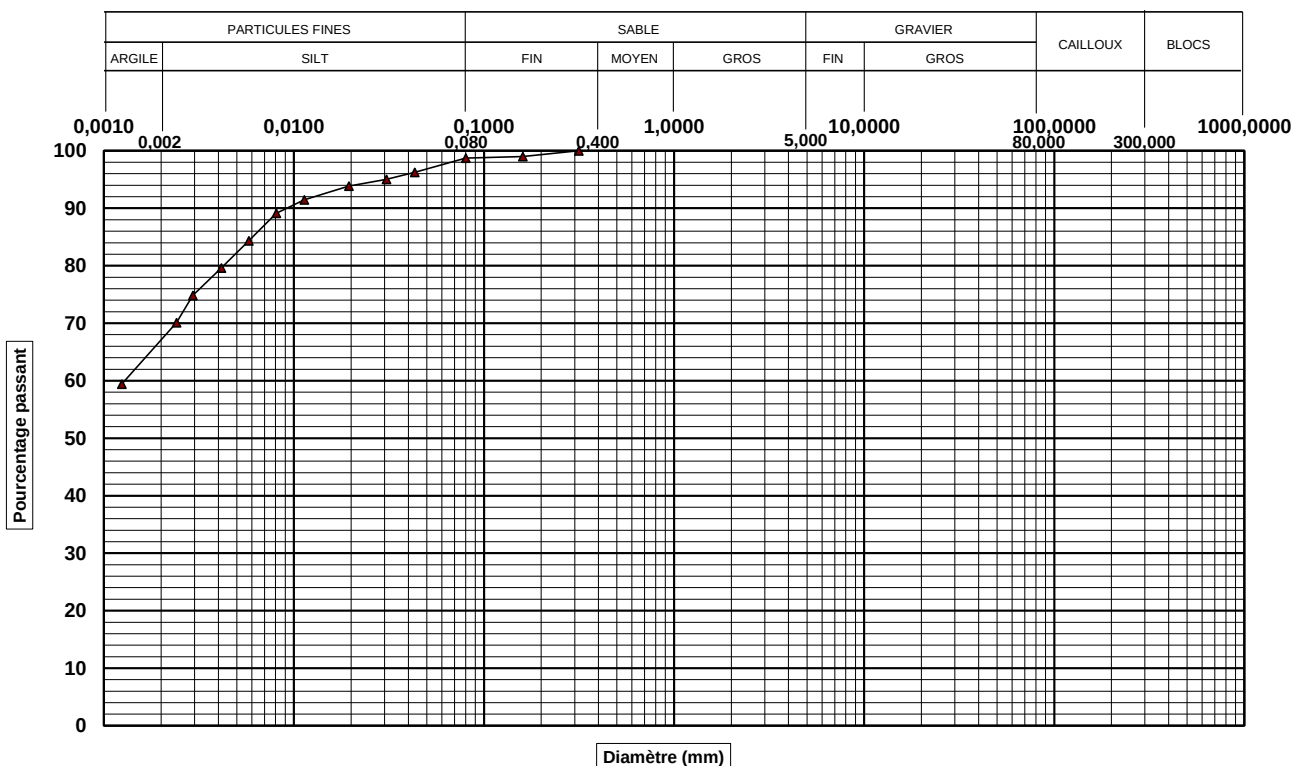


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245249



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
66,4	32,3	1,3	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,001	N/A	N/A	49,5

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0194	94
56,00	100	1,250	100	0,0113	91
40,00	100	0,630	100	0,0081	89
31,50	100	0,315	100	0,0058	84
20,00	100	0,160	99	0,0042	80
14,00	100	0,080	99	0,0029	75
10,00	100	0,043	96	0,0024	70
5,00	100	0,031	95	0,0012	59

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-01 CF17
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile silteuse, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 252	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-03 CF4	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	99		
		0.315 mm	98		
		0.160 mm	95		
		0.080 mm	87,5		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	23		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

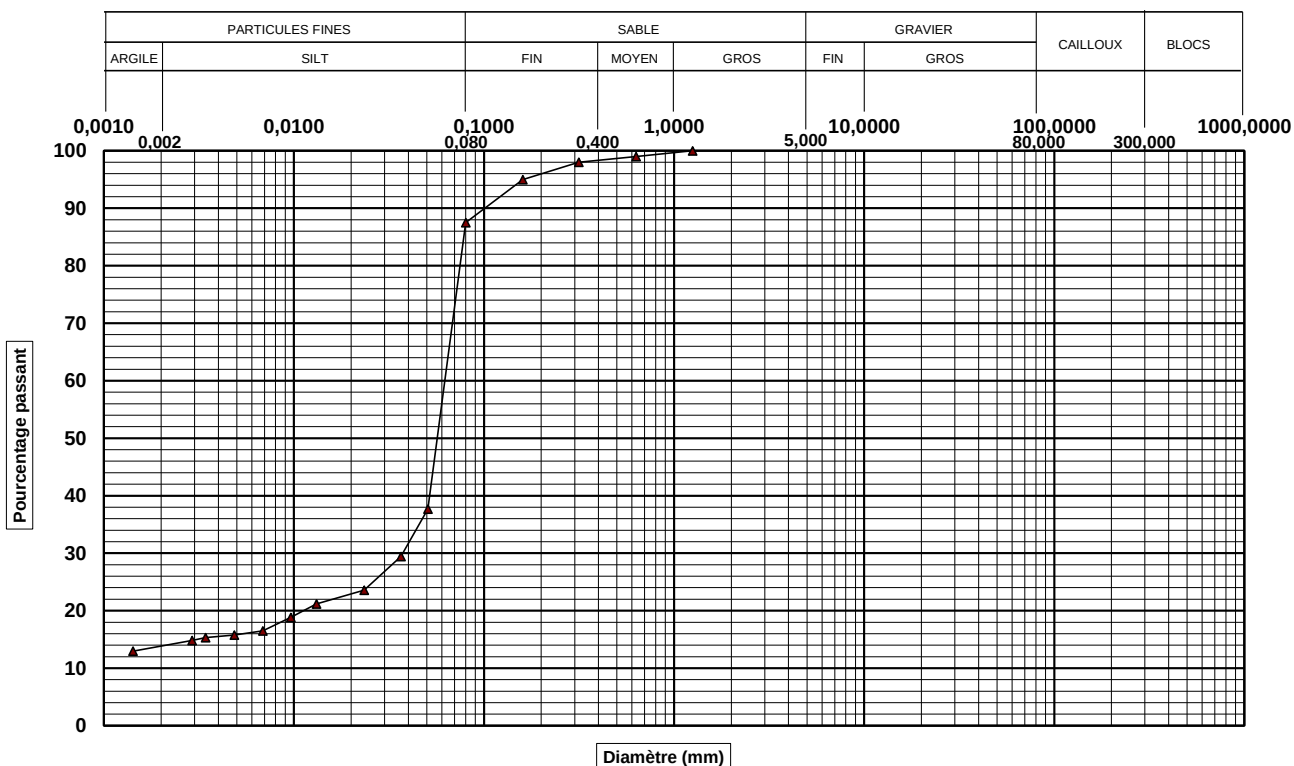


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245252



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
13,7	73,8	12,5	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,0374	0,064	N/A	N/A	23,0

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0234	24
56,00	100	1,250	100	0,0131	21
40,00	100	0,630	99	0,0096	19
31,50	100	0,315	98	0,0068	16
20,00	100	0,160	95	0,0048	16
14,00	100	0,080	88	0,0034	15
10,00	100	0,051	38	0,0029	15
5,00	100	0,036	29	0,0014	13

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-03 CF4
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, un peu d'argile et de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau

Approuvé par : Carolane Croteau

Carolane C. Malo **Date** 2021-11-26

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	Client :	CIMA + S.E.N.C.
Projet # :	LC21002700	Client # :	CIMA101
V/D :		Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
Nº de lab. :	245 253	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-03 CF9	14 mm	100		
		10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	98		
		0.080 mm	97,2		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	34,8		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux

~~Date :~~ 2021-11-12

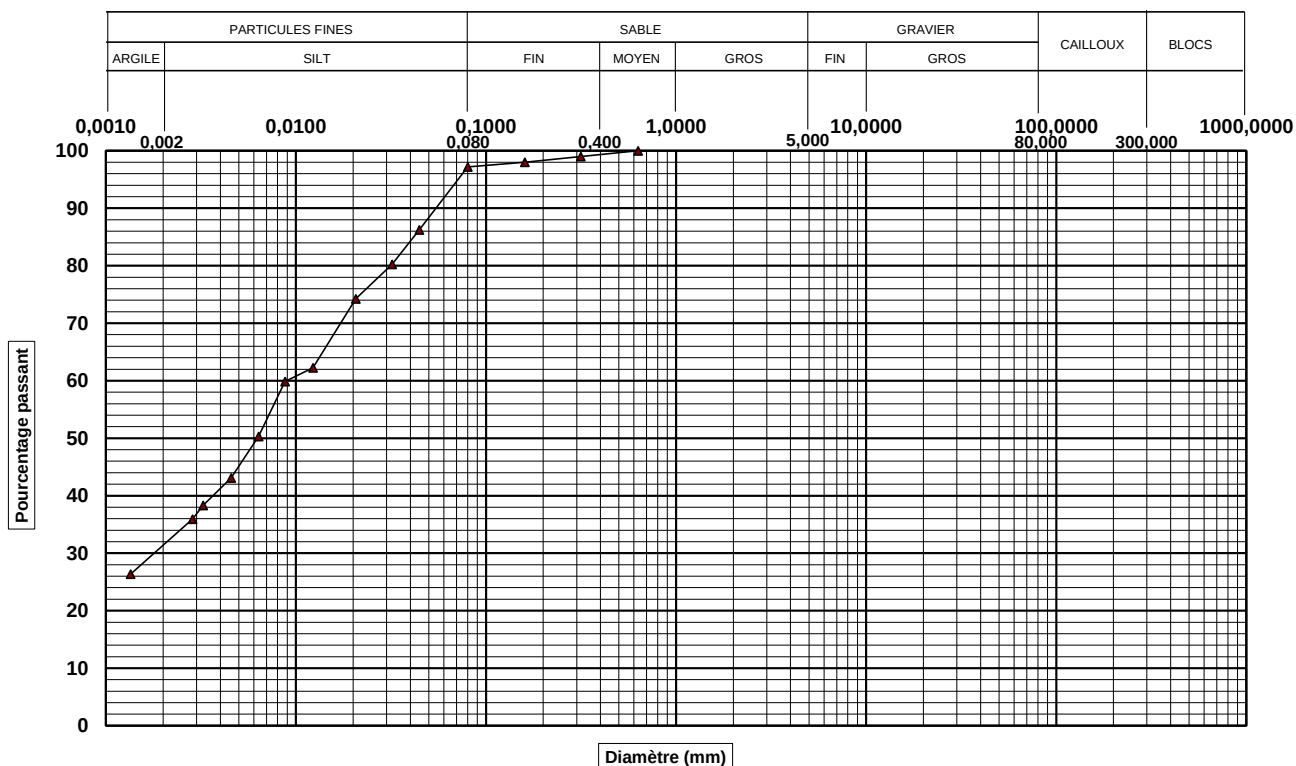


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245253



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
30,5	66,7	2,8	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,0019	0,009	N/A	N/A	34,8

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0206	74
56,00	100	1,250	100	0,0123	62
40,00	100	0,630	100	0,0088	60
31,50	100	0,315	99	0,0063	50
20,00	100	0,160	98	0,0045	43
14,00	100	0,080	97	0,0032	38
10,00	100	0,044	86	0,0029	36
5,00	100	0,032	80	0,0013	26

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-03 CF9
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt argileux, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 254	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
		14 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-03 CF-11	10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	98,4		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	45,5		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

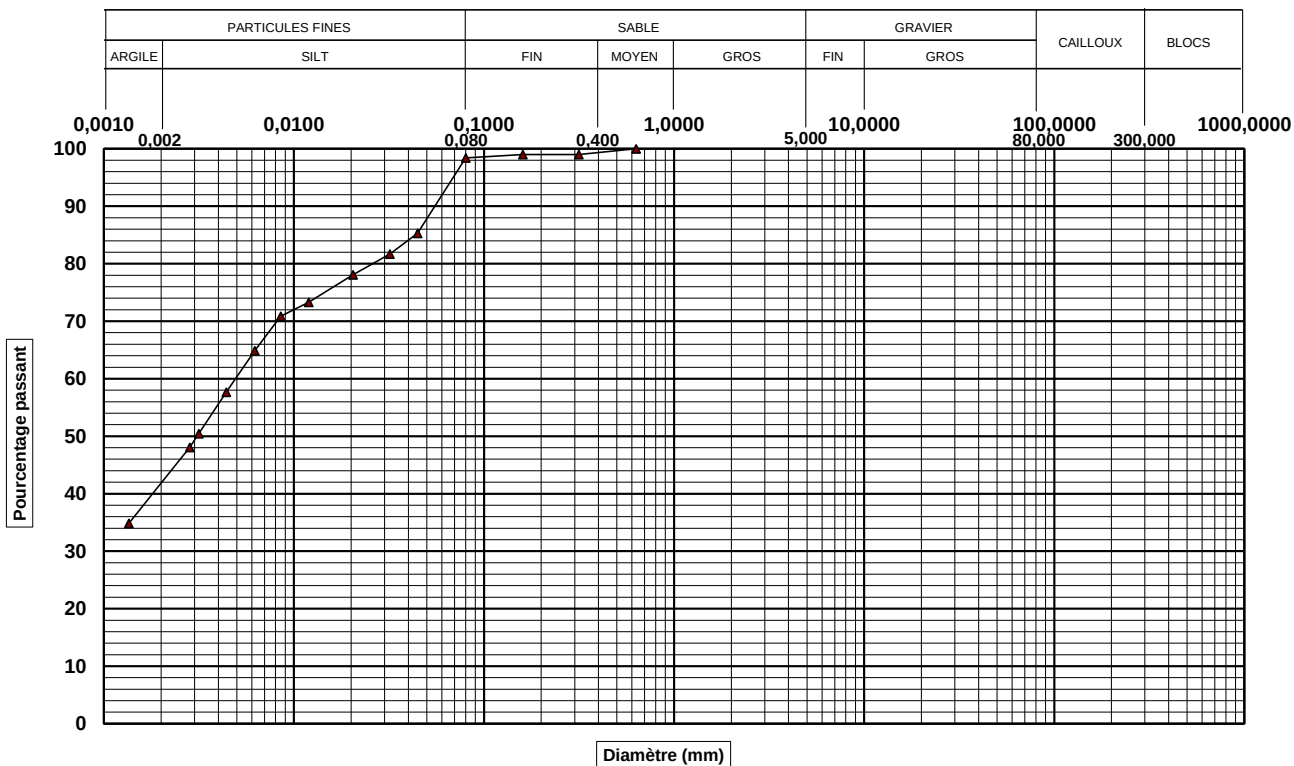


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245254



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
40,6	57,8	1,6	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,005	N/A	N/A	45,5

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0204	78
56,00	100	1,250	100	0,0120	73
40,00	100	0,630	100	0,0085	71
31,50	100	0,315	99	0,0062	65
20,00	100	0,160	99	0,0044	58
14,00	100	0,080	98	0,0032	50
10,00	100	0,045	85	0,0028	48
5,00	100	0,032	82	0,0014	35

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-03 CF11
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt et argile, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 255	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
		14 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-03 CF-13	10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	98,7		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	53,4		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-12

