



Transports
Canada



298

DA24

Projet de restauration, au sud du quai,
au port de Gaspé (Sandy Beach)

6212-06-004



PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH



Identification des options de restauration
et présélection des scénarios (produit 4.2)

Rapport final

Juillet 2005



P001130-120-RE-0002-00

Environnement
Rendre possible

Transports Canada et Noranda

Projet de restauration des sédiments contaminés au port de Gaspé – Sandy Beach

Identification des options de restauration et présélection des scénarios
(Produit 4.2)

RAPPORT FINAL

Préparé par :



Marc Bouchard, ing.
Chargé de discipline - Environnement



Scott McNicoll, ing.
Chargé de discipline – Génie civil



Approuvé par :



Stéphane Poirier, ing., M.Sc.A.
Chef d'équipe - Sédiments



Dessau-Soprin inc.
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) Canada H3B 4V3
Téléphone : (514) 281-1010
Télécopieur : (514) 281-1060
Courriel : <mailto:enviro@dessausoprin.com>
Site Web : <http://www.dessausoprin.com/>

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
N° DE RÉVISION	DATE	DESCRIPTION DE LA MODIFICATION ET/OU DE L'ÉMISSION
0A	2005-06-13	Rapport préliminaire
00	2005-07-26	Rapport final

Ce document d'ingénierie est l'oeuvre de Dessau-Soprin et est protégé par la loi. Il est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de Dessau-Soprin.

Juillet 2005

N/Réf. : P001130-120-RE-0002-00

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Dans le cadre du Produit 4.2 du projet de restauration des sédiments contaminés au port de Gaspé - Sandy Beach, Dessau-Soprin a réalisé la synthèse des données de base, l'identification des options de restauration, l'inventaire des technologies applicables et la présélection des scénarios d'intervention.

Concernant la synthèse des données de base, l'ensemble des informations disponibles (p. ex. bathymétrie, résultats d'analyse, cartes, plans, météorologie, études antérieures etc.) ont été examinées, permettant ainsi de dresser un portrait global des caractéristiques et potentiels des sites considérés pour le développement des scénarios d'intervention ainsi que la délimitation des zones d'interventions.

Les options pertinentes de restauration et les technologies applicables associées ont été sélectionnées sur la base de la synthèse des données de base et d'une revue de la littérature scientifique. Par consensus et sur la base de 11 critères de sélection (développés dans le cadre du Produit 4.1) basés sur le caractère des options ainsi que des facteurs environnementaux, légaux, sociaux, financiers et spatio-temporels, l'adéquation des options de restauration envisageables a été évaluée. Sur un total de 14 options examinées, quatre options de restauration sont envisagées: ❶ recouvrement (encapsulation) des sédiments, ❷ dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité accrue à construire dans une portion aquatique du site d'intervention, ❸ dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire à construire en milieu terrestre sur la propriété de l'un des partenaires du CT, et ❹ dragage assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité maximale commerciale existante.

Par la suite, un inventaire des technologies applicables envisageables en fonction des options de restauration identifiées a été réalisé. Ces technologies applicables sont regroupées sous quatre catégories, soit la protection de l'environnement, les modes d'extraction, les modes de gestion primaire des produits de dragage et la gestion finale des produits dragués. Les technologies de protection de l'environnement retenues incluent l'usage de rideaux de confinement et le traitement, si applicable, des effluents liquides. Seul le dragage mécanique a été retenu comme méthode d'extraction à cause de nombreux facteurs, dont plus particulièrement les profondeurs importantes rencontrées dans les zones d'intervention ainsi que les superficies disponibles limitées dans le secteur du quai. Le mode de gestion primaire des produits de dragage retenu pour le dragage mécanique comprend l'assèchement en bassin des sédiments, et ce principalement à cause des limitations spatiales dans le secteur du quai. Les modes d'élimination retenus pour la gestion des sédiments contaminés, dont la sélection a été effectuée

à partir d'arguments sommaires, des données de base et de calculs brefs et non exhaustifs, comprennent la mise en dépôt en rive, l'encapsulation *in situ* et enfin l'élimination dans un lieu d'enfouissement sanitaire à sécurité maximale.

En fonction des options de restauration retenues et des technologies applicables, cinq scénarios d'intervention ont été présélectionnés. Ces cinq scénarios d'intervention seront développés dans le cadre du prochain rapport d'étude (Produit 4.3). Les grandes étapes considérées pour chacun des scénarios sont les suivantes :

1. Dragage et encapsulation *in situ* partiels et dépôt en rive des sédiments dragués à l'intérieur d'une cellule de confinement à sécurité accrue;
2. Dragage et dépôt en rive des sédiments à l'intérieur d'une cellule de confinement à sécurité accrue;
3. Dragage, assèchement et élimination des sédiments à l'intérieur d'une cellule d'enfouissement sécuritaire à aménager à Murdochville, dans le parc à résidus n° 1;
4. Dragage et enfouissement des sédiments humides à l'intérieur d'une cellule d'enfouissement sécuritaire à aménager à Murdochville, dans le parc à résidus n° 1;
5. Dragage, assèchement et élimination des sédiments à l'intérieur d'une cellule à sécurité maximale commerciale.

EXECUTIVE SUMMARY

Within the framework of Product 4.2 of the Contaminated Sediment Restoration Project for the Port of Gaspé (Sandy Beach), a synthesis of background information was completed, applicable remediation options were identified, an inventory of applicable technologies was carried out, and five intervention scenarios were pre-selected.

A thorough analysis of all available background information (bathymetry, analytical results, maps, plans, meteorological data, previous studies, etc.) resulted in a comprehensive view of the particular characteristics and potentials of the industrial sector of the Port of Gaspé (Sandy Beach), while also enabling the delimitation of the contaminated intervention zones.

The remediation options and technologies that were found to be most pertinent were selected on the basis of the above-mentioned synthesis of available background data as well as a review of related scientific literature. The adequacy of each remediation option was evaluated by consensus and on the basis of 11 selection criteria (developed as part of Product 4.1) which were based on the characteristics of each remediation option as well as on environmental, legal, social, financial and spatiotemporal factors. From a total of 14 examined options, four were considered: ❶ subaqueous capping of sediments, ❷ dredging, dewatering (or not) and containment of sediments in a high security nearshore confined disposal facility, ❸ dredging, dewatering (or not) and disposal of sediments in a secure confined disposal facility to be constructed on property belonging to members of the Technical Committee, and ❹ dredging, dewatering (or not) and disposal of sediments in an existing maximum-security commercial sanitary landfill site.

Following that, and in accordance with identified remediation options, an inventory of feasible technologies was carried out. These applicable technologies were grouped into 4 categories: environmental protection measures, methods of extraction, primary management of the dredged sediments, and ultimate disposal of the dredged materials. The environmental protection technologies that were considered include the use of silt screens and the treatment, if necessary, of the liquid effluents. Mechanical dredging is the only sediment extraction method retained due to numerous factors, in particular the significant depths of the sediments within the intervention zones as well as the limited land surface area available within the port's industrial sector. The primary dredged materials management method retained, in the context of mechanical dredging, consists of the dewatering of the sediments in a drying basin. Again, this choice is justified mainly on the basis of spatial limitations within the port's industrial sector. Following our analysis, which

was based upon straightforward arguments, the background data as well as brief calculations, several final disposal methods for the contaminated dredged product were adopted. These include nearshore confinement facilities, subaqueous capping, and disposal within a maximum-security sanitary landfill.

In accordance with the selected remediation options and applicable technologies, five intervention scenarios were pre-selected for further development as part of the next project report (Product 4.3). The principal components of each pre-selected scenario are as follows:

1. Dredging, subaqueous capping and nearshore confinement of dredged sediments within a high security confined disposal facility;
2. Dredging and nearshore confinement of sediments within a high security confined disposal facility;
3. Dredging, dewatering and disposal of sediments within a secure confined disposal facility to be constructed at the n° 1 tailings park in Murdochville;
4. Dredging and disposal of wet sediments within a secure confined disposal facility to be constructed at the n° 1 tailings park in Murdochville;
5. Dredging, dewatering and disposal of sediments within a maximum-security commercial sanitary landfill site.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

❑ Dessau-Soprin inc.

Benoit Allen, géomorphologue et spécialiste en environnement, réviseur;

Marc Bouchard, ingénieur, spécialiste en conception environnementale;

Scott McNicoll, ingénieur, spécialiste en conception d'ouvrages de confinement;

Stéphane Poirier, ingénieur, chargé de projet et spécialiste en conception de projets de dragage;

Bruno Vallée, géographe, spécialiste en réalisation de projets de dragage;

Martin Vermette, ingénieur, spécialiste en conception de projets de dragage.

❑ Environnement Illimité inc.

Marc Gendron, biologiste, spécialiste des habitats aquatiques;

Stéphane Lorrain, océanographe, directeur de projet pour la caractérisation complémentaire.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
SOMMAIRE EXÉCUTIF	I
EXECUTIVE SUMMARY	III
ÉQUIPE DE RÉALISATION.....	V
1 INTRODUCTION.....	1
1.1 MISE EN SITUATION.....	1
1.1.1 Emplacement du site à l'étude.....	1
1.1.2 Rappel de la problématique.....	1
1.1.3 Critères d'intervention retenus - SIE.....	2
1.1.4 Emplacement et description de la zone d'intervention.....	3
1.1.5 Études antérieures pertinentes et autres informations considérées au présent rapport.....	3
1.2 MANDAT ET OBJECTIFS.....	4
1.3 CONTENU DU RAPPORT.....	4
1.4 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE.....	5
2 SYNTHÈSE DES DONNÉES DE BASE	7
2.1 SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE	7
2.2 CARACTÉRISTIQUES DES SITES ET DU MILIEU ENVIRONNANT	7
2.2.1 Localisation des sites.....	7
2.2.2 Géomorphologie.....	7
2.2.3 Tenure des terres et zonage.....	8
2.2.3.1 <i>Secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach.....</i>	<i>8</i>
2.2.3.2 <i>Parcs à résidus miniers de Murdochville</i>	<i>9</i>
2.2.4 Infrastructures existantes dans le secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach.....	9
2.2.5 Bathymétrie et topométrie.....	11
2.2.5.1 <i>Relevés de 2004.....</i>	<i>11</i>
2.2.6 Marées.....	13
2.2.7 Courants.....	13
2.2.8 Glace.....	14
2.2.9 Hydrodynamique sédimentaire.....	14
2.2.10 Météorologie.....	15
2.2.10.1 <i>Précipitations.....</i>	<i>15</i>
2.2.10.2 <i>Vents.....</i>	<i>15</i>
2.3 CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS.....	15
2.3.1 Contexte stratigraphique.....	15
2.3.2 Physico-chimie.....	17
2.3.3 Zone d'intervention - Étendue et volume de sédiments.....	21
2.3.3.1 <i>Étendue des zones d'intervention.....</i>	<i>21</i>

TABLE DES MATIÈRES

2.3.3.2	<i>Volumétrie</i>	22
3	INVENTAIRE DES OPTIONS DE RESTAURATION	23
3.1	TERMINOLOGIE UTILISÉE	23
3.2	MÉTHODOLOGIE	24
3.3	INVENTAIRE DES OPTIONS DE RESTAURATION	24
3.3.1	Inventaire et sélection des options de restauration	24
3.3.2	Inventaire et sélection de technologies applicables.....	25
3.3.3	Identification et sélection finale de scénarios d'intervention à développer	25
3.4	CRITÈRES DE SÉLECTION ET OPTIONS DE RESTAURATION RETENUES	26
3.4.1	Critères de sélection	26
3.4.2	Options de restauration retenues.....	26
4	INVENTAIRE DES TECHNOLOGIES APPLICABLES APPLICABLES AUX OPTIONS DE RESTAURATION RETENUES	27
4.1	MÉTHODOLOGIE	27
4.2	PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	28
4.2.1	Rideaux de confinement (« silt curtain » et « silt screen »)	28
4.2.2	Traitement des eaux	30
4.3	EXTRACTION DES SÉDIMENTS	30
4.3.1	Dragage mécanique	31
4.3.2	Dragage hydraulique.....	33
4.3.3	Transport des sédiments.....	34
4.4	GESTION PRIMAIRE DES PRODUITS DE DRAGAGE	34
4.4.1	Réduction de la teneur en eau des sédiments	34
4.4.1.1	<i>Assèchement en couche mince sur une aire imperméable</i>	35
4.4.1.2	<i>Assèchement en bassin</i>	36
4.4.1.3	<i>Autres technologies d'assèchement</i>	38
4.4.2	Traitement des sédiments.....	38
4.4.2.1	<i>Contamination inorganique</i>	38
4.4.2.2	<i>Contamination organique</i>	39
4.4.2.3	<i>Autres technologies de traitement et de gestion des sédiments</i>	40
4.5	GESTION FINALE DES PRODUITS DE DRAGAGE	41
4.5.1	Gestion des sédiments sur le site	41
4.5.1.1	<i>Confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire en milieu terrestre</i>	41
4.5.1.2	<i>Confinement en rive dans une cellule aquatique à sécurité accrue</i>	42
4.5.1.3	<i>Encapsulation des sédiments in situ</i>	42
4.5.2	Gestion des sédiments hors site	44
4.5.2.1	<i>Confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire à Murdochville</i>	44
4.5.2.2	<i>Confinement dans une cellule à sécurité maximale commerciale</i>	45
4.5.2.3	<i>Confinement dans une cellule aquatique à sécurité accrue</i>	46
4.6	TECHNOLOGIES APPLICABLES RETENUES	47

TABLE DES MATIÈRES

5	PRÉSÉLECTION DES SCÉNARIOS D'INTERVENTION	49
5.1	MÉTHODOLOGIE.....	49
5.2	SCÉNARIO 1 – ENCAPSULATION <i>IN SITU</i> ET DÉPÔT EN RIVE	49
5.3	SCÉNARIO 2 – DEPÔT EN RIVE	50
5.4	SCÉNARIO 3 – DRAGAGE, ASSÈCHEMENT, TRANSPORT ET MISE EN DÉPÔT DANS UNE CELLULE D'ENFOUISSEMENT SECURITAIRE À MURDOCHVILLE ..	52
5.5	SCÉNARIO 4 – DRAGAGE, TRANSPORT ET MISE EN DÉPÔT DANS UNE CELLULE D'ENFOUISSEMENT SECURITAIRE À MURDOCHVILLE	52
5.6	SCÉNARIO 5 – DRAGAGE, ASSÈCHEMENT, TRANSPORT ET MISE EN DÉPÔT DANS UNE CELLULE A SECURITE MAXIMALE COMMERCIALE	52
6	CONCLUSION	55
7	RÉFÉRENCES	57
8	BIBLIOGRAPHIE	59

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Statistiques météo de la station météorologique de l'aéroport de Gaspé
Tableau 2 :	Granulométrie et humidité des sédiments dans la zone d'intervention
Tableau 3 :	Concentrations moyennes pondérées par zone d'intervention pour le cuivre, les HAP totaux et les 16 congénères des HAP
Tableau 4 :	Critères de sélection des options de restauration
Tableau 5 :	Liste des options de restauration applicables au projet de Sandy Beach
Tableau 6 :	Diagramme de phases des sédiments en cours de dragage
Tableau 7 :	Sélection des technologies de dragage – Données de base
Tableau 8 :	Conception préliminaire d'un bassin de décantation primaire pour l'option du dragage hydraulique des sédiments
Tableau 9 :	Conception préliminaire d'une aire d'assèchement en couche mince
Tableau 10 :	Conception préliminaire d'un bassin d'assèchement
Tableau 11 :	Technologies applicables examinées applicables aux options de restauration
Tableau 12 :	Présélection des scénarios d'intervention
Tableau 13 :	Quantités approximatives pour les options de restauration

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures

- Figure 1: Localisation du site à l'étude
Figure 2: Courbes isobathes et isohypses de la zone d'intervention - novembre 2004
Figure 3: Épaisseur des sédiments contaminés
Figure 4: Précipitations à la station météorologique de Gaspé
Figure 5 : Cuivre - Isocontours et concentrations moyennes pondérées par zone d'intervention
Figure 6 : HAP totaux - Isocontours et concentrations moyennes pondérées par zone d'intervention
Figure 7 : Méthodologie pour la présélection des scénarios d'intervention

Liste des plans

- Plan 1 : plan de propriété et infrastructures existantes
Plan 2 : Bassins d'assèchement et de traitement des eaux
Plan 3 : Encapsulation in situ partielle, dragage partiel et dépôt en rive des sédiments
Plan 4 : Dragage mécanique et dépôt en rive des sédiments

Liste des annexes

- Annexe 1 Registre des intrants
Annexe 2 Rapport de visite
Annexe 3 Synthèse des analyses physico-chimiques depuis 1997
Annexe 4 Fiches techniques des équipements proposés

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN SITUATION

1.1.1 Emplacement du site à l'étude

La présente étude porte sur le secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach, où des installations portuaires sont actives au niveau industriel et commercial depuis plus d'un siècle. Des activités militaires ont aussi eu lieu dans la Baie de Gaspé et plus spécifiquement au quai de Gaspé – Sandy Beach, lors de la deuxième guerre mondiale. Les installations portuaires sont localisées sur la rive sud du Havre de Gaspé, environ 3 km à l'est de la Ville de Gaspé et environ 2,5 km à l'ouest de la barre de Sandy Beach (Figure 1).

L'utilisation actuelle du quai comprend le transbordement de produits pétroliers et de marchandises générales, le tourisme, le ravitaillement de navires fédéraux appartenant à Pêches et Océans Canada, dont ceux de la Garde côtière canadienne, le déchargement de sel destiné au déglacage des routes, ainsi que la pêche. Des transbordements d'acide sulfurique et de concentré de cuivre, associés aux activités minières de Noranda à Murdochville, ont eu lieu pendant plus de 40 ans au quai et ce, jusqu'en 2002.

Le quai et le secteur du quai sont reliés au réseau routier via la rue du quai et la route 132. Le secteur du quai et les installations portuaires sont aussi reliés au réseau ferroviaire via le tronçon Gaspé-Chandler (propriété de Chemin de fer du Québec inc.) qui est administré par la Chemin de fer de la Matapédia et du Golf inc.

1.1.2 Rappel de la problématique

Depuis une quinzaine d'années, le fond marin dans le secteur adjacent au quai de Gaspé - Sandy Beach a fait l'objet d'études de caractérisation ou de gestion des sédiments contaminés, ainsi qu'une étude de caractérisation des sédiments et d'écotoxicologie basé sur des bio-essais (Beak 1998) et une étude de risque à l'environnement et à la santé humaine (QSAR, 2003). Le comité technique (ci-après CT¹) assure la direction de ces études depuis 2001. Ces études ont mis en évidence une problématique environnementale dans le secteur du quai reliée à l'enrichissement considérable des sédiments par plusieurs substances organiques et inorganiques, avec des teneurs dépassant le seuil d'effet néfaste (SEN) des

¹ Le Comité technique est constitué de Transports Canada (TC), Noranda, Environnement Canada et Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC).

critères intérimaires de qualité des sédiments du fleuve Saint-Laurent établis en 1992 par le Centre Saint-Laurent et le MENVIQ.

Les études réalisées ont révélé un panache de contamination en cuivre dont les plus fortes concentrations se situent immédiatement au sud du quai et qui présente un gradient décroissant de concentration vers l'est jusqu'à la pointe de la barre de Sandy Beach au nord-est. Les concentrations surélevées en cuivre dans les sédiments sont reliées au transbordement de minerai de cuivre ayant eu cours jusqu'en 2002, dans le cadre des activités de Mines Gaspé inc..

Ces mêmes études ont aussi démontré la présence d'une zone fortement contaminée aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) en périphérie du quai, à l'intérieur d'un rayon d'environ 300 m de ce dernier. Quoique la (les) source(s) de la contamination en HAP n'ait pas été établie, celle-ci pourrait inclure, par exemple, le bois traité au créosote typiquement utilisé dans la construction de quai en caisson de bois (ancienne structure), les activités de transbordement de produits pétroliers au quai de Gaspé, les activités militaires ayant eu cours durant la seconde guerre mondiale, etc.

1.1.3 Critères d'intervention retenus - SIE

Conformément aux principes d'utilisation et d'application décrits aux critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent (Centre Saint-Laurent, 1992), l'évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associée aux sédiments contaminés réalisée par QSAR inc. (rapport final et addenda, 2002 et 2003) a permis d'établir des seuils spécifiques d'intervention pour les sédiments contaminés dans le secteur du quai de Gaspé. Ainsi, des seuils intégrés d'effets (SIE) ont été établis pour définir la zone spécifique d'intervention à Sandy Beach.

La détermination des SIE s'est basée sur l'ensemble des informations disponibles tant aux niveaux physicochimique et biologique que toxicologique. Ainsi, six séries de tests de toxicité ont été réalisés sur des organismes marins afin d'établir une relation entre la concentration d'exposition (reliée à la présence de contaminants dans les sédiments) et la réponse toxique (pour divers organismes marins, à divers niveaux trophiques). La détermination des SIE est basée sur la distribution statistique des seuils d'effets individuels calculés pour le cuivre et les HAP (substances pour lesquelles une relation significative a été établie entre le gradient de concentration dans les sédiments et le niveau de toxicité chez les organismes marins) à partir de chacun des six tests de toxicité. Ces seuils correspondent au 10^e centile de la distribution statistique des critères d'effets visant à protéger 90 % des espèces benthiques. Les SIE ainsi déterminés constituent les concentrations limites à ne pas

dépasser pour obtenir un niveau de protection élevé pour les organismes benthiques dans la zone d'exposition. Selon le processus résumé ci-haut, les SIE établis pour le cuivre et les HAP sont de 2 400 mg/kg et de 5 mg/kg respectivement. La démarche suivie pour la détermination des SIE est conforme aux recommandations des ministères compétents en la matière, dont Environnement Canada, qui participe activement en tant que membre du CT depuis sa formation en 2000-2001.

1.1.4 Emplacement et description de la zone d'intervention

Les limites des zones d'intervention sont déterminées selon l'isocontour externe des concentrations dans les sédiments, qui résulte de la superposition des isocontours 2 400 mg/kg et 5 mg/kg du cuivre et des HAP, respectivement. Ces derniers sont dérivés selon un krigeage isotrope des résultats analytiques amalgamés provenant des études de Beak International inc. (1998) et Environnement Illimité inc. (2001, 2002 et 2005).

Tel qu'illustré à la Figure 3, les zones d'intervention résultantes sont réparties en quatre secteurs distincts :

- Le **premier** et le plus important, d'une superficie de près de 60 000 m², est situé au sud du quai, s'étend le long de la rive du quai principal jusqu'à la cale de halage du chantier maritime, et se poursuit au large, franc est, sur une longueur d'environ 270 m et une largeur d'environ 120 m à partir de la cale (zones A, B et C sur la Figure 3);
- Le **second** en importance, d'une superficie d'environ 6 000 m², se situe directement au nord du quai et se prolonge vers le nord sur une longueur d'environ 100 m (zone D);
- Le **troisième** et **quatrième** sont des secteurs isolés, l'un situé à l'extrémité est du quai et ayant une superficie d'environ 1 500 m² (zone E), l'autre situé à environ 100 m à l'ouest du second secteur au nord du quai et d'une superficie d'environ 800 m² (zone F).

Les zones d'intervention sont discutées plus en détail à la section 2.3 de ce rapport.

1.1.5 Études antérieures pertinentes et autres informations considérées au présent rapport

Dessau-Soprin a effectué une revue des informations pertinentes et disponibles concernant le secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach telles que les études antérieures, les cartes topographiques, les cartes marines, les photographies aériennes, les plans d'infrastructures, les plans de lotissement, etc. La liste complète des données de base consultées par Dessau-

Soprin dans le cadre de son mandat est présentée sous forme d'un registre des intrants à l'annexe 1.

1.2 MANDAT ET OBJECTIFS

Les objectifs principaux du présent livrable 4.2 sont de faire la liste des options de restauration et de présélectionner les scénarios d'intervention. Dessau-Soprin a donc pour mandat de réaliser les activités suivantes dans le cadre de ce rapport :

- Effectuer une visite de terrain et rédiger un rapport de visite (voir l'annexe 2);
- Synthétiser les informations recueillies suite à la visite, aux travaux de terrain (caractérisation complémentaire) et à la consultation des documents existants;
- Dresser un inventaire exhaustif des options de restauration et effectuer la sélection des options envisageables;
- Dresser un inventaire des technologies applicables envisageables;
- Identifier et décrire sommairement six scénarios d'intervention à partir des options de restauration retenues et des technologies envisageables.

1.3 CONTENU DU RAPPORT

Ce rapport présente le développement des options de restauration et la présélection des scénarios d'intervention du projet de restauration. On y retrouve toutes les étapes ayant mené à la présélection des scénarios d'intervention.

Mis à part la présente introduction, la section 2 présente une revue des données de base nécessaires à la sélection des options de restauration et des technologies applicables envisageables pour développer les scénarios d'intervention. La section 3 effectue l'inventaire des options de restauration envisageables et présente les critères de sélection des options ainsi que les options retenues.

La section 4 traite des technologies applicables aux options de restauration retenues et de l'approche scientifique adoptée dans l'évaluation, la comparaison, de même que l'identification et la sélection des technologies applicables retenues aux scénarios d'intervention présélectionnés. La section 5 présente le choix des scénarios présélectionnés ainsi que le processus de sélection.

La conclusion du rapport est traitée à la section 6. Rappelons que tous les tableaux, figures et plans sont systématiquement joints au rapport.

1.4 LIMITATIONS DE L'ÉTUDE

Les plans, mesures, figures, et tableaux présentés dans ce rapport ont été soigneusement vérifiés et ont fait l'objet de rigoureux contrôles de qualité. Cependant, il serait inopportun d'utiliser ces informations pour rencontrer d'autres objectifs que ceux pertinents à l'évolution des scénarios d'intervention du projet de restauration. Ainsi, les documents produits dans l'élaboration des options de restauration proposées ne sont pas des cahiers de charge à proprement parler.

2 SYNTHÈSE DES DONNÉES DE BASE

Les données techniques pertinentes à l'évaluation, la comparaison, l'identification et la sélection des technologies et options de restauration incluses dans les scénarios d'intervention sont présentées dans cette section.

2.1 SYSTÈME DE RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE

Dans le cadre de la présente étude, à moins d'avis contraire, les mises en plan sont présentées en planimétrie (XY) d'après le système géodésique de l'Amérique du Nord 1983 (NAD 83), utilisant la projection de Mercator Transverse Modifiée (ci-après nommée « MTM-83 »). En altimétrie (Z), les élévations sont présentées par rapport au niveau géodésique (NMM-29). Au niveau du secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach, le zéro des cartes marines (ZC) est situé 0,907 m sous le zéro géodésique.

2.2 CARACTÉRISTIQUES DES SITES ET DU MILIEU ENVIRONNANT

Dans le cadre de son mandat, Dessau-Soprin a effectué une visite des sites les 22, 23 et 24 novembre 2004, en présence du CT. Un rapport présentant les principales observations effectuées est présenté à l'annexe 2 du présent rapport. Mentionnons que les informations présentées à l'intérieur des sections du présent rapport prévalent sur celles contenues au rapport de visite (juillet 2005).

2.2.1 Localisation des sites

Tel que mentionné précédemment, le site du secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach à l'étude est localisé sur la rive sud du Havre de Gaspé, environ 3 km à l'est de la Ville de Gaspé et environ 2,5 km à l'ouest de la barre de Sandy Beach (Figure 1). Les installations portuaires sont aussi accessibles via la route 132 ou le chemin de fer.

D'une autre part, les parcs miniers de Murdochville, qui feront l'objet de discussions dans les sections 4 et 5, sont situés aux abords de la route 198 à environ 2 km au sud de la municipalité de Murdochville, située pour sa part à environ 95 km au nord-ouest de Gaspé.

2.2.2 Géomorphologie

Les sites terrestres du secteur du quai considérés pour le développement des scénarios comportent une topographie relativement plane et un relief peu accidenté, à l'exception des digues de confinement ceinturant le site de stockage d'acide sulfurique de Noranda, les fossés et talus en bordure des routes et chemins de fer, et les remblais de fondation des

nombreux bâtiments du secteur industriel du quai. De plus, les surfaces avoisinant l'ancien entrepôt de Noranda, qui est situé le long de la route 132 à l'ouest de la rue du quai (Plan 1), sont entrecoupées par des fossés et des talus à plusieurs endroits, étant donné la situation de l'entrepôt au pied d'une pente et à proximité de la route 132 et d'une ligne secondaire de chemin de fer.

Les sites terrestres d'intérêt sont à une élévation de 3 à 10 m par rapport au niveau moyen des mers. À l'échelle de quelques kilomètres, le niveau du terrain augmente selon un axe nord-sud à partir de la rive. Une dénivellation naturelle, immédiate et presque verticale par endroits selon la géologie, variant de 1 à 6 m, sépare la ligne de rivage des surfaces planes du secteur du quai. Le niveau du terrain est relativement plat dans le secteur du quai jusqu'au chemin de fer de la Gaspésie, à partir duquel on constate une pente moyenne d'environ 12 % jusqu'aux régions montagneuses au sud de la route 132.

La surface de roulement du quai principal est située à une élévation de 2,26 m par rapport au niveau moyen des mers. Le site d'intérêt le plus éloigné dans le secteur immédiat du quai, l'ancien entrepôt de Noranda, est situé à une élévation d'environ 7 à 10 m (selon la carte topographique 22A16-200-0101 – Gaspé).

Les parcs à résidus de Noranda à Murdochville, quant à eux, sont situés dans un secteur où la topographie naturelle (élévation entre 470 à 530 m, pentes approximatives variant entre 0 et 6 %, selon la carte topographique 22A14-200-0201 – Murdochville) est relativement plane comparativement au relief montagneux de la région de Murdochville. Les parcs à résidus miniers sont configurés en plates-formes, construites en paliers, qui sont relativement planes et horizontales mais surélevées de quelques mètres par rapport au niveau naturel. Des rampes d'accès sont aménagées afin de fournir un accès intégral aux surfaces des cellules.

2.2.3 Tenure des terres et zonage

2.2.3.1 Secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach

Les terrains sur lesquels des activités sont envisagées pour le développement de scénarios d'intervention appartiennent à plusieurs propriétaires. Les sites dans le secteur industriel du quai qui démontrent le meilleur potentiel pour le développement des scénarios appartiennent à Noranda, Transports Canada, le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ), le Ministère des ressources naturelles et de la faune du Québec (MRNF), Chantier Naval Forillon, Les pêcheurs de crabes du Québec inc. et Chemins de fer de la Gaspésie inc. Le Plan 1 présente la compilation des données de

lotissement mise à jour selon le plan de compilation de Noranda daté du 4 février 2005, et selon les plans tels que construits de l'émissaire de la Ville de Gaspé.

Le secteur au nord du chemin de fer de la Gaspésie, qui comprend le quai principal et les sites avoisinants et qui est compris entre l'anse au Homard et la rive, plus de 600 m à l'est du lot 1A-1-2, est zoné industriel-commercial. Le secteur à l'est de la rue du quai entre la route 132 et le chemin de fer de la Gaspésie, comprenant l'entrepôt de Noranda, est zoné commercial-industriel. À l'ouest de la rue du quai, au sud du chemin de fer de la Gaspésie et jusqu'à environ 150 m au sud de la route 132, le zonage est mixte (commercial, industriel, résidentiel).

Étant donné la proximité de certains secteurs zonés industriel-commercial ou commercial industriel par rapport au secteur de zonage mixte, certains sites d'intérêt localisés près de la route 132 sont situés à proximité de résidences (en particulier l'entrepôt de Noranda).

L'utilisation du territoire pour la région de la Baie de Gaspé est décrite en détail aux rapports de l'analyse de risque (QSAR, 2002-2003). Le lecteur est prié de s'y référer pour de plus amples détails.

2.2.3.2 Parcs à résidus miniers de Murdochville

Les installations minières de Noranda occupent la majorité du territoire développé de la région de Murdochville. La localisation projetée de la cellule d'enfouissement proposée pour le développement des options de restauration et des scénarios est située dans le parc à résidus miniers n° 1. Les parcs à résidus miniers sont situés sur des terrains zonés industriels appartenant à la Couronne, et dont le droit de surface est cédé à Noranda par des baux miniers. Les résidus miniers demeurent la propriété de Noranda jusqu'à leur rétrocession à la Couronne. La résidence la plus proche du parc à résidus n°1 est située à plus de 2,5 km de ce dernier.

2.2.4 Infrastructures existantes dans le secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach

Le plan des infrastructures dans le secteur du quai (Plan 1) a été mis à jour à partir des plans de lotissement, d'arpentage et d'infrastructure disponibles pour le site (voir le registre des intrants à l'annexe 1). La liste qui suit décrit brièvement les infrastructures principales existantes sur le site. La présence et la localisation exacte des infrastructures souterraines devront être confirmées avant tous travaux entrepris dans le secteur.

Infrastructures principales	Description
Quai principal	Longueur de 235 m, largeur disponible sur le quai de 29 m. Élévation du pavé du quai = 2,26 m. Construction en palplanches d'acier ancrées au roc à toutes les 5 palplanches. Tablier du quai en béton. Capacité portante de 56,9 kPa.
Quai des pêcheurs	Quai désaffecté, ceinturé d'une clôture, accès interdit.
Cale de halage du chantier maritime	Cale de halage active, pourrait être utilisée pour la mise à l'eau d'équipements de dragage, barges, etc. Dimensions approximatives du chariot : 10 m de largeur par 40 m de longueur.
Conduites souterraines de produits pétroliers et dépôts de pétrole	Conduites souterraines (F 254mm chacune) sous la surface du quai, le long de la rue du quai jusqu'aux dépôts pétroliers d'Irving (5 réservoirs hors-sol de grande capacité) et d'Ultramar (4 réservoirs hors-sol de grande capacité).
Conduite souterraine et aérienne d'acide	Conduite souterraine double parois (conduite secondaire : F 406mm externe, conduite primaire : F 200mm externe) sous la surface du quai et le long de la rue du quai. Devient aérienne entre la rue du quai et les réservoirs de stockage d'acide.
Usine d'épuration et émissaire de la ville de Gaspé	<p>Usine d'épuration des eaux usées de la Ville de Gaspé, dessert aussi le secteur du quai.</p> <p>Émissaire : Conduite souterraine (F 406mm, radier à une profondeur moyenne de 2,5m) à partir de l'usine d'épuration le long du côté sud de la rue du quai et au sud de la ligne de chemin de fer secondaire. Traverse la route au niveau de la limite est du lot B5-1-2-1 (propriété Shell Canada). Localisation du bout de l'émissaire : (NAD-83, MTM zone 8, NMM-29)</p> <p>X = 309 057,772 m</p> <p>Y = 5 409 890,750 m</p> <p>Z (radier) = -12,00 m</p> <p>Charges de matières en suspension (MES) et débits de l'effluent de l'usine d'épuration :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concentration moyenne de MES dans l'effluent pour la période entre 1999 et 2003 : 15,5 mg/L - Charge moyenne de MES : 110,6 kg/jr. - L'effluent a respecté les exigences de rejet applicables (concentration = 30 mg/L, charge = 175 kg/jr) 91 % du temps entre 1999 et 2003, sur la base de moyennes mensuelles.
Égouts sanitaires	Conduite de refoulement sanitaire principale entre les bâtiments du chantier maritime et la rue du quai, le long de la rue du quai en provenance de la station de pompage (lot B4-2-1 ptie) du secteur industriel et de la ville de Gaspé, jusqu'à la station d'épuration.

Infrastructures principales	Description
Égouts pluviaux	Les conduites pluviales observées se déversent directement dans la Baie de Gaspé. Une conduite souterraine montrée au plan longe la rue du quai et se déverse immédiatement au sud du quai principal. Le bout d'une conduite pluviale a été observé en rive sur le lot 1A-1-1 ptie.
Aqueduc	Aqueducs partiellement montrés aux plans.
Prise d'eau du vivier de homard	Conduite flexible hors terre (deux sections : F 100mm et F 150mm) qui traverse les lots 1A-1-1-2 et 1A-1-1 ptie. Une vanne entre les sections de 100 et 150 mm est localisée sur le lot 1A-1-1 ptie.
Bâtiments et entrepôts	Divers propriétaires. Bâtiments administratifs, résidentiels, commerciaux et industriels.
Réservoirs d'acide	Deux réservoirs (23,19 m et 28,6 m de diamètre) désaffectés pour le stockage d'acide sulfurique. Les réservoirs sont confinés par une berme. Dimensions approximatives du secteur confiné = 80 m x 100 m, superficie approx. = 8 000 m ² .
Réseau routier	Route 132 (montée de Sandy Beach), rue du quai (asphaltée), rue du chantier maritime (gravier), rue Quigley (gravier), rue Cotton (gravier), plusieurs chemins d'accès (gravier).
Chemin de fer	Chemin de fer de la Gaspésie inc. : le tronçon Gaspé-Chandler et la ligne secondaire qui se rend jusqu'au quai sont administrés par le Chemin de fer de la Matapédia et du Golfe inc. La ligne secondaire qui se rend jusqu'à l'entrepôt de Noranda appartient à Noranda.
Lignes électriques et téléphoniques aériennes	Une ligne électrique aérienne localisée au nord de la rue du quai entre la route 132 et l'entrepôt localisé immédiatement au nord-ouest du quai principal relie le réseau de distribution au secteur industriel du quai. Plusieurs lignes secondaires aériennes reliées à la ligne principale sont présentes sur le site, mais elles ne sont pas toutes présentées au plan.

2.2.5 Bathymétrie et topométrie

2.2.5.1 Relevés de 2004

TPSGC a effectué, les 17 et 18 novembre 2004, un relevé bathymétrique couvrant la totalité des zones d'intervention présumées. L'échosondage a été interprété par TPSGC selon un maillage de 2 m x 2 m et de telle façon à ce que la moyenne des valeurs de l'échogramme représente le fond marin (méthode « moyenne des sondages instantanés »). En revanche, les relevés bathymétriques aux fins de navigation utilisent typiquement les valeurs de l'étendue supérieure de l'échogramme afin de représenter une profondeur minimale sécuritaire pour la navigation du fond marin.

Un relevé topométrique par GPS a été effectué le long du rivage dans la zone d'intervention présumée en tant que complément au relevé bathymétrique. Ce relevé d'arpentage a permis de poursuivre le relevé du fond marin de façon à permettre la génération de la ligne de pleine mer supérieure, grande marée.

Les courbes isohypses et isobathes ont été générées à partir d'un maillage isotrope basé sur une interpolation linéaire entre les noeuds du maillage généré par TPSGC pour la bathymétrie, tel que décrit ci-haut, en conjonction avec les points relevés par arpentage. Les courbes résultantes, représentées par rapport au niveau géodésique, sont présentées à la Figure 2.

De façon générale dans le secteur du quai, le fond marin présente une pente descendante (direction approximative 019°) avec un gradient moyen d'environ 3 % à partir de la rive jusqu'à une élévation de -1,5 m, suivi d'un gradient moyen d'environ 5 % jusqu'à l'élévation -15 m par rapport au niveau géodésique. La pente s'adoucit ensuite généralement à environ 2 % jusqu'aux limites de la zone couverte par la bathymétrie à une élévation d'environ -16,5 m.

Les pentes du fond marin dans le secteur du quai sont relativement planes, mis à part certaines exceptions :

- L'emprise de la cale de halage du chantier maritime, qui se prolonge de 180 m à partir de la ligne de pleine mer, grande marée, interrompt la surface relativement uniforme du fond;
- Les emprises de l'ancienne cale de halage et de l'ancien quai au sud du quai actuel, maintenant démantelés et invisibles à partir de la surface, sont repérables sur le relevé bathymétrique;
- Une pente abrupte (direction approximative 019°) est présente au nord-ouest du quai, et comporte une pente maximale approximative de 35 % sur une distance d'environ 20 m. Cette pente est associée au talus des remblais mis en place pour la construction de l'approche du quai et de l'assise d'une ancienne cale de halage de Transports Canada localisée sur le lot d'eau 1-4.

La bathymétrie dans les zones d'intervention (zones A à F, voir Figure 3) est caractérisée par une élévation maximale du fond marin de -0,53 m, une élévation minimale de -15,98 m et une élévation moyenne du fond marin de -7,54 m (moyenne établie selon un maillage de 5 m x 5 m).

2.2.6 Marées

Les marées dans le Havre de Gaspé sont de type diurne, et exhibent une amplitude moyenne de 1,1 m ainsi qu'une amplitude maximale de 1,7 m. Les niveaux des marées au quai de Gaspé – Sandy Beach par rapport au ZC et au niveau géodésique sont présentés au tableau ci-bas, de même qu'à la Figure 2.

Acronyme (anglais)	Français	Anglais	Niveau au-dessus du zéro des cartes (ZC) m	Élévation géodésique (MSL/NMM-29) m
HHWLT	Pleine mer supérieure, grande marée	Highest high water, large tide	2,000	+1,093
HHWMT	Pleine mer supérieure, marée moyenne	Highest high water, mean tide	1,600	+0,693
MWL	Niveau moyen de l'eau	Mean water level	1,000	+0,093
MSL	Niveau moyen des mers	Mean sea level	0,907	+0,000
LLWMT	Pleine mer supérieure, marée moyenne	Lowest low water, mean tide	0,500	-0,407
LLWLT	Basse mer inférieure, grande marée	Lowest low water, large tide	0,300	-0,607
ZC	Zéro des cartes	Chart datum	0,000	-0,907

2.2.7 Courants

Dans le cadre de la caractérisation complémentaire effectuée en novembre 2004 (Environnement Illimité, 2005), des mesures physiques ont été effectuées dans le but d'élaborer un modèle conceptuel qui décrit la circulation des masses d'eau. Tel qu'observé, la circulation de surface (0 à 10 m de profondeur) au niveau du secteur du quai est entraînée par un vent dominant du nord-ouest (vitesses mesurées de 5 à 7,5 m/s au moment des travaux) qui génère un courant généralement orienté vers la pointe de Sandy Beach et qui comporte des vitesses d'écoulement de l'ordre de 5 à 20 cm/s. Le courant de la couche intermédiaire (plus de 10 m de profondeur), quant à lui, présente aussi des vitesses d'écoulement de l'ordre de 5 à 20 cm/s, et est généralement orienté vers l'ouest (en amont de l'écoulement de surface) au niveau du havre de Gaspé entre la barre de Sandy Beach et le quai principal.

L'analyse de l'ensemble des données mesurées et des études sur l'hydrodynamique de la baie de Gaspé, réalisée par Environnement Illimité (2005), permet de conclure que ce secteur est soumis à de très faibles courants (de l'ordre de 5 à 20 cm/s) et que le patron de circulation de la couche de surface (0 à 10 m) est susceptible d'être modifié par les conditions météorologiques.

Plusieurs études traitant de l'hydrodynamique dans la baie de Gaspé ont été réalisées, dont plus récemment : « Étude hydrodynamique, sédimentologique et benthique pour le choix de sites de mariculture d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé » (V.G. Koutitonsky, 2001) ainsi que « Baie de Gaspé – Secteur du port de Sandy Beach – Étude de courantométrie » (J.P. Savard, 2002). Le lecteur est prié de consulter ces références ainsi que celles présentées au rapport d'Environnement Illimité (2005) pour de plus amples renseignements sur l'hydrodynamique de la baie de Gaspé.

2.2.8 Glace

Le type de glace prédominant dans la Baie de Gaspé est une glace de première année (glace formée lors d'une seule saison hivernale, d'une épaisseur de plus de 30 cm). Les glaces dans la baie de Gaspé peuvent se former dès le début du mois de décembre (fréquence sur 30 ans de présence de glace de mer de 1 à 15 %), et sont normalement présentes (fréquence d'environ 50 %) vers la fin décembre. Les glaces commencent à reculer vers la fin mars début avril, sont en moyennes absentes vers la mi-avril et sont complètement disparues début mai, et ce sur la base des fréquences sur 30 ans de présence de glace de mer.

Une épaisseur de glace moyenne de 56 cm (entre 1974 et 1986) (maximum de 96 cm, minimum de 10 cm) a été observée à la station de mesure des glaces de Caraquet (Nouveau Brunswick) localisée sur la rive sud de la baie des chaleurs, à environ 120 km au sud du quai de Gaspé – Sandy Beach. Le type de glace à cette station est le même que celui observé dans la Baie de Gaspé, cependant les glaces dans le secteur de Caraquet sont légèrement plus persistantes, présentes en moyenne de mi-décembre à fin avril.

2.2.9 Hydrodynamique sédimentaire

Le rapport d'Environnement Illimité (2005) conclut qu'étant donné les faibles courants enregistrés dans le Havre de Gaspé, un panache éventuel de sédiments en suspension pourrait se déplacer sur une distance de 1 à 2 km durant un cycle de marée. Pour des conditions similaires à celles observées lors des travaux de caractérisation complémentaires (fort vent du nord-ouest), un panache de sédiments en suspension serait transporté vers la pointe de Sandy Beach par la couche de surface, pour ensuite être repris par l'écoulement de la couche intermédiaire vers l'ouest. Ce déplacement en va-et-vient, qui comporterait une résultante vers le nord-est, ferait en sorte qu'il serait peu probable que la dispersion d'un panache éventuel n'affecte les secteurs de mytilicultures situés à plus de 2,5 km vers le nord-ouest, à l'embouchure de la rivière York.

2.2.10 Météorologie

L'information météorologique retenue pour le développement des scénarios a été obtenue à partir de la station météorologique d'Environnement Canada située à l'aéroport de Gaspé. Le Tableau 1 présente en détail les statistiques de la station météorologique de Gaspé pour la période comprise entre 1971 et 2000. Les sections suivantes résument les informations les plus pertinentes au développement des scénarios, soit les précipitations et la direction-des vents.

2.2.10.1 Précipitations

La Figure 4 illustre les précipitations mensuelles moyennes et les extrêmes quotidiens observés à la station de Gaspé. Les précipitations mensuelles moyennes varient de 59,0 mm à 112,8 mm, le minimum se produisant au mois de février et le maximum au mois de décembre. Les périodes printanières (mars et avril) et automnales (octobre à décembre) ainsi que le mois de juillet sont caractérisés par de plus importantes précipitations (précipitations mensuelles moyennes variant de 102,9 mm à 112,8 mm) tandis que les périodes hivernales (janvier et février) et estivales (mai, juin, août et septembre) sont les plus sèches (précipitations mensuelles moyennes variant de 59,0 mm à 91,2 mm), à l'exception du mois de juillet. À noter qu'entre décembre et mars, seulement 15 % à 30 % des précipitations tombent sous forme liquide (pluie et verglas).

2.2.10.2 Vents

Les vents dominants (moyennes mensuelles de l'orientation) à la station de Gaspé soufflent de l'ouest pour les mois de septembre à mars inclusivement, tandis qu'ils soufflent de l'est pour les mois d'avril à août inclusivement. Les vitesses mensuelles moyennes sont semblables tout au long de l'année et varient de 9 à 13 km/h. Les vitesses horaires maximales enregistrées varient entre 50 et 84 km/h tout au long de l'année, tandis que les coups de vent maximum enregistrés varient entre 85 et 122 km/h. Les vents de plus de 50 km/h sont plus fréquents à Gaspé entre le mois d'octobre et le mois d'avril.

2.3 CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS

2.3.1 Contexte stratigraphique

La compilation des résultats des analyses granulométriques de tous les échantillons prélevés par carottage depuis 1997 au quai de Gaspé - Sandy Beach est présentée au Tableau 2. L'Annexe 3 présente individuellement les résultats de chacune des analyses, classifiées selon les zones d'intervention proposées à la Figure 3.

Il est important de noter que la distinction entre la définition des substrats d'Environnement Illimité (2005) et la classification des résultats d'analyses granulométriques n'est pas claire et démontre une certaine discordance. Ceci est dû au fait que les substrats ont été identifiés par Environnement Illimité par observations visuelles tandis que la classification granulométrique s'appuie sur des résultats quantitatifs.

À l'intérieur des zones d'intervention, on retrouve en moyenne un sable et silt avec traces de gravier et d'argile. La compilation des analyses granulométriques démontre que les sédiments de la zone d'intervention comportent en moyenne une proportion de 58 % de particules grossières (gravier et sable) et de 42 % de particules fines (silt et argile). Les secteurs comportant les sédiments les plus grossiers sont localisés près du quai (zones C, E et F), le long du rivage à l'intérieur d'une bande d'environ de 5 à 20 m, ainsi que dans les secteurs comportant de fortes pentes en milieu aquatique. Ces secteurs sont généralement constitués d'un sable graveleux avec un peu de silt et traces d'argile (environ 10 à 40 % de gravier) en rive et au pourtour du quai. Les sédiments sont généralement plus fins (sable et silt avec traces de gravier et d'argile) ailleurs qu'aux endroits identifiés précédemment. Les zones A, B et D comportent donc majoritairement des sédiments plus fins.

De façon générale, la teneur en gravier et en particules fines (silt et argile) des sédiments de la bande riveraine et au pourtour du quai, qui comporte généralement une granulométrie plus grossière, diminue en profondeur (profondeur maximum échantillonnée : 150 cm). La proportion de sable dans les sédiments augmente donc en profondeur à ces endroits. Ceci est probablement dû à un phénomène de délavage des particules fines en surface dans les zones perturbées par les marées et/ou les navires, et la ségrégation gravimétrique naturelle des sédiments par l'action des vagues et des marées (granoclassement). La granulométrie des sédiments généralement fins (sable et silt avec traces d'argile) au large est plus ou moins homogène sur toute la profondeur échantillonnée.

Il est à noter que les cailloux de plus de 100 mm n'ont pas été considérés² dans les analyses granulométriques réalisées dans le cadre des travaux de caractérisation. Ces analyses granulométriques présentent donc une proportion de particules fines qui est plus importante par rapport aux conditions réelles du site. De plus, la siccité en surface, là où la proportion de particules grossières est plus importante, est probablement légèrement supérieure aux résultats présentés.

Le Tableau 2 démontre que la moyenne pondérée de l'humidité des sédiments à l'intérieur des zones d'intervention et jusqu'à la profondeur projetée pour le dragage (de 60 à 95 cm,

² Les échantillons de sédiments ont été prélevés à l'aide de carottiers manuels de 10 et 12 cm de diamètre.

selon la zone) est d'environ 40 % (ou 60% de siccité). La moyenne pondérée de l'humidité à l'intérieur de chaque zone varie entre 31 % et 48 %.

L'humidité des sédiments à l'intérieur des zones d'intervention semble diminuer en fonction de la profondeur échantillonnée (moyennes pondérées de 43 % de 0 à 15 cm, 42 % de 15 à 30 cm, 27 % de 30 à 50 cm et 25 % entre 50 et 100 cm). L'humidité est généralement plus élevée en surface quoique plus variable. On retrouve la mesure d'humidité la plus faible en surface à l'intérieur des zones d'intervention, à la station G23 (Environnement Illimité, 2001), le long de la rive et au sud du quai (0 à 15 cm, humidité de 20 %).

La profondeur exacte du roc à l'intérieur des zones d'intervention est inconnue. Cependant, un affleurement rocheux a été observé par vidéo à environ 20 m au sud de la limite de la zone d'intervention, au sud du quai, directement à l'est de la cale de halage du chantier maritime (Environnement Illimité, 2005). On peut aussi observer la présence d'affleurements rocheux terrestres le long de la rive, à l'est de la cale de halage au niveau du talus riverain. Selon les forages réalisés au pourtour du quai pour la construction du quai principal en 1985, le roc à cet endroit serait situé sous une épaisseur de sédiments variant entre 1,7 et 7,0 m (plans tels que construits, reconstruction quai Gaspé - Sandy Beach, 1988). Le roc serait donc localisé à une plus grande profondeur que le plancher de dragage prévu (incluant le sur-dragage, de 60 à 95 cm) à cet endroit.

En relation avec le pourcentage élevé des particules fines des sédiments, ces derniers sont considérés comme étant des matériaux imperméables. En effet, il est admis que des matériaux avec un pourcentage de particules fines (silt et argile) supérieur à 15 % sont considérés comme matériaux imperméables. D'ailleurs, pour la conception des digues et barrages, il est requis que les matériaux composant les noyaux étanches de ces ouvrages, doivent avoir un minimum de 15 % de particules fines (Guide conception des barrages, Hydro-Québec, juin 2000).

2.3.2 Physico-chimie

Les figures 5 et 6 présentent une compilation des résultats d'analyse chimiques pour le cuivre et les HAP_{totaux} des échantillons de surface prélevés dans le cadre des études antérieures effectuées pour le projet de restauration des sédiments contaminés du quai de Gaspé - Sandy Beach, tels que compilés par Environnement Illimité (2005). Ces figures présentent la distribution de la contamination, basée sur un krigeage isotrope des concentrations. Il est à noter que la distribution du cuivre (Figure 5) n'inclut pas les résultats de la caractérisation de Beak (1998). Selon Environnement Illimité, ces résultats

ont été exclus puisque les résultats des plus récentes campagnes de caractérisation (2001, 2002 et 2004) permettent d'assurer une couverture adéquate. Toutefois, il est à noter que l'inclusion des résultats pour le cuivre au-delà du SIE (SIE pour le Cu = 2 400 mg/kg) de Beak indique une petite zone contaminée au nord du quai (superficie de 450 m²) ainsi qu'un prolongement de la zone contaminée au sud du quai jusqu'au quai des pêcheurs (superficie additionnelle de 1 600 m² par rapport à la superficie mesurée de 4 400 m² >SIE par Environnement Illimité (2004)). Cependant, cette surface additionnelle non-considérée pour le cuivre ne modifie pas la délimitation de la zone d'intervention puisqu'elle est incluse aux surfaces >SIE pour les HAP_{totaux} (SIE pour les HAP_{totaux} = 5 mg/kg) par Environnement Illimité (2005).

La contamination en cuivre dans la Baie de Gaspé résulterait du transbordement de concentré de cuivre au quai de Gaspé, cependant la source exacte de la contamination aux HAP demeure inconnue. Les sources probables comprennent le transbordement de produits pétroliers, les activités portuaires en général, le bois créosoté utilisé dans la construction de quai en caisson de bois (ancienne structure) ainsi que les conduites pluviales se déversant directement dans la Baie de Gaspé.

Les secteurs les plus contaminés en cuivre et en HAP sont situés au sud du quai principal (zones A, B et C). On observe au sud du quai l'évidence d'un patron de distribution pour le cuivre, dont le panache s'étale vers la barre de Sandy Beach. Un secteur principal contaminé en cuivre au-delà du SIE est localisé 150 m à l'ouest du bout du quai principal et s'étend sur 135 m vers le sud à partir du quai, représentant une superficie totale d'environ 6 000 m² (zones A, B et C). On y retrouve la plus forte concentration en cuivre mesurée depuis 1998, soit 5 800 mg/kg, à la station GC7 (Beak 1998). Un deuxième secteur excédant le SIE pour le cuivre est localisé immédiatement au sud de la cale de halage du chantier maritime (station G21 (Beak, 1998) 2 500 mg/kg), et représente une superficie d'environ 100 m² (zone A). Antérieurement aux travaux de dragage d'entretien réalisés par TPSGC en 2001, un troisième secteur situé immédiatement au nord du quai (zone D), là où les travaux ont été exécutés, excédait le SIE pour le cuivre à la station GB2 (Beak 1998) (3 000 mg/kg). Aucun échantillon n'a été prélevé à cet endroit depuis que les travaux de dragage ont été effectués.

