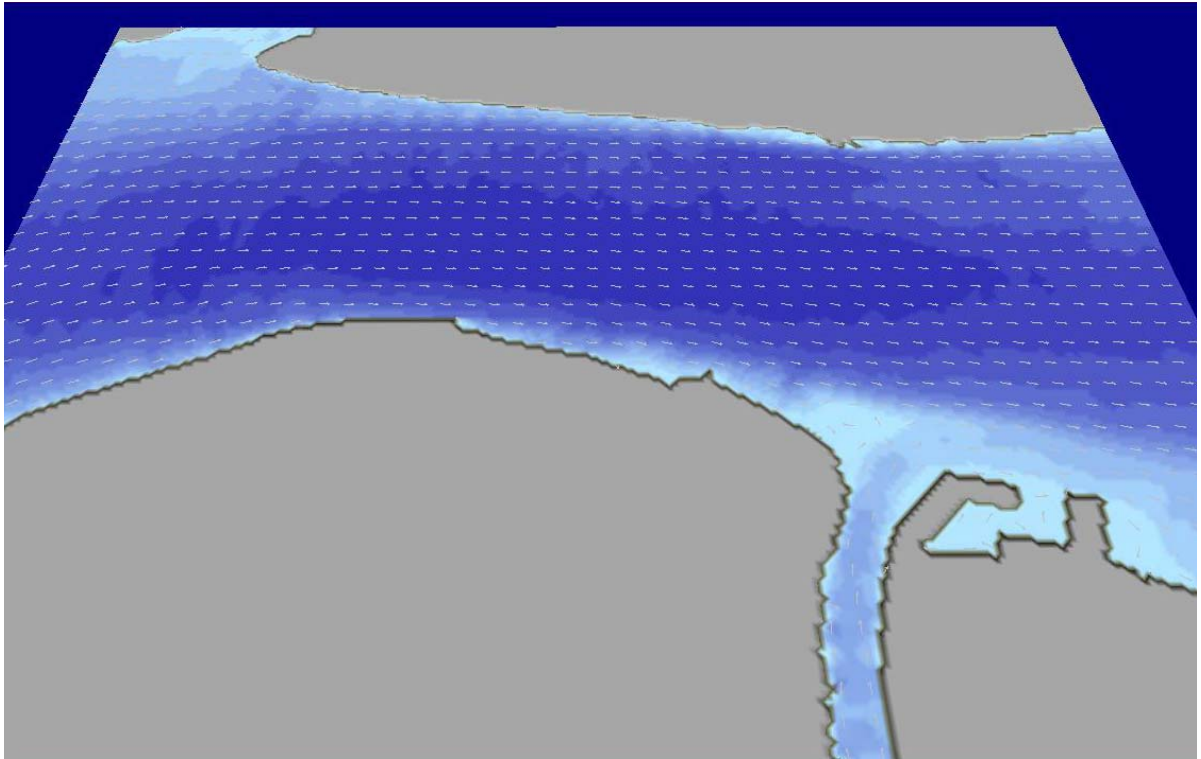


ANNEXE 2
Étude hydrodédimentologique



EXPANSION DES INSTALLATIONS PORTUAIRES DE QIT À SOREL-TRACY
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques



Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.

9620, rue Saint-Patrick, LaSalle (Québec) Canada H8R 1R8

Téléphone : (514) 366-2970 / Télécopieur : (514) 366-2971

Site Internet : www.gcl.qc.ca

Courrier électronique : gcl@gcl.qc.ca

Rapport présenté à

CJB Environnement inc.

pour le compte de

QIT-Fer et Titane inc.

EXPANSION DES INSTALLATIONS PORTUAIRES DE QIT À SOREL-TRACY
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

R. 1631

Novembre 2006

Préparé par :

Catherine Denault, ing.

Marc Villeneuve, ing.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	ii
LISTE DES FIGURES	ii
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 PROBLÉMATIQUE ET APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE	2
3.0 MODÉLISATION NUMÉRIQUE	3
3.1 Modélisation hydrodynamique.....	3
3.2 Zone modélisée.....	3
3.3 Données bathymétriques	4
3.4 Conditions aux limites	5
3.5 Paramètres de modélisation.....	6
4.0 CONDITIONS ACTUELLES.....	7
4.1 Validation du modèle numérique.....	7
4.2 Conditions hydrodynamiques actuelles.....	8
4.3 Potentiel de sédimentation en conditions actuelles.....	8
5.0 CONDITIONS FUTURES	10
5.1 Configurations de quai étudiées.....	10
5.2 Conditions hydrodynamiques futures	11
5.3 Potentiel de sédimentation en conditions futures.....	12
6.0 CONCLUSION.....	14
RÉFÉRENCES	16

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Conditions imposées aux limites du modèle..... 5

LISTE DES FIGURES

- Figure 1: Bathymétrie et limites du modèle hydrodynamique.
- Figure 2: Données bathymétriques.
- Figure 3: Validation du modèle hydrodynamique.
- Figure 4: Aménagement actuel - Champs des vitesses en étiage.
- Figure 5: Aménagement actuel - Champs des vitesses en conditions moyennes.
- Figure 6: Aménagement actuel - Champs des vitesses en crues.
- Figure 7: Zones potentielles de dépôt en conditions actuelles.
- Figure 8: Variantes de réaménagement du quai et leur zone d'approche.
- Figure 9: Variante 1 – Champs des vitesses en conditions futures et écarts par rapport aux conditions actuelles.
- Figure 10: Variante 2 – Champs des vitesses en conditions futures et écarts par rapport aux conditions actuelles.
- Figure 11: Variante 3 – Champs des vitesses en conditions futures et écarts par rapport aux conditions actuelles.
- Figure 12: Variante 1 - Zones potentielles de dépôt en conditions futures.
- Figure 13: Variante 2 - Zones potentielles de dépôt en conditions futures.
- Figure 14: Variante 3 - Zones potentielles de dépôt en conditions futures.

1.0 INTRODUCTION

QIT-Fer et Titane (QIT) exploite à Sorel-Tracy un complexe métallurgique comportant des installations portuaires pour le transbordement des matières premières et des produits finis provenant de ses exploitations minières. Le quai actuel de la compagnie est situé en rive droite du fleuve Saint-Laurent, légèrement en amont de l'embouchure de la rivière Richelieu (figure 1). D'une longueur de 330 m, il peut accueillir des navires mesurant entre 110 et 230 m, et ayant jusqu'à 9,2 m (30 pi) de tirant d'eau. QIT envisage actuellement d'accroître ses activités industrielles au complexe de Sorel-Tracy. Ce projet d'expansion implique l'extension du quai actuel de près de 215 m (700 pi) et le dragage des fonds naturels à une profondeur de 10,35 m (34 pi) devant le nouveau quai.

Afin de vérifier les risques d'ensablement et les besoins de dragage liés aux futures installations, le Groupe-Conseil LaSalle (GCL) a réalisé une étude des conditions hydrosédimentologiques pour les conditions d'aménagement actuelles et futures.

Le présent rapport rend compte de la méthodologie de l'étude et des résultats obtenus. La section 2 aborde dans un premier temps les enjeux du projet et l'approche méthodologique adoptée. La section 3 décrit ensuite le modèle numérique et les principaux paramètres de modélisation utilisés. La section 4 présente les conditions hydrodynamiques en conditions actuelles. Elle inclut la validation du modèle numérique sur la base de mesures effectuées sur le terrain ainsi que l'analyse des champs d'écoulement et du potentiel de sédimentation de la zone à l'étude pour trois scénarios de débit. La section 5 traite finalement de l'impact du projet d'expansion portuaire sur les conditions hydrosédimentologiques du site, pour trois configurations de quais différentes.

2.0 PROBLÉMATIQUE ET APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'appel d'offre préparée par QIT pour la présente étude faisait état d'une modélisation hydrosédimentologique du secteur à l'étude « afin d'évaluer les besoins de dragage d'entretien ».

Sur la base de nos études récentes du fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Sorel (réf. [1] et [2]), les risques de sédimentation des installations portuaires actuelles et futures de QIT apparaissent a priori très faibles, car elles se situent sur une pointe longée par des courants relativement élevés, qui montrent une bonne uniformité sur toute la largeur du fleuve Saint-Laurent. Ces conditions sont bien différentes de celles retrouvées plus en aval, car cette pointe maintient les courants principaux vers le large et induit le long de la rive sud une zone de décollement (i.e. zone de vitesses faibles ne participant pas à l'écoulement principal). Les risques de sédimentation de cette zone sont beaucoup plus élevés, notamment dans l'embouchure du Richelieu, que ceux associés aux installations de QIT.

Au début de la présente étude, les représentants de la firme CJB Environnement nous ont par ailleurs confirmé qu'aucun dragage majeur n'avait été effectué au droit des installations portuaires de QIT dans les dix dernières années. Les besoins ponctuels de dragage semblent être plutôt liés aux pertes de minerai pouvant se produire lors du transbordement des navires.

Dans ce contexte, nous n'avons pas cherché à établir précisément les volumes de sédimentation annuels pouvant affecter les aménagements actuels et projetés. Un tel exercice aurait de toute façon nécessité des données détaillées concernant le transport sédimentaire par le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Sorel, et de telles informations ne semblent malheureusement pas disponibles dans la littérature technique et scientifique.

Notre approche méthodologique s'est plutôt orientée vers une comparaison détaillée des conditions hydrodynamiques avant et après aménagement. Les vitesses de courants obtenues ont ensuite été utilisées pour délimiter les zones de sédimentation potentielle et en déduire l'augmentation des risques sédimentologiques pouvant être associée aux nouveaux aménagements par rapport aux installations existantes.

3.0 MODÉLISATION NUMÉRIQUE

La modélisation numérique a été effectuée à l'aide du modèle MIKE 21, conçu et développé au Danemark par la firme *DHI Water & Environment*. Ce logiciel commercial est reconnu à l'échelle internationale pour la modélisation bidimensionnelle des écoulements à surface libre en milieu fluvial, estuarien ou côtier.

3.1 Modélisation hydrodynamique

Les conditions hydrodynamiques du secteur à l'étude ont été modélisées à l'aide du module NHD (*Nested Hydrodynamics*) de MIKE 21, qui permet d'imbriquer des maillages de résolution variable pour représenter la bathymétrie. La zone d'intérêt peut ainsi être modélisée à l'aide d'un maillage relativement fin, alors que le maillage plus grossier adopté pour la zone éloignée permet d'optimiser les temps de calculs.

La bathymétrie de la zone à l'étude est reproduite dans le modèle numérique selon des maillages rectangulaires. À partir de cette géométrie et des conditions imposées aux limites de la zone considérée, le modèle donne les valeurs de niveaux et de vitesses d'écoulement intégrées sur la verticale en chacun des points de maillage de la bathymétrie.

3.2 Zone modélisée

La figure 1 illustre l'étendue de la zone couverte par le modèle numérique hydrodynamique. Le modèle d'ensemble couvre environ 30 km du fleuve Saint-Laurent, entre Saint-Joseph-de-Sorel et Louiseville, dans le lac Saint-Pierre. Le modèle intègre également les trois derniers kilomètres de la rivière Richelieu et son embouchure avec le fleuve Saint-Laurent. L'étendue importante de la zone d'ensemble par rapport au secteur à l'étude permet de minimiser les imprécisions liées à la schématisation de l'écoulement aux limites amont et aval du modèle, où les conditions d'écoulement sont imposées plutôt que calculées par le modèle.

La numérisation de la bathymétrie de la zone d'ensemble a été effectuée selon une grille de $\Delta x = \Delta y = 45$ m. Afin d'obtenir une meilleure résolution des fonds marins et de la géométrie

du quai de QIT, une grille plus précise de $\Delta x = \Delta y = 15$ m a été utilisée dans le secteur des installations portuaires de QIT.

3.3 Données bathymétriques

Trois sources de données ont été utilisées pour la construction de la bathymétrie numérique dans MIKE 21 :

1. Cartes nautiques no. 1311 et 1312 du Service Hydrographique du Canada (SHC) sous format numérique AutoCAD.
2. Données de bases des levés hydrographiques, obtenues sous forme numérique auprès du SHC pour six relevés:
 - no. 3005009 – couvre un secteur d’approximativement 2 km de la rivière Richelieu (1 779 points sondés en 1984);
 - no. 3005261 – couvre une portion du fleuve Saint-Laurent, entre l’embouchure de la rivière Richelieu et l’aval de l’île de Grâce (14 021 points sondés en 1988);
 - no. 3005263 – couvre le fleuve Saint-Laurent en aval de l’embouchure de la rivière Richelieu (9 760 points sondés en 1988);
 - no. 3005264 – couvre un secteur du fleuve Saint-Laurent entre l’embouchure de la rivière Richelieu et l’île de Grâce (6 279 points sondés en 1988);
 - no. 3101347 – couvre l’embouchure de la rivière Richelieu et le dernier kilomètre aval de la rivière (34 676 points sondés en 1997);
 - no. 3005624 – couvre de petites zones le long des berges de la rivière Richelieu (46 points sondés en 1990).
3. Sondage détaillé de 6 440 points dans le secteur des aménagements portuaires de QIT, relevé récemment par les Entreprises Normand Juneau.

