

Étude environnementale portant sur la qualité des sédiments de la portion sud du lac Saint-Pierre utilisée par le Centre d'Essai et d'Expérimentation en Munitions (CEEM) de Nicolet: premier rapport d'étape

TD
/95
.A75
C88
2001

Brigitte Cusson et Alain Latreille
Interventions et restauration
Environnement Canada

Raymond Gagnon
Centre d'Essai et d'Expérimentation en Munitions
Défense nationale

Dr Sonia Thiboutot et Dr Guy Ampleman
Centre de recherches pour la défense Valcartier
Défense nationale

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Travaux publics et Services gouvernementaux, 2001

N° de catalogue En40-618/1-2001F

ISBN 0-662-85503-5

Équipe de projet

Vincent Jarry Ph.D., administrateur de l'entente (MDE)

Capt. Gilles Belley, coordonnateur de l'entente (MDN)

Alain Latreille, coordonnateur scientifique (MDE)

Raymond Gagnon, gérant de site (MDN, CEEM)

Brigitte Cusson, chargée de projet (MDE)

Stéphane Jean, responsable de l'environnement (MDN)

Dr Sonia Thiboutot, aviseur scientifique (MDN, CRDV)

Dr Guy Ampleman, aviseur scientifique (MDN, CRDV)

Collaborateurs

Marc Leblanc (CEEM)

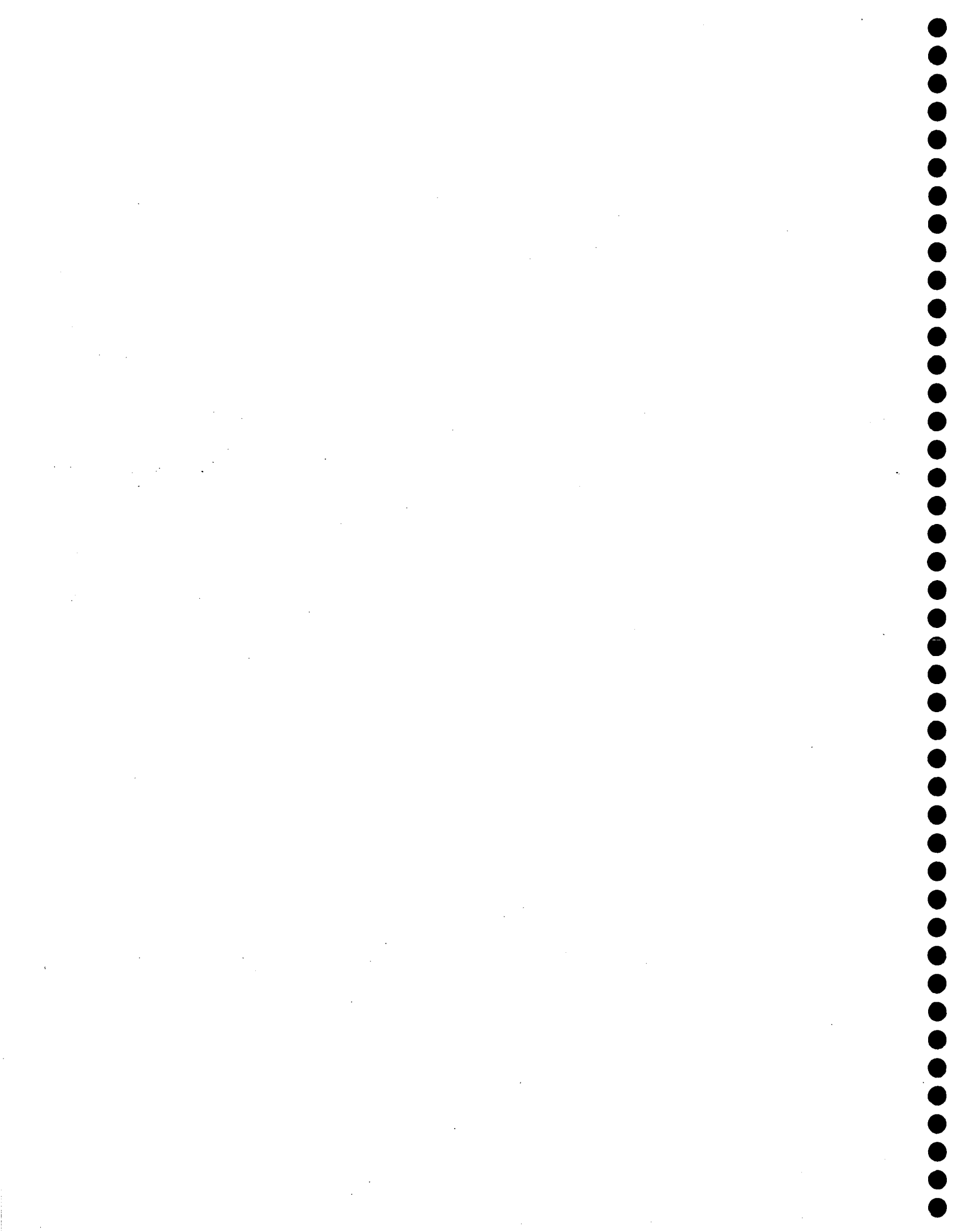
Louise Houde (CEEM)

Dominique Proulx (CEEM)

SNC TEC

NOTRA

Labexcel inc.



Résumé

Le ministère de la Défense nationale (MDN) effectue, depuis 1952, des tests d'homologation au Centre d'Essai et d'Expérimentation en Munitions (CEEM) de Nicolet. Des projectiles inertes ou contenant des matériaux énergétiques y sont testés. On estime que plus d'un demi-million de projectiles ont été tirés depuis le début des opérations à ce site, dont environ 300 000 dans le lac Saint-Pierre.

Une entente de collaboration scientifique a été conclue entre le ministère de l'Environnement (MDE) et le MDN en mars 1999 dans le but de caractériser les sédiments de la portion sud du lac Saint-Pierre utilisée par le CEEM. Cette étude vise l'évaluation de l'impact des tirs d'obus sur ce secteur de l'écosystème fluvial, la formulation de recommandations sur l'utilisation de cette portion du fleuve et l'évaluation de la pertinence d'une éventuelle restauration.

Dans un premier temps, il était important de colliger les informations disponibles: historique des activités de tir, revue de littérature sur les matériaux énergétiques et description bio-physique du secteur. À partir de ces données, une campagne de pré-échantillonnage a été réalisée au mois d'octobre 1999. Une vingtaine d'échantillons ont été récoltés. Les analyses granulométriques, de matières sèches et de matières organiques de même que les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* ont permis l'identification et la validation de quelques stations de comparaison potentielles. Un protocole d'échantillonnage sécuritaire et efficace des sédiments du secteur du champ de tir du MDN au lac Saint-Pierre a également été mis au point afin d'assurer le bon déroulement de la campagne principale d'échantillonnage qui aura lieu au printemps 2000 ainsi que pour la récolte d'organismes benthiques prévue pour l'automne 2000.

Abstract

The Department of National Defence (DND) has been operating a Munitions and Experimental Test Centre (METC) in Nicolet since 1952. Inert and explosive shells are tested at this facility. Since the beginning of operations at the site, an estimated half million shells have been fired, of which 300,000 were fired into the lake.

A scientific cooperation agreement was negotiated between the DND and Environment Canada (DOE) in march 1999 to carry out the sediment characterisation in the southern portion of lake St.Pierre being used by the METC. The goal of this study is to assess the impact of firing shells on the ecosystem of that sector of the river, make recommendations regarding the use of the sector and evaluate the pertinence of restoration.

Initially it was important to collect available information such as an historical review of firing activities, a scientific review of explosives and a description of the study site. From this information, a pre-sampling campaign was performed in October 1999. Twenty samples were collected. Grain size, dry weigh, organic matter and physico-chemical data measured *in situ* enabled us to identify and validate potential control stations. A safe and efficient sediment sampling procedure at DND firing range in lake St.Pierre was developed in the process. The main sampling campaign will be held in the spring of 2000 and a benthic community survey is scheduled for fall 2000.

Table des matières

LISTE DES FIGURES	IX
LISTE DES TABLEAUX	X
DÉFINITIONS	XI
1 INTRODUCTION	1
2 LOCALISATION DU SECTEUR À L'ÉTUDE	3
3 DESCRIPTION DU MILIEU	5
3.1 Milieu physique	5
3.1.1 Hydrologie	5
3.1.2 Dépôts de surface	6
3.1.3 Dynamique sédimentaire	7
3.1.4 Qualité des sédiments	8
3.1.5 Vents	8
3.1.6 Régime des glaces	9
3.1.7 Plaine de débordement	9
3.2 Milieu biologique	10
3.2.1 Végétation	10
3.2.2 Espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables	13
3.2.3 Faune ichthyenne	14
3.2.3.1 Distribution et diversité des espèces	14
3.2.3.2 Les aires de fraye et d'alevinage	15
3.2.3.3 Les secteurs des rives sud et nord	15
3.2.4 Invertébrés aquatiques	16
4 HISTORIQUE DES ESSAIS DE MUNITIONS	20
4.1 Contexte et objectifs	20
4.2 Contenu	20
4.3 Historique	21
4.4 Description du site	22
4.4.1 Situation géographique	22

4.4.2	La zone de tir	22
4.4.3	Les zones d'impact	22
4.5	Les données	22
4.5.1	Les projectiles	22
4.5.2	Les ratés («DUD's»)	23
4.5.3	Les quantités	23
5	REVUE DE LITTÉRATURE SUR LES MATÉRIAUX ÉNERGÉTIQUES	27
5.1	Expertise acquise	27
5.2	État des connaissances sur la présence de matériaux énergétiques, métaux et autres substances dans les sédiments à proximité de projectiles en milieu aquatique: revue de littérature complémentaire	33
6	CAMPAGNE DE PRÉ-ÉCHANTILLONNAGE	36
6.1	Échantillonnage	36
6.2	Programme de santé et sécurité	36
6.3	Variables étudiées et méthodes analytiques	38
6.4	Analyses statistiques	38
7	RÉSULTATS ET DISCUSSION	39
8	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	44
	RÉFÉRENCES	45
ANNEXES		
1	Liste des projectiles les plus couramment utilisés au CEEM Nicolet	52
2	Poids et composition du remplissage des projectiles remplis et de diverses composantes	53
3	Types de ratés («DUD's»)	55
4	Procédure d'échantillonnage des sédiments utilisée dans le cadre de la campagne de pré-échantillonnage (octobre 1999)	56
5	Instructions Permanentes d'Opérations (pré-échantillonnage, octobre 1999)	57
6	Détermination de la matière organique par incinération	64
7	Certificats d'analyse	65

Liste des figures

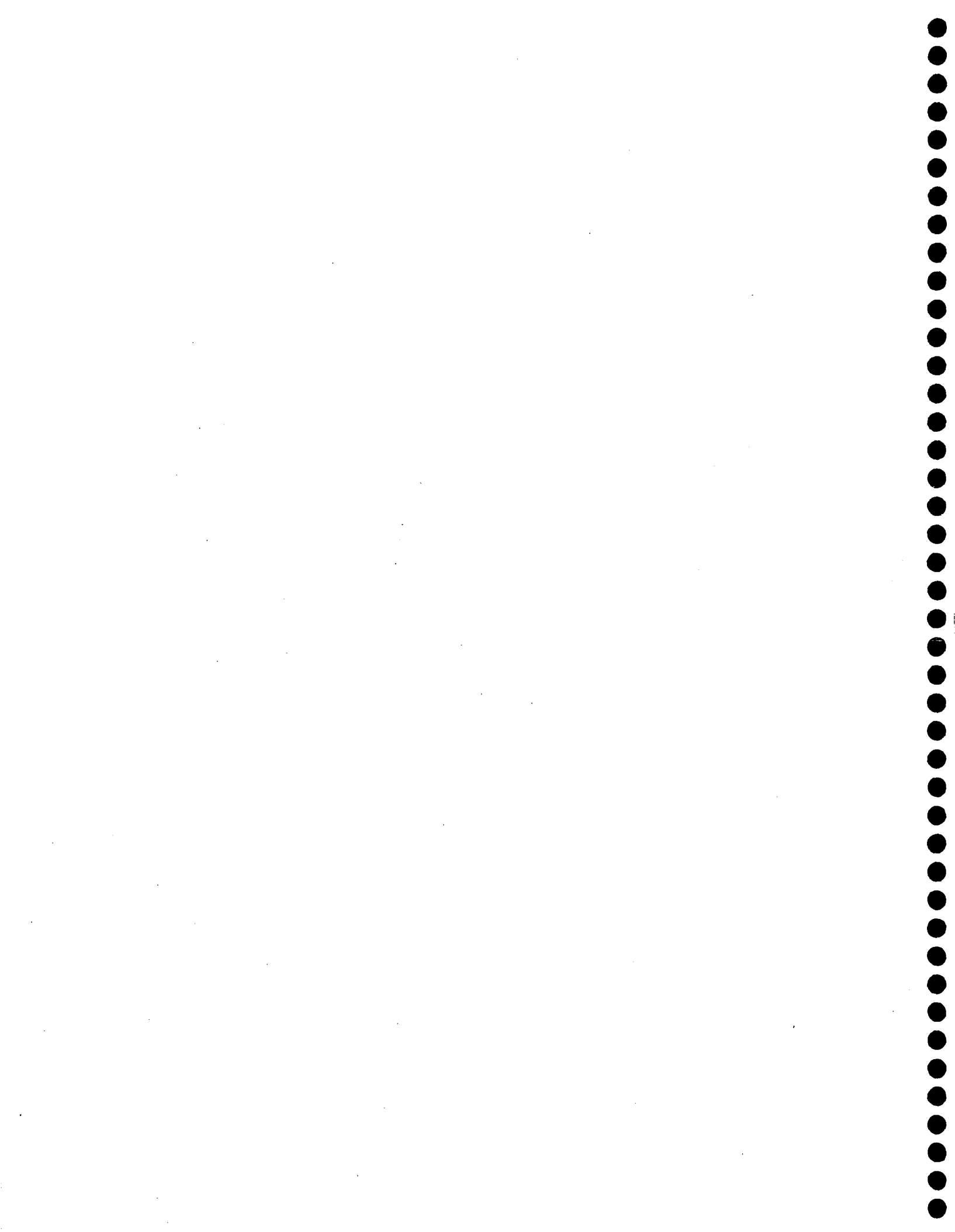
1	Limites de la zone de tir et localisation des stations échantillonnées en 1999	4
2	Bathymétrie du lac Saint-Pierre	18
3	Cartographie des milieux humides du lac Saint-Pierre (image Landsat-TM du 30 juillet 1988)	19
4	Utilisation de la zone CYR 606	25

Liste des tableaux

1	Registre des projectiles - Lac Saint-Pierre 1952 à 1999	26
2	Propriétés physiques et chimiques des composés nitroaromatiques et des nitramines	35
3	Localisation des stations échantillonnées lors de la campagne de pré-échantillonnage (octobre 1999)	37
4	Variables physico-chimiques mesurées lors de la campagne de pré-échantillonnage (octobre 1999)	40
5	Résultats des analyses des échantillons de sédiments: matière sèche, matières organiques totales et granulométrie	41
6	Résultats des calculs effectués dans le cadre du contrôle de la qualité	42
7	Groupements des stations obtenus par analyse de groupement hiérarchique effectuée en fonction des caractéristiques granulométriques et des teneurs en matières organiques et sèches	43

Définitions

- Projectile:** Composante (avec ou sans fusée, avec ou sans matière énergétique) d'une munition qui est propulsée à l'extérieur du canon.
- Fusée:** Composante dans laquelle se retrouve l'amorce qui a comme fonction d'initier le projectile.
- Avec fusée:** Projectile avec moyen d'initiation.
- Sans fusée:** Projectile sans moyen d'initiation.
- Avec matériaux énergétiques:** Projectile qui contient des matériaux énergétiques (ex.: TNT, RDX, HMX, pyrotechnique, propulseur) dans au moins une de ses constituantes (ex.: fusée, corps du projectile, moteur).
- Inerte:** Projectile qui ne contient aucune matière énergétique et pouvant être rempli de substituts constitués de mélange de cire («cire d'abeille») lorsqu'on veut analyser seulement ses propriétés physiques et balistiques.
- Raté (« DUD »):** Au sens strict, projectile rempli de matériaux énergétiques devant détoner lors de l'impact mais qui n'a pas fonctionné tel que prévu pour une raison quelconque. Compte tenu des opérations spécifiques effectuées au CEEM (Nicolet), la définition est élargie et inclut tous les projectiles comportant au moins une composante énergétique, même s'ils n'ont pas de moyen d'initiation.
- ppm:** Partie par million (ex.: mg/kg ou mg/L)
- ppb:** Partie par milliard (ex.: µg/kg ou µg/L)
- ppt:** Partie par trillion (ex.: ng/kg ou ng/L)



1 Introduction

Le ministère de la Défense nationale (MDN) effectue, depuis 1952, des tests d'homologation au Centre d'Essai et d'Expérimentation en Munitions (CEEM) de Nicolet. Des projectiles inertes ou contenant des matériaux énergétiques y sont testés. On estime que plus d'un demi-million de projectiles ont été tirés depuis le début des opérations à ce site, dont environ 300 000 dans le lac Saint-Pierre. Les activités ont été nettement plus intenses de 1953 à 1959; depuis, moins de 10 000 projectiles sont tirés annuellement. Avant le 1^{er} janvier 2000, la majorité des tirs effectués étaient dirigés en direction du lac et tombaient dans l'eau ou sur la glace, jusqu'à une distance de 22 km. On procédait à la récupération des projectiles sur la glace en hiver et sur les rives en été. Les projectiles perdus au fond du lac n'étaient pas récupérés. La plupart de ceux-ci sont inertes, mais on estime qu'au maximum 8000 projectiles non détonés ou dont une partie contiendrait des matériaux énergétiques pourraient être présents. Les projectiles tirés au CEEM peuvent être classés en deux catégories :

a) Projectiles inertes

- Ils ne contiennent aucune matière énergétique et peuvent être remplis de substituts constitués de mélange de cire («cire d'abeille»).

b) Projectiles contenant des matériaux énergétiques

- Ils sont remplis de matériaux énergétiques et doivent détoner. Si, exceptionnellement, ils ne détonent pas, ils sont alors considérés comme ratés (non détonés).
- Ils sont remplis de matériaux énergétiques (charge principale) mais n'ont pas de moyen d'initiation.
- Ils présentent seulement une composante énergétique (amorce, fusée, traceur pyrotechnique, propulseur).