Les deux secteurs les plus fortement contaminés en HAP_{totaux} sont situés au sud du quai principal (superficie totale approximative de 70 000 m²). Le premier est situé à l'intérieur d'un rayon de 150 m à partir du quai des pêcheurs, immédiatement au sud du quai, et l'autre, à environ 150 m au sud-est du bout du quai (zones A, B et C). On y retrouve les échantillons les plus hautement contaminés en HAP_{totaux}, dont l'échantillon prélevé à la station STAT-14B (Environnement Illimité (2005)), localisée à environ 100 m au sud du

quai principal, où une concentration en HAP_{totaux} de 107,55 mg/kg a été mesurée. Aucun patron de distribution pour la contamination en HAP n'est observé au sud du quai principal. On observe plutôt des valeurs élevées ponctuelles (effet de pépité).

Aucun des 11 échantillons prélevés en 2004 à partir des stations d'échantillonnage localisées au nord du quai principal (Environnement Illimité, 2005) n'indique un dépassement des SIE pour le cuivre ou les HAP_{totaux}. Cependant ces stations étaient majoritairement localisées en dehors de la zone d'intervention établie par le document synthèse de l'analyse de risque de QSAR (2002) et à au moins 30 m en périphérie des échantillons contaminés au-delà des SIE prélevés par Beak (1998) (stations GA2, GB2, GB3, GE1 et GH2), à l'exception des stations STAT-10 et STAT-12B. Les résultats de Dessau-Soprin à ces deux stations confirment les résultats des stations GB1, GC1, GC2, GC3, GC4, GC5 et GD2 de Beak (1998) qui indiquent l'absence de contamination >SIE pour le cuivre et les HAP_{totaux} entre 20 et 60 m au nord du quai principal.

Les résultats des quatre études de caractérisation antérieures démontrent un effet de pépité pour la distribution des sédiments contaminés par les HAP_{totaux} au nord du quai principal. En effet, la contamination en HAP_{totaux} >SIE au nord y serait comprise à l'intérieur de trois secteurs distincts : un premier adjacent au quai et localisé à environ 150 m à l'ouest du bout du quai (compris dans la zone D), un second situé dans le même secteur à environ 75 m au nord du quai (zone D), et un troisième situé environ 70 m au nord-ouest du quai principal, dans l'emprise de l'ancienne cale de halage de Transports Canada (zone F).

Le secteur contaminé en HAP_{totaux} >SIE et situé à 75 m au nord du quai principal (partie de la zone D) est caractérisé par une profondeur d'eau de 13,5 à 15,5 m par rapport au niveau géodésique selon la bathymétrie réalisée en novembre 2004. La comparaison des relevés bathymétriques de 2000 et de 2004 démontre que l'élévation du fond marin a très peu changé durant cette période (± 30 cm), indiquant l'absence significative de sédimentation ou d'érosion du fond marin à cet endroit. Cette analyse ne permet pas cependant de quantifier le transport sédimentaire net (et donc le mouvement des contaminants) pouvant avoir eu lieu dans ce secteur. Ainsi, il est possible que la contamination >SIE pour les HAP_{totaux} identifiée par Beak (1998) ne persiste plus à cet endroit, quoique la présente étude assume le pire cas d'une présence de sédiments contaminés. Une caractérisation des sédiments dans la zone D (ainsi que les zones B et F) serait requise préalablement aux travaux d'ingénierie détaillée d'un projet de restauration sélectionné pour confirmer les résultats de Beak (1998) et ainsi établir avec certitude la présence de sédiments contaminés à ces endroits. L'absence de contaminants >SIE dans les zones B, D ou F aurait le potentiel de réduire le volume total de dragage (incluant le sur-dragage) estimé à la section 2.3.3.2 d'environ 14 %.

La zone contaminée au nord-ouest (zone F) est située en partie dans l'emprise de l'ancienne cale de halage à l'ouest du quai principal. À cet endroit, le fond marin est caractérisé par une forte pente vers le nord-est (2,7H :1V), ne permettant pas une comparaison adéquate des relevés bathymétriques de 2000 et 2004 afin de déterminer s'il y a eu érosion ou accumulation de sédiments à cet endroit depuis la caractérisation de Beak (1998). Puisqu'un seul échantillon présentait un léger dépassement du SIE pour les HAP_{totaux} (GH2 : 6,424 mg/kg), il sera nécessaire d'effectuer l'échantillonnage et l'analyse des sédiments à cet endroit afin de confirmer cette zone d'intervention. Comme pour la zone D, la présente étude assume le pire cas d'une présence de sédiments contaminés.

Une partie de la zone contaminée en cuivre et en HAP_{totaux} >SIE adjacente au quai, située à environ 170 m à l'ouest et au nord du bout du quai, a été draguée dans le cadre des travaux de dragage d'entretien du quai principal en 2001 (volume *in situ* d'environ 500 m³). De plus, d'après la comparaison des relevés bathymétriques de 2000 et 2004, il apparaît que les sédiments situés à l'intérieur d'une bande de 30 m le long de la face nord du quai ont été systématiquement érodés de 0 à 50 cm. Il est donc probable que la contamination en cuivre et en HAP_{totaux} ne soit plus présente à ces endroits. Cependant, puisque cette zone n'a pas fait l'objet de caractérisation depuis les travaux de Beak (1998), il serait opportun d'effectuer le prélèvement et l'analyse d'échantillons de sédiments à ces endroits afin de confirmer la présence d'une contamination >SIE. La présente étude assume que les sédiments contaminés persistent à cet endroit.

Afin de déterminer les niveaux de contamination des sédiments dragués aux fins d'élimination en milieu terrestre, un calcul de la concentration moyenne pondérée pour le cuivre, les HAP_{totaux} ainsi que pour chacun des 16 congénères des HAP a été effectué et ce, pour chacune des zones d'intervention présentées aux figures 5 et 6. Les concentrations moyennes pondérées sont présentées au Tableau 3. D'après les calculs effectués, il apparaît que pour l'ensemble des zones d'intervention (zones A à F), le niveau de contamination moyen des sédiments ne serait que de 762 mg/kg pour le cuivre et de 11,1 mg/kg pour les HAP_{totaux}. Pour le cuivre, ce niveau de contamination serait légèrement supérieur au critère C de la Politique du MDDEP³ (500 mg/kg) mais significativement inférieur à la norme de l'annexe 1 du RESC⁴ (2 500 mg/kg). Pour chacun des 16 congénères des HAP, puisqu'il n'y a pas de critères ou de normes applicables pour les HAP_{totaux}, le niveau de contamination serait très faible et inférieur au niveau B des critères applicables de la Politique pour chacun des congénères des HAP. Mentionnons que le léger dépassement du

³ Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MDDEP)

⁴ Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés; Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2, a. 31, par. a, c, d, e, g, h, h.1, h.2, j, m et n, a. 31.52, par. d, e et f, a. 70, par 1^o, 2^o, 5^o, 6^o et 7^o, a. 86, a. 109.1 et a. 124.1; 1999, c. 75, a. 10 et 29).

critère B (1 mg/kg) pour le Benzo(b+j+k)fluoranthène (1,2 mg/kg) n'est pas significatif puisque le critère peut être considéré pour chacun des isomères (b, k ou j). Une analyse distincte de la concentration de chacun des isomères permettrait probablement une distribution partagée de la concentration totale de manière à ce que chacun d'eux respecte le critère de 1 mg/kg.

2.3.3 Zone d'intervention - Étendue et volume de sédiments

2.3.3.1 Étendue des zones d'intervention

Tel que mentionné dans la description sommaire des zones d'intervention à la section 1.1.4, les zones d'intervention établies selon les isocontours 2 400 mg/kg et 5 mg/kg pour le cuivre et les HAP respectivement sont présentées à la Figure 3.

En plus de la délimitation imposée par ces deux isocontours, les limites d'intervention ont été délimitées en berge, et au sud du quai, par la ligne de basse mer inférieure, grande marée, sauf de part et d'autre de la cale de halage du chantier maritime où la zone d'intervention a été délimitée par la limite séparant les herbiers mixtes (algues et zostères) de la zosteraie, tel que défini à la carte 4 du rapport d'Environnement Illimité (2005) (Annexe 4). En effet, il a été présumé qu'au-delà de la limite inférieure de basse marée, envers le rivage, les conditions sédimentaires n'étaient pas propices pour l'accumulation de sédiments fins typiquement associés à la contamination⁵. Il en va de même en périphérie de la limite des herbiers mixtes, vers le rivage, où le substrat décrit par Environnement Illimité (2005) est principalement composé de cailloux. Finalement, au sud du quai, la zone C a été délimitée également par les parois du quai principal et le rebord du quai des pêcheurs.

Les limites des zones d'intervention au nord et au bout du quai (zones D et E) sont délimitées par les parois du quai, tandis que la limite de la zone isolée au nord-ouest du quai (zone F) a été établie approximativement afin d'inclure l'isocontour >SIE pour les HAP ainsi que le sondage GH2.

Tel qu'illustrée à la Figure 3, l'épaisseur présumée des sédiments contaminés a été déterminée d'après les carottes prélevées pour lesquelles des analyses pour le cuivre et/ou les HAP avaient été réalisées en profondeur, permettant ainsi de confirmer l'étendue verticale de la contamination. Les limites latérales distinguant les zones A, B et C, pour lesquelles l'épaisseur de sédiments à draguer varie d'une zone à l'autre, ont été établies à mi-chemin entre les sondages échantillonnés.

⁵ Cette hypothèse a été validée lors de la visite du site, en novembre 2004, où l'on pouvait clairement établir que le substrat à cet endroit est de nature graveleuse et caillouteuse.

Mentionnons qu'aucune des campagnes de caractérisation n'inclut le prélèvement et l'analyse d'échantillons de sédiments sous le quai des pêcheurs⁶. Dans le cas où les sédiments le long de la berge et/ou sous le quai des pêcheurs seraient contaminés au-delà du SIE, les limites d'intervention devraient être modifiées afin d'inclure ces zones au projet.

2.3.3.2 Volumétrie

La volumétrie des zones d'intervention a été calculée d'après la superficie horizontale des zones d'intervention et l'épaisseur présumée des sédiments contaminés. Les résultats des calculs de volume en place de sédiments sont résumés à la Figure 3. Le volume en place de sédiments contaminés (superficie totale de 67 800 m²) est estimé à **23 600 m³** (moyenne pondérée de l'épaisseur des sédiments = 350 mm), tandis qu'un sur-dragage de 300 mm⁷ augmenterait ce volume en place à **43 900 m³** (moyenne pondérée de l'épaisseur des sédiments = 650 mm).

⁶ La structure de ce quai aménagé sur pilotis favoriserait l'accumulation de sédiments à cet endroit. Il serait opportun d'envisager la caractérisation des sédiments à cet endroit ainsi que le long de la berge dans le secteur de la cale de halage du chantier maritime afin de valider les hypothèses mentionnées préalablement.

⁷ Il est nécessaire de prévoir un sur-dragage afin d'assurer l'extraction complète des sédiments contaminés jusqu'au niveau prescrit. L'épaisseur de sur-dragage de 300 mm est déterminée en fonction de la précision et de la dimension des équipements de dragage disponibles et de la profondeur d'eau dans la zone d'intervention.

3 INVENTAIRE DES OPTIONS DE RESTAURATION

3.1 TERMINOLOGIE UTILISÉE

Les termes suivants sont utilisés dans la description du processus méthodologique qui a été appliqué pour le développement de l'inventaire des options de restauration :

Données de base : Toutes les informations (e.g. : cartes topographiques et marines, photographies aériennes, plans de lotissement, plans tels que construits, relevés bathymétriques et topographiques, rapports géologiques, études antérieures, documents de presse, résultats d'analyses et d'essais physico-chimiques et/ou géotechniques, etc.) qui sont à la base de l'évaluation des technologies applicables, de l'élaboration et de l'évaluation des scénarios d'intervention.

Technologies applicables : Technologies, procédés, méthodes ou techniques de travail qui ont pour objectif l'extraction, le dragage, le transport, le transfert, le confinement, le traitement ou la gestion finale de sédiments contaminés, de même que l'atténuation des impacts environnementaux des travaux.

Critères de sélection : Critères qui permettent de comparer les options de restauration, les scénarios ainsi que leurs variantes, et de les discriminer à l'aide d'une échelle de performance quantitative ou qualitative. Ces critères sont élaborés à partir des objectifs de restauration, des options de restauration existantes et du contenu des scénarios d'intervention.

Options de restauration : Approches ou grandes avenues généralement admises en matière de restauration de sites aquatiques qui renferment des sédiments contaminés. Ce sont les premières solutions identifiées, sans égard au détail des technologies applicables qui y sont associées, ni au détail de leur mise en œuvre. Les options de restauration jugées admissibles selon les critères de sélection élaborés sont converties en scénarios d'intervention.

Scénarios d'intervention : Assemblages détaillés de technologies applicables selon une séquence d'exécution rigoureuse, qui sont élaborés sur la base des options de restauration initialement présélectionnées. Les scénarios d'intervention ou canevas de mise en œuvre détaillés font l'objet d'une évaluation détaillée.

Objectifs de restauration : Objectifs à atteindre par les travaux de restauration ou lors de l'exécution de certaines activités prévues aux scénarios.

3.2 MÉTHODOLOGIE

L'inventaire et la sélection des options de restauration devant faire l'objet de scénarios d'intervention reposent principalement sur l'acquisition et l'analyse d'informations existantes et sur le traitement de ces informations par l'entremise de mécanismes de concertation et de sélection. Dessau-Soprin a effectué la mise à jour de l'inventaire et la sélection des options de restauration de façon à ce qu'elle réponde aux attentes du CT.

Suite à l'élimination de certaines options de restauration qui ne répondaient pas aux attentes du CT ou qui ne pouvaient pas être mises en application en raison d'incompatibilités évidentes, Dessau-Soprin a dressé l'inventaire des technologies applicables aux options de restauration retenues et a procédé à la sélection des technologies appropriées. Rappelons qu'une technologie applicable est une technologie, une méthode, un procédé ou une technique visant l'atténuation des impacts environnementaux, les préparatifs aux travaux de dragage, le dragage, le transport, le transfert, le confinement, l'assèchement, le traitement ou la gestion finale de sédiments contaminés.

Finalement, les options de restauration retenues suite au processus de sélection ont été converties en scénarios d'intervention. Pour certains scénarios d'intervention, plusieurs variantes ont été élaborées afin d'arriver à un scénario optimal. Ces variantes de scénarios ou « canevas de mise en œuvre » ont fait l'objet d'une évaluation économique et technique suffisamment détaillée pour permettre d'écarter les variantes inadmissibles ou qui n'étaient pas optimales. Les variantes des scénarios retenus feront l'objet d'une évaluation détaillée présentée au prochain rapport du projet (Produit 4.3).

La Figure 7 illustre schématiquement la méthodologie employée pour la présélection des scénarios d'intervention.

3.3 INVENTAIRE DES OPTIONS DE RESTAURATION

3.3.1 Inventaire et sélection des options de restauration

Afin d'identifier les options de restauration et de dresser l'inventaire des options de restauration reconnues, une revue des études antérieures (similaires, actuelles et anciennes) et de la littérature scientifique a été réalisée (voir la bibliographie à la Section 8 ainsi que le registre des intrants à l'annexe 1).

Subséquentement, par consensus et en utilisant des critères de sélection développés dans le cadre d'études antérieures, Dessau-Soprin et le CT ont procédé à l'adéquation de ces

options de restauration. Le résultat de cet exercice est un inventaire des options de restauration envisageables.

3.3.2 Inventaire et sélection de technologies applicables

Tel que pour l'inventaire des options de restauration, une mise à jour des informations scientifiques disponibles a permis de dresser l'inventaire des différentes technologies, procédés, méthodes et techniques applicables au dragage en milieu aquatique et à la gestion des sédiments contaminés.

Il va de soi que le choix des technologies applicables devant être mises de l'avant est intimement lié à la nature des options de restauration retenues. Ainsi, à titre d'exemple, si l'une des options de restauration sélectionnées consiste à excaver les sédiments, les assécher et les transporter, une fois traités, vers un site d'enfouissement autorisé, il sera jugé opportun de préconiser une méthode d'assèchement qui minimise la durée du projet, les infrastructures, les coûts d'assèchement et les coûts de transport des produits de dragage.

3.3.3 Identification et sélection finale de scénarios d'intervention à développer

L'identification et la sélection des scénarios d'intervention ont été réalisées en tenant compte d'une série de contraintes légales, sociales, environnementales, technologiques et budgétaires.

Par ailleurs, des précisions quant à l'articulation et à l'application de la réglementation provinciale⁴ en matière de gestion finale des sols et sédiments, sont également venues apporter des contraintes quant au devenir des éventuels produits de dragage issus du secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach.

Méthodologiquement, la sélection des différents scénarios et de leurs variantes repose sur un processus de sélection logique, sans autre outil de prise de décision (grille, pondération mathématique, etc.) que la concertation, le consensus et l'expertise du CT et de Dessau-Soprin, compte tenu des critères de sélection établis au préalable par ces derniers. Les avenues qui étaient non réglementaires, financièrement insoutenables, inadéquates sur le plan environnemental ou qui étaient socialement inacceptables ont simplement été éliminées.

3.4 CRITÈRES DE SÉLECTION ET OPTIONS DE RESTAURATION RETENUES

3.4.1 Critères de sélection

Au total, 11 critères de sélection des options de restauration ont été établis dans le cadre du Produit 4.1. Ces derniers considèrent le caractère des options (nuisances, pérennité des ouvrages et des mesures d'intervention, garanties de performance), ainsi que les facteurs environnementaux et légaux (gains, conformité), sociaux (attentes du milieu), financiers (coûts, économie d'échelle, responsabilité à long terme) et spatio-temporels. Les critères de sélection sont énumérés et présentés en détail, selon un ordre décroissant d'importance établi par le CT, au Tableau 4.

3.4.2 Options de restauration retenues

Quatorze options de restauration ont été évaluées selon les critères de sélection adoptés. Ces options ont été groupées selon trois catégories : ❶ sédiments laissés en place (pas de dragage), ❷ extraction des sédiments et confinement sécuritaire dans l'environnement immédiat du lieu de dragage et ❸ extraction des sédiments et confinement sécuritaire à l'extérieur de l'environnement immédiat du lieu de dragage. La liste complète des options de restauration est présentée au Tableau 5.

Le résultat de l'adéquation des options de restauration est un inventaire de quatre options de restauration envisageables, dont au moins une option pour chacune des catégories mentionnées ci-haut. Ces quatre options de restauration sont les suivantes :

- 1) Recouvrement (encapsulation) des sédiments (géotextile, lestage, remblai grossier, matelas de béton, etc.);
- 2) Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité accrue à construire dans une portion aquatique du site d'intervention;
- 3) Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire à construire en milieu terrestre sur la propriété de Transports Canada ou Noranda inc.;
- 4) Dragage assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité maximale commerciale existante.

La discussion et le processus rattachés à la sélection des options de restauration sont présentés au Tableau 5.

4 INVENTAIRE DES TECHNOLOGIES APPLICABLES APPLICABLES AUX OPTIONS DE RESTAURATION RETENUES

4.1 MÉTHODOLOGIE

Cette section dresse l'inventaire des technologies applicables envisageables pour la restauration de la Baie de Gaspé en périphérie du quai de Gaspé – Sandy Beach, compte tenu des options de restauration retenues. Les technologies applicables comprennent le savoir-faire, les technologies, les équipements ou les techniques visant, selon l'option, le confinement de la zone de dragage, le dragage, le transfert des produits de dragage, le transport des produits de dragage, la réduction du pourcentage d'humidité et la gestion finale des sédiments. Les technologies applicables sont regroupées en 4 catégories, soit :

1. Les technologies applicables de protection de l'environnement. Il s'agit de travaux ou de technologies à mettre en œuvre avant ou pendant le dragage des sédiments. Ces technologies applicables comprennent, sans s'y limiter, les technologies d'isolation du site de dragage afin de minimiser la remise en suspension des sédiments lors de l'exécution des travaux de dragage ainsi que le traitement des eaux.
2. Les technologies applicables d'extraction et de transport des sédiments. Ces options comprennent les équipements de dragage envisageables qui sont regroupés en 2 catégories, soient ; les équipements de dragage mécanique et les équipements de dragage hydraulique. Les options de transport des sédiments varient en fonction des options de dragage. Par exemple, l'usage de pipelines pour acheminer les boues de dragage aux bassins de traitement est associé exclusivement au dragage hydraulique.
3. Les technologies applicables de gestion primaire des produits de dragage. Celles-ci comprennent les procédés, les équipements et les aménagements nécessaires à la réduction de volume (réduction du pourcentage d'humidité) ou le traitement physique ou chimique des sédiments.
4. Les technologies applicables de gestion finale des produits de dragage. Ces options comprennent les technologies envisagées pour le « devenir » des sédiments (l'élimination hors-site, l'encapsulation *in situ* ou le dépôt en rive).

Suite à la sélection des technologies applicables, leur agencement à l'intérieur de différents canevas de mise en œuvre permettra l'élaboration des scénarios d'intervention qui seront présentés à la section 5 du présent rapport.

Mentionnons qu'à moins d'indications spécifiques, les dimensions et les quantités d'ouvrages spécifiées à la présente section correspondent aux estimations préliminaires permettant de définir l'ampleur des ouvrages à construire pour effectuer une évaluation comparative des technologies applicables et d'en déterminer l'ordre de grandeur des travaux. Ces dimensions et quantités devront être validées dans une étape de conception ultérieure (plans et devis).

4.2 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les technologies applicables pour la protection de l'environnement comprennent les travaux réalisés dans le but de réduire l'impact des opérations de dragage sur le milieu aquatique et le traitement des eaux.

4.2.1 Rideaux de confinement (« silt curtain » et « silt screen »)

Les barrières de confinement des sédiments sont utilisées pour retenir les matières en suspension (MES) en cours d'exécution des travaux de dragage. Elles sont déployées autour des aires à draguer et peuvent être déplacées au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les barrières de confinement des sédiments (« silt curtain » ou « turbidity curtain ») sont des barrières flottantes constituées d'une jupe imperméable constituée d'un textile de Kevlar/polyester/nylon enduit de PVC ou d'uréthane qui ne laisse passer ni l'eau ni les sédiments, soutenue à son sommet par un système de flottaison et maintenu en place à l'aide d'ancrages et de câbles de tension. La base de la jupe est également munie d'un câble ou d'une chaîne de tension et des œillets qui permettent d'y fixer des ancres. Lorsque la hauteur du rideau est considérable (plus de 10 m), ce qui est le cas à certains endroits dans la zone d'intervention au quai de Gaspé – Sandy Beach, des ouvertures sont pratiquées dans le rideau et sont recouvertes de géotextile tissé. Ces ouvertures laissent passer l'eau tout en retenant les sédiments, égalisant la pression et permettant ainsi de réduire la poussée de l'eau sur le rideau.

Des jupes construites exclusivement d'un textile semi-perméable (filtre à sédiments, « silt screen », ou « filter cloth skirt »), peuvent également être utilisées. Dans ce cas, la jupe est construite d'un géotextile typiquement tissé avec des bandelettes de polypropylène, et dont l'ouverture de filtration doit être suffisamment serrée pour retenir les sédiments tout en laissant passer l'eau. Ces filtres ont l'avantage d'être moins coûteux et plus faciles à manipuler puisqu'en général ils sont également moins lourds que les barrières imperméables.

Dans le cas du dragage des sédiments contaminés au quai de Gaspé – Sandy Beach, des rideaux semi-perméables sont proposés. Le poids considérable d'une barrière imperméable adaptée aux profondeurs de la zone d'intervention rendrait sa manipulation très difficile, voire impraticable. De plus, tel que conclut dans le rapport d'Environnement Illimité (2005), il est probable que la dispersion d'un panache de sédiments en suspension serait limitée au secteur adjacent au quai. Les coûts supplémentaires et les complications techniques imposés par l'utilisation d'une barrière imperméable seraient difficilement justifiables sur la base du potentiel de dispersion des sédiments. Une barrière de confinement semi-perméable assurerait le confinement requis tout en étant moins coûteuse à fournir et à opérer et plus facile à mettre en oeuvre qu'une barrière imperméable. Des rideaux de confinement de sédiments typiques sont illustrés sur les sites web de Elastec/American Marine inc. (<http://www.turbiditycurtains.com>) et Parker Systems inc. (<http://www.parker-systeminc.com/siltmaster.htm>). Les guides d'application pour les barrières de confinement des sédiments de ces deux firmes sont présentées à l'Annexe 4.

Les rideaux de confinement peuvent être commandés sur mesure de façon à ce que leur hauteur soit adaptée à la bathymétrie. Un rideau trop long traînerait sur le fond marin et ses déplacements risqueraient de soulever des sédiments, tandis qu'un rideau trop court réduirait l'efficacité du confinement. Dans un milieu marin où la marée moyenne varie de plus de 0,3 m, la longueur des rideaux de confinement doit être déterminée de façon à ce qu'il y ait entre 0,3 à 0,6 m d'espacement entre la base de la jupe et le fond marin en conditions de basse mer inférieure, grande marée.

Les barrières à sédiments peuvent être placées en chicanes, en demi-cercles ou en cercles. On tente généralement de limiter la longueur de déploiement des barrières. Celles-ci deviennent moins efficaces lorsque la vitesse du courant est supérieure à 0,5 m/s, lorsque la profondeur de l'eau est supérieure à 6,5 m, dans des endroits exposés à de grands vents, à l'action des vagues et des marées ou autour de dragues nécessitant de fréquents déplacements de la barrière.

Dans le cas du secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach, les vitesses de courant ont été évaluées dans le cadre de nombreuses études de courantométrie réalisées dans la Baie de Gaspé (voir le registre des intrants à l'annexe 1). Toutefois, Environnement Illimité (2005) a effectué des mesures directes des courants dans le secteur du quai lors de la caractérisation complémentaire en novembre 2004. Les résultats de ces mesures viennent compléter la littérature existante, et les résultats sont compilés dans le texte et illustrés aux cartes 2.2 et 3.6 ainsi qu'aux figures 2.1 et 3.2 du rapport d'Environnement Illimité (2005). Les mesures confirment les résultats des études antérieures, indiquant de très faibles courants dans le secteur du quai (de 5 à 10 cm/s). Ces conditions sont donc propices à l'usage de barrières de

confinement. Idéalement, deux séries de rideaux placés en parallèle seraient plus efficaces que l'usage d'un seul rideau. Néanmoins, vu la surface importante à couvrir et la hauteur considérable des rideaux requise, cette approche ne serait pas pratique. Il est donc proposé de ne placer qu'un seul rideau.

Le déploiement des rideaux et l'exécution des travaux de dragage empêcheront temporairement l'accès au quai (côté nord ou sud, alternativement). Ainsi, au cours des travaux de dragage, l'amarrage des navires devra être coordonné avec les utilisateurs du quai et avec le directeur de port de Transports Canada qui gère les opérations portuaires.

4.2.2 Traitement des eaux

Au cours des travaux de dragage et d'assèchement passif des sédiments, des eaux recueillies devront être entreposées temporairement, caractérisées et traitées en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques. Pour les eaux s'accumulant à l'intérieur du bassin d'assèchement, soient les eaux de pluie et une certaine quantité provenant de l'égouttement des sédiments (surtout les jours suivants le remplissage du bassin), elles devront être évacuées rapidement pour ne pas réduire les gains obtenus par l'effort d'assèchement.

Préalablement à l'ingénierie détaillée du scénario d'intervention sélectionné, la qualité des eaux générées par les opérations de dragage et de l'assèchement en bassin et les alternatives de traitement devront être évaluées à partir des informations obtenues lors d'essais effectués en laboratoire, incluant, une estimation du volume d'eau à traiter. Par expérience, les projets de dragage nécessitent un traitement visant la réduction de la quantité de matières en suspension contenues dans les eaux puisque la contamination leur est typiquement associée (contamination associée à la phase particulaire). Une décantation simple des particules, avec ou sans l'ajout de coagulant/floculant, peut donc être déjà envisagée. Mentionnons que les essais devront non seulement évaluer la qualité des eaux initiales (dragage et bassin d'assèchement) mais aussi celles durant l'assèchement des sédiments puisque la modification des conditions physico-chimiques de l'environnement de l'entreposage (diminution de la salinité, variation du pH et du potentiel d'oxydoréduction) risque d'affecter le potentiel de migration (lixiviation) de la contamination associée au concentré de cuivre vers les eaux (phase dissoute). Pour les HAP, leur nature hydrophobe ne devrait pas permettre un transfert significatif de ce type de contamination vers la matrice « eau » (phase dissoute).

4.3 EXTRACTION DES SÉDIMENTS

Les technologies d'extraction des sédiments peuvent être regroupées en trois catégories, soient :

- 1) L'excavation à l'aide de machinerie lourde travaillant à partir de la rive;
- 2) Le dragage mécanique consistant en une benne opérant sur une barge; *et*
- 3) Le dragage hydraulique à l'aide d'appareils à succion.

La densité et le pourcentage d'humidité des sédiments dragués sont modifiés lors des opérations d'extraction, peu importe la technologie applicable utilisée pour l'extraction des sédiments. La modification de leur état est fonction du type de technologie utilisée. Dans le cas de l'excavation de sol à l'aide de machinerie lourde, on parle généralement d'un foisonnement du matériau plutôt que d'une augmentation de sa teneur en eau. Par contre, pour un dragage en présence d'eau (mécanique ou hydraulique), l'état final des sédiments est évalué en estimant le pourcentage d'humidité des sédiments dragués et en considérant que tous les pores du matériau seront saturés. Le Tableau 6 présente les diagrammes de phases des sédiments selon les différents états anticipés lors des travaux de dragage et de restauration. De plus, le Tableau 7 présente la synthèse des données de base considérées pour la sélection de la technologie de dragage.

Les sections qui suivent présentent les technologies d'extraction considérées dans le cadre de la présente étude ainsi qu'une recommandation sur la technologie applicable à mettre en oeuvre.

4.3.1 Dragage mécanique

Le dragage mécanique en eau libre est typiquement réalisé à l'aide d'une benne preneuse montée sur une barge. La benne excave les sédiments du fond marin et les dépose dans une seconde barge utilisée pour leur transport jusqu'au quai. La barge exécutant les travaux de dragage (logeant la benne preneuse) nécessite un tirant d'eau estimé de l'ordre de 1,2 m. Le rayon d'action de la benne est de l'ordre de 18 m. La barge utilisée pour le transport des sédiments nécessite également un tirant d'eau de 1,2 m. Il est estimé que la totalité de la zone d'intervention pourra être draguée à la benne preneuse.

Le pourcentage d'humidité des sédiments dragués par voie mécanique est estimé à 50 %⁸, représentant un facteur de foisonnement⁹ de 1,321 comparativement à leur état *in situ* (40 % humidité). Ce facteur de foisonnement est évalué au diagramme de phase du Tableau 6. Dans les faits, une partie de cette eau sera rapidement drainée sur l'aire d'entreposage, au fur

⁸ Le pourcentage d'humidité exprimé représente le rapport entre le poids de l'eau divisé par le poids total des sédiments saturés d'eau.

⁹ Les facteurs de foisonnement employés sont basés sur les expériences antérieures de Dessau-Soprin pour des projets similaires et sont en accord avec la littérature et les règles de l'art.

et à mesure de l'arrivée des sédiments. Il est estimé que le pourcentage d'humidité des sédiments entreposés sera d'environ 45% suite au drainage initial, représentant un coefficient de foisonnement de 1,146. De ce fait, le volume d'entreposage requis serait de 1,146 m³ pour chaque m³ *in situ* de sédiments dragués. Cette valeur sera utilisée pour le dimensionnement de l'aire d'entreposage des sédiments.

Les dragues à benne preneuse peuvent générer une remise en suspension importante des sédiments lors de l'impact de la benne sur le fond, lors de la pénétration de la benne, lors de la remontée de la benne d'où peuvent s'échapper les sédiments dragués et lors du déversement du trop-plein des barges. La nature des sédiments (surtout ceux à granulométrie fine et de texture non cohésive), la vitesse de remontée de la benne vers la surface et à sa sortie de l'eau ainsi que l'état de la benne influencent aussi la perte de matériaux. Certains paramètres peuvent être contrôlés par la méthode de travail de l'entrepreneur qui devra se conformer aux exigences du devis (ex : vitesse de travail, construction et état de la benne, etc.). La géométrie et le mécanisme d'ouverture de certaines bennes peuvent également former des cratères sur la surface draguée plutôt que d'assurer l'enlèvement complet des sédiments selon une surface régulière.

Certaines bennes dites « environnementales » sont conçues spécifiquement pour la réalisation de travaux de restauration environnementale, c'est-à-dire pour limiter la remise en suspension et assurer un fond d'excavation plat. Mentionnons entre autre les bennes conçues par les compagnies CableArm inc. (www.cablearm.com) et Atlas (www.atlasmanufacturing.net) dont certaines informations techniques sont fournies à l'Annexe 4. Cette méthode de dragage a été retenue pour l'évaluation des scénarios d'intervention nécessitant le dragage des sédiments.

La capacité des bennes de dragage sélectionnées est de 0,75 m³ à 6,0 m³ et le rythme de travail est de l'ordre de 20 à 30 cycles par heure selon la profondeur, la superficie à draguer et les caractéristiques des sédiments. Le rythme du dragage mécanique, en tenant compte des conditions particulières de la zone d'intervention [faible épaisseur des sédiments à draguer (600 à 950 mm), fort tirant d'eau (moyenne de 8,6 m, maximum de 17,1 m, incluant la haute mer supérieure, grande marée)] et de l'équipement de dragage sélectionné, soit une benne environnementale sur barge, a été estimé à 300 m³/j. Mentionnons que cette estimation a été validée auprès d'un entrepreneur spécialisé dans le domaine et est consistante avec les données de la littérature (par exemple « Environmental Dredging : Methods, Trends, and Case Histories », Bradford S. Cushing et M.K. Hammaker, 2001). Ainsi, le dragage des sédiments contaminés et le sur-dragage prévu du projet (300 mm, pour un volume total de 43 900 m³) nécessiteraient approximativement 146 jours de travail, soit environ 29 semaines (à raison de cinq jours de dragage par semaine) ou l'équivalent de 6,7 mois de dragage.

L'option de draguer l'ensemble des sédiments au cours de deux années civiles consécutives doit être considérée, et comporterait certains avantages pour la gestion des matériaux dragués (voir section 4.4.1.2).

4.3.2 Dragage hydraulique

Les dragues hydrauliques opèrent par aspiration des sédiments. Une pompe montée sur une conduite de succion (élingue) fournit la charge requise pour le soulèvement et l'aspiration des sédiments. La tête de l'élingue peut être équipée, dans certains cas, d'un désagrégateur qui rompt la cohésion des sédiments, facilitant leur transport par vacuum. Plusieurs modèles de désagrégateurs ont été commercialisés, la plupart étant conçus dans le but de limiter le soulèvement des sédiments. Il est à noter que la portée des dragues hydrauliques est limitée par la longueur des élingues et qu'il est rare, mais pas impossible, de trouver des équipements qui opèrent à des profondeurs de plus de 7,6 m (25 pi.) de profondeur.

Suivant leur extraction du fond marin, les sédiments sont pompés sous forme de boue et transportés par pipeline jusqu'à un bassin d'entreposage temporaire ou permanent. La conduite d'amenée est généralement de type flexible et flottant jusqu'à la rive puis de type rigide pour le transport terrestre jusqu'au bassin de décantation.

L'évaluation préliminaire du dimensionnement des ouvrages requis pour le dragage hydraulique des sédiments est présentée au Tableau 8. D'après le US Army Corps of Engineers¹⁰, la production horaire d'une drague hydraulique est estimée à 200 m³/h - *in situ*, en considérant un diamètre de tuyau de 400 mm et une profondeur de dragage de 12 mètres. Lors du dragage hydraulique, le pourcentage d'humidité passerait de 40% à environ 85%, ce qui veut dire que 1 m³ de sédiments mesurés en place (m³-*in situ*) se transformerait, sous l'action de la drague, en 5,82 m³ de pulpe de sédiments pompés (m³-pompé) soit une augmentation de volume de près de 6 fois supérieure au volume mesuré en place. La densité des sédiments passerait de 1 607 kg/m³-*in situ* à 1 104 kg/m³-pompé sous l'effet de la drague. Malgré que la majeure partie de cette eau serait décantée et évacuée rapidement du bassin de décantation (écoulement en continu), il est estimé que le bassin requis pour le dragage hydraulique nécessiterait un volume d'entreposage minimal de 170 000 m³ et occuperait une surface minimale de 43 500 m².

Le coût élevé de construction ainsi que l'espace insuffisant dans le secteur du quai pour l'aménagement d'un tel bassin, en plus de la difficulté associée au dragage hydraulique à des

¹⁰ Us Army Corps of Engineers, « Engineering and Design – Dredging and Dredged Material Disposal », 1983, 41 pages.

profondeurs de plus que 8 m (jusqu'à 17,1 m dans la zone E, au nord du quai) justifient le rejet de cette technologie applicable. De plus, la précision de tels équipements de dragage ne permettrait pas d'atteindre l'objectif visé de ± 30 cm.

4.3.3 Transport des sédiments

Les besoins en transport des sédiments dépendent largement des technologies applicables et de restauration considérées. Dans le cas d'un dragage et d'une mise en dépôt en rive, les sédiments pourraient être transférés directement à la cellule à partir de la barge et déposés à l'aide d'une grue, d'une courroie transporteuse ou d'un convoyeur qui seraient localisés et déplacés le long de la digue extérieure.

Le transport des sédiments se ferait par camion à partir du quai dans le cas où les options d'assèchement, de traitement ou d'enfouissement dans une cellule terrestre seraient considérées. Des pelles hydrauliques seraient installées sur le front du quai pour transborder les sédiments de la barge de transport au camion à benne. Les bennes devraient être étanches et munies d'ailettes d'acier et de bâches rétractables en leur sommet pour éviter la perte de sédiments lors du transport, et un nombre suffisant de camions serait nécessaire afin de permettre la coordination des rythmes de camionnage et des opérations de dragage. Des ouvrages de confinement et de traitement de l'eau seraient requis aux aires de transbordement. La séquence des travaux de transbordement devrait prévoir le lavage périodique de la benne de la pelle hydraulique, et les eaux d'égouttement devraient être recueillies et décantées avant leur rejet à la Baie de Gaspé. Le transport par train ou par bateau n'est intéressant que dans les seuls cas où les sédiments sont asséchés préalablement et lorsque la destination finale des sédiments est desservie soit par le réseau ferroviaire, soit par des installations portuaires (cellules commerciales). Les parcs à résidus à Murdochville ne sont accessibles que par le réseau routier.

4.4 GESTION PRIMAIRE DES PRODUITS DE DRAGAGE

4.4.1 Réduction de la teneur en eau des sédiments

Pour les options de restauration qui nécessitent l'assèchement des sédiments, la réduction du pourcentage d'humidité est considérée pour des raisons économiques (coût de transport et d'élimination dans un site d'enfouissement) et pratiques. Il est estimé que les caractéristiques des sédiments dragués par voie mécanique seront les suivantes :

- % d'humidité de 45%, comparativement à 40% pour les conditions *in situ*;
- Densité de 1 530 kg/m³, consistance visqueuse, présentant une faible cohésion.

L'objectif visé par l'assèchement est fonction des technologies applicables proposées aux divers scénarios d'intervention. Ainsi, pour des sédiments destinés à être éliminés hors site, dans une cellule à sécurité maximale commerciale, l'objectif serait tout d'abord d'obtenir une consistance jugée acceptable par le lieu d'élimination. Par exemple, pour l'élimination dans un lieu d'enfouissement, l'objectif serait d'obtenir une consistance « pelletable ». Le pourcentage d'humidité acceptable pour obtenir une consistance « pelletable » devrait être déterminé par essais en laboratoire. Aux fins de cette étude, il est établi à 25 %. Dans un second temps, l'objectif serait de réduire le pourcentage d'humidité au minimum pour éviter les frais d'enfouissement imputables à la fraction aqueuse.

Le choix de la technologie applicable d'assèchement est fonction de l'espace disponible sur les propriétés accessibles et la proximité du lieu de dragage. Dans le secteur du quai, les propriétés appartenant aux membres du CT sont limitées. Par contre, d'autres propriétés du secteur offriraient les surfaces requises pour effectuer les travaux d'assèchement des sédiments, et l'acquisition ou la location de certaines de ces propriétés représenterait un gain significatif pour la réalisation du projet de restauration (proximité du lieu de dragage, infrastructures existantes, éloignement des secteur résidentiels, etc.).

4.4.1.1 Assèchement en couche mince sur une aire imperméable

Cette technologie applicable consiste en l'épandage en couche mince des sédiments sur une surface imperméable, en l'occurrence une surface d'asphalte, de façon à les exposer à l'air libre. Les sédiments sont exposés en couches de 300 mm d'épaisseur, pour favoriser l'évaporation de l'eau qu'ils contiennent et ils sont retournés (herse agricole) dès qu'une croûte s'est formée en surface, sur les premiers 150 mm de sédiments. L'assèchement en couche mince requiert le stockage préalable des sédiments lorsque le dragage est effectué à l'extérieur de la période effective d'assèchement (mai-juin-juillet-août, approximativement 90 jours effectifs durant cette période) ou lorsque le rythme des travaux de dragage excède celui de l'assèchement.

Le Tableau 9 présente l'estimation de la surface requise d'une aire imperméable d'assèchement en couche mince permettant un rythme d'assèchement moyen équivalent à la vitesse de dragage, soit environ 300 m³/jour. Au total, cette aire d'assèchement nécessiterait une emprise d'au moins 16 000 m². Cependant, puisque le rythme d'assèchement de 20 jours considéré ne représente qu'une moyenne, il serait nécessaire d'aménager un bassin d'entreposage temporaire pour accumuler les sédiments dragués en période de mauvaise température (pluie) ou advenant le cas où le rythme de dragage serait parfois supérieur à 300 m³/jour. De plus, cette option n'est envisageable que pour un dragage effectué au cours des mois de mai, juin, juillet, et août, reporté sur deux années consécutives (durée totale de

dragage de 6,7 mois, voir Section 4.3.1). Au total, la surface de l'emprise requise serait d'environ 20 000 m², incluant l'aménagement d'un bassin d'entreposage ($\pm 1\,500\text{ m}^3$) et les structures périphériques de drainage (fossés) et d'accès (chemins périphériques).

Ainsi, cette technologie applicable n'est pas retenue pour le développement ultérieur des scénarios vu l'importante surface nécessaire pour effectuer l'assèchement des sédiments pour cette méthode et les contraintes temporelles concernant la période de dragage.

4.4.1.2 Assèchement en bassin

Puisque à priori, il n'y a pas de terrains disponibles de superficie suffisante pour réaliser un assèchement en couche mince (surface requise 20 000 m²), la technologie applicable d'assèchement en bassin par l'enlèvement successif à la surface des croûtes asséchées a été évaluée pour réduire le pourcentage d'humidité des sédiments. L'assèchement en bassin consiste à aménager un bassin dont le fond et les parois sont imperméabilisées à l'aide d'une géomembrane lorsque la qualité des eaux s'exfiltrant du bassin ne respectent pas les normes de rejet au cours d'eau. Aux fins d'évaluation de cette technologie applicable, l'imperméabilisation du bassin à l'aide des géomembranes a été considérée. Des essais de lixiviation effectués sur les sédiments permettraient de juger de la nécessité technique d'imperméabiliser le bassin, suivant les résultats obtenus.

L'assèchement des sédiments en bassin pourrait être accéléré par l'ajout d'une couche de drainage à la base, entre les sédiments et la géomembrane. Cependant, d'après les résultats obtenus dans le cadre du projet de restauration des Cellules 1 et 3 du Secteur 103 du Port de Montréal¹¹, il s'avère que l'efficacité du drainage gravitaire des sédiments ne permet pas d'accélérer significativement la vitesse d'assèchement ($\pm 25\%$). Dans le cadre des sédiments du Quai de Gaspé – Sandy Beach, la granulométrie plus fine des sédiments (sable et silt, traces de gravier et d'argile) s'apparentant aux matériaux mis en place à titre de coupure étanche de digues aménagées dans le cadre de projet hydroélectriques (voir Section 2.3.1) présuppose une mauvaise capacité de drainage. De ce fait, l'installation d'une couche de drainage à la base du bassin n'est pas retenue.

Le Tableau 10 présente les calculs de conception préliminaire d'un bassin dont la capacité serait suffisante pour entreposer tous les sédiments contaminés à draguer, soit environ 50 000 m³, incluant le volume supplémentaire requis pour tenir compte du foisonnement anticipé des sédiments lors de leur extraction. Comme un bassin de cette capacité occuperait une superficie importante (28 000 m²), soit l'équivalent de l'option d'assèchement en couche mince, il est nécessaire d'évaluer la possibilité d'effectuer le dragage en deux étapes (deux

¹¹ Essai d'assèchement des sédiments de la Cellule 1 (sable silteux avec traces d'argile et de gravier).

années consécutives) afin de permettre l'utilisation du bassin à deux reprises, permettant un meilleur amortissement de l'investissement requis pour son aménagement. D'après le Tableau 10, un dragage effectué en deux étapes nécessiterait une surface approximative de 14 000 m² pour l'aménagement d'un bassin d'une capacité d'entreposage de 25 150 m³. Mentionnons que tous les coûts associés à une seconde mobilisation des équipements de l'Entrepreneur mandaté pour l'exécution des travaux seraient amortis par l'économie associée à un bassin plus petit.

Une surface disponible d'environ 14 000 m², située immédiatement au nord du Chemin de fer de la Gaspésie, et adjacente à ce dernier, est présentement vacante, déboisée et nivelée. Au moment de la visite du site effectuée par Dessau-Soprin en novembre 2004, le site était utilisé pour l'entreposage temporaire de composantes mécaniques associées au projet de construction du parc éolien de Murdochville. Un calcul préliminaire démontre qu'un bassin d'assèchement d'une profondeur de 5 m aménagé sur ce site pourrait avoir un volume d'entreposage utile d'environ 26 000 m³, soit une capacité d'entreposage suffisante pour des travaux de dragage effectués en deux années (voir Plan 2).

Il est également nécessaire de considérer une aire d'entreposage temporaire imperméable pour les sédiments asséchés qui seraient excavés au fur et mesure de leur assèchement à partir du bassin si le moyen de transport sélectionné pour l'élimination hors-site ne permet pas d'assurer une cadence d'élimination adéquate. L'ancien entrepôt de Noranda, situé le long de la route 132, constitue la meilleure option à considérer pour l'entreposage temporaire de ces sédiments asséchés. Ce bâtiment, utilisé anciennement pour le stockage de concentré de cuivre, est constitué d'une toiture hémicylindrique en acier et d'un plancher de béton. De plus, le bâtiment est relié au réseau ferroviaire par une voie de service appartenant à Noranda. L'entrepôt a une capacité de stockage de matériau en pile d'environ 15 000 m³. Ce site nécessiterait peu de préparation préalablement à son utilisation. Cependant, il est situé à environ 1 km du quai ou du bassin d'assèchement proposé. Le Plan 2 montre les emplacements proposés du bassin d'assèchement des sédiments et des aires d'entreposage.

L'ancien site de stockage d'acide sulfurique de Noranda est bien localisé pour l'aménagement d'un bassin de traitement des eaux de dragage et des eaux provenant du bassin d'assèchement considérant sa proximité par rapport au site potentiel désigné pour l'aménagement du bassin d'assèchement. Une partie de ce site pourrait également être utilisée pour l'entreposage temporaire des déblais générés lors de la construction du bassin.

4.4.1.3 Autres technologies d'assèchement

Il n'existe que peu d'exemples d'application de techniques d'assèchement mécanisées (centrifugation, filtres-bandes, filtres-presses, etc.) sur des sédiments. Ainsi, l'assèchement mécanique ne sera envisagé que dans l'éventualité où le rendement des opérations d'assèchement passif ne rencontrerait pas les objectifs visés dans des délais raisonnables. De plus, il faudra que les rendements escomptés des équipements d'assèchement mécaniques permettent des économies certaines sur le coût de l'enfouissement. Dans le cas contraire, il faudra se résigner soit à prolonger la période de calendrier allouée aux opérations d'assèchement passif ou payer pour l'enfouissement d'une fraction plus élevée d'eau contenue dans les sédiments.

4.4.2 Traitement des sédiments

La présence d'une contamination mixte (cuivre et HAP) rend difficile le traitement des sédiments du secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach. Le but visé par un traitement consiste à diminuer le niveau de contamination résiduel d'une fraction significative des sédiments dans un but de les revaloriser, évitant ainsi leur enfouissement. Il vise également à limiter la possibilité de migration de la contamination dans l'environnement.

4.4.2.1 Contamination inorganique

Pour le traitement des métaux uniquement (cuivre), quatre technologies ont été développées au Québec par des promoteurs privé (Dragage Verreault, Alex-Environnement et SAIC¹²/Tallon Métal, Stablex Canada). Cependant, aucune des trois premières n'a atteint un stade de développement supérieur à l'échelle du laboratoire, seule Stablex Canada étant habilitée à ce jour pour effectuer le traitement des sédiments. Jusqu'à présent, aucun des trois premiers promoteurs n'a de projet de construction à court terme d'une usine de traitement.

Le procédé de traitement développé par Verreault Navigation s'inspire des techniques utilisées dans le secteur minier. Entre autre, la chaîne de traitement comprend une séparation granulométrique de la fraction fine (> 20 microns) à l'aide d'hydrocyclones, suivi par une autre séparation granulométrique utilisant une série de cellules de flottation. Les résidus sont par la suite décantés et asséchés par centrifugation et éliminés en tant que matière dangereuse.

Le procédé de traitement développé par Alex Environnement utilise quant à lui une dissolution des contaminants en faisant intervenir divers acides et bases en réacteur. Le décantat issu du réacteur est par la suite éliminé à titre de matières dangereuses ou peut être

¹² SAIC : Science Applications International Corporation (SAIC Canada)

utilisé comme matière première d'usine d'affinage de métaux, dépendant du contaminant concentré.

Le procédé SAIC/Tallon Métal n'utilise qu'une séparation granulométrique à l'aide de cyclones montés en série. La fraction fine (silts et argile) à laquelle la contamination est typiquement associée est éliminée en fonction de son niveau de contamination. Pour être efficace, cette méthode nécessite au préalable que la contamination ne soit pas associée à la fraction grossière (> sable).

Le procédé de stabilisation/fixation Seal-O-Safe™ de Stablex Canada inc., à Blainville, est actuellement le seul en opération au Québec. Ce procédé permet de neutraliser et stabiliser les contaminants inorganiques et organiques contenus dans des sols et des déchets. Le produit final est mis en place dans des cellules étanches au site de Stablex. Il importe de mentionner que malgré que la stabilisation constitue une technique de traitement des sols reconnue, elle ne correspond pas à la définition de traitement optimal en vertu de l'article 4 du Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC) puisqu'elle ne permet pas d'enlever les contaminants. Ainsi, dans le contexte actuel du RESC, rien n'obligerait l'emploi de cette technologie pour l'élimination au Québec des sédiments. Actuellement, la capacité de traitement de Stablex Canada inc. n'est que de 175 000 tonnes/an, soit approximativement trois fois plus que la masse de sédiments contaminés à éliminer (approximativement 56 000 tonnes). Compte tenu de la surface d'entreposage limitée de Stablex et considérant qu'ils ne peuvent affecter la production entière de l'usine à la stabilisation des sédiments du port de Gaspé – Sandy Beach, l'élimination des sédiments devrait être répartie sur une période de plus d'un an.

Puisque aucune des techniques n'est actuellement disponible à l'exception de celle de Stablex Canada inc., le traitement de la contamination inorganique des sédiments n'est pas une option de restauration retenue pour le projet de Gaspé – Sandy Beach. Par contre, la technique développée par SAIC/Tallon Métal présente le meilleur potentiel (simplicité de mise en place, efficacité potentielle, transport limité, coûts) en présumant que la fraction grossière ne serait pas contaminée en métaux puisque la dimension des particules du concentré de cuivre (source de la contamination inorganique) est inférieure à celle du sable (< 80 microns).

4.4.2.2 Contamination organique

Diverses techniques de traitement d'une contamination organique ont su démontrer leur efficacité depuis une vingtaine d'années. Parmi les plus efficaces et les mieux connues, on retrouve le traitement biologique et le traitement thermique. Mentionnons cependant que malgré l'efficacité prévisible de certaines de ces techniques, il sera toujours nécessaire

d'enfouir les sédiments à l'intérieur d'une cellule à sécurité maximale vu le niveau de contamination en cuivre supérieur au critère C de la Politique du MDDEP (voir section 2.3.2).

Pour que le traitement biologique soit efficace, il est essentiel que le type de contamination en cause soit propice à subir un tel traitement. Dans le cas d'hydrocarbures pétroliers, ceux présentant de très courtes chaînes de carbone et les plus volatils (p. ex. les essences, diesels et huiles légères comprenant de 4 à 20 atomes de carbone) sont tout à fait désignés. Par contre, les huiles lourdes et les HAP sont généralement réfractaires au biotraitement. De plus, pour être efficace, les conditions physico-chimiques des matériaux à biotraitement doivent être ajustés de manière optimale (pH, nutriments (azote/phosphore/potassium), oxygénation, humidité, etc.). Finalement, pour être efficace, le niveau de contamination doit être suffisant pour assurer un support minimal pour l'établissement de la biomasse active. Considérant la présence d'un faible niveau de contamination en HAP des sédiments (en moyenne inférieur au niveau B des critères de la Politique) et la nature réfractaire de biotraitement pour les paramètres identifiés (HAP lourds, à plusieurs noyaux de benzène), cette technique de traitement n'est pas recommandée pour le cas des sédiments contaminés du port de Gaspé - Sandy Beach.

Un traitement thermique permet la désorption thermique (oxydation à basse température) de plus de 99 % de la contamination organique (incluant les HAP). Par contre, cette technique requiert une importante source d'énergie pour l'oxydation des composés organiques, plus particulièrement en présence de matériaux dont le pourcentage d'humidité est élevé (cas des sédiments). De plus, les coûts élevés de cette technique et le transport des matériaux jusqu'aux sites disponibles (St-Ambroise, au Saguenay ou Grandes-Piles, en Mauricie) justifient le rejet de cette technologie applicable.

En résumé, en considération du faible niveau de contamination des sédiments en composés organiques, et à cause des limitations techniques et pécuniaire de chacune des deux techniques présentées, il n'est pas recommandé d'effectuer le traitement des HAP des sédiments.