La figure 2 donne un aperçu de la densité des données utilisées pour la construction de la bathymétrie numérique.

Les profondeurs à l'aval du modèle d'ensemble, réduites au zéro des cartes de Louiseville (3,3 m au-dessus du niveau de référence géodésique), ont été ajustées afin d'obtenir pour l'ensemble du modèle des profondeurs d'eau réduites au zéro des cartes de Sorel (3,8 m au-dessus du niveau de référence géodésique). Les déversoirs de pierres dans le Grand Chenal, le Chenal aux Ours, le Petit Chenal de l'île Dupas, le Chenal aux Castors et le Chenal des Barques ont aussi été inclus à leur cote existante, selon des relevés effectués en 1988 (réf. [3]).

3.4 Conditions aux limites

Les simulations des conditions d'écoulement ont été effectuées en imposant un débit aux deux limites amont du modèle (rivière Richelieu et fleuve Saint-Laurent) et un niveau d'eau à la limite aval du modèle (lac Saint-Pierre). Les données utilisées ont été établies d'après des études antérieures effectuées par le GCL dans ce secteur (réf. [1] et [2]).

Les conditions hydrodynamiques ont été simulées pour trois scénarios de débits différents, correspondant à des conditions d'étiage, de débits moyens et de crues (tableau 1).

Tableau 1 : Conditions imposées aux limites du modèle

Scénario	Débit _{Saint-Laurent} (m ³ /s)	Débit _{Richelieu} (m ³ /s)	Niveau* _{Lac Saint-Pierre} (m)
Débits d'étiage	6 556	50	-0,7
Débits moyens	10 478	283	0,8
Débits de crues	13 594	566	1,85

* Niveaux d'eau exprimés en fonction du zéro des cartes de Sorel (3,8 m au dessus du niveau de référence géodésique)

3.5 Paramètres de modélisation

Les simulations hydrodynamiques ont été effectuées avec un pas de temps fixé à $\Delta t = 2$ secondes. Chaque simulation représentait une durée totale de 12 heures, un temps suffisamment long pour assurer la stabilité du modèle et l'établissement d'un régime permanent.

La rugosité des fonds a été fixée à une valeur de $n = 0,025$. Pour le paramètre de viscosité turbulente, une valeur de $0,3 \text{ m}^2/\text{s}$ a été choisie. Pour le type d'écoulement simulé, l'expérience montre que cette valeur permet une bonne représentation des décollements et des courants de retour.

4.0 CONDITIONS ACTUELLES

Pour mesurer l'impact du réaménagement des installations portuaires de QIT sur les conditions hydrosédimentologiques actuelles, les trois scénarios de débits ont d'abord été simulés avec la configuration existante du quai.

4.1 Validation du modèle numérique

Afin d'assurer la représentativité des conditions hydrodynamiques prédites par le modèle, une simulation a d'abord été réalisée afin de reproduire les conditions hydrodynamiques du 17 mai 2006, date à laquelle une campagne de courantométrie a été effectuée par CJB Environnement aux abords des installations existantes.

La vitesse des courants a été mesurée en une douzaine de stations à l'aide d'un courantomètre à moulinet de type AA. La latitude et la longitude de chaque station ont été enregistrées à l'aide d'un GPS. À chaque station, les vitesses ont été mesurées en deux points sur la verticale, à 3,65 m (12 pi) et 7,31 m (24 pi) sous la surface de l'eau. Les vitesses obtenues en chaque point résultent de la moyenne de deux secondes d'observation. La figure 3 illustre la position des stations de mesure.

Les données transmises par le service des relevés hydrométriques d'Environnement Canada indiquent que les débits du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Richelieu étaient respectivement de 9 493 m³/s et 530 m³/s en date du 17 mai 2006 au site de Sorel. Le niveau correspondant à ces débits à la limite aval du modèle est de 0,6 m. Ces données de débits et de niveau ont donc été imposées aux limites du modèle hydrodynamique.

La figure 3 compare les vitesses mesurées lors de la campagne de relevés du 17 mai 2006 avec celles simulées par le modèle numérique pour les mêmes conditions hydrodynamiques. Il est rappelé que les vitesses calculées par le modèle numérique sont moyennées sur la verticale. Dans l'ensemble, il y a une bonne concordance entre les vitesses mesurées sur le site et celles prédites numériquement. Seules les stations 05, 010 et 013 offrent un degré de validation moins satisfaisant. Les stations adjacentes à chacune de ces trois stations donnent toutefois de bons résultats. Les écarts observés aux stations 05, 010 et 013 sont donc considérés ponctuels, et n'affectent pas la validité générale du modèle numérique.

4.2 Conditions hydrodynamiques actuelles

Suite à la validation du modèle numérique, les conditions hydrodynamiques actuelles ont été simulées pour les scénarios d'étiage, de débit moyen et de crue. Les champs d'écoulement ainsi obtenus sont illustrés pour la zone d'ensemble aux figures 4 à 6. Une vue centrée sur les installations portuaires de QIT est également présentée sur chaque figure.

Pour les trois scénarios de débit, les zones de hautes vitesses sont principalement observées dans le chenal de navigation du fleuve Saint-Laurent. À la hauteur de Saint-Joseph-de-Sorel, le bras principal du fleuve décrit une courbe prononcée et se rétrécit. Les courants présentent alors des vitesses mieux distribuées sur la pleine largeur de l'écoulement. Plus à l'aval, la pointe formée par le littoral dans le secteur de QIT tend à maintenir les courants principaux vers le centre du fleuve. Le secteur de Pointe-aux-Pins et l'embouchure de la rivière Richelieu se retrouvent ainsi en retrait de l'écoulement principal, ce qui explique les basses vitesses observées dans ces deux secteurs.

Le quai existant se situe dans cette zone de rétrécissement du fleuve, où les vitesses d'écoulement sont relativement élevées. Le long du quai, les vitesses sont de l'ordre de 0,25 à 0,4 m/s pour le scénario d'étiage, et de 0,5 à 0,7 m/s pour le scénario de crue. Le long du quai, on observe des vitesses augmentant sensiblement de l'amont vers l'aval. Dans le sillage du quai, le long de la berge située en aval, les vitesses sont peu élevées pour les trois scénarios de débits modélisés.

4.3 Potentiel de sédimentation en conditions actuelles

Sur la base des conditions hydrodynamiques obtenues à l'aide du modèle numérique, il est possible de déterminer les zones potentielles de sédimentation du secteur à l'étude. Pour chaque classe usuelle de sédiments, la figure 7 donne les zones potentielles de sédimentation correspondant à chacune des classes, et ce pour les trois scénarios de débit modélisés. Par exemple, une zone correspondant à la classe *sable fin et moyen* indique que tout sédiment plus gros ou équivalent à cette granulométrie pourrait se déposer dans cette zone. En période d'étiage, les quelque 600 m de rive situés à l'aval du quai actuel donnent lieu à des vitesses suffisamment faibles pour permettre le dépôt de toute la gamme des sédiments, y compris de très fines particules. La taille des matériaux pouvant se déposer

dans cette zone augmente évidemment avec le débit. Un potentiel de sédimentation encore plus important est obtenu dans l'embouchure de la rivière Richelieu (figure 7).

Il importe de souligner que les cartes de la figure 7 ne présument aucunement de la présence dans l'écoulement ni de la provenance de ces sédiments. Elles visent à comparer le potentiel de sédimentation des futurs aménagements par rapport aux conditions actuelles, et évaluer ainsi les besoins de dragage liés aux futures installations.

5.0 CONDITIONS FUTURES

5.1 Configurations de quai étudiées

De concert avec les représentants de CJB Environnement et de QIT, trois configurations d'agrandissement du quai actuel ont été étudiées :

1. Variante 1 - Extension de 213,36 m (700 pi) vers l'aval : Cette variante consiste à prolonger la ligne du quai actuel de 213,36 m vers l'aval et à remblayer l'aire entre la façade du nouveau quai et la rive. Cette variante couvre également le cas d'une jetée pleine de même longueur et d'une largeur de 33,5 m (110 pi). D'un point de vue hydrodynamique, la variante 1 et sa sous-variante sont considérées équivalentes, puisque la zone comprise entre la jetée pleine et le littoral sera simplement stagnante.
2. Variante 2 - Extension de 213,36 m (700 pi) vers l'amont : Cette variante est identique à la variante précédente, à l'exception du prolongement du quai qui se fait vers l'amont plutôt que vers l'aval.
3. Variante 3 - Extension de 213,36 m (700 pi) vers l'aval selon une ligne discontinue : Cette variante consiste à prolonger le quai actuel selon une ligne parallèle à la rive. La zone entre la façade du quai et la rive est également remblayée.

Pour les trois variantes, la profondeur des fonds aux abords des quais et de l'aire de manœuvre doit être maintenue à 10,35 m. Au moment de la construction du nouveau quai, les fonds naturels qui n'ont pas la profondeur requise aux abords du quai devront donc être dragués à une profondeur de 10,35 m. Pour les variantes 1 et 2, l'axe de prolongement du quai est dans la direction de zones profondes, de sorte que les fonds devant être approfondis à 10,35 m couvrent une superficie relativement limitée. Pour la variante 3, l'extension du quai est plus rapprochée du rivage. L'agrandissement du quai selon cette variante nécessite donc des travaux de dragage initial plus importants.

Les trois variantes de quais étudiées et l'étendue des zones approfondies à -10,35 m sont illustrées à la figure 8.

5.2 Conditions hydrodynamiques futures

Les figures 9 à 11 présentent les champs de vitesses obtenus pour les trois variantes de réaménagement étudiées. Pour faciliter la comparaison avec les résultats obtenus en conditions actuelles (présentés aux figures 4 à 6), les champs de vitesses de chaque variante de réaménagement sont accompagnés d'un graphique montrant la différence entre les vitesses simulées en conditions futures et celles simulées en conditions actuelles. Les écarts inférieurs à 10 cm/s sont considérés négligeables et ne sont pas illustrés.

Pour toute la gamme des débits, l'extension du quai vers l'aval n'a pas d'influence tangible sur les vitesses d'écoulement observées le long du quai actuel. Les vitesses devant le nouveau quai sont pratiquement les mêmes que celles obtenues au même endroit dans les conditions actuelles. Le seul impact tangible sur les vitesses d'écoulement est obtenu à la limite aval du nouveau quai. En conditions d'étiage (figure 9A), seule une zone limitée, située directement dans le sillage du nouveau quai, présente des vitesses moins élevées qu'en conditions actuelles. Aucune différence significative n'est obtenue aux abords immédiats de la berge. En conditions moyennes et de crues (figures 9B et 9C), l'extrémité aval du nouveau quai induit une légère mise en vitesse à l'aval immédiat du quai (écarts de +0,1 à +0,2 m/s). Le décollement créé à l'extrémité du quai conduit à une zone de décollement plus étendue, et les vitesses longeant la berge naturelle sont moins élevées qu'en conditions actuelles. Le ralentissement moyen des vitesses dans cette zone est de l'ordre de -0,3 m/s.

Tout comme avec la variante 1, l'extension du quai actuel vers l'amont (variante 2) ne modifie pas de façon significative les conditions hydrodynamiques aux abords immédiats du quai (figure 10). Les vitesses à l'amont du quai étant moins élevées qu'à l'aval, l'impact de la variante 2 est encore moins prononcé que celui de la variante 1. En effet, les écarts de vitesses par rapport aux conditions actuelles sont moins importants et sont restreints à une zone moins étendue. Pour les trois scénarios de débits simulés, les vitesses directement à l'amont du quai sont plus lentes d'approximativement 0,2-0,3 m/s par rapport aux valeurs correspondantes obtenues en conditions actuelles. Aucune différence n'est notée à l'aval du quai existant.

La troisième et dernière variante d'aménagement prolonge le quai existant selon une ligne discontinue, parallèle aux berges en aval de ce quai. Tel que mentionné précédemment, la façade de l'extension du quai de cette variante est plus rapprochée du

rivage, et dans une zone moins profonde que les variantes 1 et 2. L'implantation de la variante 3 nécessite donc des travaux d'approfondissement des fonds naturels plus importants que les autres variantes (voir figure 8C).

L'augmentation de la section d'écoulement à l'aval du quai de la variante 3 a pour effet de créer un appel d'eau plus important que dans les conditions actuelles. À l'aval de la zone d'approche, là où les fonds n'ont pas été approfondis, il en résulte des vitesses plus élevées (figure 11). En étiage, cette mise en vitesse n'atteint pas les berges, tandis qu'en conditions moyennes et en crues, des vitesses légèrement plus élevées sont obtenues le long des berges. Dans le sillage immédiat du quai, des résultats similaires à la variante 1 sont obtenus. En conditions moyennes et en crues, les vitesses en aval du quai sont réduites par rapport aux conditions actuelles. Les différences les plus élevées sont observées en crues, et sont de l'ordre de -0,3 à -0,4 m/s.

Mentionnons finalement que les variantes d'aménagement considérées n'entraînent aucun impact tangible sur les niveaux d'eau. L'intervention est en effet beaucoup trop locale pour exercer une quelconque influence sur les niveaux d'eau du secteur à l'étude.