Une entente de collaboration scientifique a été conclue entre le ministère de l'Environnement (MDE) et le MDN en mars 1999 dans le but de caractériser les sédiments de la portion sud du lac Saint-Pierre utilisée par le CEEM. Cette étude vise l'évaluation de l'impact des tirs de projectiles sur ce secteur de l'écosystème fluvial, la formulation de recommandations sur

l'utilisation de cette portion du fleuve et l'évaluation de la pertinence d'une éventuelle restauration.

Suite à la réalisation d'un historique des activités de tir, d'une revue de littérature sur les matériaux énergétiques et de la description bio-physique du secteur, une campagne de pré-échantillonnage a été réalisée au mois d'octobre 1999. Les principaux objectifs visés par cette étude préliminaire étaient de:

- 1) mettre au point le protocole d'échantillonnage des sédiments en fonction des appareils utilisés, des volumes nécessaires, du contrôle de la qualité et des mesures de sécurité;
- 2) évaluer le temps nécessaire aux fins de prélèvement des échantillons en vue de la campagne principale prévue pour le printemps 2000;
- 3) faire une reconnaissance des zones à échantillonner (zones d'impacts et sites de comparaison) et prélever un échantillon dans chaque zone pour fins de validation (analyses pour granulométrie, matières organiques totales et matière sèche) et
- 4) mesurer les paramètres physico-chimiques *in situ* à chacune des 19 stations.

Ce document présente une vue d'ensemble de la première étape de la démarche entreprise par le MDE et le MDN dans la réalisation d'une étude de caractérisation des sédiments du secteur du lac Saint-Pierre utilisé par le CEEM de Nicolet. L'expérience, les compétences et les connaissances des experts des deux ministères ont été mises à profit dans l'intégration du travail effectué jusqu'à maintenant. Les chapitres traitant de l'historique des essais de munitions (chapitre 4) et des matériaux énergétiques (chapitre 5) ont été préparés par le MDN et constituaient une somme d'information essentielle pour une bonne planification des travaux. La localisation du secteur à l'étude (chapitre 2), la description bio-physique du milieu (chapitre 3) ainsi que les différentes étapes de la campagne de pré-échantillonnage (chapitres 6 et 7) complètent le présent document.

2 Localisation du secteur à l'étude

La zone de tir du ministère de la Défense nationale occupe, dans la portion sud du lac Saint-Pierre, un vaste territoire de 23 km de longueur sur 7 km de largeur (Burton, 1991). Les limites du secteur désigné CYR 606 (zones de pratiques de tir et d'exercices) sur la carte 1312 du Service hydrographique du Canada sont indiquées à la figure 1. Le CEEM de Nicolet borde la rive sud du lac entre l'embouchure de la rivière Nicolet (incluant l'île Moras) et la Longue Pointe, où il occupe une bande riveraine d'environ 20 km sur une largeur d'un kilomètre suivant la ligne des hautes eaux. Ces terres, d'une superficie totale de 1950 ha, sont de tenure publique mais d'accès limité (Langlois *et al.*, 1992). Afin de limiter l'accès au site et protéger la faune, cette zone a été déclarée refuge d'oiseaux migrateurs par le Service canadien de la faune en 1982. Un aménagement de Canards Illimités Canada ayant pour but de créer des habitats d'élevage pour la sauvagine occupe 128 ha à l'extrémité sud-ouest du secteur (Benoît *et al.*, 1988).

Ces terres sont situées dans la municipalité régionale de comté (MRC) de Nicolet-Yamaska et chevauchent les municipalités de Saint-Jean-Baptiste-de-Nicolet, Nicolet-Sud et Baie-du-Febvre (Gratton *et al.*, 1998).

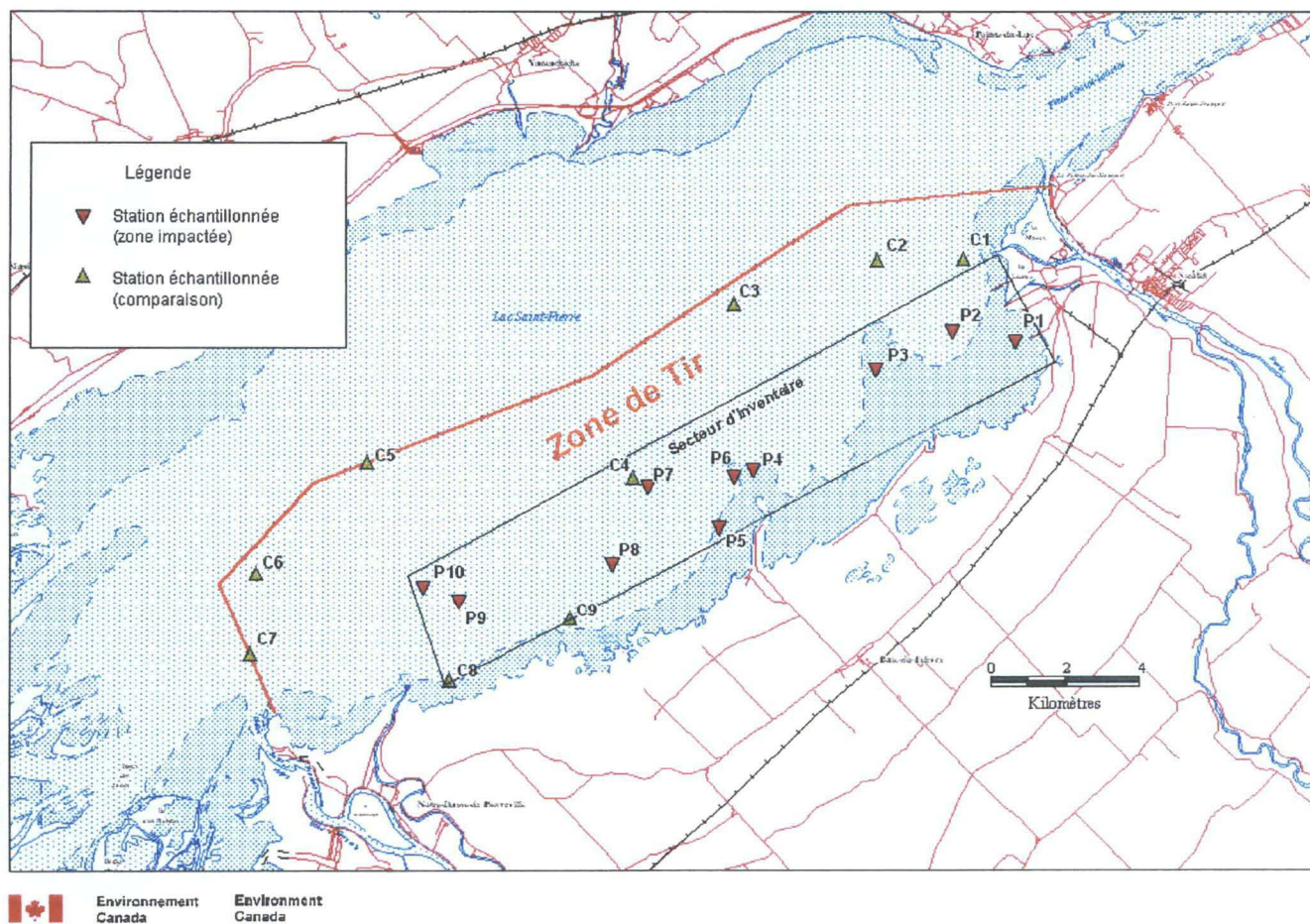


Figure 1 Limites de la zone de tir et localisation des stations échantillonnées en 1999

3 Description du milieu

Une grande partie du littoral sud du lac Saint-Pierre, incluant le secteur de la zone de tir, constitue une halte migratoire pour la sauvagine et une zone de fraie importante pour plusieurs espèces de poissons. Ce site a été nommé, en 1998, «Zone humide d'importance internationale» aux termes de la convention de Ramsar. Une demande à l'UNESCO a été faite à l'hiver 1999 par des intervenants de la région afin de faire désigner le lac Saint-Pierre et les îles de Sorel comme «Réserve mondiale de la biosphère».

Étant donné les contraintes d'accessibilité à la zone d'essais balistiques du MDN, très peu d'études ont porté spécifiquement sur ce secteur. Ce chapitre présente donc une synthèse des principales sources d'information relatives à la description bio-physique du lac Saint-Pierre. Les lecteurs particulièrement intéressés par certains aspects sont encouragés à consulter les documents cités en référence.

3.1 MILIEU PHYSIQUE

3.1.1 Hydrologie

Le lac Saint-Pierre, situé entre Sorel et Trois-Rivières, est le dernier élargissement important du fleuve Saint-Laurent avant l'estuaire. Il mesure près de 480 km² et se divise en deux secteurs: une multitude d'îles forment un delta en amont alors que le lac proprement dit se trouve en aval (Langlois *et al.*, 1992). La partie aval du lac, qui s'étend des embouchures des rivières Maskinongé et Yamaska jusqu'à celle de la rivière Nicolet, est divisée en sections nord et sud par le chenal maritime. La profondeur y est généralement inférieure à trois mètres, sauf dans la voie maritime où elle atteint 11 m en moyenne (figure 2) (Lalonde et Létourneau, 1996; Sylvestre *et al.*, 1992).

L'ensemble des bassins hydrographiques qui déversent leurs eaux dans le lac Saint-Pierre couvrent une superficie de 46 075 km². Avec ses 42 250 km², le bassin hydrographique de la rive sud contribue à lui seul à 91 % de cet apport d'eau; en effet, les quatre importantes rivières qui le drainent déversent un débit mensuel moyen de 712 m³/s (Benoît *et al.*, 1987). Le fleuve Saint-

Laurent qui, à l'entrée du lac Saint-Pierre montre un débit moyen annuel de $10\,900\text{ m}^3/\text{s}$, voit donc son débit atteindre quelque $11\,600\text{ m}^3/\text{s}$ à la sortie du lac, près de Nicolet (Sylvestre *et al.*, 1992). On observe une fluctuation mensuelle du débit du fleuve, les mois d'avril et mai présentant les débits les plus élevés, et les mois de janvier et février, les débits les plus faibles. La grande fluctuation des débits des tributaires constitue l'événement hydrologique dominant, surtout près des rives, dans les zones d'influence des affluents (Frenette *et al.*, 1989).

Les eaux du lac ne constituent pas un mélange homogène. Les eaux de la partie nord du lac sont peu minéralisées ($< 50\text{ mg/L CaCO}_3$) et proviennent essentiellement de la rivière des Outaouais par le biais des rivières des Prairies, des Milles-Îles et de l'Assomption en mélange graduel. La partie sud du lac reçoit les eaux très alcalines ($> 75\text{ mg/L}$) du fleuve Saint-Laurent, provenant principalement des Grands Lacs, auxquelles s'ajoutent les eaux des quatre affluents majeurs, soient les rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François et Nicolet qui se mélangent lentement aux eaux du fleuve (Germain et Janson, 1984; Environnement Canada, 1981; Benoît *et al.*, 1987; St-Cyr *et al.*, 1992). De la même façon, les eaux des autres tributaires riverains demeurent plaquées contre les rives sur de grandes distances. De nombreux ruisseaux drainant les terres agricoles adjacentes aux terrains du MDN ont été creusés et redressés jusqu'au lac. Ces cours d'eau présentent un régime hydraulique très variable, avec des débits forts au printemps et faibles à nuls en été. Le chenal maritime crée une véritable barrière hydrodynamique au mélange des eaux des parties nord et sud du lac (INRS-Eau *et al.*, 1992; Lalonde et Létourneau, 1996). Au lac Saint-Pierre, la vitesse du courant est de l'ordre de $0,6$ à 1 m/s dans le chenal de la voie maritime, et inférieure à $0,3\text{ m/s}$ de part et d'autre de ce chenal (Sylvestre *et al.*, 1992; Environnement Canada, 1981).

3.1.2 Dépôts de surface

La région du lac Saint-Pierre fait partie de l'unité physiographique des basses terres de la vallée du Saint-Laurent, bordée au nord par les Laurentides et au sud par les Appalaches (Benoît *et al.*, 1987). Selon une récente classification du ministère de l'Environnement et de la Faune (1996), elle appartient à la région naturelle de la plaine du Haut-Saint-Laurent (B1). Le sous-sol y est formé de roches sédimentaires d'âge cambro-ordovicien. Dans le secteur de Nicolet, ces

roches sont associées au groupe de Lorraine, constitué de shale gris, de grès et de calcaire, et à celui de Queenston, principalement formé de shales rouge et verdâtre et contenant des entrelits de grès vert (Globensky, 1987). Le paysage de la rive sud du lac Saint-Pierre se caractérise par les deux ensembles physiographiques distincts que sont la plaine de Yamaska-Haut-Richelieu (B1-EP3) et la cuvette du lac Saint-Pierre (B1-EP8). Le premier est principalement représenté par des dépôts marins argileux et sableux que l'on retrouve à l'embouchure de la rivière Nicolet. La cuvette du lac Saint-Pierre, quant à elle, occupe la majeure partie du territoire à l'étude et correspond à la plaine inondable au relief très uni. Les rives du lac et la presque totalité des terres du MDN se composent donc d'alluvions sableuses et vaseuses récentes d'origine fluviatile, qui reposent sur les argiles de la mer de Champlain (Gratton *et al.*, 1998).

Une analyse granulométrique a été réalisée en 1986 par la Direction des eaux intérieures, région du Québec, sur des échantillons provenant de 91 stations réparties dans le secteur nord du lac Saint-Pierre (Hardy *et al.*, 1991). Le sable domine pour l'ensemble de cette zone (60 %), tandis que les particules fines, comprenant le limon et l'argile, constituent près de 40 % des particules sédimentaires. Une part importante des stations étaient situées dans une zone dynamique où les sédiments fins ne s'accumulent pas. Le reste des stations montre des sédiments composés de sable, de limon et d'argile, mais où l'un ou l'autre de ces types de particules dominant (Hardy *et al.*, 1991). Selon Lessard (1991), le secteur au sud de la voie navigable en aval de la rivière Richelieu jusqu'au trois quarts ouest du lac se caractérise surtout par une composition limoneuse et argileuse des sédiments. La proportion moyenne de sable est de 37 % ($n = 9$ échantillons). Seule la zone face à l'embouchure de la rivière Nicolet possède une forte proportion de sable.

3.1.3 Dynamique sédimentaire

Le lac Saint-Pierre est un des secteurs du fleuve où le taux de sédimentation est le plus élevé, puisque outre les apports provenant de l'amont, il faut ajouter les apports importants venant des rivières de la rive sud (Richelieu, Saint-François, Yamaska et Nicolet). À la sortie du lac, la teneur du fleuve en matières en suspension est d'environ 12 à 15 mg/L. Malgré l'importance des apports, le lac Saint-Pierre ne constitue pas un important bassin de

sédimentation, puisque la majorité des sédiments en ressort (Frenette *et al.*, 1989; Sylvestre *et al.*, 1992). En rive sud, les sédiments ont tendance à s'accumuler tout au long de la saison estivale, au fur et à mesure de la croissance de la végétation des marais dont les tiges des plantes trappent les sédiments. À l'automne, cette végétation disparaît et les sédiments sont emportés lors des crues automnales ou printanières. La faible bathymétrie (figure 2), l'hydrodynamique et l'effet des glaces et des vents violents concourent au phénomène d'entraînement ou de remise en suspension de la charge sédimentaire fine dans le lac Saint-Pierre (Frenette *et al.*, 1989).

3.1.4 Qualité des sédiments

Compte tenu des contraintes d'accessibilité à la zone d'essais balistiques du MDN, le taux de perturbation et (ou) de contamination de ce territoire est très peu connu (Langlois *et al.*, 1992).

Des BPC et des métaux lourds ont été détectés à presque toutes les stations étudiées par Hardy *et al.* (1991) dans les îles et le secteur nord du lac Saint-Pierre en 1986. Parmi les 21 pesticides organochlorés analysés, seuls le DDE et l'hexachlorobenzène ont été détectés. Les six hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) analysés ont tous été détectés au moins à quelques stations. Seul le fluoranthène est présent dans la majorité des stations. Les teneurs en cuivre, nickel et plomb sont très élevées dans toute la région étudiée. Les concentrations sont toutefois beaucoup plus importantes dans le secteur des îles, et comme dans le cas du chrome, leur présence se manifeste à partir de la région industrielle de Sorel-Tracy pour suivre principalement la rive sud du lac. Les principaux apports de ces métaux pour ce secteur proviennent des industries de Sorel-Tracy (Sylvestre *et al.*, 1992).

3.1.5 Vents

Les deux directions dominantes des vents (sud-ouest et nord-est), selon les saisons, s'ajustent à l'axe longitudinal du fleuve et particulièrement à ceux des lacs (Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre), permettant ainsi la formation de vagues. Selon Frenette *et al.* (1989), si on estime la vitesse moyenne des vents lors des tempêtes à 40 km/h, on évalue la hauteur des vagues

au lac Saint-Pierre entre 0,60 et 1,10 m hors du chenal maritime et à près de 2 m dans le chenal. Ces vagues peuvent générer des courants de fond importants dans les zones de faibles profondeurs et résulter en l'érosion des fonds de limon jusqu'à une profondeur de 2,5 m et jusqu'à 1,8 m dans le cas des fonds de sable (Frenette *et al.*, 1989).

3.1.6 Régime des glaces

Selon les observations de la Garde côtière canadienne (GCC), les glaces sont bien implantées dès le début du mois de janvier. La GCC procède cependant à des opérations visant à briser le couvert de glace au début du mois de mars. Les glaces affectent le régime de sédimentation par leur action mécanique sur les berges et le fond. L'érosion des berges par les glaces est chose courante dans le Saint-Laurent, notamment dans le delta de Sorel (Frenette *et al.*, 1989; Sylvestre *et al.*, 1992).

3.1.7 Plaine de débordement

L'une des principales et des plus importantes caractéristiques du lac Saint-Pierre demeure l'étendue de sa plaine de débordement (Benoît *et al.*, 1987). Selon Langlois *et al.* (1992), il s'agirait de la plus grande plaine inondable d'eau douce au Québec (18 000 ha) représentant 20 % des habitats humides du fleuve Saint-Laurent. Au moment de la crue printanière qui survient généralement à la mi-avril, les eaux débordent du lit du lac et submergent une partie importante des terres (Benoît *et al.*, 1987). À l'exception des terrasses plus élevées près de la rivière Nicolet, les terres du MDN font partie d'un secteur de la rive sud du lac où l'on retrouve les plus importantes superficies inondées lors des crues printanières. En effet, ces terres sont presque totalement inondées sous les hautes eaux printanières à récurrence de deux ans (Gratton *et al.*, 1998; Benoît *et al.*, 1987). La durée de l'inondation varie d'une année à l'autre mais elle s'étend généralement sur une période de cinq à neuf semaines. L'amplitude des inondations et l'étendue de la plaine de débordement qu'elles affectent ont des répercussions importantes tant sur l'écologie du milieu que sur les activités humaines qui s'y pratiquent (Benoît *et al.*, 1987).