4.4.2.3 Autres technologies de traitement et de gestion des sédiments

Outre les technologies mentionnées aux sections précédentes, certaines alternatives supplémentaires ont pu être identifiées dans le cadre d'une revue de la littérature. Parmi les organismes qui se sont intéressés au développement de technologies applicables aux sédiments, mentionnons les organismes suivants qui présentent le plus d'intérêt du point de vue de la richesse et la pertinence de l'information:

- U.S. Army Corps of Engineers;
- American Association of Port Authorities;
- Central Dredging Association (CEDA);
- U.S. Environmental Protection Agency National Dredging Team;
- Great Lakes Dredging Team;
- Sediment Management Work Group (SMWG);
- South and Southwest region of the Hazardous Substance Research Centers (HSRC);
- Western Dredging Association (WEDA).

Lors de la revue des sites Internet de ces organismes, deux documents (Francingues and Thompson (2000) et Harding Lawson Associates (2000)) ont été sélectionnés pour leur pertinence concernant la revue des technologies de traitement disponibles (ou en cours de développement) ainsi que les coûts d'utilisation associés. Le lecteur intéressé par ces documents est prié de se référer à l'adresse Internet indiquée dans les références bibliographiques du présent rapport. Également, un article d'une conférence présentée dans le cadre du deuxième Symposium International sur les sédiments contaminés tenu à Québec en 2003, a été considéré (De Brabandere, 2003).

Considérant le petit volume en jeu (43 900 m³ *in-situ*), les coûts élevés (traitement, transport, infrastructures, etc.), la disponibilité des technologies (plusieurs n'étaient qu'à l'étape de l'essai pilote) et l'effet partiel du traitement des sédiments par certaines technologies, aucune des technologies recensées par ces ouvrages n'a été considérée pour le traitement des sédiments.

4.5 GESTION FINALE DES PRODUITS DE DRAGAGE

4.5.1 Gestion des sédiments sur le site

4.5.1.1 Confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire en milieu terrestre

La construction d'une cellule d'enfouissement sécuritaire en milieu terrestre dans le secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach a été proposée et rejetée. En effet, aucune des propriétés dans l'environnement immédiat du lieu de dragage ne présente les caractéristiques requises par le *Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés* (dépôt naturel et homogène (argile) de faible conductivité hydraulique (10⁻⁶ cm/s)) pour l'aménagement d'une telle cellule.

4.5.1.2 Confinement en rive dans une cellule aquatique à sécurité accrue

Le secteur le long de la rive entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime ainsi que le site de Transports Canada situé immédiatement à l'ouest du quai principal constituent les deux endroits envisagés pour la mise en dépôt en rive des sédiments dragués. Cette option de restauration, retenue pour le développement des scénarios d'intervention, consiste à construire une cellule d'entreposage des sédiments confinée par l'aménagement d'une digue reliée à la rive existante. La digue extérieure serait construite en enrochement afin d'assurer sa stabilité et sa résistance aux forces des vagues et de la glace. De plus, afin d'éviter la migration des contaminants vers l'extérieur, la pente intérieure de la digue serait munie soit d'une géomembrane imperméable, soit d'un simple géotextile. L'utilisation d'un simple géotextile devra être validée par des essais de lixiviation afin de démontrer que la migration de la contamination serait uniquement due aux particules. Dans le cas contraire, une géomembrane devra être mise en place afin de contrôler le débit d'exfiltration du lixiviat.

La mise en dépôt en rive constitue aussi une opportunité intéressante pour augmenter la superficie d'entreposage disponible à proximité du quai, un besoin à combler qui a été signalé par Transports Canada. Cette option est toutefois limitée aux endroits où la bathymétrie est caractérisée par une faible profondeur afin de limiter la quantité de matériaux requis pour la construction de la digue et pour limiter l'emprise aquatique produisant une perte de l'habitat du poisson. Huit variantes de l'option de dépôt en rive ont été évaluées et sont proposées à la section 5 de ce rapport. Seules deux variantes ont été retenues.

4.5.1.3 Encapsulation des sédiments *in situ*

L'encapsulation *in situ* consiste à recouvrir des sédiments en place dans la zone d'intervention d'une couche de matériau pour empêcher leur remise en suspension. Également, les matériaux de recouvrement créent une barrière rendant les sédiments contaminés non-disponibles à la vie aquatique. Dans le cas du secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach, la couche de recouvrement doit également encourager le retour de la vie aquatique sur les zones recouvertes par le matériau d'encapsulation. Dans cet esprit, plusieurs technologies applicables peuvent être envisagées pour l'encapsulation *in-situ* des sédiments. Parmi celles-ci, on retrouve :

- Le recouvrement avec un remblai granulaire;
- Le recouvrement avec du béton;
- Le recouvrement avec des géosynthétiques;

- La stabilisation *in situ* et le recouvrement par l'une ou l'autre des méthodes citées ci-dessus.

Pour un recouvrement à l'aide de remblai, la vitesse de largage des remblais doit être contrôlée afin de ne pas remettre des sédiments en suspension lors de leur mise en place. À cette fin, une trémie télescopique peut être utilisée, de même que le dépôt à la benne. Un matériau granulaire serait utilisé : une couche de matériaux fins serait mise en place à la surface des sédiments (couche de fond) tandis qu'une couche de matériaux plus grossiers serait mise en place en dernier lieu. Une couche de remblai intermédiaire (couche filtre) pourrait être mise en place entre les deux couches de remblai.

La granulométrie de la couche de fond doit être sélectionnée de façon à empêcher la migration des sédiments vers le haut alors que celle de la couche de surface doit être suffisamment grossière pour empêcher son érosion lorsque soumise à des conditions exceptionnelles de vitesses de courant plus élevées. Un géotextile pourrait également être mis en place à titre de remplacement de la couche de fond du recouvrement. Un recouvrement total d'une épaisseur minimale de 300 mm serait requis.

L'encapsulation à l'aide de béton, soit sous forme de blocs de béton, de béton coulé en place ou d'un matelas de béton préfabriqué, a été rejeté pour plusieurs raisons. Premièrement, la couche de recouvrement doit être propice à l'établissement de la végétation aquatique, nécessitant une couche de remblai supérieure et augmentant les coûts en conséquence. De plus, la superficie considérable à recouvrir contribue également au rejet de cette option car les coûts associés sont très élevés. D'une autre part, la mise en place serait problématique à un tel point qu'il serait difficile d'assurer la pérennité des ouvrages.

Le recouvrement à l'aide de géosynthétiques uniquement ne peut pas être envisagé car ce type de matériau offre très peu de résistance à l'impact ou au poinçonnement. De plus, l'usage de géosynthétiques ne doit être considéré qu'en le jumelant à la mise en place d'autres matériaux pour assurer la résistance mécanique nécessaire, soit un remblai, un recouvrement de béton coulé ou un tapis de blocs de béton. La mise en place de ces ouvrages à des profondeurs allant jusqu'à 15 mètres rend cette option peu pragmatique, vu les coûts et les contraintes techniques associés.

La stabilisation *in situ* consiste à injecter un agent liant aux sédiments, en l'occurrence du ciment. L'injection ne peut se faire qu'une fois les sédiments recouverts d'un remblai protecteur, permettant de créer une pression interne qui favorise la liaison du ciment et avec

les matériaux non cohésifs. Cette technologie applicable, peu utilisée et coûteuse, n'a pas été étudiée davantage.

Parmi les technologies applicables d'encapsulation citées ci-haut, l'utilisation d'un remblai granulaire est recommandée. Cette technologie applicable offre l'avantage de minimiser l'impact sur l'environnement aquatique, et représente l'option la plus économique et techniquement faisable pour les grandes surfaces et les profondeurs variables des zones de recouvrement identifiées au Plan 3. Toutefois, une partie de la zone d'intervention en périphérie du quai principal ne peut être encapsulée vu le passage de navires et l'érosion inévitable associée aux systèmes de propulsion des bateaux. De plus, Transports Canada désire assurer le dragage environnemental d'une marge de 60 m en périphérie du quai pour que d'éventuels travaux reliés aux installations du quai et de sa périphérie ne nécessitent pas d'intervention environnementale. D'une autre part, quoique l'encapsulation représente une option probablement avantageuse sur le plan économique comparativement à d'autres scénarios, cette option pourrait probablement ne pas être bien acceptée des intervenants locaux.

4.5.2 Gestion des sédiments hors site

Tel que présenté à la section 2.3.2 du présent rapport, le niveau moyen de contamination des sédiments pour le cuivre (762 mg/kg, incluant les sédiments sur-dragués non-contaminés) est supérieur au critère C (500 mg/kg) de la Politique du MDDEP. Ces matériaux devront donc être éliminés à l'intérieur d'une cellule à sécurité maximale. Ainsi, aucune revalorisation des matériaux de dragage ne peut être envisagée (revalorisation sur les propriétés à Noranda et Transports Canada ou revalorisation à titre de matériau de recouvrement journalier d'un lieu d'enfouissement sanitaire (LES)). Pour les HAP, aucun des secteurs de dragage n'excède le niveau B des critères de la Politique. Les prochaines sections présentent les alternatives de gestion des sédiments hors-site, sur des sites terrestres ou aquatiques.

4.5.2.1 Confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire à Murdochville

Une des options de gestion des sédiments hors site consiste en leur confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire qui serait construite sur la propriété de Noranda située à Murdochville (environ à 100 km du quai de Gaspé – Sandy Beach). Cette option présente un avantage économique par rapport à l'enfouissement dans une cellule à sécurité maximale commerciale puisque le transport serait minimisé. Toutefois, la possibilité d'enfouir des sédiments dans cette cellule demeure à confirmer en fonction de la réglementation en vigueur (particulièrement le RESC). Les sédiments pourraient être enfouis avec ou sans assèchement préalable. La seconde option présente l'avantage de ne pas nécessiter

d'infrastructure d'assèchement dans le secteur du quai de Gaspé – Sandy Beach avec les contraintes associées (nuisances temporaires, odeurs, bruit, etc.), la nécessité de faire l'acquisition/location des terrains, etc. Elle nécessite cependant l'aménagement d'une cellule d'enfouissement de plus grande dimension (volume d'entreposage requis de $\pm 50\,000\text{ m}^3$ versus $\pm 33\,000\text{ m}^3$).

Dans l'éventualité où les sédiments sont enfouis sans assèchement préalable, ceux-ci seraient transportés par camions directement à partir du quai. Une pelle hydraulique installée sur l'un des fronts du quai effectuerait le transbordement des sédiments de la barge de transport (marie-salope) aux camions. Les camions seraient munis d'une benne étanche ainsi que de dispositifs prévenant la perte de sédiments à partir du dessus de la benne (p.ex. ailettes d'acier).

Dans le cas d'un assèchement préalable à l'enfouissement des sédiments, le transport se ferait également par camion, mais cette fois, à partir du bassin ou de la surface d'assèchement jusqu'au site d'enfouissement de Murdochville. Les camions seraient alors munis de bennes conventionnelles et de dispositifs prévenant la perte de sédiments à partir du sommet de la benne.

4.5.2.2 Confinement dans une cellule à sécurité maximale commerciale

La distance importante qui sépare le quai de Gaspé – Sandy Beach des cellules à sécurité maximale commerciales, ainsi que la quantité de sédiments à être éliminés (56 500 tonnes asséchées), nous pousse à considérer diverses options de transport des sédiments dans l'éventualité d'une élimination de ceux-ci dans un site autorisé. Les cellules à sécurité maximale situées le plus près du site à l'étude sont celles des Services Environnementaux AES (Larouche, Saguenay), d'Enfouibec (Bécancour, Centre du Québec) et de Horizon Environnement (Grandes-Piles, Mauricie). Ces trois sites présentent l'avantage d'être relativement faciles d'accès par bateau, par train et par la route. Dans tous les cas, les sédiments seraient asséchés préalablement à leur transport afin d'en réduire leur volume et leur poids total à enfouir.

Un transport des sédiments asséchés par camion pourrait être ajusté au même rythme que la cadence d'enlèvement des sédiments asséchés à partir du bassin. Ainsi, aucun entreposage temporaire ne serait requis. Dans le cas des transports ferroviaires et maritimes, un entreposage temporaire serait requis afin d'accumuler le plein chargement de sédiments pour chacun des transports. L'ancien entrepôt de concentré de Noranda situé à Gaspé, près du quai, serait désigné à cette fin.

Dans le cas d'un transport maritime, le chargement des sédiments se ferait à partir du quai de Gaspé – Sandy Beach, sur une barge ou un navire vraquier. Les sédiments seraient alors dirigés vers les installations portuaires de Grande-Anse pour le site de AES, de Bécancour pour le site d'Enfouibec ou de Trois-Rivières pour le site d'Horizon Environnement. Les sites d'enfouissement fourniraient l'équipement nécessaire pour le transbordement des sédiments de la barge ou du navire vers des camions de transport qui achemineraient les sédiments jusqu'au site d'enfouissement.

Dans le cas d'un transport ferroviaire, le transbordement des sédiments asséchés s'effectuerait à l'aide d'un chargeur dans des wagons stationnés sur la voie ferrée adjacente à l'entrepôt de Noranda. Le convoi partirait par la suite pour l'une des trois cours de triage suivantes : Jonquière pour le site d'AES; Bécancour pour le site d'Enfouibec; Garneau (St-Georges Champlain) pour le site d'Horizon Environnement. Les sédiments seraient alors transbordés et des camions assureraient le transport de la gare de triage jusqu'au site d'enfouissement.

Quoique coûteuse, l'option d'enfouir les sédiments dans une cellule commerciale constitue une solution envisageable et assurée sur les plans légaux, techniques et économiques. De plus, ce moyen d'élimination dégage Noranda et Transports Canada de la responsabilité à long terme de la gestion des sédiments.

4.5.2.3 Confinement dans une cellule aquatique à sécurité accrue

La mise en dépôt directe des sédiments contaminés dans une cellule aquatique en rive ou en forme d'îlot dans un endroit situé à l'extérieur du site d'intervention a été considérée lors de l'inventaire des technologies applicables. Cette option a été rejetée pour plusieurs raisons, notamment le fait que le déplacement des sédiments contaminés vers une zone non-contaminée n'aurait probablement pas l'appui de la population et des groupes locaux. De plus, les sédiments ainsi entreposés demeureraient toujours sous la responsabilité de Transports Canada et de Noranda, mais dans un endroit plus éloigné et probablement plus difficile d'accès. Cette option représente un défi technique significatif considérant que plusieurs activités maricoles ont cours dans la baie de Gaspé, ce qui aurait pour effet de limiter les sites potentiels susceptibles d'obtenir l'aval des autorités gouvernementales, notamment Pêches et Océans Canada. Le coût du transport maritime des sédiments seraient également probablement plus élevés que ceux de l'option d'une mise en dépôt en rive, près du quai de Gaspé - Sandy Beach.

4.6 TECHNOLOGIES APPLICABLES RETENUES

Le tableau 11 présente les technologies applicables qui ont été évaluées et retenues par le CT pour le développement des scénarios d'intervention. Comme il est montré sur ce tableau, 11 technologies applicables ont été retenues pour développer les scénarios du projet de Gaspé – Sandy Beach.

5 PRÉSÉLECTION DES SCÉNARIOS D'INTERVENTION

5.1 MÉTHODOLOGIE

En fonction des 11 options de restauration retenues et des technologies applicables, cinq scénarios d'intervention ont été présélectionnés en collaboration avec le CT. Les sections qui suivent décrivent brièvement chacun d'eux, ainsi que chacune des variantes éliminées ou retenues. Pour sa part, les tableaux 12 et 13 résument les données pertinentes de chacune des grandes étapes de réalisation des scénarios.

5.2 SCÉNARIO 1 – ENCAPSULATION *IN SITU* ET DÉPÔT EN RIVE

Le scénario 1 préconise l'encapsulation *in situ* partiel des sédiments, le dragage mécanique partiel, le transport par barge et la mise en dépôt en rive des sédiments dragués à l'intérieur d'une cellule à sécurité accrue. Aucune étape d'assèchement n'est prévue. Le dragage comprend les secteurs D, E et F situés au nord et à l'est du quai principal ainsi que la majeure partie des secteurs B et C, là où les concentrations maximales de cuivre sont observées et où l'encapsulation ne peut être envisagée pour assurer le maintien des opérations ayant cours actuellement au quai (accostage, dragage, etc.) ou les opérations futures (agrandissement potentiel). La zone d'encapsulation ne diffère d'une variante à l'autre qu'au niveau du secteur considéré pour l'aménagement de la cellule de confinement en rive au sud du quai entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime. L'emprise de la zone encapsulée varie en fonction de l'emprise de la cellule de confinement en rive pour chacune des variantes. Ailleurs, la limite de la zone encapsulée correspond à la limite de la zone d'intervention au sud du quai à l'exception d'un dégagement minimum de 60 m pour le dragage de part et d'autre du quai, tel que requis par Transports Canada. L'emprise sur le milieu aquatique d'une cellule de confinement en rive (scénarios 1 et 2) impliquera la destruction permanente d'une superficie équivalente de l'habitat du poisson et nécessitera une compensation en vertu de la politique d'aucune perte nette d'habitat. Quatre variantes au niveau de l'aménagement du dépôt en rive sont associées à ce scénario (voir plan 3). Toutes ces variantes impliquent le dragage de 13 400 m³ *in situ* de sédiments, l'aménagement d'une cellule de confinement en rive d'une capacité de 15 400 m³ (pour accommoder les sédiments foisonnés) et l'encapsulation *in situ* d'une superficie d'environ 46 000 m².

Seule la variante 1A a été retenue pour les raisons énumérées ci-dessous :

Variante 1A : Dépôt en rive situé au sud du quai principal, le long de la rive entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime, avec un niveau final aménagé

surélevé d'environ 3,5 mètres par rapport au niveau de pleine mer supérieure, marée moyenne, incluant un remblai de matériau tout-venant non-contaminé pour le profilage et l'aménagement final du terrain naturel avoisinant. Cette variante offre l'avantage de minimiser l'emprise aquatique (environ 6 000 m²) de la zone de confinement (perte d'habitat du poisson) mais permet également d'envisager l'aménagement d'une surface d'entreposage à proximité du quai principal, reliée au terrain naturel existant.

Variante 1B : Semblable à la variante 1A ; dépôt en rive situé au sud du quai principal, le long de la rive entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime, jusqu'au niveau de la pleine mer supérieure, marée moyenne. Cette variante est éliminée à cause de son importante emprise aquatique (environ 11 600 m²) comparativement à la variante 1A (environ 6 000 m²).

Variante 1C : Dépôt en rive à l'ouest du quai principal, sur le site de Transports Canada, entre l'émissaire de la ville de Gaspé et le quai principal. Un niveau final aménagé surélevé d'environ 1,5 mètres par rapport au niveau de la pleine mer supérieure, marée moyenne, ainsi qu'un remblai en tout-venant non-contaminé pour le profilage et l'aménagement final du terrain naturel sont également prévus. Ceci aurait pour effet de pouvoir aménager une surface d'entreposage immédiatement au début du quai. Cette variante est rejetée puisque les pentes du fond marin à cet endroit limitent de façon importante la capacité de la cellule. De plus la digue aménagée en périphérie de la cellule serait une obstruction à la navigation au début du quai. L'emprise aquatique de cette variante est d'environ 6 200 m².

Variante 1D : Semblable à la variante 1C ; dépôt en rive situé à l'ouest du quai principal, sur le site de Transports Canada entre l'émissaire de la ville de Gaspé et le quai principal. Les sédiments seraient entreposés jusqu'au niveau de la pleine mer supérieure, marée moyenne. Comme pour la variante 1C, cette variante est rejetée puisque les pentes du fond marin à cet endroit sont très abruptes, dont la conséquence est la mise en place coûteuse et techniquement difficile d'infrastructures à des profondeurs importantes (plus de 10 m) afin d'obtenir un volume d'entreposage des sédiments suffisant pour la cellule (environ 23 000 m³ d'enrochement pour l'aménagement de la digue). De plus, l'emprise aquatique de cette variante atteint environ 9 800 m².

5.3 SCÉNARIO 2 – DEPÔT EN RIVE

Ce scénario prévoit le dragage mécanique de la totalité des sédiments des zones A à F, leur transport par barge et leur mise en place à l'intérieur d'une cellule à sécurité accrue en rive, confinée entre une digue en enrochement et la rive existante. Aucun assèchement n'est prévu à ce scénario. Le scénario 2 comporte quatre variantes concernant la mise en dépôt

finale des sédiments (voir plan 4). Toutes ces variantes impliquent le dragage de 39 000 m³ *in situ* de sédiments et l'aménagement d'une cellule de confinement en rive d'une capacité de 44 600 m³ (pour accommoder les sédiments foisonnés). La variante 2A est retenue pour les raisons énumérées ci-dessous :

Variante 2A : Dépôt en rive situé au sud du quai principal, le long de la rive entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime, avec un niveau final aménagé surélevé d'environ 3,5 mètres par rapport au niveau de pleine mer supérieure, marée moyenne et un remblai de tout-venant non-contaminé pour le profilage et l'aménagement final du terrain naturel avoisinant. Cette variante est retenue pour le développement du scénario 2 vu sa grande capacité d'entreposage des sédiments, ainsi que sa position dans un secteur de faible profondeur, rendant sa construction sur le plan technique moins difficile et moins coûteuse par rapport à une cellule moins haute mais occupant une plus grande superficie au sud du quai (variante 2B) ou une cellule située à l'ouest du quai (variantes 2C et 2D). De plus, cette variante offre l'avantage de minimiser l'emprise aquatique (environ 11 500 m²) de la zone de confinement (perte d'habitat du poisson) et permet également d'envisager l'aménagement d'une surface d'entreposage à proximité de quai principal, reliée au terrain naturel existant.

Variante 2B : Semblable à la variante 2A ; dépôt en rive situé au sud du quai principal, le long de la rive entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime, jusqu'au niveau de la pleine mer supérieure, marée moyenne. Les sédiments seraient recouverts de remblais permettant l'aménagement d'une surface d'entreposage. Cette variante est éliminée à cause de sa faible capacité d'entreposage des sédiments comparativement à la variante 2A et sa plus grande emprise aquatique (environ 20 500 m²).

Variante 2C : Dépôt en rive situé à l'ouest du quai principal, sur le site de Transports Canada entre l'émissaire de la ville de Gaspé et le quai principal. Un niveau final aménagé surélevé d'environ 3,5 mètres par rapport au niveau de la pleine mer supérieure, marée moyenne, et un remblai en tout-venant non-contaminé pour le profilage et l'aménagement final du terrain naturel sont également prévus pour cette variante. Cette variante est rejetée puisque les pentes du fond marin à cet endroit sont très abruptes, dont la conséquence est la mise en place coûteuse et techniquement difficile d'infrastructures à des profondeurs importantes (plus de 10 m) afin d'obtenir un volume d'entreposage des sédiments suffisant pour la cellule (volume total de la digue : environ 70 000 m³). De plus, l'aménagement d'une telle digue nécessite une emprise aquatique d'environ 13 000 m² et modifierait le régime hydrodynamique de ce secteur où se déversent les eaux de l'émissaire de la ville de Gaspé.

Variante 2D : Semblable à la variante 2C ; dépôt en rive situé à l'ouest du quai principal, sur le site de Transports Canada entre l'émissaire de la ville de Gaspé et le quai principal. Les sédiments seraient entreposés jusqu'au niveau de la pleine mer supérieure, marée moyenne, et recouverts par après de remblais permettant l'aménagement d'une surface d'entreposage. Comme pour la variante 2C, cette variante est rejetée puisqu'elle nécessite une plus grande emprise aquatique (environ 15 800 m²) et un plus grand volume de matériau pour l'aménagement de la digue (environ 80 000 m³).

5.4 SCÉNARIO 3 – DRAGAGE, ASSÈCHEMENT, TRANSPORT ET MISE EN DÉPÔT DANS UNE CELLULE D'ENFOUISSEMENT SECURITAIRE À MURDOCHVILLE

Le scénario 3 consiste à draguer mécaniquement les sédiments (43 900 m³ *in situ*), de les transporter par barge jusqu'au quai, de les transborder et de les charger à l'intérieur de camions pour leur transport jusqu'à un bassin d'assèchement. Les sédiments asséchés seraient entreposés temporairement à l'intérieur de l'entrepôt de concentré de Noranda situé près du quai et ensuite transportés par camion vers une cellule d'enfouissement sécuritaire à aménager à l'intérieur des limites des parcs à résidus miniers de Noranda à Murdochville. Les bassins d'assèchement et de traitement des eaux provenant des sédiments seraient respectivement aménagés sur les terrains adjacents au Chemin de fer de la Gaspésie et l'ancien site de stockage d'acide sulfurique de Noranda. Considérant l'espace limité pour l'aménagement du bassin d'assèchement, le dragage et l'assèchement des sédiments seraient effectués au cours de deux années.

5.5 SCÉNARIO 4 – DRAGAGE, TRANSPORT ET MISE EN DÉPÔT DANS UNE CELLULE D'ENFOUISSEMENT SECURITAIRE À MURDOCHVILLE

Comme pour le scénario 3, le scénario 4 consiste à draguer mécaniquement les sédiments (43 900 m³ *in situ*), de les transporter par barge jusqu'au quai et de les transborder à l'intérieur de camions. Toutefois, ce scénario prévoit le transport des sédiments humides dragués jusqu'à une cellule d'enfouissement sécuritaire à aménager à l'intérieur des limites des parcs à résidus miniers de Noranda à Murdochville. Ce scénario ne requiert donc pas de bassin d'assèchement. Considérant la teneur élevée en eau des sédiments transportés, il serait toutefois nécessaire que les dispositifs de transport soient complètement étanches.

5.6 SCÉNARIO 5 – DRAGAGE, ASSÈCHEMENT, TRANSPORT ET MISE EN DÉPÔT DANS UNE CELLULE A SECURITE MAXIMALE COMMERCIALE

Le scénario 5 vise le dragage mécanique des sédiments (43 900 m³ *in situ*), le transport par barge jusqu'au quai, leur transbordement et leur transport vers un bassin d'assèchement.

Les sédiments asséchés seraient par la suite entreposés temporairement à l'intérieur de l'entrepôt de concentré de Noranda situé près du quai et transportés par voie routière, ferroviaire ou maritime vers une cellule à sécurité maximale commerciale accréditée pour l'élimination de sols contaminés au-delà du niveau C des critères de la Politique du MDDEP. Les bassins d'assèchement et de traitement des eaux provenant des sédiments seraient respectivement aménagés sur les terrains adjacents au Chemin de fer de la Gaspésie et l'ancien site de stockage d'acide sulfurique de Noranda. Comme pour le scénario 3, ce scénario prévoit la réalisation des travaux répartie sur une période de deux années consécutives.

6 CONCLUSION

L'étude et la synthèse des informations recueillies dans le cadre du présent rapport étaient essentielles et ont permis d'effectuer une sélection adéquate des options de restauration et des technologies applicables envisageables. Cette première analyse technique du projet de restauration des sédiments contaminés du port de Gaspé – Sandy Beach permettra le développement de scénarios d'intervention ainsi que la sélection, à la fin du processus, d'une solution optimale qui tiendra compte de toutes les contraintes physiques, sociales et environnementales applicables au site du quai de Gaspé – Sandy Beach.

L'analyse des options de restauration et des technologies applicables a eu pour résultat d'exclure certaines options sur la base de critères de sélection établis par Dessau-Soprin et le comité technique (CT), à partir d'arguments simples, des données de base et de calculs brefs et non-exhaustifs. De plus le processus de sélection a tenu compte des expériences antérieures de Dessau-Soprin dans le cadre de projets similaires ainsi que de la littérature scientifique du domaine.

Le résultat de cette analyse a permis la présélection de cinq scénarios qui devront être développés dans le cadre du prochain rapport d'étude. Les grandes étapes considérées pour chacun des scénarios sont les suivantes :

1. Dragage et encapsulation in situ partiels et dépôt en rive à l'intérieur d'une cellule de confinement à sécurité accrue;
2. Dragage et dépôt en rive à l'intérieur d'une cellule de confinement à sécurité accrue;
3. Dragage, assèchement et élimination à l'intérieur d'une cellule d'enfouissement sécuritaire à aménager à Murdochville, dans le parc à résidus n° 1;
4. Dragage et enfouissement à l'intérieur d'une cellule d'enfouissement sécuritaire à aménager à Murdochville, dans le parc à résidus n° 1;
5. Dragage, assèchement et élimination à l'intérieur d'une cellule à sécurité maximale commerciale.

Les commentaires du public, transmis par le biais du CCBG, seront pris en compte dans l'évaluation des scénarios et la sélection du scénario optimal, un processus qui peut comprendre l'ajout d'un scénario.

La validité de l'analyse réalisée par Dessau-Soprin est en grande partie dépendante des décisions et des préférences des membres du CT et du consensus atteint entre ces deux

parties. Toutefois, il est important de noter que certaines technologies applicables (p. ex. l'assèchement mécanique des sédiments) ne sont pas uniquement exclues sur une base économique ou de faisabilité technique. La réintégration au processus décisionnel d'options rejetées, si nécessaire, nécessitera cependant la réalisation d'essais ou démonstrations de leur faisabilité.

7 RÉFÉRENCES

Voir le registre des intrants à l'annexe 1.

8 BIBLIOGRAPHIE

Centre St-Laurent. Avril 1992. *Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent*, 28 pages.

Cushing, B. S. 1999, *Identification and evaluation of remedial dredging difficulties*, Malvern, PA.

Dessau-Soprin inc. 2001, *Volet 2 : Scénarios d'intervention - Étude relative au dragage du port de Sorel-Tracy*, Montréal, QC, 129 pages.

Dessau-Soprin inc. 2002, *Développement des scénarios d'intervention - Développement d'un projet de restauration des cellules 1 et 3 des baies du secteur 103 de la zone portuaire de Montréal*, Montréal, Qc.

Dessau-Soprin inc. 2002, *Données de base pour développer les scénarios d'intervention - Restauration d'un tronçon de la rivière Saint-Louis, Beauharnois, Québec*, Montréal, Qc, 84 pages.

Dessau-Soprin inc. 2002, *Développement des scénarios d'intervention - Restauration d'un tronçon de la rivière Saint-Louis, Beauharnois, Québec*, Montréal, Qc.

Dessau-Soprin inc. 2003a, *Réalisation d'un essai pilote d'assèchement et de biotraitabilité des sédiments de la baie 103 sud*, 31 pages + figures, tableaux et annexes.

Environnement Canada 2004, *Archives des glaces du service canadien des glaces*, <http://ice-glaces.ec.gc.ca/app/WsvPageDsp.cfm?ID=11700&Lang=fre>.

Environnement Canada 2004, *Normales et moyennes climatiques au Canada 1971-2000*, http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html.

Environnement Illimité inc. 2005, *Étude pour la décontamination du port de Gaspé – Sandy Beach, Aspects sédimentologiques et caractérisation des habitats aquatiques et du milieu physique*, Étude complémentaire, 39 pages.

Estes, T. J., Waugh, J., Schwartz, R. L., Green, G., Buhr, V., Braddock, B., and Detzner, H.-D. 2004, *Mechanical dewatering of navigation sediments: Equipment, bench-scale testing, and fact sheets*, DOER Technical Notes Collection (ERDC TN DOER-T7), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Francingues, N.R. et Thompson, D.W. 2000, *Innovative Dredged Sediment Decontamination and Treatment Technologies*, DOER Technical Notes Collection (ERDC

TN-DOER-T2), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 16 pages. <http://el.erd.c.usace.army.mil/elpubs/pdf/doert2.pdf>

Geopac tech inc. 2005, *Télécopie décrivant l'applicabilité du compactage dynamique pour le bassin de sédiments en rive*, 2 pages.

Germano, J. D., and Cary, D. 2005, *Rates and effects of sedimentation in the context of dredging and dredged material placement*, DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-E19), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Harding Lawson Associates. 2000. *The Beneficial Reuse of Dredged Material for Upland Disposal*. Document préparé pour le port de Long Beach, Californie. 23 pages + tableaux + figures. http://www.glc.org/dredging/benuse/Reusepaper_1.PDF

Lee, L. T. 2004, *Variability in dredged material geotechnical properties*, DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-D-X), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs (MDDEP) 1998, *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*. Rév. 2001, 124 pages.

Palermo, M. R., and Averett, D. E. 2000, *Confined disposal facility (CDF) containment measures: A summary of field experience*, DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-C18), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Palermo, M.R., Clausner, J.E., Channell, M.G. and Averett, D.E. 2000, *Multi-user disposal sites (MUDS) for contaminated sediments from Puget Sound – Subaqueous capping and confined disposal alternatives*, ERDC Reports (ERDC TR-00-3), U.S. Army Corps of Engineers, Vicksburg, MS.

Palermo, M.R., Clausner, J.E., Rollings, M. P., Williams, G.L., Myers, T.E., Fredette, T.J. et Randall, R.E. 1998, *Guidance for Subaqueous Dredged Material Capping*, Technical Report DOER-1, US Army Corps of engineers, Waterways Experiment Station, 151 pages.

Palermo, M.R., Maynard, S., Miller, J. et Reible, D.D. 1996, *Guidance for in-situ subaqueous capping of contaminated sediments*, Environmental Protection Agency, EPA 905-B96-004, Great Lakes National Program Office, Chicago, IL.

Palermo, M. R., and Poindexter, M. E. 1978, *Guidelines for designing, operating, and managing dredged material containment areas*, Technical Report (DS-78-10), US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.

SAIC, juillet 1999, *Faisabilité du traitement des sédiments présents dans le secteur 103 du port de Montréal : Résultats des essais de traitement à l'échelle semi-industrielle*, 30 pages.

SAIC, janvier 2000, *Étude comparative du traitement des sédiments présents dans le secteur 103 de la zone portuaire de Montréal*, 19 pages.

Société d'énergie de la Baie James 1996, *Guide pratique de dimensionnement du riprap*, Direction ingénierie et environnement, 79 pages.

Schroeder, P. R. and Aziz, N. M. 2003, *Effects of confined disposal facility and vadose zone characteristics on leachate quality*, DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-C34), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Schroeder, P. R. and Aziz, N. M. 2004, *Dispersion of leachate in aquifers*, DOER Technical Notes Collection (ERDC TN-DOER-C34), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS.

Tallon Metal Technologies inc., juin 1997, *Examination of treatment feasibility for the sediments from sector 103 in the port of Montreal*, 21 pages.

Tallon Metal Technologies inc., mars 1998, *Proposition pour le traitement des sédiments au secteur 103 de la zone portuaire de Montréal*.

Togashi, H. 1983, *Sand overlaying for sea bottom sediment improvement by conveyor barge*, Management of bottom sediments containing toxic substances : Proceedings of the 7th US/Japan Experts meeting, Prepared for the U.S. Army Engineers Waters Resources Support Center by the U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, 59-78.

Transports Canada, 2004, *Installation portuaire de Gaspé – Caractéristiques de navigation et opération*, <http://www.tc.gc.ca/quebec/fr/ports/gaspe.htm>.

Tableaux

Tableau 1 : Statistiques météo de la station météorologique de l'aéroport de Gaspé



Aéroport de Gaspé, Gaspé (Québec)
 Coordonnées : 45°46'N 64°28'O
 Altitude : 32,90m
 Données compilées de 1971 à 2000

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
Température													
Maximum quotidien (°C)	-6	-4,7	0,5	6	13,8	19,9	23	22,3	17,3	10,4	3,5	-2,8	8,6
Minimum quotidien (°C)	-17,6	-16,7	-10,4	-3,3	1,3	6,4	10,2	9,4	4,9	0	-4,6	-12,3	-2,7
Moyenne quotidien (°C)	-11,9	-10,8	-5	1,4	7,6	13,2	16,6	15,9	11,1	5,2	-0,6	-7,6	2,9
Maximum extrême (°C)	10,9	13,7	18,2	27,5	30	33,9	34,8	34,1	33,2	25	22,2	13,3	
Date	1995/15	2000/27	1979/24	1987/21	1968/29	1969/28	1983/05	2001/06	2001/09	1973/02	1977/03	1973/17+	
Minimum extrême (°C)	-35,5	-32	-29,2	-20,1	-11,7	-3,9	1,7	-1,9	-5	-11,8	-21,1	-32,2	
Date	1984/22	1997/17	2001/03	1994/02	1972/03	1990/01	1992/04	1986/30	1978/30+	1986/27	1989/26	1993/29	
Degré-jours													
Au-dessus de 18°C	0	0	0	0	0,6	7,7	22,1	16,3	2,4	0	0	0	49,1
En-dessous de 18°C	926,6	811,7	713,9	497,8	323,2	151,9	65,2	81,4	208,3	395,6	559,4	795,1	5530,1
Au-dessus de 5°C	0	0,2	0,7	7,5	94,9	245,9	359,9	337,9	185,1	49,8	6,6	0,1	1288,7
En-dessous de 0°C	370,9	307	169,6	23,1	0,3	0	0	0	0	2,4	65,4	242,9	1181,5
Précipitations													
Chutes de pluie (mm)	21	8,4	27,9	58,7	85,5	73,4	107,7	91,2	70	105,2	66,1	37,2	752,2
Chutes de neige (cm)	76,8	56,1	75,7	42,6	4,9	0	0	0	0	4,9	38	81,1	380
Précipitations (mm)	89,8	59	104,4	103,8	90,8	73,4	107,7	91,2	70	111,3	102,9	112,8	1117,1
Extrême quotidien de pluie (mm)	51,9	39,6	58,6	144,2	74,4	64	137,8	71,2	66,8	93,2	81,4	94,6	
Date	1979/27	1973/03	1980/18	1980/24	1997/16	1991/13	1980/06	1980/15	1969/09	1972/07	1995/15	1999/11	
Extrême quotidien de neige (cm)	48,8	61,6	49,6	44,4	19,6	0	0	0	0	28	36,8	44	
Date	1988/19	1995/05	1999/16	1986/09	1996/12	1968/01+	1968/01+	1968/01+	1968/01+	2000/29	1981/18	1994/29	
Extrême quotidien de préc. (mm)	51,9	62	88,6	144,2	74,4	64	137,8	71,2	66,8	93,2	81,4	96,6	
Date	1979/27	1995/05	1985/13	1980/24	1997/16	1991/13	1980/06	1980/15	1969/09	1972/07	1995/15	1999/11	
Couver. de neige, fin de mois (cm)	42	47	31	1	0	0	0	0	0	1	9	27	13
No. de jours où la temp. maximale > 0°C	5,1	5,9	17,2	28,1	31	30	31	31	30	30,9	23,2	9,2	272,5
Insolation (h)													
	108,6	125,7	150,1	159	212,9	235,5	248,3	231,8	174,9	131,4	94,5	88,7	1961,2
Pression à la station (kPa)													
	100,7	100,8	100,8	100,9	100,9	100,7	100,7	100,9	101	101	100,9	100,8	100,8
Humidité													
Pression de vapeur moyenne (kPa)	0,2	0,2	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	1,4	1,1	0,7	0,5	0,3	0,7
Humidité relative - 0600L (%)	74,9	74,5	78	80,1	78,1	78,3	82,7	86	87,2	84,9	81,7	79,4	80,5
Humidité relative - 1500L (%)	67	64,1	64,3	64,4	59	59,6	62,8	62,3	61,8	64,8	70,7	72,2	64,4
Vent													
Vitesse (km/h)	12,6	12,3	13,3	12,3	11,2	10,5	9,5	8,9	9,9	10,8	12,2	12,7	11,4
Direction la plus fréquente	O	O	O	E	E	E	E	E	O	O	O	O	O
Vitesse horaire extrême (km/h)	70	84	70	56	61	50	52	52	50	64	76	69	
Vitesse extrême du coup de vent (km/h)	115	111	111	122	85	94	87	72	96	85	115	102	
Direction	SE	S	S	SO	S	O	SO	NO	SO	SO	SO	O	SO

Droits d'auteur © 2005, Environnement Canada, Tous droits réservés.
 Source : Environnement Canada

Tableau 2: Granulométrie et humidité des sédiments dans la zone d'intervention

Zone d'intervention		Zone A			Zone B		Zone C			Zone D			Zone E		Zone F		Superficie totale (m²)		En dehors de la zone à restaurer				
Superficie de la zone d'intervention (m²)		52 050			2 450		5 250			5 680			1 510		820		67 760						
Code de zone (voir la figure ci-bas)		A-S	A-V	Moyenne pondérée zone A³	B-S	C-C	C-S	Moyenne pondérée zone C³	D-S	D-V	Moyenne pondérée zone D³	E-C	F-S	Moyenne pondérée zones A à F⁴	H-C	H-S	H-SC	H-V	Moyenne pondérée hors zone⁵				
Superficie de la zone de code X-YY (m²)		37 480	14 570			770	4 480		2 390	3 290													
Profondeur de dragage (m)		0,6	0,6	-	0,95	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	0,8	0,6	0,65	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A				
GRANULOMÉTRIE	Moyennes des pourcentages de masse, carottes seulement, jusqu'à la profondeur de dragage¹	% moyen gravier²	2,6	3,0	2,7	1,7	23,5	15,4	16,6	15,8	8,0	11,3	19,0	2,0	4,8	7,8	15,4	-	8,0	10,9			
		% moyen sable²	52,1	59,0	54,0	59,9	44,0	57,1	55,2	41,7	44,4	43,3	66,0	60,0	53,7	72,9	71,5	-	26,7	56,3			
		% moyen silt²	38,1	-	36,4	33,9	28,3	24,5	25,1	34,0	38,0	36,3	12,4	30,8	34,8	15,3	10,8	-	50,5	16,9			
		% moyen argile²	7,2	-	6,9	4,5	4,2	3,0	3,2	8,5	9,6	9,1	2,6	7,2	6,6	4,0	2,3	-	14,7	4,4			
		% moyen particules grossières (sable + gravier)²	54,7	62,0	56,7	61,6	67,5	72,5	71,8	57,5	52,4	54,5	85,0	62,0	58,6	80,7	86,9	-	34,8	67,1			
		% moyen particules fines (silt + argile)²	45,3	38,0	43,3	38,4	32,5	27,5	28,2	42,5	47,6	45,5	15,0	38,0	41,4	19,3	13,1	-	65,2	32,9			
GRANULOMÉTRIE	Nombre d'analyses granulométriques à partir d'échantillons prélevés de carottes, jusqu'à la profondeur de dragage. Peuvent provenir de la même station.	Gravier	14	1	-	2	2	2	-	4	4	-	1	2	-	6	9	0	8	-			
		Sable	14	1	-	2	2	2	-	4	4	-	1	2	-	6	9	0	8	-			
		Silt	4	0	-	1	2	1	-	4	4	-	1	2	-	6	4	0	1	-			
		Argile	4	0	-	1	2	1	-	4	4	-	1	2	-	6	4	0	1	-			
		Fines	14	1	-	2	2	2	-	4	4	-	1	2	-	6	9	0	8	-			
HUMIDITÉ	Moyennes des pourcentages de masse, carottes seulement, jusqu'à la profondeur de dragage	% moyen humidité²	41	36,6	39,8	48,2	38	44,4	43,5	40,2	40,3	40,3	31,3	41,7	40,3	20,3	24,7	-	43,5	33,1			
		% moyen siccité²	59	63,4	60,2	51,8	62	55,6	56,5	59,8	59,7	59,7	68,7	58,3	59,7	79,7	75,3	-	56,5	66,9			
	Nombre d'analyses de l'humidité à partir d'échantillons prélevés de carottes, jusqu'à la profondeur de dragage. Peuvent provenir de la même station.	28	7	-	5	3	10	-	5	6	-	3	3	-	6	23	0	26	-				

- Notes:
- 1 - Fuseaux granulométriques établis selon le système de classification Wentworth (1922).
 - 2 - Moyenne arithmétique ajustée pour tenir compte des analyses supplémentaires de gravier et sable.
 - 3 - Là où applicable, moyenne pondérée établie selon la superficie relative de chaque zone de code X-YY par rapport à la superficie totale de la zone d'intervention en question (A à F).
 - 4 - Moyenne pondérée établie selon la superficie relative de chaque zone d'intervention par rapport à la superficie totale de l'ensemble des zones d'intervention.
 - 5 - Moyenne pondérée établie selon le nombre d'échantillons par zone de code X-YY en dehors des zones d'intervention par rapport au nombre total d'échantillons en dehors des zones d'intervention.

Codification des zones


X-YY


où:


X = code représentant la zone d'intervention de **A** à **F**, ou **H** en dehors des zones d'intervention.

YY = code représentant la nature du substrat selon Environnement IIIimité (2005) dans une partie ou la totalité de la zone **X**.

- C** = cailloux
- S** = sable
- V** = vase
- SC** = sable et cailloux
- R** = roc

 = Zones d'intervention

 = Station considérée pour le calcul des moyennes pondérées des fuseaux granulométriques et de l'humidité pour l'ensemble des zones d'intervention

 = Station considérée pour le calcul de la moyenne pondérée de l'humidité seulement pour l'ensemble des zones d'intervention

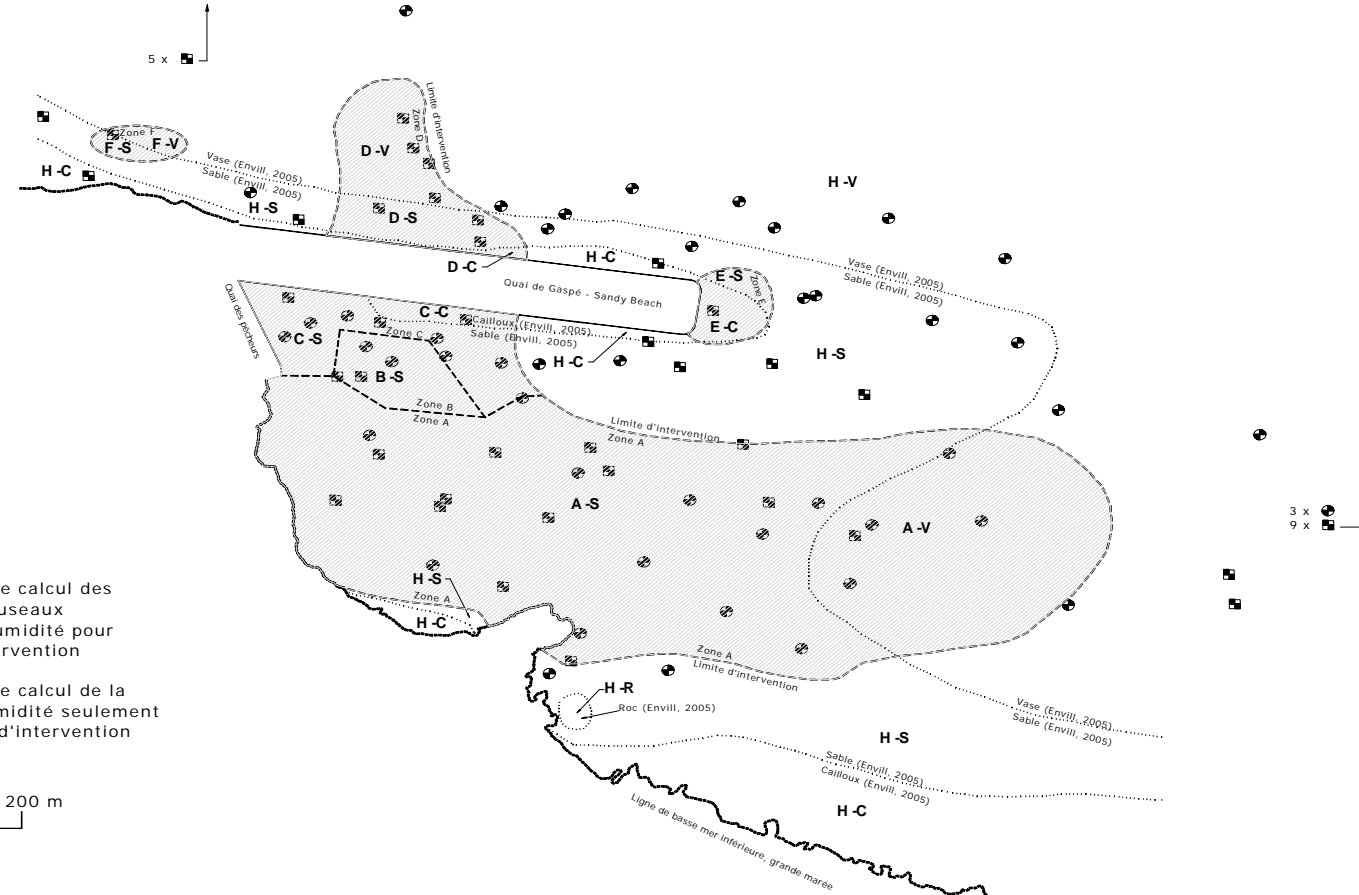
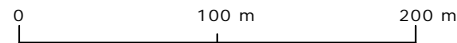


Tableau 3: Concentrations moyennes pondérées par zone d'intervention pour le cuivre, les HAP totaux et les 16 congénères des HAP

Zones d'intervention	Identification						Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E	Zone F	Total	
	Superficiés (m²)						52 050	2 450	5 250	5 680	1 510	820	67 760	
	Profondeur du plancher de dragage (m)						0,3	0,65	0,5	0,5	0,5	0,3	-	
	Profondeur de dragage (incluant sur-dragage de 300mm) (m)						0,6	0,95	0,8	0,8	0,8	0,6	-	
	Volume en place à draguer (incluant sur-dragage de 300 mm) (m³)						31 200	2 300	4 200	4 500	1 200	500	43 900	
Paramètres	Unités	Politique ¹			RESC ²	SIE ³	Concentrations moyennes pondérées ⁴						Moyenne pondérée pour l'ensemble ⁵	
		A	B	C	Annexe 1									
Cuivre	mg/kg	40	100	500	2 500	2 400	634	2288	1374	513	255	82	762	
HAP totaux ⁶	mg/kg	-	-	-	-	5	11,7	14,6	16,4	3,0	5,3	2,7	11,1	
HAP 16 congénères	Acénaphène	mg/kg	0,1	10	100	100	-	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
	Acénaphthylène	mg/kg	0,1	10	100	100	-	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
	Anthracène	mg/kg	0,1	10	100	100	-	0,5	0,6	0,8	0,1	0,3	0,1	0,5
	Benzo(a)anthracène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,9	1,3	1,4	0,3	0,5	0,3	0,9
	Benzo (a) pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,7	0,9	0,9	0,2	0,3	0,2	0,7
	Benzo (b+k+i) fluoranthène	mg/kg	0,1	1	10	136	-	1,2	1,8	1,8	0,4	0,6	0,3	1,2
	Benzo(c)phénanthrène	mg/kg	0,1	1	10	56	-	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	Benzo (g,h,i) pérylène	mg/kg	0,1	1	10	18	-	0,4	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,4
	Chrysène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,8	1,1	1,2	0,2	0,5	0,3	0,8
	Dibenzo(ah)anthracène	mg/kg	0,1	1	10	82	-	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
	Dibenzo(a,i)pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dibenzo(a,h)pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dibenzo(a,l)pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,2-Benzanthracène-7,12-diméthyl	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fluoranthène	mg/kg	0,1	10	100	100	-	2,2	2,7	3,3	0,6	0,9	0,5	2,1
	Fluorène	mg/kg	0,1	10	100	100	-	0,3	0,3	0,4	0,0	0,1	0,0	0,3
Indeno (1,2,3-cd) pyrène	mg/kg	0,1	1	10	34	-	0,4	0,5	0,5	0,1	0,2	0,1	0,4	
3-Méthylcholanthrène	mg/kg	0,1	1	10	150	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Naphtalène	mg/kg	0,1	5	50	56	-	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,3	
Phénanthrène	mg/kg	0,1	5	50	56	-	1,8	1,8	2,0	0,3	0,5	0,4	1,6	
Pyrène	mg/kg	0,1	10	100	100	-	1,7	2,5	2,9	0,6	1,0	0,4	1,7	
2-Méthylnaphtalène	mg/kg	0,1	1	10	56	-	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	

Notes:

- (1) : Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés (MDDEP)
 - (2) : Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC) (Gouvernement du Québec)
 - (3) : SIE = Seuil intégré d'effets
 - (4) : Concentrations moyennes pondérées selon le volume représenté par chaque échantillon, sur la base des polygones de Thiessen générés pour l'ensemble des stations et de l'épaisseur totale de dragage. Aux fins de calculs, le niveau de contamination des sédiments de surface a été considéré jusqu'à la profondeur du plancher de dragage. Ensuite, pour les sédiments compris à l'intérieur de la couche de sur-dragage (300 mm), en l'absence de résultats d'analyses chimiques, un niveau de contamination nul a été considéré.
 - (5) : Moyenne pour l'ensemble, pondérée selon le volume à draguer pour chaque zone d'intervention (A à F)
 - (6) : Sommation des 16 congénères, aucun critère applicable pour la sommation
- : Non analysé
- 5,9 : Concentration dans la plage B-C des critères de la Politique
- 300 : Concentration supérieure au niveau C des critères de la Politique
- 300 : Concentration supérieure aux normes de l'annexe 1 du RESC

Tableau 4: Critères de sélection des options de restauration

Critère de sélection		Importance du critère ⁽¹⁾	Justification	
Gain environnemental	1	a	Essentiel	Est-ce que cette option de restauration permet d'assurer un gain environnemental ?
Caractère définitif de l'option de restauration	2	a	Essentiel	Est-ce que cette option de restauration ne fait que déplacer temporairement le problème (par ex. le devenir des sédiments (mode de gestion fianl), transfert des contaminants de la matrice « sédiments » à la matrice « eau ») ?
		b		Quel est le niveau de confiance de la pérennité des ouvrages de confinement ?
		c		Quelle est la garantie sur la performance du traitement ?
		d		La restauration du site fera-t-elle en sorte qu'il ne renferme plus de sédiments susceptibles de relâcher dans l'environnement des contaminants en concentrations inacceptables ?
		e		Les technologies associées à cette option de restauration permettront-elles la revalorisation d'une partie des résidus ?
Conformité légale et environnementale de l'option de restauration	3	a	Essentiel	Le dragage des sédiments et la gestion des produits de dragage et des autres résidus générés par la restauration peuvent-ils, par cette option de restauration, être réalisés en conformité de la réglementation et des normes environnementales applicables ?
		b		Si certaines options technologiques considérées ne sont pas en conformité avec la réglementation actuelle (p. ex. <i>règlement sur l'enfouissement des sols contaminés</i>), est-ce envisageable que des modifications puissent être apportées à la réglementation ?
Répond aux attentes du milieu	4	a	Élevée	Est-ce que cette option de restauration tient compte des préoccupations exprimées par la population locale et les intervenants locaux à ce jour ?
		b		Est-ce que cette option de restauration pourrait bénéficier de l'appui de groupes/individus influents ?
Caractère non-perturbateur de l'option de restauration	5	a	Élevée	Cette option de restauration produira-t-elle des nuisances inacceptables aux opérations portuaires, commerciales et récréatives du secteur ?
		b		Cette option de restauration peut-elle entraîner une baisse de la qualité de l'eau qui aurait des répercussions inacceptables sur les activités commerciales sensibles du secteur (entreprise opérant un vivier à homards, parc à moules, etc.) ?
		c		Est-ce que cette option de restauration risque de perturber significativement d'autres secteurs marins (p. ex. habitat du poisson) ou terrestres (p. ex. gestion des eaux salées lors de l'assèchement en milieu terrestre) ?
		d		Les équipements de restauration à utiliser, les aires de travail, les chemins d'accès, etc. occupent-ils beaucoup d'espace et tiennent-ils compte des contraintes du site (achalandage des quais, équipements existants à protéger, propriétés privées appartenant à Transports Canada ou à Noranda) ?
Caractère éprouvé de l'option de restauration	6	a	Élevée	Les technologies associées à cette option de restauration ont-elles fait l'objet d'une démonstration probante et non équivoque de gestion de sédiments similaires ?
		b		Les technologies associées à cette option de restauration seront-elles adaptables pour tenir compte des conditions marines du secteur (eau salée, courants, vents, marées, etc.)
		c		Les équipements à utiliser (rideaux de confinement, dragage, traitement, etc.) sont-ils aisément disponibles, robustes, éprouvés et faciles d'emploi ?
Économie d'échelle	7	a	Moyenne	Cette option de restauration peut-elle être jumelée aux travaux de restauration d'autres sites de Transports Canada ou de Noranda à Gaspé ou à Murdochville ? (p.ex. enfouissement des sédiments avec des sols contaminés et/ou matières résiduelles, aménagement paysager sur un site contaminé géré par analyse de risque, etc.).
Coûts	8	a	Moyenne	Cette option de restauration implique-t-elle des coûts de mise en œuvre et/ou d'entretien à long terme potentiellement trop élevés ?
Responsabilité	9	a	Moyenne	Est-ce que cette option de restauration implique une responsabilité à long terme pour Transports Canada et Noranda ?
Espace	10	a	Moyenne	Est-ce que Transports Canada ou Noranda possèdent les espaces requis pour la mise en œuvre de l'option de restauration ?
Temps	11	a	Moyenne	Existe-t-il des contraintes temporelles associées à la mise en œuvre de cette option de restauration ?