5.3 Potentiel de sédimentation en conditions futures

Les figures 12 à 14 présentent pour chacune des variantes d'aménagement étudiées les zones potentielles de dépôt pour les conditions d'étiage, de débit moyen et de crue. Pour mieux mesurer les changements apportés par les différentes variantes de réaménagement, les zones de déposition obtenues en conditions actuelles (présentées à la figure 7) sont comparées sur chaque figure avec les résultats obtenus en conditions futures.

Les zones de déposition des sédiments sont directement liées aux conditions hydrodynamiques prévalant sur le site. L'agrandissement des installations portuaires de QIT n'ayant qu'un impact localisé sur les conditions hydrodynamiques, les zones potentielles de dépôt en conditions futures présentent très peu de changements par rapport à celles obtenues en conditions actuelles.

Pour la variante 1, la diminution des vitesses dans le sillage du nouveau quai permet la déposition de sédiments plus fins qu'auparavant. Directement à l'aval du quai, les zones de

déposition de limons et de sables fins et moyens en conditions futures sont légèrement plus grandes qu'en conditions actuelles (figure 12).

La variante 2 offre des changements à peine perceptibles par rapport aux conditions d'aménagement actuelles (figure 13). L'impact du réaménagement est limité à l'amont immédiat du nouveau quai, où une bande plus large de sédiments fins (argile et limon) est obtenue en conditions futures.

Finalement, l'extension du quai selon la variante 3 donne lieu au dépôt de sédiments plus fins directement à l'aval du quai et limite le dépôt de particules fines plus en aval (figure 14). En effet, les vitesses plus élevées obtenues en aval de la zone de manœuvre fait en sorte que la zone de dépôt des limons est remplacée partiellement en conditions futures par une zone de dépôt de sables fins et moyens.

Pour les trois variantes de réaménagement étudiées, les zones de déposition le long du quai et dans les zones de manœuvre sont pratiquement identiques en conditions futures et actuelles. Les besoins en dragage d'entretien aux abords des installations futures ne devraient donc pas différer de ceux requis en conditions actuelles.

6.0 CONCLUSION

QIT-Fer et Titane (QIT) a confié au Groupe-Conseil LaSalle le mandat d'établir l'impact de l'agrandissement de ses installations portuaires de Sorel-Tracy sur les conditions hydrosédimentologiques locales.

À cause de la faible fréquence des dragages requis au quai actuel et du manque de données concernant la dynamique sédimentaire du secteur à l'étude, nos travaux ne visaient pas une simulation détaillée des processus de transport et de dépôt des sédiments mais cherchaient plutôt à déterminer si l'aménagement du nouveau quai pouvait causer une augmentation des risques de sédimentation. Cette analyse était basée sur une comparaison détaillée des conditions hydrodynamiques avant et après aménagement et sur l'évaluation du potentiel de sédimentation associé à ces conditions.

L'hydrodynamique du secteur à l'étude (i.e. niveaux d'eau et champs des courants) a été modélisée pour trois scénarios de débits en conditions d'aménagement actuelles, puis pour trois variantes distinctes de réaménagement :

- Variante 1 : Extension selon l'axe existant du quai de 213,36 m vers l'aval;
- Variante 2 : Extension selon l'axe existant du quai de 213,36 m vers l'amont;
- Variante 3 : Extension selon une ligne discontinue, parallèle au rivage, de 213,36 m vers l'aval.

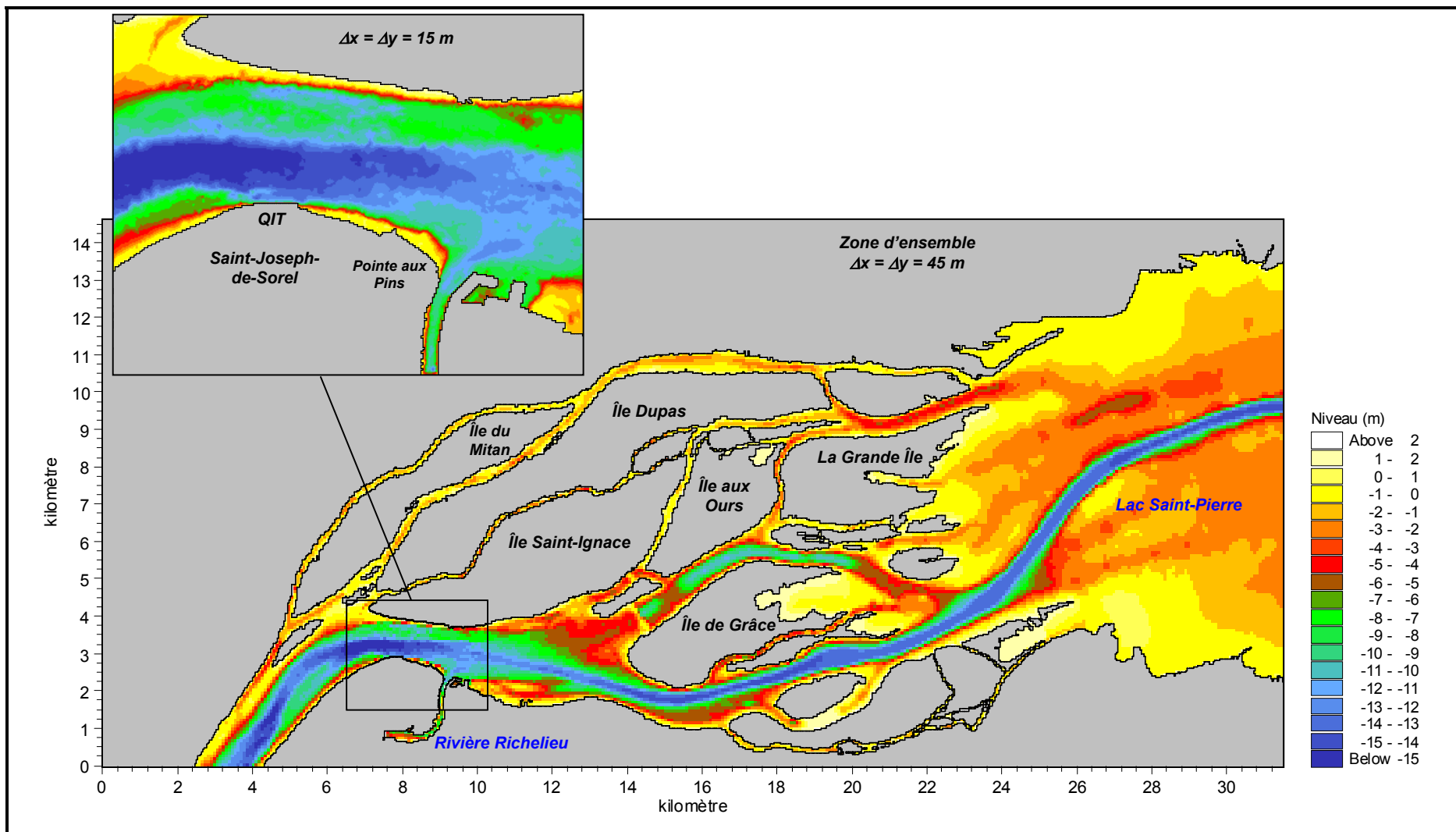
La comparaison des résultats obtenus en conditions futures avec ceux obtenus en conditions actuelles a permis de dégager les principaux impacts suivants :

- De façon générale, le réaménagement du quai n'a qu'une influence très locale sur les conditions hydrodynamiques du site. Selon la variante étudiée, les faibles écarts de vitesses obtenus en conditions futures se limitent à l'aval ou à l'amont immédiat de l'extension projetée. Seule la variante 3 présente des différences plus importantes, qui sont liées à l'approfondissement d'une plus grande zone à -10,35 m.
- Les zones potentielles de dépôt aux abords des installations changent peu en conditions futures. Aucun changement significatif n'est obtenu le long du quai et

dans les aires de manœuvre. Ces résultats indiquent que les besoins en dragage d'entretien aux abords des installations futures ne seront pas modifiés par rapport à ceux des conditions actuelles.

RÉFÉRENCES

- [1] GROUPE-CONSEIL LASALLE (2003). *Port de Sorel – Étude de modélisation hydraulique de l'impact des travaux de dragage*. Rapport GCL R.1500, préparé par M. Villeneuve et C. Denault pour Tecsum, pour le compte de la Société des Parcs Industriels Sorel-Tracy, mars 2003.
- [2] GROUPE-CONSEIL LASALLE (2003). *Port de Sorel – Réaménagement du quai no 19*. Rapport GCL R.1504, préparé par M. Villeneuve et C. Denault pour Tecsum, pour le compte de la Société des Parcs Industriels Sorel-Tracy, mars 2003.
- [3] GROUPE-CONSEIL LASALLE (1989). *Évaluation des réservoirs de Sorel*. Rapport LHL R.1018 préparé par J-P. Saucet, G.K. Holder et R. Boivin.



Le Groupe-Conseil LaSalle

PROJET :

Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

DESCRIPTION :

Bathymétrie et limites du modèle hydrodynamique

CLIENT :

CJB Environnement



DATE :

Novembre 2006

DESSINE PAR :

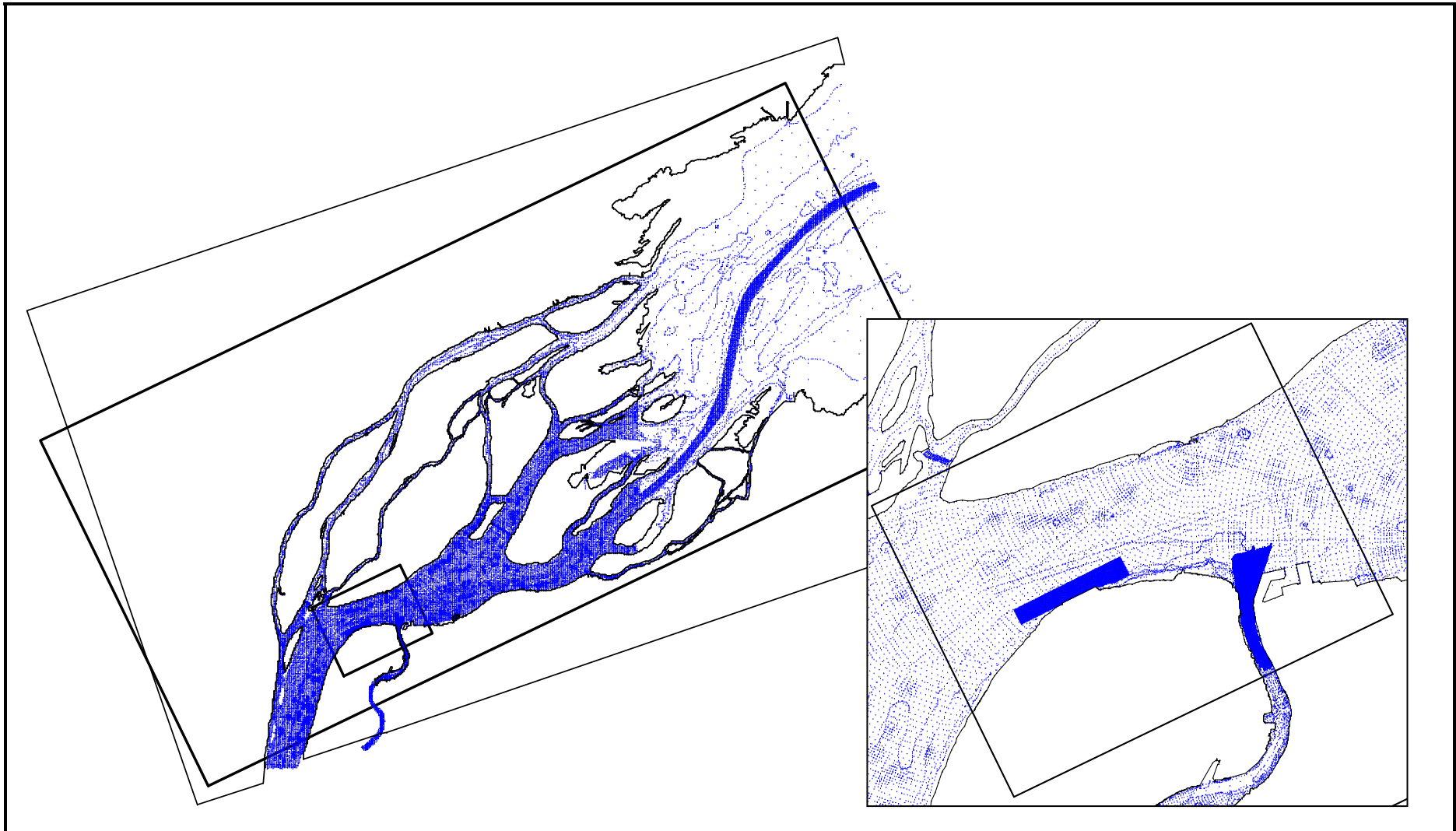
C.D.