3.2 MILIEU BIOLOGIQUE

3.2.1 Végétation

Les basses terres localisées en amont de Trois-Rivières appartiennent au domaine climacique de l'érablière à caryers (Langlois *et al.*, 1992; Benoît *et al.*, 1987). Les milieux humides du lac Saint-Pierre sont classés dans une région du même nom qui comporte toute la portion du fleuve allant de Grondines à l'archipel de Montréal (Couillard et Grondin, 1986). La région du lac Saint-Pierre appartient à la section alluviale de Marie-Victorin, qui correspond plus exactement à la section lentique laurentienne, sous-section bioclimatique B de Gauthier (1980). Enfin, selon Thibault (1989), cette région appartient au domaine écologique de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune, plus précisément à la région écologique (2b) du lac Saint-Pierre (Gratton *et al.*, 1998).

La région du lac Saint-Pierre présente de nombreux milieux propices à l'établissement d'une végétation caractéristique des zones à substrats humides. L'abondance et la diversité de ces milieux sont favorisées par les eaux peu profondes, les faibles courants, les dépôts fins et la faible pente des rives. Compte tenu de la topographie caractérisant les rives du lac Saint-Pierre, c'est-à-dire de très faibles altitudes et pentes, la végétation terrestre est graduellement remplacée par une végétation de plus en plus aquatique lorsqu'on progresse vers le lac. Selon un gradient d'humidité croissant, on y retrouve les quatre grands types de milieux humides tels que définis par Jacques et Hamel (1982), soit les marécages arborescent et arbustif, la prairie humide, les marais peu profond et profond et les herbiers aquatiques. L'image Landsat-TM du 30 juillet 1988 (figure 3) constitue une représentation des milieux humides au moment du développement maximal de la végétation au lac Saint-Pierre. Le niveau d'eau, à cette date, était alors considéré comme particulièrement bas (4,23 m) (Lalonde et Létourneau, 1996). L'été 1999 fut également très sec. Le niveau observé le 30 juillet 1999 est assez comparable: il était à 4,06 m. Le secteur de la rive sud présente une superficie de marais, herbiers aquatiques et marécages supérieure à celle de la rive nord (13 391 ha par rapport à 9 567 ha). Les secteurs de la rive sud les plus riches en terres humides sont ceux du MDN (marais et herbiers aquatiques), la région qui va de la pointe Lussaudière à la Longue Pointe (grande superficie en herbiers aquatiques) et le secteur compris entre la ville de Sorel et la rivière Yamaska (baie Lavallière) qui possède une grande superficie en

prairies humides (Jacques, 1986; Lessard, 1991). La plaine d'inondation associée au milieu agricole est également très importante au lac Saint-Pierre (Benoît *et al.*, 1987). Les végétaux qui s'installent dans ces milieux sont donc essentiellement des plantes hygrophiles ou des espèces tolérantes aux inondations périodiques. Les milieux humides, de par leur vaste superficie et leur grande diversité floristique, constituent des habitats essentiels pour la sauvagine, les poissons, les mammifères, les amphibiens et les reptiles (Benoît *et al.*, 1987; Lalonde et Létourneau, 1996).

La végétation terrestre et aquatique du lac Saint-Pierre a été décrite ou cartographiée par de nombreux auteurs (Langlois *et al.*, 1992), mais à part la cartographie des terres humides du lac produite il y a une dizaine d'années par Jacques (1986), seule l'étude de Gratton *et al.* (1998) décrit la végétation et la flore des terres du MDN de façon assez spécifique. Les travaux de Gratton (1983) ont permis la description des herbiers aquatiques situés en face de Baie-du-Febvre, secteur situé immédiatement à l'ouest de la Défense nationale, alors que ceux de Jacques (1986) permettaient l'identification des communautés de plantes émergentes caractéristiques des marais du littoral dans le secteur à l'étude. Les inventaires de Gratton *et al.* (1998), effectués en 1995 et 1996, ont entre autres permis de reconnaître que la cartographie produite par Jacques (1986) était encore très actuelle.

Les herbiers aquatiques de plantes submergées sont dominés par la Vallisnérie américaine (*Vallisneria americana*) et l'Hétéranthère litigieuse (*Heteranthera dubia*) (Gratton, 1983; Jacques, 1986), alors que ceux de plantes à feuilles flottantes ou flottant librement sont dominés par le Nymphéa tubéreux (*Nymphaea tuberosa*) et la Lenticule mineure (*Lemna minor*) (Jacques, 1986; Gratton *et al.*, 1998). Dery, Rocray et associés (1983) ont répertorié la végétation dans le secteur de Baie-du-Febvre, entre le chenal Tardif (à l'ouest) et la Longue Pointe (à l'est) et ont noté que les herbiers aquatiques s'étendaient pratiquement jusqu'à la voie maritime. Le lac Saint-Pierre étant très peu profond, sauf dans la voie maritime et quelques chenaux, la zone qui subit l'influence de la lumière peut s'étendre jusqu'au fond sur presque toute la superficie du plan d'eau. Cela permet l'enracinement des plantes aquatiques sur la quasi totalité de la surface du lac ce qui procure nourriture, abri et support à la faune aquatique. La faible profondeur a également pour conséquence un réchauffement rapide des eaux en début de saison et par conséquent un développement élevé de la production végétale favorisant à son tour la production animale

(Benoît *et al.*, 1987). Une évaluation de la biomasse végétale submergée du lac Saint-Pierre par télédétection suggère une densité plus élevée de macrophytes submergées au sud qu'au nord de la voie maritime (Lavoie *et al.*, 1991). St-Cyr *et al.* (1992) ont noté un pourcentage de perte de biomasse végétale supérieur à 90 % dans la majorité des herbiers aquatiques du lac Saint-Pierre entre les mois d'août et octobre 1990. À l'automne, le lac Saint-Pierre se vide pour ainsi dire de ses plantes aquatiques submergées, qui se décomposent et sont entraînées vers l'aval avec le courant (St-Cyr *et al.*, 1992).

Comme sur toute la rive sud du lac Saint-Pierre, de vastes communautés de plantes émergentes occupent le littoral face aux terres du MDN. Les marais profonds, tels que définis par Jacques et Hamel (1982), sont ceux situés dans 15 à 100 cm d'eau pendant la période de croissance. Ce sont de loin les plus développés. Ils sont dominés par diverses combinaisons de plantes émergentes dont les plus fréquentes sont le Scirpe lacustre (*Scirpus lacustris*), le Scirpe américain (*Scirpus americanus*), le Scirpe fluviatile (*Scirpus fluviatilis*), suivies du Typha à feuilles étroites (*Typha angustifolia*), de la Pontédérie cordée (*Pontederia cordata*), de l'Éléocharide de Small (*Eleocharis americanus*) et, plus rarement, de la Zizanie des marais (*Zizania palustris*), de la Sagittaire à feuilles larges (*Sagittaria latifolia*) et de la Sagittaire dressée (*Sagittaria rigida*) (Gratton *et al.*, 1998).

Les marais peu profonds bordent les rivages du lac et occupent certaines dépressions humides derrière le bourrelet riverain. Jacques et Hamel (1982) les définissent comme étant des marais où la profondeur d'eau ne dépasse pas 15 cm en dehors de la période de crue. Ils se composent principalement d'Éléocharide de Small, de Prêle fluviatile (*Equisetum fluviatile*), de Rubanier à gros fruits (*Sparganium eurycarpum*), de Typha à feuilles étroites et de Scirpe fluviatile. Parmi les autres espèces fréquentes se trouvent le Scirpe américain, la Sagittaire à feuilles larges, la Sagittaire dressée, le Butome à ombelle (*Butomus umbellatus*) et la Nymphée tubéreuse. Des plantes herbacées non émergentes telles que le Calamagrostis du Canada (*Calamagrostis canadensis*), le Phalaris roseau (*Phalaris arundinacea*) et la Salicaire commune (*Lythrum Salicaria*) partagent parfois la dominance de ces marais (Gratton *et al.*, 1998).

Les prairies humides se composent surtout de denses communautés d'Alpiste roseau et de Calamagrostis du Canada, alors que d'autres espèces accompagnent généralement l'une ou

l'autre de ces dominantes. On retrouve des plantes émergentes telles l'Éléocharide de Small, le Prêle fluviatile, le Scirpe fluviatile et le Typha à feuilles larges (*Typha latifolia*) mais, le plus souvent, ce sont d'autres herbacées non émergentes tel le Liseron des haies (*Convolvulus sepium*), le Lycope d'Amérique (*Lycopus americanus*), les Carex sp. et la Salicaire commune qui partagent le couvert. Lorsque présents, les arbustes (Saule pétiolé (*Salix petiolaris*), Saule rigide (*Salix eriocephala*), Aulne rugueux (*Alnus rugosa*), Spirée à feuilles larges (*Spiraea latifolia*) et Houx verticillé (*Ilex verticillata*)) occupent moins de 25 % du couvert végétal (Gratton *et al.*, 1998).

Lorsque les arbustes et les arbres représentent plus de 25 % du couvert, l'habitat est désigné comme un marécage arbustif ou arborescent (Jacques, 1986). Les communautés arbustives situées sur le bourrelet de sable riverain sont dominées par le Saule pétiolé, le Saule rigide et le Saule noir (*Salix nigra*). Ces saulaies atteignent parfois la strate arborescente basse. Lorsque le couvert est dégagé, les mêmes plantes herbacées qui caractérisent la prairie humide dominent les strates inférieures. Les communautés de saules arborescents, dominées par le Saule noir ou le Saule fragile (*Salix fragilis*), occupent également cet habitat riverain. L'Érable argenté (*Acer saccharinum*), le Frêne de Pennsylvanie (*Fraxinus pennsylvanica*), l'Orme d'Amérique (*Ulmus americana*) et le Peuplier deltoïde (*Populus deltoïdes*) accompagnent parfois les saules (Gratton *et al.*, 1998). L'érablière argentée constitue le marécage arboré caractéristique de la plaine inondable du fleuve (Langlois *et al.*, 1992).

3.2.2 Espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables

Les inventaires réalisés en 1995 et 1996 ont permis de répertorier sept espèces de la liste des plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables donc cinq n'avaient pas encore été identifiées pour le secteur (Lavoie, 1992; Gratton *et al.*, 1998). Il s'agit de l'Éragrostis hypnoïde (*Eragrostis hypnoides*), du Carex alopecoïde (*Carex alopecoidea*), du Cinna roseau (*Cinna arundinacea*), du Carex folliculé (*Carex folliculata*), du Bident discoïde (*Bidens discoidea*), de l'Iris de Virginie variété de Shreve (*Iris virginica*) et du Panic clandestin (*Panicum clandestinum*). Ce sont toutes de nouvelles mentions pour les terres du MDN. Les trois premières espèces étaient déjà connues de la région du lac Saint-Pierre mais les trois dernières sont de nouvelles mentions pour les milieux riverains de cette région (Gratton *et al.*, 1998).

Quatre des espèces retrouvées seront maintenues dans la prochaine révision de la liste des plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables: *Bidens discoidea*, *Carex folliculata*, *Eragrostis hypnoides* et l'Iris de Virginie variété de Shreve. Parmi celles-ci, la présence de l'Iris de Virginie variété de Shreve revêt une importance particulière puisque cette espèce n'était auparavant connue que de deux stations au Québec. Il est assez probable que ce secteur de la rive sud du lac Saint-Pierre abrite d'autres espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, en particulier dans les habitats non inventoriés tels les marais et les herbiers aquatiques (Gratton *et al.*, 1998).

3.2.3 Faune ichthyenne

3.2.3.1 Distribution et diversité des espèces

Les inventaires ont permis d'identifier 78 espèces différentes de poissons d'eau douce sur le territoire du lac Saint-Pierre. La présence d'un si grand nombre d'espèces en regard des 108 espèces d'eau douce enregistrées pour l'ensemble du Québec permet d'affirmer que la région du lac Saint-Pierre est dotée d'une très grande diversité ichtyologique (Benoît *et al.*, 1987). Vingt-trois familles sont représentées, les plus importantes en nombre d'espèces étant les Cyprinidés (20 espèces), les Percidés (9 espèces), les Catostomidés (8 espèces), les Centrarchidés (5 espèces) et les Salmonidés (5 espèces) (Langlois *et al.*, 1992). Des études plus récentes porteraient le nombre total d'espèces identifiées au lac Saint-Pierre à 79, voire 80 espèces (Langlois *et al.*, 1992; Leclerc, 1990). Cette grande richesse spécifique est principalement attribuable à la dimension et à la diversité des habitats, à la crue printanière, à l'importance de la plaine d'inondation et au fait que le lac est relié au système fluvial (Langlois *et al.*, 1992). Les deux grandes unités physiographiques, les îles et la portion lacustre du plan d'eau, montrent d'importantes différences de richesse spécifique (Langlois *et al.*, 1992; Massé et Mongeau, 1974). Le secteur de l'Archipel présente le plus de diversité, suivi des secteurs des rives sud et nord et finalement du couloir fluvial (Benoît *et al.*, 1988).

3.2.3.2 *Les aires de fraye et d'alevinage*

La majorité des espèces inventoriées se reproduisent dans les eaux de la région du lac Saint-Pierre. Pour la plupart d'entre elles, la période de fraye se situe entre la débâcle printanière et le début de l'été. La localisation des frayères et des aires d'alevinage varie d'une espèce à l'autre en fonction de critères comme: la profondeur de l'eau, la vitesse du courant, la nature du fond, la présence d'herbiers, etc. (Benoît *et al.*, 1987).

3.2.3.3 *Les secteurs des rives sud et nord*

Vingt-deux espèces de poissons ont été recensées en période des hautes eaux dans la plaine inondable, mais seulement 11 d'entre elles sont abondantes. En font partie, le Grand corégone (*Coregonus clupeaformis*), le Grand Brochet (*Esox lucius*), la Perchaude (*Perca flavescens*), la Barbotte brune (*Ictalurus nebulosus*) et le Crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*). La plaine inondable est utilisée pour l'alevinage et l'alimentation. Les deux espèces les plus associées aux terres inondées sont le Grand Brochet et la Perchaude (Benoît *et al.*, 1987).

L'ensemble du pourtour du lac Saint-Pierre, en des proportions variables selon les secteurs, contient des frayères pour ces espèces. La majorité du périmètre riverain du lac, incluant le milieu aquatique proprement dit et les aires de la plaine inondable attenantes, est constitué d'habitats dont la qualité pour le poisson varie de bonne (indice 4) à excellente (indice 6) (Benoît *et al.*, 1987).

Sur la rive sud, les zones importantes sont:

- les habitats humides (à l'intérieur de la récurrence de deux ans) compris dans le secteur entre la Longue Pointe à l'ouest, au ruisseau David Houle à l'est (qualité 6);
- la zone de l'Anse du Fort (qualité 6);
- la baie Saint-François (qualité 5);
- une zone débutant vers l'ouest à la pointe Lussaudière et englobant vers l'est une partie de la commune de Baie-du-Febvre (qualité 5).

On doit cependant souligner que le secteur compris entre le ruisseau David Houle à l'ouest et la pointe de l'Île de Bougainville à l'est (qualité 4) présente un intérêt particulier en raison de la persistance de l'inondation, ce qui augmente sa valeur relative (Benoît *et al.*, 1987).

3.2.4 Invertébrés aquatiques

Les invertébrés benthiques, la faune phytophile et le périphyton constituent la biomasse prédominante en milieu lotique (Langlois *et al.*, 1992). La période d'inondation de la plaine du lac Saint-Pierre, qui dure de cinq à neuf semaines, permet à une faune zooplanctonique et benthique diversifiée et abondante de s'y développer et de contribuer à la productivité de l'écosystème lacustre. La plupart des micro-organismes ont leur cycle vital lié à la plaine de débordement. En effet, peu d'organismes sont apportés par le fleuve. Les eaux inondant la plaine au printemps proviennent principalement des affluents situés en amont, notamment les rivières Saint-François et Yamaska dont les eaux sont relativement pauvres en cette période de l'année (Mailhot *et al.*, 1984).

La température de l'eau et la photopériode règlent l'apparition des diverses espèces en présence. L'évolution temporelle des communautés d'invertébrés se traduit par une augmentation significative de la biomasse tout au cours de la période d'inondation. Cet accroissement est à la fois dû à l'augmentation de la densité des organismes et à leur croissance individuelle. Cependant, tant chez les communautés zooplanctoniques qu'épibenthiques, on observe une baisse de la biomasse disponible au début de juin. Ce phénomène correspond à la fin des cycles vitaux des espèces d'eau froide (Mailhot *et al.*, 1984).

La productivité de la plaine inondable varie selon les années compte tenu qu'elle peut avoir une durée variable de mise en eau et de profondeur. La durée de l'inondation joue un rôle essentiel puisque pendant cette période les communautés d'invertébrés représentent la principale source de nourriture pour les alevins en croissance. Les milieux à support végétal dense conservent une bonne part des invertébrés alors que les milieux dépourvus de végétation en retiennent peu (Mailhot *et al.*, 1984).

Sur la rive sud, les taxons dominants sont généralement les mollusques (*Sphaerium*, *Pisidium*, *Bithynia tentaculata*) ainsi que les oligochètes Tubificidés. Les mollusques représentent la plus grande proportion de la biomasse totale jusqu'au mois de juin où ils sont progressivement remplacés par les insectes et les crustacés (Langlois *et al.*, 1992; Mailhot *et al.*, 1984). Les gastéropodes constituent, en pourcentage et en biomasse, les organismes les plus importants dans la plupart des stations du lac Saint-Pierre. Ils peuvent constituer jusqu'à 92 % du nombre des

organismes de la faune phytophile et 53 % du benthos. Les Tubificidés ont plutôt tendance à dominer (> 80 %) dans les stations les plus dégradées. Ils y sont cependant moins dominants que dans les autres zones du fleuve. Certains ostracodes et gammares peuvent à l'occasion constituer une part importante du nombre. Très peu d'insectes ont été inventoriés sur la rive sud; beaucoup de stations n'en contiennent aucun. La proportion d'insectes ne dépasse jamais 10 % dans les dénombrements. Cette pauvreté en nombre est parfois compensée par une richesse en biomasse par rapport aux Tubificidés. Les stations ayant les indices de diversité et d'équitabilité les plus élevés sur la rive sud sont situées dans le secteur de Nicolet et de Baie-du-Febvre, à l'extrémité est du lac. Ces milieux, où on peut compter plus d'une vingtaine d'espèces, sont caractérisés par une forte abondance d'ostracodes, de gammares et de mollusques (*Bithynia tentaculata* et *Sphaerium*) (Langlois *et al.*, 1992).