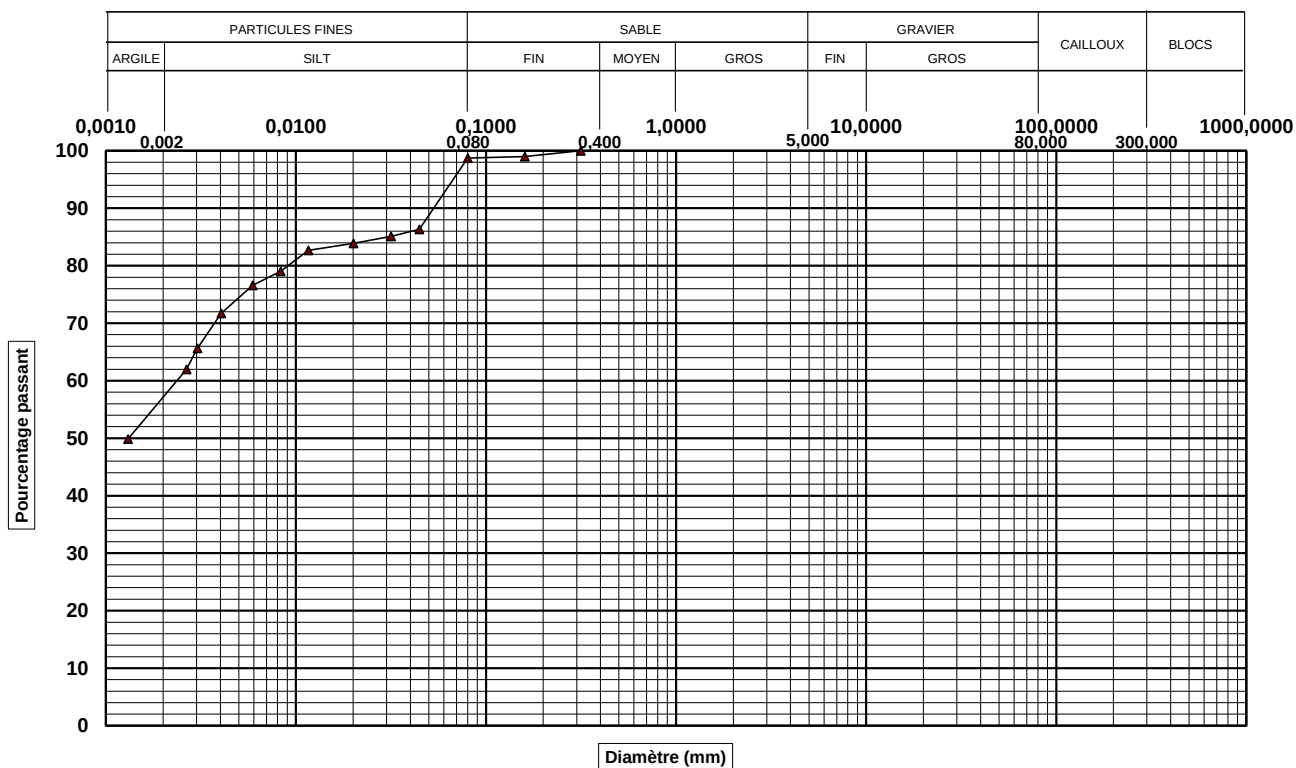


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245255



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
56,1	42,6	1,3	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,002	N/A	N/A	53,4

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0200	84
56,00	100	1,250	100	0,0116	83
40,00	100	0,630	100	0,0083	79
31,50	100	0,315	100	0,0059	77
20,00	100	0,160	99	0,0040	72
14,00	100	0,080	99	0,0030	66
10,00	100	0,044	86	0,0027	62
5,00	100	0,032	85	0,0013	50

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-03 CF13
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile et silt, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 257	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	F-21-03 CF-15	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	98,5		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	56,9		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

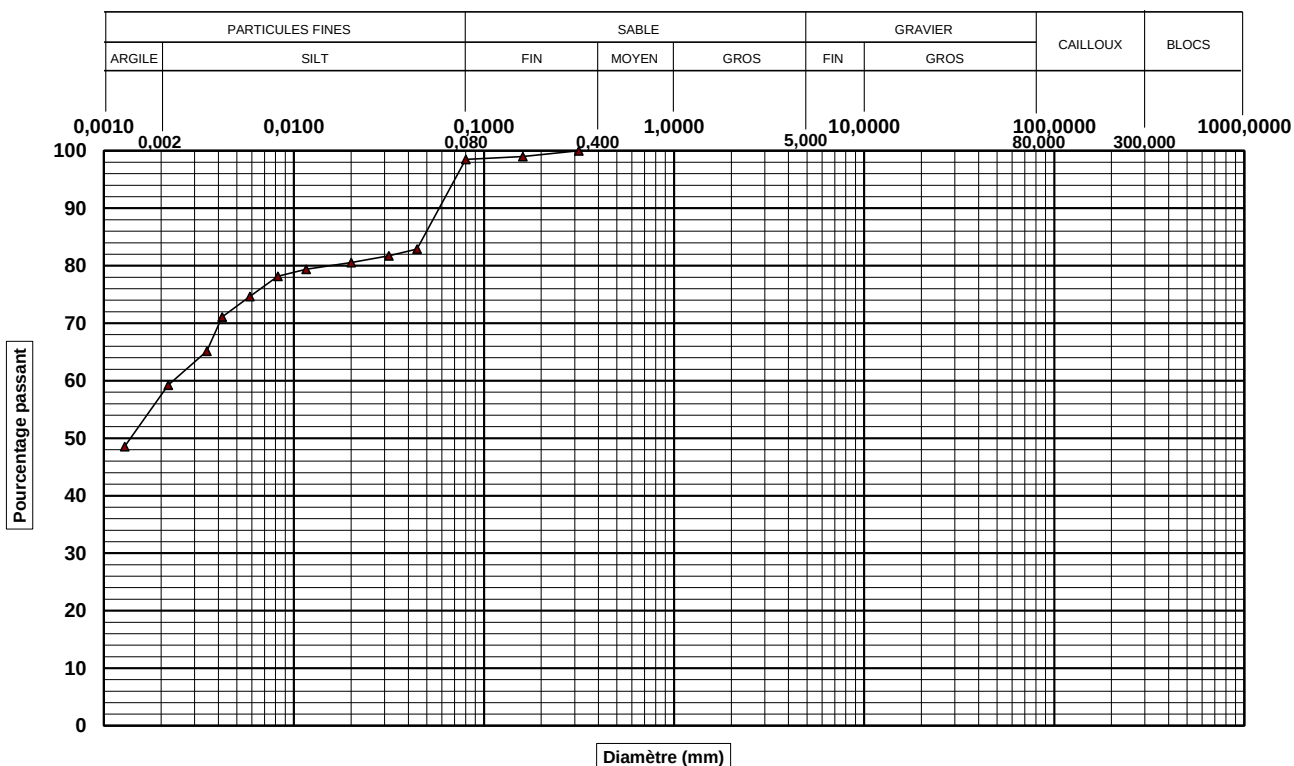


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245257



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
56,9	41,6	1,5	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,002	N/A	N/A	56,9

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0200	81
56,00	100	1,250	100	0,0116	79
40,00	100	0,630	100	0,0082	78
31,50	100	0,315	100	0,0059	75
20,00	100	0,160	99	0,0042	71
14,00	100	0,080	99	0,0035	65
10,00	100	0,044	83	0,0022	59
5,00	100	0,031	82	0,0013	49

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-03 CF-15
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile et silt, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

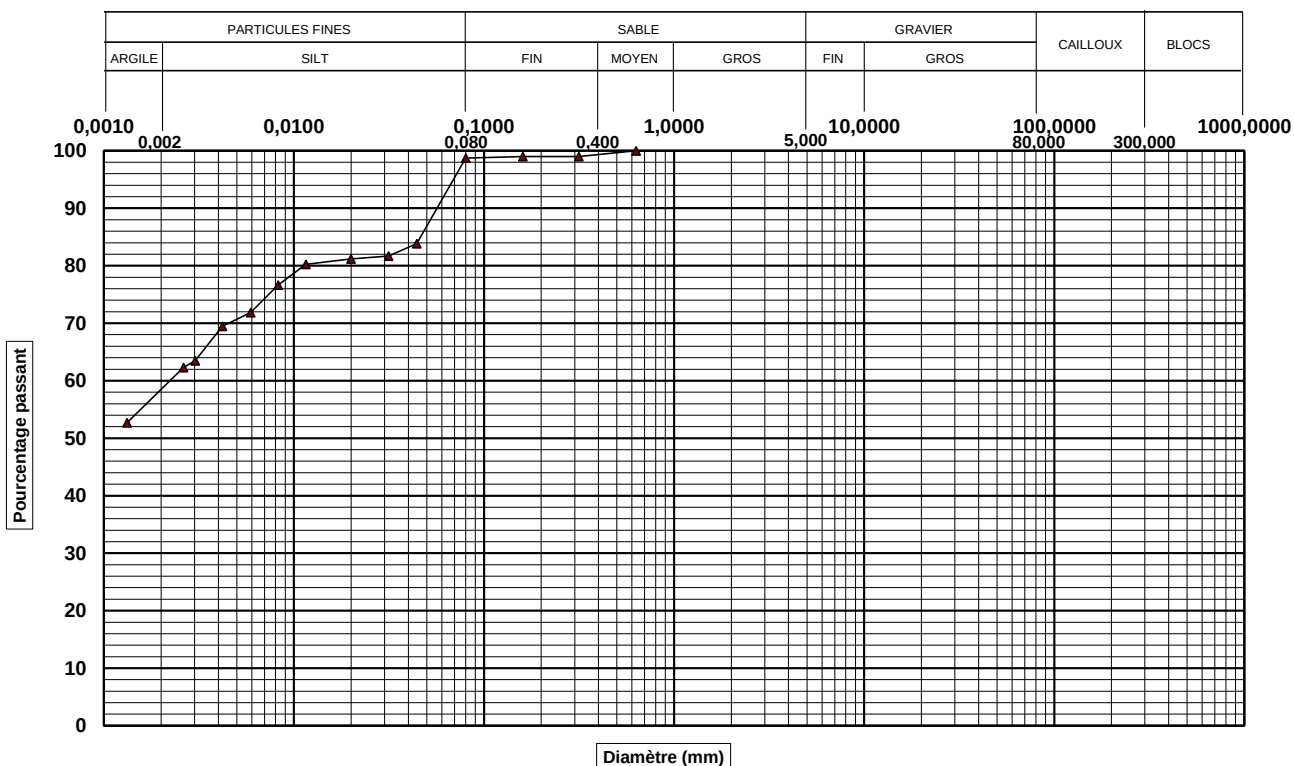


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245258



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
57,7	41,0	1,3	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,002	N/A	N/A	52,9

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0199	81
56,00	100	1,250	100	0,0115	80
40,00	100	0,630	100	0,0082	77
31,50	100	0,315	99	0,0059	72
20,00	100	0,160	99	0,0042	69
14,00	100	0,080	99	0,0030	63
10,00	100	0,044	84	0,0026	62
5,00	100	0,031	82	0,0013	53

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	F-21-03 CF18
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile et silt, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	Client :	CIMA + S.E.N.C.
Projet # :	LC21002700	Client # :	CIMA101
V/D :		Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
Nº de lab. :	245 259	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-02 CF-2	14 mm	100		
		10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	98		
		0.080 mm	85,2		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	30		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

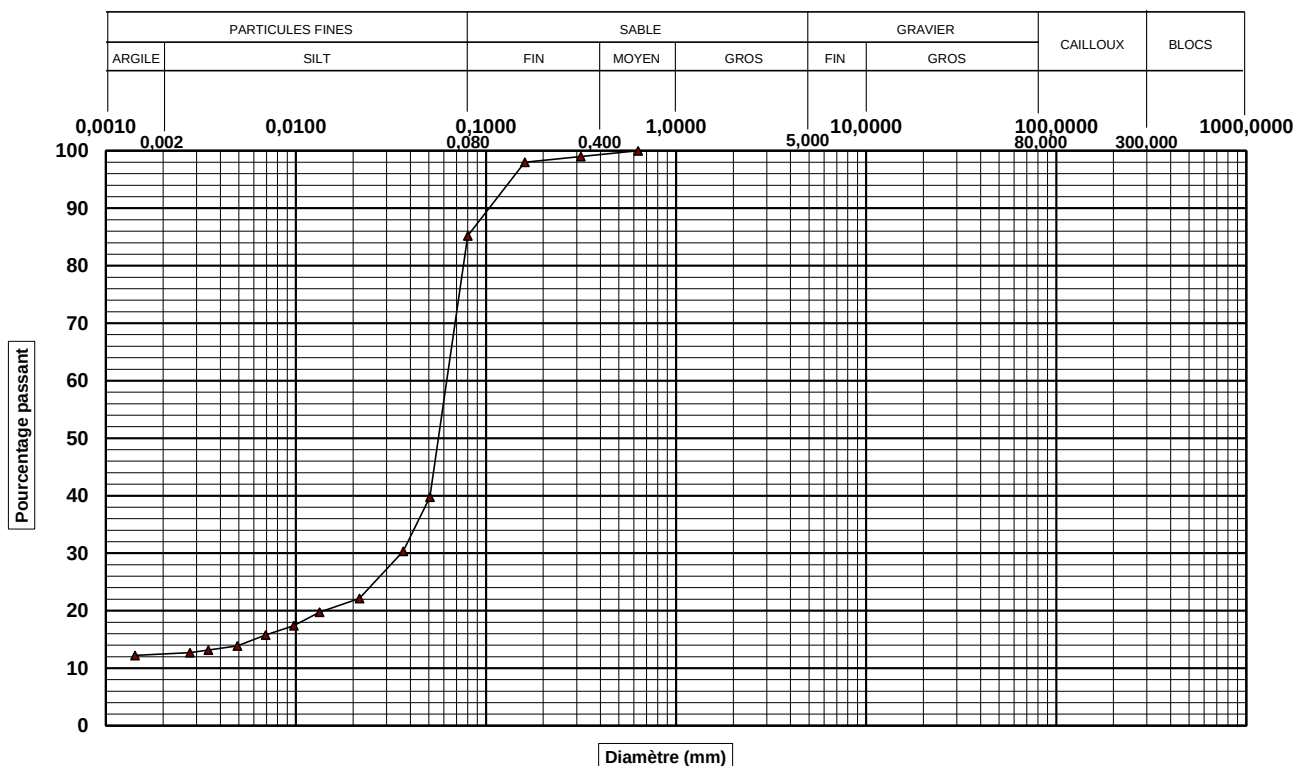


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245259



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
12,4	72,8	14,8	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,0360	0,064	N/A	N/A	30,0

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0216	22
56,00	100	1,250	100	0,0133	20
40,00	100	0,630	100	0,0097	17
31,50	100	0,315	99	0,0069	16
20,00	100	0,160	98	0,0049	14
14,00	100	0,080	85	0,0035	13
10,00	100	0,051	40	0,0028	13
5,00	100	0,037	30	0,0014	12

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-02 CF5
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, un peu de sable et d'argile	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane C. Malo Date 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 260	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-02 CF5	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	99		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	97		
		0.080 mm	95,9		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	33,2		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

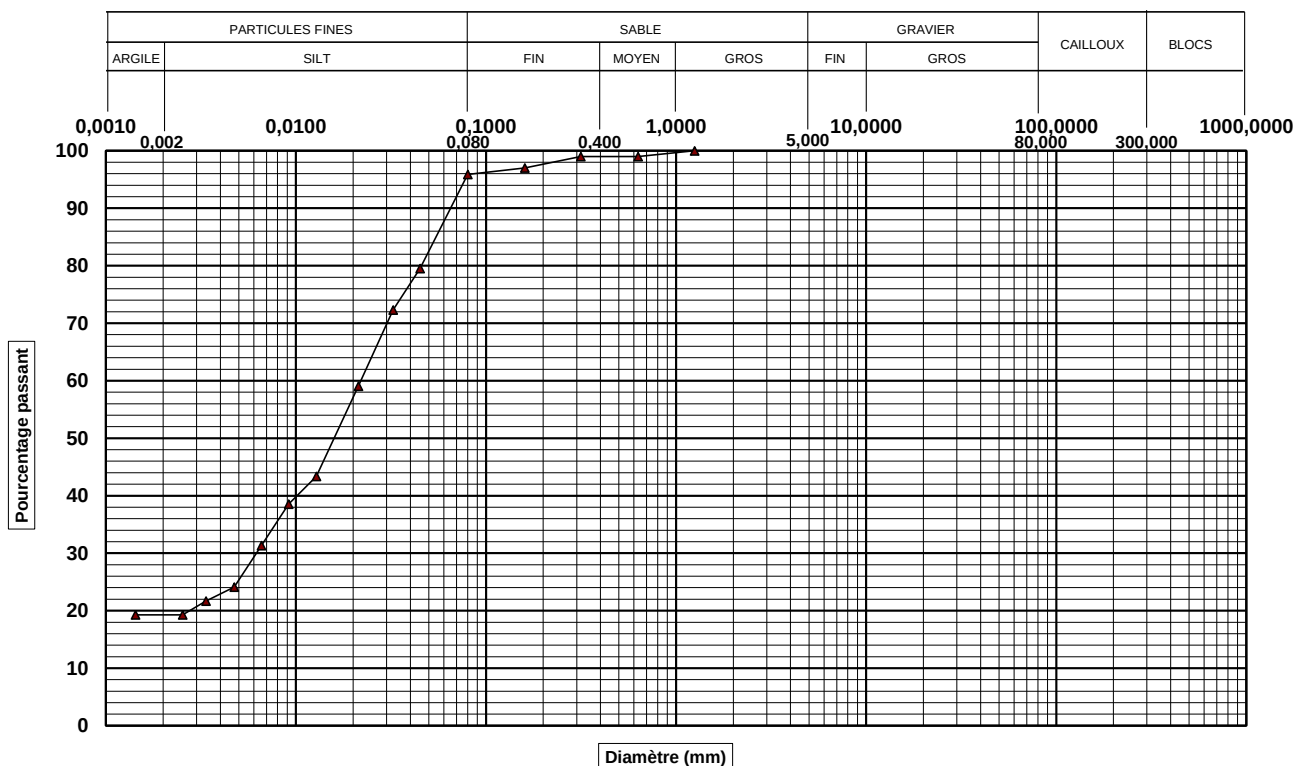


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245260



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
19,3	76,6	4,1	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,0062	0,022	N/A	N/A	33,2