Note:

⁽¹⁾ : Importance du critère pour le CT. Le non-respect d'un critère jugé essentiel entraîne automatiquement le rejet de l'option de restauration.

Tableau 5 : Liste des options de restauration applicables au projet de Sandy Beach

Option de restauration : Sédiments laissés en place (pas de dragage)		Principaux critères considérés ⁽¹⁾	Remarques	Statut de l'option de restauration
A1	Aucune action autre que de contrôler l'accessibilité et l'utilisation du site et de maintenir les profondeurs telles qu'elles le sont actuellement.	1a	Le statu quo ne procure pas de gain environnemental.	Rejetée
		2d	Option de restauration inacceptable en regard de l'objectif de restauration que s'est fixé TC et Noranda en fonction des conclusions de l'étude d'analyse de risque de QSAR (2002).	
		4a	TC et Noranda se sont engagés envers la population locale et les intervenants locaux à effectuer la restauration des sédiments contaminés jusqu'aux SIE établis.	
A2	Recouvrement des sédiments (géotextile, lestage, remblai grossier, matelas de béton, etc.).	2b	La majorité des projets de recouvrement à ce jour ont été réalisés en milieu lacustre ou fluvial et les méthodes pour aménager ces sites sont bien documentées. Cependant, le design des structures de recouvrement potentiellement requises pour le projet de Sandy Beach nécessiterait le développement d'une expertise particulière pour les différents types d'environnement marins présents (marée, courants, vagues, bathymétrie, etc.) et conditions physiques (faciès granulométriques, glaces, turbulence créés par les hélices de bateau, etc.).	Retenue
		2d	En cas de défaillance du recouvrement, les sédiments seraient de nouveau accessibles. Un suivi à long terme serait requis.	
		5a	Le recouvrement ne permettrait plus d'effectuer les travaux de dragage occasionnels en périphérie du quai. De plus, le recouvrement serait vulnérable face aux activités portuaires (turbulence causée par les hélices de bateaux, mise à l'eau d'une ancre, etc.). Cependant, les secteurs de la zone d'intervention non-affectés par les activités portuaires pourraient bénéficier avantageusement de cette option de restauration.	
		5d	Le recouvrement de certains secteurs éviterait le dragage et la gestion d'une quantité significative de sédiments.	
		6a, 6b	Voir commentaire 2b.	
		9a	Les sédiments laissés en place demeureraient sous la responsabilité de TC et Noranda.	
		10a	Les espaces terrestres requis pour les travaux seraient limités.	
A3	Solidification / stabilisation <i>in situ</i> par ajout de flocculants, de complexants, de liants ou de ciment.	2b, 2c	Aucun projet similaire recensé dans la littérature. Théoriquement faisable mais la stabilité à long terme des sédiments ainsi traités demeure à démontrer. De plus, une évaluation des risques associés aux sédiments ainsi traités serait nécessaire.	Rejetée
		5a	Voir commentaire 5a de l'option A2 (en changeant ce qui doit être changé).	
		6a, 6b	Voir commentaires 2b et 2c.	
		6c	Absence d'équipements conventionnels. Tout doit être adapté aux conditions du site.	
A4	Traitement <i>in situ</i> (lagunage, aération forcée et autres types de traitement en milieu aquatique).	idem à A3	Voir commentaires de A3 (en changeant ce qui doit être changé).	Rejetée

Note :

⁽¹⁾ : Se référer à la liste des critères des options de restauration présentée au tableau 4.

Tableau 5 : Liste des options de restauration applicables au projet de Sandy Beach

Option de restauration :		Principaux critères considérés ⁽¹⁾	Remarque	Statut de l'option de restauration
B1	Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire ⁽²⁾ à construire en milieu terrestre.	3a	Aucun dépôt d'argile naturelle et homogène de faible conductivité hydraulique (10^{-6} cm/s) ne se trouve dans l'environnement immédiat du lieu de dragage.	Rejetée
B2	Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité accrue ⁽³⁾ à construire dans une portion aquatique du site d'intervention.	2b, 2d	Des ouvrages de confinement permanents peuvent être aménagés en utilisant les critères de conception usuels en milieu côtier.	Retenue
		3a	Une cellule d'enfouissement à sécurité accrue en rive pourrait être aménagée en conformité avec la réglementation et les politiques en vigueur (Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés, Loi sur les pêches, Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés).	
		5a	Une cellule d'enfouissement à sécurité accrue pourrait être aménagée entre le quai des pêcheurs et la rampe de mise à l'eau du chantier maritime, ne gênant pas les opérations portuaires.	
		5c	L'emprise marine de la cellule proposée en 5a est un secteur dont le niveau de contamination est > SIE en HAP totaux.	
		5d, 10a	Seule Noranda possède des terrains dans le secteur des travaux de dragage. Le parc à réservoirs d'acide sulfurique ne peut être envisagé (à certaines conditions) que pour l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique. Concernant l'entrepôt de concentré, l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique ou hydraulique pourrait être envisageable (à certaines conditions). Cependant, le potentiel de nuisances générées par les travaux (bruit, odeurs, poussières, etc.) pour les résidents du secteur limite le potentiel de ce dernier site. D'autres terrains appartenant à des tiers, situés entre la voie ferrée et le chantier maritime, conviendraient mieux pour l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique ou hydraulique.	
		6a, 6b	La gestion de sédiments contaminés en rive a déjà été requise pour des projets de réhabilitation et utilise des technologies et des concepts de construction usuels en milieu côtier.	
9a	L'emprise marine de la cellule nécessiterait une compensation pour la destruction permanente de l'habitat du poisson et une entente avec le propriétaire du fond marin (ayant droit d'Alfred William Carpenter) . De plus, TC et Noranda devraient possiblement faire l'acquisition de la bande riveraine appartenant à des particuliers (emprise à définir ultérieurement).			
B3	Dragage et traitement suivi d'une revalorisation terrestre des sous-produits traités et du confinement du concentré dans une cellule d'enfouissement sécuritaire en milieu terrestre.	3a	Voir commentaires de B1.	Rejetée
B4	Dragage et traitement suivi d'une revalorisation terrestre des sous-produits traités et du confinement du concentré dans une cellule à sécurité accrue à construire dans une portion aquatique du site d'intervention.	Idem à B2 sauf : 2c, 2e 5a	Voir commentaires de B2.	Rejetée
		2c, 2e	La présence d'une contamination mixte (cuivre et HAP) rend difficile le traitement des sédiments à un niveau permettant leur revalorisation partielle. Seul un traitement par séparation granulométrique pourrait permettre de diminuer le niveau de contamination en cuivre d'une portion des sédiments, en presumant que la source de contamination (concentré de texture silteuse/argileuse) serait associée à la fraction granulométrique fine des sédiments. Pour ce qui est des HAP, ils sont possiblement associés (adsorbés) à la surface des particules fines et à la matière organique. Cependant, des essais démontrant la faisabilité d'un tel traitement devraient être réalisés.	
		5a	Si applicable, le traitement proposé permettrait de réduire les volumes de sédiments contaminés à gérer et par le fait même, l'emprise marine requise pour le confinement.	

Notes :

⁽¹⁾ : Se référer à la liste des critères des options de restauration présentée au tableau 4.

⁽²⁾ : Cellule d'enfouissement sécuritaire (impermeabilité des parois et du fond, collecte et contrôle des lixiviats, etc.),

⁽³⁾ : Cellule à sécurité accrue : confinement sécuritaire empêchant l'expulsion de sédiments contaminés vers l'extérieur de l'enceinte confinée et assurant un contrôle adéquat des lixiviats.

Tableau 5 : Liste des options de restauration applicables au projet de Sandy Beach

Option de restauration :		Principaux critères considérés ⁽¹⁾	Remarque	Statut de l'option de restauration
C1	Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire ⁽²⁾ à construire en milieu terrestre sur une propriété de TC ou Noranda.	3a, 3b	Aucune des propriétés appartenant à TC ou Noranda ne présente les caractéristiques géologiques pour l'aménagement d'une cellule d'enfouissement sécuritaire en vertu du <i>Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés</i> (dépôt naturel et homogène (argile) de faible conductivité hydraulique (10^{-6} cm/s)). Seul le parc à résidus miniers n° 1 de Noranda, à Murdochville, pourrait être acceptable pour l'aménagement d'une cellule d'enfouissement sécuritaire qui serait utilisée également pour l'enfouissement de rebuts et de matériaux contaminés issus du démantèlement des installations minières de Noranda ayant cours actuellement. Ce concept est en cours de validation auprès du MENV.	Retenue
		5d, 10a	Seule Noranda possède des terrains dans le secteur des travaux de dragage. Le parc à réservoirs d'acide sulfurique ne peut être envisagé (à certaines conditions) que pour l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique. Concernant l'entrepôt de concentré, l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique ou hydraulique pourrait être envisageable (à certaines conditions). Cependant, le potentiel de nuisances générées par les travaux (bruit, odeurs, poussières, etc.) pour les résidents du secteur limite le potentiel de ce dernier site. D'autres terrains appartenant à des tiers, situés entre la voie ferrée et le chantier maritime, conviendraient mieux pour l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique ou hydraulique. Pour l'aménagement de la cellule d'enfouissement sécuritaire, seul l'ancien parc à résidus de Noranda pourrait convenir (voir commentaire 3a, 3b).	
		6a, 6b, 6c	Cette option de restauration est l'une des plus commune généralement considérées (GECCEP, 2000) puisque simple à mettre en œuvre.	
		7a	Les sédiments pourraient être co-enfouis avec les rebuts et matériaux contaminés issus du démantèlement des installations minières de Noranda ayant cours actuellement à Murdochville.	
		9a	Les sédiments demeureront sous la responsabilité de TC et Noranda.	
C2	Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité maximale ⁽²⁾ commerciale existante.	5d, 10a	Seule Noranda possède des terrains dans le secteur des travaux de dragage. Le parc à réservoirs d'acide sulfurique ne peut être envisagé (à certaines conditions) que pour l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique. Concernant l'entrepôt de concentré, l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique ou hydraulique pourrait être envisageable (à certaines conditions). Cependant, le potentiel de nuisances générées par les travaux (bruit, odeurs, poussières, etc.) pour les résidents du secteur limite le potentiel de ce dernier site. D'autres terrains appartenant à des tiers, situés entre la voie ferrée et le chantier maritime, conviendraient mieux pour l'entreposage temporaire des sédiments issus d'un dragage mécanique ou hydraulique.	Retenue
		5c	L'utilisation de sites commerciaux évite de créer un nouveau site d'enfouissement de sols contaminés.	
		6a, 6b, 6c	Cette option de restauration est l'une des plus commune généralement considérées (GECCEP, 2000) puisque simple à mettre en œuvre.	
		8a, 9a	L'utilisation de sites commerciaux élimine la nécessité d'obtenir l'autorisation pour l'enfouissement des sédiments en milieu aquatique ou terrestre (parc à résidus) et dégage le CT de la responsabilité de la gestion des sédiments une fois éliminés mais augmente les coûts d'élimination (sites d'élimination au Québec éloignés : Saguenay, Bécancour, Grandes-Piles et Montréal).	
C3	Dragage, assèchement ou non et confinement dans une cellule à sécurité accrue ⁽³⁾ à construire dans une portion aquatique située à l'extérieur du site d'intervention.	2a, 5c	Une nouvelle zone aquatique non-contaminée serait hypothéquée par l'aménagement d'une cellule.	Rejetée
		2b, 2d	Peut représenter un défi technique significatif.	
		4a	Le déplacement des sédiments contaminés vers une zone non-contaminée n'aurait probablement pas l'appui de la population et des groupes locaux.	
		5b	Plusieurs activités maricoles ont cours dans la baie de Gaspé, limitant les sites potentiels.	
		6a, 6b, 6c	Les techniques utilisées pour la construction de cellules d'enfouissement autre part qu'en rive devraient être adaptées aux conditions du site potentiel retenu.	
		9a	Les sédiments demeureront sous la responsabilité de Noranda et TC.	
10a	Une emprise marine devrait être accordée par Pêches et Océans préalablement aux travaux.			

Notes :

⁽¹⁾ : Se référer à la liste des critères des options de restauration présentée au tableau 4.

⁽²⁾ : Cellule d'enfouissement sécuritaire (impermeabilité des parois et du fond, collecte et contrôle des lixiviats, etc.).

⁽³⁾ : Cellule à sécurité accrue : confinement sécuritaire empêchant l'expulsion de sédiments contaminés vers l'extérieur de l'enceinte confinée et assurant un contrôle adéquat des lixiviats.

Tableau 5 : Liste des options de restauration applicables au projet de Sandy Beach

Option de restauration :		Principaux critères considérés ⁽¹⁾	Remarque	Statut de l'option de restauration
C4	Dragage et traitement, assèchement ou non suivi d'une revalorisation terrestre des sous-produits traités et du confinement du concentré dans une cellule d'enfouissement sécuritaire ⁽²⁾ à construire sur une propriété de TC ou Noranda.	idem à C1 sauf : 2c, 2e 5a	Voir commentaires de C1.	Rejetée
		2c, 2e	La présence d'une contamination mixte (cuivre et HAP) rend difficile le traitement des sédiments à un niveau permettant leur revalorisation partielle. Seul un traitement par séparation granulométrique pourrait permettre de diminuer le niveau de contamination en cuivre d'une portion des sédiments, en présumant que la source de contamination (concentré de texture silteuse/argileuse) serait associée à la fraction granulométrique fine des sédiments. Pour ce qui est des HAP, ils sont possiblement associés (adsorbés) à la surface des particules fines et à la matière organique. Cependant, des essais démontrant la faisabilité d'un tel traitement devraient être réalisés.	
		5a	Si applicable, le traitement proposé permettrait de réduire les volumes de sédiments contaminés à gérer, et par le fait même, l'emprise marine requise pour le confinement.	
C5	Dragage et traitement, assèchement ou non suivi d'une revalorisation terrestre des sous produits traités et du confinement terrestre du concentré dans une cellule à sécurité maximale ⁽²⁾ commerciale existante	idem à C4 sauf : 8a, 9a	Voir commentaires de C4.	Rejetée
		8a	Le coût associé au traitement des sédiments (séparation granulométrique, voir remarques aux critères 2c, 2e de l'option C4) ne permettrait pas d'économie serait probablement similaire à l'économie résultante de la revalorisation des sédiments traités.	
		9a	L'utilisation de sites commerciaux élimine la nécessité d'obtenir l'autorisation pour l'enfouissement des sédiments en milieu aquatique ou terrestre (parc à résidus) et dégage TC et Noranda de la responsabilité de la gestion des sédiments une fois éliminés mais augmente les coûts d'élimination (sites d'élimination au Québec éloignés : Saguenay, Bécancour, Grandes-Piles et Montréal).	
C6	Dragage et traitement, assèchement ou non suivi d'une revalorisation terrestre des sous produits traités et du confinement du concentré dans une cellule à sécurité accrue ⁽³⁾ à construire dans une portion aquatique située à l'extérieur du site d'intervention.	Idem à C3 sauf : 2c, 2e, 5a	Voir commentaires de C3.	Rejetée
		2c, 2e	La présence d'une contamination mixte (cuivre et HAP) rend difficile le traitement des sédiments à un niveau permettant leur revalorisation partielle. Seul un traitement par séparation granulométrique pourrait permettre de diminuer le niveau de contamination en cuivre d'une portion des sédiments, en présumant que la source de contamination (concentré de texture silteuse/argileuse) serait associée à la fraction granulométrique fine des sédiments. Pour ce qui est des HAP, ils sont possiblement associés (adsorbés) à la surface des particules fines et à la matière organique. Cependant, des essais démontrant la faisabilité d'un tel traitement devraient être réalisés.	
		5a	Si applicable, le traitement proposé permettrait de réduire les volumes de sédiments contaminés à gérer et, par le fait même, l'emprise marine requise pour le confinement.	

Notes :

⁽¹⁾ : Se référer à la liste des critères des options de restauration présentée au tableau 4.

⁽²⁾ : Cellule d'enfouissement sécuritaire (impermeabilité des parois et du fond, collecte et contrôle des lixiviats, etc.),

⁽³⁾ : Cellule à sécurité accrue : confinement sécuritaire empêchant l'expulsion de sédiments contaminés vers l'extérieur de l'enceinte confinée et assurant un contrôle adéquat des lixiviats.

Tableau 6: Diagramme de phases des sédiments en cours de dragage

In situ			
Humidité : 40%			
Paramètre	Volume (m³)	Densité (kg/m³)	Masse (kg)
Air	Saturé		0
Eau	0,643	1 000	643
Solide	0,357	2 700	964
Total	1,000	1 607	1 607

Dragage mécanique (benne preneuse)			
Humidité : 50%			
Paramètre	Volume (m³)	Densité (kg/m³)	Masse (kg)
Air	Saturé	0	0
Eau	0,964	1 000	964
Solide	0,357	2 700	964
Total	1,321	1 459	1 929

Égouttement initial en bassin Dragage mécanique			
Humidité : 45%			
Paramètre	Volume (m³)	Densité (kg/m³)	Masse (kg)
Air	Saturé	0,000	0
Eau	0,789	1 000	789
Solide	0,357	2 700	964
Total	1,146	1 530	1 753

Conditions enfouis			
Humidité : 25%			
Paramètre	Volume (m³)	Densité (kg/m³)	Masse (kg)
Air	0,078	0	0
Eau	0,321	1 000	321
Solide	0,357	2 700	964
Total	0,756	1 700	1 286

Dragage hydraulique			
Humidité : 85%			
Paramètre	Volume (m³)	Densité (kg/m³)	Masse (kg)
Air	Saturé	0	0
Eau	5,464	1 000	5 464
Solide	0,357	2 700	964
Total	5,821	1 104	6 429

Sédiments dragués hydrauliquement et décantés en bassin			
Humidité : 70%			
Paramètre	Volume (m³)	Densité (kg/m³)	Masse (kg)
Air	Saturé	0	0
Eau	2,250	1 000	2 250
Solide	0,357	2 700	964
Total	2,607	1 233	3 214

Tableau 7: Selection des technologies de dragage - Données de base

Paramètre	Valeur	Remarque
Diagramme de phases (% humidité)		
Pourcentage d'humidité des sédiments (poids de l'eau divisé par le poids total de l'échantillon)	40%	Tableau 2
Densité des solides (grains)	2,7 t/m ³	Estimation - LVM-Fondatec
Densité in-situ dans cellule d'enfouissement	1,7 t/m ³	
Pourcentage d'humidité dans cellule d'enfouissement	25%	
Pourcentage d'humidité des sédiments dragués mécaniquement	50%	
Pourcentage d'humidité des sédiments dragués mécaniquement et drainés en bassin	45%	
Pourcentage d'humidité des sédiments dragués hydrauliquement	85%	80% à 90% selon littérature
Pourcentage d'humidité des sédiments dragués hydrauliquement et décantés en bassin	70%	Selon résultats de décantation d'un autre projet de restauration de Dessau-Soprin
Épaisseurs		
Épaisseur moyenne de la couche de surface à retirer	35cm	Moyenne pondérée
Épaisseur minimale de la couche contaminée	30cm	Figure 4
Épaisseur maximale de la couche contaminée	65cm	Figure 4
Sur-dragage requis	30cm	Pour tenir compte de l'imprécision des méthodes d'extraction des sédiments
Épaisseur moyenne draguée	65cm	Moyenne pondérée
Épaisseur minimale draguée	60cm	Figure 4
Épaisseur maximale draguée	95cm	Figure 4
Superficie totale draguée	67 640 m²	
Volumes		
Volume contaminé , mesure in-situ	23 600 m ³	Superficie de 67 640 m ² . Figure 4
Volume dragué, mesure in-situ	43 900 m ³	Figure 4
Volume dragué mécaniquement	58 000 m ³	50% humidité
Volume dragué mécaniquement - bassin d'entreposage	50 400 m ³	45% humidité
Volume dragué hydrauliquement - mesure à l'entrée du bassin de décantation	255 600 m ³	85% humidité
Volume d'entreposage du bassin de décantation	114 500 m ³	Excluant la zone de décantation et facteur de sécurité - 70% humidité
Volume enfoui	33 300 m ³	Volume utile dans une cellule d'enfouissement

Tableau 8 : Conception préliminaire d'un bassin de décantation primaire pour l'option du dragage hydraulique des sédiments

Description	Valeur	Remarque
Calcul du volume d'entreposage nécessaire		
Volume de sédiments à draguer (V_i)	43 900 m ³	Considère seulement 300 mm d'imprécision. Selon M.V, plutôt 750 mm.
Durée approximative du dragage	21,95 jour	200 m3 /hr in-situ*
Densité du décantat à mi-parcours (C_d)	370 g/L	D'après les essais de décantation effectués dans le cadre du projet de restauration de la rivière St-Louis, Beauharnois, QC
	30,0 % m.s.	
Densité relative des particules solides (Dr)	2,7	
% humidité des sédiments in-situ	40 %	
Teneur en eau des sédiments in-situ (w)	66,7 %	
Degré de saturation des sédiments in-situ (S_r)	100,0 %	
Indice des vides in-situ ($e_i = w * Dr / S_r$)	1,80	
Indice des vides du décantat à mi-parcours ($e_0 = [Dr * g_w / C_d] - 1$)	6,30	
Volume d'entreposage nécessaire ($V_f = V_i ([(e_0 - e_i) / (1 + e_i)] + 1)$)	114 500 m ³	
Calcul de la surface de décantation nécessaire		
Débit de la pulpe de sédiment (Q_i)	1164,2 m ³ /h	200 m3/h in-situ*
Siccité de la pulpe (m.s.)	15 %	
Vitesse de sédimentation (V_s)	0,06 m/h	D'après les essais de décantation effectués dans le cadre du projet de restauration de la rivière St-Louis, Beauharnois, QC
Aire de décantation minimale ($A_{min} = Q_i / V_s$)	19403 m ²	
Facteur de sécurité (F.S.) pour tenir compte de la dimension de la colonne utilisée pour les essais de décantation (basé sur des essais du US Army Corps of Engineers)	1,2	
Facteur d'inefficacité (F.I.) pour tenir compte de la géométrie du bassin (longueur = 3 x largeur)	1,87	
Aire de décantation corrigée ($A_c = A_{min} * F.S * F.I.$)	43 500 m ²	
Calcul des dimensions du bassin (Estimations préliminaires ne tenant pas compte des pertes de volume dues aux pentes des digues du bassin)		
Largeur du bassin ($l = (A_c / 3)^{1/2}$)	120 m	
Longueur du bassin ($L = 3 * l$)	361 m	
Épaisseur du décantat ($e = V_f / A_c$)	2,6 m	
Hauteur minimale de la zone de décantation	0,65 m	
Hauteur minimale du franc-bord	0,65 m	
Hauteur totale du bassin	3,9 m	
Volume du bassin	171 050 m ³	largeur x longueur x profondeur

* Tiré de "Guideline for Designing, Operating, and Managing Dredged Material Containment Areas", 1978, US Army Corps of Engineers, Figure 6 - profondeur de dragage 40 pieds, diamètre du tuyau 16 pouces

Tableau 9: Conception préliminaire d'une aire d'assèchement en couche mince

Paramètre		Facteur	Valeur	Unité	Remarques
Dragage mécanique	Rythme du dragage mécanique		300	m ³ /j	estimée
	Volume contaminé, <i>in situ</i>		23600	m ³	voir Figure 4
	Volume dragué, <i>in situ</i>		43900	m ³	surdragage de 300mm, imprécision de la méthode
	Nombre de jours de dragage continue		146	jours	une benne preneuse seulement
	Volume dragué, sur aire d'assèchement	1,146	50309	m ³	voir tableau 6 - Diagramme de phases
	Épaisseur de la couche asséchée		0,3	m	moyen
	Temps d'assèchement des couches		20	jours	réduction de 45 à 25% teneur en eau, estimée d'après l'essai d'assèchement réalisé dans le cadre du projet Secteur 103 du Port de Montréal
	Jours de dragage par cycle d'assèchement		14	jours	5 jours/semaine = 5/7 x 20
	Volume à assécher par cycle		4813	m ³	
Surface utile d'assèchement nécessaire		16044	m ²	bassin d'entreposage également requis en cas d'urgence	

Tableau 10: Conception préliminaire d'un bassin d'assèchement

Paramètre		Facteur	Valeur	Unité	Remarques
Dragage mécanique Une saison	Rythme du dragage mécanique		300	m ³ /j	estimée
	Volume contaminé, <i>in situ</i>		23 600	m ³	
	Volume dragué, <i>in situ</i>		43 900	m ³	surdragage de 300mm, imprécision
	Volume d'entreposage requis	1,146	50 309	m ³	45% d'humidité. Voir tableau 6 - Diagramme de phases
	Surface d'entreposage requise		14 000	m ²	bassin 5m de profondeur, pentes 2H:1V, estimé
	Volume des déblais d'excavation du bassin		40 000	m ³	bassin 5m de profondeur, pentes 2H:1V, estimé
	Volume total des sédiments asséchés	0,756	33 202	m ³	25% d'humidité. Voir tableau 6 - Diagramme de phases
Dragage mécanique Deux saisons	Rythme du dragage mécanique		300	m ³ /j	estimée
	Volume contaminé, <i>in situ</i>		11 800	m ³	50% par saison
	Volume dragué, <i>in situ</i>		21 950	m ³	surdragage de 300mm, imprécision
	Volume d'entreposage requis	1,146	25 155	m ³	45% d'humidité. Voir tableau 6 - Diagramme de phases
	Surface d'entreposage requise		7 000	m ²	bassin 5m de profondeur, pentes 2H:1V, estimé
	Volume des déblais d'excavation du bassin		20 000	m ³	bassin 5m de profondeur, pentes 2H:1V, estimé
	Volume total des sédiments asséchés	0,756	16 601	m ³	25% d'humidité. Voir tableau 6 - Diagramme de phases

Tableau 11 : Technologies applicables examinées applicables aux options de restauration

Technologie applicable	Commentaires	Option retenue	
		OUI	NON
Travaux préparatoires au dragage			
Rideau de confinement.	<ul style="list-style-type: none"> • S'applique à toutes les options de restauration retenues. • Rideaux de hauteur variable, étanche aux sédiments et limitant leur dispersion au-delà de la zone confinée. 	X	
Extraction des sédiments			
Dragage mécanique.	<ul style="list-style-type: none"> • S'applique à toutes les options de restauration retenues. • Possibilité d'une petite zone nécessitant une excavation par la rive entre le quai et la cale de halage. • Benne environnementale pour réduire la mise en suspension lors du dragage. 	X	
Dragage hydraulique.	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite d'imposants bassins de décantation. • Problématique dans les zones d'intervention très profondes. • Augmente considérablement la teneur en eau des sédiments et l'effort d'assèchement ultérieur, si nécessaire. 		X
Transport des sédiments.	<ul style="list-style-type: none"> • S'applique à toutes les options de restauration retenues. • Camions : à bennes étanches et dispositifs anti-éclaboussure pour le transport des sédiments humides. • Camions réguliers pour le transport des sédiments asséchés. • Train : pour élimination dans une cellule à sécurité maximale commerciale. • Bateaux : pour l'élimination dans une cellule à sécurité maximale commerciale. • Transport jusqu'aux ports de Grande-Anse, Bécancour ou Trois-Rivières. • Les possibilités dépendent des options de restauration traitées en détail dans le Produit 4.3. 	X	

Tableau 11 : Technologies applicables examinées applicables aux options de restauration

Réduction de la teneur en eau des sédiments		OUI	NON
Assèchement en couches minces sur une aire imperméable.	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite une grande aire d'assèchement imperméable; • Un bassin tampon temporaire également nécessaire. 		X
Assèchement en bassin.	<ul style="list-style-type: none"> • Pour des raisons d'espace, les sédiments peuvent être asséchés sur une période de deux ans, réduisant la taille du bassin nécessaire de 50 %; • Un entreposage temporaire des sédiments asséchés peut être nécessaire. 	X	
Autres technologies de réduction de volume : - Filtres (presses, bandes, etc.) - Centrifugeuse.	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts élevés; • Efficacité incertaine; • Ne sera envisagé que dans l'éventualité où le rendement des opérations d'assèchement passif ne rencontrait pas les objectifs visés dans des délais raisonnables. 		X
Traitement des eaux.	<ul style="list-style-type: none"> • S'applique à toutes les options de restauration. 	X	
Traitement des sédiments			
Bio-traitement, traitement thermique.	<ul style="list-style-type: none"> • Pour le traitement des contaminants organiques (HAP). • Contamination mixte rend nécessaire l'enfouissement de toute façon. 		X
Traitement hydromécanique et physio-chimique.	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun procédé commercial actuellement disponible. 		X
Stabilisation, fixation et enfouissement.	<ul style="list-style-type: none"> • Doit être jumelé à un enfouissement. • Très coûteux. 		X
Gestion des sédiments sur le site			
Confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire en milieu terrestre.	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune des propriétés dans l'environnement immédiat du lieu de dragage ne présente les caractéristiques requises (tel qu'exigé dans le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés). 		X
Confinement dans une cellule à sécurité accrue aquatique	<ul style="list-style-type: none"> • Le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés ne s'applique pas jusqu'à 10 m à partir de la ligne des hautes eaux; • Élimine les opérations terrestres; • Espaces disponibles; • Techniquement faisable, compensation requise pour la perte d'habitat du poisson. 	X	
Encapsulation des sédiments <i>in situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Techniquement faisable, réduit le volume du dragage requis; • Dragage nécessaire, ailleurs en périphérie du quai; • Nécessite un suivi à long terme; • Compensation probablement requise pour la perte d'habitat du poisson. 	X	

Tableau 11 : Technologies applicables examinées applicables aux options de restauration

Gestion des sédiments hors site		OUI	NON
Confinement dans une cellule d'enfouissement sécuritaire à Murdochville.	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite la construction d'une cellule d'enfouissement sécuritaire au Parc à résidus n° 1 de Murdochville. • S'applique aux options de restauration 3 et 4. • Sédiments asséchés ou non. 	X	
Confinement dans une cellule à sécurité maximale commerciale.	<ul style="list-style-type: none"> • Transport vers une cellule à sécurité maximale commerciale existante. • Sédiments asséchés préalablement pour réduire les coûts de transport et d'enfouissement. 	X	
Autres technologies de traitement et de gestion des sédiments			
Technologies variées	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts élevés pour le volume à traiter. • Efficacité et disponibilité incertaines. 		X

Tableau 12: Présélection des scénarios d'intervention

Scénario d'intervention	Extraction		Encapsulation <i>in situ</i>	Prétraitement et traitement		Gestion finale des sédiments					
	Dragage mécanique	Dragage hydraulique		Assèchement en bassin	Traitement	Cellule d'enfouissement à sécurité accrue en rive	Cellule d'enfouissement à sécurité accrue aquatique	Cellule d'enfouissement sécuritaire à Murdochville	Cellule d'enfouissement à sécurité maximale commerciale	Revalorisation	
										Propriétés de TC et Noranda	Lieu d'enfouissement sanitaire
1	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-
2	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
3	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	-
4	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
5	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-

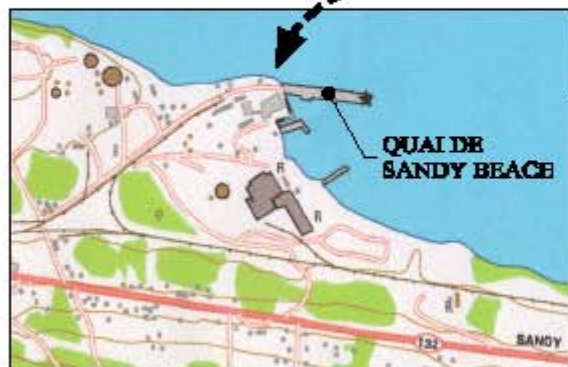
X : Option retenue
 - : Option non-retenue

Tableau 13: Quantités approximatives requises pour chaque scénario d'intervention

Scénario	Dragage mécanique	Encapsulation <i>in situ</i>	Assèchement en bassin		Gestion finale des sédiments									Transport			Infrastructures aquatiques	
					Cellule d'enfouissement à sécurité accrue en rive			Cellule d'enfouissement sécuritaire à Murdochville			Cellule d'enfouissement à sécurité maximale commerciale						Digue en enrochement	Emprise aquatique
					<i>in situ</i> (40%) ¹ m ³	(superficie) m ²	m ³	foisonné (45%) ¹ m ³	<i>in situ</i> (40%) ¹ m ³	foisonné (50%) ¹ m ³	<i>in situ</i> (40%) ¹ m ³	humide (45%) ¹ m ³	asséché (25%) ¹ m ³	<i>in situ</i> (40%) ¹ m ³	humide (45%) ¹ m ³	asséché (25%) ¹ m ³	<i>in situ</i> (40%) ¹ m ³	humide (45%) ¹ m ³
1A (retenu)	13 400	46 000	-	-	13 400	17 700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11 000	6 000	
1B	13 400	46 000	-	-	13 400	17 700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8 700	11 600	
1C	13 400	46 000	-	-	13 400	17 700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10 000	6 200	
1D	13 400	46 000	-	-	13 400	17 700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23 000	9 800	
2A (retenu)	39 000	-	-	-	39 000	51 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15 600	11 500	
2B	39 000	-	-	-	39 000	51 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22 100	20 500	
2C	39 000	-	-	-	39 000	51 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70 000	13 000	
2D	39 000	-	-	-	39 000	51 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80 000	15 800	
3	43 900	-	43 900	50 300	-	-	43 900	-	33 200	-	-	-	43 900	-	33 200	-	-	
4	43 900	-	-	-	-	-	43 900	50 300	-	-	-	-	43 900	50 300	-	-	-	
5	43 900	-	43 900	50 300	-	-	-	-	-	43 900	-	33 200	43 900	-	33 200	-	-	

Note: ¹ La valeur entre parenthèses « () » fait référence au % d'humidité.

Figures



CE DOCUMENT D'INGÉNIERIE EST L'ŒUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE RÉPPLICATION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

Projet

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.
PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS
CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH

Titre

FIGURE 1
LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE



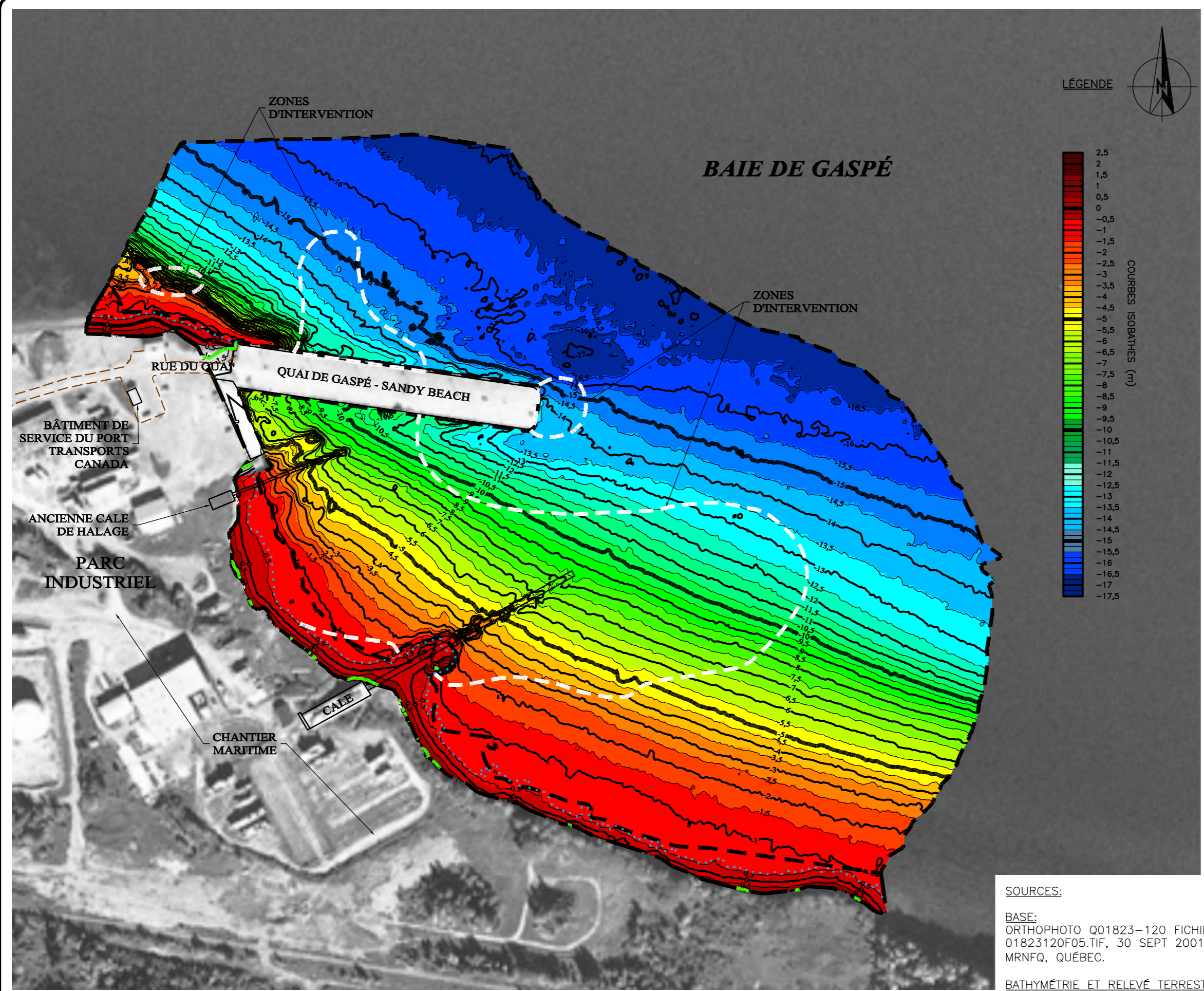
**DESSAU
SOPRIN**
Ingénierie et construction

Dessau-Soprin inc.
2001, rue Desjardins, Toronto 600
Mississauga (Ontario) L4W 4V2
Téléphone : 914-321-1100
Téléfax : 914-321-1100

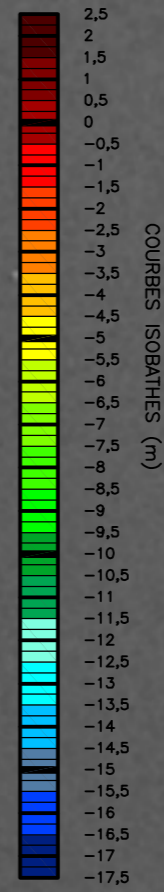
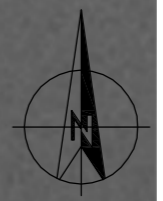
Préparé: M. Beauchamp	Conçue: Évelina Samson	Chargé de projet: S. Poirier	
Dessiné: F. Bouchard	Échelle: INDIQUÉE	Échelle de: N.A.	
Vérifié: S. Poirier	Date: 2005-07-20		

Serv. maître	Projet	Lot	Sous-Lot	Dém.	NO Dessin	Rév.
045	P001130	0120	001	RE	0101	00

Fichier: G:\045\PO01130\CAD\Actif_120\Livrabl_4.2\PO01130-120RE0102-103-00.dwg

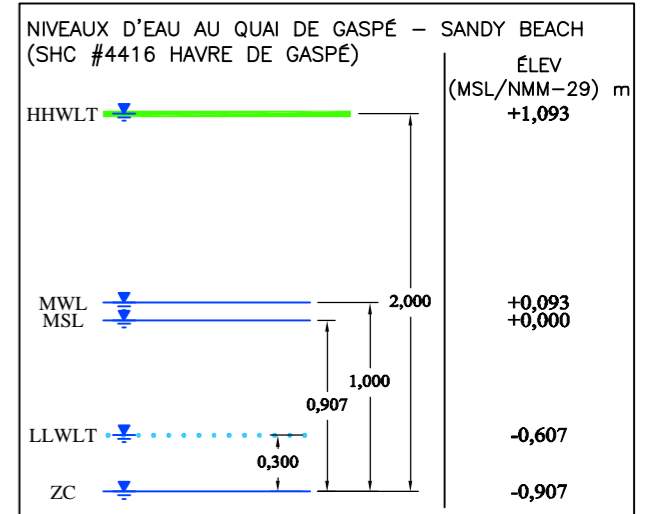


LÉGENDE



LÉGENDE :

- COURBES ISOBATHES ET ISOHYPSES (m)
- LIMITE DU RELEVÉ BATHYMETRIQUE
- LIMITE DU RELEVÉ TERRESTRE PAR GPS
- LLWL – BASSE MER INFÉRIEURE, GRANDE MARÉE
- HHWL – PLEINE MER SPÉRIEURE, GRANDE MARÉE



HHWL	HIGHEST HIGH WATER, LARGE TIDE	PLEINE MER SUPÉRIEURE, GRANDE MARÉE
MWL	MEAN WATER LEVEL	NIVEAU MOYEN DE L'EAU
MSL	MEAN SEA LEVEL	NIVEAU MOYEN DES MERS
LLWL	LOWEST LOW WATER, LARGE TIDE	BASSE MER INFÉRIEURE, GRANDE MARÉE

NOTES :
 - MTM ZONE 5, NAD 83.
 - SYSTÈME DE RÉFÉRENCE ALTIMÉTRIQUE: NMM-29 (MSL)

Projet

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.
 PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ – SANDY BEACH

Titre

FIGURE 2
COURBES ISOHYPSES ET ISOBATHES DE LA ZONE D'INTERVENTION - NOVEMBRE 2004

<p>DESSAU SOPRIN Ingénierie et construction</p>	<p>Dessau-Soprin inc. 1060, rue University, bureau 600 Montréal (Québec) H3B 4V3 Téléphone : 514.281.1010 Télécopieur : 514.281.1060</p>	
	<p>Préparé M. Bouchard Dessiné F. Boudreau Vérifié S. Poirier</p>	<p>Discipline Environnement Échelle 1 : 3 000 Date 2005-07-26</p>

SOURCES:

BASE:
 ORTHOPHOTO Q01823-120 FICHER 01823120F05.TIF, 30 SEPT 2001, MRNFQ, QUÉBEC.

BATHYMETRIE ET RELEVÉ TERRESTRE PAR GPS:
 TPSCG, NOVEMBRE 2004.

045	P001130	0120	001	RE	0102	00
-----	---------	------	-----	----	------	----

CE DOCUMENT D'INGÉNIEURIE EST L'OEUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

G25		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-15	27,98	2 200
15-30	-	2 600
30-50	-	17

GH2		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-10	6,414	330
50-100	1,61	160

GA7		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-10	22,11	870
10-50	37,09	24
50-100	0,699	8
100-150	0,005	-

STAT-13		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-30	23,13	4 200
30-62 (Refus)	6,165	270

STAT-15		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-30	43,621	1 500
30-60	1,453	27

STAT-19		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-30	8,743	1 900
30-55	0,376	110

GA6		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-10	59,16	420
10-50	25,63	18
50-100	2,879	-

GA2		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-10	10,44	110
10-50	9,349	65
50-100	0,046	65

GA4		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-10	11,725	1 100
10-50	9,598	330
50-100	0,147	21
100-150	0,036	16

STAT-17		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-30	10,659	1 200
30-62	0,488	200

STAT-24		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-30	76,023	820
30-60	0,166	35
60-68	-	11

G21		
Prof. (cm)	HAP TOTAUX (mg/kg)	Cu (mg/kg)
0-15	24,61	2 500
15-30	-	910
30-50	-	14
50-100	-	18

ZONE	SUPERFICIE (m²)	SÉDIMENTS CONTAMINÉS >SIE			
		SÉDIMENTS CONTAMINÉS >SIE		SÉDIMENTS À DRAGUER¹	
		ÉPAISSEUR (cm)	VOLUME EN PLACE (m³)	ÉPAISSEUR (cm)	VOLUME EN PLACE (m³)
A	52 050	30	15 600	60	31 200
B	2 450	65	1 600	95	2 300
C	5 250	50	2 600	80	4 200
D	5 680	50	2 800	80	4 500
E	1 510	50	800	80	1 200
F	820	30	200	60	500
TOTAL	67 760	MOYENNE PONDÉRÉE:	23 600	MOYENNE PONDÉRÉE:	43 900
		35		65	

Note 1: Déterminé en fonction de la précision des équipements de dragage disponibles pour les conditions bathymétriques du site.

- REMARQUES:**
- Limite de la zone présumée contaminée (>SIE) établie d'après la limite de la zone d'herbiers aquatiques à zostaires (Environnement Illimité, 2005).
 - Limite de la zone présumée contaminée (>SIE) établie à l'emplacement de la basse mer inférieure - grande marée (à l'extérieur de la zone de marnage.)
 - L'épaisseur et le niveau de contamination des sédiments sous le quai des pêcheurs est inconnue.

LÉGENDE :

- STATION D'ÉCHANTILLONNAGE > 5 mg/kg EN HAP TOTAUX
- **STAT-13** STATION D'ÉCHANTILLONNAGE > 5 mg/kg EN HAP TOTAUX ET > 2400 mg/kg EN CUIVRE
- ZONES D'INTERVENTION
- - - - - ISOCONTOUR 5 mg/kg HAP TOTAUX (ENV.ILL., 2005)
- - - - - ISOCONTOUR 2400 mg/kg Cuivre (DESSAU-SOPRIN)
- ÉPAISSEUR DE LA CONTAMINATION: 0-30 cm
- ÉPAISSEUR DE LA CONTAMINATION: 0-50 cm
- ÉPAISSEUR DE LA CONTAMINATION: 0-65 cm
- LLWLT - BASSE MER INFÉRIEURE, GRANDE MARÉE
- HHWLT - PLEINE MER SUPÉRIEURE, GRANDE MARÉE

NOTES :

- MTM ZONE 5, NAD 83.
- SYSTÈME DE RÉFÉRENCE ALTIMÉTRIQUE: NMM-29.
- HAP TOTAUX: SOMMATION DES 16 CONGÉNÈRES UTILISÉS POUR L'ANALYSE DE RISQUE (QSAR, 2003)
- SEULS LES RÉSULTATS DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE POUR LESQUELLES DES RÉSULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES SONT DISPONIBLES EN PROFONDEUR SONT ILLUSTRÉS À CETTE FIGURE.

SOURCES :

BASE:
ORTHOPHOTO Q01823-120 FICHER 01823120F05.TIF,
30 SEPT 2001, MRNFQ, QUÉBEC.

RÉSULTATS D'ANALYSE CHIMIQUE:
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC., NOV 2004
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC., 2002
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC., 2001
- BEAK INTERNATIONAL INC., 1998

Projet

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.
PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH

Titre

FIGURE 3
ÉPAISSEUR DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS DANS LA ZONE D'INTERVENTION

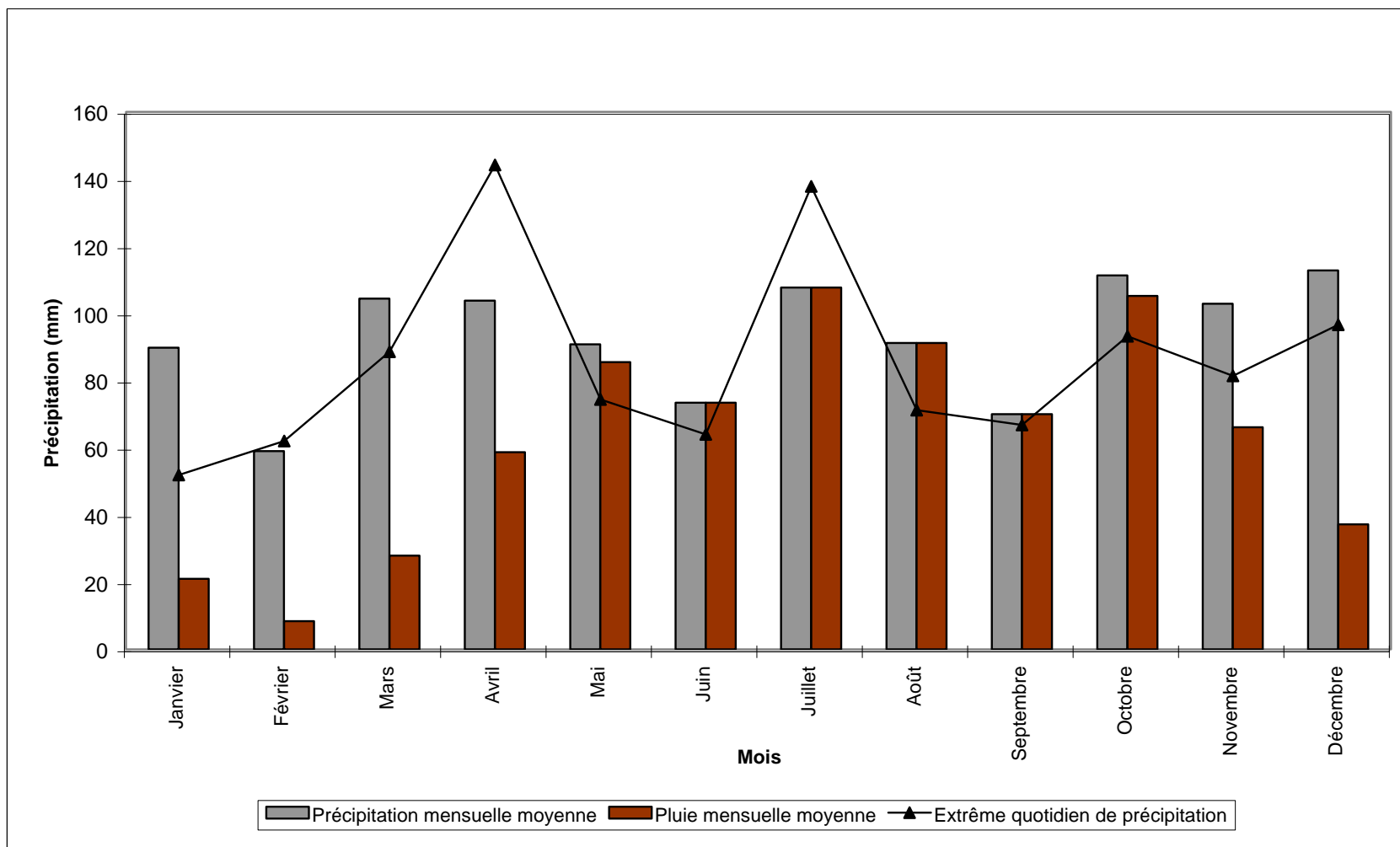
DESSAU SOPRIN
Ingénierie et construction

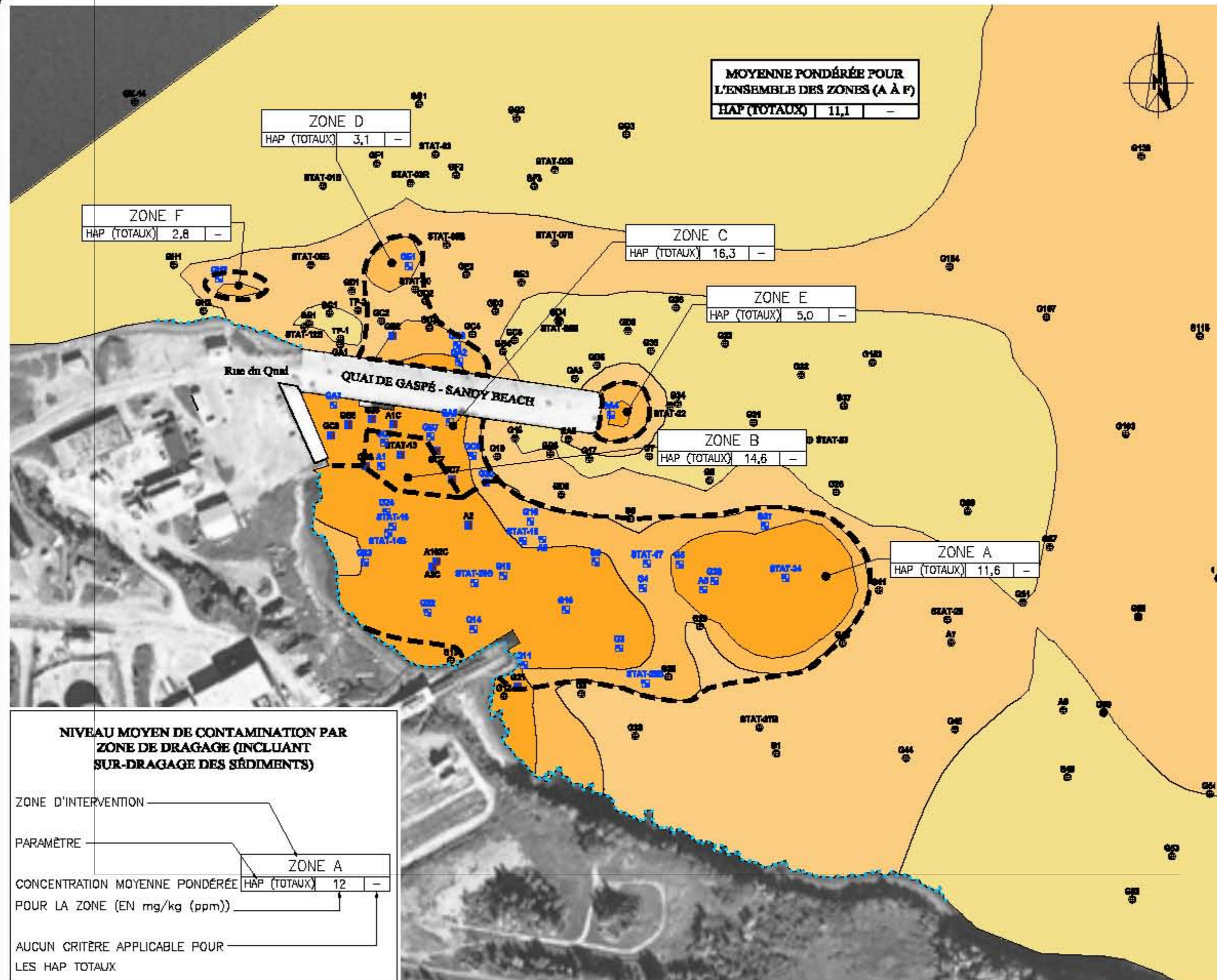
Dessau-Soprin inc.
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) H3B 4V3
Téléphone : 514.281.1010
Télécopieur : 514.281.1060

Préparé **M. Bouchard** Discipline **Environnement** Chargé de projet **S. Poirier**
Dessiné **F. Boudreau** Échelle **1 : 3 000** Extrait de: Rév.:
Vérifié **S. Poirier** Date **2005-07-26**

Serv. maître **045 P001130** Projet **0120001** Lot **RE** Sous-Lot **0103** Disc. **00** N° Dessin **00** Rév.