REF LASALLE :

365-102 (924)


FIGURE :

1



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

DESCRIPTION :
 Données bathymétriques

CLIENT :
CJB Environnement 

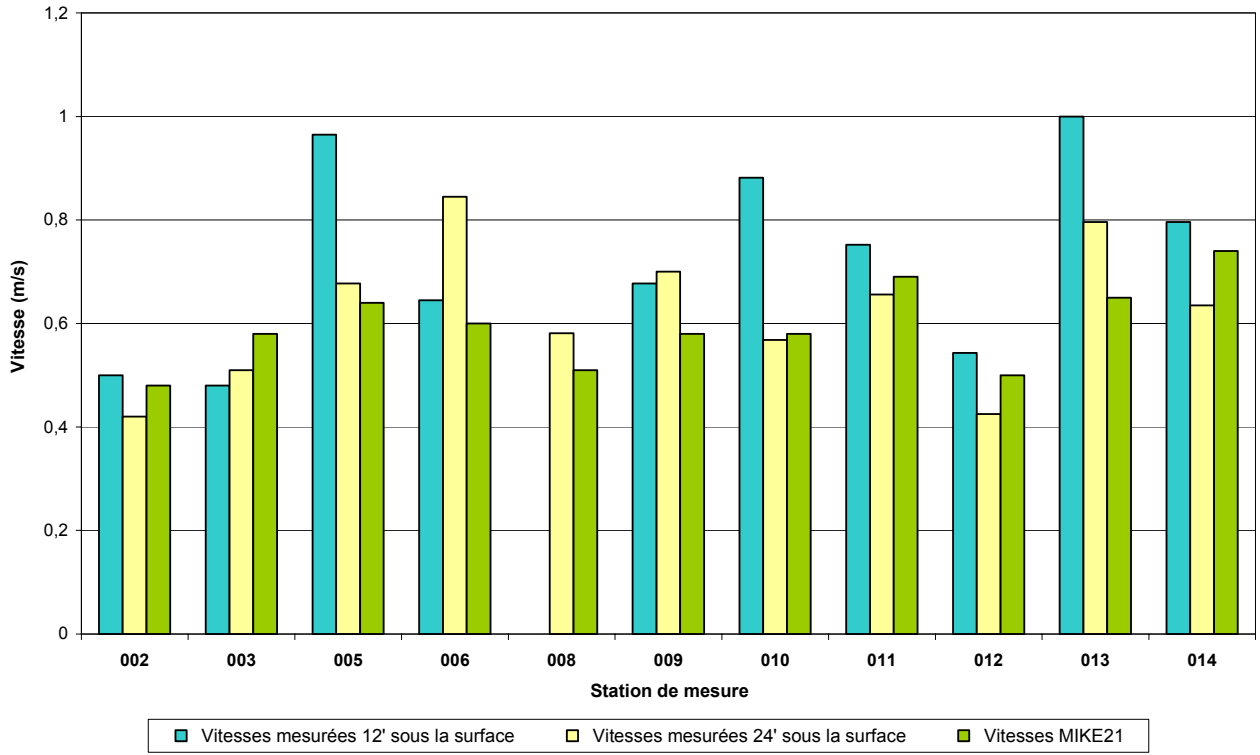
DATE :
 Novembre 2006

DESSINE PAR :
 C.D.

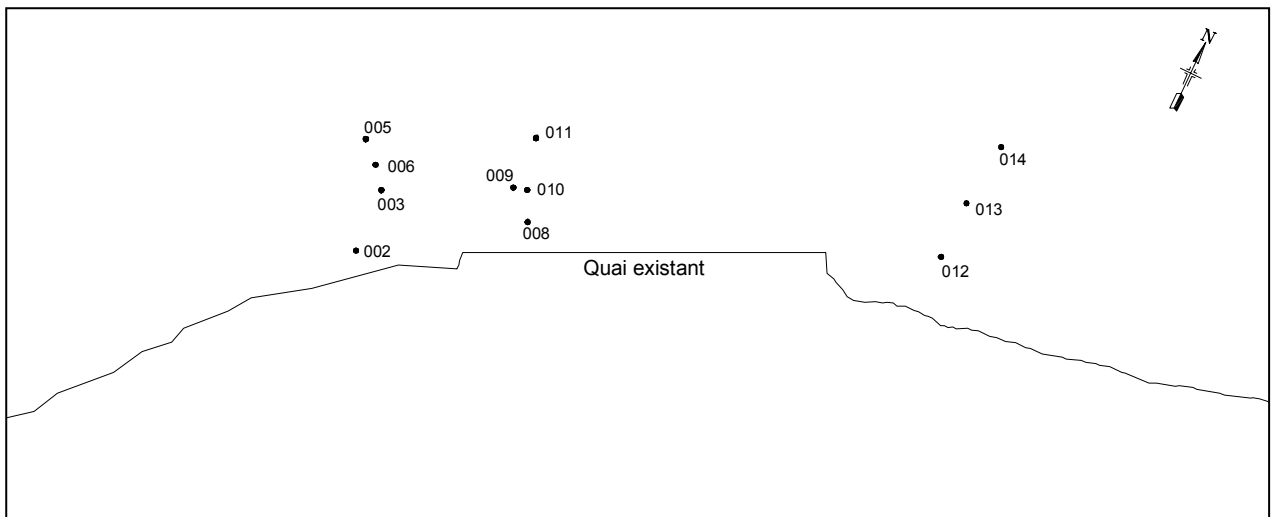
REF LASALLE :
 365-102 (924)

FIGURE :
2

Validation du modèle numérique
 Comparaison des vitesses mesurées sur le site avec celles obtenues par MIKE21
 - Conditions du 17 mai 2006 -



Localisation des stations de mesures



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

CLIENT :
CJB Environnement



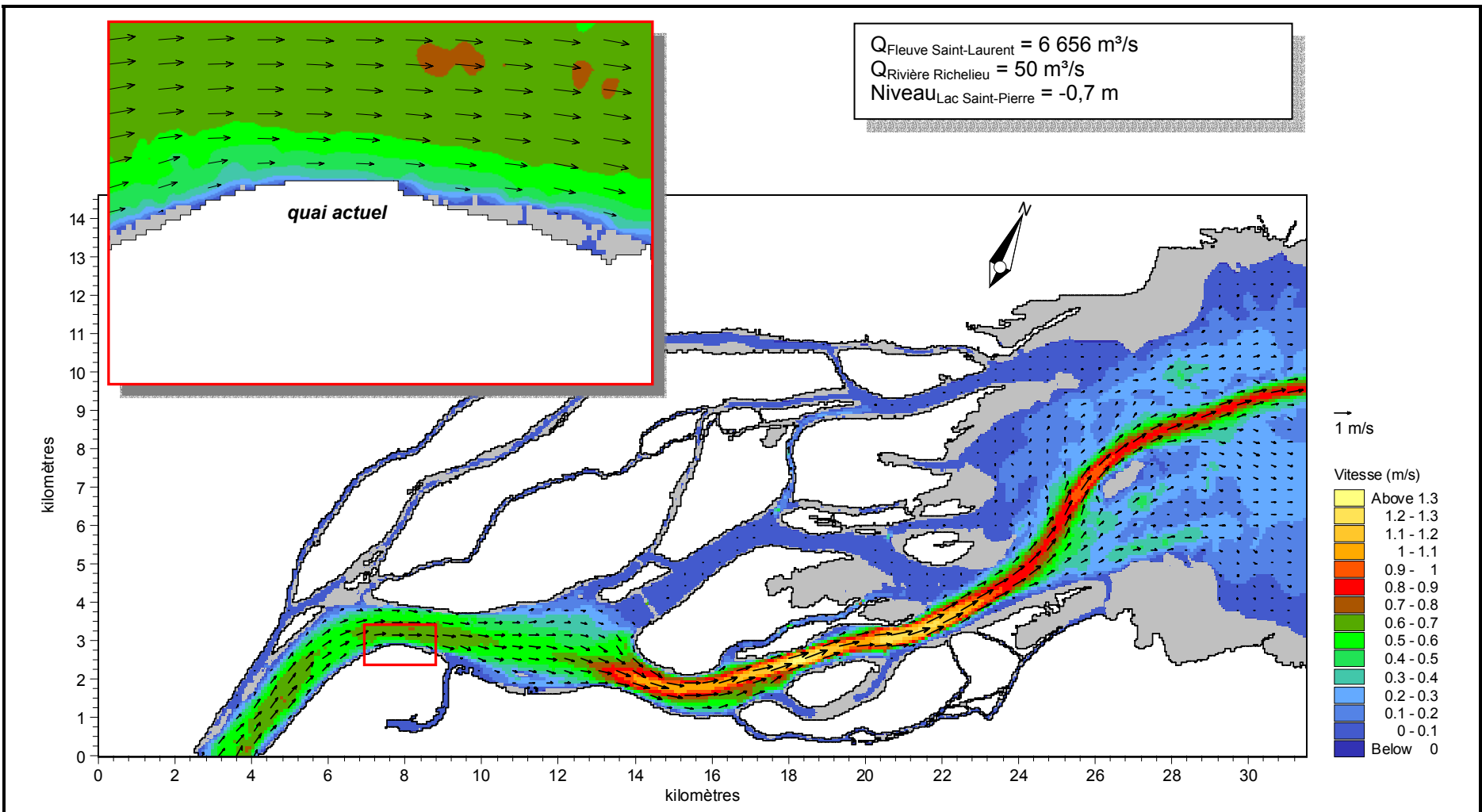
DESCRIPTION :
Validation du modèle numérique



DATE :
 Novembre 2006

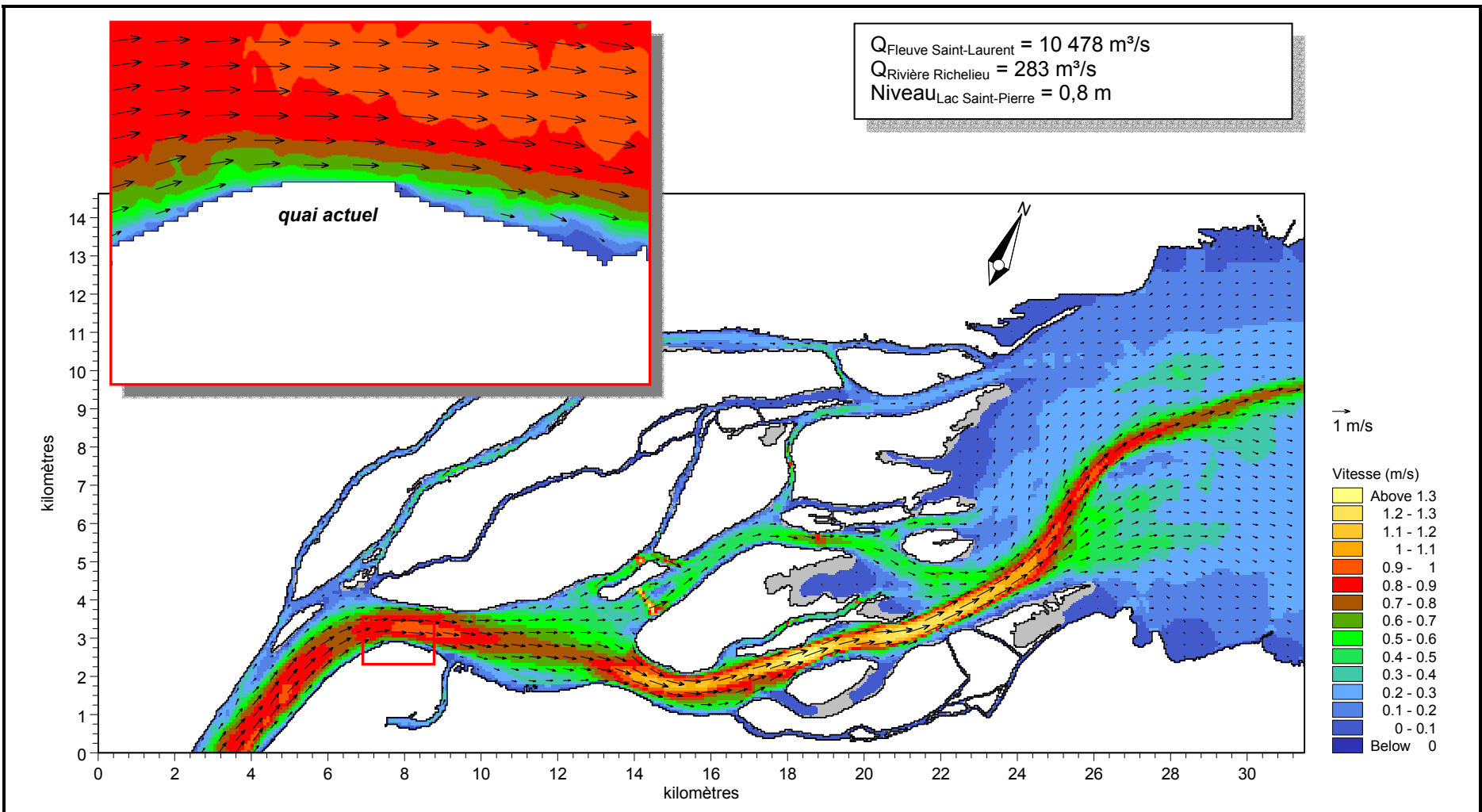
DESSINE PAR :
 C.D.