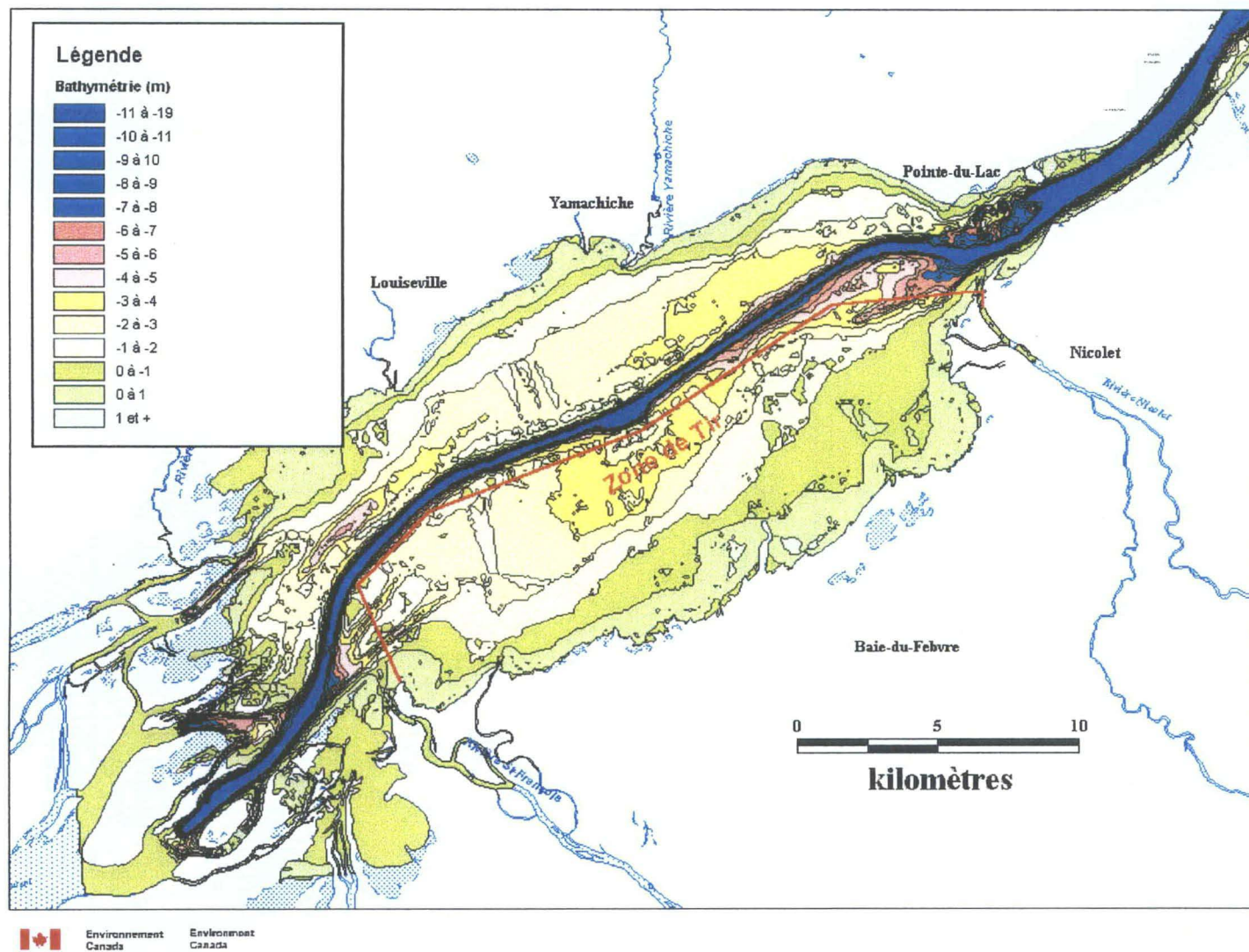


Figure 2 Bathymétrie du lac Saint-Pierre

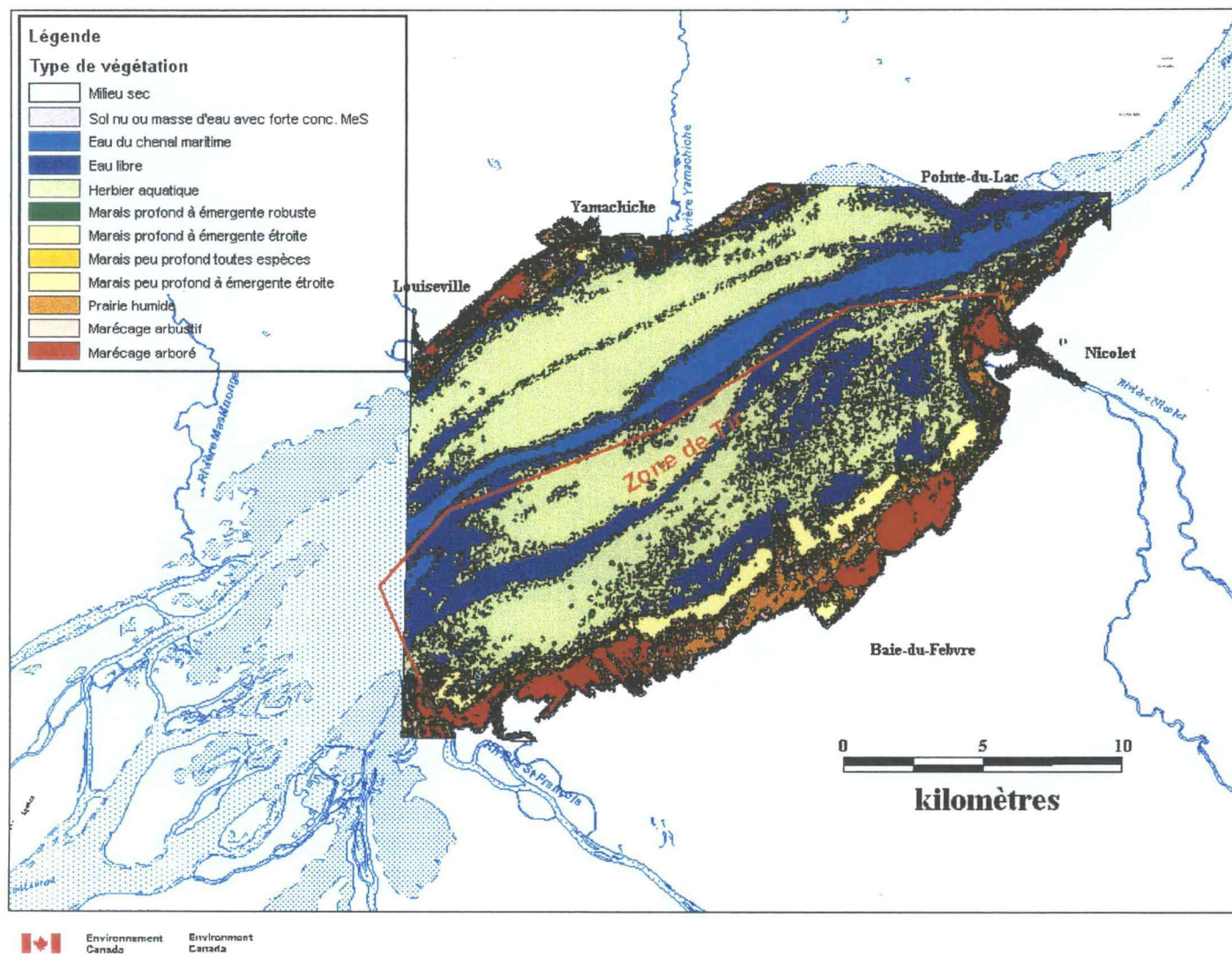


Figure 3 Cartographie des milieux humides du lac Saint-Pierre (image Landsat-TM du 30 juillet 1988)

4 Historique des essais de munitions

4.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le Centre d'Essai et d'Expérimentation en Munitions (CEEM) est une unité de campagne des Forces canadiennes (FC) sous le commandement du Quartier général de la défense nationale (QGDN), Sous-ministre Adjoint (Matériels) (SMA (Mat)), et sous le contrôle fonctionnel du Directeur général - Services des Programmes d'équipement (DGSPE) et de son Directeur - Gestion du programme de Munitions (DPMG). La direction du CEEM est situé à Val-Bélair et possède un détachement à Nicolet (CEEM Nicolet) autrefois appelé le Centre d'Essai et d'Expérimentation (CEE).

L'entente de collaboration scientifique intervenue entre la Direction de la Protection de l'Environnement (DPE) d'Environnement Canada et le Ministère de la Défense Nationale (MDN), vise la caractérisation des sédiments de la portion sud du lac Saint-Pierre utilisée par le CEEM Nicolet. La présente analyse des données historiques des essais a été effectuée afin de colliger le plus d'information possible sur la quantité, la composition et la localisation des résidus se trouvant dans le lac Saint-Pierre.

4.2 CONTENU

Le présent chapitre contient une description générale des activités du CEEM, la situation géographique des installations, la localisation des zones d'impact, les quantités et la composition des projectiles et du remplissage, ainsi que les sites de pré-échantillonnage identifiés par Environnement Canada.

Les données ont été recueillies à partir des archives du CEEM Nicolet et de divers rapports d'essais quotidiens, autrefois tenus par la section des techniciens aux essais. Les données de base ayant servi à la compilation du présent document, font partie d'un autre document beaucoup plus volumineux, maintenu à jour sur une base régulière par le personnel en place depuis 1952. Ces données de base ont été condensées afin d'en faciliter la lecture.

4.3 HISTORIQUE

Au début des années '50, le «Canadian Army Research Defence Establishment» (CARDE) décida de transférer les activités de sa section «Inspection Services Proof and Experimental Establishment» (ISP&EE) de Valcartier à Nicolet, Qc. En 1952, le terrain à Nicolet fut acheté et les tirs débutèrent avec des équipes de Valcartier qui voyageaient matin et soir pour effectuer les tâches. Le premier coup de canon fut tiré en mai 1952. Vers la fin de cette année, les travaux de construction débutèrent. Le 20 mars 1953, le journal Le Nouvelliste de Trois-Rivières écrivait que ce programme de construction constituait probablement le plus vaste champ de tir de tout le Commonwealth. Les chantiers employaient environ 500 hommes, et deux millions de dollars furent dépensés pour l'achat des terrains et l'installation des premiers bâtiments. Plusieurs autres millions de dollars furent subséquemment dédiés à la réalisation de ce projet.

Quelques années plus tard, suite à un changement dans l'organisation des Forces Canadiennes, le ISP&EE devenait le «Material Command Proof & Experimental Establishment» (MatCom P&EE). En 1967, l'intégration et l'unification des Forces Canadiennes amena d'autres changements au P&EE. L'intégration des Services et le «concept de Base» imposa un changement majeur et, le P&EE transféra 108 postes au nouveau détachement qui fut établi pour supporter l'unité. Durant cette période, l'unité changea son nom pour «Centre d'Essai et d'Expérimentation» (CEE), nom qu'elle garda jusqu'en 1998. En 1995, à cause de difficultés à obtenir le service rapidement de façon à rencontrer ses exigences vis à vis l'entreprise privée pour laquelle il effectuait les essais d'homologation, le CEE reprit les services de soutien. En 1998, avec le programme de «Diversification des Modes de Prestation des Services» (DMPS) et la remise à l'entreprise privée de la responsabilité des essais d'homologation, la majorité des opérations du CEE ont été déménagées sur le côté sud des installations du Centre de Recherche pour la Défense Valcartier (CRDV) à Val-Bélair et le CEE devint le CEEM. Le MDN demeure propriétaire des terrains et des infrastructures et permet à la compagnie «Technologies Industrielles SNC» (TI SNC), depuis peu appelée «SNC Technologies» (SNC TEC), d'utiliser ses installations de Nicolet pour effectuer les essais d'homologation.

4.4 DESCRIPTION DU SITE

4.4.1 Situation géographique

Le CEEM Nicolet est situé à trois kilomètres à l'ouest de Nicolet et occupe la partie sud du lac Saint-Pierre qui est un élargissement du fleuve Saint-Laurent (figure 1). La propriété est constituée d'une bande de terrain de 20 km² s'étendant de la rivière Nicolet vers l'ouest à mi-chemin le long du lac Saint-Pierre.

4.4.2 La zone de tir

La zone de tir est représentée par une surface rectangulaire de 23 km par 7 km comprise dans la moitié sud du lac (figure 1). Cette partie du lac est peu profonde et en grande partie couverte de plantes aquatiques pendant l'été.

L'espace aérien y est réglementé et désigné «Zone Restreinte CYR 606» par Transport Canada qui est responsable de la navigation aérienne. Le survol en est interdit.

Cette zone est cependant fréquentée par les pêcheurs commerciaux le printemps et l'été et par les chasseurs d'oiseaux migrateurs à l'automne. La partie la plus au sud est désignée sanctuaire d'oiseau migrateur.

4.4.3 Les zones d'impact

Sur la figure 4, on peut voir les parties de la zone de tir qui ont été utilisées depuis que le CEEM procède à des essais balistiques.

4.5 LES DONNÉES

4.5.1 Les projectiles

Deux types de projectiles sont tirés au CEEM. Il y a les projectiles inertes, qui ne contiennent aucune matière énergétique et les projectiles contenant des matériaux énergétiques. Ces derniers regroupent les projectiles à explosif brisant et les projectiles dont l'une des parties constituantes contient un élément énergétique. La majorité des projectiles qui ont été tirés dans la zone sont inertes. Les autres fonctionnent et par conséquent, les matériaux énergétiques sont

détruits. Cependant certains projectiles contenant des matériaux énergétiques ne fonctionnent pas comme ils le devraient et se déposent au fond du lac. La compilation des données inclut tous les projectiles de calibre 40 mm jusqu'à 155 mm. L'annexe 1 présente la liste des projectiles les plus couramment utilisés au CEEM Nicolet. On peut trouver le poids ainsi que la composition du remplissage de chaque type de projectile à l'annexe 2.

4.5.2 Les ratés («DUD's»)

Au sens strict, projectiles remplis de matériaux énergétiques devant détoner lors de l'impact mais qui n'ont pas fonctionné tel que prévu pour une raison quelconque. Compte tenu des opérations spécifiques effectuées au CEEM (Nicolet), la définition est élargie et inclut tous les projectiles comportant au moins une composante énergétique, même s'ils n'ont pas de moyen d'initiation. Dès que l'observation du comportement d'un projectile ne permet pas de confirmer hors de tout doute qu'il a fonctionné, un rapport de raté est émis. Les tirs de projectiles remplis de matériaux énergétiques (charge principale) mais n'ayant pas de moyen d'initiation sont compris dans ce groupe. Ce genre d'essai a cessé en 1985. On retrouve la liste des différents types de ratés à l'annexe 3.

4.5.3 Les quantités

Le tableau 1 intitulé «Registre des projectiles - Lac Saint-Pierre 1952 à 1999» indique le nombre total de projectiles tirés depuis 1952. Le nombre de projectiles tirés qui apparaît à la droite de chaque année, comprend tous les projectiles qui ont été testés. Ils n'ont pas nécessairement tous été tirés en direction du lac Saint-Pierre et ne se sont donc pas tous retrouvés dans le lac. Ils peuvent avoir été tirés dans une butte d'arrêt ou sur une plaque d'acier ou bien avoir subi des tests statiques. Ainsi, le nombre de projectiles qui se sont retrouvés dans le lac Saint-Pierre est moindre que le total des projectiles inertes plus le nombre de projectiles ratés. De plus, les projectiles qui sont récupérés, n'apparaissent pas dans ce tableau. Il faut donc user de discernement en interprétant les données contenues dans ce tableau.

Selon les dernières statistiques compilées au 28 septembre 1999, un total de 512 443 projectiles ont été tirés au CEEM depuis l'ouverture du Centre en 1952. Les données recueillies

pour les années 1952 à 1984 nous indiquent qu'un total de 416 792 projectiles ont été testés, mais il nous a été impossible de compiler le nombre de projectiles inertes par rapport à ceux contenant des matériaux énergétiques. Une estimation de ceux-ci a donc été faite, basée sur les données des sept années suivantes (1985 à 1991). On a estimé à 35 % le nombre de projectiles contenant des matériaux énergétiques et à 65 % le nombre de projectiles inertes. De plus, on a estimé à 10 % le nombre des projectiles qui auraient été tirés dans des buttes d'arrêt, sur des plaques d'acier ou ayant subi des tests statiques. Le nombre de ratés qui se seraient retrouvés dans le lac a été estimé à 96 % du total des ratés.

Il est important de noter que le nombre total de ratés indiqué dans ce tableau, ainsi que le nombre total de ratés qui se sont retrouvés dans le lac, a été révisé à la hausse depuis les dernières estimations dû au fait que certains essais réalisés entre 1952 et 1985 consistaient à tirer des projectiles remplis de matériaux énergétiques (charge principale) mais n'ayant pas de moyen d'initiation. Ces essais produisaient automatiquement des ratés.



Figure 4 Utilisation de la zone CYR 606

TABLEAU 1
Registre des projectiles - Lac Saint-Pierre 1952 à 1999

Année	Total tiré	Avec matériaux énergétiques	Inerte ^{non}	Avec matériaux énergétiques Raté	Avec matériaux énergétiques Raté dans le lac	Nombre total de projectiles intacts dans le lac
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F) (Note 2)
1952 à 1984 (Note 1)	416792	145877 Estimé	270915 Estimé	7293 Estimé	7000 Estimé	250123
1985 à 1991	60100	18281	41819	871	835	37871
1992	4265	1343	2922	21	21	2943
1993	3802	1407	2395	10	10	2405
1994	3827	1750	2077	12	11	2088
1995	4096	1571	2525	7	7	899
1996	5886	1556	4330	80	80	2536
1997	6601	1313	5288	37	33	3349
1998	4396	1342	3054	31	31	1738
1999 (au 28 sept)	2678	896	1782	18	13	1795
1999 (récupéré)			-440		-49	-489
TOTAL	512 443	175 336	336 667		7 992	305 258

NOTE 1:

Pour 1952 à 1984, le nombre est estimé comme suit: (B) et (C) = 35 % et 65 % de (A) respectivement, et (D) est estimé à 5% de (B) dû aux essais de projectiles contenant des matériaux énergétiques avec fusée factices (sans moyen d'initiation). Cette pratique a cessé en 1985. (E) = 96 % de (D). Toutes ces estimations sont basées sur les chiffres de 1985 à 1991.

NOTE 2:

La colonne (F) est égale à la colonne (C) plus (E) moins les projectiles tirés dans une butte d'arrêt, sur plaque d'acier ou récupérés, estimé à 10% pour les années 1952 à 1984.