Figure 4 : Précipitations à la station météorologique de Gaspé





- LÉGENDE :**
- STAT-01 (blue square) STATION D'ÉCHANTILLONNAGE > 5 mg/kg EN HAP TOTAUX
 - STAT-02 (blue square) STATION D'ÉCHANTILLONNAGE > 5 mg/kg EN HAP TOTAUX ET > 2400 mg/kg EN CUMRE
 - STAT-03 (black circle) AUTRES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE < SIE POUR LE CUIVRE ET LES HAP
 - LIMITE ZONES D'INTERVENTION
- ISOCONCENTRATION ESTIMÉE DES HAP TOTAUX**
- D < 1 mg/kg
 - 1 < 5 mg/kg
 - 5 < 10 mg/kg
 - > 10 mg/kg
- LLWLT - BASSE MER INFÉRIEURE, GRANDE MARÉE

NOTES :

- HAP TOTAUX - SOMMATION DES 16 CONGÉNÈRES DES HAP (VOIR TABLEAU 3).
- CONCENTRATIONS MOYENNES DE CHAQUE ZONE D'INTERVENTION (A À F) PONDÉRÉES SELON LE VOLUME REPRÉSENTÉ PAR CHAQUE ÉCHANTILLON, SUR LA BASE DES POLYGOINES DE THIESSEN GÉNÉRÉS POUR L'ENSEMBLE DES STATIONS ET SUR L'ÉPAISSEUR TOTALE DE DRAGAGE.
- MOYENNE POUR L'ENSEMBLE PONDÉRÉE SELON LE VOLUME À DRAGUER POUR CHAQUE ZONE D'INTERVENTION (A À F).

SOURCES :

ISOCONTOURS CUMRE:

- RAPPORT CARACTÉRISATION COMPLÉMENTAIRE, MAI 2005, ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC.

BASE:

- ORTHOPHOTO QD1823-120 FICHIER D182312DF05.TIF, 30 SEPT 2001, MRNFQ, QUÉBEC.

RÉSULTATS D'ANALYSES CHIMIQUES:

- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC., 2005
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC., 2002
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC., 2001

Projet

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.
PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH

Titre

FIGURE 6
HAP TOTAUX - ISOCONTOURS ET CONCENTRATIONS MOYENNES PONDÉRÉES PAR ZONE D'INTERVENTION

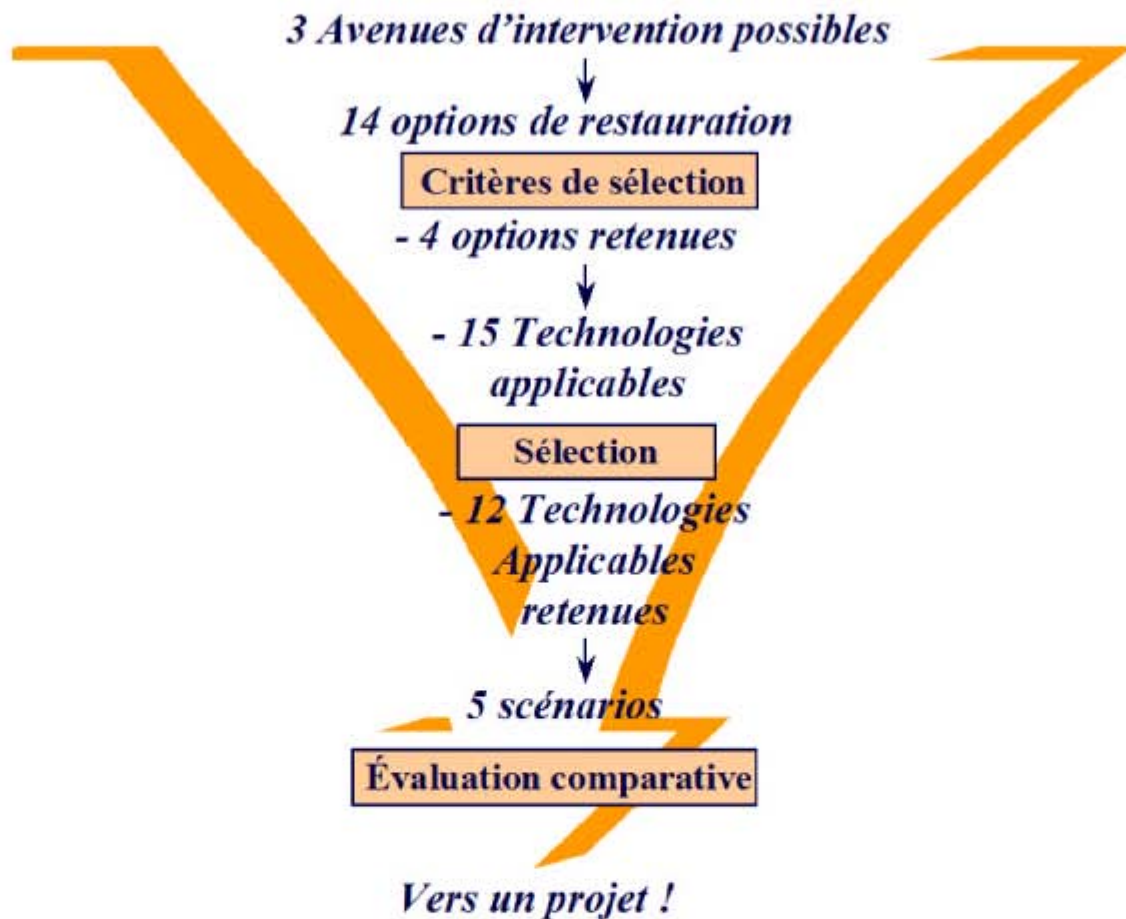
DESSAU SOPRIN
Ingénierie et construction

Dessau-Soprin inc.
1865, rue Université, bureau 800
Montréal (Québec) H3Z 4V2
Téléphone : 514.333.1060
Télécopieur : 514.333.1065

Préparé par M. Blanchard	Échelle 1:2 000	Chargé de projet S. Poirier
Revisé par F. Blanchard	Date 2005-07-20	Établi par S. Poirier
Validé par S. Poirier		

Proj. maître	Projet	Lot	Plan-Lot	Titre	NO Dessin	Rév.
045	P001130	0120	001	RE	0106	00

Fichier: G:\D45\P001130\CAO\Acif_120\Livres_4.2\P001130-120RED105-106-06.dwg



CE DOCUMENT D'INGÉNIÉRIE EST LA PROPRIÉTÉ DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX BUREAUX QUI Y SONT MENTIONNÉS. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

Projet

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.
 PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS
 CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ – SANDY BEACH

Titre

FIGURE 7
MÉTHODOLOGIE POUR LA PRÉSÉLECTION
DES SCÉNARIOS D'INTERVENTION



**DESSAU
SOPRIN**
Ingénierie et construction

Dessau-Soprin inc.
1601, rue Université, bureau 608
Montréal (Québec) H3B 4V2
Téléphone : 514-381-8015
Téléfax : 514-381-8060

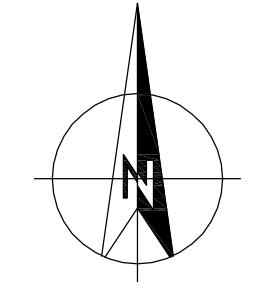
Projet: M. Marchand	Discipline: Environnement	Chargé de projet: M. Poirier
Client: M. Marchand	Échelle: concept	Revisé par: M. Poirier
Vérifié: M. Poirier	Date: 2005-07-08	

Serv. maître	Projet	Lot	Sous-Lot	Titre	NP Dessin	Éch.
045	P001130	0120	001	RE	0107	00

Fichier: D:\D45\p001130\p001130\livrable_4_2\p001130-120RED107-00.dwg

Plans

CE DOCUMENT D'INGÉNIERIE EST L'ŒUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.



- Légende**
- LIMITE DE PROPRIÉTÉ
 - ▬ VOIE FERRÉE
 - CHEMIN D'ACCÈS (GRAVIER OU ASPHALTE)
 - ÉMISSAIRE - STATION D'ÉPURATION DES EAUX - VILLE DE GASPÉ
 - CLÔTURE
 - BÂTIMENT EXISTANT
 - CHEMIN D'ACCÈS QUE DOIVENT EMPRUNTER LES CAMIONS DE TRANSPORT DES SÉDIMENTS HUMIDES
 - CHEMIN D'ACCÈS QUE DOIVENT EMPRUNTER LES CAMIONS DE TRANSPORT DES SÉDIMENTS ASSÉCHÉS
 - CONDUITE DE REFOULEMENT

SOURCES:
- VOIR PLAN 1 de 4

NO	DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
00	05-07-26	FINAL	M.B.	S.P.
0A	05-06-13	PRÉLIMINAIRE	S.M.	S.P.
ÉMISSIONS / RÉVISIONS				
TOUTES LES DIMENSIONS DEVONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX				

Sceaux

Client

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.

Références du client

Projet

PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH

Titre

**PLAN 2
BASSIN D'ASSÈCHEMENT ET TRAITEMENT DES EAUX - DEUX SÉQUENCES DE DRAGAGE**

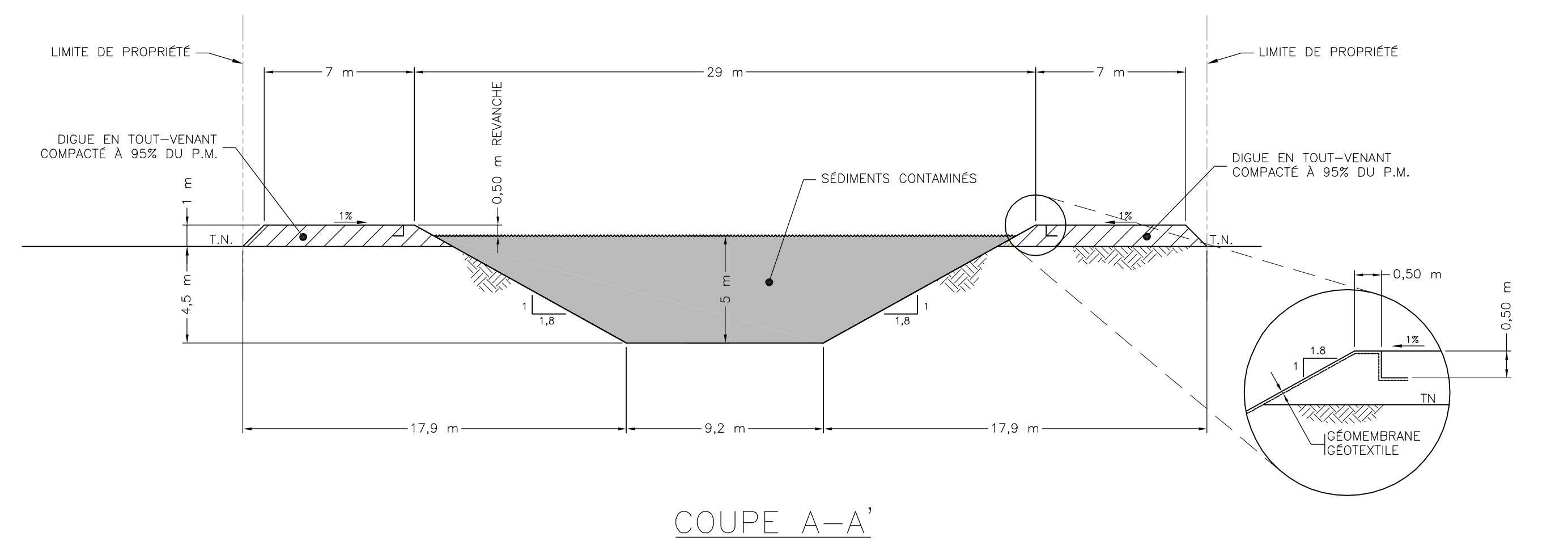
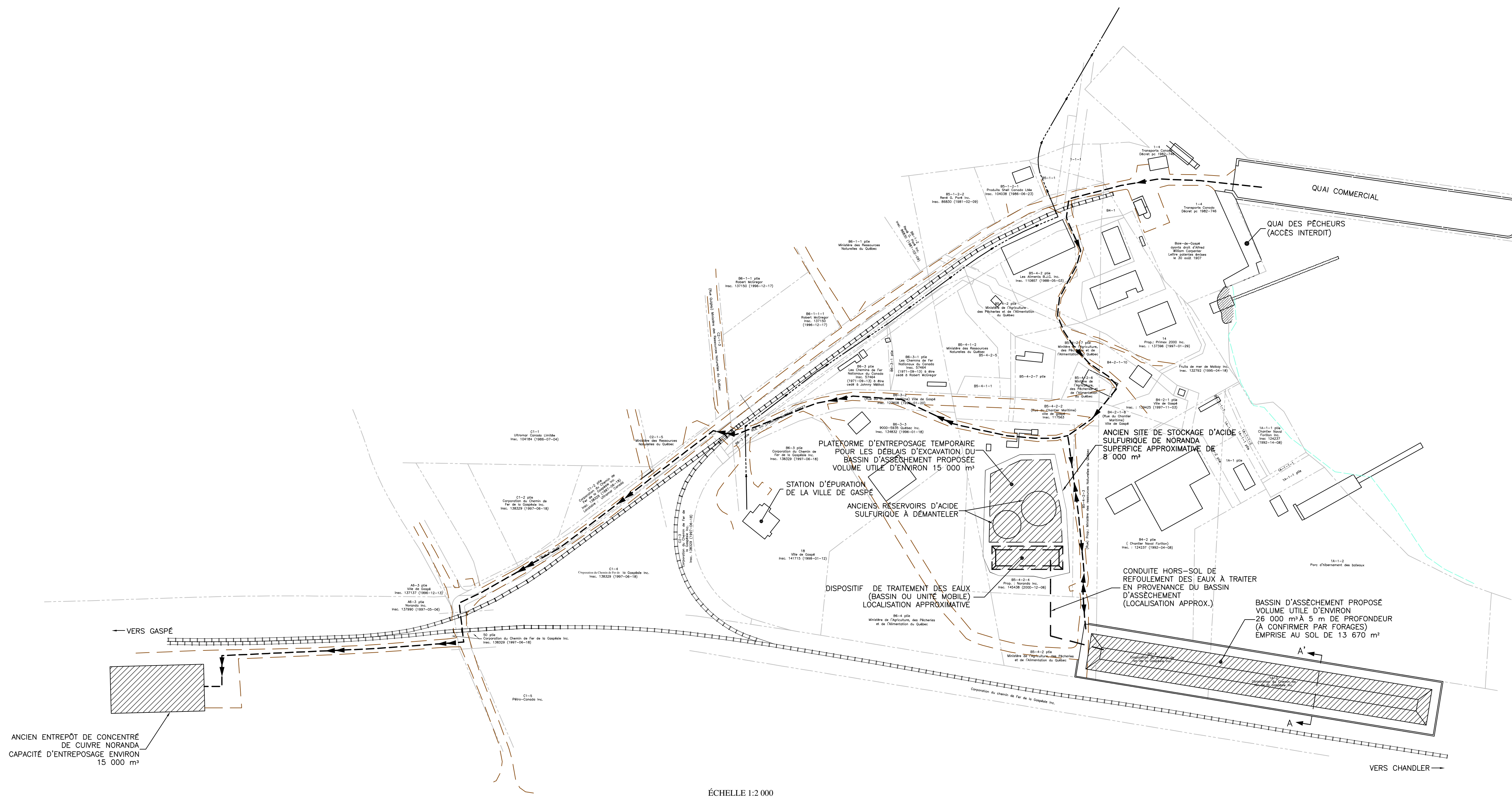
DESSAU SOPRIN Ingénierie et construction

Dessau-Soprin inc.
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) H3B 4V3
Téléphone : 514.281.1010
Télécopieur : 514.281.1060

Préparé **S. McNicoll** Discipline **Environnement**
 Dessiné **F. Boudreau** Échelle **1 : 2 000**
 Vérifié **M. Bouchard** Date **2005-06-13**

Chargé de projet **S. Poirier** No. de séquence **2 de 4**

Serv. maître **045 P001130 0120 001 RE 0109 00**



045 P001130 0120 001 RE 0109 00
 Serv. maître Projet Lot Sous-Lot Disc. No Dessin Rév.

CE DOCUMENT D'INGÉNIERIE EST L'OEUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

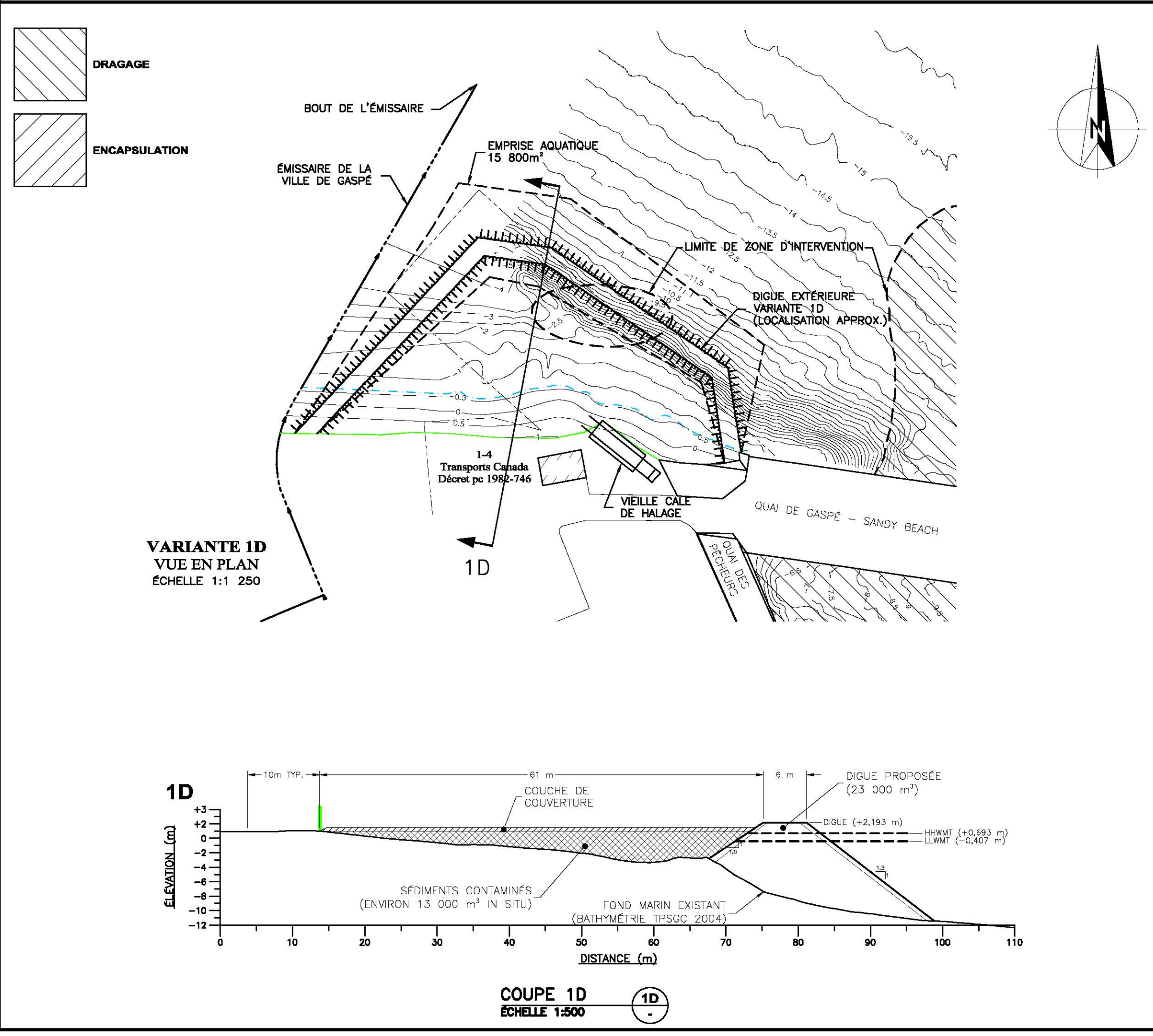
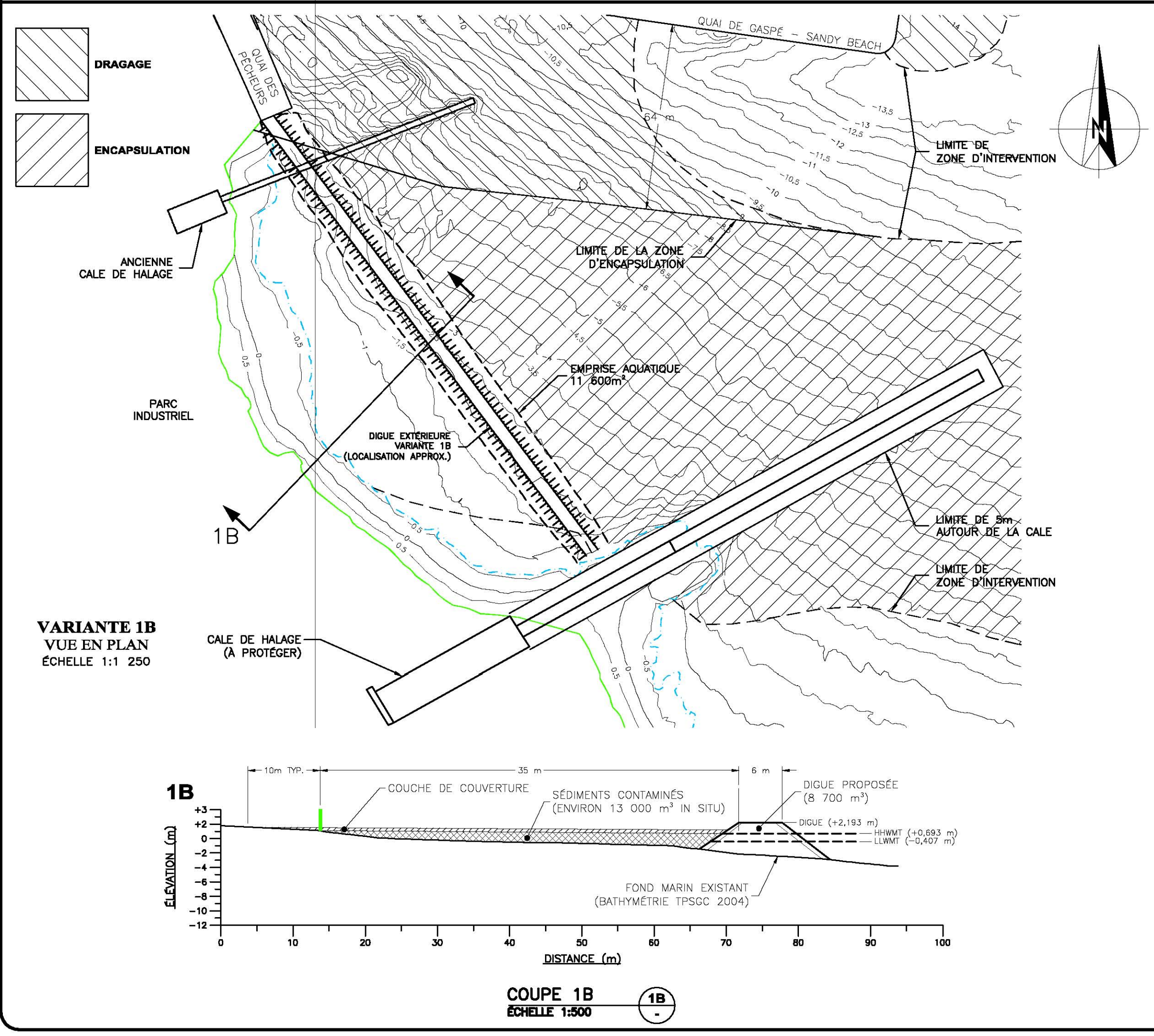
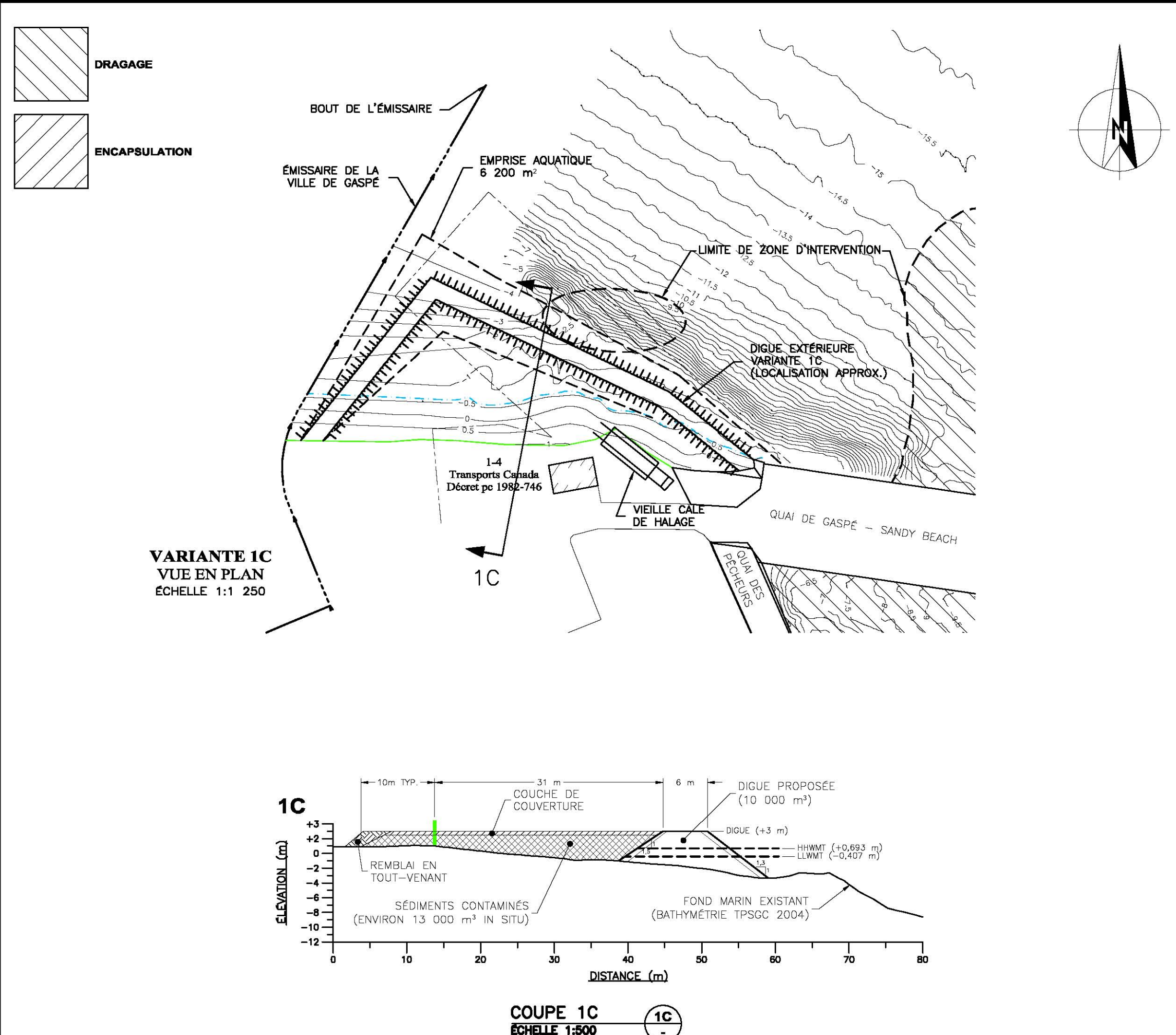
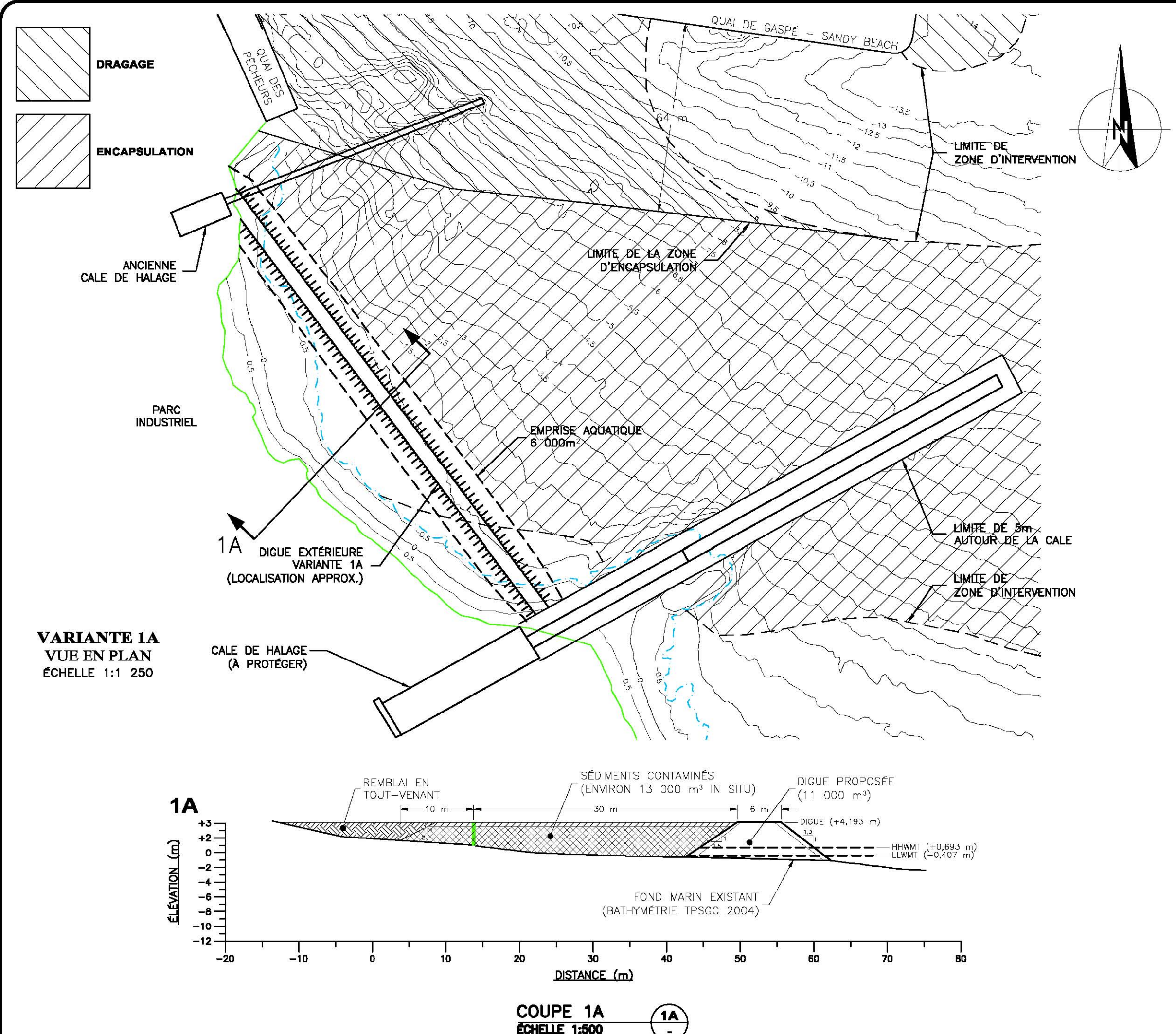
Légende

- 13.5 - COURBES ISOBAATHES ET ISOHYPPSES (m)
- HHWLT - PLEINE MER SUPÉRIEURE, GRANDE MARÉE
- LLWLT - BASSE MER INFÉRIEURE, GRANDE MARÉE
- BAS DE PENTE DE LA DIGUE PROPOSÉE
- TTTTTTTT HAUT DE PENTE DE LA DIGUE PROPOSÉE

NIVEAUX D'EAU AU QUAI DE GASPÉ - SANDY BEACH (SHC #4416 HAVRE DE GASPÉ)

ÉLEV. (MSL/MM-29) m	
HHWLT	+1,093
HHWMT	+0,693
MWL	+0,093
LLWMT	+0,000
LLWLT	-0,407
ZC	-0,607
	-0,907

NOTES :
 - MTM ZONE 5, NAD 83.
 - SYSTÈME DE RÉFÉRENCE ALTIMÉTRIQUE: NMM-29 (MSL)



REV.	A-M-J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
00	05-07-26	FINAL	M.B.	S.P.
0B	05-06-13	PRÉLIMINAIRE	M.B.	S.P.
0A	05-05-10	PRÉLIMINAIRE	S.M.	S.P.

ÉMISSIONS / RÉVISIONS

TOUTES LES DIMENSIONS DEVRONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX

Sceaux

Client

TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.

Références du client

Projet

PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH

Titre

**PLAN 3
ENCAPSULATION IN SITU PARTIELLE, DRAGAGE PARTIEL ET DÉPÔT EN RIVE DES SÉDIMENTS**

DESSAU SOPRIN
Ingénierie et construction

Dessau-Soprin inc.
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) H3B 4V3
Téléphone : 514.281.1010
Télécopieur : 514.281.1060

Préparé **S. McNicoll** Discipline **Environnement**
 Dessiné **F. Boudreau** Échelle **Indiquée**
 Vérifié **M. Bouchard** Date **2005-05-10**

Chargé de projet **S Poirier** No. de séquence **3 de 4**

045 P001130 0120 001 RE 0110 00

045 P001130 0120 001 RE 0110 00

CE DOCUMENT D'INGÉNÉRIE EST L'ŒUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EN EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR PRÉALABLEMENT OBTENU L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

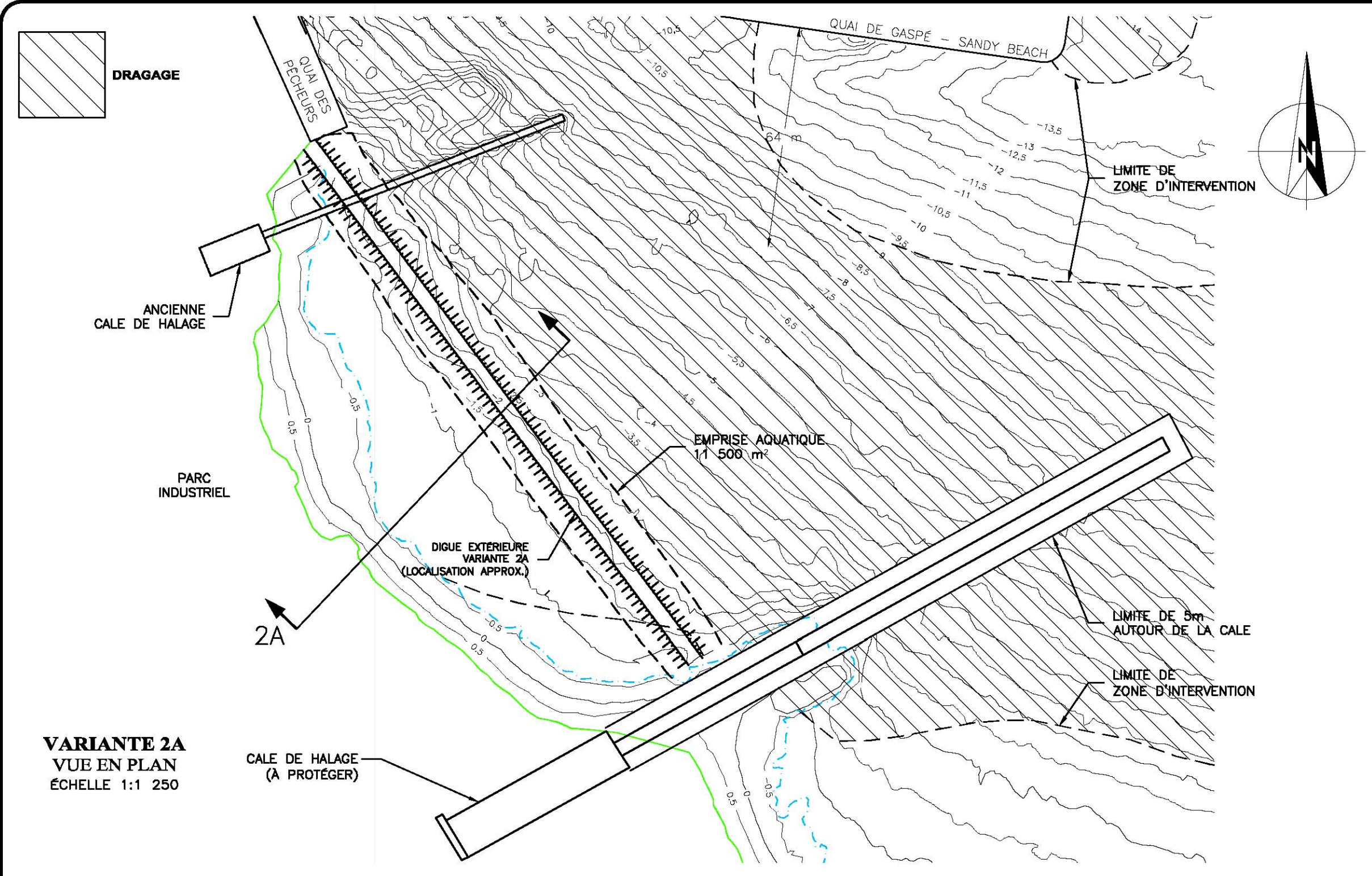
Légende

- 2.5- COURBES ISOBATHE ET ISOHYPSES (m)
- HHWLT - PLEINE MER SUPÉRIEURE, GRANDE MARÉE
- LLWLT - BASSE MER INFÉRIEURE, GRANDE MARÉE
- - - BAS DE PENTE DE LA DIGUE PROPOSÉE
- TTTTTTTT HAUT DE PENTE DE LA DIGUE PROPOSÉE

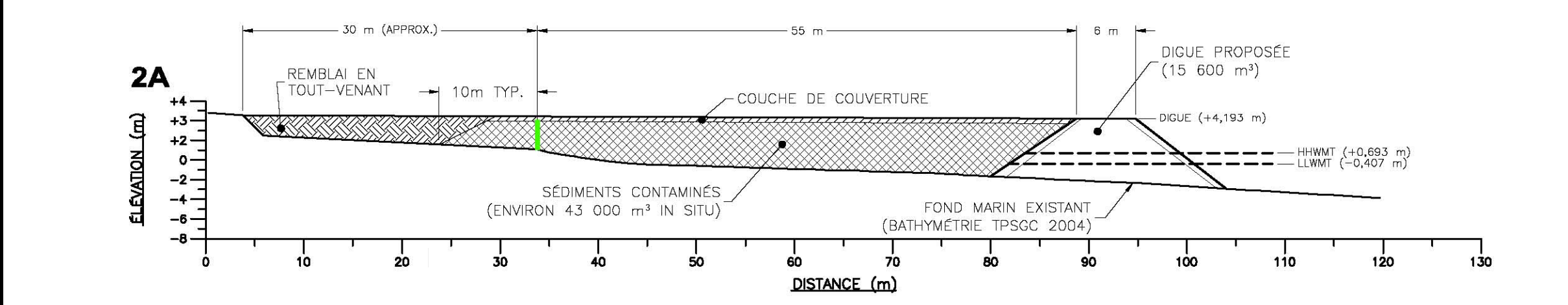
NIVEAUX D'EAU AU QUAI DE GASPÉ - SANDY BEACH (SHC #4416 HAVRE DE GASPÉ)

NIVEAU	ÉLEV. (MSL/MM-29) m
HHWLT	+1,093
HHWMT	+0,693
MWL	+0,093
MSL	+0,000
LLWMT	-0,407
LLWLT	-0,607
ZC	-0,907

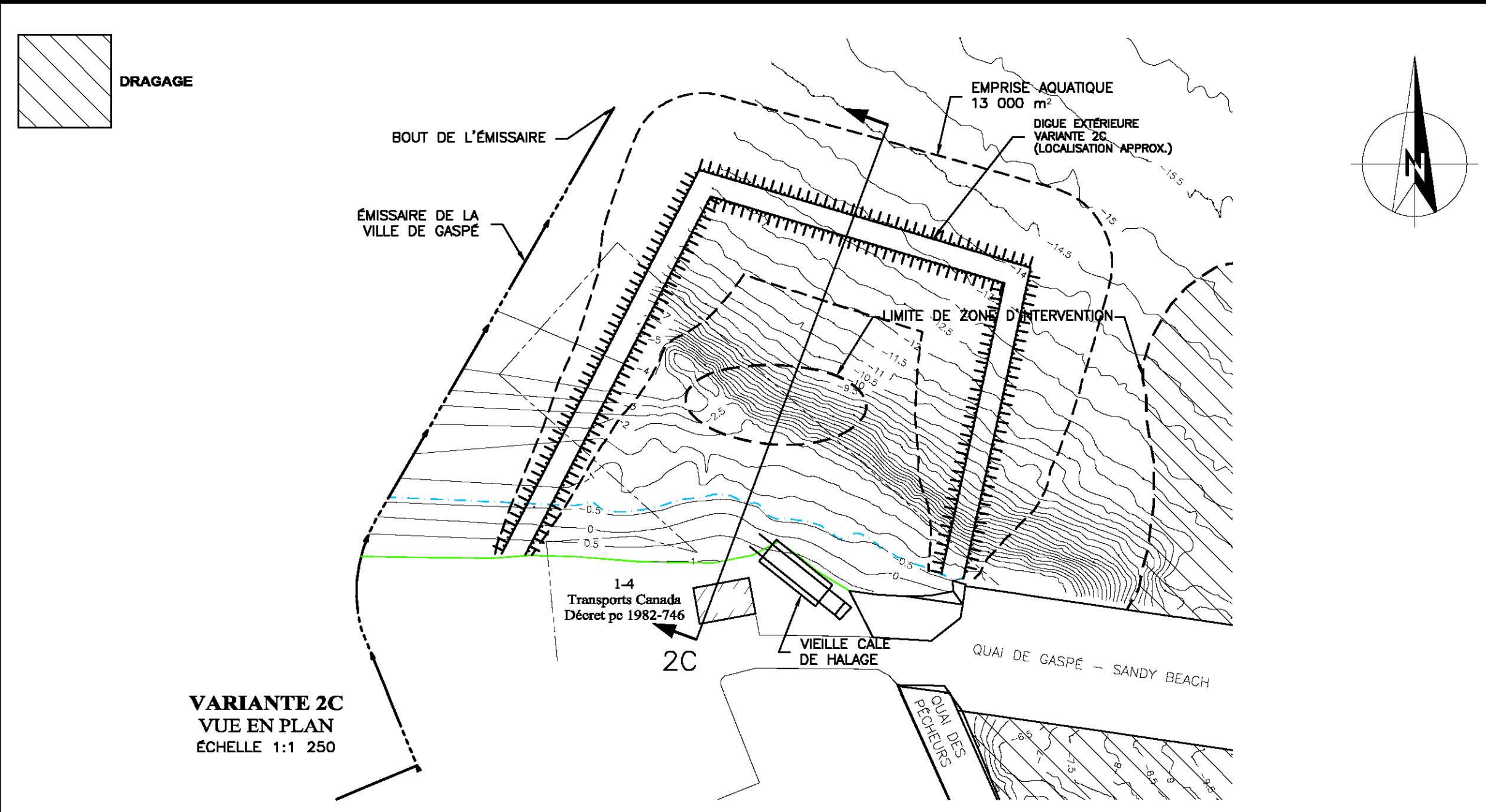
NOTES :
 - MTM ZONE 5, NAD 83.
 - SYSTÈME DE RÉFÉRENCE ALTIMÉTRIQUE: NMM-29 (MSL)



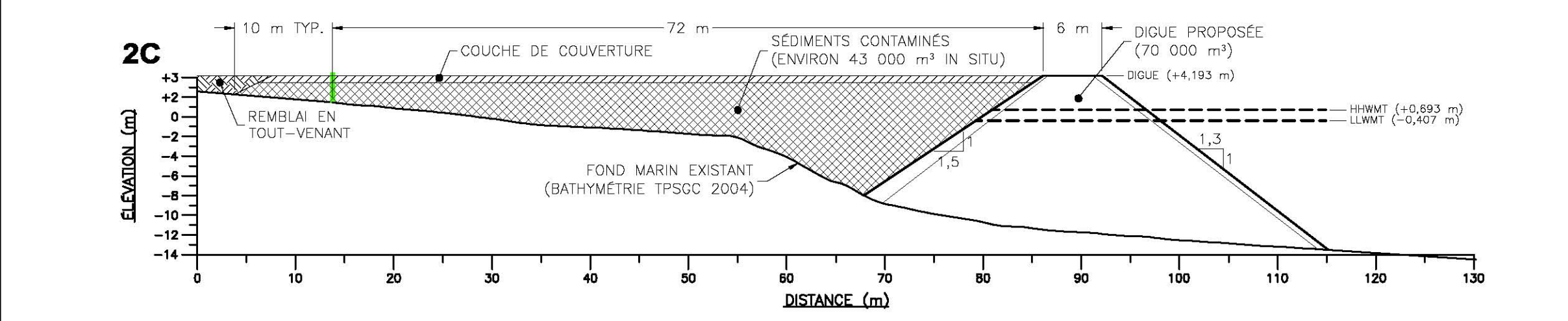
VARIANTE 2A
VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:1 250



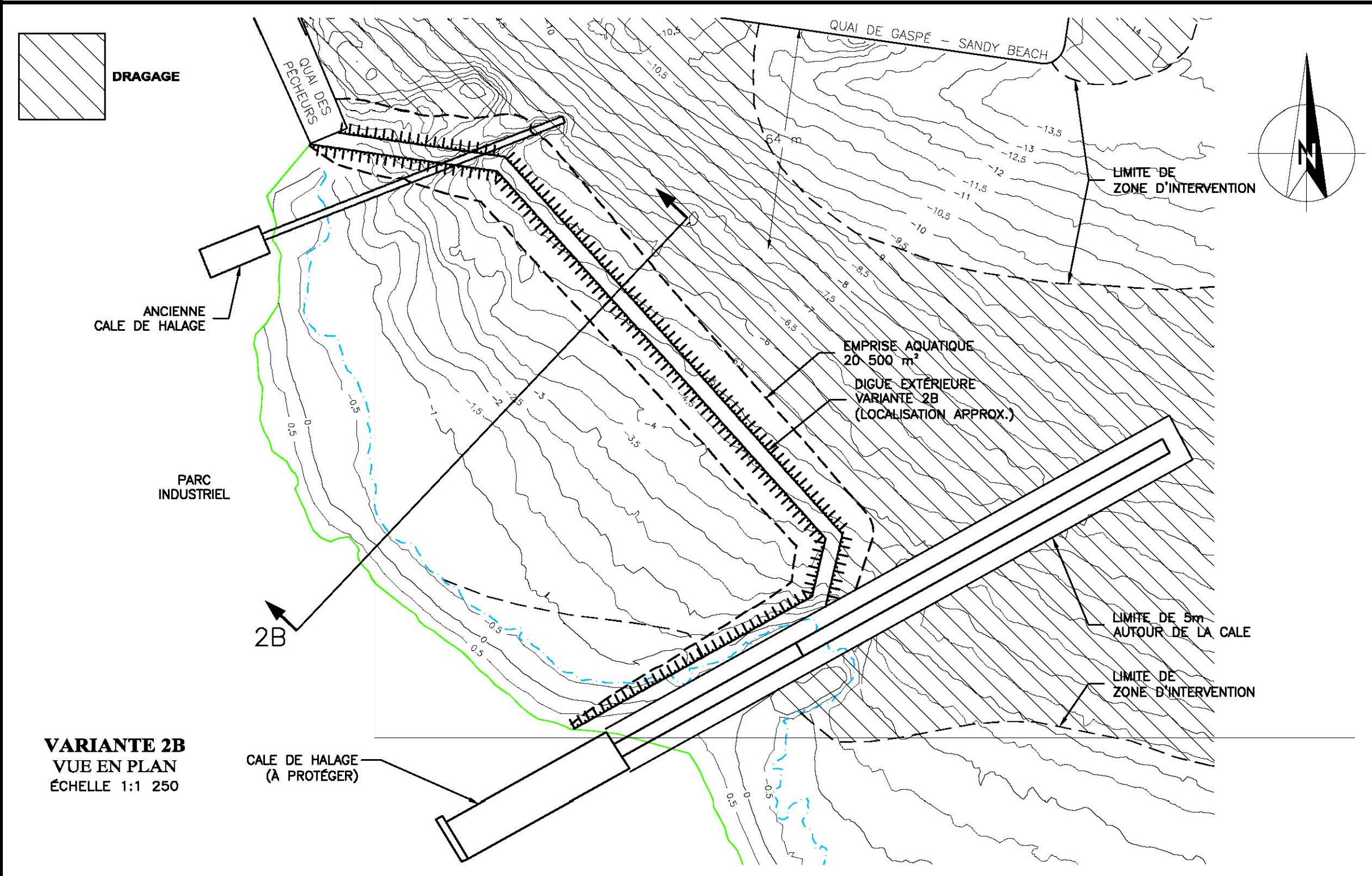
COUPE 2A
ÉCHELLE 1:500



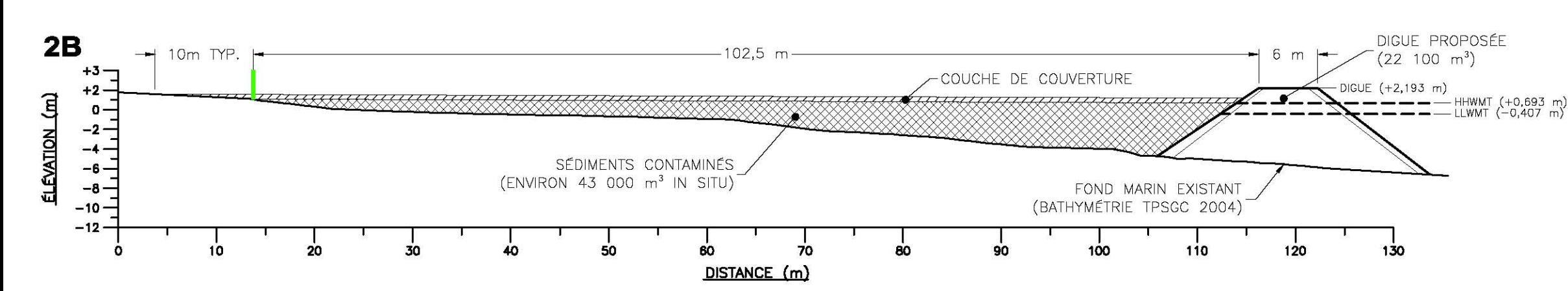
VARIANTE 2C
VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:1 250



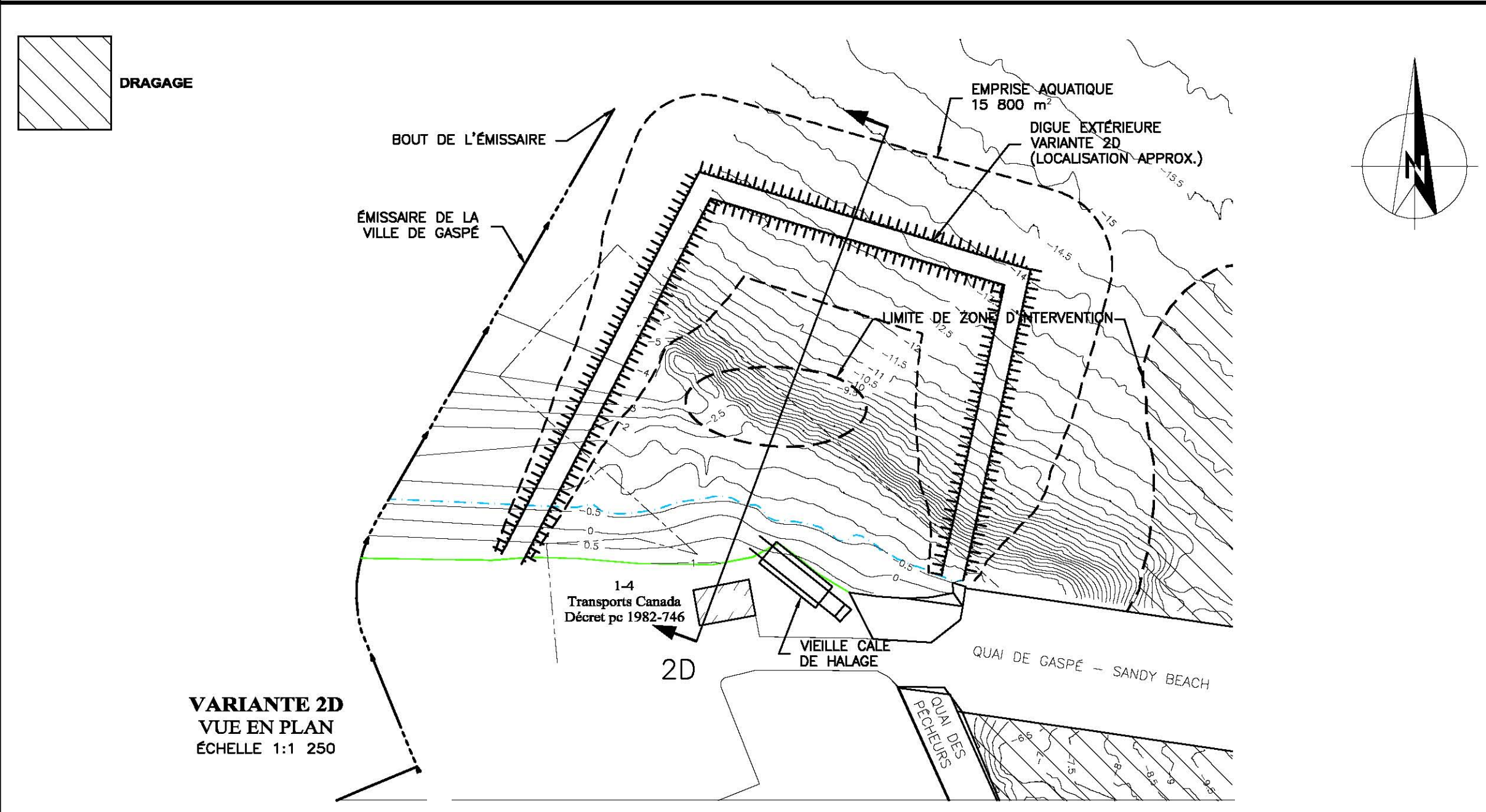
COUPE 2C
ÉCHELLE 1:500



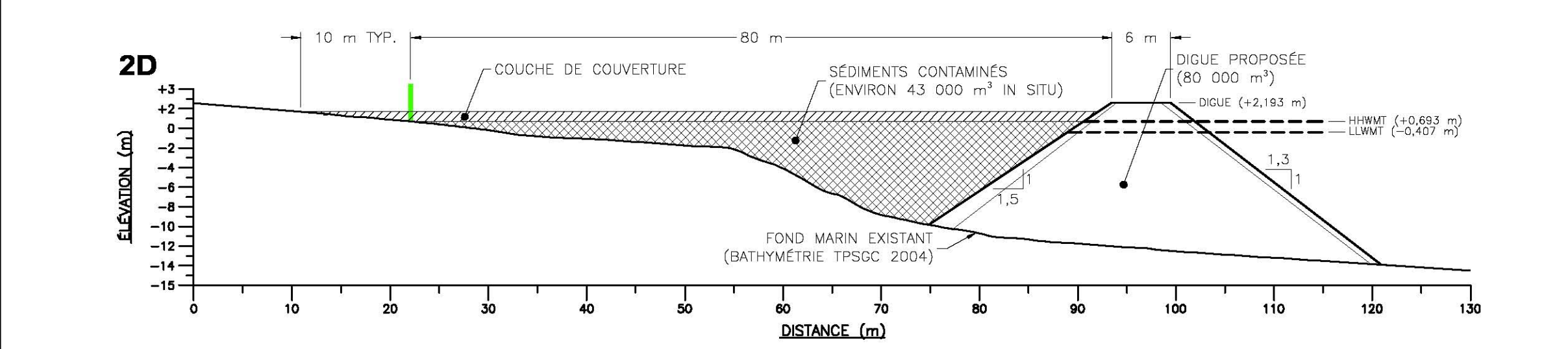
VARIANTE 2B
VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:1 250



COUPE 2B
ÉCHELLE 1:500



VARIANTE 2D
VUE EN PLAN
ÉCHELLE 1:1 250



COUPE 2D
ÉCHELLE 1:500

REV.	A - M - J DATE	DESCRIPTION	Préparé Par	Vérifié Par
00	05-07-26	FINAL	M.B.	S.P.
0B	05-06-13	PRÉLIMINAIRE	M.B.	S.P.
0A	05-05-10	PRÉLIMINAIRE	S.M.	S.P.