REF.LASALLE :
 365-102 (924)

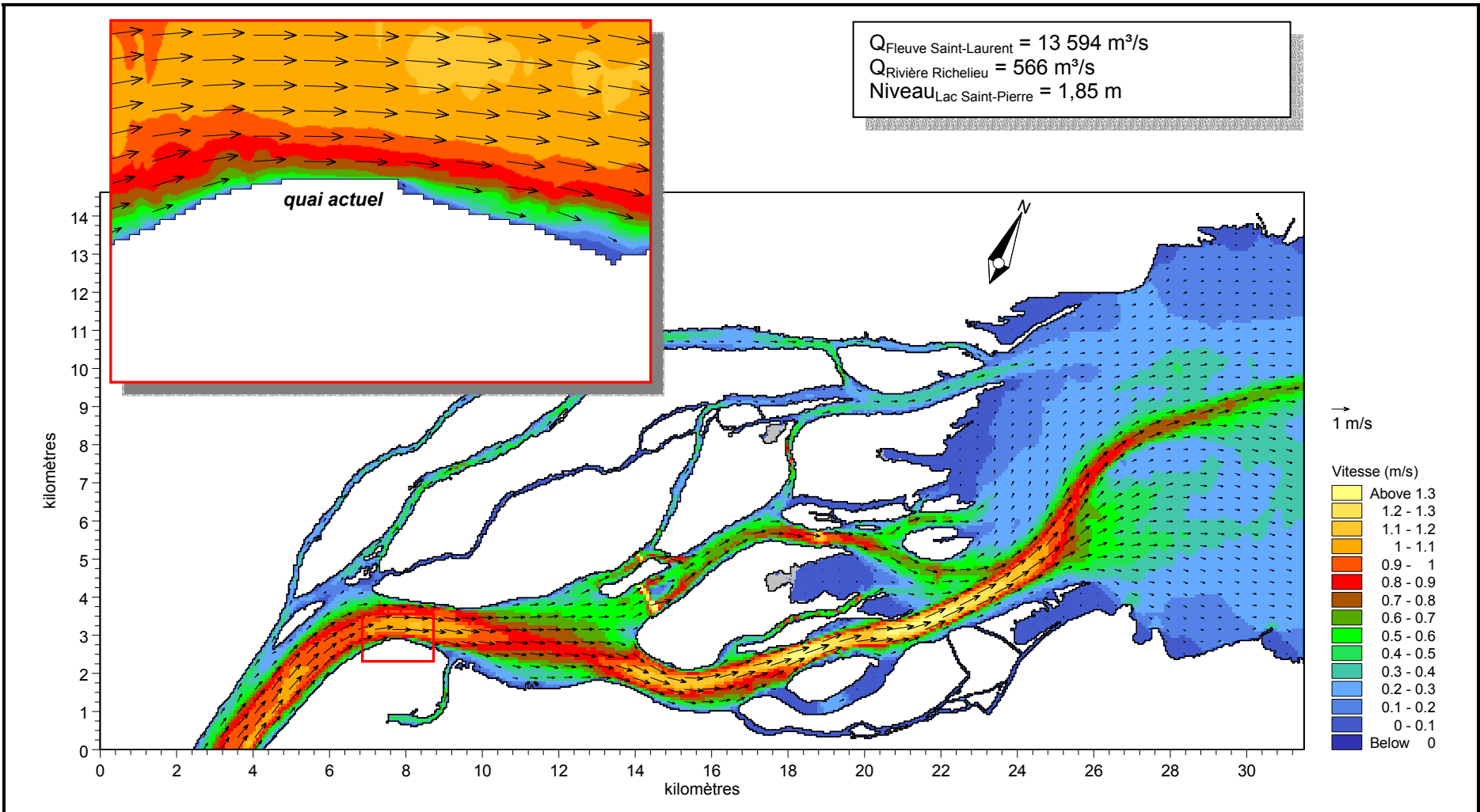
FIGURE :
3





 Le Groupe-Conseil LaSalle	PROJET : Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques			
	DESCRIPTION : Aménagement actuel - Champs des vitesses en étiage			
CLIENT : CJB Environnement 	DATE : Novembre 2006	DESSINE PAR : C.D.	REF LASALLE : 365-102 (924)	FIGURE : 4

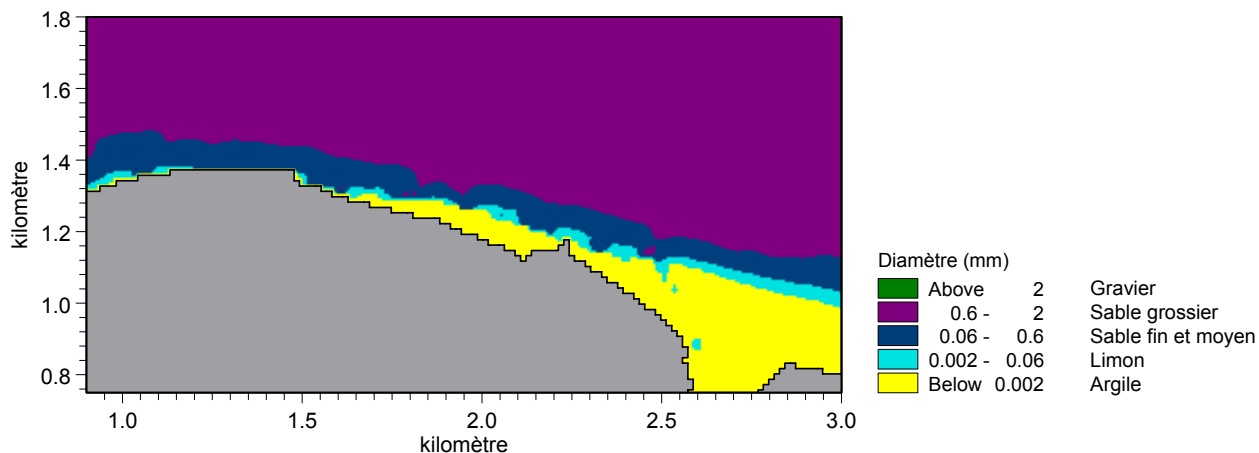


 Le Groupe-Conseil LaSalle	PROJET : Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques			
	DESCRIPTION : Aménagement actuel - Champs des vitesses conditions moyennes			
CLIENT : CJB Environnement 	DATE : Novembre 2006	DESSINE PAR : C.D.	REF LASALLE : 365-102 (924)	FIGURE : 5

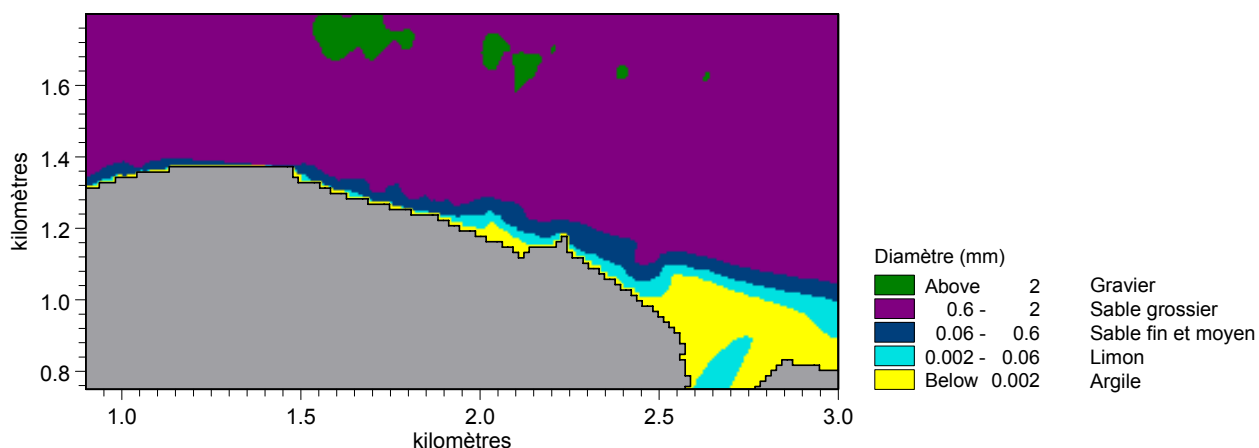


 Le Groupe-Conseil LaSalle	PROJET : Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques		
	DESCRIPTION : Aménagement actuel - Champs des vitesses en crues		
CLIENT : CJB Environnement 	DATE : Novembre 2006	DESSINE PAR : C.D.	REF LASALLE : 365-102 (924)
			FIGURE : 6

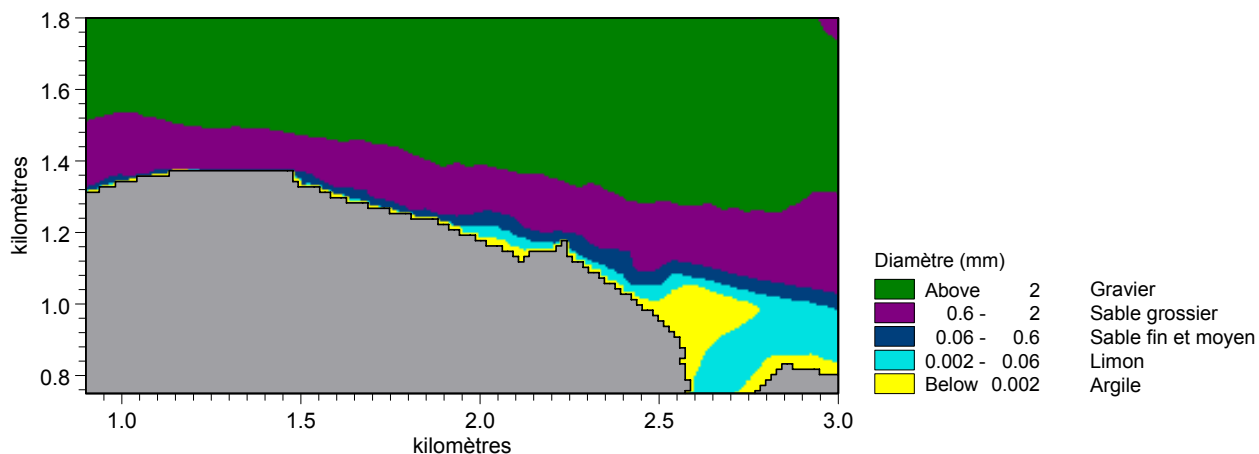
A. Conditions d'étiage




B. Conditions moyennes



C. Conditions de crues



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

CLIENT :
CJB Environnement 
QIT-Fer et Titane Inc.

DESCRIPTION :
 Aménagement actuel - Zones potentielles de dépôt

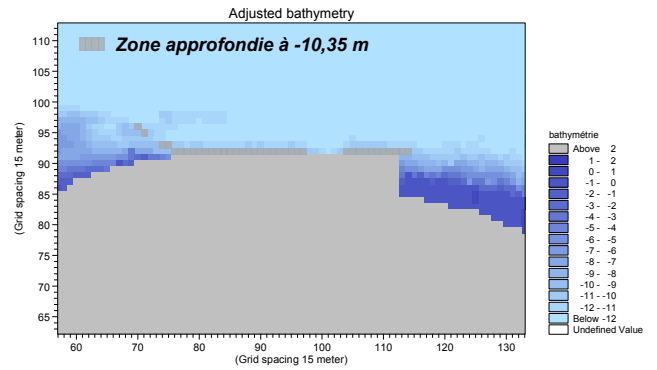
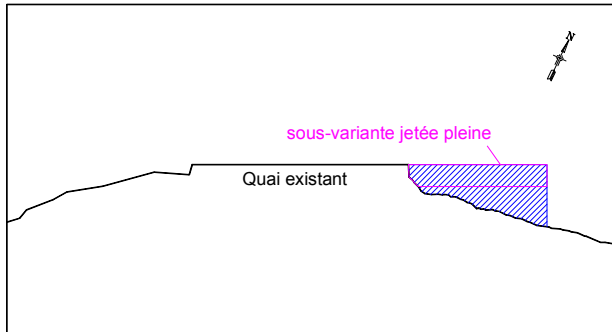
DATE :
 Novembre 2006

DESSINE PAR :
 C.D.