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0213	59
56,00	100	1,250	100	0,0128	43
40,00	100	0,630	99	0,0092	39
31,50	100	0,315	99	0,0066	31
20,00	100	0,160	97	0,0047	24
14,00	100	0,080	96	0,0034	22
10,00	100	0,045	80	0,0025	19
5,00	100	0,032	72	0,0014	19

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-02 CF5
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, un peu d'argile, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # :	LC21002700
V/D :	

Client :	CIMA + S.E.N.C.
Client # :	CIMA101
Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 261	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-04 CF-2	14 mm	100		
		10 mm	100		
Épaisseur de la couche :		5 mm	100		
Usage :		2.5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	98		
		0.080 mm	92,9		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	30,2		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

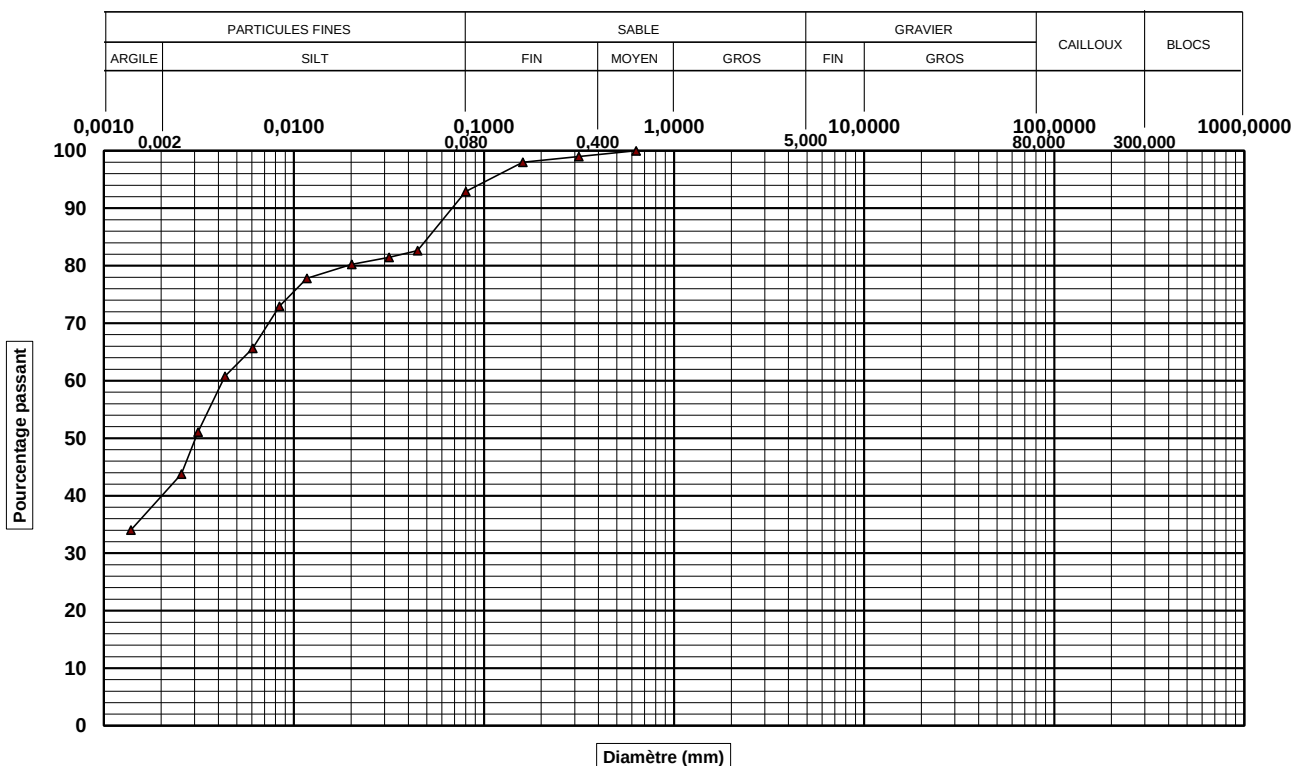


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245261



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
39,1	53,8	7,1	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,004	N/A	N/A	30,2

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0201	80
56,00	100	1,250	100	0,0117	78
40,00	100	0,630	100	0,0084	73
31,50	100	0,315	99	0,0061	66
20,00	100	0,160	98	0,0043	61
14,00	100	0,080	93	0,0031	51
10,00	100	0,045	83	0,0026	44
5,00	100	0,032	81	0,0014	34

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-04 CF2
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt et argile, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 262	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-04 CF4	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	98		
		0.080 mm	88,0		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	31,2		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

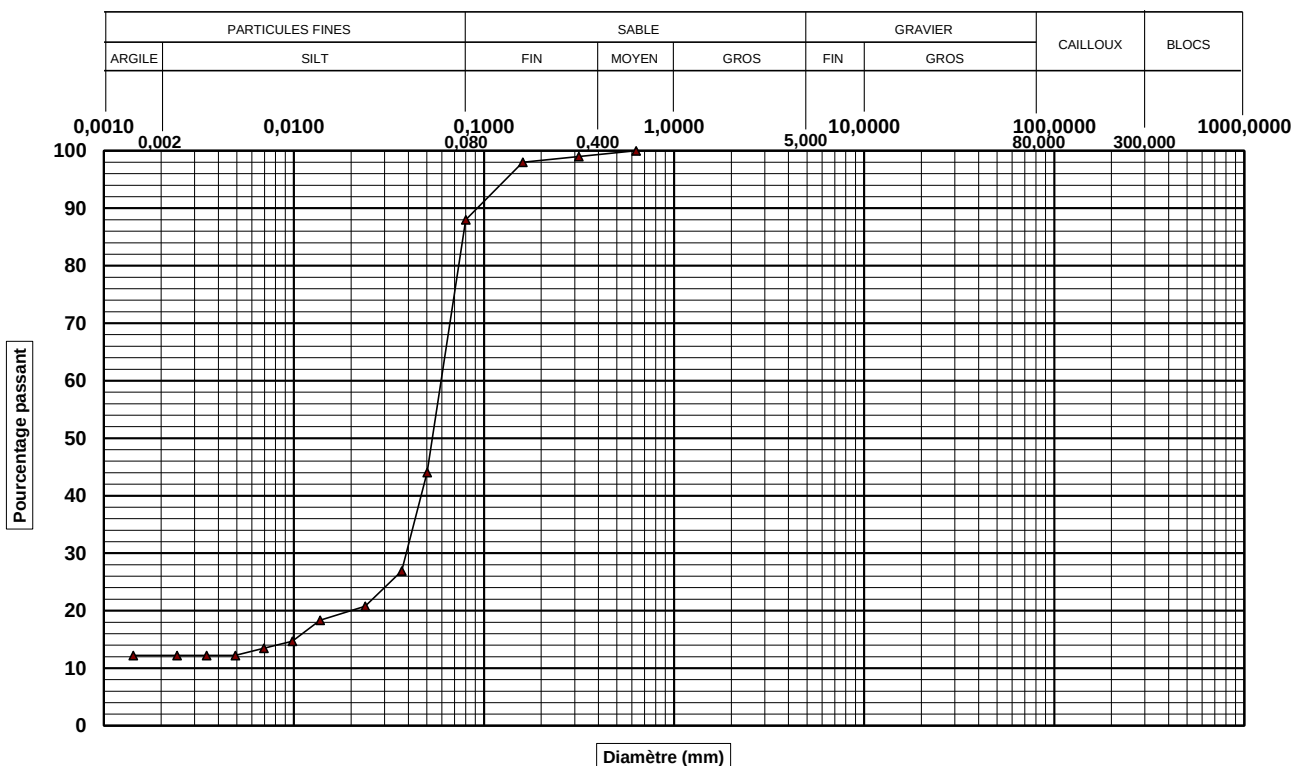


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245262



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
12,2	75,8	12,0	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	0,0393	0,061	N/A	N/A	31,2

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0237	21
56,00	100	1,250	100	0,0137	18
40,00	100	0,630	100	0,0098	15
31,50	100	0,315	99	0,0069	13
20,00	100	0,160	98	0,0049	12
14,00	100	0,080	88	0,0035	12
10,00	100	0,050	44	0,0024	12
5,00	100	0,037	27	0,0014	12

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-04 CF4
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, un peu d'argile et de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau

Date 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 263	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-04 CF7	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :		2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	94,9		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	27,9		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

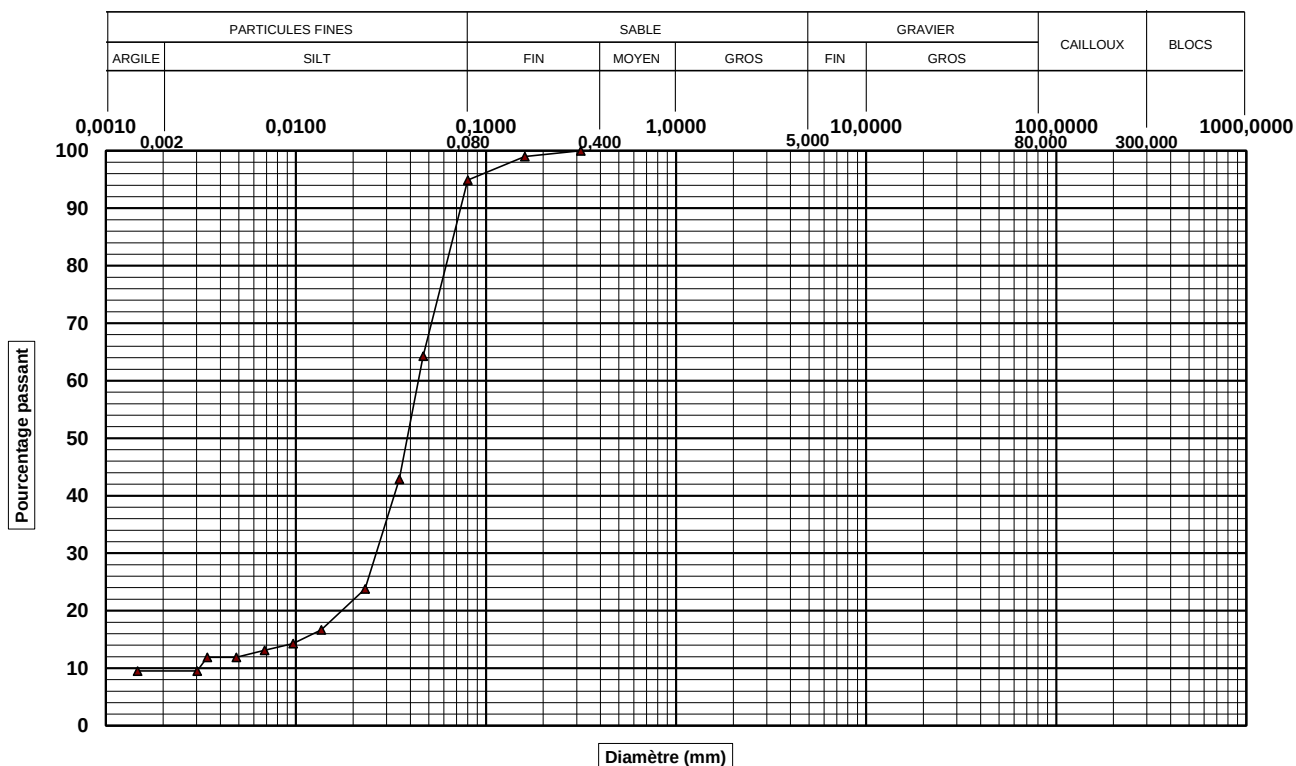


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245263



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
9,5	85,4	5,1	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
0,00310	0,0270	0,044	14,32	5,29	27,9

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0231	24
56,00	100	1,250	100	0,0136	17
40,00	100	0,630	100	0,0097	14
31,50	100	0,315	100	0,0068	13
20,00	100	0,160	99	0,0048	12
14,00	100	0,080	95	0,0034	12
10,00	100	0,047	64	0,0030	10
5,00	100	0,035	43	0,0015	10

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-04 CF7
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, traces d'argile et de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau

Date 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamais	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 264	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-05 CF1	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	99		
		0.630 mm	99		
		0.315 mm	97		
		0.160 mm	92		
		0.080 mm	56,1		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	36,4		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

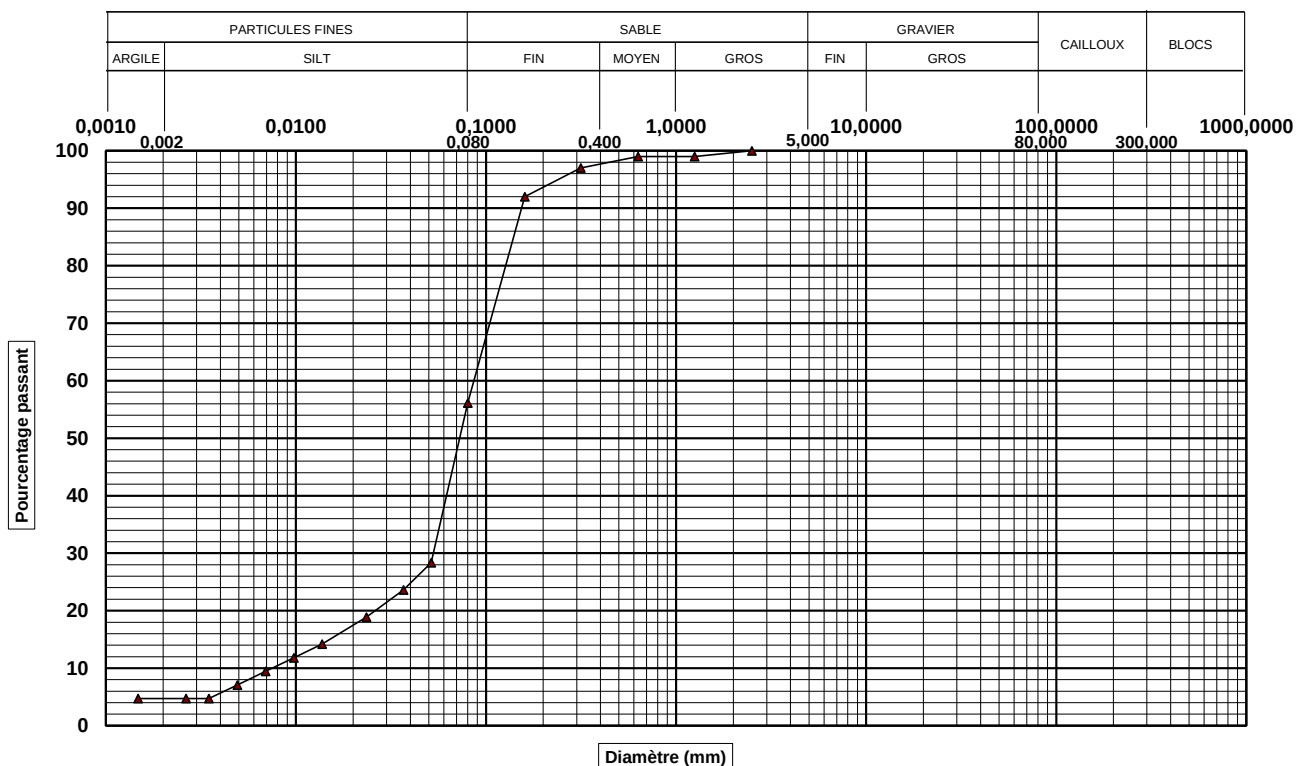


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245264



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
4,7	51,4	43,9	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
0,00757	0,0531	0,089	11,72	4,20	36,4

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0235	19
56,00	100	1,250	99	0,0137	14
40,00	100	0,630	99	0,0097	12
31,50	100	0,315	97	0,0069	9
20,00	100	0,160	92	0,0049	7
14,00	100	0,080	56	0,0035	5
10,00	100	0,051	28	0,0026	5
5,00	100	0,037	24	0,0015	5

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-05 CF1
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt et sable, traces d'argile	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau

Date 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 265	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-05 CF5	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	99		
		0.160 mm	95		
		0.080 mm	48,4		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	28,3		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____
Carolane Croteau-Malo

Vérifié par :