ÉMISSIONS / RÉVISIONS

TOUTES LES DIMENSIONS DEVRONT ÊTRE PRISES ET VÉRIFIÉES AVANT DE COMMENCER LES TRAVAUX

Client
TRANSPORTS CANADA ET NORANDA INC.

Projet
PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH

Titre
PLAN 4 DRAGAGE MÉCANIQUE ET DÉPÔT EN RIVE DES SÉDIMENTS

DESSAU SOPRIN Ingénierie et construction

Dessau-Soprin inc.
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) H3B 4V3
Téléphone : 514.281.1010
Télécopieur : 514.281.1060

Préparé S. McNicoll	Discipline Environnement
Dessiné F. Boudreau	Échelle Indiquée
Vérifié M. Bouchard	Date 2005-05-10

Chargé de projet **S Poirier** No. de séquence **4 de 4**

045	P001130	0120	001	RE	0111	00
-----	---------	------	-----	----	------	----

045 P001130 0120 001 RE 0111 00
 045 P001130 0120 001 RE 0111 00
 045 P001130 0120 001 RE 0111 00

Annexe 1 Registre des intrants

N° de projet : P001130	Client : Transports Canada et Noranda inc.	Titre du projet : Projet de restauration des sédiments contaminés au port de Gaspé – Sandy Beach	Forme reçue		Notes :
			A Copie papier	B Vellum ou sepia	
			C Film	D Fichier informatique	
			E Autre :		

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
Études antérieures								
Dossier N° : 5894	Étude de dispersion dans la Baie de Gaspé, Effluent de Gaspé Roche Groupe-Conseil Ltée (Septembre 1986) pour le Ministère de l'environnement du Québec		A	45	24/11/2004	1	24/11/04	MB
Dossier N° : 5894	Étude de dispersion dans la Baie de Gaspé, Effluent de Gaspé Rapport préliminaire Denis Lefavre, Section Modélisation physique, Division des Sciences océaniques, Institut Maurice-Lamontagne, Ministère des Pêches et Océans (Mars 1998)		A	43				
N/A	Courants de Marée dans la Baie de Gaspé, Golfe du Saint-Laurent Rapport préliminaire Denis Lefavre, Section Modélisation physique, Division des Sciences océaniques, Institut Maurice-Lamontagne, Ministère des Pêches et Océans (Mars 1998)		A	33				

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
Projet No. 12030.1	Caractérisation des sédiments en périphérie du quai commercial de Sandy Beach Rapport d'analyse et d'interprétation – Volume 1 Beak International Inc. (Mai 1998) pour Noranda Inc., Transports Canada et TPSGC		A	62				
Projet No. 12030.1	Caractérisation des sédiments en périphérie du quai commercial de Sandy Beach Rapport d'analyse et d'interprétation – Volume 2 Beak International Inc. (Mai 1998) pour Noranda Inc., Transports Canada et TPSGC		A	428				
QE-519-98-017	Gestion des sédiments contaminés présents aux quais de Mont-Louis et de Sandy Beach Rapport final (cartable 2,5 po) Robert Hamelin & Associés inc., 5 novembre 1998 pour Mines et exploration Noranda, division Mines Gaspé		A	319	24/11/2004	1	24/11/04	MB
13820202.doc	Quai de Sandy Beach, caractérisation des sédiments superficiels : cartographie et analyse géostatistique (Gaspé-1997) Services d'études sédimentologiques et Carto-Media, Divisions d'Environnement Illimité Inc., Rapport technique (Avril-Juin 2000) pour TPSGC		A	37				

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
13820403b.doc	Caractérisation des sédiments aux quais de Mont-Louis et de Sandy Beach, Analyse géostatistique et cartographie (automne 2000) Services d'études sédimentologiques, Division d'Environnement Illimité Inc., Rapport technique (Juin 2001) pour Noranda Inc. et TPSGC		A	181				
LHE-01-1	Études hydrodynamique, sédimentologique et benthique pour le choix de sites de mariculture d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), Koutitonsky, V.G. et al. (Mai 2001) Pour La Société de développement de l'industrie maricole (SODIM)		D		24/11/2005			
#SGDDI 782 335	Examen préalable, Projet de nettoyage au quai commercial de Sandy-Beach, Gaspé CJB Environnement Inc. (Juillet 2001) pour TPSGC et Transports Canada		A	130				
LHE-01-2	Études de la réfraction et des vitesses orbitales des houles pour le choix de sites de mariculture d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), Koutitonsky, V.G. et al. (Octobre 2001) Pour le comité de direction du programme ÉCO (CSP, MAPAQ, SODIM)		D	107	06/05/2005			

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
13820403b.doc #SGDDI : 782 997	Caractérisation des sédiments aux quais de Mont-Louis et de Sandy Beach, Analyse géostatistique et cartographie (automne 2000) Services d'études sédimentologiques, Division d'Environnement Illimité Inc., Rapport technique (Novembre 2001) pour Transports Canada, Noranda Inc. et TPSGC		A	187				
N/réf.L QE-105-01-038 #SGDDI : 782 344	Surveillance des travaux de nettoyage au quai de Gaspé (Sandy Beach), rapport de surveillance Robert Hamelin & Associés Inc. (17 décembre 2001) pour TPSGC		A	78				
ND	Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments entourant le quai de Gaspé (Sandy Beach), Caractérisation physico-chimique des sédiments (Septembre 2001) Services d'études sédimentologiques, Division d'Environnement Illimité Inc. (Janvier 2002) pour Noranda Inc. et Transports Canada		A	71				
N/réf. : QE-105-00-049 #SGDDI : 782 890	Évaluation des coûts de dragage et de gestion des sédiments cuprifères au port de Sandy Beach Volet 1 : Acquisition d'information, Rapport synthèse Robert Hamelin & Associés Inc. (Mars 2002) pour TPSGC		A	33				

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
No. réf. QSAR: Q01013 210502 #SGGDI: 889 997	Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre – Quai de Gaspé QSAR, SAB, Beak & Env. Illi., Rapport final (Mars 2002) pour Tranports Canada & Noranda Inc.		A	196				
ND	Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre – Quai de Gaspé QSAR, (Mars 2002) pour Transports Canada & Noranda Inc.		A	11				
N/D	Baie de Gaspé, Secteur du Port de Sandy Beach, Étude de courantométrie Jean-Pierre Savard, InteRives Ltée (Avril 2002) pour TPSGC		A	60				
No. réf. QSAR: Q03007 141003 #SGDDI: 889 974	Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre – Quai de Gaspé QSAR, Addenda (Octobre 2003) pour Transports Canada & Noranda Inc.		A	127				

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
No. réf. QSAR: Q03023 060104 #SGDDI : 889 963	Évaluation du risque à l'environnement et à la santé humaine associé aux sédiments contaminés en cuivre – Quai de Gaspé QSAR, Document d'information (Janvier 2004) pour Transports Canada & Noranda Inc.		A	15				
Cartes topographiques								
22A15-200-0102	Sunny Bank (2002) 1 : 20 000 Ministère des Ressources Naturelles du Québec		A	1				
22A14-200-0201	Murdochville (2002) 1 : 20 000 Ministère des Ressources Naturelles du Québec		A	1				
22A16-200-0101	Gaspé (2000) 1 : 20 000 Ministère des Ressources Naturelles du Québec		A	1				
22A13-200-0202	Lac Adam (2002) 1 : 20 000 Ministère des Ressources Naturelles du Québec		A	1				

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
22A16-200-0202	Cap-des-Rosiers (2000) 1 : 20 000 Ministère des Ressources Naturelles du Québec		A	1				
Cartes marines								
4416	Havre de Gaspé, quai public, marina de Gaspé (2001) 1 : 12 000, 1 : 4 000 Service Hydrographique du Canada		A	1				
4416	Havre de Gaspé, quai public, marina de Gaspé (2001) Carte marine digitale, DXF & TIFF MTM zone 5, NAD 83 Nautical Data International/Digital Ocean		D	N/A	2/12/2004	1	2/12/2004	MB
4485	Cap des Rosiers à/to Chandler (1997) 1 : 75 000 Service Hydrographique du Canada		A	1				
ISBN 0-660-62459-1	Canadian Tide and Current Tables, Gulf of St. Lawrence Table des marées et courants du Canada, Golfe du St. Laurent. 2004, Volume 2		A	1				

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
	Copies 8½ x 11 : Gaspé, Comté de Gaspé-Est, Québec (1970) Carte topographique MTM, NAD27, 1 : 2 500 Ministère des Ressources Naturelles du Québec		D	3	6/05/2005	3	6/05/2005	MB
Photographies aériennes								
Q93607-60	Photo infrarouge (Pointe-de Penouille), couleur 1 : 15 000 22A-41, 27 juillet 1993		E	1	18/11/2004	1	18/11/04	MB
Q93607-80	Photo infrarouge (Havre de Gaspé, Sandy Beach), couleur 1 : 15 000 22A-39, 27 juillet 1993		E	1	18/11/2004	1	18/11/04	MB
Q01823-118	Orthophoto numérique (Baie de Gaspé, Parc Forillon, Cap aux os), couleur 01823118F05.tif, 61,0 MB MTM zone 5, NAD 83 30 septembre 2001, MRNFP Québec		D	N/A	11/11/2004	1	11/11/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
Q01823-120	Orthophoto numérique (Havre de Gaspé, Sandy Beach, Pointe de Penouille, Barre de Sandy Beach), couleur 01823120F05.tif, 61,0 MB MTM zone 5, NAD 83 30 septembre 2001, MRNFP Québec		D	N/A	11/11/2004	1	11/11/04	MB
Q01823-122	Orthophoto numérique (Gaspé et deltas des rivières York et Dartmouth), couleur 01823122F05.tif, 61,0 MB MTM zone 5, NAD 83 30 septembre 2001, MRNFP Québec		D	N/A	11/11/2004	1	11/11/04	MB
Q01823-138	Orthophoto numérique (Cap Haldimand et delta de la rivière St-Jean), couleur 01823138F05.tif, 61,0 MB MTM zone 5, NAD 83 30 septembre 2001, MRNFP Québec		D	N/A	11/11/2004	1	11/11/04	MB
No. Projet Génivar : Q08432	Feuillets format PDF : Index & feuillets 0 à 6, Caractérisation complémentaire et réhabilitation Murdochville (Québec), mosaïques XEOS, préliminaire, couleur 10 fichiers PDF, 138 MB (CD-ROM) GÉNIVAR, 2004 pour Noranda Inc.		D	10	5/11/2004	1	5/11/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
No. Projet Génivar : Q08432	Mosaïques XEOS (TIF et ECW) et montage, couleur Murdochville – parc à résidus, plusieurs fichiers, 1,03 GB (DVD-ROM) MTM zone 5, NAD 83 GÉNIVAR, 2004 pour Noranda Inc.		D	N/A	14/12/2004	1	14/12/04	MB
Cartes et rapports géologiques								
Carte 1642	Carte géologique – Péninsule de Gaspé, 1 : 253 440, couleur carte1642c001.PDF & .TIF, 163 MB (CD1) Service de l'exploration géologique, MRN, Québec, 1967		D	1	10/01/2005	1	10/01/05	MB
DP 83-26	Géologie du quaternaire de la région de ruisseau Lesseps-Murdochville (Partie centrale de la Gaspésie), 1 : 100 000, noir et blanc dp8326p001-004.PDF & .TIF, 203 MB (CD1) Service de la géologie, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1983		D	4	10/01/2005	1	10/01/05	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
DPV 824	Géologie de la région de Gaspé, Rapport intérimaire et carte géologique (35,2 x 47,55 po) Rapport: DPV824.PDF, 1,7 MB (CD1) Carte: dpv824p001.PDF & .TIF, 46,8 MB (CD1) Direction générale des énergies conventionnelles, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1981		D	26	10/01/2005	1	10/01/05	MB
DV 84-04	Atlas géochimique des sédiments de ruisseaux dans la région de Murdochville-Gaspé, noir et blanc DV8404.pdf, 654 MB (CD: DV 84-04) J. Choinière, Direction générale de l'exploration géologique et minérale, direction de la recherche géologique, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1984		D	135	10/01/2005	1	10/01/05	MB
DV 91-06	Géologie de la Gaspésie, Lac Madeleine, 22 A/13, 1 : 50 000, couleur P. Couverture, Errata : DV9106.PDF, 8,9 MB Carte no. 2180 (45,8 x 26,2 po) : dv9106c001.PDF & .TIF, 113 MB (CD2) Carte, agrandissement 1 : 20 000, Murdochville (50,8 x 26,5 po): dv9106c002.PDF & .TIF, 72 MB (CD2) Secteur des mines, MRN, Québec, 1991		D	4	10/01/2005	1	10/01/05	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
DV 91-07	Géologie de la Gaspésie, Lac York, 22 A/14, 1 : 50 000, couleur P. Couverture: DV9107.PDF, 8,0 MB Carte (37,3 x 25,2 po) : dv9107c001.PDF & .TIF, 71 MB (CD2) Carte, agrandissement 1 : 20 000, Murdochville (26,3 x 25,2 po): dv9107c002.PDF & .TIF, 31 MB (CD2) Secteur des mines, MRN, Québec, 1991		D	3	10/01/2005	1	10/01/05	MB
DV 91-21	Carte géologique – Péninsule de la Gaspésie, 22A, 22B, 22G, 22H et 21O, 1 : 250 000 P. Couverture: DV9121.PDF, 5,5 MB Carte 2146 (53,4 x 30,1 po) : dv9121c001.PDF & .TIF, 150 MB (CD2) Secteur des mines, MRN, Québec, 1991		D	2	10/01/2005	1	10/01/05	MB
DV 93-06	Carte minérale de la Gaspésie, feuille Gaspé, 22A, 1 : 250 000 P. Couverture: DV9306.PDF, 9,8 MB Carte 2175 (35,1 x 21,0 po) : dv9306c001.PDF & .TIF, 26 MB (CD2) Secteur des mines, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1993		D	2	10/01/2005	1	10/01/05	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
ET 85-06	Géologie de la région de Murdochville, rapport géologique et carte Rapport (32p) : ET8506.pdf, 11 MB (CD3) Carte 2018 (Feuilles Lac York & Grande Vallée, 22 A/14-22 H/3 & H/6) (21,2 x 25,6 po): et8506c001.PDF & .TIF, 74 MB (CD3) Michel Rheault, Direction générale de l'exploration géologique et minérale, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1986		D	33	10/01/2005	1	10/01/05	MB
MB 85-11	Stratigraphie du quaternaire du Québec : une revue Rapport : MB8511.pdf, 4,3 MB (CD3) P. Lasalle, Direction de la recherche géologique, Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 1985		D	76	10/01/2005	1	10/01/05	MB
RP 125	Rapport préliminaire de la région de Gaspé, rapport géologique et carte (noir et blanc) Rapport (6p) : RP125.pdf, 519 KB (CD3) Carte : rp125p001.PDF & .TIF, 1,1 MB (CD3) Ministère des Mines et des Pêcheries, Québec, 1939		D	7	10/01/2005	1	10/01/05	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
RG 035	La géologie de l'est de Gaspé, rapport et cartes (couleur & noir et blanc) Rapport (193p) : RG035.pdf, 24,4 MB (CD4) Cartes (approx 38 x 26 po): rg035c001-008.PDF & .TIF, 724 MB (CD4&5) H.W. McGerrigle, Ministère des Mines, Québec, 1950		D	201	10/01/2005	1	10/01/05	MB
Plans d'infrastructure et de propriété, autres données								
N/Ref : 104-001-106	Compilation des sommaires des débits et des charges polluantes et des rendements relatifs à l'enlèvement des MES. AXeau Inc. – Gestion de services municipaux Sommaires de 1999 à 2003 Données fournies par Nathalie Drapeau, Nordikeau Inc. le 23 novembre 2004		A	10	23/11/2004	1	23/11/04	MB
N/A	Copies 11x17 de la matrice graphique de lotissement du secteur industriel du quai de Sandy Beach Ville de Gaspé Matrice à jour au 22 novembre 2004 Données fournies par Jocelyn Villeneuve, Département de l'urbanisme, Ville de Gaspé		A	7	22/11/2004	1	22/11/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
N/A	Plan de localisation de la prise d'eau de la ville de Gaspé (rivière St-Jean, près de l'aéroport) Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé, 2004		A	3	2/12/2004	1	2/12/04	MB
RM93024M	Plan d'ensemble – Gaspé (Sandy Beach), plan No. RM93024M, no. projet 788678. RM93024M..dwg TPSGC, 14 août 2003 MTM zone 5, NAD 83 (mm) reçu de Carol Berger, TPSGC		D	7	29/11/2004	1	29/11/04	MB
MM-97-8433	Gaspé (Sandy-Beach), plan de propriété et piquetage, plan No. MM-97-8433, minute 4587, 1 : 500 PLAN DE PROPRIÉTÉ ET PIQUETAGE01.DWG, PLAN DE PROPRIÉTÉ ET PIQUETAGE02.DWG Christian Roy, a.-g., a.f., 22 juillet 1997 MTM zone 5, NAD 83 reçu de Carol Berger, TPSGC pour TPSGC		D	2	8/12/2004	1	8/12/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
dossier 2032	Plan de compilation (plan de propriété, quai de Sandy Beach), dossier 2032, 1 : 500 NORANDA.dwg Roy, Roy et Connolly, Christian Roy, a.-g., a.f., 9 février 1998 Système de coordonnées arbitraire reçu de Roy, Roy et Connolly (Christian Roy) pour Noranda Inc.		D	1	9/12/2004	1	9/12/04	MB
dossier 8	Descriptions foncières, gouvernement du Québec, juridiction du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, dossier 8, 1 : 1000 MAPAQ.dwg Roy, Roy et Connolly, Christian Roy, a.-g., a.f., 14 mars 2003 MTM zone 5, NAD 83 reçu de Roy, Roy et Connolly (Christian Roy) pour MAPAQ		D	1	9/12/2004	1	9/12/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
dossier 05501-400	<p>Copies 11x17 des cartouches et du plan de localisation du bout de l'émissaire des plans tel-que-construit, Ville de Gaspé, traitement des eaux usées, travaux d'interception et émissaire, dossier No. 05501-400, plans Nos. C7/7 & C7A/7 de 73, échelle variable</p> <p>Société québécoise d'assainissement des eaux & Roche Groupe-Conseil Ltée., 16 avril 1999</p> <p>Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé pour la Ville de Gaspé</p>		A	3	22/11/2004	1	22/11/04	MB
dossier 05501-400	<p>Scans des plans de l'émissaire, Ville de Gaspé, traitement des eaux usées, travaux d'interception et émissaire, dossier No. 05501-400, plans Nos. C7/7 & C7A/7 de 73, échelle variable</p> <p>Fichiers : scan205.TIF & scan206.TIF, 45 MB</p> <p>Société québécoise d'assainissement des eaux & Roche Groupe-Conseil Ltée., 16 avril 1999</p> <p>Données fournies par Donald Côté, Roche Groupe-Conseil Ltée. pour la Ville de Gaspé</p>		D	2	19/01/2005	1	19/01/05	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
dossier 8534940	<p>Copies 11x17 du plan d'ensemble (avec emprise du CN), Ville de Gaspé, assainissement des eaux, ouvrages mécaniques et trop-pleins, intercepteurs Sandy-Beach et industriel, réhabilitation rue du Havre et secteur industriel, travaux connexes, dossier 8534940, plan No. 1 de 2, 1 : 2500</p> <p>Société québécoise d'assainissement des eaux & Lapel Groupe-Conseil Inc., 26 septembre 1988</p> <p>Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé pour la Ville de Gaspé</p>		A	4	22/11/2004	1	22/11/04	MB
dossier 8534940	<p>Copies 11x17 du plan tel-que-construit, intercepteur industriel CH. 0+000 à 0+270, dossier 8534940, plan No. GC-8, H 1 : 500, V 1 : 50</p> <p>Société québécoise d'assainissement des eaux & Lapel Groupe-Conseil Inc., janvier 1990</p> <p>Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé pour la Ville de Gaspé</p>		A	5	22/11/2004	1	22/11/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
dossier 8534940	Copies 11x17 du plan tel-que-construit, traverse de voie ferrée (CN Rail Atlantic Region), dossier 8534940, plans No. D3 1 à 3 Société québécoise d'assainissement des eaux & Lapel Groupe-Conseil Inc., janvier 1990 Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé pour la Ville de Gaspé		A	9	22/11/2004	1	22/11/04	MB
dossier 8534940	Copies 11x17 du plan tel-que-construit, intercepteur industriel CH. 0+270 à 0+456, dossier 8534940, plan No. GC-9, H 1 : 500, V 1 : 50 Société québécoise d'assainissement des eaux & Lapel Groupe-Conseil Inc., janvier 1990 Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé pour la Ville de Gaspé		A	9	22/11/2004	1	22/11/04	MB
dossier 8534940	Copies 11x17 du plan tel-que-construit, intercepteur Sandy Beach CH. 2+380 à 2+470, dossier 8534940, plan No. GC-7, H 1 : 500, V 1 : 50 Société québécoise d'assainissement des eaux & Lapel Groupe-Conseil Inc., janvier 1990 Données fournies par Henri Chouinard, Travaux publics, Ville de Gaspé pour la Ville de Gaspé		A	9	22/11/2004	1	22/11/04	MB

Numéro de document	Nom / Description	Rév.	Forme reçue	Nombre de pages	Date de réception	Type de vérification selon IQ-09-GQ-06 (1 à 4)	Vérifié le	Vérifié par
dossier 5939	Plan de compilation (plan de propriété, parc industriel de Sandy Beach, parties est et ouest), dossier 5939, 1 : 1 000 Min5939cr.dwg et Min5877cr.dwg Roy, Roy et Connolly, Christian Roy, a.-g., a.f., 4 février 2005 MTM zone 5, NAD 83 pour la Ville de Gaspé.		D	1	21/03/2005	3	15/04/05	MB
130721	Plans tel-que-construit, Reconstruction quai Gaspé (Sandy Beach) / Wharf Reconstruction 8 plans A1 Thibeault, Gascon, Vigneault, Dumais, Coentreprise, février 1988 pour Travaux Publics Canada		A	8				
NA	Bathymétrie 2000 et 2004, moyenne des valeurs 00211m01.dwg et 04097m01.dwg TPGSC, 2005		D	NA	22/02/2005	3		MB

Annexe 2 Rapport de visite



Projet de restauration des sédiments contaminés au port de Gaspé – Sandy Beach

Rapport de visite

FINAL



Juillet 2005
N/Réf. : P001130-120-RE-0001-01

Transports Canada et Noranda inc.

Projet de restauration des sédiments contaminés au port de Gaspé – Sandy Beach

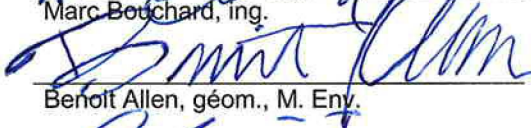
Rapport de visite

FINAL

Préparé par :


Marc Bouchard, ing.

Vérifié par :


Benoît Allen, géom., M. Env.

Approuvé par :


Stéphanie Poirier, ing., M.Sc.A.

Dessau-Soprin inc.
1060, rue University, bureau 600
Montréal (Québec) Canada H3B 4V3
Téléphone : (514) 281-1010
Télécopieur : (514) 281-1060
Courriel : <mailto:enviro@dessausoprin.com>
Site Web : <http://www.dessausoprin.com/>

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
N° DE RÉVISION	DATE	DESCRIPTION DE LA MODIFICATION ET/OU DE L'ÉMISSION
0A	2005-02-01	Rapport de visite - préliminaire
00	2005-06-13	Rapport de visite - final
01	2005-07-26	Rapport de visite – final révisé

Ce document d'ingénierie est l'œuvre de Dessau-Soprin et est protégé par la loi. Il est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de Dessau-Soprin.

Juillet 2005

N/Réf. : P001130-120-RE-0001-01

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Dessau-Soprin a effectué une visite du secteur du quai de Gaspé - Sandy Beach les 22, 23 et 24 novembre 2004 afin de prendre connaissance du milieu physique, pour rencontrer les intervenants locaux et pour effectuer la collecte d'intrants auprès des autorités et des organisations locales. Selon les observations faites lors de la visite, Dessau-Soprin a pu relever certaines caractéristiques et potentiels du site qui se distinguent dans le contexte de futurs travaux de restauration.

Dans le cadre de l'acquisition d'intrants au projet, Dessau-Soprin a obtenu, auprès de la ville de Gaspé, des copies du plan de lotissement, ainsi que des copies des plans tel-que-construit de l'émissaire et des égouts sanitaires dans le secteur du quai. De plus, des données sur les débits et les rendements relatifs à l'enlèvement des matières en suspension au rejet de l'usine ont été reçues de la part des responsables de l'usine de traitement des eaux usées de la ville de Gaspé. Dessau-Soprin a aussi acquis des renseignements relatifs au lotissement du site de la part des arpenteurs-géomètres Roy, Roy et Connolly, ainsi que des renseignements sur la courantométrie de la baie de Gaspé de la part de la Société de développement de l'industrie maricole inc. (SODIM).

Lors de sa visite du quai et du secteur industriel, Dessau-Soprin a relevé les caractéristiques principales du site à considérer lors de l'élaboration des scénarios d'intervention. Ces éléments comprennent les installations portuaires, les propriétés et bâtiments à proximité du quai principal ainsi que les cales de halage (en fonction et désaffectées). Les sites potentiels pour l'aménagement de futures installations pour la gestion des produits de dragage et pour l'élimination des sédiments ont ainsi été identifiés. De plus, Dessau-Soprin a fait note des sites importants mais secondaires aux considérations pour les travaux de restauration (dépôts pétroliers, dépôts de sel, résidences, etc.) dans le secteur du quai.

La propriété longeant le chemin de fer de la Gaspésie a été identifiée comme surface potentielle pour la construction d'un bassin d'assèchement, tandis que le site de stockage d'acide sulfurique de Noranda a été retenu comme site potentiel pour la gestion des effluents liquides et comme site d'entreposage temporaire pour les matériaux. De plus, l'entrepôt de Noranda situé en bordure de la route 132 serait un site potentiel pour le stockage de matériaux, incluant les sédiments asséchés. Lors de sa visite, Dessau-Soprin a identifié deux sites potentiels pour le dépôt en rive des sédiments dragués, le premier étant localisé entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime, tandis que l'autre serait situé immédiatement au nord-ouest du quai principal, sur la propriété de Transports Canada.

EXECUTIVE SUMMARY

Dessau-Soprin visited the area of the Port of Gaspé (Sandy Beach) on the 22nd, 23rd and 24th of November 2004, in order to familiarize itself with the wharf's immediate physical environment, to meet local actors and to obtain information from local authorities and organisations. Dessau-Soprin's observations resulted in the identification of distinctive site characteristics and potentials in the context of a future restoration project.

In the process of acquiring relevant project data, Dessau-Soprin obtained copies of the City of Gaspé's graphic register, in addition to copies of as-built drawings of the city's sanitary sewer system and treated wastewater outlet in the port area. Performance data on flow rates and suspended solids removal were also obtained from the city's wastewater treatment plant management. Further information on property subdivisions in the port area was obtained from Roy, Roy & Connolly, Land Surveyors, and information on the ocean currents in the "Havre de Gaspé" was acquired from the "Société de développement de l'industrie maricole inc." (SODIM).

During the visit to the port's industrial area, Dessau-Soprin identified site characteristics to be considered while developing the restoration scenarios. These elements include port installations, properties and buildings in the vicinity of the public wharf, as well as marine railways (both active and abandoned). Potential sites for the installation of dredged sediment management facilities and confined disposal facilities were thus identified. Dessau-Soprin also took note of other important sites in the port area that are, however, secondary in importance in relation to the restoration work (petroleum depots, road salt depots, residences, etc.).

The property located along the "Chemins de fer de la Gaspésie" railway was identified as a potential area for the construction of a dewatering basin, while Noranda's sulphuric acid storage compound was retained as a potential site for the management of liquid effluents and as a temporary material storage site. Furthermore, Noranda's warehouse, situated along highway 132, is considered to be a potential temporary storage facility for materials, including dewatered sediments. During the visit, Dessau-Soprin identified two potential sites for nearshore confinement of dredged sediments. The first is located between the fishermen's wharf and the shipyard's existing marine railway, while the second is situated immediately to the northwest of the public wharf, on Transport Canada property.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 INTRODUCTION.....	1
1.1 MISE EN SITUATION.....	1
1.2 CONTENU DU RAPPORT	1
2 COLLECTE DES INTRANTS	3
2.1 VILLE DE GASPÉ	3
2.1.1 Urbanisme, développement et environnement	3
2.1.2 Travaux publics.....	3
2.1.3 Usine d'épuration de la ville de Gaspé	3
2.2 AUTRES SOURCES	4
2.2.1 Roy, Roy & Connolly.....	4
2.2.2 SODIM	4
3 VISITE DES SITES	5
3.1 SITE DU QUAI.....	5
3.1.1 Quai principal.....	5
3.1.2 Quai des pêcheurs.....	6
3.1.3 Émissaire de la ville de Gaspé.....	6
3.1.4 Sites adjacents au quai.....	7
3.1.4.1 Grève en bordure du lot B4-2-1-2.....	7
3.1.4.2 Vivier de homards.....	7
3.1.4.3 Chantier maritime	7
3.1.4.4 Site de Transports Canada situé à l'ouest du quai	8
3.2 SITES POTENTIELS POUR LE SÉCHAGE OU LA DÉCANTATION DES SÉDIMENTS.....	8
3.2.1 Ancien site de stockage d'acide sulfurique de Noranda	8
3.2.2 Terrains adjacents au Chemin de fer de la Gaspésie.....	9
3.2.3 Ancien entrepôt de Noranda	10
3.3 SITES POTENTIELS POUR LA MISE EN DÉPÔT DES SÉDIMENTS	10
3.3.1 Parc à résidus No.1 de Murdochville	10
3.3.2 Secteur à l'est du quai des pêcheurs (dépôt en rive).....	11
3.4 AUTRES SITES D'INTÉRÊT	11
3.4.1 Résidences	11
3.4.2 Ancien dépôt pétrolier ESSO	12
3.4.3 Dépôts de sel.....	12
3.4.4 Dépôts pétroliers Irving et Ultramar	12
3.4.5 Barre de Sandy Beach.....	12
4 CONCLUSION	13

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures

Figure 1: Localisation du site à l'étude

Figure 2: Sites d'intérêt dans le secteur du quai

Figure 3: Emplacement proposé pour la mise en dépôt des sédiments

Annexe

ANNEXE 1 RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN SITUATION

Le quai de Gaspé – Sandy Beach, une installation à vocation industrielle et commerciale depuis plus de 100 ans, et anciennement un lieu d'activités militaires durant la deuxième guerre mondiale, est situé à environ 3 km à l'est de la ville de Gaspé, sur la rive sud du Havre de Gaspé. Son utilisation actuelle comprend le transbordement de produits pétroliers et de marchandises générales, le tourisme, le ravitaillement de navires fédéraux appartenant à Pêches et Océans Canada, dont ceux de la Garde côtière canadienne, le déchargement de sel destiné au déglçage des routes, ainsi que la pêche. Des transbordements d'acide sulfurique et de concentré de cuivre ont eu lieu pendant plus de 40 ans au quai, et ce jusqu'en 2002.

Depuis une quinzaine d'années, le secteur adjacent au quai de Gaspé – Sandy Beach fait l'objet d'études de caractérisation, d'études pour la gestion des sédiments contaminés, et d'une analyse de risque. Ces études ont mis en évidence une problématique environnementale reliée à la présence de contaminants dans les sédiments.

Dessau-Soprin Inc. (DSI) a été mandatée pour élaborer le projet de décontamination des sédiments au port de Gaspé. Pour ce faire des critères de sélection ont été établis afin de dresser une liste d'options de restauration et permettre de poser des scénarios d'intervention applicables au site de Gaspé. Finalement, dans un même temps le processus d'information du milieu, d'étude d'impact et de caractérisation complémentaire suit son cours. Ainsi dans ce contexte DSI a effectué une visite des lieux les 22, 23 et 24 novembre 2004.

1.2 CONTENU DU RAPPORT

Dessau-Soprin a établi, lors de sa visite à Gaspé, des contacts avec les intervenants locaux et a pu recueillir des informations techniques utiles aux étapes subséquentes de son mandat. Dans le cadre de sa visite, DSI a rencontré les départements d'urbanisme et de travaux publics de la Ville de Gaspé, le responsable de l'usine d'épuration de la Ville de Gaspé, ainsi que Christian Roy, arpenteur-géomètre à Gaspé et Robert Vaillancourt de la Société de développement de l'industrie maricole Inc. (SODIM). Les informations acquises lors de ces rencontres sont discutées dans la section intitulée « collecte des intrants ».

De plus, Dessau-Soprin a effectué une visite du site du quai lui-même ainsi que des sites d'intérêt adjacents, les 23 et 24 novembre 2004, en compagnie des représentants du comité technique (CT) du projet (Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Transports Canada, Noranda et Environnement Canada). Les éléments suivants sont discutés dans le rapport :

- Le site du quai;
- Les sites potentiels pour le séchage ou la décantation des sédiments;
- Les sites potentiels pour la mise en dépôt des sédiments et les autres sites d'intérêt.

Un rapport photo de la visite est inclus à l'annexe 1. La localisation des divers sites discutés dans le rapport est présentée aux figures 1 à 3.

2 COLLECTE DES INTRANTS

2.1 VILLE DE GASPÉ

Une visite à l'Hôtel de ville de Gaspé a été effectuée lundi, le 22 novembre 2004 afin d'obtenir les matrices de lotissement et des données sur les infrastructures présentes sur le site du quai ainsi que dans le parc industriel en périphérie du quai.

2.1.1 Urbanisme, développement et environnement

Dessau-Soprin a rencontré Monsieur Jocelyn Villeneuve du département de l'urbanisme, du développement et de l'environnement de la Ville de Gaspé le 22 novembre 2004. Monsieur Villeneuve a remis des copies papier des matrices graphiques de lotissement mises à jour en 2004 pour le site du quai et les terrains environnants. Les informations détaillées telles que la liste des propriétaires, disponibles à travers la banque de données informatisées de la ville, pourront être transmises sur demande à DSI par courrier électronique ou par la poste.

2.1.2 Travaux publics

DSI a rencontré Monsieur Henri Chouinard du département des travaux publics le 22 novembre 2004. Des copies papier des plans tels que construits pour les ouvrages d'interception et l'émissaire municipal (Roche Groupe-Conseil, 1999) ainsi que les ouvrages des intercepteurs sanitaires de Sandy-Beach et du parc industriel (Lapel Groupe-Conseil, 1990) ont été remises à DSI. De plus, DSI a adressé une requête auprès de Roche pour que les copies électroniques des plans tels que construits pour les ouvrages d'interception et l'émissaire municipal lui soient transmises. DSI a reçu ces copies électroniques le 19 janvier 2005. Ces plans contiennent les tracés les plus récents des infrastructures aériennes et souterraines dans le secteur du quai et du parc industriel. La localisation précise de la conduite et du bout de l'émissaire est aussi montrée sur ces plans.

M. Chouinard a également fourni un plan de localisation de la prise d'eau de la ville de Gaspé, qui se trouve à l'ouest du site de l'aéroport de Gaspé sur la rivière Saint-Jean, à environ 7,4 km du quai de Gaspé – Sandy-Beach.

2.1.3 Usine d'épuration de la ville de Gaspé

DSI a rencontré Madame Nathalie Drapeau, responsable de l'usine d'épuration de la ville de Gaspé, aux bureaux de l'usine le 23 novembre 2004. Mme Drapeau a fourni à DSI le sommaire des débits et des rendements relatifs à l'enlèvement des matières en suspension (MES) au rejet de l'usine, pour les années 1999 à 2003 inclusivement.

2.2 AUTRES SOURCES

2.2.1 Roy, Roy & Connolly

DSI a visité les bureaux de Roy, Roy & Connolly (arpenteurs-géomètres conseil) le 22 novembre 2004 afin d'obtenir les matrices graphiques de lotissement pour le site du quai et le site industriel en format numérique. DSI a rencontré Monsieur Christian Roy et a pu consulter deux jeux de plans émis à TPSGC et Noranda, respectivement, tous deux basés sur une partie de la matrice graphique de lotissement du site industriel du quai de Sandy Beach. M. Roy a transmis à DSI, le 9 décembre 2004, la version électronique de ces plans, en format Autocad, avec la permission de TPSGC et de Noranda.

M. Roy a aussi compilé en format Autocad un document de calcul géoréférencé qui contient toutes les limites des lots du secteur industriel du quai. Puisque toutes les informations requises n'étaient pas contenues dans les plans de TPSGC ou de Noranda, M. Roy a transmis à DSI, le 9 décembre 2004, un plan en version électronique des descriptions foncières du secteur industriel du quai de Gaspé – Sandy Beach, monté sur la base du document de calcul mentionné ci-haut, produit pour le Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ).

Depuis le dossier de la cession du port de Gaspé, où un jugement a été rendu reconnaissant Transport Canada propriétaire du lot d'eau sous l'assiette du quai, plus 1 m sur le pourtour, cette propriété fait partie du lot 1-4.

2.2.2 SODIM

DSI a rencontré Monsieur Robert Vaillancourt de la Société de développement de l'industrie maricole Inc. (SODIM), le 23 novembre 2004, dans le but d'obtenir des renseignements sur l'industrie maricole, les MES et la courantométrie dans la baie de Gaspé. M. Vaillancourt a fourni à DSI le rapport de *l'Étude hydrodynamique, sédimentologique et benthique pour le choix de sites de mariculture d'Omble de fontaine dans la baie de Gaspé* (ISMER, mai 2001) en format pdf. De plus, M. Vaillancourt a indiqué à DSI la localisation approximative des activités aquacoles dans le bassin du nord-ouest de la baie, tous situés à l'ouest de l'axe reliant la Pointe-de-Penouille et le centre-ville de Gaspé (cet axe est indiqué à la carte marine #4416 *Havre de Gaspé*).

3 VISITE DES SITES

3.1 SITE DU QUAÏ

3.1.1 Quai principal

Le quai public de Gaspé – Sandy Beach est situé dans le Havre de Gaspé à environ 3 km à l'est de la ville de Gaspé (voir la Figure 1). Il comporte les caractéristiques suivantes :

	Nord du quai	Sud du quai
Longueur du poste d'accostage	180,0 m	175,0 m
Profondeur du poste d'accostage	10,0 m	8,0 m

- Capacité portante de l'aire de chargement : 56,9 kPa.
- Largeur disponible sur le quai : 29 m.
- Élévation du pavé du quai : 3,17 m au-dessus du zéro des cartes, ou 2,26 m par rapport au niveau moyen des mers (NMM-29).
- Utilisation actuelle et projetée: transbordement de produits pétroliers par les pétrolières Irving et Ultramar et de marchandises générales, tourisme, ravitaillement des navires fédéraux appartenant à Pêches et Océans Canada, dont ceux de la Garde côtière canadienne, déchargement de sel destiné au déglacage des routes, pêche.
- Accessible par bateau 12 mois par année.
- Construction : palplanches d'acier ancrées au roc à toutes les 5 palplanches. Tablier du quai en béton. Faible quantité de sédiments contaminés entreposés à l'intérieur de l'enceinte.
- Conduites de pétrole et d'acide sulfurique (désaffectée) souterraines accessibles via trappes d'accès sur le quai.

DSI a visité le quai principal à deux reprises : le 23 novembre 2004 en compagnie des membres du comité technique, ainsi que le 24 novembre 2004. DSI a constaté les faits suivants lors de ses visites:

- Faible tirant d'eau à l'extrémité nord-ouest du quai et présence d'eaux fortement chargées de matières en suspension à cet endroit.

- Impossibilité d'effectuer la totalité des travaux de dragage à l'aide de machinerie localisée sur le quai.
- Présence de conduites d'acide sulfurique désaffectées à même le quai qui pourrait éventuellement servir au transport des boues de sédiments dans le cas d'un dragage hydraulique.
- Une voie de chemin de fer se rend jusqu'à la limite des terrains de Transports Canada, à environ 100 m du quai.
- Le phare d'alignement au bout du quai indiqué aux cartes marines a été démantelé.
- Le côté sud du quai est généralement utilisé par les pêcheurs pour le transbordement de leur cargaison.

3.1.2 Quai des pêcheurs

L'accès au quai des pêcheurs est interdit. DSI a pu l'observer à partir du quai de Transports Canada et constater le mauvais état de la structure (voir la photo #3 du rapport photographique présenté à l'annexe 2) lors des visites du quai principal les 23 et 24 novembre 2004. Les sédiments présents sous ce quai, construit sur pilotis, sont potentiellement contaminés par le cuivre et/ou les HAP. En effet, le quai est situé près de la zone la plus fortement contaminée en cuivre et en HAP.

Le quai des pêcheurs représente un endroit restreint pour le confinement sécuritaire d'une portion des sédiments contaminés. Il semble que son démantèlement devra être inclus au projet de restauration des sédiments contaminés.

3.1.3 Émissaire de la ville de Gaspé

Madame Nathalie Drapeau, responsable de l'usine d'épuration de la ville de Gaspé, a indiqué la localisation de l'émissaire de l'usine de traitement (voir la Figure 2). La conduite de l'émissaire, à partir de l'usine, traverse immédiatement le chemin de fer et longe la rue du quai, au sud de sa ligne de centre selon un axe sud-ouest nord-est. L'alignement de la conduite bifurque de 90° vers le nord à la hauteur de la limite ouest du lot B5-1-2-1 (ancienne propriété de Shell), à l'extrémité sud de laquelle, sur l'accotement de la rue du quai, la conduite est reliée à un regard. Un refoulement d'eau de rejet de l'usine, à travers le couvercle de ce regard d'égout, a été observé à quelques reprises en 2003, selon Mme Drapeau. Les causes de ces refoulements sont inconnues.

Selon les plans tels que construits de l'émissaire de la ville de Gaspé (Roche, 1999), la conduite bifurque vers le nord-est avant d'atteindre la Baie de Gaspé et se poursuit sur une distance approximative de 150 m sous le lit de la baie. Le bout de l'émissaire se situerait à environ 170 m au nord du bâtiment de services de Transports Canada.

3.1.4 Sites adjacents au quai

DSI a visité les propriétés le long de la rive au sud-ouest du quai mercredi le 24 novembre 2004 ainsi que celles directement à l'est du quai le 23 novembre 2004.

3.1.4.1 Grève en bordure du lot B4-2-1-2

DSI a visité la grève au sud de l'ancien quai des pêcheurs et a constaté que la plage est constituée de sables grossiers et de galets. La présence de nombreux débris (morceaux de béton, ferraille, bois, etc.) a été observée tout le long de la rive, au sud-ouest du quai.

3.1.4.2 Vivier de homards

Entre le chantier maritime et la berge se trouve un bâtiment abritant un vivier de homards (bâtiment peint en gris et bleu). Une prise d'eau de surface (probablement munie d'une crépine) est aménagée à l'intérieur de la baie située au sud du quai. L'eau est acheminée jusqu'au vivier à partir d'une conduite hors-sol flexible dont le diamètre varie entre 100 mm (section terrestre) et 150 mm (section submergée). La localisation exacte de l'extrémité de la prise d'eau n'est pas connue, mais elle semble se situer entre 25 et 50 mètres de la rive. La conduite suit un alignement nord-sud dans sa portion terrestre, bifurquant ensuite selon un axe est-ouest sous l'eau.

3.1.4.3 Chantier maritime

Le chantier maritime est situé directement au sud du quai et est équipé d'une cale de halage fonctionnelle pouvant servir à mettre les barges ou autres équipements de dragage à l'eau.

DSI a constaté la présence d'une conduite en acier (conduite pluviale?) d'environ 250 à 300 mm de diamètre se déversant directement dans la baie. Le bout de la conduite était situé à environ 5 mètres de la berge et à environ 0,5 m au-dessus de la surface de l'eau au moment de la visite (vers 12h00, le 24 novembre 2004). DSI a observé un filet d'eau s'écoulant de la conduite dans la baie, ce qui mène à croire qu'elle est encore en fonction. Un regard d'égout encastré dans un bloc de béton de dimensions 1,5 m sur 1,5 m ainsi qu'un bloc en béton d'environ 2 m sur 2 m ont été observés à quelques mètres à l'ouest de la conduite, dans l'eau. Le regard d'égout était probablement rattaché à la conduite, l'érosion à la berge les ayant disloqués.

La section de rive située directement au nord du chantier maritime entre la cale de halage du chantier maritime et le quai des pêcheurs, sur une longueur d'environ 200 m et une largeur d'environ 20 à 60 m, comporte un talus de 1 à 3 m de haut. DSI a constaté qu'il y a présence de plusieurs débris à cet endroit, et qu'il n'y a peu ou pas d'infrastructures en place, sauf la prise d'eau et la conduite mentionnées ci-haut. Cet endroit pourrait servir pour le confinement sécuritaire des sédiments en rive.

3.1.4.4 Site de Transports Canada situé à l'ouest du quai

DSI a constaté les faits suivants lors de sa visite de la propriété de Transports Canada située immédiatement à l'ouest du quai :

- 1) Se trouvent sur cette propriété : une ancienne cale de halage, les restes d'un quai, ainsi qu'un bâtiment servant d'entrepôt;
- 2) Le site est trop petit pour servir de futur site pour la construction d'un bassin d'assèchement, encore moins pour un bassin de décantation;
- 3) Le site pourrait servir d'aire d'entreposage temporaire de débris excavés dans le cadre de futures opérations de dragage ou pour les installations de chantier.

3.2 SITES POTENTIELS POUR LE SÉCHAGE OU LA DÉCANTATION DES SÉDIMENTS

3.2.1 Ancien site de stockage d'acide sulfurique de Noranda

DSI a visité l'ancien site de stockage d'acide sulfurique de Noranda avec le comité technique le 23 novembre 2004. DSI a constaté les faits suivants lors de sa visite:

- 1) Les deux réservoirs présents sur le site (23,19 m et 28,6 m de diamètre) seront démantelés prochainement;
- 2) Dimensions approximatives du site : 80 m x 100 m, superficie approx. = 8 000 m², volume approximatif pouvant être contenu à l'intérieur des bermes entourant les réservoirs. = 2 m x 8 000 m² = 16 000 m³;
- 3) Le site pourrait servir à l'entreposage/assèchement d'une partie des sédiments dragués par voie mécanique;
- 4) Le site est trop petit (surface et capacité d'entreposage) pour aménager le bassin de décantation requis pour des travaux de dragage hydraulique. On pourrait néanmoins y aménager un bassin de traitement secondaire pour traiter le surnageant issu du bassin de décantation dans le cas d'un dragage hydraulique;

- 5) Le site est localisé à moins de 100 m du réseau ferroviaire;
- 6) Le site est relié au quai par une conduite d'acide à double paroi enfouie ou aérienne dont le diamètre de la conduite primaire à l'intérieur de la conduite secondaire (diamètre externe de 406 mm) est de 200 mm. Cependant, le faible diamètre de la conduite primaire exclut la possibilité d'utiliser la conduite pour le transport des sédiments dragués vers les secteurs d'entreposage.

3.2.2 Terrains adjacents au Chemin de fer de la Gaspésie

DSI a visité les 23 et 24 novembre 2004 les sites au nord et adjacents au Chemin de fer de la Gaspésie mais au sud du chantier maritime. DSI a constaté les faits suivants lors de sa visite :

- 1) Une surface disponible de 11 250 m² (250 m x 45 m) permettrait l'aménagement d'un bassin de décantation (dragage hydraulique) ou d'entreposage temporaire/assèchement (dragage mécanique).
- 2) Le site, adjacent au réseau ferroviaire, est présentement vacant, déboisé et nivelé. Au moment de la visite, le site était utilisé pour l'entreposage de composantes mécaniques utilisées dans le cadre de la construction du parc des éoliennes de Murdochville;
- 3) Le site appartient à Chemins de fer de la Gaspésie Inc.;
- 4) Il n'y a présentement aucun train de marchandises en opération de façon régulière entre Gaspé et Chandler sur le chemin de fer adjacent au site. Il y a toutefois un train de passagers présentement en opération entre Gaspé et Chandler. Ce dernier passe à deux reprises près du site, une fois vers midi vers Gaspé et une fois vers 15 heures vers Chandler, les lundis, jeudis et samedis de chaque semaine.
- 5) Le site est immédiatement adjacent au site de stockage d'acide sulfurique, donc à proximité de la conduite reliant ce site au quai et qui pourrait être utilisée pour le transport des boues de sédiments jusqu'au bassin de décantation (cas d'un dragage hydraulique);
- 6) Une propriété au sud du chemin de fer semble avoir été remblayée de façon importante vers le nord lorsqu'on compare l'état actuel et l'information montrée aux orthophotos du site prises le 30 septembre 2001.

- 7) D'autres sites de ce secteur pourraient avantageusement être utilisés pour l'aménagement de bassins après avoir effectué la coupe de bois et le nivellement (par exemple : les propriétés du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec au sud et au sud-ouest des réservoirs de stockage d'acide de Noranda).

3.2.3 Ancien entrepôt de Noranda

DSI a visité le site d'entreposage de Noranda situé le long de la route 132, le 23 novembre 2004. DSI a constaté les faits suivants lors de sa visite :

- 1) Capacité de l'entrepôt = 15 000 m³ (hauteur moyenne de la pile : 6,0 m);
- 2) Dimensions et surface approximatives de l'entrepôt (dalle de béton) = 35 m x 70 m = 2 450 m²;
- 3) Superficie approximative pavée autour de l'entrepôt: 3 600 m²;
- 4) Superficie totale approximative du site = 10 000 m²;
- 5) L'entrepôt sera démantelé prochainement;
- 6) La résidence la plus proche est située à environ 40 m du site, du côté opposé de la route 132;
- 7) Le site offre un potentiel pour la mise en place d'un bassin d'entreposage/assèchement des sédiments dans le cas de travaux de dragage mécanique et ce, à l'ouest du bâtiment existant;
- 8) Une section de chemin de fer relie l'entrepôt au réseau ferroviaire;
- 9) Le site serait contaminé par du cuivre, selon Noranda;
- 10) Le site pourrait servir d'entrepôt temporaire des sédiments asséchés;
- 11) La proximité du site par rapport aux résidences limite son utilisation potentielle à cause des impacts appréhendés des travaux (odeur, bruit, poussière, esthétique visuelle, etc.).

3.3 SITES POTENTIELS POUR LA MISE EN DÉPÔT DES SÉDIMENTS

3.3.1 Parc à résidus n° 1 de Murdochville

Le 24 novembre 2004, DSI a rencontré M. Victor Chapados de Noranda, aux bureaux de Mines Gaspé à Murdochville, dans le but d'identifier les sites potentiels pour la mise en dépôt terrestre des sédiments contaminés provenant des opérations de dragage au quai de Sandy-Beach. Les informations suivantes ont été consignées :

- 1) Le site potentiel est situé au coin nord-ouest du parc à résidus n° 1, aux abords de la route 198 (voir Figure 3);
- 2) Le site existant est de forme triangulaire, d'une superficie de l'ordre de 200 000 m² et forme une dépression par rapport au reste du parc à résidus qui est délimité au sud par une digue;
- 3) Noranda et son consultant planifient l'aménagement d'une cellule de confinement à doubles membranes pour l'entreposage des résidus miniers « dangereux » et possiblement pour les sédiments contaminés;
- 4) Noranda attend l'avis du MENV qui porte sur la pertinence d'examiner la mise en dépôt dans une nouvelle cellule à sécurité maximale à Murdochville, et ce en dépit du moratoire existant sur la mise en place de nouvelles cellules de ce type au Québec;
- 5) Une demande d'autorisation a été refusée en 2001 pour la construction d'une aire de disposition non confinée sur le parc à résidus n° 2 pour les sédiments issus du dragage d'entretien du quai de Gaspé.

3.3.2 Secteur à l'est du quai des pêcheurs (dépôt en rive)

Le secteur le long de la rive entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime démontre un potentiel pour l'entreposage/dépôt en rive des sédiments asséchés. D'une autre part, un tel scénario permettrait le nivellement du terrain et l'aménagement paysager du secteur. L'emprise, l'épaisseur du dépôt et la capacité d'entreposage varieront en fonction du volume de sédiments à entreposer. Il sera toutefois nécessaire de déterminer le propriétaire de la portion du secteur située à l'intérieur du lot d'eau afin de réaliser le dépôt en rive des sédiments.