5 Revue de littérature sur les matériaux énergétiques

Dans le cadre de l'étude en titre, une revue de la littérature portant sur les matériaux énergétiques et pertinente à la caractérisation de sédiments a été effectuée par le Centre de recherches pour la défense Valcartier (CRDV). La première partie de ce chapitre réfère à l'expertise générale du CRDV dans la caractérisation de sites contaminés par des composés énergétiques et la seconde partie présente la revue de littérature complémentaire effectuée spécifiquement pour ce projet.

5.1 EXPERTISE ACQUISE

Dans un premier temps, certaines questions peuvent être résolues en tenant compte de l'expertise acquise depuis quelques années via la caractérisation de plusieurs sites militaires. Les projectiles tirés au CEEM peuvent être classés en deux catégories :

1. Projectiles inertes

- a) Ils ne contiennent aucune matière énergétique et peuvent être remplis de substituts constitués de mélange de cire («cire d'abeille»).

2. Projectiles contenant des matériaux énergétiques

- b) Ils sont remplis de matériaux énergétiques et doivent détoner. Si, exceptionnellement, ils ne détonent pas, ils sont alors considérés comme ratés (non détonés).
- c) Ils sont remplis de matériaux énergétiques (charge principale) mais n'ont pas de moyen d'initiation.
- d) Ils présentent seulement une composante énergétique (amorce, fusée, traceur pyrotechnique, propulseur).

En a: il faut déterminer la toxicité du matériel inerte utilisé.

En b (non détoné), c et d: on retrouve un projectile intact qui contient des composés énergétiques.

En b (si détonation): le matériel énergétique est atomisé, brûlé et dispersé sous forme de gaz. Des morceaux de l'enveloppe de métal (corps du projectile) sont dispersés au moment de l'explosion.

On peut ensuite répondre à certaines questions soulevées pour ces différents scénarios.

- 1) Devenir des matériaux énergétiques et des projectiles détonants lors d'une explosion à la surface de l'eau, sur la glace et à l'interface eau/sédiment (scénario b, si détonation).

La détonation est un processus qui fait intervenir l'atomisation et la combustion des produits présents dans la munition et conduit à la production de gaz. Toutes les recherches conduites jusqu'à maintenant indiquent que les produits gazeux résultants du contenu en matériaux énergétiques générés sont non nocifs et représentent à plus de 99,9 % de l'eau, du gaz carbonique et de l'azote (Headquarters U.S. Army Armement, Munitions and Chemical Command, 1992a, 1992b; U.S. Air Force, Air Combat Command, 1994). Nous avons caractérisé de manière très exhaustive le site de détonation extérieur (en milieu terrestre) de munitions le plus utilisé au Canada, situé à Dundurn en Saskatchewan. Une proportion importante des munitions canadiennes vétustes (90 %) est détruite par détonation sur ce site, et ce depuis plus de 25 ans. Les résultats obtenus corroborent le fait que la détonation est un procédé complet qui ne génère pas de résidus nocifs pour l'environnement (Ampleman *et al.*, 1998). Les composés énergétiques subissent une combustion complète pour donner des gaz non toxiques et les métaux (faisant partie de la composante énergétique) qui ont été atomisés ou pulvérisés se redéposent dans de très grands rayons de dispersion. D'autre part, dans le cas de munitions à fragmentation, les métaux constituant l'enveloppe métallique du projectile se retrouvent sous la forme de fragments déposés sur le sol. La caractérisation du site de Dundurn a permis de démontrer pour les sols et les eaux souterraines qu'aucun composé incluant les matériaux énergétiques, les métaux et plusieurs autres paramètres, ne dépasse les critères d'usage résidentiel et ce autant sur le site qu'en périphérie du site.

- 2) Devenir des matériaux énergétiques en milieu aqueux sans explosion (scénario b (non détoné), c et d).

Plusieurs études s'intéressent au devenir environnemental des composés énergétiques. Les principaux explosifs que l'on retrouve dans la plupart des munitions sont le trinitrotoluène

(TNT) également appelé tolite, le cyclo-1,3,5-triméthylène-2,4,6-trinitramine également appelé «hexogen», cyclonite ou encore «Research & Development Explosive» (RDX) et finalement le cyclo-1,3,5,7-tétraméthylène-2,4,6,8-tétranitramine également appelé «octogen», homocyclonite ou encore explosif à fusion élevée («High Melting Explosive», HMX). Le TNT est très sensible à la dégradation photochimique ou microbienne et de nombreux produits de transformation ont été identifiés (Walsh *et al.*, 1995). La principale impureté du RDX de qualité production est le HMX, dont la concentration peut aller jusqu'à 15 %. Les propriétés physico-chimiques de ces trois composés et des produits communs de la dégradation biotique et abiotique du TNT sont présentés au tableau 2. Le devenir environnemental de ces composés est lié à ces caractéristiques et au fait qu'ils peuvent se fixer sur certaines matrices de façon chimique ou physique ou encore de se dégrader dans l'environnement. Ces contaminants organiques peuvent en effet être adsorbés sur les particules du sol sous l'effet d'interactions π - π hydrophobes et de Van der Waals ou subir une sorption chimique par réaction avec des acides fulviques ou humiques. Les contaminants fortement adsorbés seront plus difficiles à dégrader et à analyser que ceux qui le sont faiblement.

Les explosifs comme le TNT, le RDX et le HMX sont des composés cristallins. Comme on peut le voir au tableau 2, ils ont une faible pression de vapeur et une faible solubilité dans l'eau. À cause de leurs propriétés cristallines, ils sont dispersés de manière hétérogène dans les sols, rendant ainsi leur caractérisation difficile. Nous avons adapté les méthodes d'échantillonnage afin de tenir compte de ce facteur (Thiboutot *et al.*, 1997). En fonction de leur solubilité dans l'eau et de leur structure, les explosifs ont des comportements différents. Le TNT est plus soluble dans l'eau que le RDX, lui-même plus soluble que le HMX. Nous avons constaté que la cinétique de dissolution du TNT est plus rapide que celles du RDX et du HMX (qui est de loin le plus lent à se dissoudre). Le TNT est un composé nitroaromatique, alors que le RDX et le HMX sont des nitramines. Le TNT a tendance à se décomposer facilement par photolyse, ce qui n'est pas le cas du HMX ni du RDX. Il peut aussi se dégrader en 21 métabolites, chacun ayant une solubilité et une toxicité propre. Par exemple, les aminodinitrotoluènes, produits lors de la photolyse ou de la biodégradation du TNT, sont beaucoup plus solubles que ce dernier et peuvent se lier de manière covalente à l'acide humique. Ces métabolites sont donc stabilisés par la formation d'un amide avec les composés organiques contenus dans le sol. De plus, les

mécanismes de sorption par les sols argileux sont plus forts dans le cas du TNT et de ses métabolites que dans le cas du RDX et du HMX, qui sont très mal adsorbés par les sols argileux et certains autres sols (Haderlein, 1996; Li *et al.*, 1997; Pennington et Patrick, 1990; Townsend et Meyers, 1996).

Lorsqu'un sol est contaminé par ces trois explosifs, la situation devient donc plus complexe, car le RDX sera dispersé plus rapidement que le TNT, qui sera lui-même dispersé plus rapidement que le HMX. Le RDX, qui est plus soluble que le HMX et moins soluble que le TNT, se dispersera plus rapidement, car il n'est pas adsorbé par les sols. Le TNT qui est le plus soluble des trois devrait se disperser en premier, mais, comme nous l'avons déjà mentionné, il est fortement adsorbé par les minéraux argileux ou se dégrade en métabolites qui, même s'ils sont plus solubles que le TNT, se lient de manière covalente à ces argiles. Ce procédé d'adsorption/désorption ralentit la vitesse de migration du TNT dans les sols. Étant pratiquement insoluble dans l'eau, le HMX a fortement tendance à rester à la surface des sols.

Il est donc important de considérer les interactions avec le sol au moment d'établir la disponibilité et l'extractabilité des explosifs. Le TNT est un explosif particulièrement difficile à caractériser, car il est facilement réduit pour former des produits de dégradation aminés, plus exactement du 2- et du 4-aminodinitrotoluène (ADNT) et du 2,4- et du 2,6-diaminonitrotoluène (DANT) et, dans des conditions anaérobies, du 2,4,6-triaminotoluène (TAT). La caractérisation des dérivés du TNT est importante, car la toxicité globale, la restauration, le transport et l'extractabilité du TNT dépendent grandement de ces composés. Les caractéristiques d'adsorption et de désorption du TNT et de ses métabolites sont des facteurs physiques importants devant être pris en considération lors de l'évaluation de la disponibilité de ces composés pour la dégradation microbienne et l'analyse physique.

Dans le cas qui nous intéresse, si une munition contenant des composés énergétiques est déposée à la surface des sédiments et qu'il y a une fuite, de faibles quantités d'explosifs seront dissoutes dans l'eau. Bien que la solubilité des composés en jeu est très faible, le contexte de dilution à l'infini du lac Saint-Pierre déplacera l'équilibre vers la dissolution lente mais complète des composés qui seront entraînés dans le cours d'eau. Ces sources ponctuelles et de faibles quantités de composés ne permettront pas l'obtention d'une concentration mesurable de

composés énergétiques dans l'eau. Cependant, des contacts ont été récemment initiés avec une compagnie américaine (Sandia International Laboratories) qui affirme détenir une technologie capable d'identifier si une munition submergée contient ou non des composés énergétiques. Nous avons récemment assisté à une démonstration de cette technologie dans le port d'Halifax. La technologie fait appel à une prise d'échantillon d'eau à proximité de la munition et à l'analyse par chromatographie ionscan de ce même échantillon. Plusieurs façons d'échantillonner ont été évaluées lors de l'exercice au port d'Halifax. L'avantage certain de cette méthode d'analyse réside dans le fait qu'elle est extrêmement sensible et est capable de détecter les explosifs au niveau du ppt. Avec ces limites de détection, la firme devrait être capable de détecter les fuites de composés énergétiques provenant d'une munition submergée non éclatée et devrait être en mesure d'affirmer si la munition contient ou non des matériaux énergétiques. Il faut mentionner ici que cette technologie est en développement et les résultats de cette campagne d'échantillonnage devraient être disponibles sous peu. Nous tiendrons le comité informé des résultats de ces démarches. Il est fort possible que cette technologie soit applicable et disponible pour l'étude du lac Saint-Pierre. D'autres parts, il a été démontré que la biodégradation d'explosifs en solutions à de très faibles concentrations est très rapide (Thiboutot *et al.*, 1997) et que l'atténuation naturelle pourra ainsi jouer un rôle majeur dans le cas de composés subissant une grande dilution.

Dans le cas où la munition est enfouie sous une couche de sédiments, la situation est plus complexe. Compte tenu des facteurs de sorption décrits précédemment, la nature des sédiments pourrait jouer un rôle très important. Un équilibre entre la sorption et la dissolution des composés devrait s'établir. Un sédiment sablonneux devrait permettre et favoriser une dissolution lente alors qu'un sédiment argileux ou organique devrait favoriser une compétition entre l'absorption des composés et leur dissolution. Une analyse de la nature des sédiments en cause dans ce dossier sera ainsi requise afin d'établir quel scénario devrait être le plus plausible.

3) Paramètres d'analyse des sédiments (scénarios b (raté), c et d).

Le CRDV et d'autres laboratoires ont adopté la méthode de chromatographie liquide à haute performance à phase inversée (CLHP-PI), publiée par l'«EPA Office of Solid Waste» sous le titre «SW846 Method 8330», pour analyser les explosifs nitroaromatiques et nitraminés dans les sols. Cette méthode est basée sur l'extraction au solvant des composés à analyser, à l'aide d'un traitement ultrasonique pour ceux contenus dans les sols et d'une extraction par cartouches pour ceux contenus dans des eaux souterraines, suivie d'une séparation par CLHP à régime isocratique et d'une détection UV. Les limites de détection de chacun des 15 composés (HMX, RDX, TNB, DNB, tétryl, NB, TNT, 2-ADNT, 4-ADNT, 2,6-DNT, 2,4-DNT, 3,5-dinitroaniline et les trois isomères du NT) qui sont analysés grâce à cette méthode sont de l'ordre du ppm pour les sols et du ppb pour l'eau. Cette analyse devrait être effectuée sur les sédiments à haut risque de contamination pour tous les échantillons pris dans les zones ciblées de fortes densités de munitions. De plus, la présence de métaux devrait être vérifiée par un balayage à plasma afin d'évaluer l'impact de la présence des nombreuses munitions à enveloppes métalliques. Enfin, la présence potentielle de plomb et de mercure devra être évaluée compte tenu de la composition de certains explosifs primaires (azoture de plomb et fulminate de mercure).

4) Risque de contamination par les munitions inertes à la «cire d'abeille» (scénario a).

Une fiche de composition de munitions inertes a été acheminée au CRDV. Cette fiche indique la présence de plusieurs composés dont: Kaolin, paraffine (cire), sulfate de barium, lécithine, «lead shot-N-5» et métaux (tungstène, fer). Le Kaolin est une argile de silicate d'aluminium hydraté non toxique. La cire de paraffine est composée d'hydrocarbures solides non toxiques utilisés dans la mise en conserve d'aliments. Le sulfate de barium est non toxique et utilisé en médecine/radiographie. La lécithine ou phosphatidylcholine est retrouvée dans tous les organismes vivants et est non toxique. Du plomb peut se retrouver en petites quantités dans des projectiles remplis de paraffine afin d'ajuster leur poids à celui d'un projectile rempli de matériaux énergétiques. Il existe des critères de risques associés au plomb et ce paramètre devra être inclus dans les analyses de sédiments.

5.2 ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LA PRÉSENCE DE MATÉRIAUX ÉNERGÉTIQUES, MÉTAUX ET AUTRES SUBSTANCES DANS LES SÉDIMENTS À PROXIMITÉ DE PROJECTILES EN MILIEU AQUATIQUE: REVUE DE LITTÉRATURE COMPLÉMENTAIRE.

Afin de compléter les données et de vérifier l'état des connaissances dans le domaine de la caractérisation de sédiments de champs de tirs en milieu aquatique, nous avons effectué une revue de la littérature récente. Cette revue a été conduite dans les deux banques de données les plus pertinentes soit DSIS (littérature de la défense) et CA («Chemical Abstracts»). La revue a été effectuée en utilisant les mots clés: TNT, RDX, HMX, «nitramine», «energetic», «energetic materials» et munition, jumelés avec «sediments». Ceci a conduit à l'identification de 123 références potentiellement intéressantes. Cette liste préliminaire a été présentée au comité technique et nous nous sommes entendus pour commander 18 articles ou documents. La grande majorité des références n'est pas directement reliée au cas du lac Saint-Pierre mais traite des composés énergétiques présents dans les sédiments de lagons de sites de production (Boggavarapu *et al.*, 1996; Brannon *et al.*, 1992; Brannon et Myers, 1997; Cragin *et al.*, 1985; Criscenti, 1995; Ericksson, 1997; Kirshenbaum, 1982; Major et Amos, 1992; Pfeffer *et al.*, 1985; Serna *et al.*, 1990; Spangford *et al.*, 1982; USEPA 1991, 1993, 1997; Van Beelen et Burris, 1995; Voudrias et Assaf, 1996; Weeks et Simpson, 1991; Wentzel *et al.*, 1981; Williams *et al.*, 1988; Young et Weber, 1995). Ceci représente une toute autre problématique, mais de l'information pertinente peut toutefois y être glanée.

Parmi ces références une seule est directement reliée au dossier de la caractérisation des sédiments du lac Saint-Pierre (Darrach *et al.*, 1998). Cette référence est récente, très pertinente et réfère à des travaux effectués dans le port de Halifax au Canada. Des échantillons de sédiments ont été prélevés près de sept munitions non détonées situées au fond du port par des plongeurs des forces armées. Les analyses ont été effectuées par une méthode nommée «READ» pour «Reversal Electron Attachment Detection» qui est très sensible à la présence de composés énergétiques (ppt). De faibles traces d'explosifs (ppb) ont été identifiées dans trois cas sur sept. Les résultats positifs ont été confirmés par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Ceci indique qu'il peut exister un très faible apport en composés énergétiques par une

exudation très lente de ces composés dans l'environnement pour des munitions qui n'ont pas détoné, après près de 50 ans de repos en milieu aquatique.

La contamination de lagons d'anciens sites de production est traitée par plusieurs auteurs (Brannon *et al.*, 1992; Brannon et Myers, 1997; Cragin *et al.*, 1985; Criscenti, 1995; Ericksson, 1997; Major et Amos, 1992; Pfeffer *et al.*, 1985; Serna *et al.*, 1990; Spanggord *et al.*, 1982; USEPA 1991, 1993, 1997; Van Beelen et Burris, 1995; Voudrias et Assaf, 1996; Wentsel *et al.*, 1981); Williams *et al.*, 1988; Young et Weber, 1995. Ces sédiments sont fortement contaminés et il n'y a pas de munitions non détonées sur ces sites. D'autres (Brannon *et al.*, 1992; Brannon et Myers, 1997; Ericksson, 1997; Spanggord *et al.*, 1982; Young et Weber, 1995) traitent du devenir environnemental des composés énergétiques et des phénomènes de sorption/désorption. Brannon et Myers (1997) présentent une très bonne revue synthèse des phénomènes de devenir environnemental des explosifs. Spanggord *et al.* (1982) décrivent les phénomènes dominants de transport et de transformation du HMX dans un environnement aquatique. Les transports physiques tels que volatilisation, sorption sur sédiment et biosorption ont été trouvés négligeables. La photolyse et la biotransformation soit aérobie ou anaérobie ont été identifiés comme les mécanismes prioritaires de transformation en milieu aquatique pour le HMX. Les observations tirées d'une étude sur la sorption/désorption du TNT (Ericksson, 1997) de sédiments de la mer Baltique n'ont pas permis de tirer des conclusions claires quant à l'effet de l'environnement sur les phénomènes d'adsorption sur des sédiments. Ce rapport confirme la grande complexité des phénomènes de sorption-désorption pour le trinitrotoluène.

Plusieurs références traitent de la restauration de sédiments fortement contaminés et ne sont pas pertinentes pour le présent projet (Cragin *et al.*, 1985; Criscenti, 1995; Major et Amos, 1992; Pfeffer *et al.*, 1985; Serna *et al.*, 1990; USEPA 1991, 1993, 1997; Van Beelen et Burris, 1995; Voudrias et Assaf, 1996; Wentsel *et al.*, 1981; Williams *et al.*, 1988). Boggavarapu *et al.* (1996) décrivent une méthode d'extraction des sédiments. L'article de Weeks et Simpson (1991) n'est d'aucun intérêt; il traite de l'étude de particules en suspension dans un fond océanique. Enfin, Kirshenbaum (1982) décrit la réactivité de mélanges sédiments/explosifs et donne des seuils d'explosivité.