Valérie Fauteux
Valérie Fauteux

Date : 2021-11-15

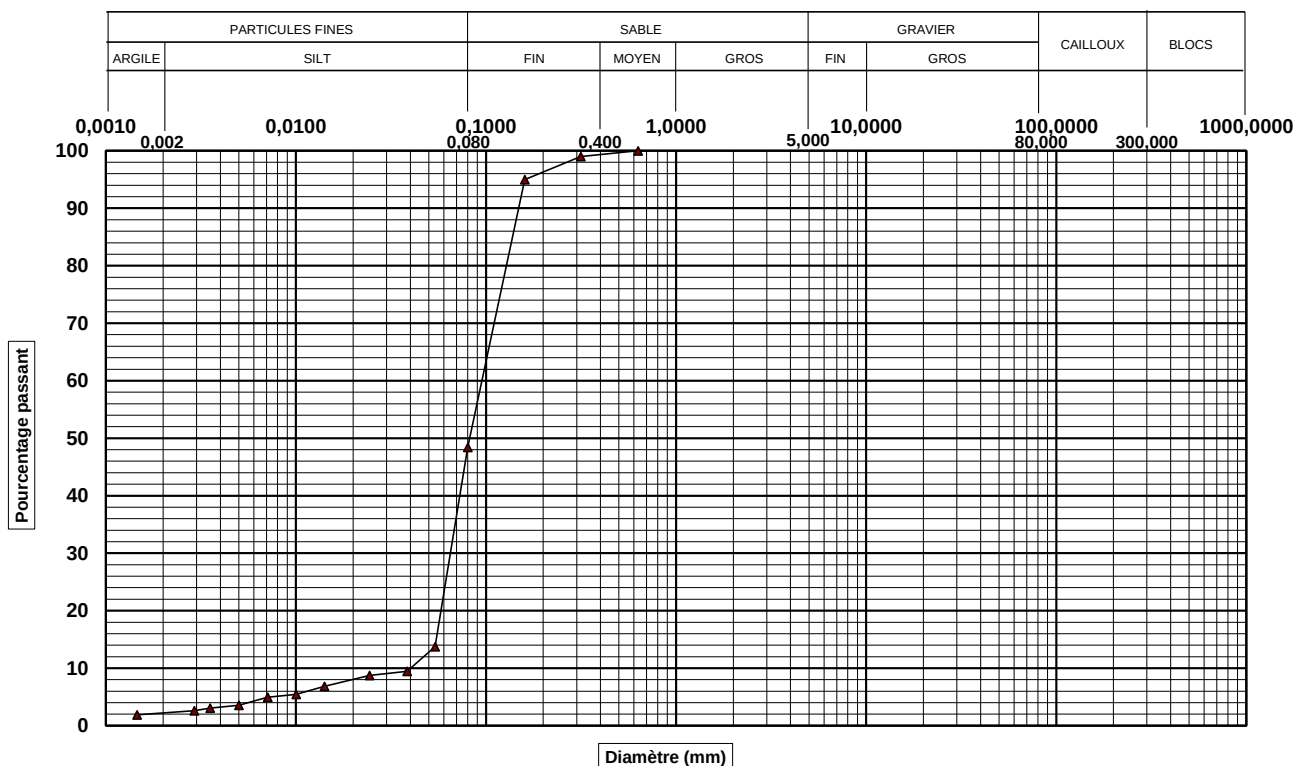


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245265



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
2,2	46,2	51,6	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
0,04042	0,0662	0,100	2,47	1,08	28,3

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0244	9
56,00	100	1,250	100	0,0141	7
40,00	100	0,630	100	0,0100	5
31,50	100	0,315	99	0,0071	5
20,00	100	0,160	95	0,0050	4
14,00	100	0,080	48	0,0035	3
10,00	100	0,054	14	0,0029	3
5,00	100	0,038	9	0,0015	2

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-05 CF-5
Profondeur	N D
Nomenclature	
Sable et silt, traces d'argile	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau **Date** 2021-11-26

Projet :	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	Client :	CIMA + S.E.N.C.
Projet # :	LC21002700	Client # :	CIMA101
V/D :		Date :	2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 266	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-05 CF10	14 mm	100		
		10 mm	100		
		5 mm	100		
Épaisseur de la couche :		2.5 mm	100		
Usage :		1.25 mm	99		
Référence client :	Projet Q213012A	0.630 mm	98		
		0.315 mm	95		
		0.160 mm	94		
		0.080 mm	91,4		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	31,8		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		Voir rapport		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : Carolane Croteau-Malo Vérifié par : Valérie Fauteux Date : 2021-11-15

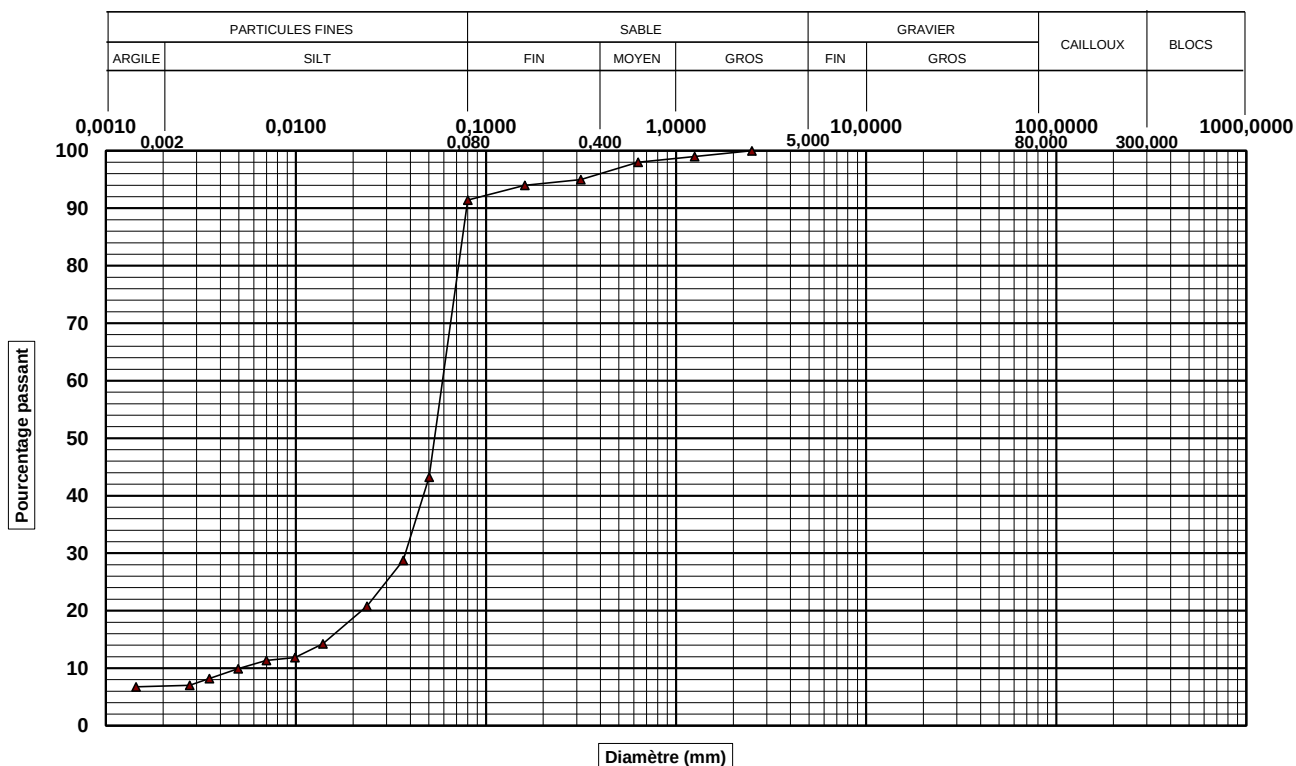


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245266



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
6,9	84,5	8,6	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
0,00509	0,0379	0,061	11,90	4,65	31,8

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0236	21
56,00	100	1,250	99	0,0139	14
40,00	100	0,630	98	0,0099	12
31,50	100	0,315	95	0,0070	11
20,00	100	0,160	94	0,0050	10
14,00	100	0,080	91	0,0035	8
10,00	100	0,050	43	0,0028	7
5,00	100	0,037	29	0,0014	7

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-05 CF-10
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Silt, traces de sable et d'argile	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Date: 2021-11-26

Projet : Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021
Projet # : LC21002700
V/D :

Client : CIMA + S.E.N.C.
Client # : CIMA101
Date : 2021-11-05

Échantillonnage		Granulométrie BNQ 2501-025			
		Tamis	% passant	Exigences	Statut
N° de lab. :	245 268	112 mm	100		
Type de matériau :	Sol naturel	80 mm	100		
Calibre :	Sol naturel	56 mm	100		
Fournisseur/Carrière :	En place / In situ	40 mm	100		
Prélevé par :	CLIENT	31.5 mm	100		
Prélevé le :	2021-11-05	20 mm	100		
Localisation du prélèvement :	TF-21-05 CF-16	14 mm	100		
Épaisseur de la couche :		10 mm	100		
Usage :		5 mm	100		
Référence client :	Projet Q213012A	2.5 mm	100		
		1.25 mm	100		
		0.630 mm	100		
		0.315 mm	100		
		0.160 mm	99		
		0.080 mm	98,9		

Autres essais	Unité	Résultat	Exigences	Statut
Détermination de la teneur en eau / BNQ 2501-170	%	53,8		
Granulométrie - Par sédimentométrie / BNQ 2501-025		À venir		

Remarques

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client.

Préparé par : _____ Vérifié par : Carolane Croteau-Malo Date : 2021-11-26
Carolane Croteau-Malo Carolane Croteau-Malo

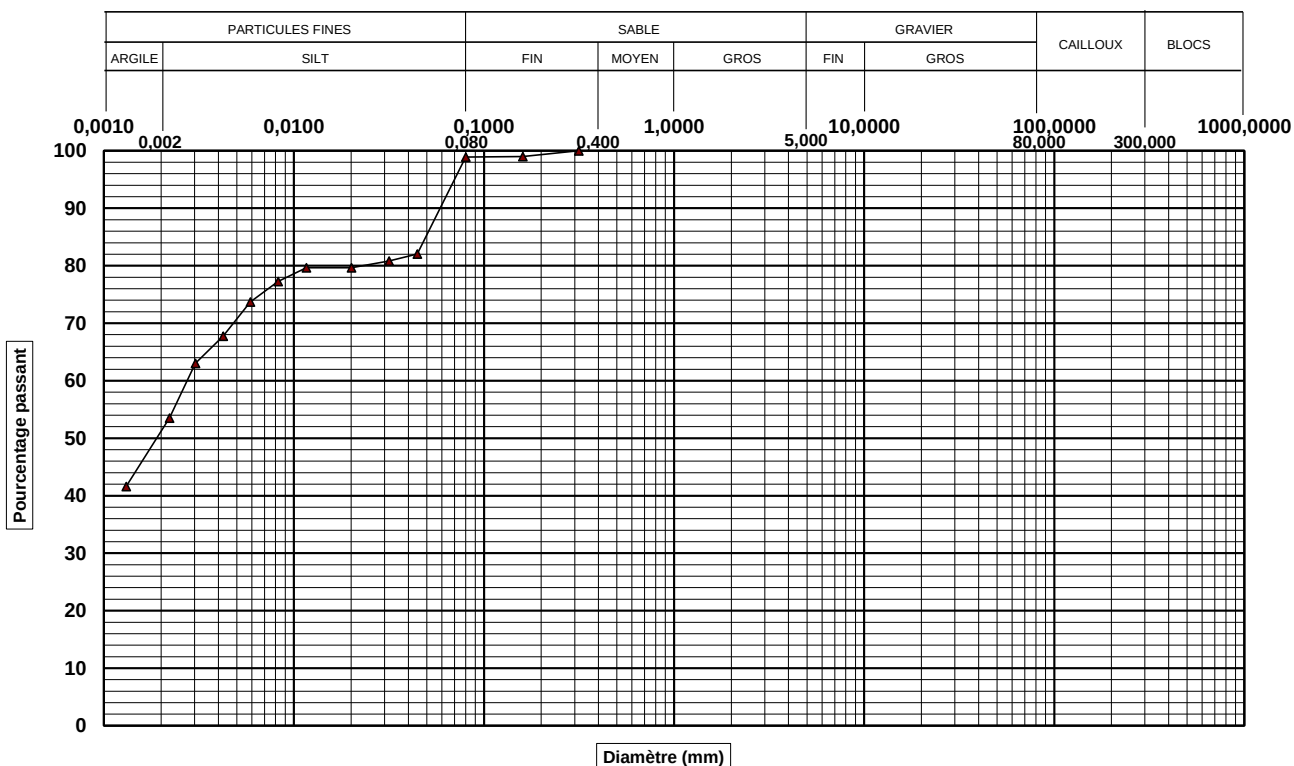


20, rue Émilien-Marcoux, bur.110, Blainville, QC, J7C 0B5

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE ET SÉDIMENTOMÉTRIE

LC 21-040 & NQ 2501-025

CLIENT	CIMA + S.E.N.C.	N° Dossier : LC21002700
PROJET	Réalisation d'essais en laboratoire - Année 2021	N° Client : CIMA101
LOCALISATION	Projet client Q213012A	N° LAB.: 245268



POURCENTAGES DES FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES

Fraction Fine		Fraction Grossière			
Argile (%)	Silt (%)	Sable (%)	Gravier (%)	Cailloux (%)	Blocs (%)
50,7	48,2	1,1	0,0	0,0	N/A

D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	C _u	C _c	W _n (%)
N/A	N/A	0,003	N/A	N/A	53,8

TABLEAU DES POURCENTAGES PASSANTS

(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
80,00	100	2,500	100	0,0201	80
56,00	100	1,250	100	0,0116	80
40,00	100	0,630	100	0,0083	77
31,50	100	0,315	100	0,0059	74
20,00	100	0,160	99	0,0042	68
14,00	100	0,080	99	0,0030	63
10,00	100	0,045	82	0,0022	53
5,00	100	0,032	81	0,0013	42

DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON

Échantillon	TF-21-05 CF-16
Profondeur	N/D
Nomenclature	
Argile et silt, traces de sable	