La berge adjacente au site de Transports Canada à l'ouest du côté nord du quai principal démontre également un potentiel pour l'entreposage/dépôt en rive de sédiments asséchés, mais pour un volume moindre de sédiments. Ce secteur est moins favorable vu sa localisation dans un secteur peu contaminé.

3.4 AUTRES SITES D'INTÉRÊT

3.4.1 Résidences

Il existe des résidences à deux endroits dans la portion du parc industriel située près du quai. Une première maison est localisée sur le lot B-5-4-2-7-P, au nord du site de stockage d'acide sulfurique de Noranda, le long de la rue du chantier maritime, immédiatement à l'est de la conduite surélevée d'acide sulfurique.

Une deuxième maison est située sur le lot B-6-3-P, au sud de la voie ferrée se rendant jusqu'au quai, au nord de la rue du chantier maritime et immédiatement à l'ouest d'un site d'entreposage de sel.

3.4.2 Ancien dépôt pétrolier ESSO

Un ancien dépôt pétrolier Esso est situé à environ 350 m à l'est du chantier maritime, le long du chemin de fer. Le site comprend un bâtiment ceinturé par une clôture. Au moment de la visite, le 24 novembre 2004, le site semblait vacant.

3.4.3 Dépôts de sel

Deux dépôts de sel sont présents à proximité du quai. Le premier se situe sur les lots B-6-3-1-P et B-5-4-1-2-2, immédiatement à l'ouest de la conduite d'acide sulfurique surélevée sur la rue du chantier maritime. Le second est situé sur le lot B-6-1-1-1 à l'intersection des rues Quigley et du Quai.

3.4.4 Dépôts pétroliers Irving et Ultramar

Les dépôts pétroliers d'Irving et d'Ultramar sont situés l'un à côté de l'autre, en face de l'usine d'épuration de la ville de Gaspé, à l'intersection des rues du Quai et Quigley. DSI n'a pas visité les dépôts dans le cadre de cette visite.

3.4.5 Barre de Sandy Beach

DSI a visité la barre de Sandy Beach, accessible par un chemin de terre à partir de la route 132, le 23 novembre 2004. Un bâtiment vacant et un ancien quai de bois y étaient présents, ainsi qu'un chemin de gravier en boucle.

4 CONCLUSION

Dans le cadre du projet de restauration des sédiments contaminés au port de Gaspé – Sandy Beach, Dessau-Soprin a effectué une visite des sites d'intérêt les 23 et 24 novembre 2004, en compagnie des représentants du comité technique (CT) du projet (Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, Transports Canada, Noranda et Environnement Canada). Au cours de cette visite, différents éléments ont pu être observés, certains représentant une opportunité pour le développement futur des scénarios d'intervention :

1. Dans le secteur du quai, les propriétés appartenant aux promoteurs sont limitées. Du côté de Transports Canada, le site situé immédiatement à l'ouest du quai ne pourrait servir qu'aux installations de chantier et à l'entreposage temporaire de débris. Concernant les propriétés de Noranda, l'aire de stockage d'acide sulfurique pourrait servir de bassin d'entreposage/assèchement passif d'une partie des sédiments dragués mécaniquement ou pour l'aménagement d'un bassin de traitement secondaire des eaux issues d'un dragage hydraulique. L'entrepôt de concentré de cuivre, quant à lui offrirait une surface d'entreposage/assèchement passif suffisante pour la gestion des sédiments dragués mécaniquement. Cependant, la proximité de ce dernier site par rapport au secteur résidentiel adjacent (le long de la route 132) diminue l'attrait pour l'utilisation de ce site à cause des nuisances temporaires qui seraient potentiellement induites, telles que la génération d'odeurs, de bruit, de poussières, etc. L'entrepôt actuel pourrait cependant servir de lieu d'entreposage temporaire des sédiments, une fois ces derniers asséchés;
2. D'autres propriétés du secteur du quai offriraient les surfaces requises pour effectuer la gestion (entreposage temporaire/décantation des sédiments dragués et assèchement passif) des sédiments par voies hydrauliques ou mécaniques. L'acquisition ou la location de certaines de ces propriétés représenterait un gain significatif pour la réalisation du projet (proximité du lieu de dragage, infrastructures existantes, éloigné des zones résidentielles, etc.);
3. Le secteur marin situé entre le quai des pêcheurs et la cale de halage du chantier maritime pourrait avantageusement être utilisée pour le dépôt en rive des sédiments. La bande terrestre riveraine pourrait également être utilisée à cette fin, permettant un lien continu avec le milieu terrestre.

La visite du site aura également permis de recueillir des informations techniques et d'établir des contacts avec plusieurs intervenants locaux dont les principaux rencontrés sont les membres du comité de concertation de la baie de Gaspé (CCBG), la ville de Gaspé (travaux publics et urbanisme) ainsi que le maître de port. Ces contacts permettront de faciliter les échanges futurs qui auront lieu lors des prochaines étapes du projet.

Figures



SECTEUR INDUSTRIEL DU PORT DE GASPÉ - SANDY BEACH (VOIR FIGURE 2)



CE DOCUMENT EST L'ŒUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR OBTENU AU PRÉALABLE L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

Projet **TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX CANADA**
 PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ SANDY BEACH

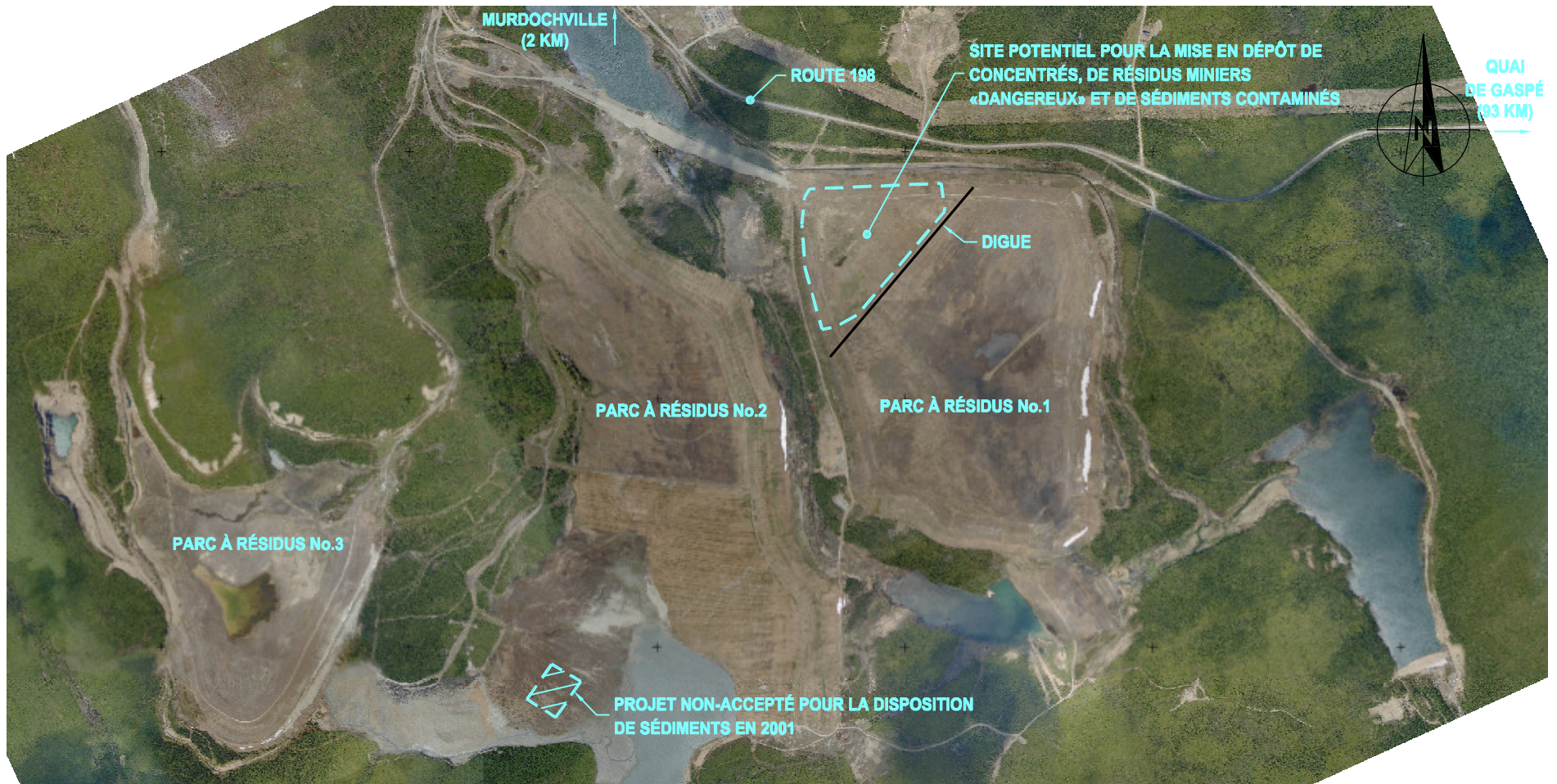
Titre **FIGURE 1**
 LOCALISATION DU SITE À L'ÉTUDE

DESSAU SOPRIN

Dessau-Soprin inc.
 1060, rue University, bureau 600
 Montréal (Québec) H3B 4V3
 Téléphone: (514) 281-1010
 Télécopieur: (514) 281-1060


Préparé M. BOUCHARD	Discipline RE	Chargé de projet S. POIRIER Extrait de: Rév.:
Dessiné F. BOUDREAU	Échelle TEL QU'INDIQUE	
Vérifié S. POIRIER	Date 2005-06-13	

Projet	Lot	Disc.	No. Dessin	Rév.
P 0 0 1 1 3 0 1 2 0 R E 0 0 0 1 0 0				



CE DOCUMENT EST L'OEUVRE DE DESSAU-SOPRIN ET EST PROTÉGÉ PAR LA LOI. IL EST DESTINÉ EXCLUSIVEMENT AUX FINS QUI Y SONT MENTIONNÉES. TOUTE REPRODUCTION OU ADAPTATION, PARTIELLE OU TOTALE, EST STRICTEMENT PROHIBÉE SANS AVOIR OBTENU AU PRÉALABLE L'AUTORISATION ÉCRITE DE DESSAU-SOPRIN.

Projet	TRAVAUX PUBLICS ET SERVICES GOUVERNEMENTAUX CANADA PROJET DE RESTAURATION DES SÉDIMENTS CONTAMINÉS AU PORT DE GASPÉ SANDY BEACH
Titre	FIGURE 3 EMPLACEMENT PROPOSÉ POUR LA MISE EN DÉPÔT DES SÉDIMENTS

		Dessau-Soprin inc. 1060, rue University, bureau 600 Montréal (Québec) H3B 4V3 Téléphone: (514) 281-1010 Télécopieur: (514) 281-1060			
Préparé	M. BOUCHARD	Discipline	RE	Chargé de projet	S. POIRIER
Dessiné	F. BOUDREAU	Échelle	1:25 000	Extrait de:	Rév.:
Vérifié	S. POIRIER	Date	2004-06-13		
Projet	Lot	Disc.	No. Dessin	Rév.	
P 0 0 1 1 3 0	1 2 0	RE	0 0 0 3	0 0	

Annexe 1 Rapport photographique



Photo n° 1. Vue vers le nord du quai et d'une partie du parc industriel de Gaspé – Sandy Beach à partir de la rue Forest. La baie de Gaspé, la pointe de Penouille et le parc Forillon sont visibles en arrière plan, tandis que la route 132 est visible en avant-plan.



Photo n° 2. Vue vers le sud de la rive située entre la cale de halage du chantier maritime et le quai des pêcheurs (hors photo, à droite). On y constate les bâtiments du chantier maritime en arrière plan, l'un des deux réservoirs d'acide désaffectés de Noranda, la cale de halage à gauche, ainsi que le vivier de homards au centre (bâtiment gris et bleu).



Photo n° 3. Vue vers le sud-est du quai des pêcheurs.



Photo n° 4. Vue vers le nord-est de l'ancien regard et de la conduite en acier d'environ 250 à 300 mm de diamètre se déversant directement dans la baie de Gaspé, directement au nord du chantier maritime.



Photo n° 5. Vue vers le nord-ouest des deux réservoirs de stockage d'acide sulfurique désaffectés de Noranda..



Photo n° 6. Vue vers l'est de l'entrepôt de concentré de cuivre désaffecté de Noranda, ainsi que du chemin de fer et de la route d'accès adjacents.



Photo n° 7. Vue vers le sud-est du terrain de la corporation du chemin de fer de la Gaspésie Inc. situé immédiatement au sud du chantier maritime.

**Annexe 3 Synthèse des analyses physico-
chimiques depuis 1997**

**Annexe 4 Fiches techniques des
équipements proposés**

TURBIDITY CURTAINS

**ELASTEC/AMERICAN MARINE, INC.
QUALITY AND SERVICE
401 SHEARER BLVD.
COCOA, FLORIDA 32922**

**TELEPHONE: (321) 636-5783
FAX: (321) 636-5787**

**WEB PAGE: www.turbiditycurtains.com
E-MAIL: elastec@elastec.com**

TABLE OF CONTENTS

<u>SECTION</u>	<u>PAGE</u>
1. General Description.....	1
2. Processes Effecting Silt Curtain Performance.....	2
3. Silt Curtain Effectiveness.....	2
4. Guidelines for Selecting and Using Silt Curtains.....	3
A. Site Survey.....	3
B. Deployment Configurations.....	4
C. Silt Curtain Specifications.....	5
5. Transportation.....	6
6. Mooring.....	7
7. Deployment.....	7
8. Maintenance.....	9
9. Recovery and Storage.....	9
10. Remarks.....	10
11. List of Illustrations.....	11
12. Elastec/American Marine Product Guide.....	12-15

This document is distributed by Elastec/American Marine, Inc. to provide familiarization with silt control curtains and their good and bad points. It is intended to provide basic information to marine construction planners and on-site supervision regarding the selection, installation, maintenance, repair and storage of silt control curtains.

APPLICATION AND PERFORMANCE OF SILT CURTAINS

1. GENERAL DESCRIPTION

One method for physically controlling the dispersion of near surface turbid water in the vicinity of open-water pipeline disposal operations, effluent discharges from upland containment areas, and possibly small (clamshell) dredging operation in quiescent environments involves placing a silt curtain or turbidity barrier either downstream or around the operation. Silt curtains (Fig. 1) are impervious, vertical barriers that extend from the water surface to specified water depth. The flexible, polyester reinforced vinyl fabric forming the barrier is maintained in a vertical position by flotation material at the top and a ballast chain along the bottom. A tension cable is often built into the curtain immediately above or just below the flotation segments (top tension) to absorb stresses imposed by currents and other hydrodynamic forces. The curtains are usually manufactured in 100 ft. sections that can be joined together at a particular site to provide a curtain of specified length. Anchored lines hold the curtain in a deployed configuration that is usually U-shaped or circular.

Silt curtain effectiveness, defined as the degree of turbidity reduction outside the curtain relative to the turbidity levels inside the curtain enclosure, depends on several factors such as the nature of the operation; the quantity and type of materials in suspension within or upstream of the curtain; the characteristics, construction, and condition of the silt curtain, as well as the area and configuration of the curtain enclosure; the method of mooring; and the hydrodynamic conditions (i.e., currents, tides, waves, etc.) present at the site. Because of the high degree of variability in these factors, the effectiveness of different silt curtain operations is consequently highly variable. It should be emphasized here that silt curtains cannot effectively be used around every conceivable dredging or disposal operation; they are not recommended for operations in the open ocean, in currents exceeding 1 kt, in areas frequently exposed to high winds and large breaking waves, or around hopper or cutterhead dredges where frequent curtain movement would be necessary.

2. PROCESSES EFFECTING SILT CURTAIN PERFORMANCE

In many cases where silt curtains are used the concentration of fine-grained suspended solids inside the curtain enclosure may be relatively high (i.e., in excess of 1/g) of the suspended material may be composed of relatively large, rapidly settling flocs. In the case of a typical pipeline disposal operation surrounded by a silt curtain (Fig. 2) where suspended solid concentrations are high and material usually flocculated, the vast majority (95 percent) of the fine-grained material descends rapidly to the bottom where it forms a fluid mud layer that slopes away from the source of material at an approximate gradient of 1:200. The other 5 percent of the material remains suspended in the water column above the fluid mud layer and is responsible for the turbid appearance of the water inside the curtain. While the curtain provides an enclosure where some of the fine-grained material may flocculate and/or settle, most of this fine-grained suspended material in the water column escapes with the flow of water and fluid mud under the curtain. The silt curtain does not indefinitely contain turbid water but instead controls the dispersion of turbid water by diverting the flow under the curtain, thereby minimizing the turbidity in the water column outside the silt curtain.

Whereas properly deployed and maintained silt curtains can effectively control the flow of turbid water, they are not designed to contain or control fluid mud. In fact, when the accumulation of fluid mud reaches the depth of the ballast chain along the lower edge of the skirt, the curtain must be moved away from the discharge; otherwise sediment accumulation on the lower edge of the skirt will pull the curtain underwater and eventually bury it. Consequently, the rate of fluid mud accumulation relative to changes in water depth due to tides must be considered during a silt curtain operation.

3. SILT CURTAIN EFFECTIVENESS

In some cases where relatively quiescent current conditions (0.2 ft/sec or less) are present, turbidity levels (measured in terms of NTU's or mg/l) in the water column outside the curtain can be 80 to 90 percent lower than the levels inside or upstream of the curtain. While there may be a turbid layer flowing under the curtain, the amount of suspended material in the upper part of the water column, as a whole, is substantially reduced. However, the effectiveness of silt curtains can be significantly reduced in high energy regimes characterized by currents and

turbulence. High currents cause silt curtains to flair, thus reducing the curtain's effective depth; in fact, in a current of 1 kt the effective skirt depth of a 5-ft curtain is approximately 3 ft. Increased water turbulence around the curtain also tends to resuspend the fluid mud layer and may cause the turbid layer flowing under the curtain to resurface just beyond the curtain.

However, even under moderate currents (up to 0.5 kt), a properly deployed and maintained center tension curtain can effectively control the flow of turbid water (under the curtain). In other cases, where anchoring is inadequate and particularly at sites where tidal currents dominate the hydrodynamic regime and may cause resuspension of the fluid mud as the curtain sweeps back and forth (over the fluid mud) with changes in the direction of the current, the turbidity levels outside the curtain can be as much as 10 times higher than the levels inside the curtain. With respect to overall effectiveness and deployment considerations a current velocity of approximately 1.5 ft/sec appears to be a practical limiting condition for silt curtain use.

4. GUIDELINES FOR SELECTING AND USING SILT CURTAINS

A. SITE SURVEY: Prior to specifying or selecting a curtain for a particular project, it is necessary to characterize the deployment site with respect to current velocity, water depth (relative to tidal range), bottom sediment types, and possibly background levels of turbidity. Since silt curtains are only marginally effective at current velocities in excess of 1 kt, maximum surface currents over a tidal cycle (12 or 24 hours) should be established first. Current velocities can be estimated by determining the time that it takes for a block of wood to float downstream a specified distance; velocity is equal to distance divided by time. In addition, information on current direction and water turbulence may also indicate potential deployment problems and/or the best configuration(s) to use.

If hydrodynamic regime appears to be conducive to silt curtain deployment (i.e., current velocities are less than 1 kt), a survey of the water depths over the entire site and surrounding areas is required so that a curtain with a proper skirt depth can be selected and its initial and future placement geometries determined. At the sites where the tidal range (i.e., the difference in depth between high and low tide) is negligible, a simple bathymetric survey can be performed preferably with a vessel equipped with a

precision navigation system and a fathometer. However, if tidal prediction tables (or curves) indicate that the tidal range exceeds approximately 1 ft over a tidal cycle, the survey data must be adjusted to account for these changes in the water depth that will occur during the silt curtain operation. These minimum depths at the lowest low tide are then used to determine necessary skirt depth allowing 1 or 2 ft of clearance between the lower edge of the skirt and the existing bottom in the disposal area at the lowest low tide during the operation. The effect of fluid mud accumulation on water depth as well as the proposed schedule for moving the silt curtain to prevent burial should also be considered in selecting the curtain skirt depth.

In addition to evaluating the current conditions and water depths, the character of the bottom sediment/vegetation at the proposed deployment site should also be established using a grab sampler or a coring device, to determine the type of anchors to use. Convenient anchor points on the outer limits of the deployment site should also be noted. The potential effect of boat traffic and boat generated waves on the proposed deployment configuration and mooring system should also be considered. Since launching and retrieving the silt curtain will undoubtedly involve the use of a large truck and a boat(s), a launching ramp, crane services, etc., should be located as near the site as possible. If an evaluation of silt curtain effectiveness relative to pre-operation on background conditions is desired, background turbidity levels must be determined preferably under a variety of current and wave conditions. Samples may be taken with a conventional water sampler at the surface, mid-depth, and near the bottom.

B. DEPLOYMENT CONFIGURATIONS. After the deployment site has been surveyed, the geometry of the deployed curtain should be determined based on the type of silt curtain application, the hydrodynamic regime at the deployment site, and such factors as boat traffic. Any environmental policies regulating allowable turbidity levels as a function of distance from the operation should also be considered. Some typical deployment geometries are shown in Fig. 3.

In some cases, the curtain may be deployed in an open-water environment in the form of a “maze”, a semi-circle or U, or a circle or ellipse. The maze configuration (“A”,

Fig. 3) has been used on rivers where boat traffic is present, but appears to be relatively ineffective due to direct flow through the aperture between the curtain sections. On a river where the current does not reverse, a U configuration (“B”, Fig. 3) is acceptable, but the distance between the anchored ends of the curtain (i.e., across the gap) should be large enough to prevent leakage of turbid water around the ends of the U. Where the turbid water is being generated by effluent from a containment area or a pipeline disposal operation close to the shoreline the curtain can be anchored in a semi-circular or U configuration (“C”, Fig. 3) with the ends of the curtain anchored onshore approximately equidistant from the discharge point. The required radius of the configuration is determined by the type and volume of material being disposed inside the curtained area as well as the water depth. (Procedures for calculating the necessary radius and/or schedule for moving the curtain to prevent burial are given in Fig. 8). In a tidal situation with reversing currents a circular or elliptical configuration (“D”, Fig. 3) is necessary. Unfortunately, this latter case requires a more extensive mooring system. Typical curtain might be 500 to 1500 ft for the U or semi-circular configurations; 1000 to 3000 ft for the circular/elliptical case.

- C. SILT CURTAIN SPECIFICATIONS. The silt curtain can now be selected based on the appropriate deployment geometry and the characteristics of the deployment site. From an evaluation of silt curtain performance under varying field conditions, it is recommended that silt curtains have a skirt depth such that the lower edge is 1 to 2 ft off the bottom at low water; however, the skirt depth should not exceed 10 ft unless the current velocities at the site are negligible. The fabric should be a reinforced PVC material (or equivalent) with a minimum tensile strength of 300 lb/in.; a minimum fabric weight of 13 oz/sq yd for very low current conditions, 22 oz/sq yd for higher current conditions; a tear strength of 80 lbs or 200 lbs for 13 oz or 22 oz fabric, respectively; and a tensile strength after abrasion of greater than 200 lb/in. The fabric surface should be easy cleaning and resistant to marine growth, ultraviolet light, and mildew. All fabric seams should be heat sealed. Sections of solid, closed-cell, plastic foam flotation material should be sealed into a fabric pocket and provide a buoyancy ration (buoyant force/curtain weight) of greater than 5. Each flotation section should have a maximum

length of less than 10 ft so the curtain may be easily folded for storage or transport. In low current situations (where velocities are less than 0.1 kt) most available connectors for joining 100 ft sections probably maintain adequate physical contact along the entire skirt joint. If current velocities exceed 0.1 kts aluminum extrusion (or an equivalent) load transfer connectors are recommended (Fig. 4). The non-corrosive, ballast chain should have a weight ranging from approximately 1 lb/in ft for a 5 ft skirt depth up to 2 lb/in ft for a 10 ft skirt depth. When current velocities are negligible, no tension member (other than the fabric itself) is necessary. For current velocities between 0.1 and 1.0 kt, a galvanized or stainless steel wire rope should be used as a top or center tension member; the center tension curtain provides a greater effective skirt depth, and strength, but requires more effective anchor systems. Repair kits are necessary for patching minor tears in the fabric.

5. TRANSPORTATION.

When transporting silt curtains from a storage facility to an unloading site, they should be furled (Fig. 5) tied with light straps or line every 3 to 5 ft, compactly folded accordion style, packaged into large bundles, carefully lifted into the transport vehicles, and transported to the unloading site. At the unloading dock the curtain can be unloaded and maneuvered into the water by backing the truck down the ramp so that the tailgate is as close as possible to the water and then unloading the curtain by carefully pulling it out of the truck (like a string of sausages); the 100 ft sections are joined as they are payed out. After all the sections have been joined, the curtain can be towed to the site by boat at 2 to 3 kts. Curtains over 2000 ft long have been towed in this way. The curtain should always remain furled until it has been deployed at the operation site. An alternative method involves maneuvering the curtain onto an open-decked work boat or barge, transporting it to the site, and finally offloading the curtain in sections. The sections are then joined as the curtain is deployed.

6. MOORING.

Improper and/or inadequate mooring systems have historically contributed to silt curtain

ineffectiveness and catastrophic failure. The recommended mooring system (Fig. 6) consists of an anchor, a chain, an anchor rope (line or cable), and mooring and crown buoys. It is recommended that the curtain be anchored from the section joints every 50 or 100 ft in a radial pattern (Fig.3) and on both sides if the curtain is exposed to reversing tidal currents. Half-inch polypropylene line used in conjunction with lightweight, self butying anchors with weights of at least 22 lbs for sandy bottom sediment and 50 lbs for mud will provide adequate holding power in most situations. However, with increasing current velocities, the anchor weights will also have to be increased.

After the furled curtain has been anchored, it should be checked to ensure that the skirt is not twisted around the flotation. If this is the case, the curtain should be separated at the nearest connector, untwisted, and rejoined. The curtain in its deployed, untwisted configuration can now be unfurled by simply cutting the furling lines or straps. If the barrier needs to be repositioned during the operation, any curtain with a long skirt depth relative to the ambient current conditions should be refurled before it is moved.

7. DEPLOYMENT MODEL.

The length of time that a silt curtain can remain deployed in its initial configuration before the enclose area must be enlarged or the curtain moved to a new location to prevent siltation along the lower edge of the curtain depends on the accumulation of fluid mud inside the curtain relative to the deployment geometry, the discharge rate, and the initial bottom gap (i.e., the distance between the lower skirt edge and the bottom sediment at the beginning of the operation) as shown in Fig. 7. Although the size of the enclosure is limited by the total length of the curtain available for the project, as the area of the enclosure increases, the length of time before the curtain must be moved also increases. In addition, as the gap between the lower skirt edge and the bottom sediment increases, the frequency of curtain movement decreases. Since it may be necessary to move a silt curtain during an operation, and this involves manpower, the following procedure can be used to develop a general schedule for curtain movement and deployment.

To illustrate the use of the nomograph (Fig 8) used in this procedure, let us assume that approximately 3200 ft. of curtain with a skirt depth of 5 ft. surrounds an open-water pipeline

disposal operation located in a quiescent environment with a water depth of 9 ft. The circular configuration has a radius of approximately 500 ft. The dredged material slurry with a solids content of 15 percent (by weight) is discharged from an 18-in. pipeline at a velocity of 18 ft/sec. To determine when the fluid mud dredged material will build up to the lower edge of the silt curtain:

- a. Enter graph I (upper left, Fig. 8) at “A” for a 500 ft radius.
- b. Proceed vertically to “B”, the planned initial bottom gap (e.g., 4 ft) between the silt curtain and the existing bottom sediment.
- c. Move horizontally through the axis indicating the approximate volume of the fluid mud dredged material mound (e.g., 16 million cu ft) to “C” (graph II).
- d. Draw a vertical line from “C” through the axis indicating the amount of a slurry pumped (20 million cu yd) and into graph IV.
- e. Enter graph III (lower left) at “D”, the appropriate flow velocity (e.g., 18 ft/sec.).
- f. Proceed vertically to the curve indicating the appropriate pipeline diameter (e.g., 18 in.).
- g. Draw a horizontal line from “E” through the discharged rate axis (e.g., at 2.7 million cu ft/day) and into graph IV until it intersects the vertical “total volume of a slurry pumped” line at “F”. The length of time (before the curtain needs to be moved) is estimated from the diagonal time line that goes through “F”.

In this example the operation can probably continue for approximately 7 to 8 days before the curtain must be moved due to sediment buildup to the depth of the lower skirt edge. Fig. 9 shows that the mound will be approximately 6.5 ft thick under the discharge and will extend radially approximately 1300 ft. If the configuration were semicircular, the above procedure would be performed in the same manner (using the radius of the semicircle) and the derived time divided in half. Similarly, if the curtain is deployed in a square configuration with sides of length L , assume that the curtain is circular or elliptical in shape with a radius of $L/2$.

As pointed out previously, this procedure can be used to calculate a very approximate schedule for moving silt curtains. Because of the varying characteristics of an operation (i.e., slurry density, pumping time, etc.) And the settling/consolidation characteristics of the fluid mud, there may be a great deal of variability associated with the rates of dredged material

accumulation. However, this model does provide a conservative (i.e., a shorter length of time between curtain movements than might be necessary at an actual operation) time framework for planning the silt curtain operation. Additional data and experience should indicate the degree of accuracy of this methodology and possible modifications that might improve its usefulness.

8. MAINTENANCE.

To maximize the effectiveness of a silt curtain operation, maintenance is extremely important. This entails moving the curtain away from the turbidity source just before the fluid mud layer reaches the lower edge of the skirt, replacing worn or broken anchor lines, and maintaining the integrity of the curtain by repairing leaking connectors and/or tears in the curtain fabric. Tears in the flotation pocket can be repaired in the water with a hand type pop rivet gun. Moderate tears in the skirt may be repaired on land with a vinyl repair kit or a special heat gun. Because extensively torn sections must be returned to the manufacturer for immediate substitution in the field. Improper maintenance not only will decrease the curtain's effectiveness on a particular operation but also will increase the cost of reconditioning the curtain for reuse.

9. RECOVERY AND STORAGE.

After the operation has been completed, the curtain should be refurled, the anchor/mooring system recovered, and the curtain returned to the launching site for repacking and subsequent storage. If properly stored in a location that is unexposed to the elements, years and reused on a subsequent operations.

10. REMARKS.

The discussion above provides very general information and basic guidelines that should help in evaluating the feasibility of using silt curtains on a particular operation. Experience with their use is necessary to become really proficient in the selection, handling, relocation, maintenance, repair and storage of these devices.

LIST OF ILLUSTRATIONS

<u>FIGURE</u>	<u>TITLE</u>
1.	Center Tension Curtain
2.	Process effecting the performance of Silt Curtains in controlling dredged material dispersion.
3.	Typical Silt Curtain Deployments.
3A.	Anchor System
4.	Recommended Aluminum Extrusion Connector for joining Silt Curtain sections.
5.	Furling of the Curtain Skirt for deployment and/or recovery.
6.	Recommended Silt Curtain mooring system.
7.	Parameters effecting the schedule for moving and redeploying Silt Curtains.
8.	Curtain relocation interval rate.
9.	Dimensions of a fluid mud mound with a slope of 1:200.

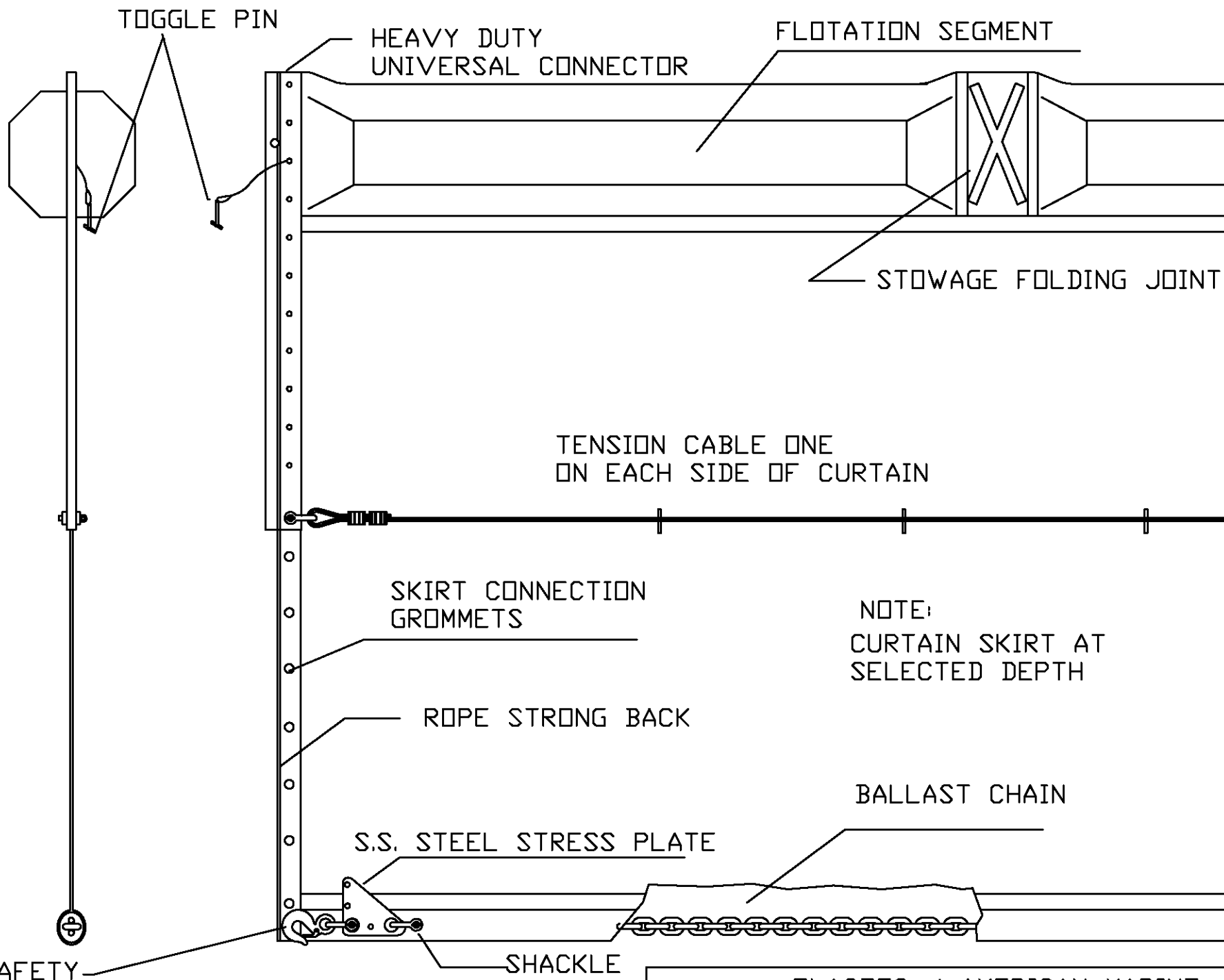
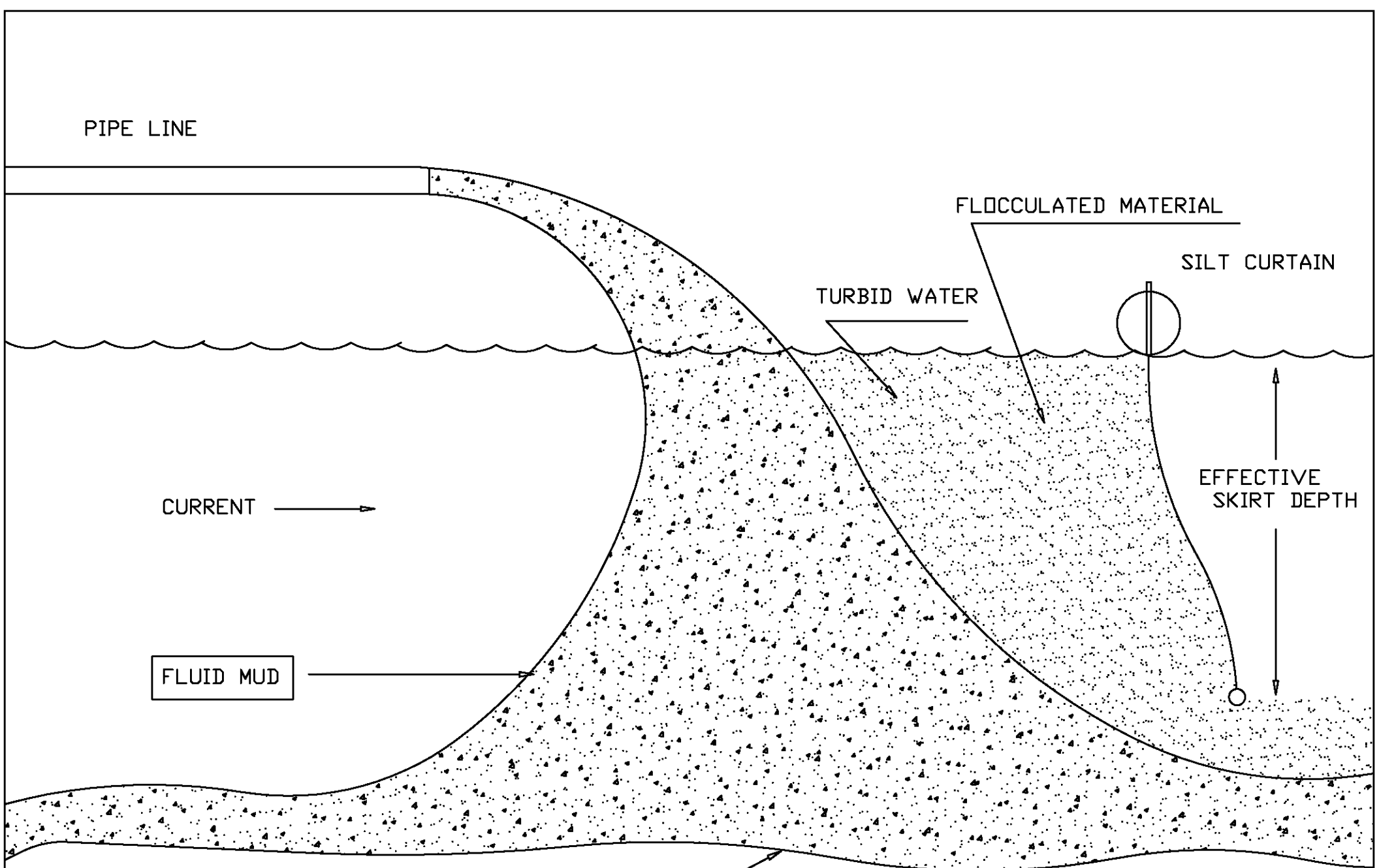


FIGURE 1-CENTER TENSION CURTAIN

ELASTEC / AMERICAN MARINE
 FIGURE 1 - CENTER TENSION SILT CURTAIN



PIPE LINE

FLOCCULATED MATERIAL

SILT CURTAIN

TURBID WATER

CURRENT →

↑
EFFECTIVE
SKIRT DEPTH
↓

FLUID MUD

BOTTOM SEDIMENT

FIGURE 2-PROCESSES AFFECTING THE PERFORMANCE OF SILT CURTAIN CONTROLLING DREDGED MATERIAL DISPERSION.

ELASTEC / AMERICAN MARINE INC.
FIGURE 2 - SILT CURTAIN PERFORMANCE

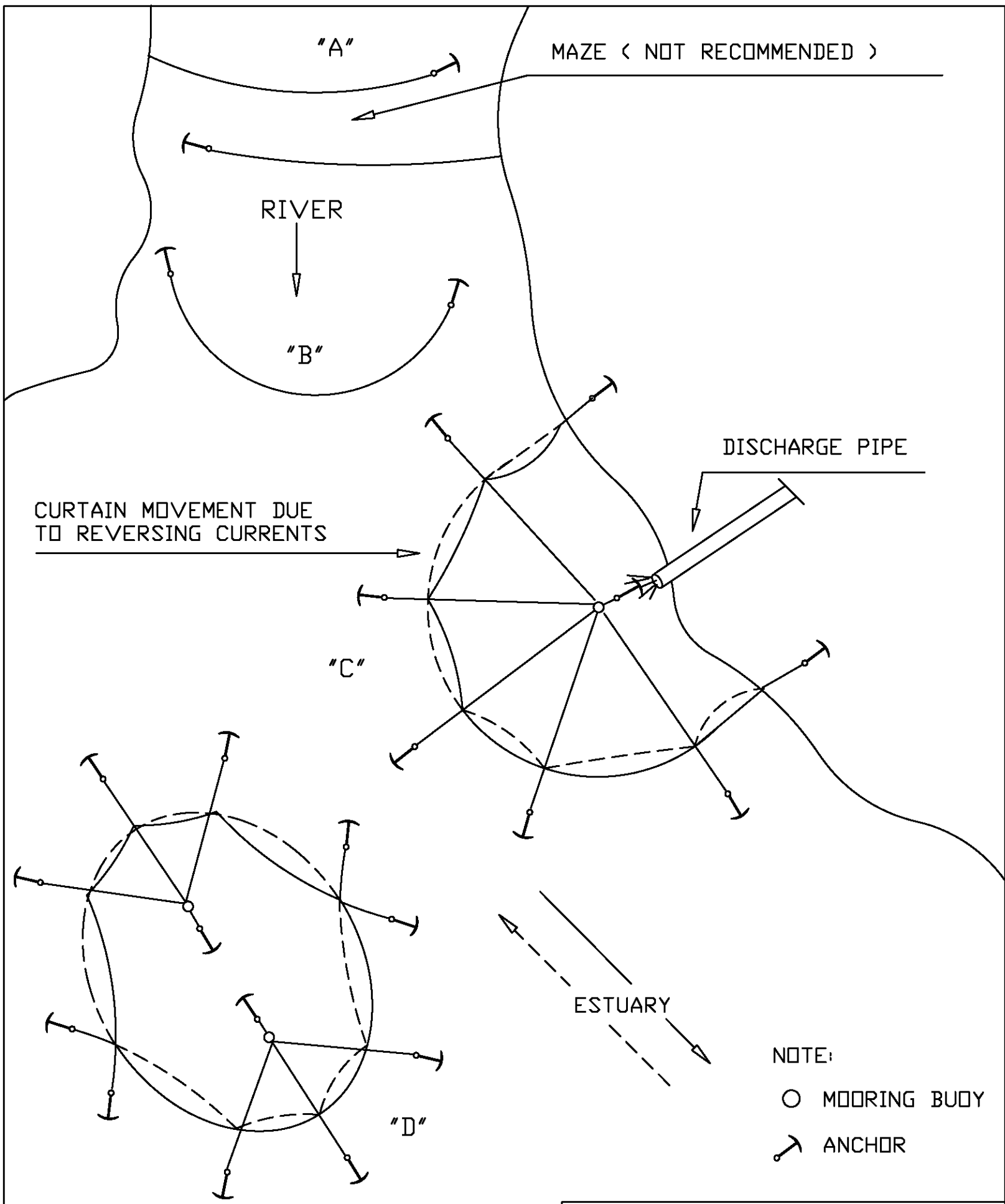
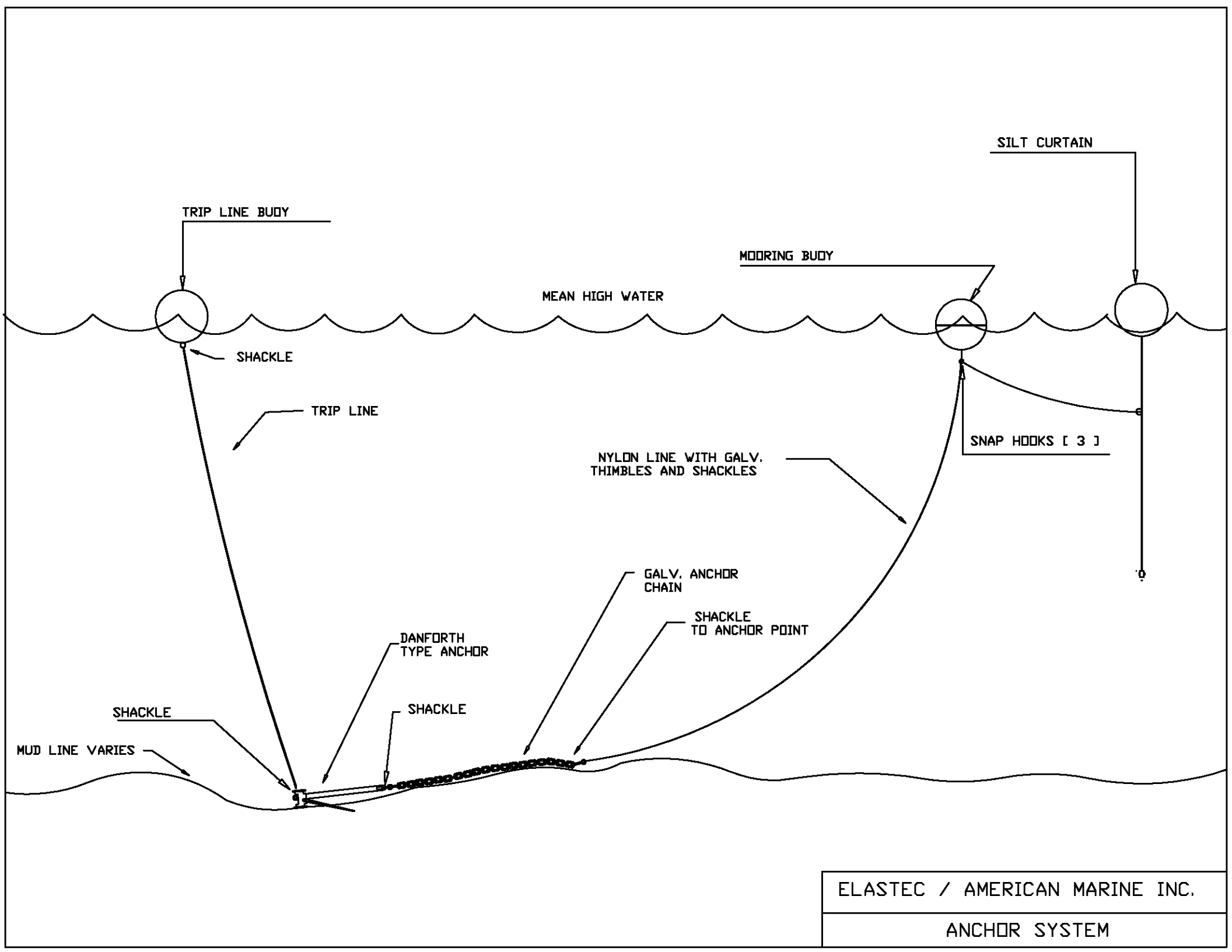


FIGURE 3
 TYPICAL SILT CURTAIN CONFIGURATION



TRIP LINE BODY

MOORING BODY

SILT CURTAIN

MEAN HIGH WATER

SHACKLE

TRIP LINE

NYLON LINE WITH GALV.
THIMBLES AND SHACKLES

SNAP HOOKS [3]

GALV. ANCHOR
CHAIN

DANFORTH
TYPE ANCHOR

SHACKLE
TO ANCHOR POINT

SHACKLE

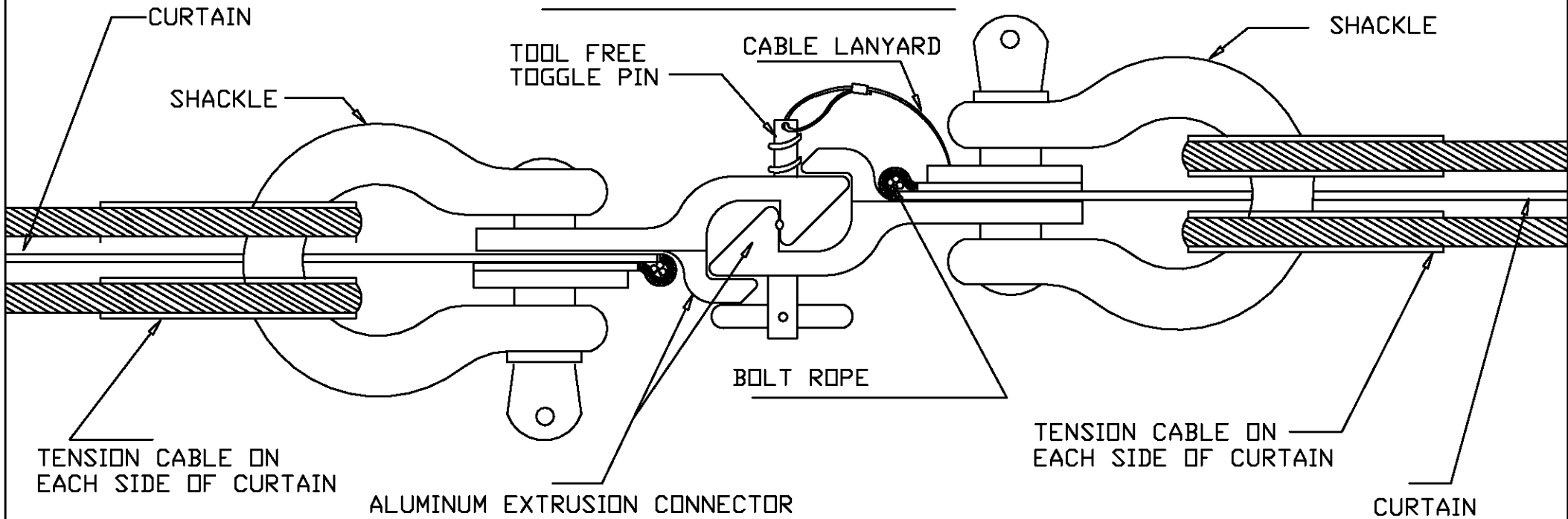
SHACKLE

MUD LINE VARIES

ELASTEC / AMERICAN MARINE INC.

ANCHOR SYSTEM

VIEW LOOKING DOWN ON CURTAIN



SIDE VIEW

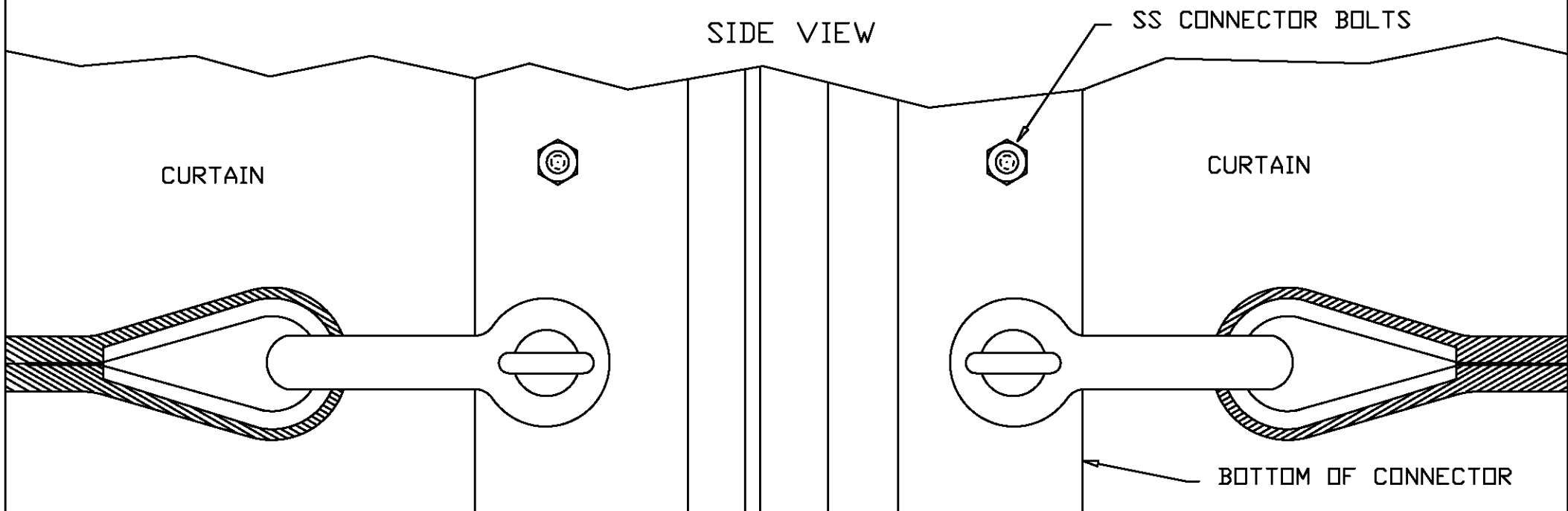
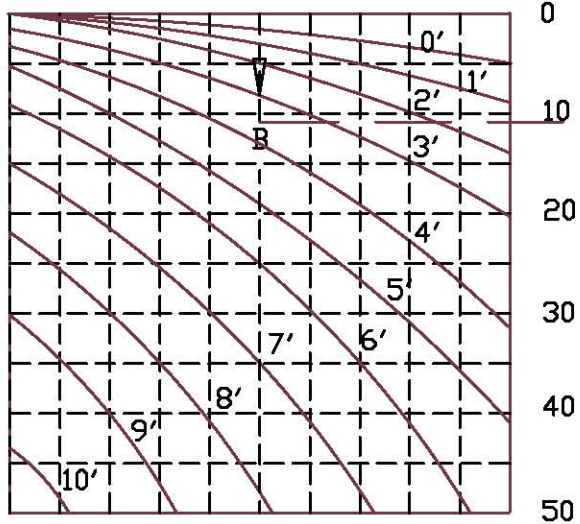


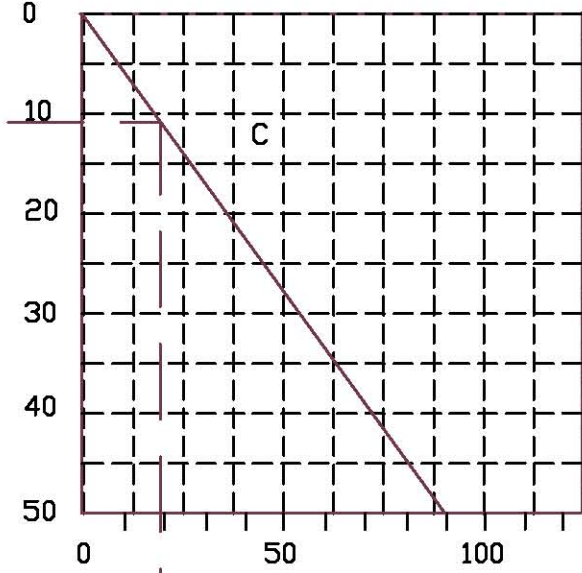
FIGURE 4-RECOMMENDED ALUMINUM EXTRUSION FOR JOINING SILT CURTAIN SECTIONS.