En conclusion, l'expertise acquise ainsi que la littérature confirment le fait que les concentrations attendues en composés énergétiques dans les sédiments du lac Saint-Pierre sont nulles ou très faibles. De plus, la littérature démontre que le devenir environnemental des composés énergétiques est complexe et très spécifique au site étudié. La revue de littérature démontre que très peu d'études de cette nature ont été effectuées jusqu'à maintenant et que la caractérisation des sédiments du lac Saint-Pierre pourra devenir une étude de référence dans le domaine.

TABLEAU 2

Propriétés physiques et chimiques des composés nitroaromatiques et des nitramines

Composé à analyser	Poids moléculaire	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)	Solubilité dans l'eau (mg/L)	Pression de vapeur (torr, à 20 °C)
TNT	227,13	80,1-81,6	240 (explose)	130 @ 20 °C	$1,1 \times 10^{-6}$
RDX	222,26	204,1	(se décompose)	42 @ 20 °C	$4,2 \times 10^{-9}$
HMX	296,16	276-280	(se décompose)	5,0 @ 25 °C	$3,3 \times 10^{-14}$
2,4-DNT	182,15	70	300 (se décompose)	270 @ 22 °C	$2,2 \times 10^{-4}$
2,6-DNT	182,15	64-66		206 @ 25 °C	$5,67 \times 10^{-4}$
2-ADNT	197,17	176		2 800	4×10^{-5}
4-ADNT	197,17	171		2 800	2×10^{-5}

6 Campagne de pré-échantillonnage

6.1 ÉCHANTILLONNAGE

Les travaux d'échantillonnage réalisés dans le cadre de la phase préliminaire de l'étude de caractérisation des sédiments du champ de tir du MDN au lac Saint-Pierre ont eu lieu entre le 25 et le 28 octobre 1999. La localisation des 19 stations retenues (figure 1) a été préalablement déterminée en fonction de l'historique des essais de munitions (chapitre 4), de la profondeur ainsi que des caractéristiques physiques (hydrologie, dépôts de surface) et biologiques (herbiers aquatiques) du milieu (chapitre 3). Les stations situées dans les zones où les opérations de tir pourraient avoir causé un impact potentiel représentent des zones où la concentration en projectiles devrait être élevée selon les données historiques. Au contraire, l'emplacement des stations dites «de comparaison» a été déterminé dans des zones où la présence de projectiles est peu probable et dont les caractéristiques semblaient similaires à celles des zones impactées.

Au total, 20 échantillons de sédiments ont été prélevés (dont un répliat à la station C3), par des plongeurs artificiers, à l'aide d'une petite benne Ponar. Le contenu de la benne était vidé dans un bac en polyéthylène. Les sédiments homogénéisés étaient ensuite transférés dans un seau de cinq litres en polyéthylène doublé de deux sacs qualité alimentaire. La procédure d'échantillonnage détaillée est expliquée à l'annexe 4. De façon générale, un échantillon de volume suffisant (2 kg) de sédiments (premiers 10-15 cm) était récolté à partir d'un seul coup de benne. Un deuxième coup a été nécessaire pour trois échantillons (P1, P8, C2). Les coordonnées des stations ont été prises à l'aide d'un GPS différentiel et sont présentées au tableau 3.

6.2 PROGRAMME DE SANTÉ ET SÉCURITÉ

Les projectiles non détonés constituent une entrave à la caractérisation sécuritaire de la zone de tir. Les instructions permanentes d'opération (annexe 5), préparées par le MDN, présentent le programme de santé et sécurité, les mesures prévues en cas d'urgence, les procédures à respecter pour les communications et les différentes étapes à suivre par les plongeurs pour sécuriser le site.

Tableau 3

**Localisation des stations échantillonnées lors de la campagne de pré-échantillonnage
(octobre 1999)**

Station	Longitude*	Latitude*	Date	Heure	Précision des coordonnées (m)
C1	72°40,89'	46°13,99'	25/10/99	14:30	9
C2	72°42,68'	46°13,96'	25/10/99	16:00	11
C3	72°45,67'	46°13,35'	28/10/99	09:10	13
C4	72°47,75'	46°10,93'	26/10/99	11:05	10
C5	72°53,26'	46°11,13'	26/10/99	12:00	8
C6	72°55,58'	46°09,59'	26/10/99	12:55	8
C7	72°55,68'	46°08,42'	26/10/99	13:30	9
C8	72°51,56'	46°08,04	26/10/99	14:45	11
C9	72°49,06'	46°08,92'	27/10/99	11:25	9
P1	72°39,81'	46°12,82'	28/10/99	07:40	12
P2	72°41,10'	46°12,97'	26/10/99	09:15	8
P3	72°42,69'	46°12,43'	26/10/99	10:00	10
P4	72°45,27'	46°11,01'	27/10/99	14:38	10
P5	72°45,96'	46°10,22'	27/10/99	14:10	10
P6	72°45,65'	46°10,92'	27/10/99	13:44	8
P7	72°47,46'	46°10,79'	27/10/99	13:15	8
P8	72°48,19'	46°09,70'	27/10/99	12:40	10
P9	72°51,38'	46°09,17'	27/10/99	09:30	10
P10	72°52,10'	46°09,36'	26/10/99	14:15	10

* système géodésique NAD27

6.3 VARIABLES ÉTUDIÉES ET MÉTHODES ANALYTIQUES

À chaque station, la température (°C), l'oxygène dissous (mg/L), la conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) et le pH ont été enregistrés à 0,5 m du fond à l'aide d'une multisonde Hydrolab (modèle H₂O). Le pourcentage de saturation en oxygène a été calculé à l'aide de l'abaque de Wetzel (1975). La profondeur (m) de la station a été déterminée avec l'échosondeur de l'embarcation (J.R. Pinard) et validée avec le profondimètre des plongeurs.

L'analyse granulométrique des 20 échantillons de sédiments a été effectuée par hydrométrie et tamisage au Laboratoire de services spécialisés MBF ltée (Écotoxicologie et chimie environnementale, Laboratoire régional - Québec, 1995). La composition en pourcentage des différentes fractions granulométriques a été calculée en fonction de la classification de Wentworth: gravier ($> 2 \text{ mm}$), sable ($62,5 \mu\text{m}$ à 2 mm), limon ($3,9$ à $62,5 \mu\text{m}$) et argile ($< 3,9 \mu\text{m}$). Afin d'obtenir une description qualitative de la texture, les résultats de la classification de Wentworth ont servi à classer les échantillons selon la nomenclature de Shepard (1954). La détermination des matières organiques totales, par incinération selon la méthode MA/2 du Conseil des productions végétales du Québec (annexe 6), ainsi que des matières sèches, méthode 2540-G (APHA, 1995), ont été effectuées par le laboratoire Labexcel inc.

6.4 ANALYSES STATISTIQUES

Toutes les données recueillies ont été saisies sur fichier informatique (Excel, version 7,0).

Une méthode d'analyse statistique multivariée permettant de créer des ensembles d'échantillons homogènes a été utilisée afin de regrouper les stations échantillonnées en fonction de leurs caractéristiques granulométriques et de leurs teneurs en matières organiques et sèches. Les groupements ont été faits par agglomération hiérarchique, selon l'association moyenne. Tous ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel SYSTAT (version 7,01).

7 Résultats et discussion

Le tableau 4 contient les données validées des mesures physico-chimiques (profondeur, température, saturation en oxygène, conductivité et pH) effectuées au moment de l'échantillonnage. Les températures mesurées aux différentes stations varient entre 4,7 °C et 10,2 °C. Les écarts de température peuvent être attribuables aux conditions climatiques au moment de l'échantillonnage, de même qu'à la profondeur de la station. Le pourcentage de saturation en oxygène se situe entre 116 et 140 %. Le pH de l'eau varie entre 7,44 et 8,58. Les plus fortes valeurs de conductivité ($> 300 \mu\text{S/cm}$) ont été mesurées aux stations localisées vers le centre du lac, en bordure de la voie navigable. La physico-chimie de l'eau y est caractéristique des eaux vertes fortement minéralisées du fleuve Saint-Laurent. L'eau aux autres stations de la rive sud est également principalement influencée par les eaux vertes en provenance des Grands Lacs. Les valeurs de conductivité mesurées sont toutefois un peu plus faibles compte tenu de l'influence des apports des tributaires (Désilets et Langlois, 1989). La profondeur moyenne des stations échantillonnées en zones impactées (P) est 2,0 m (de 1,5 à 2,8 m). Elle est 2,3 m (0,9 à 3,1 m) pour les stations de comparaison (C).

Le tableau 5 présente les résultats des analyses granulométriques ainsi que de la détermination des matières sèches et des pourcentages de matières organiques totales. Les certificats d'analyse se trouvent à l'annexe 7. On constate que le sable domine à toutes les stations de comparaison ainsi qu'à 50 % des stations localisées dans les zones d'impact. Dans presque tous les cas, le limon représente la deuxième fraction dominante. Les types de sédiments retrouvés aux stations des zones impactées montrent une variation plus importante (sédiments mixtes, limon sableux, sable, sable limoneux) que dans les zones de comparaison que l'on peut pratiquement toutes classer dans les catégories «sable» ou «sable limoneux». De façon générale, les stations où les particules fines représentent plus de 50 % des sédiments (P1, P2, P3, P5, P7 et P10) se retrouvent dans la zone où les impacts sont les plus probables, au centre et en bordure (sud) de la zone d'étude. Seule la station P1 démontre un pourcentage d'argile $> 50 \%$. Le pourcentage de matière sèche varie entre 62 et 83 % (75 % en moyenne) pour les stations de comparaison et entre 52 et 79 % (68 % en moyenne) pour les stations en zones d'impact. À toutes les stations, le pourcentage en matières organiques totales est relativement faible. Les valeurs

mesurées varient entre 0,5 et 2,8 %. À titre de comparaison, Hardy *et al.* (1991) ont mesuré des valeurs comprises entre 1,0 et 7,0 % dans le secteur nord du lac Saint-Pierre en 1986.

Tableau 4
Variables physico-chimiques mesurées lors de la campagne de pré-échantillonnage
(octobre 1999)

Station	Profondeur (m)	Température (°C)	Saturation en oxygène (%)	Conductivité (µS/cm)	pH
C1	1,2	5,7	125	185	8,58
C2	3,0	8,0	127	330	7,74
C3	3,1	8,8	140	nd	7,66
C4	2,9	6,4	126	202	7,52
C5	2,7	10,2	123	331	7,80
C6	2,0	10,0	125	336	7,81
C7	2,6	9,6	122	341	7,74
C8	0,9	6,2	127	140	7,52
C9	1,9	5,6	135	nd	7,73
P1	1,5	4,7	116	nd	7,51
P2	1,8	5,1	117	187	7,44
P3	1,8	5,8	122	208	7,56
P4	1,7	6,3	135	nd	7,78
P5	2,0	6,2	136	nd	7,73
P6	1,5	6,0	140	nd	7,81
P7	2,3	6,1	134	nd	7,70
P8	1,5	6,0	129	nd	7,64
P9	2,6	5,4	135	nd	7,55
P10	2,8	6,7	122	238	7,56

Tableau 5

Résultats des analyses des échantillons de sédiments: matière sèche, matières organiques totales et granulométrie

Échantillon	C1	C2	C3	C10 ¹	C4	C5	C6	C7	C8	C9	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Matière sèche (%)	83	77	78	80	73	62	74	71	75	75	52	60	60	74	61	78	79	78	72	66
Matières organiques totales (%)	0,5	0,6	0,6	0,9	0,6	1,8	1,0	1,2	1,6	1,2	2,2	2,1	2,8	0,6	1,4	0,7	0,7	0,6	1,5	2,0
<u>Classification de Wentworth</u>																				
Argile (%)	1,4	9,8	1,9	1,6	18,7	11,0	2,2	6,8	0,5	0,8	54,3	42,7	5,5	0	41,2	0,2	11,0	0	3,2	15,6
Limon (%)	14,3	16,4	9,7	8,4	17,1	35,1	24,4	18,4	25,0	3,8	24,2	15,4	50,6	1,9	16,7	2,6	42,0	4,0	23,1	61,7
Sable (%)	81,5	73,8	88,4	90,0	61,8	53,9	73,4	74,8	74,5	94,0	21,5	41,5	43,9	98,1	40,7	97,2	46,0	94,6	66,5	22,7
Gravier (%)	2,8	0	0	0	2,4	0	0	0	0	1,4	0	0,4	0	0	1,4	0	1,0	1,4	7,2	0
<u>Classification de Shepard</u>																				
(S = sable; SL = sable limoneux; M = sédiments mixtes; LS = limon sableux)	S	SL	S	S	M	SL	SL	SL	SL	S	M	M	LS	S	M	S	SL	S	SL	M

¹ Réplicat de C3

Deux échantillons (C3 et C10) ont été récoltés à une même station dans le but de vérifier, à l'aveugle, le degré de reproductibilité des analyses effectuées en laboratoire (granulométrie, matières sèche et organiques). Pour ce faire, le coefficient de variation (écart-type relatif) a été calculé à partir de l'écart-type et de la moyenne pour chacun des paramètres (tableau 6). De façon générale, la reproductibilité observée est très bonne. Le coefficient de variation relatif à la détermination des matières organiques totales est plus élevé. Ceci s'explique par les faibles valeurs mesurées dans les échantillons de sédiments pour ce paramètre, particulièrement à cette station.

Tableau 6
Résultats des calculs effectués dans le cadre du contrôle de la qualité

Échantillon	C3	C10	Moyenne	Écart-type	Coefficient de variation (%)
Matière sèche (%)	78	80	79	1,41	1,79
Matières organiques totales (%)	0,6	0,9	0,8	0,21	28,28
Granulométrie <u>Classification de Wentworth</u>					
Argile (%)	1,9	1,6	1,8	0,21	12,12
Limon (%)	9,7	8,4	9,0	0,92	10,16
Sable (%)	88,4	90,0	89,2	1,13	1,27

Les résultats de l'analyse de groupement hiérarchique sont présentés au tableau 7. La fraction de sable en présence aide à discriminer les différents groupes de stations: environ 22 % pour le groupe A, entre 41 et 54 % pour le groupe B, entre 62 et 75 % pour le groupe C et finalement > 81 % pour le groupe D. Les groupements A et B incluent les stations où plus de 46 % des sédiments sont classés fins (limon et argile). Exception faite du groupe A, des stations

de comparaison et en zones impactées se retrouvent dans tous les groupes. Cependant, à la lecture des résultats, et si l'on fait abstraction de la fraction sable, on observe une tendance similaire de la répartition argile/limon de la station P1 avec celles des stations P2 et P5 ainsi que de la station P10 avec P7.

Tableau 7
Groupements des stations obtenus par analyse de groupement hiérarchique effectuée en fonction des caractéristiques granulométriques et des teneurs en matières organiques et sèches

Groupe	Stations
A	P1 - P10
B	C5 - P2 - P3 - P5 - P7
C	C2 - C6 - C7 - C8 P9 - C4
D	P4 - P6 - P8 - C9 C3 (C10) C1

8 Conclusion et recommandations

Les informations relatives à l'historique des essais de munitions effectués depuis 1952 au CEEM, au comportement et au devenir des matériaux énergétiques de même qu'aux caractéristiques bio-physiques spécifiques à la zone d'étude étaient essentielles à la planification de la campagne de pré-échantillonnage réalisée en octobre 1999. Ces travaux ont permis la mise au point d'un protocole d'échantillonnage sécuritaire et efficace des sédiments du secteur du champ de tir du MDN au lac Saint-Pierre. De ce côté, tout semble bien en place pour assurer le bon déroulement de la campagne principale d'échantillonnage (printemps 2000) ainsi que pour la récolte d'organismes benthiques prévue pour l'automne 2000. Les analyses granulométriques, de matières sèches et organiques ainsi que les paramètres physico-chimiques mesurés ont permis l'identification et la validation de quelques stations de comparaison potentielles. Le sable domine dans la majorité des stations. Le limon constitue la deuxième fraction dominante. La majorité des stations situées au centre de la zone d'étude (stations en zones d'impact) présentent un pourcentage de particules fines plus important que les stations de comparaison situées au pourtour de la zone. L'analyse de groupement montre que seuls les types de sédiments de deux stations en zones impactées (P1 et P10) se démarquent assez clairement des autres stations, incluant les stations de comparaison. Trouver des stations de comparaison localisées dans un emplacement représentatif et comparable au milieu des stations des zones impactées n'a pas été une mince tâche. Compte tenu des résultats de l'historique de tirs, le pourtour de la zone de tir a été privilégié pour la recherche de zones de comparaison. Il est bien évident que les conditions retrouvées du côté de la voie navigable sont différentes de celles caractérisant un milieu riverain où l'influence des tributaires peut être marquée. Somme toute, des stations de comparaison ont été trouvées pour la majorité des stations situées dans les zones d'impact. Les résultats des travaux de géophysique réalisés à l'hiver et au printemps 2000 nous donneront une meilleure précision de la distribution des projectiles à l'intérieur de la zone d'étude et nous permettront sûrement de raffiner les choix d'emplacement des stations, autant de comparaison qu'en zones impactées. Ils permettront possiblement de rapprocher les stations de comparaison des stations localisées en zones impactées.

Références

- Ampleman, G., S. Thiboutot, A. Gagnon, A. Marois, R. Martel and R. Lefebvre (1998). «Study of the Impacts of OB/OD Activity on Soils and Groundwater, at The Destruction Area in CFAD Dundurn», DREV-R-9827, UNCLASSIFIED.
- APHA (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition. American Public Health Association, Washington, DC.
- Beak Consultants Limited (1996). Technical Guidance on Biological Monitoring for Ocean Disposal. Revised Report. Prepared for Environment Canada, 166 p.
- Benoît, J., R. Bergeron, J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1987). Les habitats et la faune de la région du lac Saint-Pierre: synthèse des connaissances. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, 123 p.
- Benoît, J., J.-C. Bourgeois, S. Desjardins et J. Picard (1988). Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune du lac Saint-Pierre. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Directions régionales de Montréal et de Trois-Rivières, 116 p. et cartes.
- Boggavarapu, R., S. Tonagi, G.G. Chase et W. Sisk (1996). «Recovery of Acetone from Solvent Extraction of Lagoon Sediments», Adv. Filtr. Sep. Technol., 10: 452-456.
- Brannon, J.M., D.D. Adrian, J.C. Pennington, T.E. Myers et C.A. Hayes (1992). «Slow release of PCB, TNT, and RDX from Soils and Sediments», Technical Report EL-92-38.
- Brannon, J.M. et T.E. Myers (1997). «Review of Fate And Transport Processes of Explosives», US Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Technical Report # IRRP-97-2.
- Burton, J. (1991). Le lac Saint-Pierre (Zone d'intérêt prioritaire n° 11): Document d'intégration. Environnement Canada, Conservation et Protection, Centre Saint-Laurent, 98 p.
- Couillard, L. et P. Grondin (1986). La végétation des milieux humides du Québec. Les publications du Québec, 400 p.
- Cragin, J.H., D.C. Leggett, B.T. Foley et P.W. Schumacher (1985). «TNT, RDX and HMX Explosives in Soils and Sediments: Analysis Techniques and Drying Losses»; CRREL Report 85-15, Prepared for U.S. Army Toxic and Hazardous Materials Agency, Report AMXTH-TE-TR-85038.
- Criscenti, L.J. (1995). «Preliminary Coupled Diffusion/Reaction Model for the Bioremediation of TNT through the Use of Plant Enzymes», Batelle Pacific Northwest Labs, Report # GRAI9823.