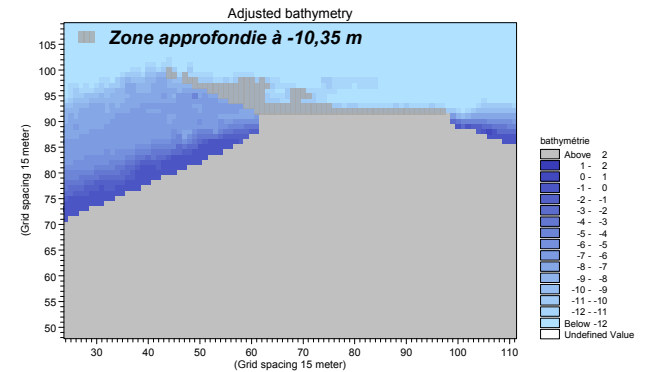
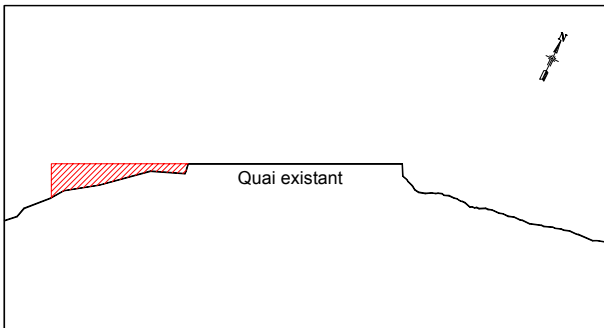
REF.LASALLE :
 365-102 (924)

FIGURE :
7

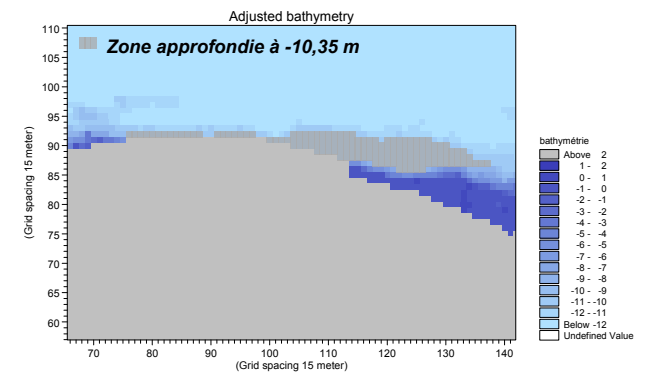
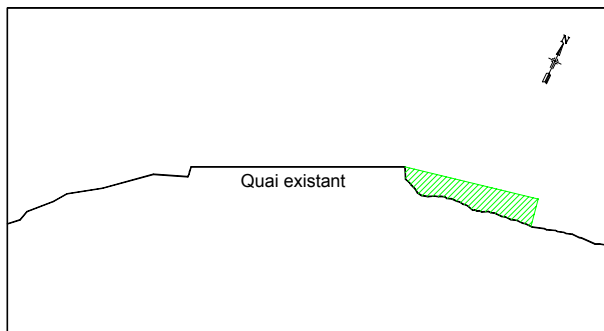
A. Variante 1 – Extension de 213,36 m vers l’aval




B. Variante 2 – Extension de 213,36 m vers l’amont



C. Variante 3 – Extension de 213,36 m vers l’aval selon une ligne discontinue



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

CLIENT :
CJB Environnement 
QIT-Fer et Titane Inc.

DESCRIPTION :
 Variantes de réaménagement du quai et leur zone d’approche

DATE :
 Novembre 2006

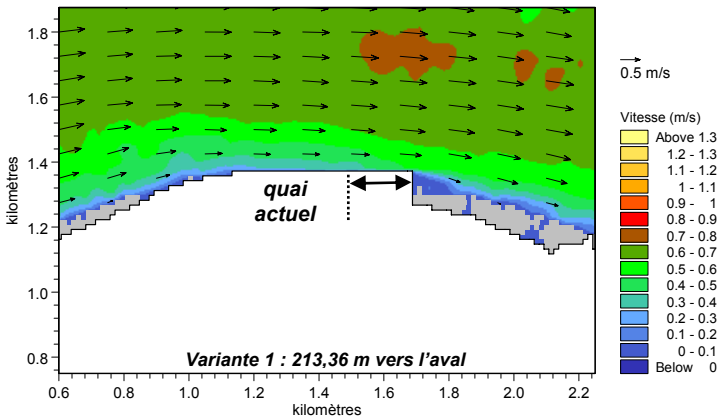
DESSINE PAR :
 C.D.

REF.LASALLE :
 365-102 (924)

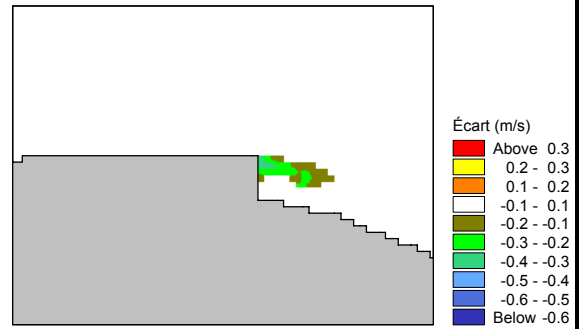
FIGURE :
8

A. Conditions d'étiage

Champs des vitesses en conditions futures

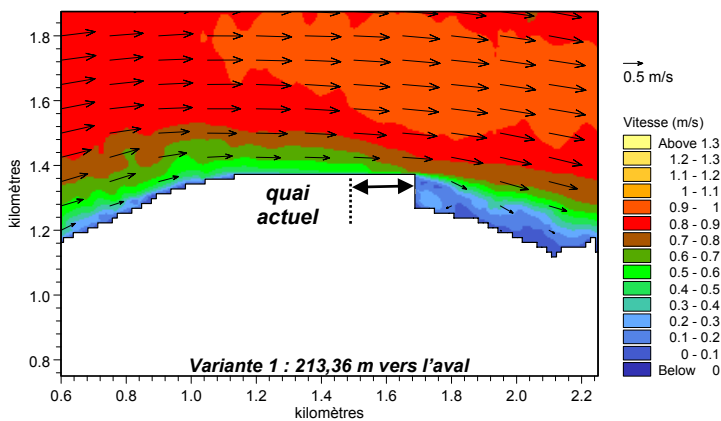


Écart par rapport aux conditions actuelles

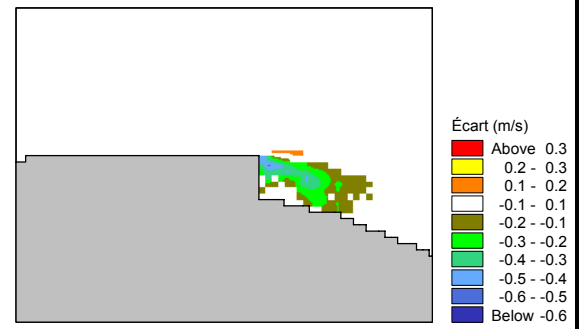


B. Conditions moyennes

Champs des vitesses en conditions futures

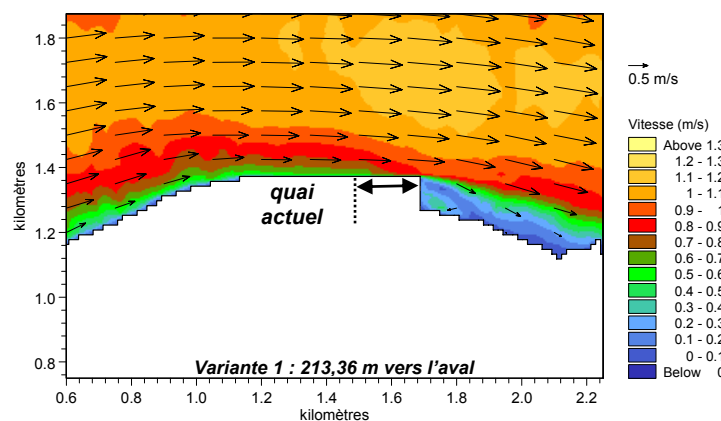


Écart par rapport aux conditions actuelles

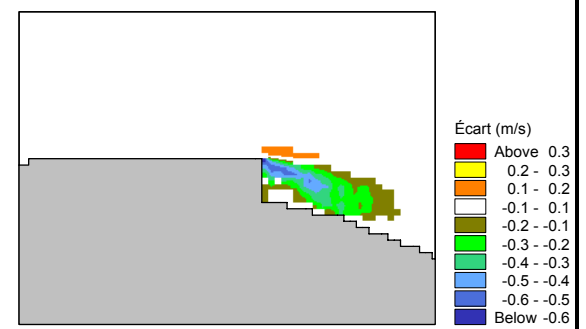


C. Conditions de crues

Champs des vitesses en conditions futures



Écart par rapport aux conditions actuelles



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

CLIENT :

CJB Environnement



DESCRIPTION :

Variante 1 - Champs des vitesses en conditions futures et écarts par rapport aux conditions actuelles

DATE :
 Novembre 2006

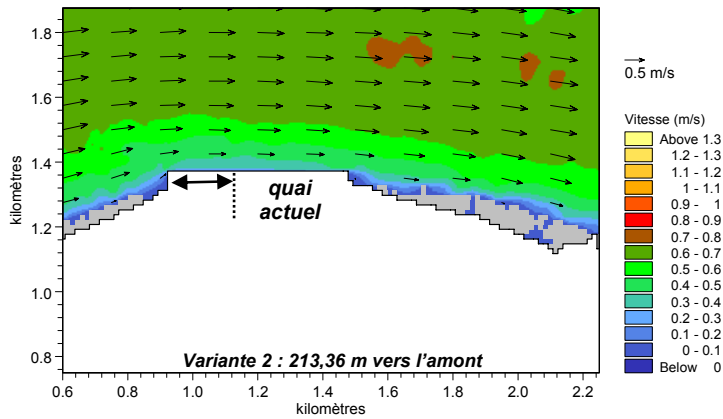
DESSINE PAR :
 C.D.

REF.LASALLE :
 365-102 (924)

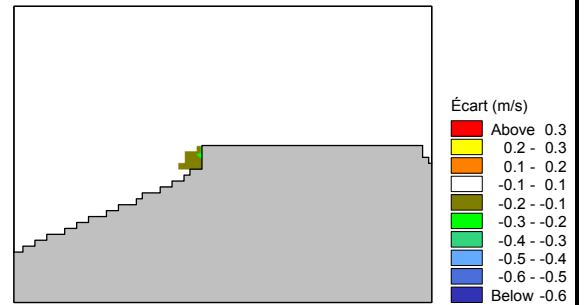
FIGURE :
9

A. Conditions d'étiage

Champs des vitesses en conditions futures

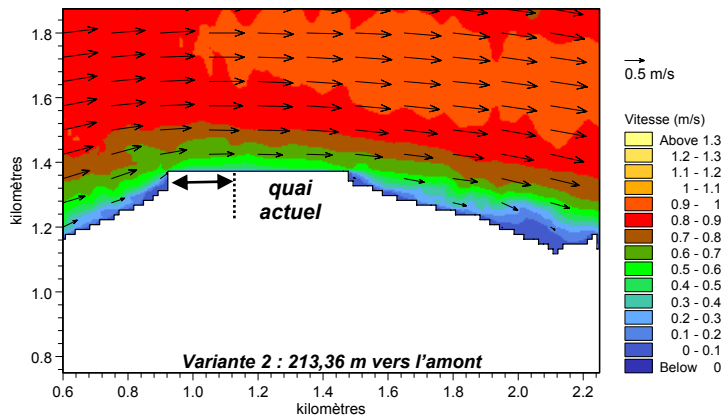


Écart par rapport aux conditions actuelles

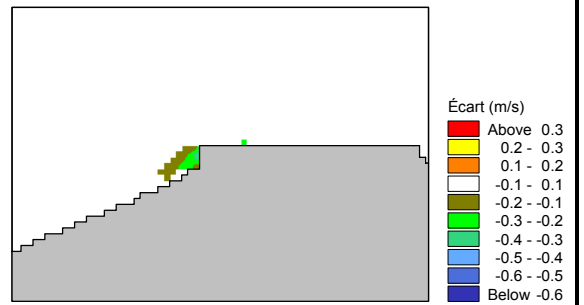


B. Conditions moyennes

Champs des vitesses en conditions futures

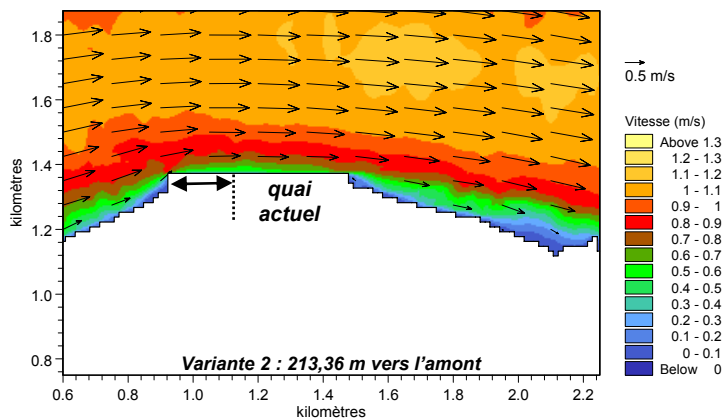


Écart par rapport aux conditions actuelles

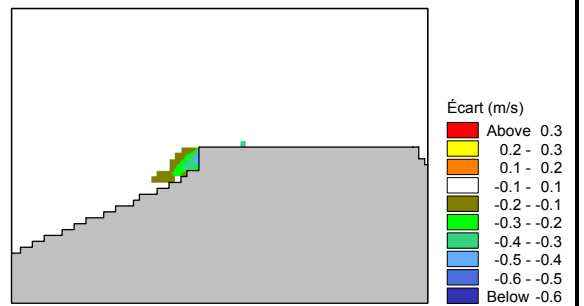


C. Conditions de crues

Champs des vitesses en conditions futures



Écart par rapport aux conditions actuelles



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

CLIENT :

CJB Environnement



DESCRIPTION :

Variante 2 - Champs des vitesses en conditions futures et écarts par rapport aux conditions actuelles

DATE :
 Novembre 2006

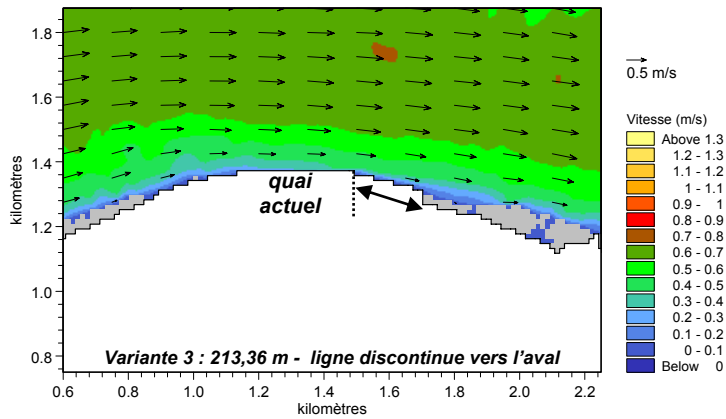
DESSINE PAR :
 C.D.