Les résultats sont représentatifs de l'échantillon fourni par le client

Préparé par: Carolane Croteau

Approuvé par: Carolane Croteau

Carolane Croteau

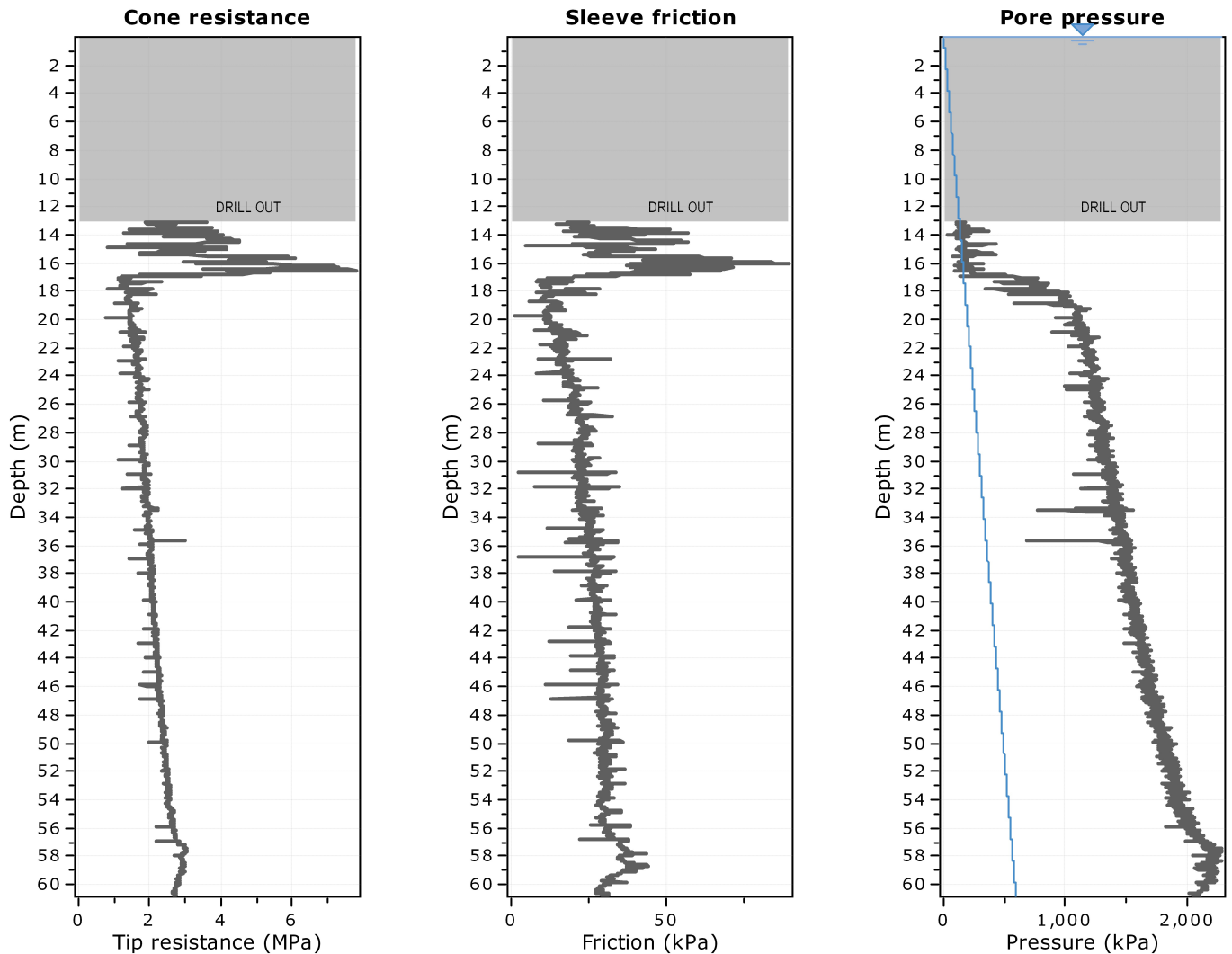
Date 2021-12-21

E

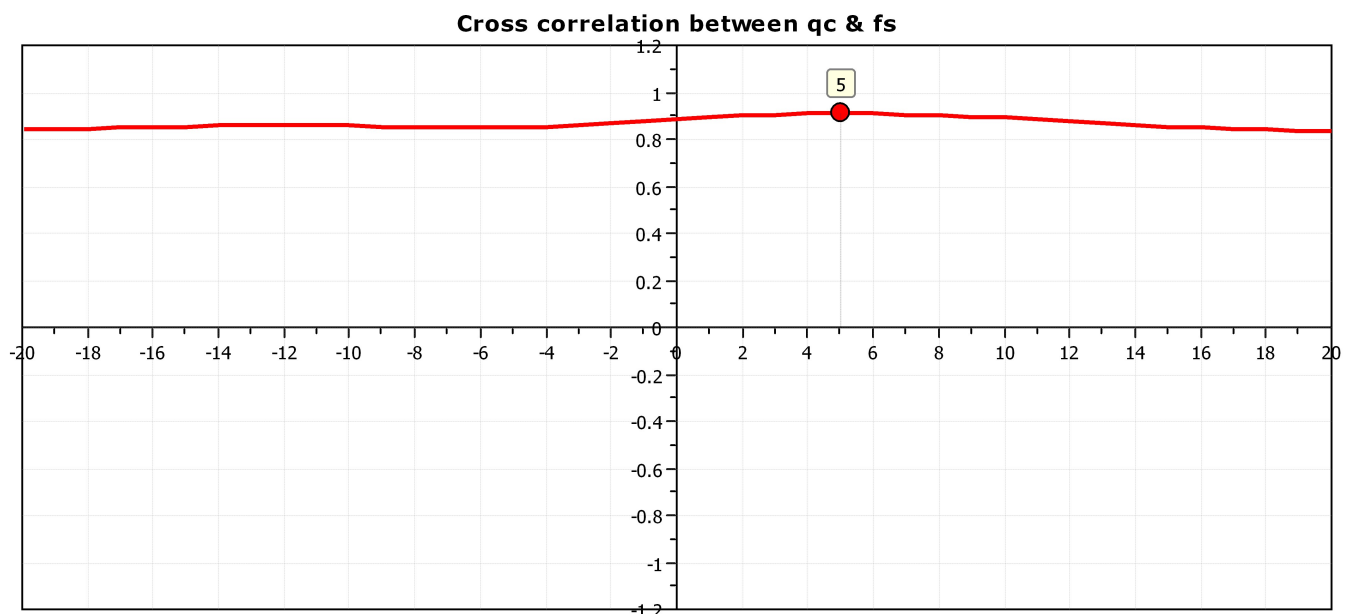
Annexe E Rapports d'essai au piézocône

Project:

Location:



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





Stratum CPT
141 rue Queen
Grenville, QC J0V 1J0
www.stratumcpt.ca

CPT: Q213012A_CPTu-03

Total depth: 60.88 m, Date: 2021-10-25

Surface Elevation: 0.00 m

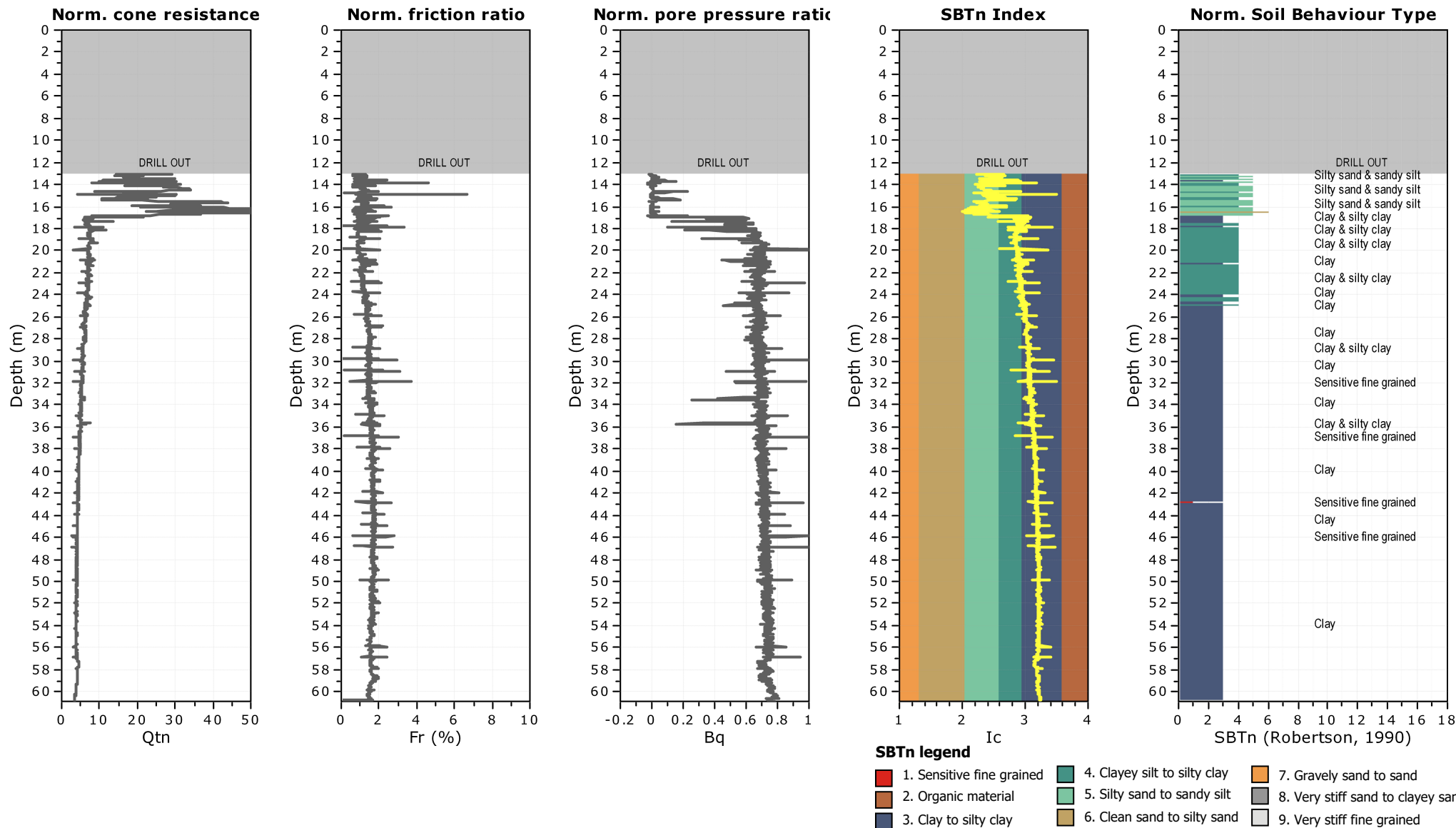
Coords: X:0.00, Y:0.00

Cone Type:

Cone Operator:

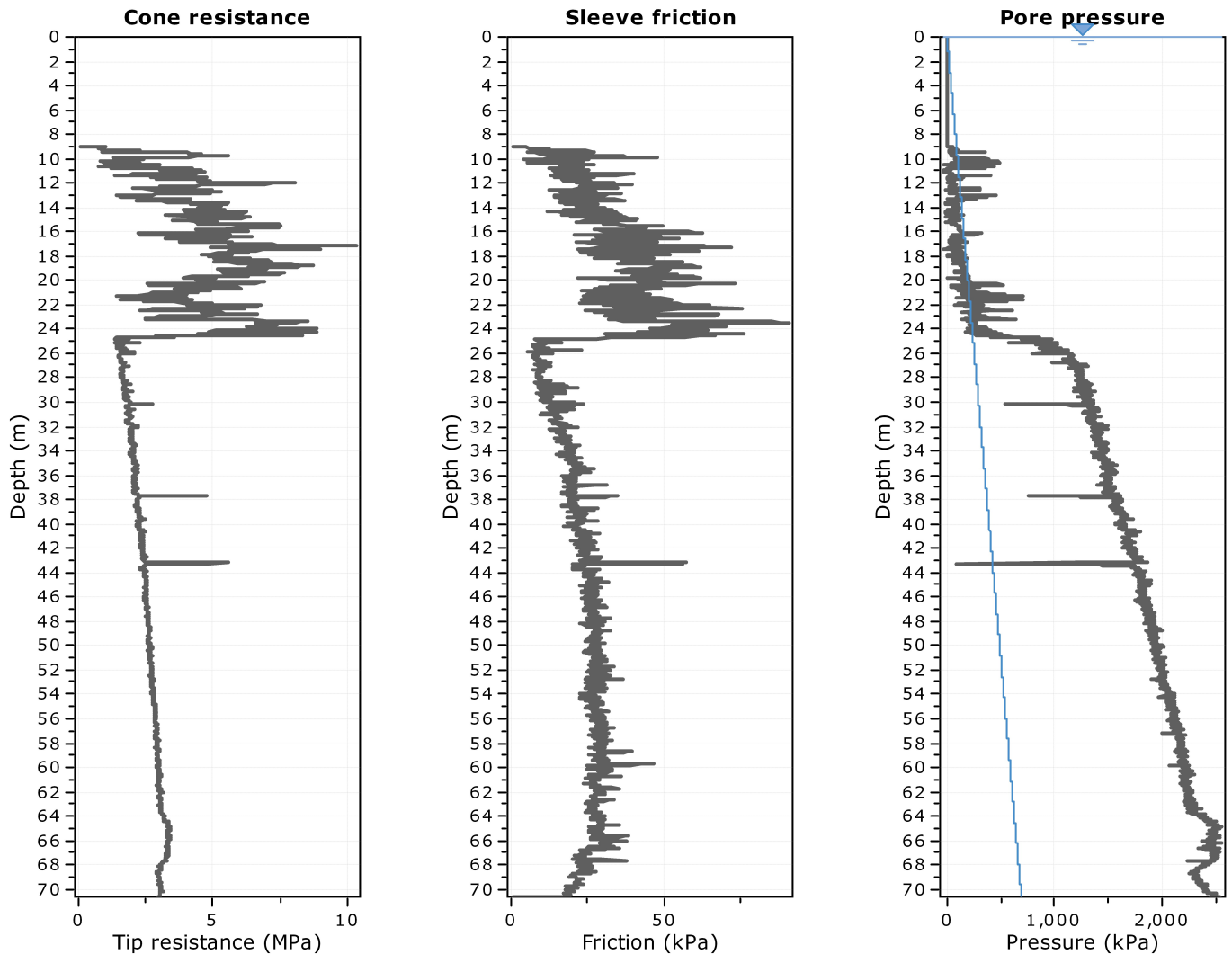
Project:

Location:

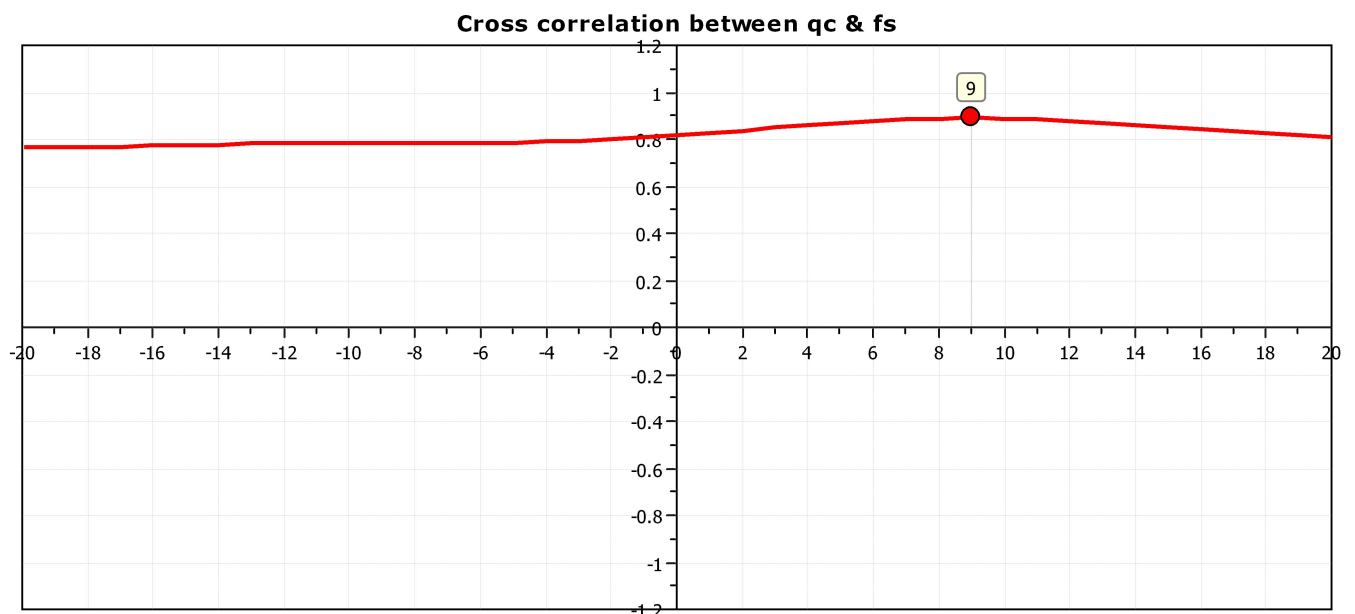


Project:

Location:



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





Stratum CPT
141 rue Queen
Grenville, QC J0V 1J0
www.stratumcpt.ca

CPT: 21007_CPTu-01

Total depth: 70.63 m, Date: 2021-03-09

Surface Elevation: 0.00 m

Coords: X:0.00, Y:0.00

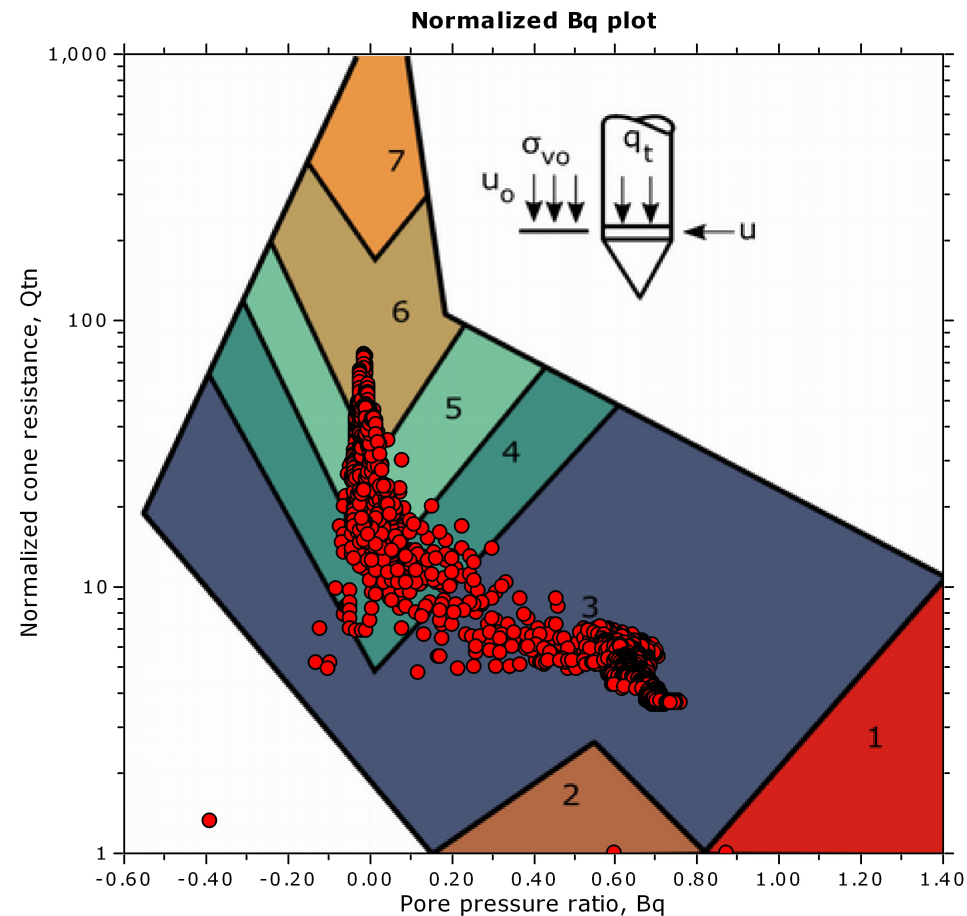
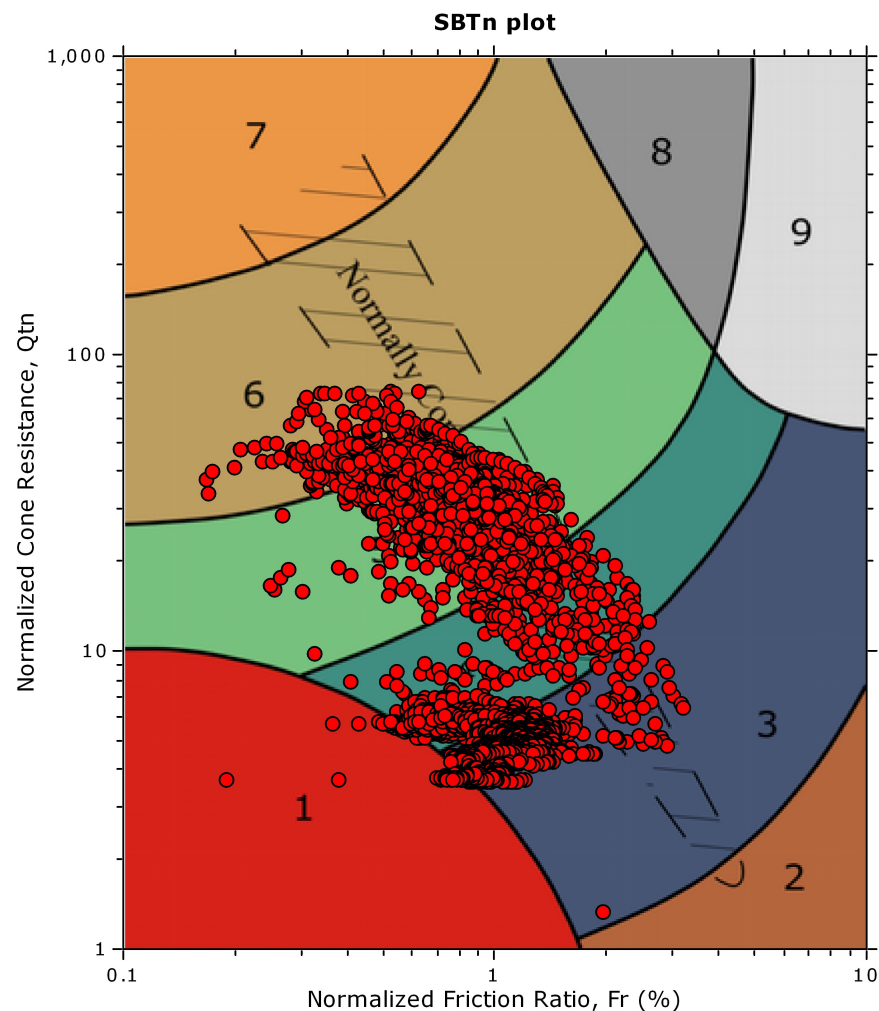
Cone Type:

Cone Operator:

Project:

Location:

SBT - Bq plots (normalized)

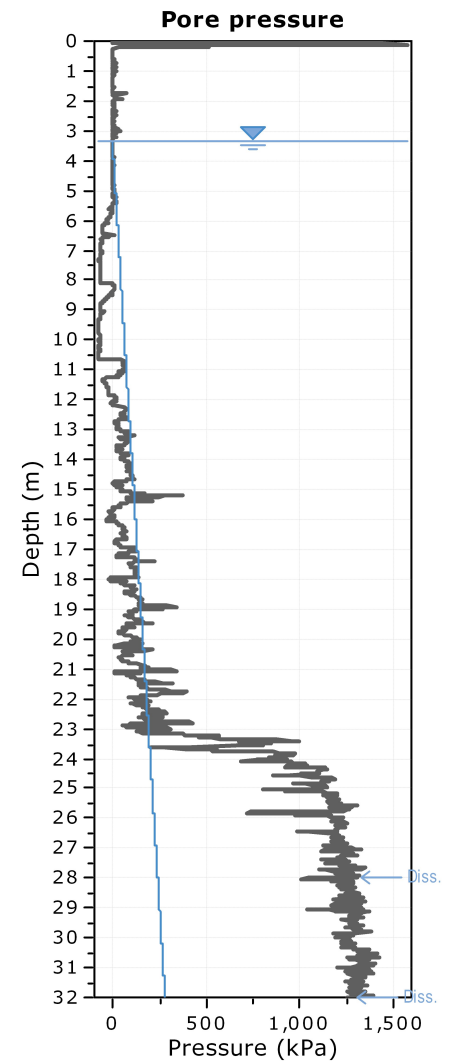
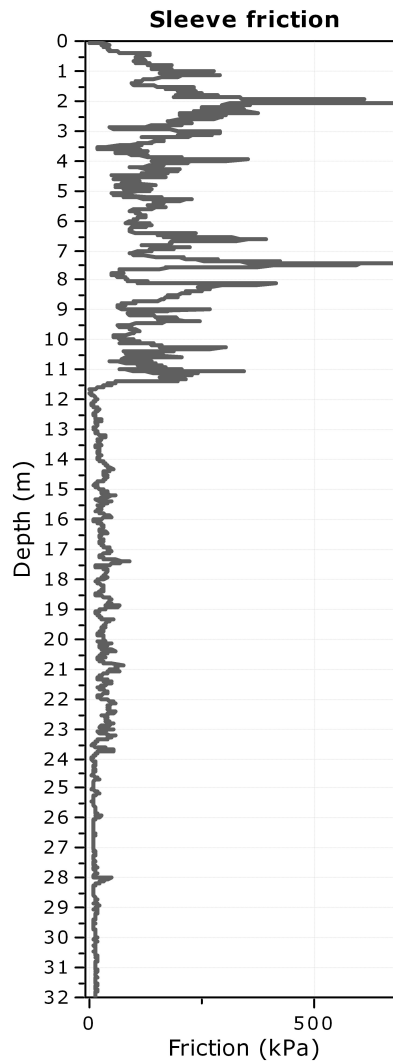
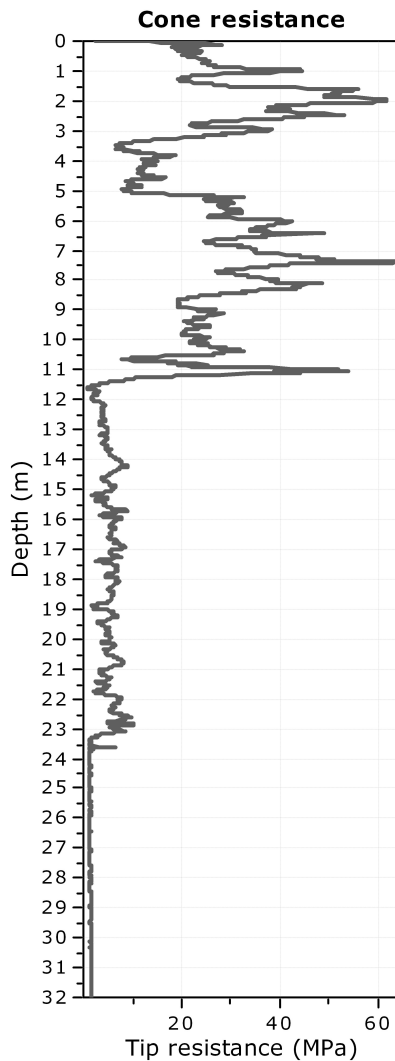


SBTn legend

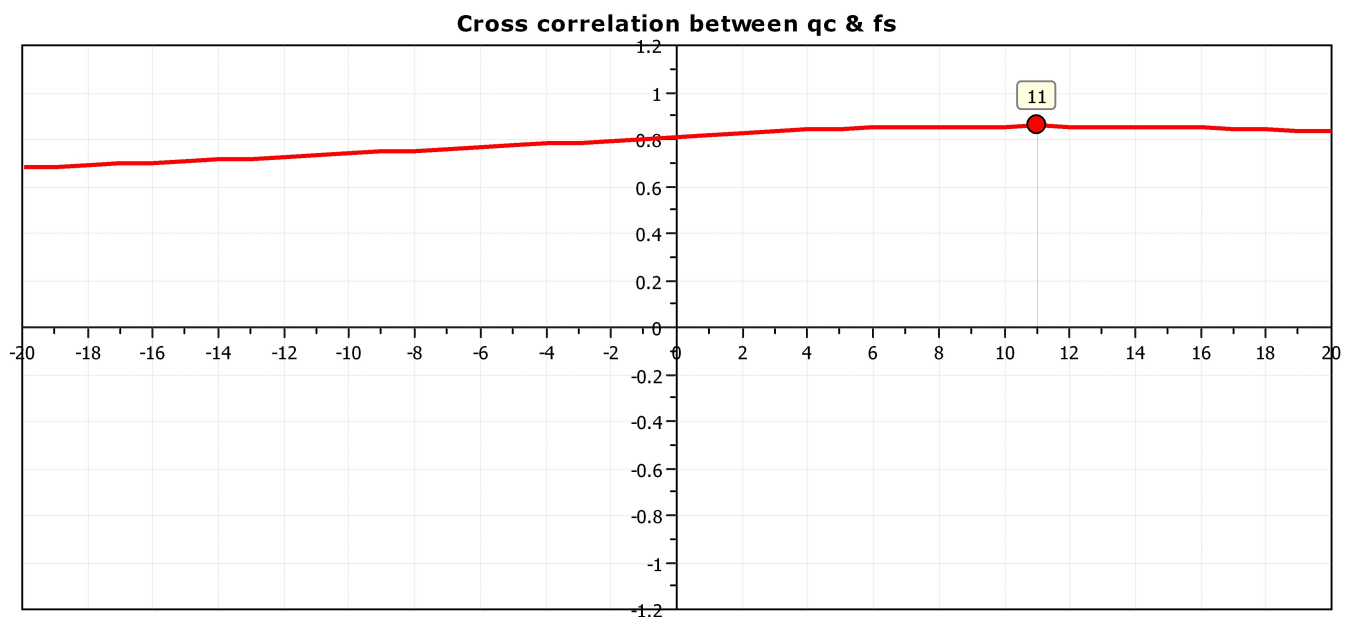
- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |

Project:

Location:



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





Stratum CPT
141 rue Queen
Grenville, QC J0V 1J0
www.stratumcpt.ca

CPT: 21007_CPTu-02B

Total depth: 32.00 m, Date: 2021-03-10

Surface Elevation: 0.00 m

Coords: X:0.00, Y:0.00

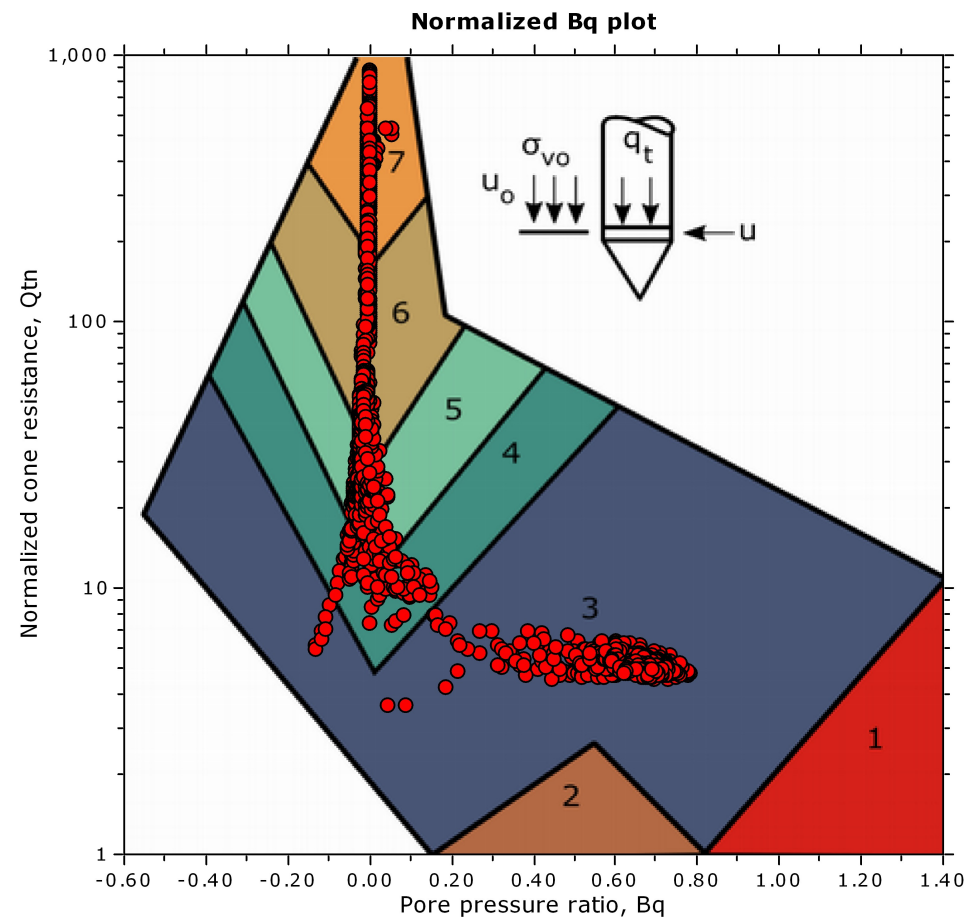
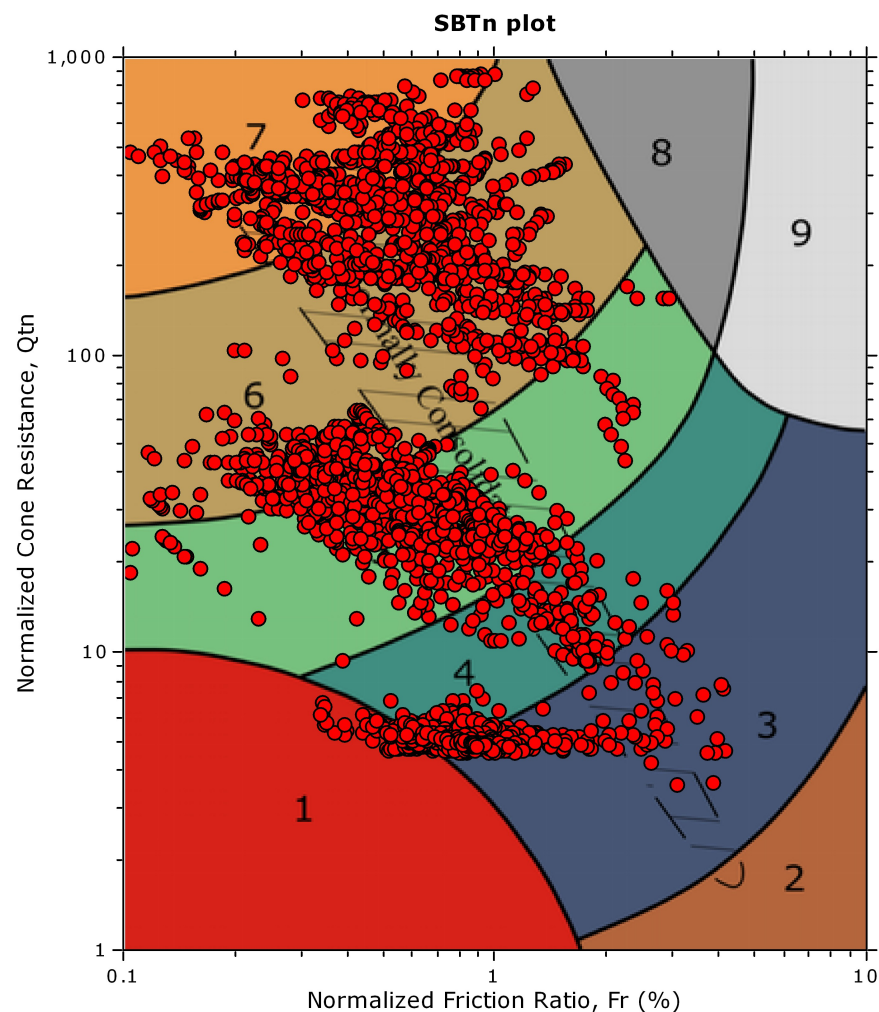
Cone Type:

Cone Operator:

Project:

Location:

SBT - Bq plots (normalized)



SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |



Project:

Location:

Dissipation Tests Results

Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for t_{50} , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction c_h was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

I_r : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay (S_u).