- Darrach, M.R., A. Chutjian et G.A. Plett (1998). «Trace explosives Signature from World War II Unexploded Undersea Ordnance», *Environ. Sci. Technol.*, 32: 1354-1358.
- Dery, Rocray et associés (1983). Classification des terres humides de la rive sud du lac Saint-Pierre, secteur Baie-du-Febvre. Rapport présenté au Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, 34 p.
- Désilets, L. et C. Langlois (1989). Variabilité spatiale et saisonnière de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada - Région du Québec, Centre Saint-Laurent, 112 p.
- Écotoxicologie et chimie environnementale, Laboratoire régional - Québec (1995). Analyse granulométrique des sédiments: Méthode par hydrométrie et tamisage. Méthode no CPQ00750. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, 14 p.
- Environnement Canada (1981). Les substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent. Résumé. Service de la protection de l'environnement, région du Québec, 91 p.
- Environnement Canada (1994). Document d'orientation sur le prélèvement et la préparation de sédiments en vue de leur caractérisation physicochimique et d'essais biologiques. Série de la protection de l'environnement: rapport SPE1/RM/29.
- Eriksson, J. (1997). «TNT in Sediment from the Baltic Sea: Adsorption and Desorption», Report # GRAI9720.
- Frenette, M. C. Barbeau et J.-L. Verrette (1989). Aspects quantitatifs, dynamiques et qualitatifs des sédiments du Saint-Laurent. Hydrotech inc., 185 p.
- Gauthier, B. (1980). Les limites phytogéographiques du Saint-Laurent. *Provancheria* 11, 103 p.
- Germain, A. et M. Janson (1984). Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de Cornwall à Québec (1977-1981). Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Longueuil, Québec, 220 p.
- Globensky, Y. (1987). Géologie des basses-terres du Saint-Laurent. Direction générale de l'exploration géologique et minérale. Ministère de l'Énergie et des Ressources, MM85-02, 63 p.
- Gratton, L. (1983). Classification des terres humides de la rive sud du lac Saint-Pierre, secteur Baie-du-Febvre. Dery, Rocray et ass. pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Rapport technique, 26 p. et cartes.

- Gratton, L., J. Labrecque et D. Bérubé (1998). Étude écologique des terres de la Défense nationale à Nicolet. Gouvernement du Québec, ministère de l'environnement et de la Faune, Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Québec, 32 p.
- Haderlein, S.B. (1996). «Specific Adsorption of Nitroaromatic Explosives and Pesticides to Clay Minerals». *Environ. Sci. Technol.*, 30: 612.
- Hardy, B., L. Champoux, H. Sloterdijk et J. Bureau (1991). Caractérisation des sédiments de fond du lac Saint-Pierre, fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation et protection, Centre Saint-Laurent. 74 p.
- Headquarters U.S. Army Armement, Munitions and Chemical Command (1992a). «Development of Methodology and Technology for Identifying and Quantifying Emission Products From Open Burning and Open Detonation Thermal Treatment Methods». Bangbox Test Series, volume 1 (Test Summary), volume 2 (Test Development), volume 3 (Quality Assurance and Quality).
- Headquarters U.S. Army Armement, Munitions and Chemical Command (1992b). «Development of Methodology and Technology for Identifying and Quantifying Emission Products From Open Burning and Open Detonation Thermal Treatment Methods». Field Test Series A, B et C, volume 1 (Test Summary), volume 2, partie A (Quality Assurance and Quality Control), volume 2, partie B (Quality Assurance and Quality Control Appendices).
- Institut national de recherche scientifique - Eau, Asseau inc. et Centre Saint-Laurent (1992). Fleuve Saint-Laurent: Modélisation hydrodynamique des écoulements en eau libre du tronçon Tracy-lac Saint-Pierre. Rapport 1, volume 1, 176 p.
- Jacques, D. (1986). Cartographie des terres humides et des milieux environnants du lac Saint-Pierre. Corporation pour la mise en valeur du lac Saint-Pierre et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières, 70 p. et cartes.
- Jacques, D. et C. Hamel (1982). Système de classification des terres humides du Québec. Laboratoire d'étude des macrophytes aquatiques, département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. Pour la Direction générale de la faune, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, 131 p.
- Kirshenbaum, M.S. (1982). «Reactivity of Explosives/Sediment Mixtures», US Army Armement R&D Command, Dover, Technical Report # ARLCD-TR-82007.
- Lalonde, S. et G. Létourneau (1996). Sensibilité de la télédétection spatiale pour le suivi des milieux humides. Environnement Canada - région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapport scientifique et technique ST-60, 102 p.

- Langlois, C., L. Lapierre, M. Léveillé, P. Turgeon et C. Ménard (1992). Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du lac Saint-Pierre. Environnement Canada, Conservation et protection, Centre Saint-Laurent. Rapport technique, zone prioritaire no 11, 236 p.
- Lavoie, A., F. Boivin, B.G. Béné et J.M. Dubois (1991). Cartographie quantitative des macrophytes du lac Saint-Pierre avec le capteur MEIS-II. Rapport 91-R-19, présenté au Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, 41 p.
- Lavoie, G. (1992). Plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Ministère de l'Environnement, 180 p.
- Leclerc, P. (1990). Caractérisation des communautés ichthyennes de certains secteurs des lacs Saint-François et Saint-Pierre et utilisation pour la caractérisation de l'état de santé des écosystèmes. Rapport préliminaire présenté au Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, 69 p.
- Lessard, M. (1991). Analyse multidimensionnelle et discontinuités spatiales des communautés de poissons du lac Saint-Pierre et de l'archipel de Sorel. 135 p.
- Li, A. Z., K.A. Marx, J. Walker, et D.L. Kaplan (1997). «Trinitrotoluene and Metabolites Binding to Humic Acid». Environ. Sci. Technol., 31: 584.
- Mailhot, Y., J. Scrosati, D. Bourbeau, M. Bernard, J.-C. Bourgeois et D. Dolan (1984). Plan de gestion faunique de la ZAC Saint-Pierre. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Trois-Rivières, 234 p.
- Major, M.A. and J.C. Amos (1992). «Incineration of Explosive Contaminated Soil as a Means of Site Remediation»; Technical Report 9214.
- Massé, G. et J.R. Mongeau (1974). Répartition géographique des poissons, leur abondance relative et bathymétrie de la région du lac Saint-Pierre. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Montréal. Rapport technique, 59 p.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (1996). Le cadre écologique de référence du Québec. Les régions naturelles. Document de travail.
- Pennington, J.C. et W.H. Patrick (1990). «Adsorption and Desorption of 2,4,6-Trinitrotoluene by Soils», J. Environ. Qual., 19: 559.
- Pfeffer, J.L., J.W. Kubarewicz, R.P. Congedo et T.G. Shea (1985). «Engineering and Development Support of General DECON Technology for the AMC Installation

- Restoration Program. Task 4. Desensitization of Explosives Laden Soils/Sediments. Phase II. Laboratory Studies.», Report AMXTH-TE-TR 85031.
- Serna, C.J., P.R. Bartz, S.B. Donahoe, M. Arbogast et R.F. Weston (1990). «Remedial Investigation Report for Lake City Army Ammunition Plant, Volume I., contract # DAAA15-85-D-0015.
- Shepard, F.P. (1954). Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24(3): 151-158.
- Spanggard, R.J., W.R. Mabey, T.W. Chou, D.L. Haynes, P.L. Alferness, D.S. Tse et T. Mill (1982). «Environmental fate Studies of HMX Screening Studies. Phase I», Contract DAMD17-82-C-2100.
- St-Cyr, L., P.G.C. Campbell et K. Guertin (1992). Évaluation de la biomasse et du contenu en métaux traces des plantes aquatiques submergées du lac Saint-Pierre, fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada - région du Québec, Conservation et protection, Centre Saint-Laurent, 230 p.
- Sylvestre, A. L. Champoux et D. Leclair (1992). Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du lac Saint-Pierre. Environnement Canada, Conservation et protection, Centre Saint-Laurent. Rapport technique, zone d'intérêt prioritaire n° 11, 101 p.
- Tetra Tech (1987). Recommended protocols for station positioning in Puget Sound. Prepared for the Puget Sound Estuary Program (PSEP) U.S. EPA, Region 10, Seattle. 22 p.
- Thibault, M. (1989). Végétation et facteurs du milieu dans les régions écologiques du Québec méridional. Première partie: la zone feuillue. Tome 1. Direction de la recherche et du développement, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec. Rapport interne no 313, 259 p.
- Thiboutot, S., G. Ampleman, P. Dubé, J. Hawari, B. Spencer and L. Paquet (1997). «Protocol for the Characterization of Explosives-Contaminated Sites», DREV-R-9721, UNCLASSIFIED.
- Townsend, D. M. et T.E. Myers (1996). «Recent Developments in Formulating Model Descriptors for Subsurface Transformation and Sorption of TNT, RDX and HMX», Technical Report IRRP-96-1, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.
- U.S. Air Force, Air Combat Command (1994). «Characterization of Emissions Resulting from Thermal Treatment of Selected Explosive Munitions», U.S. Army Dugway Proving Ground Bangbox Study, volume 1, volumes 2-A et 2-B.

- USEPA (1991). Superfund Record of Decision: Bangor Ordnance Disposal (USN Submarine Base), Bangor, WA. (First Remedial Action). Report #EPA/ROD/R10-92/037.
- USEPA (1993). Superfund Record of Decision: Milan Army Ammunition Plant, O-line Ponds Area, Milan, TN., Report # EPA/ROD/R04-93/160.
- USEPA (1997). Superfund Record of Decision: Alabama Army Ammunition Plant, Operable Unit 6, (Area B) Study Areas 2,10,16,17 and 22, Childersburg, AL, Report # EPA/541/R-97/020.
- Van Beelen, P. et D. Burris (1995). «Reduction of the Explosive 2,4,6-Trinitrotoluene by Enzymes from Aquatic Sediments», *Environmental toxicology and Chemistry Journal*, 14 (12): 2115-2123.
- Voudrias, E.A. et K.S. Assaf (1996). «Theoretical Evaluation of Dissolution and Biochemical reduction of TNT for Phytoremediation of Contaminated Sediments», *Journal of Contaminant Hydrogeology*, 23: 245-261.
- Walsh, M.E., T.F. Jenkins, et P.G. Thorne (1995). «Laboratory and Field Analytical Methods for Explosives Residues in Soil». *Actes du symposium: «Alternatives to Incineration for Disposal of Chemical Munitions and Energetics»*, 2: 17.
- Weeks, A. et J.H. Simpson (1991). «The Measurement of Suspended Particulate Concentration from Remotely-Sensed Data», *Int. J. Remote Sensing*, 12 (4): 725-737.
- Wentsel, R.S., S. Sommerer et J.F. Kitchens (1981). «Engineering and Development Support of General Decon Technology for the DARCOM Installation Restoration Program. Task 2. Literature Review on Treatment of Contaminated Lagoon Sediment- Phase I. US Army Toxic and Hazardous Materials Agency, contract DAAK11-80-C0027.
- Wetzel, R.G. (1975). *Limnology*. W.B. Saunders Company. Toronto, 743 p.
- Williams, R.T., P.S. Ziegenfuss, P.J. Marks et R.F. Weston (1988). «Field Demonstration- Composting of Explosives Contaminated Sediments at the Louisiana Army Ammunition Plant (LAAP), Report # AMXTH-IR-TE-88242.
- Young T.M. et W.J. Weber (1995). «A Distributed Reactivity Model for Sorption by Soils and Sediments. 3. Effects of Diagenetic Processes on Sorption Energetics», *Environmental Science and Technology*, 29: 92-97.

Annexes

Annexe 1 Liste des projectiles les plus couramment utilisés au CEEM Nicolet

Calibre	Modèle	Type	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Poids (Plein) (Grammes)
<u>Armes portatives</u>					
9 mm		Ball	15,24	9,00	7,45
7,62 mm	C21	Ball	29,21	7,62	9,530
7,62 mm	M118	Ball	33,32	7,62	11,370
7,62 mm	FFV 553	Tracer	33,70	7,62	9,000
7,62 mm		Tracer	33,00	7,62	9,266
,50 Cal.		Ball	59,00	12,95	46,000
,50 Cal.	M2	AP	58,00	12,95	46,500
,50 Cal.	M17	Tracer	61,00	12,95	44,380
,50 Cal.	C44	AP/T	59,00	12,95	67,000
20 mm	M55A2	TP	76,00	19,56	98,500
20 mm	M220	TP-T	76,83	19,56	95,000
20 mm	M70	MP	76,03	19,56	101,000
20 mm	M56A3	HEI	76,73	19,56	101,000
35 mm		TP-T	179,81	34,91	550,000
35 mm		HE-I	N/K	34,91	550,000
<u>Artillerie</u>					
60 mm	M49A4	HE	294,90	60,07	1,450
60 mm		HE	291,03	60,07	N/K
60 mm	M302A1	Smoke	332,00	60,07	1,860
60 mm	C110	HE ou inert	355,85	60,07	N/K
76 mm	L40A1	SHP	335,02	76,20	N/K
76 mm	L29A5	HESH	335,02	76,20	N/K
3"/50 Cal.		HE ou inert	334,01	76,20	5,900
3"/70 Cal.		HE ou inert	381,00	76,20	6,800
81 mm	L15A4	HE	512,00	80,70	4,320
81 mm	L19A3	Smoke	501,00	80,70	4,320
81 mm	C70	HE	512,00	80,70	4,320
81 mm	NM 123	HE	509,00	80,70	4,200
81 mm	C-47	Illuminating	380,00	80,70	3,500
81 mm	C-105	Illuminating	635,00	80,70	3,750
90 mm	M71A1	HE-T	N/K	90,00	23,3
105 mm How.	M1	HE	488,95	104,90	14,960
105 mm How.	C60	HESH	417,00	104,90	13,730
105 mm How.	L43	HESH	417,00	104,90	10,180
105 mm How.	M60	Smoke W.P.	488,95	104,90	14,500
105 mm How.	M314	Illuminating	488,95	104,90	15,900
105 mm TK		APDS-T	279,00	104,77	5,860
105 mm TK		TPDS-T	279,00	104,77	3,980
105 mm TK		APFSDS-T	481,94	104,95	N/K
105 mm TK		STUP-T	160,00	104,77	3,770
105 mm TK	C71 W/Proj. C16	TPFSDS-T	232,92	104,77	N/K
105 mm TK		HESH	489,00	104,77	11,250
105 mm TK		Smoke BE	472,00	104,77	N/K
105 mm TK	C-10	Proof Shot	165,10	104,77	11,250
105 mm TK	C-9	Proof Shot	228,60	104,77	5,800
106 mm	M344		N/K7	106,00	7,940
155 mm	DM 45A1	Smoke HCBE	675,20	154,94	43,000
155 mm	M110	Smoke WP	698,50	154,94	44,630
155 mm	M107	HE	698,50	154,94	43,000
155 mm	NR269 ERFB	CARGO	958,00	154,94	47,000
155 mm	ERFB	HE	939,00	154,94	47,700

Annexe 2 Poids et composition du remplissage des projectiles remplis et de diverses composantes

Calibre	Poids plein (kg)	Remplissage (kg)	Composition du remplissage
155 mm HE ERFB	47,70		composition B
155 mm ERFB CARGO	47,00		
155 mm HE M107	43,00	6,95	composition B
155 mm SMOKE HCBE	43,00		
155 mm SMOKE M110 W/P	44,63		
106 mm M344	7,94		
105 mm HE M1	14,96		
105 mm HESH C60	13,73		
105 mm HESH L43	10,18		
105 mm SMOKE WP M60	14,50		
105 mm SMOKE BE	15,00	2,0	
105 mm illuminant M314	15,90	0,85	Magnésium aluminium / tungstène
105 mm TK APDS-T	5,86		
105 mm TK TPDS-T	3,98		
105 mm TK STUP-T	3,77		acier trempé
105mmTK HESH	11,25		
105 mm C-10	11,25		
105 mm C-9	5,80		
90 mm HE-T M71A1	10,23		
81 mm C70A1	4,26	0,86	composition B
81mm L15A4 HE	4,32		
81 mm L19A3 SMOKE	4,32		
81 mm C70 HE	4,32		composition B
81 mm NM 123 HE	4,20		
81 mm illuminant C47	3,50		
81 mm illuminant C105	3,75		
3/50 CAL. NON/FRAG	4,26	0,45	
3/50 CAL. HE ou inerte	5,90		
3/70 CAL. HE ou inerte	6,80		
76 mm SH /P	5,37	0,99	HES
60 mm C110 HE ou inerte	2,42	0,19	TNT ou HES
60 Mmm M49A4	1,45		
60 mm Smoke M302A1	1,86		
57 mm PFHE C24	2,40	0,39	composition A5
57 mm P/L-70 WPRF	2,40		
57mmMaster standard W/PRF	2,40		
40 mm HE-T	0,85		
Roquette 2,75"	3,14	tube seulement	
Roquette 2,75" 5001/B	4,20	tête seulement	
Roquette 2,75" MK1	2,95	tête seulement	
Roquette 2,75" M61	2,95	tête seulement	
Roquette 2,75" WDU4A/A	4,22	tête remplie de fléchettes	
Bande de rotation de 155 mm	0,68		Laiton

Annexe 2 (suite) Composition du remplissage des projectiles

Type de projectile	Remplissage
<u>Munition d'arme portative</u> (< 40 mm)	
Ball	Acier, plomb, laiton et zinc
Tracer	Poudre de magnésium
AP	Laiton rouge, plomb, carbure de tungstène
HEI	RDX, cire, poudre aluminium, graphite.
<u>Munition d'artillerie</u> (> 40 mm)	
TPDS-T	Alliage d'aluminium et acier
APDS-T	Alliage d'aluminium et acier
HE TNT	Trinitrotoluene
Smoke HC	Hexachlorethane (HC), potassium, nitrate (aluminium, zinc, oxide)
Illuminating	Poudre noir, magnesium, sodium et nitrate)
PETN	Tetranitrate de pentaerythritol (pentrite)
CompA	Hexagene/cire
CompB	Hexogene/trinitrotoluene
HES	Paraffine (cire), lead free, barium, dye, C-1 solvent green et lécithine