REF.LASALLE :
 365-102 (924)

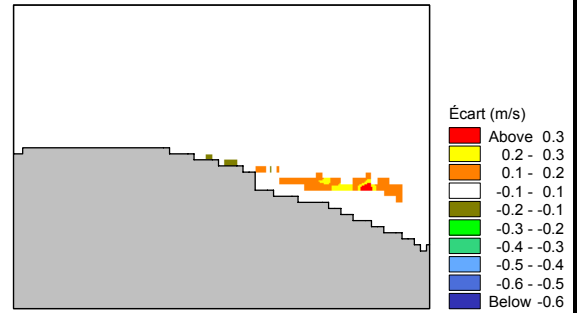
FIGURE :
10

A. Conditions d'étiage

Champs des vitesses en conditions futures

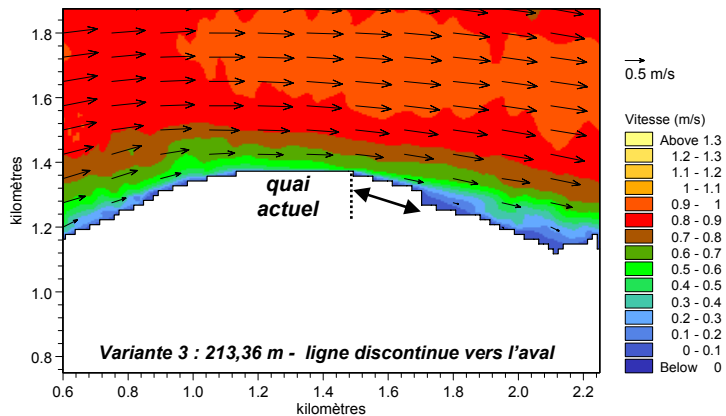


Écart par rapport aux conditions actuelles

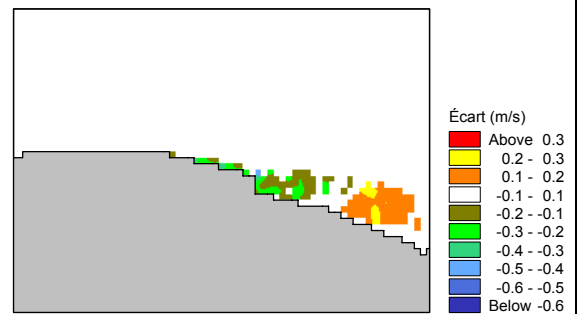


B. Conditions moyennes

Champs des vitesses en conditions futures

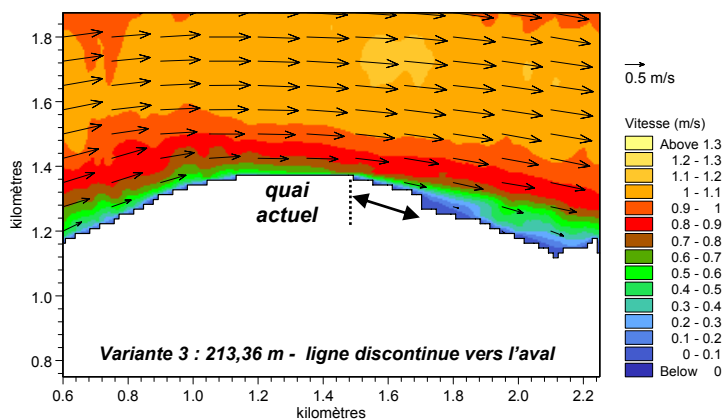


Écart par rapport aux conditions actuelles

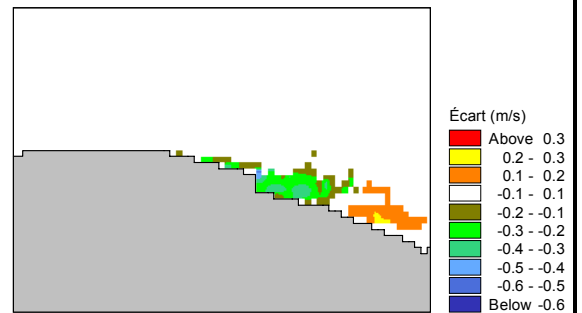


C. Conditions de crues

Champs des vitesses en conditions futures



Écart par rapport aux conditions actuelles



PROJET :
Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques

CLIENT :
CJB Environnement
QIT-Fer et Titane Inc.

DESCRIPTION :
 Variante 3 - Champs des vitesses en conditions futures et écarts par rapport aux conditions actuelles

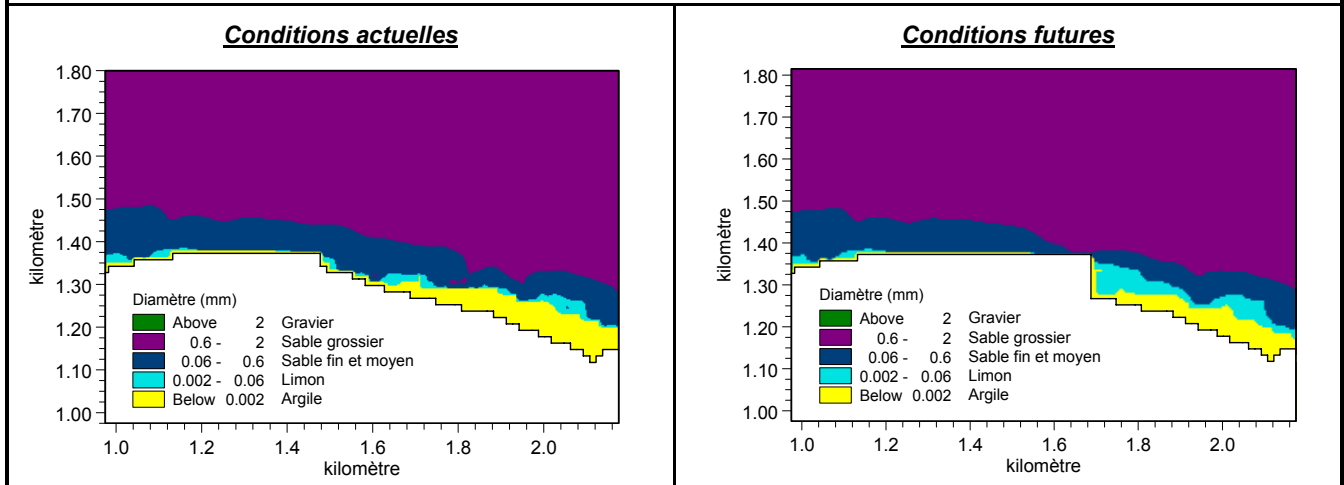
DATE :
 Novembre 2006

DESSINE PAR :
 C.D.

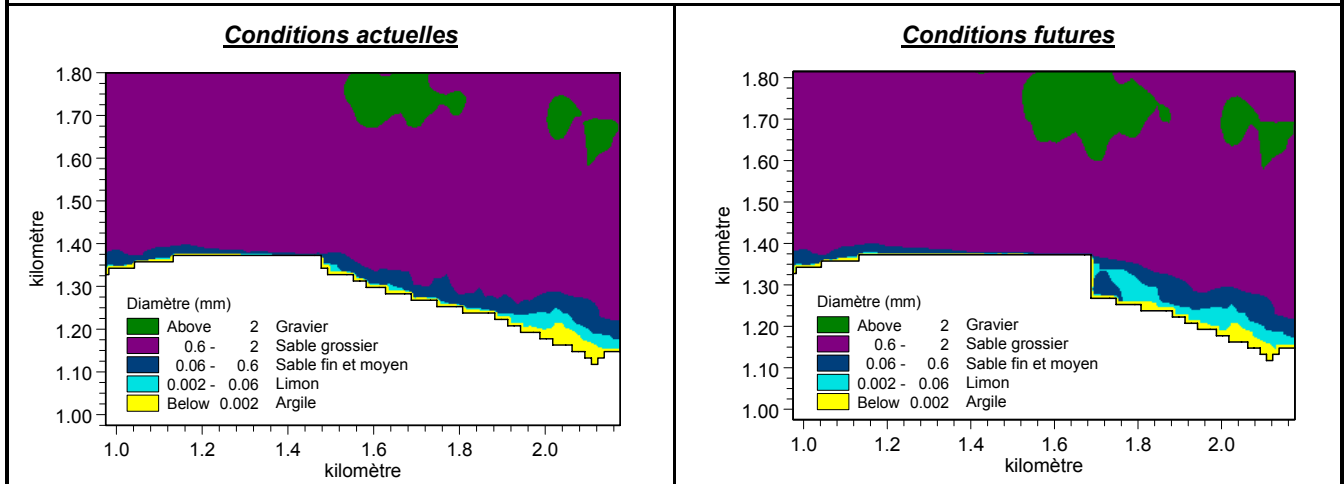
REF.LASALLE :
 365-102 (924)

FIGURE :
11

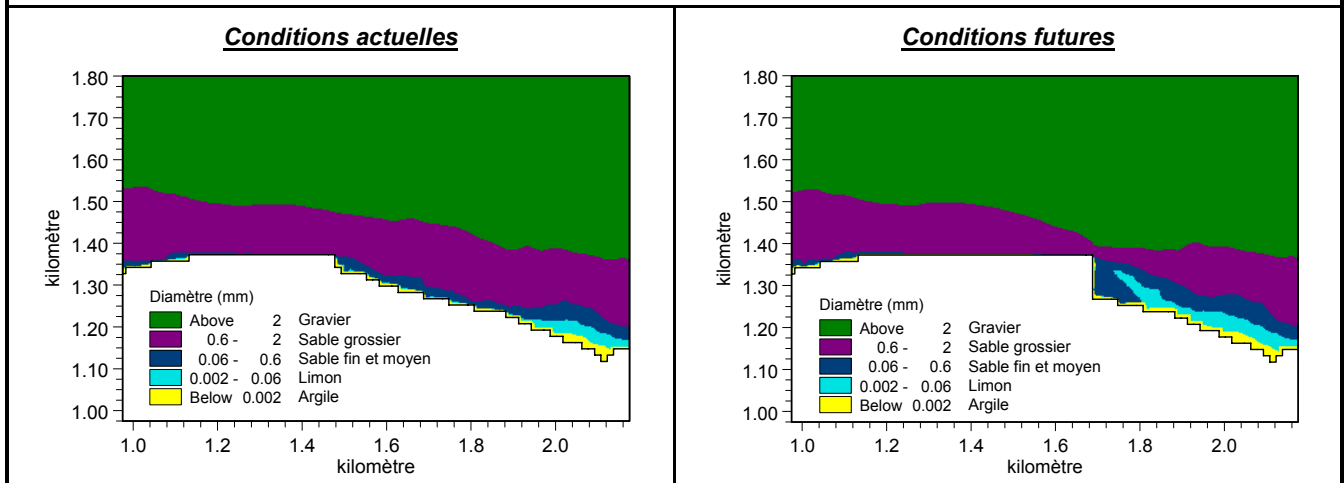
A. Conditions d'étiage



B. Conditions moyennes



C. Conditions de crues



Le Groupe-Conseil LaSalle

PROJET :

**Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques**

CLIENT :

CJB Environnement



DESCRIPTION :

Variante 1 – Zones potentielles de dépôt en conditions futures

DATE :

Novembre 2006

DESSINE PAR :

C.D.