t_{50} : time corresponding to 50% consolidation

Permeability estimates based on dissipation test

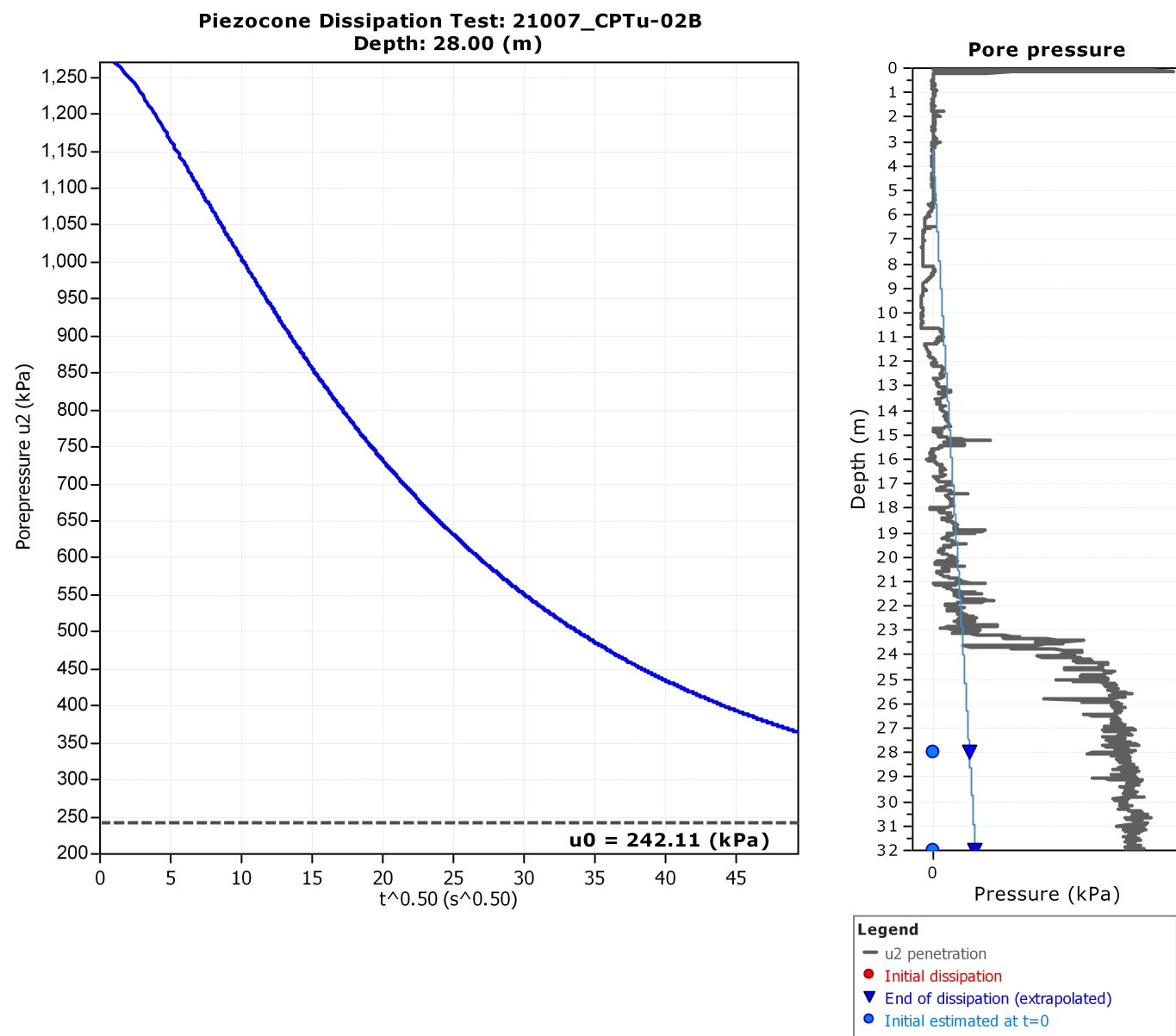
The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction (c_h) which is influenced by a combination of the soil permeability (k_h) and compressibility (M), as defined by the following:

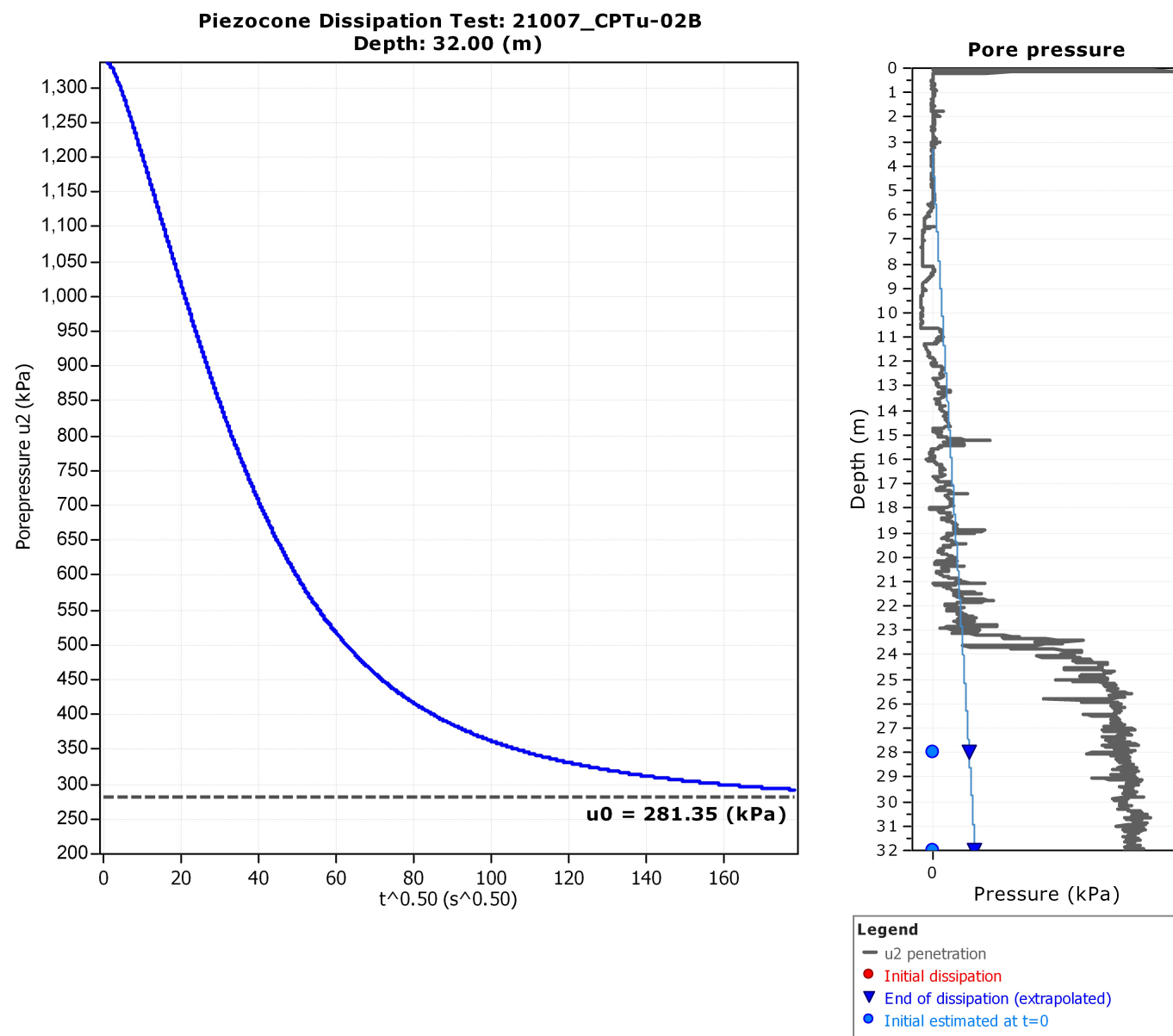
$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

where: M is the 1-D constrained modulus and γ_w is the unit weight of water, in compatible units.

Tabular results

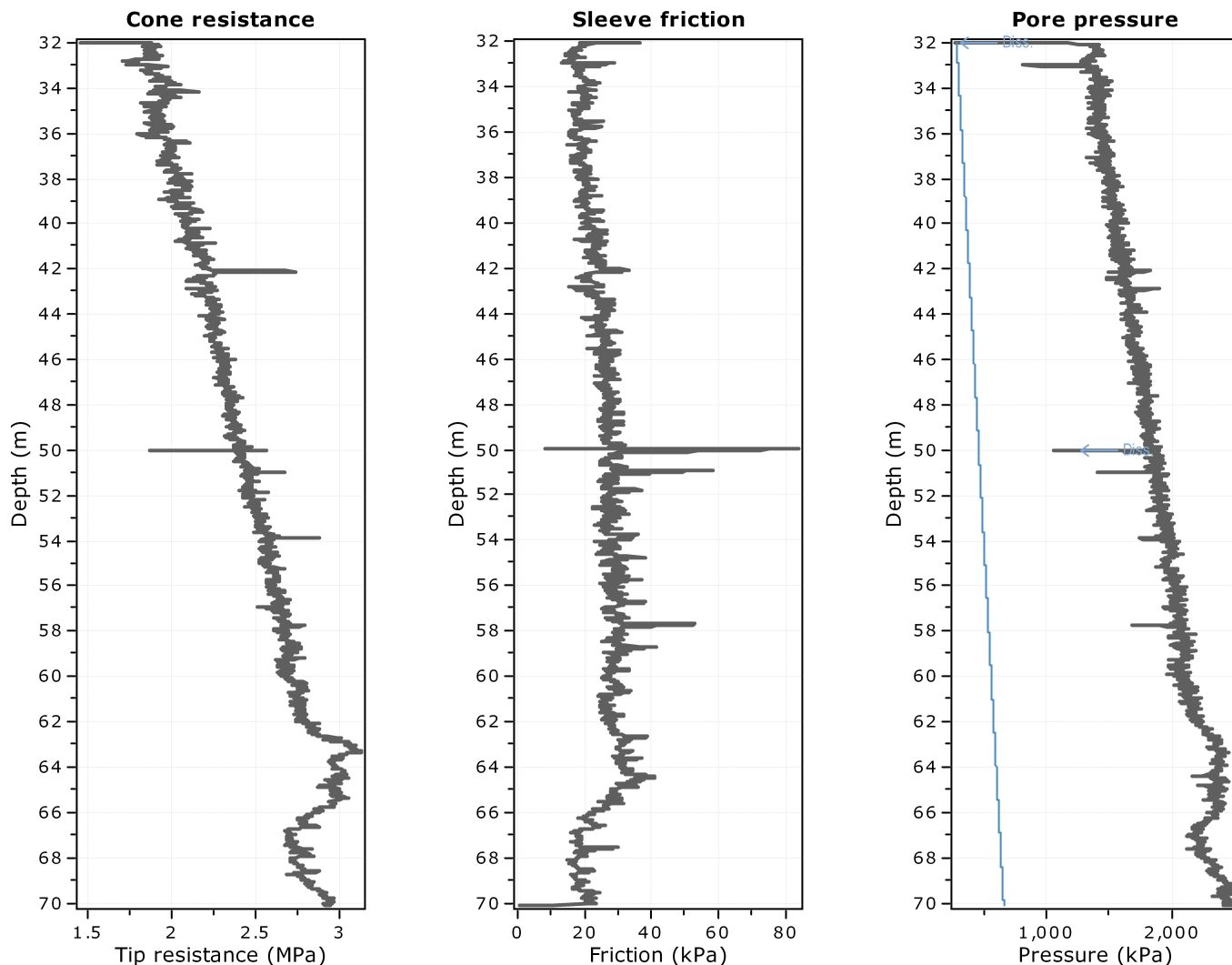
CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	t_{50} (s)	t_{50} (years)	G/ S_u	c_h (m ² /s)	c_h (m ² /year)	M (MPa)	k_h (m/s)
21007_CPTU-02 B.GOU	28.00	0.0	0	0.00E+000	518.94	0.00E+000	0	5.85	-1.00E+004
21007_CPTU-02 B.GOU	32.00	0.0	0	0.00E+000	164.65	0.00E+000	0	8.42	0.00E+000



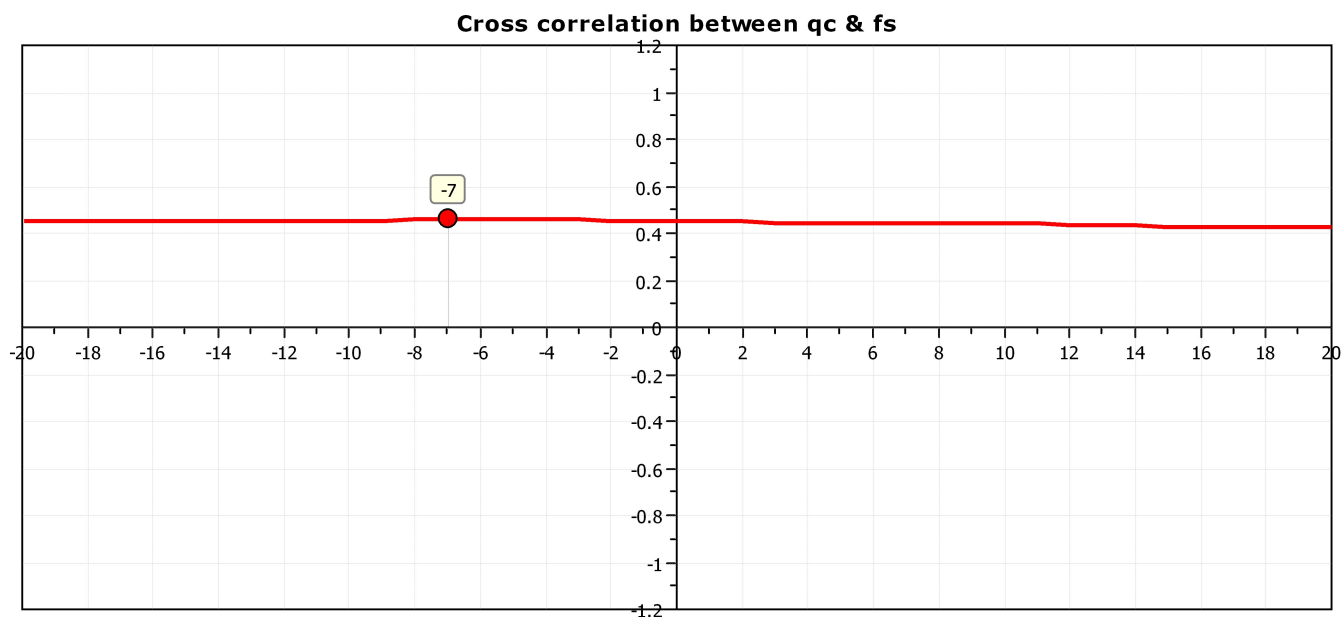


Project:

Location:



The plot below presents the cross correlation coefficient between the raw qc and fs values (as measured on the field). X axes presents the lag distance (one lag is the distance between two successive CPT measurements).