RADIUS (r) OF CURTAIN (ft)

0 200 400 600 800 1000

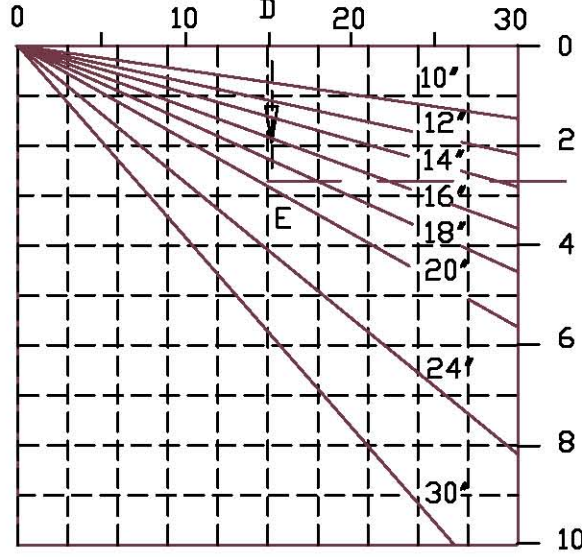


VOLUME OF MOUND (10^6 FT³)



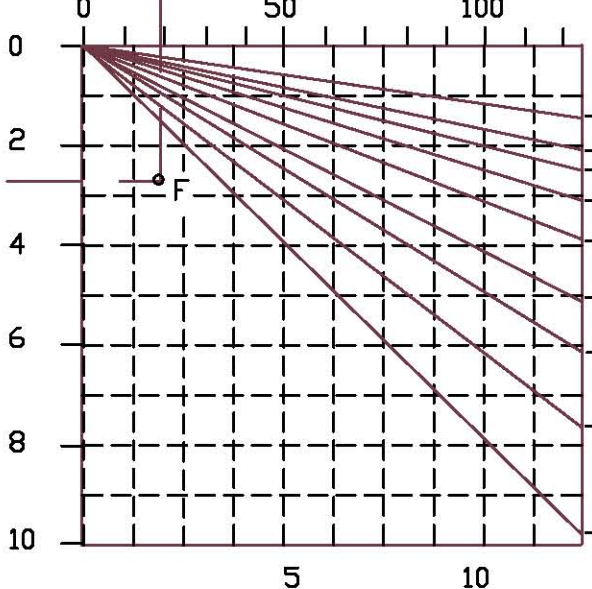
I

PIPELINE FLOW VELOCITY (ft / sec)



DISCHARGE RATE (10^6 FT³ / DAY)

TOTAL VOLUME OF SLURRY PUMPED (10^6 ft³)



RELOCATION INTERVAL (DAYS)

III

IV

ASSUMPTION :
 DREDGED MATERIAL - 15% BY WEIGHT
 FLUID MUD - 25% BY WEIGHT
 FLUID MUD MOUND SLOPE - 1 : 200

FIGURE 8 - CURTAIN RELOCATION INTERVAL RATE

ELASTEC / AMERICAN MARINE
 FIGURE 8 - RELOCATION RATE

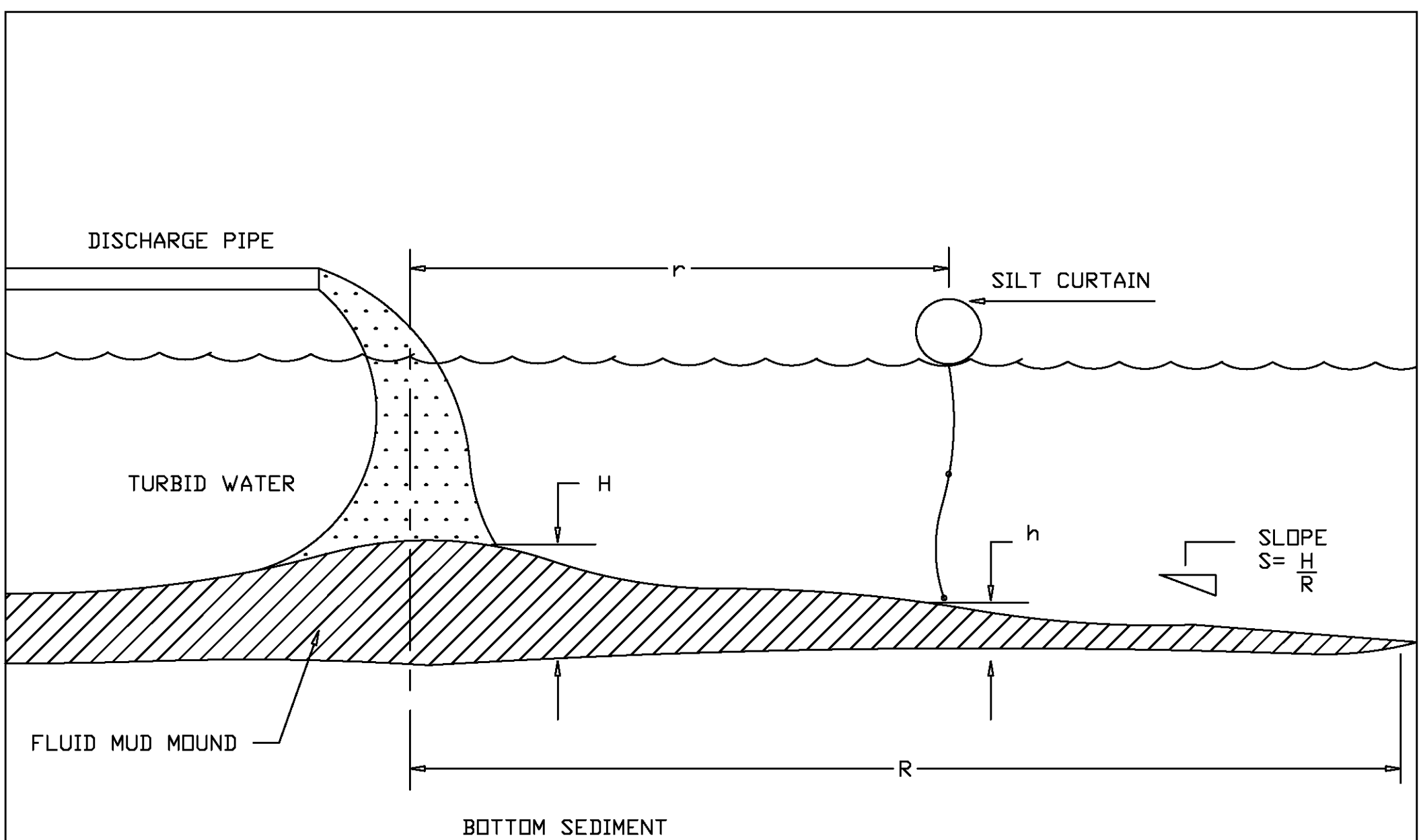


FIGURE 7-PARAMETERS AFFECTING THE SCHEDULE FOR MOVING AND REDEPLOYING SILT CURTAINS

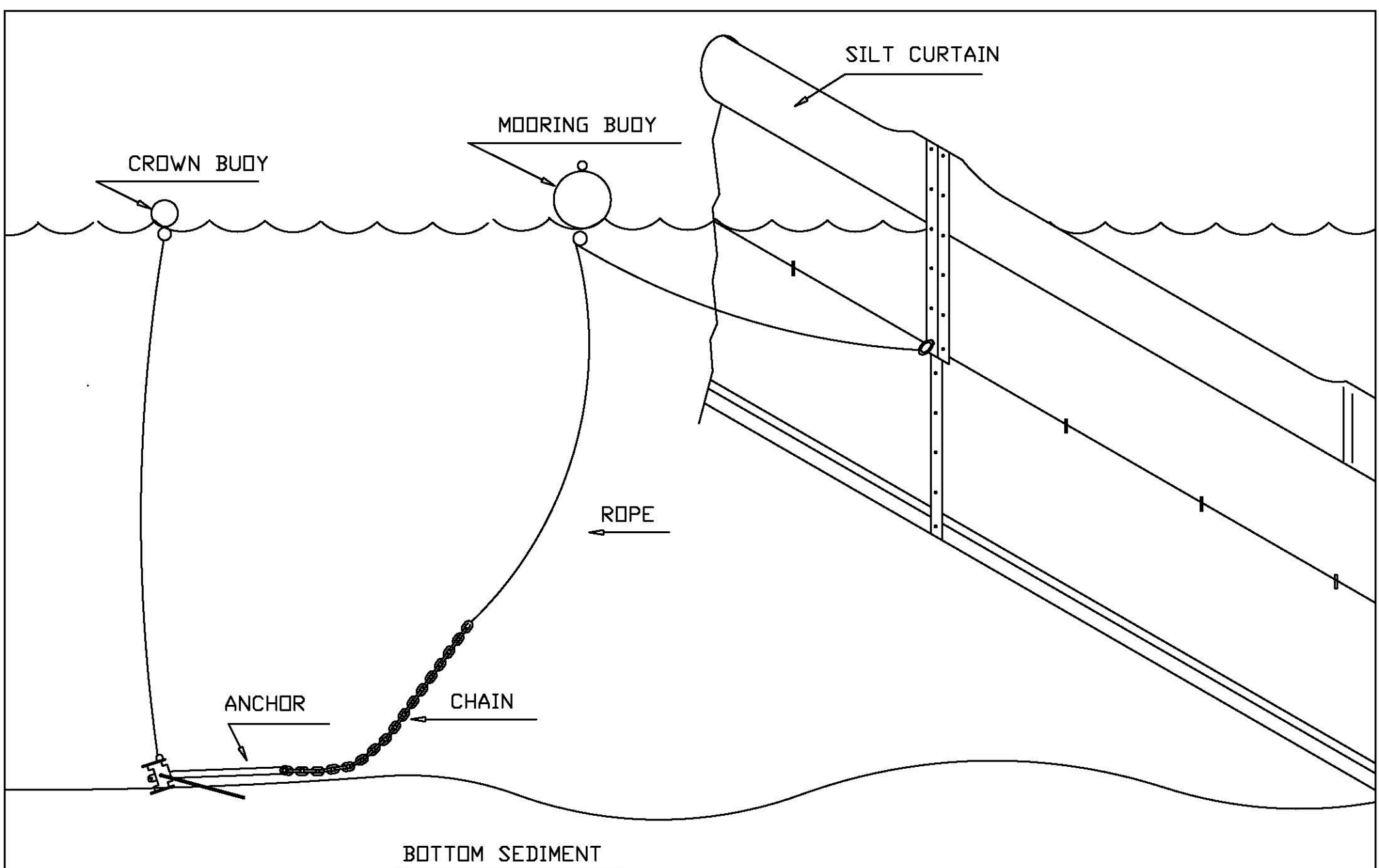


FIGURE 6-RECOMMENDED SILT CURTAIN MOORING SYSTEM

ELASTEC / AMERICAN MARINE INC.
 FIGURE 6 - SILT CURTAIN MOORING

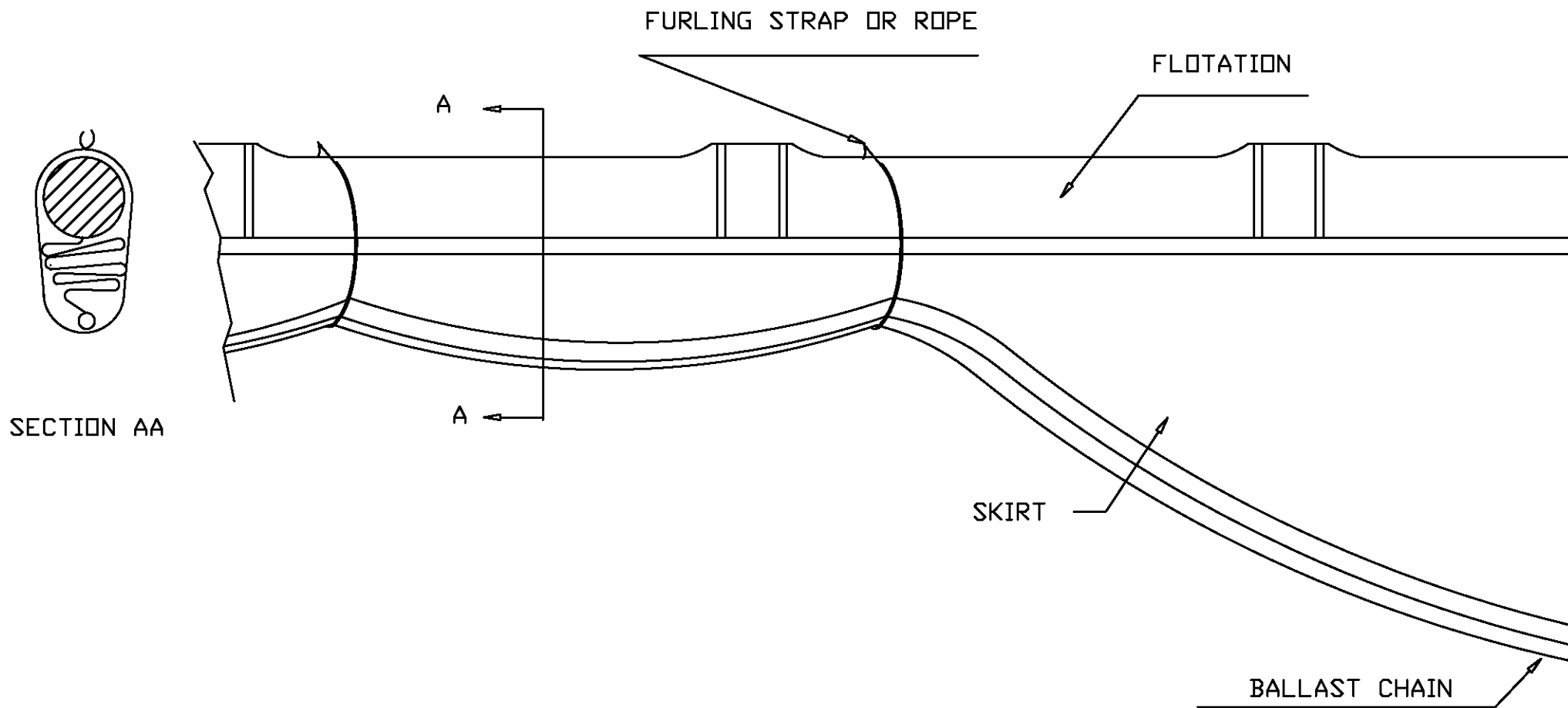


FIGURE 5-FURLING OF THE CURTAIN SKIRT FOR DEPLOYMENT AND/OR RECOVERY OF SILT CURTAIN

ELASTEC / AMERICAN MARINE INC.

FIGURE 5 - SILT CURTAIN DEPLOYMENT

MAXIMUM HEIGHT (H) OF MOUND (FT) UNDER DISCHARGE

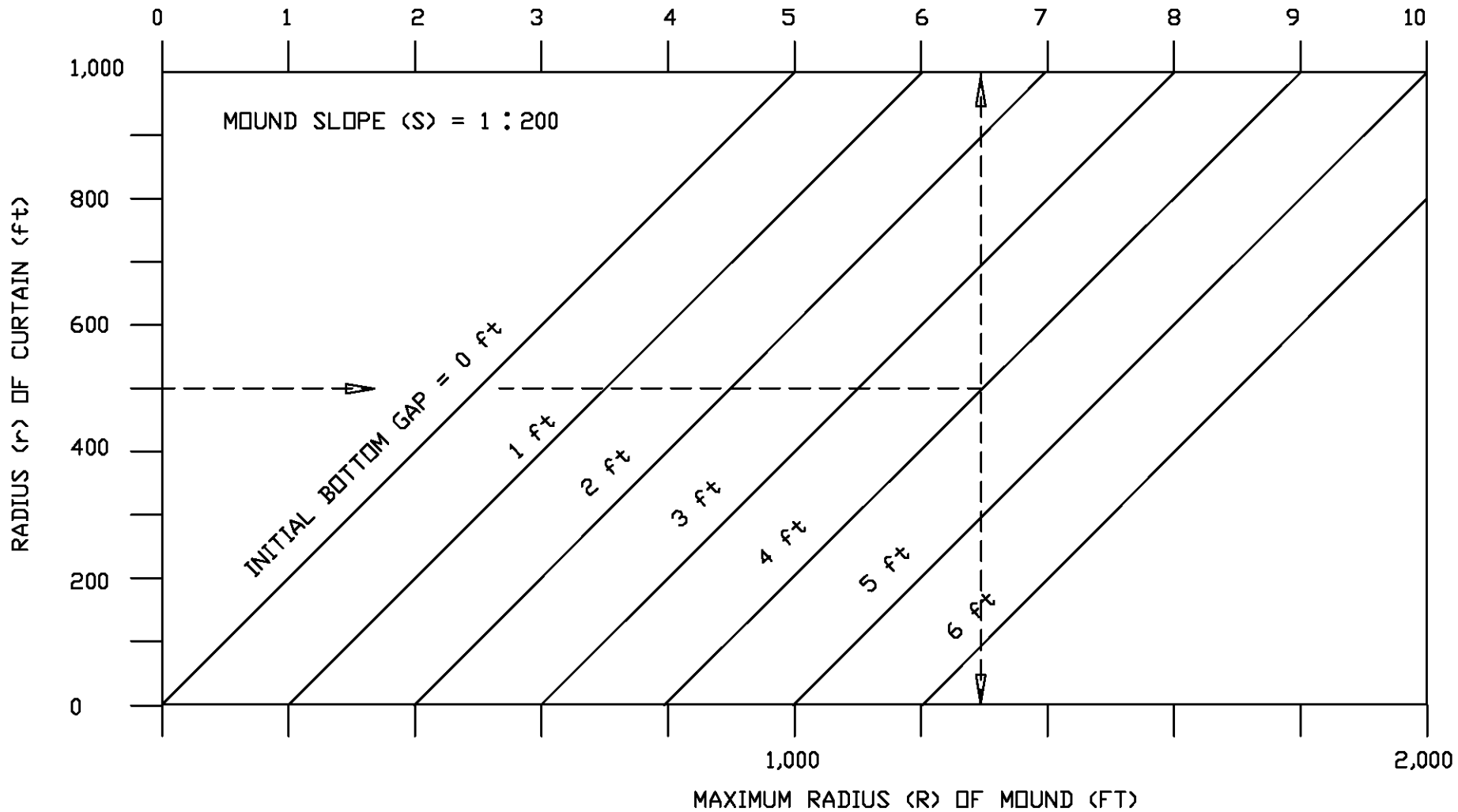


FIGURE 9 - DIMENSIONS OF A FLUID MUD MOUND WITH A SLOPE OF 1 : 200

PRODUCT GUIDE FOR CURTAINS
SELECTION, INSTALLATION, REMOVAL AND MAINTENANCE

BARRIER SELECTION:

American Marine turbidity control curtain is fabricated in three styles to accommodate varying current and wind conditions.

TYPES OF CURTAIN:

STILLWATERSCREEN - is designed for use in protected waters where there is no current and the area is sheltered from wind and waves.

FASTWATERSCREEN - is designed for use in areas where there may be some small current running and/or wind and waves can effect the curtain.

RUFFWATERSCREEN - is designed for use in areas where considerable (1-2 knot) current may be present, where tidal action occurs and/or where the curtain is liable to be subject to wind and wave force.

CURTAIN DEPTH: Curtain depth selection depends upon the depth of the water, the type of bottom and the current prevailing in the area. The curtain should not be so long as to touch the bottom. If it does touch bottom, two unsatisfactory consequences may result:

- (1) The skirt may become buried in the pump-in fill, sink the flotation and ultimately make it impossible to remove the curtain.
- (2) Movement of the lower skirt over the bottom due to tidal reverses or due to wind or wave action on the flotation may fan and stir silt already settled out.

A rule of thumb pertaining to the proper depth of a silt curtain in still water is to keep it at least two feet above the bottom. In moving water the curtain acts more as a downward deflector of silt laden water and hence it may be more effective to employ two relatively shallow curtains, one behind the other than to attempt to settle the silt via the use of a single deep curtain. It must be remembered that a curtain cannot slow up or stop the flow of water and that very sizeable loads can be built up in a large curtain anchored in moving water. In moving water it is seldom practical to extend curtain depth below 10 to 12 feet below the surface even in deep water. Curtains deeper than this will be subject to very large loads with consequent strain on the material and the mooring systems. Furthermore, the curtain will billow up toward the surface under the pressure of the moving water which will result in an effective depth considerably less than the skirt depth, anyway.

CURTAIN INSTALLATION:

Every turbidity curtain installation has its own set of unique conditions to be considered during installation. In the calm water of lakes or ponds it is usually sufficient to merely set the curtain end anchor points or stakes, using anchor buoys when anchors are employed, then tow the curtain in the furled condition out and attach it to these anchor points or stakes. Following this, any additional buoyed anchors or stakes required to maintain the desired exact location of the curtain may be set and these anchor points made fast to the curtain. Only then the furling lines should be cut to let the curtain skirt drop.

In rivers or in other moving water installations it is important to set all the curtain anchor points, being sure they are of sufficient holding power to retain the curtain under the current conditions existing, before putting the furled curtain into the water. Again, anchor buoys should be employed on all anchors to prevent the current from submerging the flotation at the anchor points. If the moving water into which the curtain is being installed is tidal and will hence subject the curtain to currents in both directions as the tide changed, it is important to provide

anchors on both sides of the curtain for two reasons:

- (1) so curtain movement will be minimized during tidal current reversals and
- (2) so the curtain will not overrun the anchors and pull them out when the tide reverses.

When the anchors are secure the furled curtain should be secured to the upstream anchor point and then sequentially attached to each next downstream anchor point until the entire curtain is in position. At this point, and before unfurling, the “lay” of the curtain should be assessed and any necessary adjustments made to the anchors. Finally, when the location is ascertained to be as desired, the furling lines should be cut to allow the skirt to drop.

An effective way to employ a turbidity curtain in moving water is to locate it at less than 90 degrees to the current direction so as to provide a “deflector” along which the silt laden water will move dropping out its sediment in the desired area along one side of the curtain while the water on the other side is protected.

Turbidity curtain has also been used effectively in large areas of moving water by forming a very long sided, sharp “V” to deflect clean water around a work site and confine a large part of the silt laden water to the work area inside the “V” as it moves downstream with the sediment settling as it moves.

REMOVAL OF CURTAIN:

The most significant precaution to be observed in removing a turbidity curtain is to protect the skirt from damage as the curtain is dragged out of the water. If the curtain has a deep skirt it can be protected by running a small boat along its length with a crew installing furling lines before attempting to remove the curtain from the water. Also, the site (beach, ramp, etc.) Selected to tow the curtain ashore should be free of sharp rocks, broken cement, debris, etc. so as to minimize damage when hauling the curtain over the area.

CLEANING OF CURTAIN:

If the curtain has been in the water long enough to collect barnacles and other marine growth, it should be cleaned immediately upon removal from the water. If allowed to dry out before cleaning, the barnacles and growth become considerably more difficult to remove and the chance of damaging the fabric during cleaning is increased. The curtain should be spread onto as flat and smooth a surface as possible for cleaning and the growth removed with a piece of wood or other object not likely to tear the vinyl. A stiff bristle brush may be used to remove most of the accumulation (except barnacles) and the curtain should then be rinsed off before

being dried, furled and stowed for storage or re-use.

STORAGE OF CURTAIN:

When the curtain has been cleaned, rinsed and allowed to dry it should be “accordianed up”, tied and covered to protect it from the sun.

REPAIRS:

Should repairs become necessary, American Marine, Inc. has repair kits. Clean the area to be repaired with acetone. Cut a patch larger than the damaged area. Apply glue, then put on the patch and roll vigorously with a bottle or can until dry. Approximately ten minutes is required to dry. Pop rivets and fender washers may also be used for repair jobs.

ANCHOR SYSTEMS FOR BOOMS AND BARRIERS

1) A 24 pound DANFORTH type galvanized steel anchor.

2) An 8 foot long 3/8 inch galvanized steel chain lower rode.

3) A 60 foot long 5/8 inch polypropolene rope upper rode.

4) A 12 inch diameter polypropolene painter.

** The anchor to chain rode attachment is by a safety wired galvanized steel shackle.

** The chain to rope rode connection is also by a safety wired galvanized steel shackle
(All ropes have thimbled terminations.)

** The upper rode - buoy - painter attachment is via a loop of 5/16 inch galvanized steel wire rope.

** Attachment of the painter to the boom or barrier is by galvanized steel shackle.

PSI – Parker Systems Inc.
The environmental equipment supply house

TURBIDITY CURTAIN / SILT FENCE

TABLE OF CONTENTS

STATE MINIMUM STANDARDS AND SPECIFICATIONS
Source: Virginia Erosion and Sediment Control Handbook
Third Edition 1992

TURBIDITY CURTAIN.....Page 2
Definition Purpose
Conditions where Practice Applies

PLANNING CONSIDERATIONS.....Page 2

DESIGN CRITERIA.....Page 3
1. Type I Configuration
2. Type II Configuration
3. Type III Configuration
4. Extend Turbidity Curtains
5. "Gap" Allowance for Tidal, Wind, or Wave Action
6. Turbidity Curtain Depth
7. Turbidity Curtain Location
8. Sizing / Measuring
9. Joints
10. Span Maximum
11. End Extensions
12. "Flow-through" Medium
13. Turbidity Curtain Alignments

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS.....Page 4
Materials
1. Barriers
2. Curtain Fabric
3. Fabric Seams
4. Flotation Devices
5. Load Lines
6. External Anchors
7. Bottom Anchors

INSTALLATION.....Page 5
Type I installation - Calm water of lakes or ponds
Type II and Type III installations - Rivers or other moving waters

REMOVAL.....Page 6

MAINTENANCE.....Page 6

PHYSICAL PROPERTIES OF TURBIDITY CURTAIN.....Page 7

FABRIC OPTIONS AVAILABLE.....Page 7

Virginia Department of Conservation and Recreation Division of Soil and Water Conservation

TURBIDITY CURTAIN

Definition

A floating geotextile material placed so as to minimize sediment transport from a disturbed area adjacent to or within a body of water.

Purpose

To provide sedimentation protection for a watercourse from up-slope land disturbance, or from dredging or filling within the watercourse.

Conditions Where Practice Applies

Applicable to non-tidal and tidal watercourses where intrusion into the watercourse by construction activities and subsequent sediment movement is unavoidable.

PLANNING CONSIDERATIONS

Soil loss into a watercourse results in long-term suspension of sediment. In time, the suspended sediment may travel long distances and affect widespread areas. A turbidity curtain is designed to deflect and contain sediment within a limited area and provide enough residence time so that soil particles will fall out of suspension and not travel to other areas.

Turbidity curtain types must be selected based on flow conditions within the water body, be it a flowing channel lake pond, or tidal watercourse. The specifications contained within this practice pertain to minimal and moderate flow conditions where the velocity of flow (current) may reach 5 feet per second (approximately three knots). Where there are greater flow velocities or currents, a qualified engineer and the manufacturer should be consulted.

Consideration must also be given to the direction of water movement in channel flow situations. Turbidity curtains are not designed to act as water impoundment dams and cannot be expected to stop the flow of a significant volume of water. They are designed and installed to trap sediment, not to halt the movement of water itself. In most situations, turbidity curtains should not be installed across channel flows.

In tidal or moving water conditions, provisions must be made to allow the volume of water contained within the curtain to change. Since the bottom of the curtain is weighted and external anchors are frequently added, the volume of water contained within the curtain will be much greater at high tide than at low tide and measures must be taken to prevent the curtain from submerging. To allow the slack of the curtain to rise and fall, water must be allowed to flow through the curtain while allowing it to remain in approximately the same spot and to maintain its shape. Normally, this is achieved by constructing part of the curtain from a heavy woven filter fabric. The fabric allows the water to pass through the curtain, but retains the sediment pollutants and consideration should be given to the quality of water that must pass through the fabric, and sediment particle size, when specifying fabric permeability.

Sediment, which has been deflected and settled out by the curtain, may be removed if so directed by the on-site inspectors or Plan Approving Authority. However, consideration must be given to the probable outcome of the procedure: will it create more of a sediment problem by re-suspending particles and by accidental dumping of the material by the equipment involved? In light of such possibility, it is recommended that the soil particles be trapped by a turbidity curtain be removed only if there has been a significant change in the original contours of the affected area in the watercourse. Regardless of the decision made, soil particles should always be allowed to settle for a minimum of 6 to 12 hours prior to the removal of the equipment, or prior to their removal by equipment, or prior to removal of a turbidity curtain.

It is imperative that the intended function of the other controls in this chapter, to keep sediment out of the watercourse, be the strategy used in every erosion control plan. However, when proximity to the watercourse makes successful mitigating sediment loss impossible, the use of the turbidity curtain during land disturbance is essential.

DESIGN CRITERIA

1. Type I configuration (see page 8) should be used in protected areas where there is no current and the area is sheltered from wind and waves.
2. Type II configuration (see page 8) should be used in areas where there may be slow to moderate running current (up to 2 knots or 3.5 feet per second) and/or wind and wave action which can affect the curtain.
3. Type III configuration (see page 8) should be used in areas where considerable current (up to 3 knots or 5 feet per second) may be present, where tidal action may be present, and/or where the curtain is potentially subject to wind and wave action.
4. Turbidity curtains should extend the entire depth of the watercourse whenever the watercourse in question is not subject to tidal action and/or significant wind and wave forces.
5. In tidal and/or wind and wave action situations, the curtain should never be so long as to touch the bottom. A minimum 1-foot "gap" should exist between the ballast and the bottom of the skirt at "mean low water." Movement of the lower skirt over the bottom due to tidal reverses, or wind and wave action on the flotation system, may fan and stir sediments already settled out.
6. In tidal and/or wind and wave action situations, it is seldom practical to extend a turbidity curtain depth lower than 10 to 12 feet below the surface, even in deep water. Curtains which are installed deeper than this will be subject to very large loads, with consequent strain on curtain materials and the mooring system. In addition, a curtain installed in such a manner can "billow up" towards the surface under the pressure of the moving water, which will result in an effective depth significantly less than the skirt depth.
7. Turbidity curtains should be located parallel to the direction of flow of a moving body of water. Turbidity curtains should not be placed across the main flow of a significantly moving body of water.
8. When sizing the length of the floating curtain, allow an additional 10-20% variance in the straight-line measurements. This will allow for measuring errors, make installing easier, and reduce stress from potential wave action during high winds.
9. An attempt should be made to avoid an excessive number of joints in the curtain; a minimum continuous span of 50 feet between joints is a good "rule of thumb".
10. For stability reasons, a maximum span of 100 feet between joints (anchors or stake locations) is also a good rule to follow.
11. The ends of the curtain, both floating upper and weighted lower, should extend well up into the shoreline, especially if high water conditions are expected. The ends should be secured firmly to the shoreline (preferably to rigid bodies such as trees or piles) to enclose fully the area where sediment may enter the water.
12. When there is a specific need to extend the curtain to the bottom of the watercourse in tidal or moving water conditions, a heavy woven pervious filter fabric may be substituted for the normally recommended impervious geotextile. This creates a "flow-through" medium, which significantly reduces the pressure on the curtain and keeps it in the same relative location and shape during the rise and fall of tidal waters.

13. Typical alignments of turbidity curtains can be seen on page 9. The number and spacing of external anchors may vary depending on current velocities and potential wind and wave action; Parker Systems recommendations should be followed.

CONSTRUCTION SPECIFICATIONS

Materials

1. Barriers should be a bright color (yellow or "international" orange are recommended) that will attract the attention of nearby boaters.
2. The curtain fabric must meet the minimum requirements noted in table on page 7.
3. Seams in the fabric shall be either vulcanized, welded, or sewn, and shall develop the full strength of the fabric.
4. Flotation devices shall be flexible, buoyant units, contained in an individual flotation sleeve or collar attached to the curtain.
Buoyancy provided by the flotation units shall be sufficient to support the weight of the curtain and maintain a freeboard of at least 3 inches above the water surface (see page 9).
5. Load lines must be fabricated into the bottom of all floating turbidity curtains. Type II and Type III must have load lines also fabricated into the top of the fabric. The top load line shall consist of woven webbing or vinyl-sheathed steel cable, and shall have break strength in excess of 10,000 pounds. The supplemental (bottom) load line shall consist of a chain incorporated into the bottom hem of the curtain, with sufficient weight to serve as ballast to hold the curtain in a vertical position. Additional anchorage shall be provided as necessary. The load lines shall have suitable connecting devices which develop the full breaking strength for connecting to load lines in Type I adjacent sections (see page 8).
6. External anchors may consist of wooden or metal stakes (2- x 4-inch or 2.5-inch minimum diameter wood, or 1.33 pounds/linear foot steel) when Type I installation is used; when using type II or Type III installation, bottom anchors must be used.
7. Bottom anchors must be sufficient to hold the curtain in the same position relative to the bottom of the watercourse, without interfering with the action of the curtain. The anchor may dig into the bottom (grappling hook, plow or fluke-type), or may be weighted (mushroom type), and should be attached to a floating anchor buoy via an anchor line. The anchor line would then run from the buoy to the top load line of the curtain. When used with Type III installation, these lines must contain enough slack to allow the buoy and curtain to float freely with tidal changes without pulling the buoy or curtain down, and must be checked regularly to make sure they do not become entangled with debris. As previously noted, anchor spacing will vary with current velocity and potential wind and wave action; manufacturer's recommendations should be followed. See orientation of external anchors and anchor buoys for tidal installation on page 9.

INSTALLATION

1. In calm waters, such as lakes and ponds (Type I installation) it is usually sufficient merely to set the curtain end stakes or anchor points (using anchor buoys if bottom anchors are employed), then tow out the curtain in the furled condition and attach it to these stakes or anchor points. Following this, any additional stakes or buoyed anchors required to maintain the desired location of the curtain may be set, and these anchor points made fast to the curtain. Only then should the furling lines be loosened to let the curtain skirt drop. Furling systems are a valuable option to have included on the curtain for ease of installation and removal.
2. In rivers or in other moving water (Type II and Type III installations), it is important to set all the curtain anchor points. Care must be taken, prior to putting the furled curtain into the water, to ensure that anchor points are of sufficient holding power to retain the curtain under the existing

current conditions. Again, anchor buoys should be employed on all anchors to prevent the current from submerging the flotation at the anchor points. If the moving water into which the curtain is being installed is tidal and will subject the curtain to currents in both directions as the tide changes, it is important to provide anchors on both sides of the curtain for two reasons:

- a) Curtain movements will be minimized during tidal current reversals.
- b) The curtain will not overrun the anchors and pull them out when the tide reverses.

Once the anchors are secure, the furled curtain should be secured first to the anchor point that is farthest upstream, then attached sequentially to each downstream anchor point in turn until the entire curtain is in position. At this point, and before unfurling, the "lay" of the curtain should be assessed and any necessary adjustments made to the anchors. Finally, when the location is ascertained to be as desired, the furling lines should be loosened to allow the skirt to drop.

3. Always attach anchor lines to the flotation device, not to the bottom of the curtain. The anchoring line attached to the downstream side of the flotation device will provide support for the curtain. Attaching the anchors to the bottom of the curtain could cause premature failure of the curtain due to stresses imparted on its middle section.

4. There is an exception to the rule that turbidity curtains should not be installed across channel flows; it occurs when there is a danger of creating a silt build-up in the middle of a watercourse, thereby blocking access or creating a sand bar. Curtains have been used effectively in large areas of moving water by forming a very long sided, sharp "V" to deflect clean water around a work site, confine a large part of the silt-laden water to the work area inside the "V" and direct much of the silt toward the shoreline. Care must be taken, however, not to install the curtain perpendicular to the water current.

5. See page 9 for typical installation layouts.

REMOVAL

1. Care should be taken to protect the turbidity curtain skirt from damage by furling the curtain before it is removed from the water.

2. The site selected to bring the curtain ashore should be free of sharp rocks, broken cement, debris, etc., so as to minimize damage when hauling the curtain over the area.

3. If the curtain has a deep skirt and no furling system, it can further be protected by running a small boat with a crew installing furling lines along its length before attempting to remove the curtain from the water.

MAINTENANCE

1. The developer / owner is responsible for maintenance of the filter curtain for the duration of the project in order to ensure the continuous protection of the watercourse.

2. Should repairs to the geotextile fabric become necessary, there are repair kits available from Parker Systems, and their instructions must be followed to ensure the adequacy of the repair.

3. When the curtain is no longer required, as determined by the inspector, the curtain and related components must be removed in such a manner as to minimize turbidity. Remaining sediment must be sufficiently settled before removing the curtain. Sediment may be removed and the original depth (or plan elevation) restored. Any spoils must be taken to an upland area and be stabilized.

PHYSICAL PROPERTIES OF TURBIDITY CURTAIN FABRIC

PHYSICAL PROPERTY	REQUIREMENT
THICKNESS, MILS	45
WEIGHT/OZ.SQ.YD:	
TYPE I	18
TYPE II	18 OR 22
TYPE III	22
GRAB TENSILE STRENGTH, LBS.	300
UV INHIBITOR	MUST BE INCLUDED

OPTIONS AVAILABLE**Fabrics:**

Impervious

Reinforced PVC Coated
14 Oz./Sq. Yd.
18 Oz.
22 Oz.

Reinforced Alloy Coated
24 Oz./Sq. Yd.
30 Oz.

Reinforced Urethane Coated
23 Oz./Sq. Yd.

Pervious

Geotextile (Woven Polyolifin
Mesh)
Skirt Insert (as required)
Entire Barrier

Section Connections:

Grommets & Laced
Slotted Tube (PVC Pipe)
Extruded Aluminum
Quick-Latch

Upper Tension Member:

Polyolifin Rope
1/4" Coated Galvanized Cable
5/16" Coated Galvanized Cable

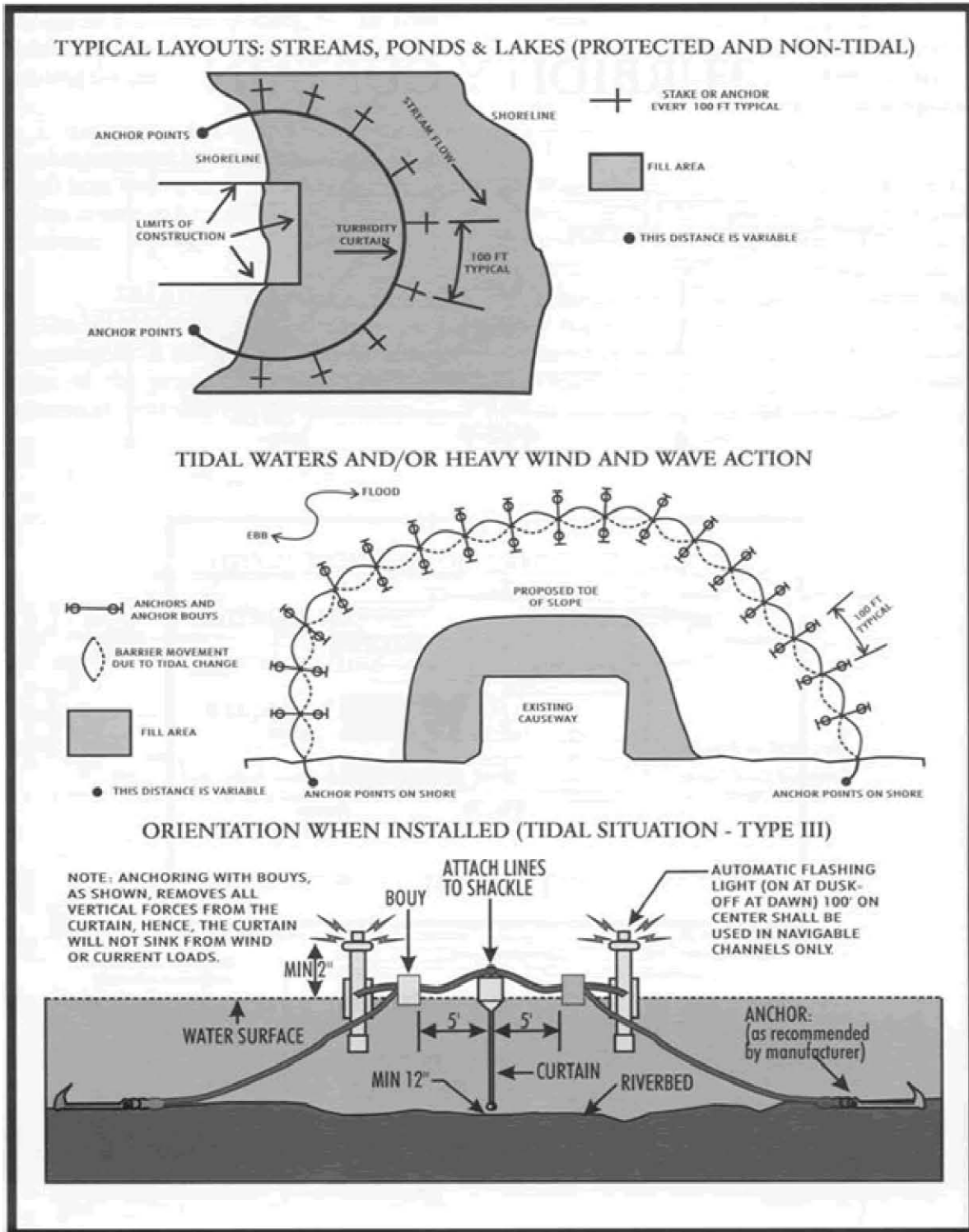
Lower Tension Members (Ballast):

1/4" Galvanized Proof Coil Chain
5/16" Galvanized Proof Coil Chain
3/8" Galvanized Proof Coil Chain
Dual 1/4" Galvanized Proof Coil
Chains

Flotation:

Styrofoam: Available in 4" x 4" through 12" x 12"
Rolled Polyolifin Foam with diameters 6" and up
(resistant to oil)

When specifying a barrier to prevent silt migration: Due to the many variables to be considered at a construction site, we recommend that you consult with our field tested experts to obtain the best possible results.





Cable Arm Environmental Clamshell

Conventional dredging technologies, both mechanical (open clamshell bucket, excavators, etc.) and hydraulic (e.g. suction pumps), are still commonly used in the Great Lakes. These technologies are now dated, and can no longer remove contaminated sediments adequately in ports and harbours throughout the world.

In April 1991, an aggregate Cable Arm Clamshell was used in Hamilton Harbour, Ontario, Canada to supply contaminated sediment for the demonstration of a contaminated sediment treatment technology. This project formed the basis for a more detailed evaluation and assessment of an environmentally sensitive version of the Cable Arm Clamshell.

In June 1992, Cable Arm (Canada) Inc. demonstrated in Toronto Harbour a specially developed environmental bucket to meet demonstration requirements of the Remediation Technologies Program (RTP) of Environment Canada's Great Lakes 2000 Cleanup Fund.



Cable Arm Environmental Clamshell used during the 1993 Pickering NGS project

This partnership between government and industry marked the commencement of an evaluation and testing program which culminated in the first successful commercialization of the environmental bucket in Pickering in 1993. Through the 1992 demonstrations in Toronto and Hamilton Harbours, the RTP was able to provide evidence that an environmentally friendly yet efficient version of the Cable Arm Clamshell could perform under rigorous field conditions and be commercially viable.



Environment Canada
Environnement Canada



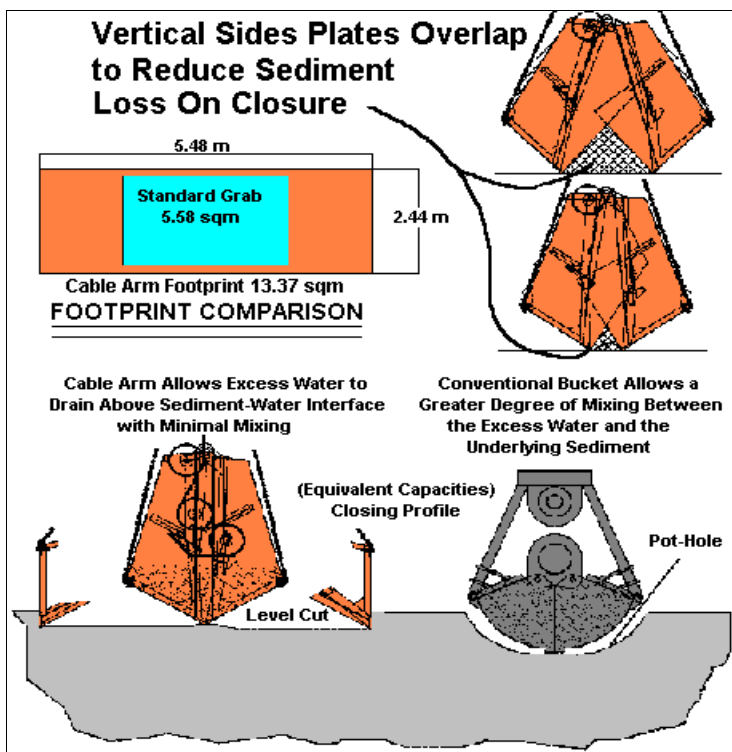
Cable Arm
(Canada) Inc.

Great Lakes 2000
Cleanup Fund



Advantages to the Cable Arm Environmental Clamshell when compared with conventional mechanical dredges are numerous :

- Replacement of grab arms with cables decreasing total weight of the bucket which increases the potential for a faster cycle time and increases payload capacity
- Addition of vertical side plates to reduce sediment loss during bucket closure
- Increased footprint allowing more precise sediment removal
- Flatter sediment cut reducing the potential for sediment re-suspension caused by potholes
- Potential for sediment loss reduced by adding a more effective rubber seal and a closure sensor
- Addition of an air-operated venting system to allow excess water drainage at the sediment-water interface
- Addition of a positioning system for more accurate sediment removal.



Comparison between the Cable Arm Environmental Clamshell and conventional technologies

For more information :

Ian Orchard

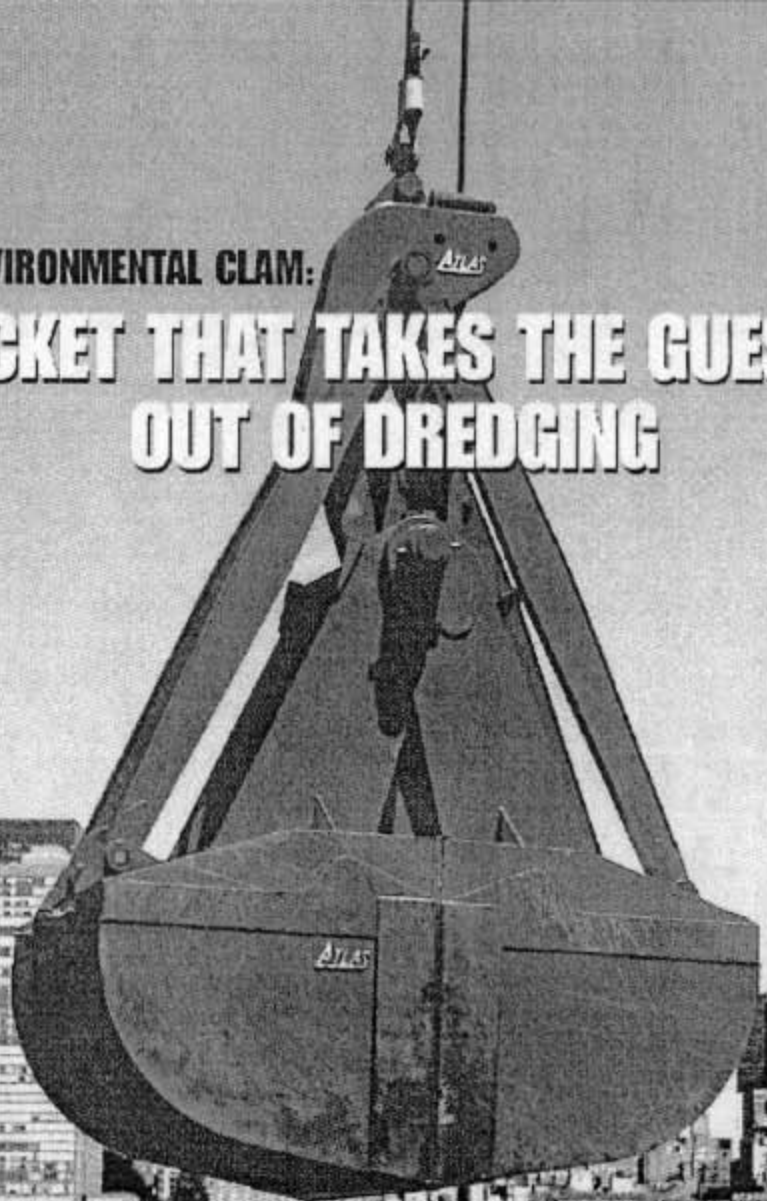
Remediation Technologies Program
 Environment Canada
 4905 Dufferin Street
 Downsview, Ontario
 Tel : (416) 739-5874
 Fax : (416)739-4342
 e-mail : ian.orchard@ec.gc.ca

John Lajeunesse

Cable Arm (Canada) Inc.
 P.O. Box 216
 Pickering, Ontario
 L1V 2R4
 Tel : (416) 282-0980
 Fax : (416) 282-0980

THE ATLAS ENVIRONMENTAL CLAM:

THE BUCKET THAT TAKES THE GUESSWORK OUT OF DREDGING



Finally, a multipurpose lightweight Clamshell Bucket that offers underwater accuracy and control without the drift effect commonly found in the Headless Non-Rigid Arm Dredging Buckets.

At last, one Bucket with enough power and diversity that in certain applications can eliminate the need for additional buckets.

With its Long Reach, Big Footprint, and Rigid Arm Design, *The Atlas Environmental Clam* was developed with the dredging industry in mind. These standard features allow the bucket to have outstanding performance while handling materials commonly associated with environmental and maintenance dredging. The Big Footprint increases

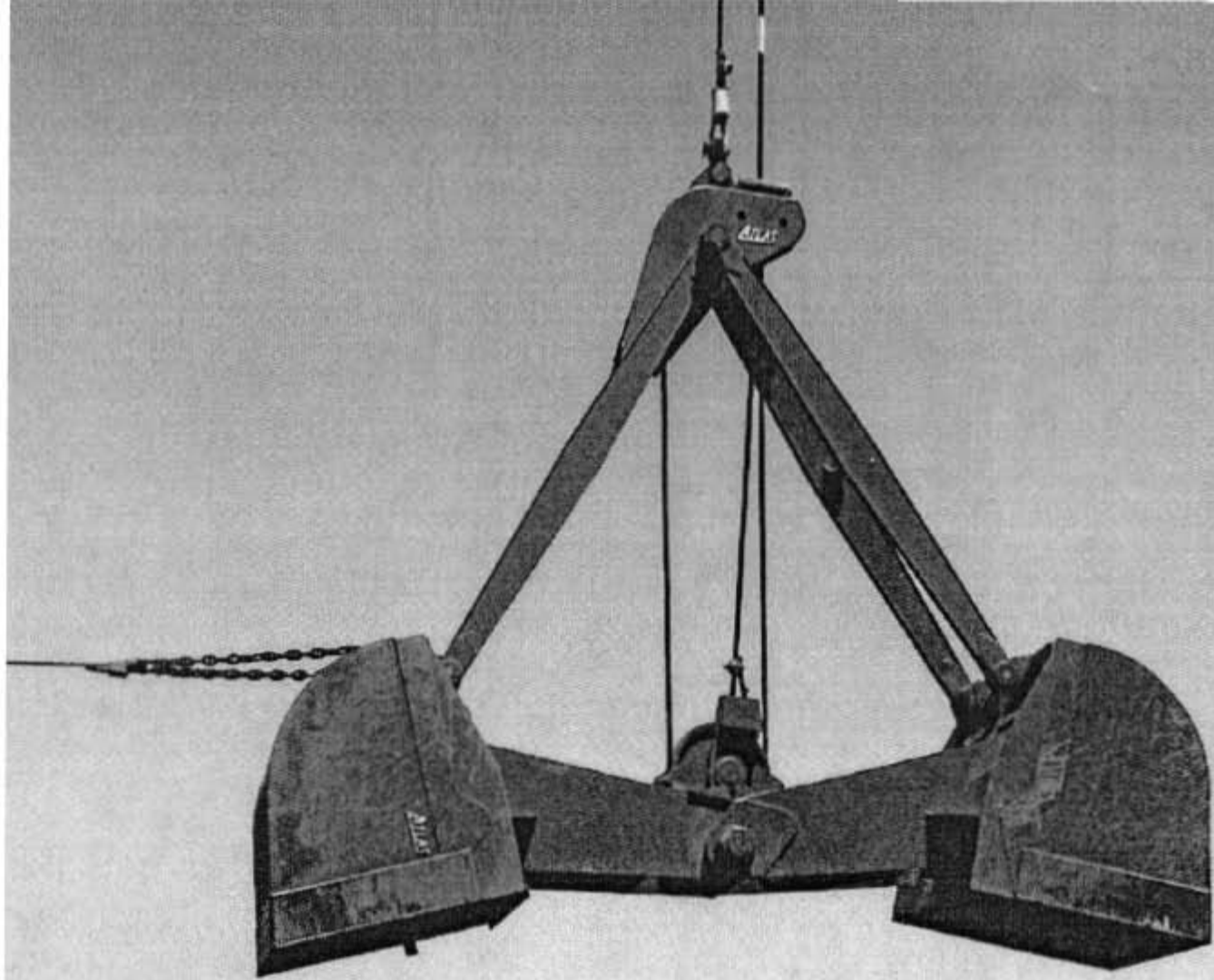
productivity by decreasing the number of cycles needed to get the job done.

Proven block and tackle design give you the closing power of a conventional clamshell, thus reducing the risk of spillage.

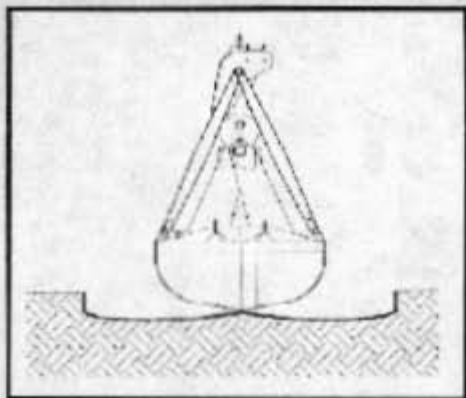
Unlike conventional clamshells that can leave a pothole like effect, *The Atlas Environmental Clam's* long reach design enables it to provide a relatively smooth and level cut. This feature allows you to remove only the amount of material you want, saving time and disposal cost. Atlas can custom build a bucket to fit your exact applications, including such options as fully enclosed ecology covers and sealed lips.



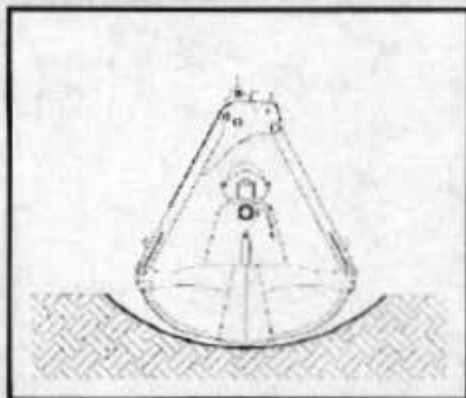
For additional information on this or other Atlas products, contact us by phone at 601.587.4511, or by e-mail at salesdept@atlasmanufacturing.net, or visit our website at www.atlasmanufacturing.net.



Long Reach, Big Footprint



Relatively Level Cut



Conventional Clam "Pot Hole" Effect



P. O. Box 1969 Monticello, MS 39654
e-mail: salesdept@atlasmanufacturing.net website: atlasmanufacturing.net
Phone: 601-587-4511 Fax: 601-587-5393