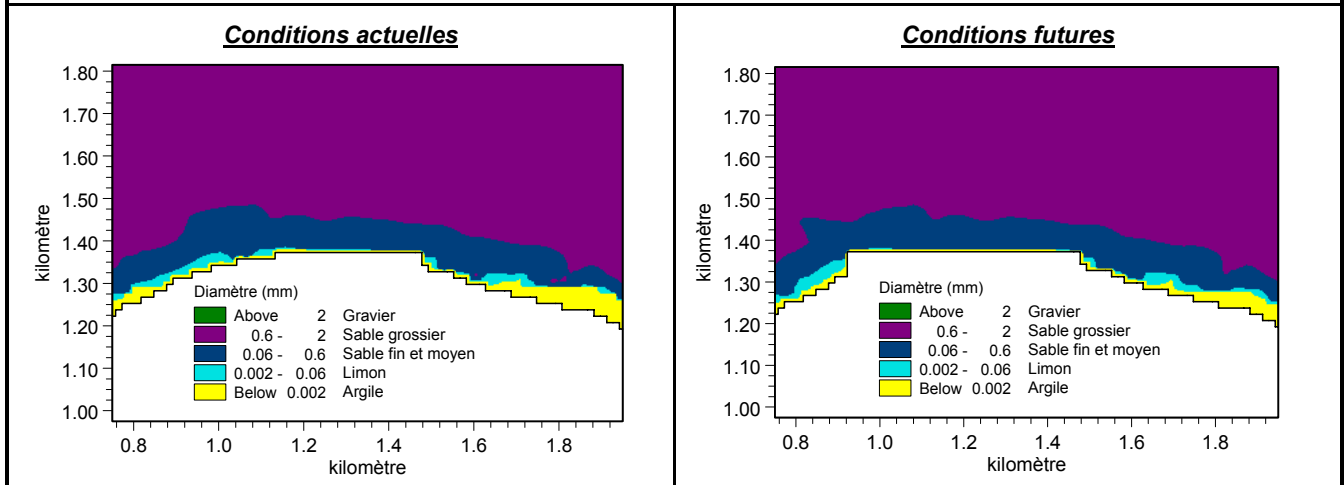
REF.LASALLE :

365-102 (924)

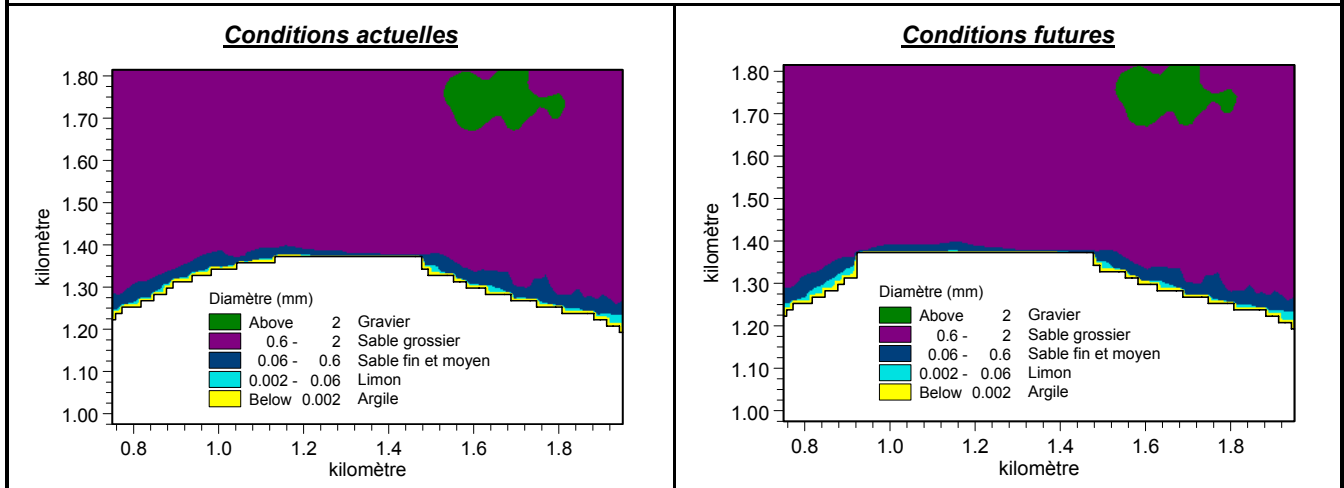
FIGURE :

12

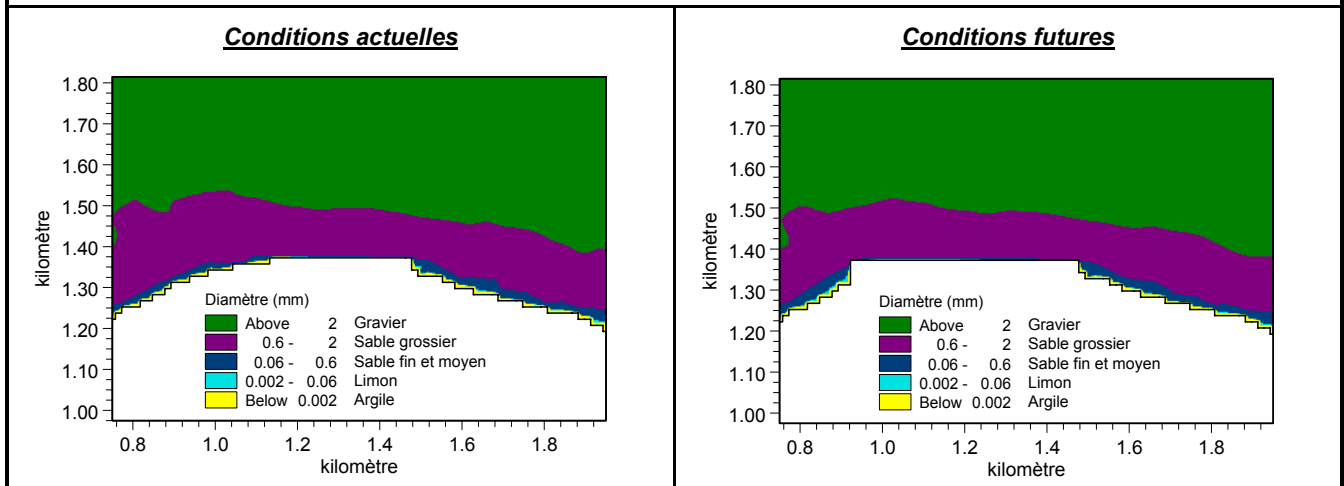
A. Conditions d'étiage



B. Conditions moyennes



C. Conditions de crues



Le Groupe-Conseil LaSalle

PROJET :

**Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques**

DESCRIPTION :

Variante 2 – Zones potentielles de dépôt en conditions futures

CLIENT :

CJB Environnement



DATE :

Novembre 2006

DESSINE PAR :

C.D.

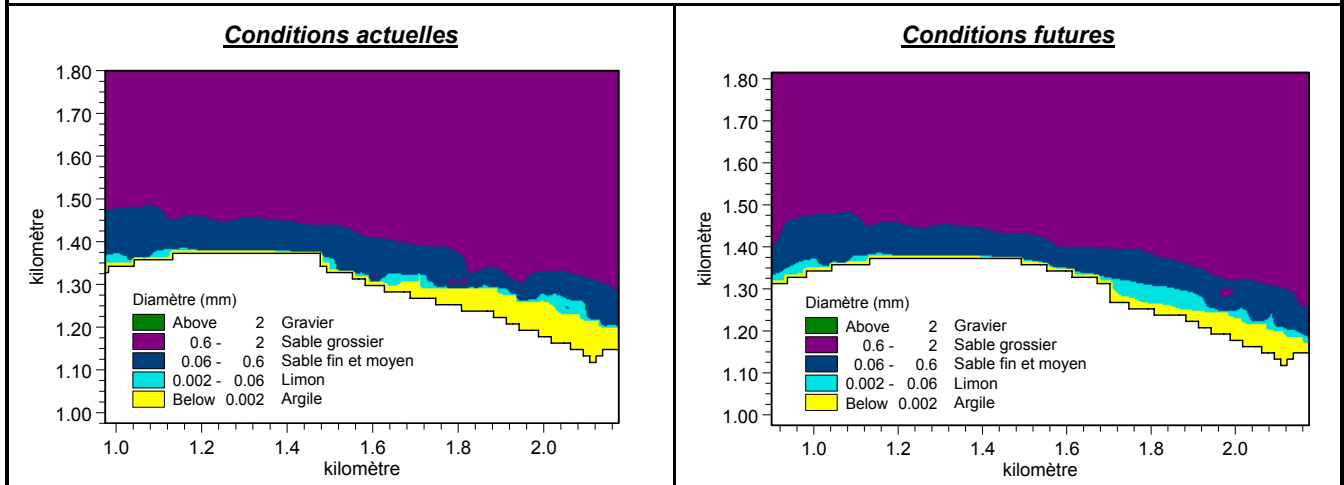
REF.LASALLE :

365-102 (924)

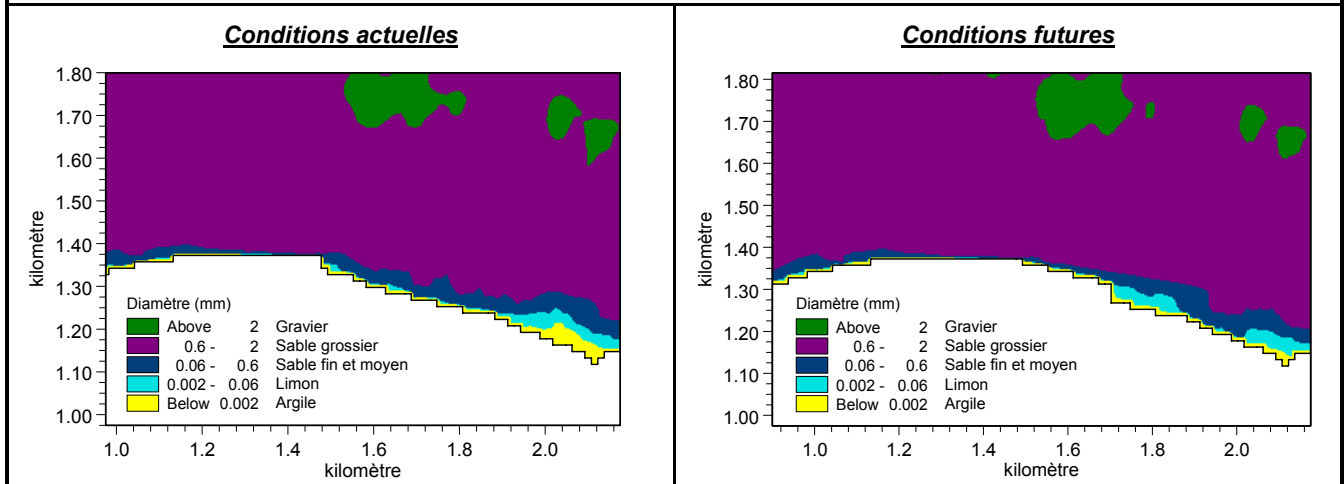
FIGURE :

13

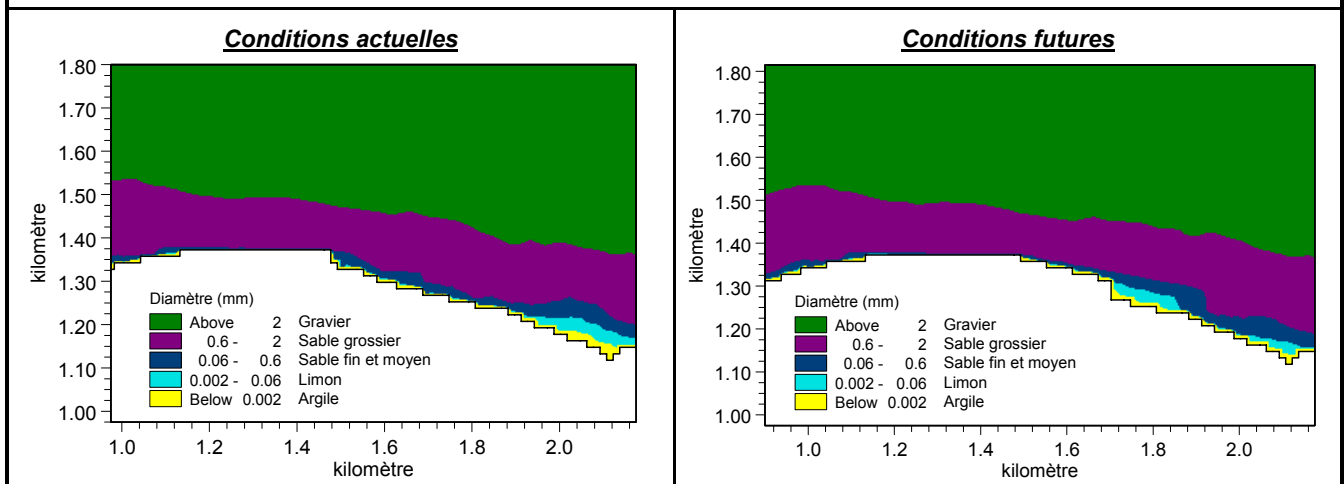
A. Conditions d'étiage



B. Conditions moyennes



C. Conditions de crues



Le Groupe-Conseil LaSalle

PROJET :

**Expansion des installations portuaires de QIT à Sorel-Tracy
Modélisation numérique des conditions hydrosédimentologiques**

DESCRIPTION :

Variante 3 – Zones potentielles de dépôt en conditions futures

CLIENT :

CJB Environnement



DATE :

Novembre 2006

DESSINE PAR :

C.D.

REF.LASALLE :

365-102 (924)

FIGURE :

14