Stratum CPT
141 rue Queen
Grenville, QC J0V 1J0
www.stratumcpt.ca

CPT: 21007_CPTu-02C

Total depth: 70.12 m, Date: 2021-03-10

Surface Elevation: 0.00 m

Coords: X:0.00, Y:0.00

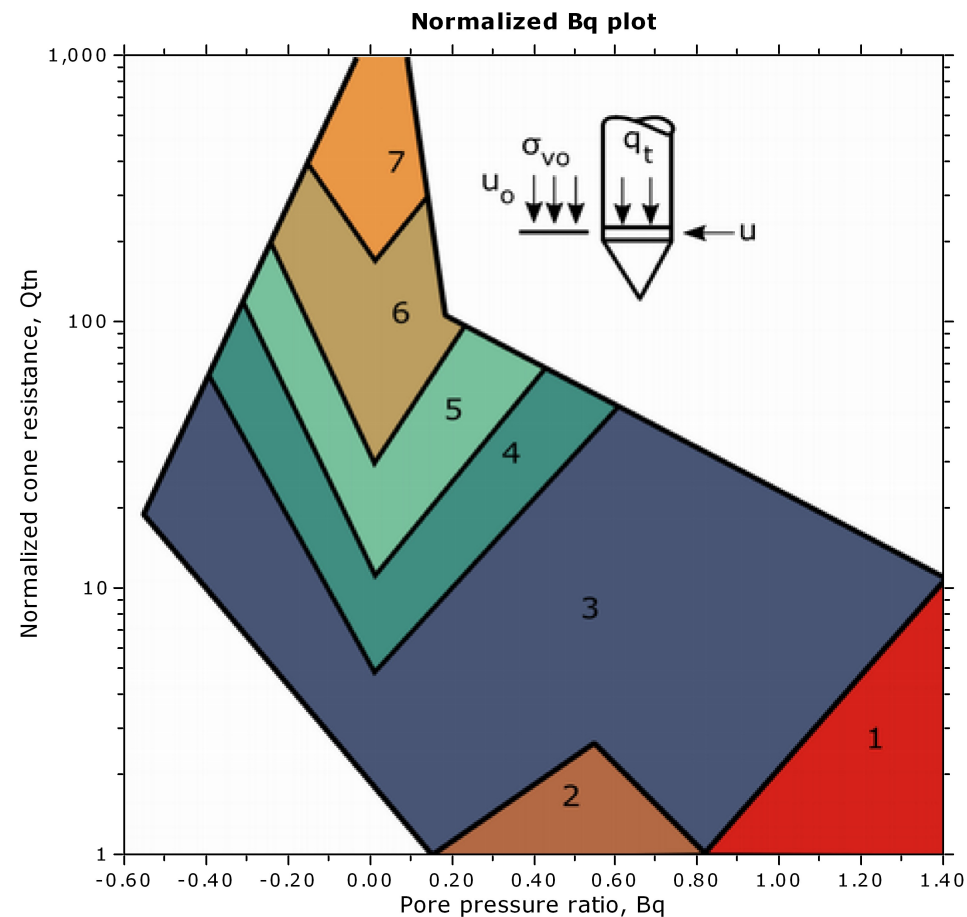
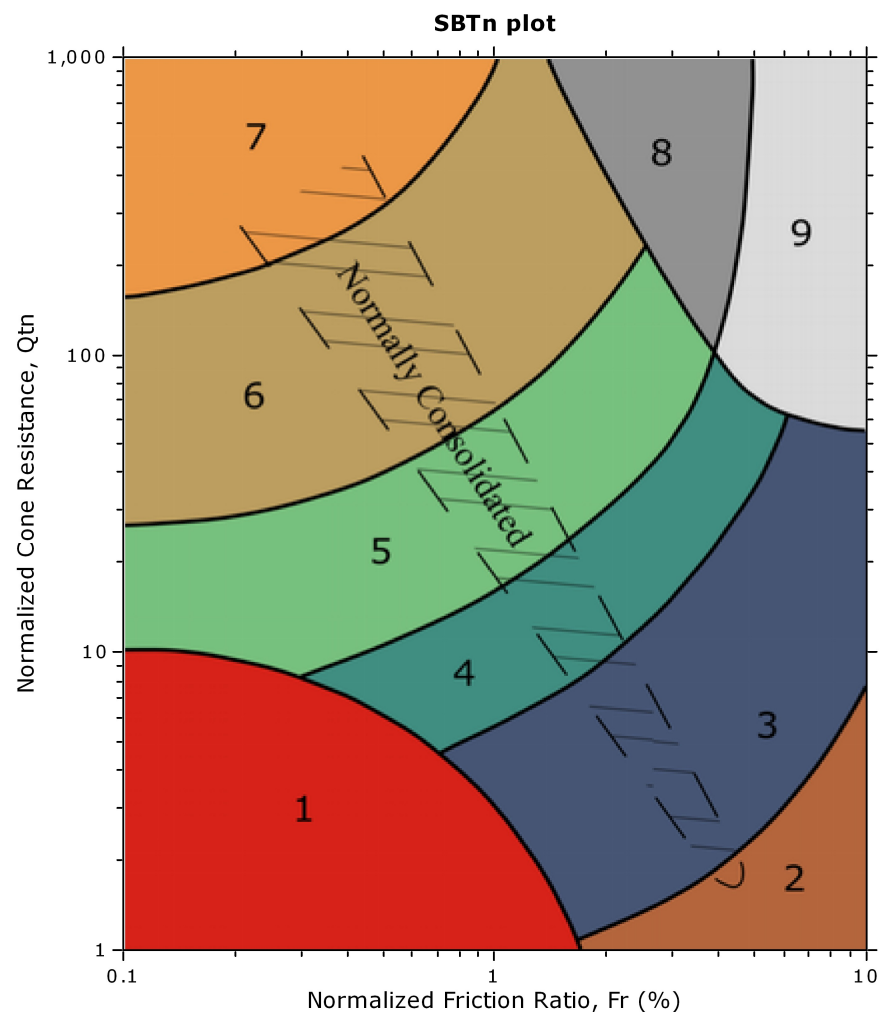
Cone Type:

Cone Operator:

Project:

Location:

SBT - Bq plots (normalized)



SBTn legend

- | | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Sensitive fine grained | 4. Clayey silt to silty clay | 7. Gravelly sand to sand |
| 2. Organic material | 5. Silty sand to sandy silt | 8. Very stiff sand to clayey sand |
| 3. Clay to silty clay | 6. Clean sand to silty sand | 9. Very stiff fine grained |



Project:
Location:

Dissipation Tests Results

Dissipation tests

Dissipation tests consists of stopping the piezocone penetration and observing porepressures (u) with elapsed time (t). The data are automatic recorded by the field computer and should take place until a minimum of 50% dissipation.

The porepressures are plotted as a function of square root of (t). The graphical technique suggested by Robertson and Campanella (1989), yields a value for t_{50} , which corresponds to the time for 50% consolidation.

The value of the coefficient of consolidation in the radial or horizontal direction c_h was then calculated by Houlsby and Teh's (1988) theory using the following equation:

$$c_h = \frac{T \times r^2 \times I_r^{0.5}}{t_{50}}$$

where:

T: time factor given by Houlsby and Teh's (1988) theory corresponding to the porepressure position

r: piezocone radius

I_r : stiffness index, equal to shear modulus G divided by the undrained strength of clay (S_u).

t_{50} : time corresponding to 50% consolidation

Permeability estimates based on dissipation test

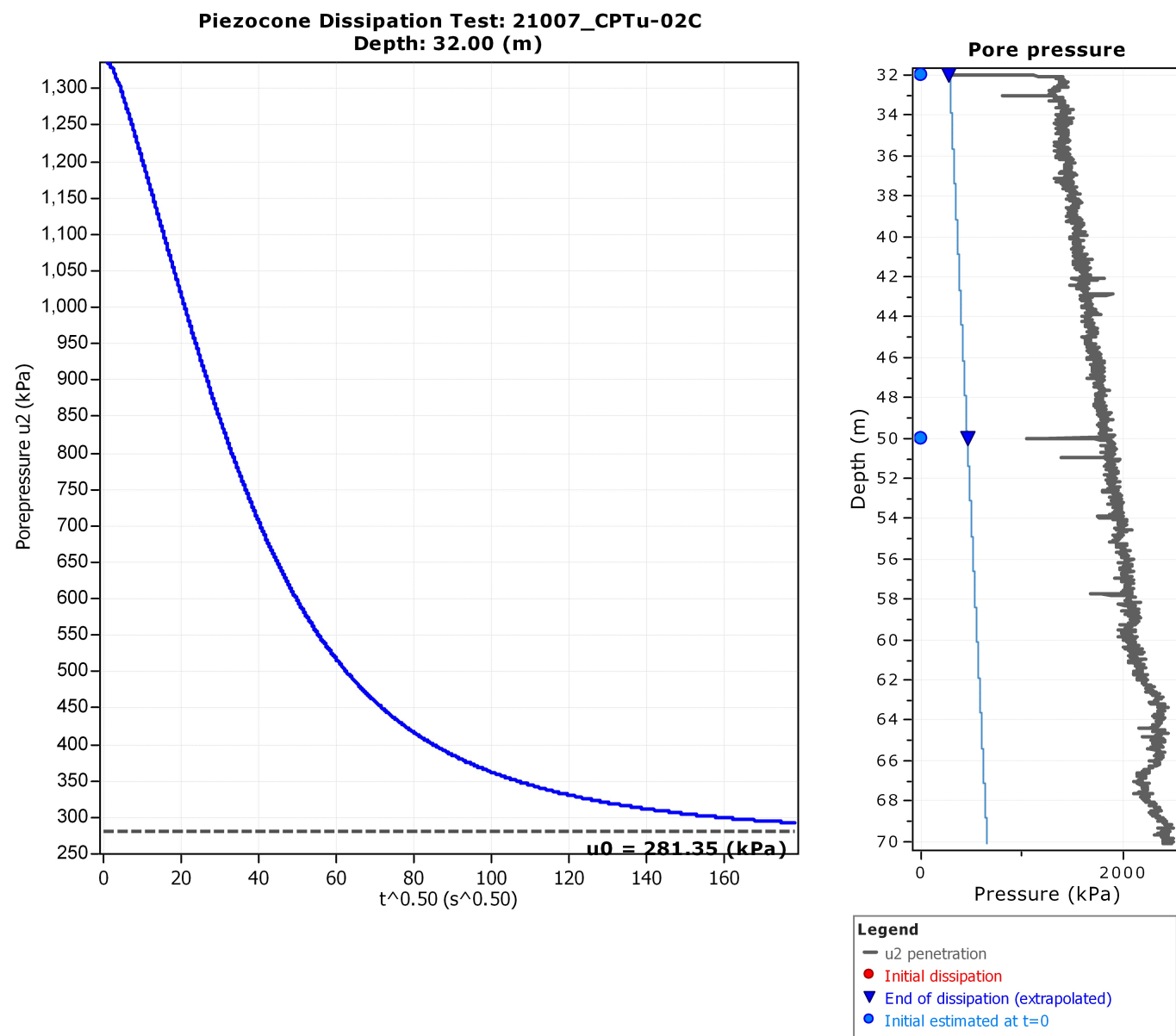
The dissipation of pore pressures during a CPTu dissipation test is controlled by the coefficient of consolidation in the horizontal direction (c_h) which is influenced by a combination of the soil permeability (k_h) and compressibility (M), as defined by the following:

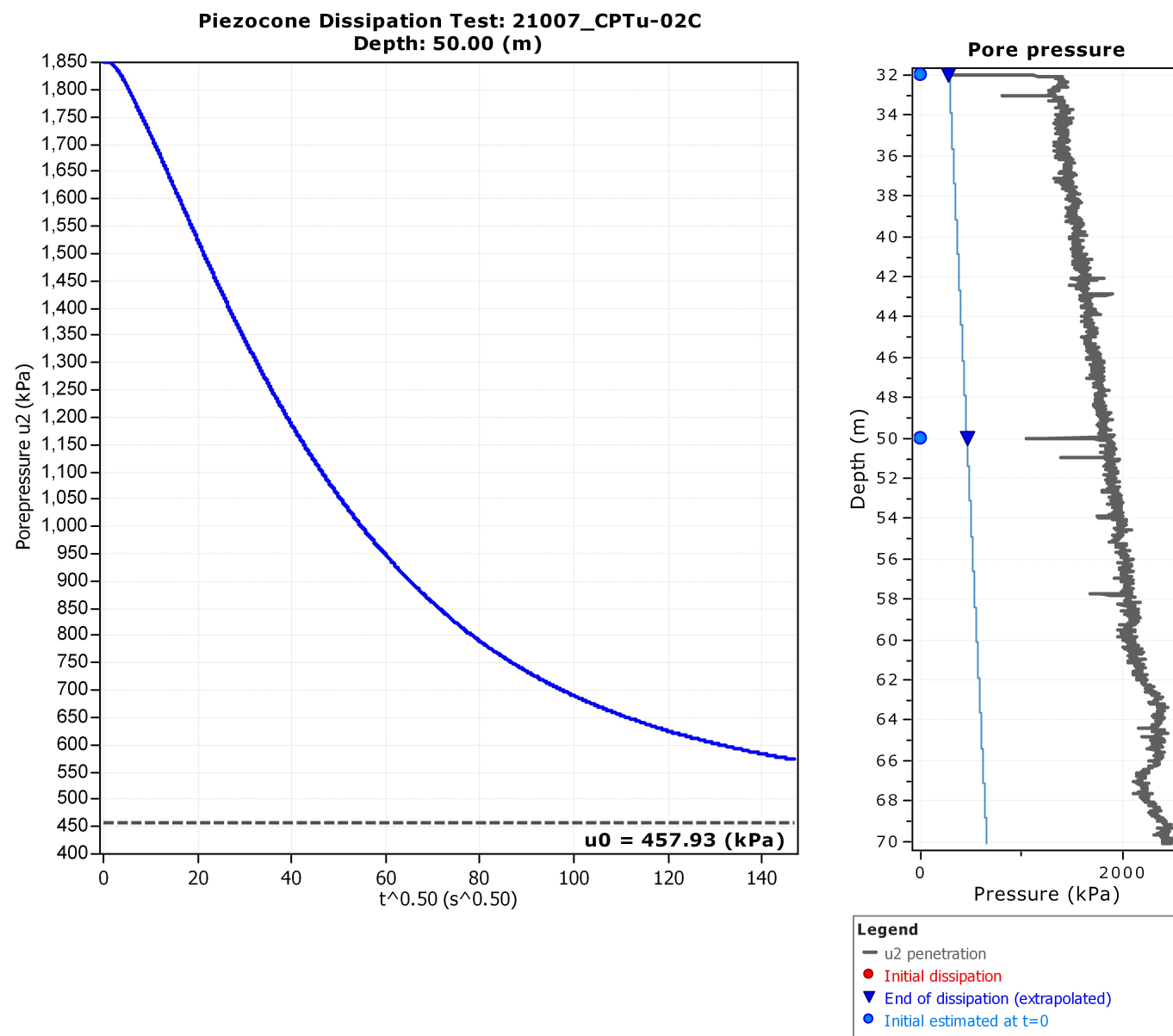
$$k_h = c_h \times \gamma_w / M$$

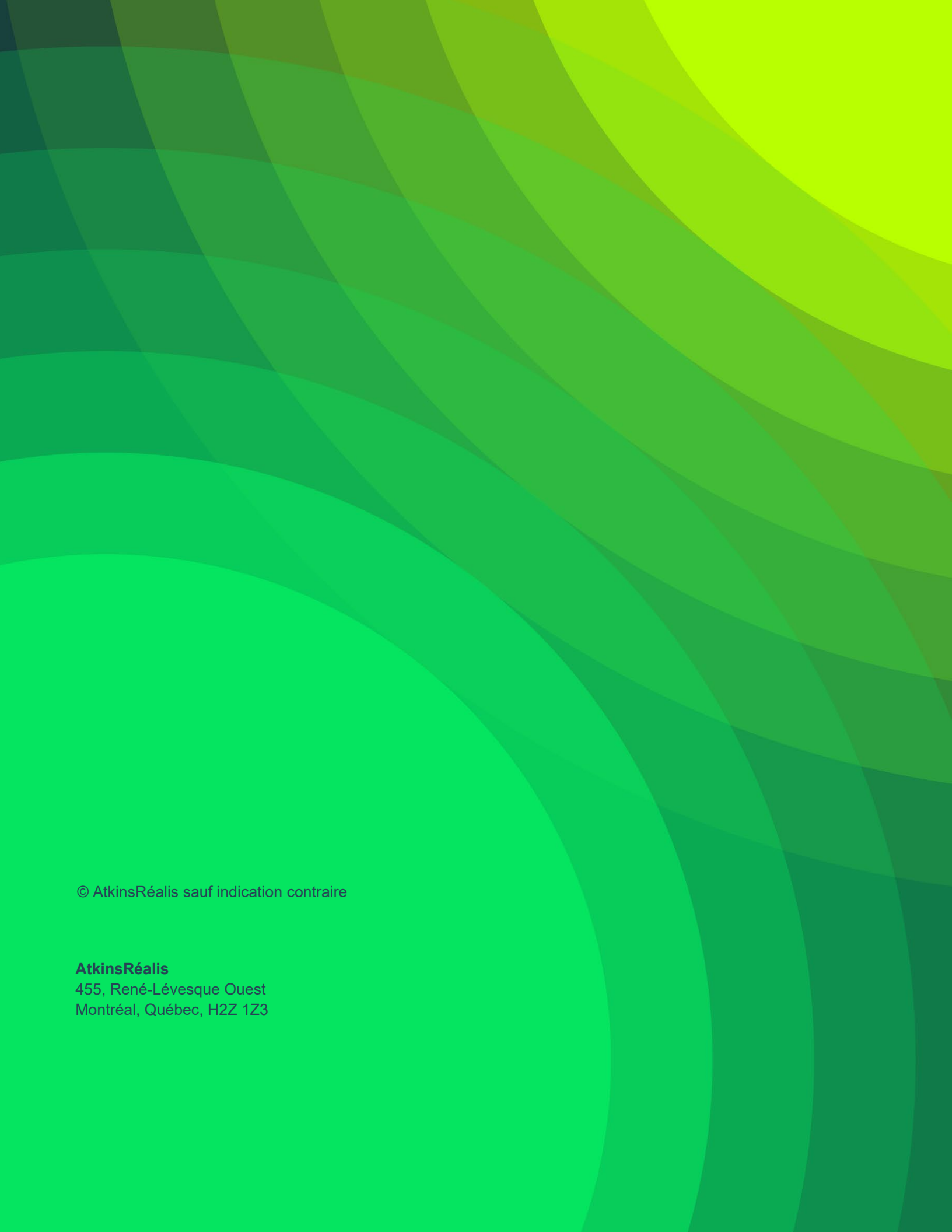
where: M is the 1-D constrained modulus and γ_w is the unit weight of water, in compatible units.

Tabular results

CPTU Borehole	Depth (m)	$(t_{50})^{0.50}$	t_{50} (s)	t_{50} (years)	G/ S_u	c_h (m^2/s)	c_h ($m^2/year$)	M (MPa)	k_h (m/s)
21007_CPTU-02	32.00	0.0	0	0.00E+000	100.00	0.00E+000	0	1.31	-1.00E+004
21007_CPTU-02	50.00	0.0	0	0.00E+000	1268.11	0.00E+000	0	3.29	-1.00E+004







© AtkinsRéalis sauf indication contraire

AtkinsRéalis
455, René-Lévesque Ouest
Montréal, Québec, H2Z 1Z3