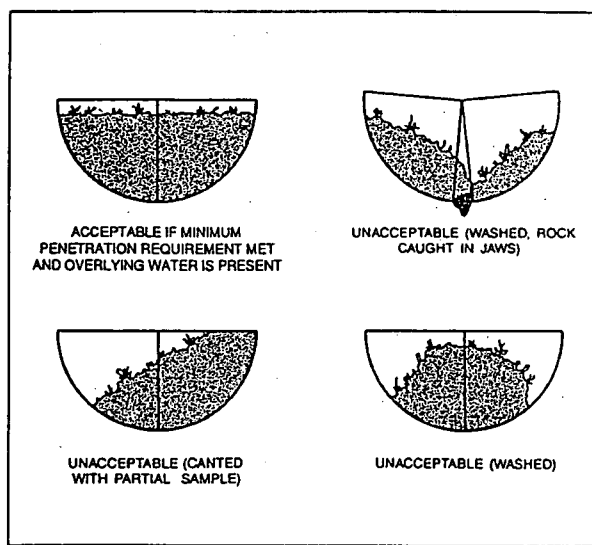
Annexe 3 Types de ratés («DUD's»)

Calibre	Type de projectile
40 mm	MKN61, DM58A2, L60, HETSD
57mm	PFHE C101, NFVT
60mm	C110
3"-50	N.F. HE,
3"-70	N.F. HE, HE Mod.2, MK34 Mod. NC1
76mm	HESH L29A5, Smoke BE L32A5, SH-P avec «base fuse» vivante
81mm	C70A2, SMOKE C106, L15A4 HE, illum. MLE77
84mm	HEAT
2,75"	CRV7 (fusée vivante avec fléchettes),
90mm	HE-T M71A1
105mm How	HE M1, Illuminante M314A3, ERG2, HES + charge. Suppl., ERM1
105mm Tank	HESH
106mm	M344A1
120mm	Mortier HE
155mm	M107 HE, SMOKE DM45A1, ILLUM. M485A2
155mm	ERFB HE (TNT)
155mm	ERFB CARGO (avec 56 bomblets M46 HE non éjectées)
Bomblet M46	M46 HE (56 bomblets HE éjectées sur ricochet)

Annexe 4 Procédure d'échantillonnage des sédiments utilisée dans le cadre de la campagne de pré-échantillonnage (octobre 1999)

- Choisir une station de profondeur représentative dans chaque zone préétablie (dans les zones impactées, voir à être le plus près possible des projectiles tout en respectant les règles de sécurité)
- Immobiliser l'embarcation
- Sécuriser le site (voir description du travail des plongeurs artificiers à l'annexe 5)
- Mesurer la profondeur d'eau
- Enregistrer la position de la station à l'aide d'un GPS différentiel
- Prendre la lecture des paramètres de l'eau avec la multisonde Hydrolab (modèle H₂O) à 0,5 m du fond
- Prélever un échantillon de sédiments avec la benne (procédure décrite dans EC, 1994) dans un endroit exempt de végétation
- Déposer la benne dans un bac (plastique ou stainless) et vérifier que celle-ci est complètement fermée, remplie au $\frac{3}{4}$ (minimum), son contenu disposé à l'horizontale et non lessivé en surface (figure ci-dessous)
- Vider le contenu dans un seau de 5 L en polyéthylène bien identifié et doublé de sacs qualité alimentaire
- Homogénéiser les sédiments à l'aide d'une cuiller en stainless.
- Répéter s'il y a lieu le prélèvement pour une récolte totale d'environ 2 kg de sédiments (il est probable qu'un seul prélèvement soit suffisant)
- Bien fermer le sac, ajouter deux «ice pack» dans le seau et mettre le couvercle
- Brosser et rincer la benne et le bac entre chacune des stations.

Exemples d'acceptabilité d'échantillons de sédiments pris à la benne



Source : Tetra Tech (1987) dans Beak (1996)

Annexe 5 Instructions Permanentes d'Opérations (pré-échantillonnage, octobre 1999)

Références:

- A. C-09-153-001/TS-000, Dépôts et installations fixes de munitions, Mod 3-1997-10-01, pp.5-4-3.
- B. C-74-300-B01/AG-000, Méthodes et directives d'entretien des munitions, 1987-11-12.
- C. B-GL-304-003/TS-0A1, Opérations terrestres et opération aériennes tactiques - Instructions sur les champs de tir et à l'entraînement, vol. 3, pp. 7-2-1.

Note: Cet ordre ne discute et ne décrit que la marche à suivre (selon les références A et B) afin d'assurer le contrôle des opérations et des mesures de précaution à prendre au cours des travaux qui seront effectués lors de la réalisation de la campagne de pré-échantillonnage d'automne 1999 au lac Saint-Pierre. Dans le cadre de l'entente de collaboration scientifique, les travaux de pré-échantillonnage serviront d'exercice de validation pour l'échantillonnage exhaustif qui aura lieu au printemps 2000. Le but de cette validation est de vérifier que les directives de cet ordre sont expliquées de manière compréhensible pour les opérateurs et que l'exécution des différentes étapes décrites dans cet ordre ne constituent pas un risque inacceptable pour la santé et la sécurité du personnel.

Introduction

1. La caractérisation des sédiments du secteur du champ de tir situé au lac Saint-Pierre a pour but d'évaluer l'impact des tirs de projectiles sur ce secteur de l'écosystème fluvial, de permettre la formulation de recommandations sur l'utilisation de cette portion du fleuve et de dégager des conclusions quant à la pertinence d'une éventuelle restauration.

Objectifs

2. Les travaux de pré-échantillonnage, qui seront réalisés entre le 25 et le 29 octobre 1999, ont pour but de:

- a. mettre au point le protocole d'échantillonnage des sédiments en fonction des appareils utilisés, des volumes nécessaires, du contrôle de la qualité et des mesures de sécurité;
- b. évaluer le temps nécessaire aux fins de prélèvement des échantillons en vue de la campagne principale du printemps 2000;
- c. faire une reconnaissance des zones à échantillonner (zones d'impacts et sites de comparaison) et prélever un échantillon dans chaque zone pour fins de validation (analyses ultérieures pour granulométrie, matières organiques totales et pourcentage d'eau); et
- d. mesurer les paramètres physico-chimiques in situ à chacune des 19 stations.

Programme de pré-échantillonnage

3. Personnel. Le personnel présent lors de la campagne de pré-échantillonnage et faisant partie de l'équipe de travail est tel que décrit dans le tableau suivant:

Nom	Organisation	Responsabilité
M. Alain Latreille	Environnement Canada	Coordonnateur scientifique
Mme Brigitte Cusson	Environnement Canada	Chargée de projet
M. Vincent Jarry	Environnement Canada	Administrateur de l'entente
Capt. Gilles Belley	Ministère de la Défense Nationale – DAPM	Coordonnateur de l'entente
M. Stéphane Jean	Ministère de la Défense Nationale – CRDV	Responsable de l'environnement (MDN)
M. Raymond Gagnon	Ministère de la Défense Nationale – CEEM (Nicolet)	Gérant de site
Les plongeurs	Employés par la compagnie NOTRA	

4. Localisation des zones. 19 stations seront identifiées par la mise en place de drapeaux numérotés et par coordonnées avec l'utilisation d'instruments GPS lors de la semaine précédant les travaux d'échantillonnage. Les stations à échantillonner seront localisées à l'intérieur des secteurs dénommés «zones d'impacts» (où la concentration de projectiles serait élevée selon les données historiques) et «sites de comparaison».

5. Procédure d'échantillonnage. Une fois l'équipement préparé et mis à bord des embarcations, les équipes de plongeurs suivies de l'équipe des scientifiques d'Environnement Canada et du MDN procéderont vers la station à échantillonner (zone d'impact ou site de comparaison). Une fois l'embarcation des plongeurs sur place et immobilisée, les activités s'exécuteront comme suit:

- a. l'embarcation des scientifiques demeurera à 350 m (selon la référence C) de l'embarcation des plongeurs jusqu'au moment où la zone en question aura été sécurisée par une équipe de plongeurs;
- b. les plongeurs choisiront une station exempte de végétation et de profondeur représentative dans la zone à échantillonner où les mesures suivantes seront enregistrées:
 - (1) la profondeur de l'eau à cet endroit (plongeurs),
 - (2) la position de la station (à l'aide d'un système GPS) (plongeurs), et
 - (3) les variables physico-chimiques de l'eau avec une multisonde à 0.5 m du fond (MDE);
- c. un échantillon de sédiments sera prélevé avec une benne;
- d. la benne sera déposée dans un bac afin de vérifier si celle-ci était complètement fermée, remplie au $\frac{3}{4}$ (minimum), son contenu disposé à l'horizontale et non lessivé en surface. Si l'échantillon est jugé acceptable par les représentants d'EC, les sédiments seront transférés dans un seau bien identifié et doublé de sacs qualité alimentaire (MDE);

- e. répéter, s'il y a lieu, le prélèvement pour une récolte totale d'environ 2 kg de sédiments;
- f. sceller le sac, ajouter 2 «ice pack» dans le seau et mettre le couvercle (MDE); et
- g. broser et rincer la benne et le bac entre chacune des stations (MDE).

6. En plus de la récolte des échantillons mentionnés ci-haut, les plongeurs seront responsables de la collecte de 20 échantillons de sédiments supplémentaires. Ceux-ci devront être récoltés le plus près possible des projectiles. Une description de la procédure d'échantillonnage ainsi que les contenants seront fournis sur le site par les aviseurs scientifiques du CRDV (MDN).

7. Procédure de plongée. Les procédures de plongée s'exécuteront telles que définies par la compagnie NOTRA (plongeurs artificiers). Avant le début de toute opération les plongeurs auront la chance de se familiariser avec l'équipement ainsi que les procédures d'échantillonnage.

Programme de santé et sécurité

8. Sécurité. Suite à l'historique de tir du site, on doit présumer la présence de projectiles non détonés: le prélèvement des échantillons de sédiments par des plongeurs artificiers est donc requis. Avant le début des opérations, les instructions de sécurité seront données par le coordonateur de l'entente (MDN).

9. Avant tout travail sur le lac, le coordonateur de l'entente (MDN) sera responsable de s'assurer que les agences suivantes auront été informées des activités de l'équipe de travail:

Agence	Numéro de contact
Le contrôleur de tirs du site	(819) 293-2004 ext 2244
L'Hôpital du Christ-Roi Nicolet	(819) 293-2071
La station de pompiers de Nicolet	(819) 293-4545
Hélicoptère ¹	
L'ETAH 430 (Officier de service)	(418) 844-5000 ext 5764
pagette:	(418) 874-5781
Hélimax Trois-Rivières	(819) 377-3344
SAR (Trenton)	1-800-267-7270
Le Service du trafic maritime/Montréal	(450) 928-4543
Le Service du trafic maritime/Québec	(418) 648-7459
L'Hôpital Sacré-Coeur à Montréal – chambre hyperbarre	(514) 338-2000 ext 2777

10. Lors de l'échantillonnage, les points de sécurité suivants seront respectés en tout temps:

¹ Une piste d'atterrissage dédiée n'est pas disponible. Toutefois l'hélicoptère pourrait atterrir dans les environs de l'Hôpital Saint-Joseph, rue Sainte-Julie à Trois-Rivières.

- a. il n'y aura aucune plongée si du tir de projectiles 'live' se produit et que les plongeurs estiment que cela représente un danger;
- b. la profondeur des échantillons ne dépassera pas 15cm;
- c. le lieu précis de la prise d'échantillon à la benne sera déterminé par les plongeurs artificiers après inspection visuelle et sondage des sédiments à la tige. Aucun risque inacceptable ne sera pris par les membres de l'équipe des plongeurs artificiers;
- d. si les plongeurs retrouvent un projectile dont l'état physique est douteux, aucun échantillonnage à la benne ne sera effectué et ils auront à contourner le projectile afin d'identifier un autre endroit pour la prise d'échantillon;
- e. deux représentants d'EC pourront assister les plongeurs artificiers lors des opérations d'échantillonnage. Toutefois, l'embarcation des scientifiques devra demeurer à un minimum de 350 m de l'embarcation des plongeurs jusqu'à ce qu'ils aient sécurisé le site. L'embarcation des scientifiques pourra alors se rapprocher de la zone d'échantillonnage; et
- f. la communication entre les embarcations et le contrôleur du champ de tir sera maintenue en tout temps. S'il y a une perte de communication entre ceux-ci, toute opération cessera jusqu'au moment où la communication sera rétablie.

11. Mesures d'urgence. En cas d'urgence, les membres de l'équipe du projet donneront les premiers soins aux victimes et aviseront le contrôleur de tir afin que celui-ci puisse communiquer avec les agences appropriées. Un rapport d'incident/d'accident sera fourni à DAPM et au MDE moins de 48 heures après l'incident/l'accident. L'administrateur de l'entente (MDE) sera avisé le plus rapidement possible via téléphone ou téléavertisseur.

Soutien logistique

12. Ressources et matériel. Les ressources et équipements suivants seront fournis par le MDN et le MDE et seront nécessaires afin de mener à bien la phase de pré-échantillonnage:

- a. deux embarcations seront fournies en tout temps, dont le J.R. Pinard et une autre embarcation pour le personnel de soutien et scientifique. Le choix des embarcations sera déterminé selon les sites de prélèvement, la distance à parcourir et la profondeur de l'eau aux sites de prélèvement. Les embarcations suivantes pourraient être requises: le J.R. Pinard, le Paul Gendron, l'aéroglesseur et le bac. Étant donné que le CEEM n'a pas de personnel pour piloter les embarcations, SNC TEC fournira le personnel requis ;
- b. des radios de communication portatives HT1000 seront fournies par le CEEM;
- c. un système GPS portatif avec une précision de ± 10 m sera fourni par le MDN;
- d. des cuissardes seront fournies par le CEEM;
- e. une génératrice (30 W minimum) et
- f. Le MDE fournira:
 - (1) deux petites bennes Eckman,
 - (2) une petite benne Ponar,

- (3) une benne Ponar standard,
- (4) un bac de réception de la benne et de son contenu,
- (5) une multisonde Hydrolab modèle H₂O (pH, température, conductivité, oxygène dissous),
- (6) des seaux de 5 L en polyéthylène (doublés de sacs qualité alimentaire),
- (7) des «ice packs», étiquettes et crayons, et
- (8) une brosse et du savon pour le nettoyage des accessoires.

13. Communication. Durant les opérations sur le lac Saint-Pierre, la communication sera établie par radio et se fera comme suit:

- a. la fréquence 2 (primaire) ou 3 (secondaire) sera utilisée entre les membres de l'équipe du projet et le contrôleur de tirs;
- b. la fréquence 1 sera utilisée entre les deux embarcations; et
- c. la communication entre les plongeurs sera exécutée telle que définie par la compagnie NOTRA.

14. Si la communication entre l'équipe du projet et le contrôleur de tirs est rompue, toute opération cessera immédiatement jusqu'au moment où les communications seront rétablies. Un système DGPS sera utilisé afin d'enregistrer la position exacte des stations échantillonnées.

15. Aménagement du calendrier de tir. Le gérant du site de Nicolet sera responsable de gérer l'horaire des travaux du pré-échantillonnage avec celui des activités de tirs de la compagnie SNC TEC afin de coordonner de manière optimale et sécuritaire les horaires en question et de mener à bien les deux activités. À cet effet, l'équipe se rencontrera chaque matin pour la planification des travaux à effectuer au courant de la journée et la remise à jour du calendrier de la semaine. En cas de conflit d'horaire, les travaux d'échantillonnage auront préséance afin de rencontrer les échéanciers fixés.

16. Transport. Le transport des membres du projet sera fourni par l'entremise de véhicules de location ainsi que des véhicules du MDN.

17. Accommodations. Les accommodations pour les membres du projet seront sous la charge du coordonateur de l'entente (MDN). Les membres du projet se présenteront aux Suites de Laviolette, à Trois-Rivières, pour obtenir leurs clés de chambre le 25 octobre 1999.

18. Nourriture. Les besoins en nourriture seront organisés par le coordonateur de l'entente (MDN).

19. Média. Toute question provenant des journalistes sera dirigée vers le coordonateur de l'entente (MDN) qui assurera la coordination avec les partenaires.

Annexes:

- A: Carte des zones d'impacts/zones à échantillonner
- B: Terminologie

Liste de distribution:

Action

M. André Richard, Directeur du centre des essais, SNC TEC
M. Raymond Gagnon, Gérant de site, Nicolet
M. Alain Latreille, Environnement Canada
Mme Brigitte Cusson, Environnement Canada
M. Richard Doull, NOTRA

Information

M. Barry Smith, Directeur intérimaire – gestion du programme de munitions
M. Denis Sanschagrin, Surintendant CEEM Nicolet
M. Vincent Jarry, Environnement Canada
Dr. Sonia Thiboutot, Centre de recherches pour la défense Valcartier
Dr. Guy Ampleman, Centre de recherches pour la défense Valcartier
M. Stéphane Jean, Centre de recherches pour la défense Valcartier
Maj. François Lauzon, Directeurat – Protection de l'environnement 3-3
Lt. Judith Bennett, Officier des Affaires publiques

Capt Gilles Belley
Directeur – gestion du programme de munitions 4-3-2
Officier d'environnement

Terminologie

Projectile: Composante (avec ou sans fusée, avec ou sans matière énergétique) d'une munition qui est propulsée à l'extérieur du canon.

Avec fusée: projectile avec moyen d'initiation.

Sans fusée: projectile sans moyen d'initiation.

Avec matière énergétique: projectile qui contient des matériaux énergétiques (ex.: TNT, RDX, HMX, pyrotechnique, propulseur) dans au moins une de ses constituantes (ex.: fusée, corps du projectile, moteur).

Raté («DUD»): Au sens strict, projectile rempli de matériaux énergétiques devant détoner lors de l'impact mais qui n'a pas fonctionné tel que prévu pour une raison quelconque. Compte tenu des opérations spécifiques effectuées au CEEM (Nicolet), la définition est élargie et inclut tous les projectiles comportant au moins une composante énergétique, même s'ils n'ont pas de moyen d'initiation.

Inerte: Projectile qui ne contient aucune matière énergétique et pouvant être rempli de substituts constitués de mélange de cire («cire d'abeille») lorsqu'on veut analyser seulement ses propriétés physiques et balistiques.

MDE: Ministère de l'environnement (Environnement Canada)

MDN: Ministère de la Défense Nationale

CRDV: Centre de recherches pour la défense Valcartier

CEEM: Centre d'Essai et d'Expérimentation en Munitions

DPGM: Directeur Gestion du programme de munitions

Annexe 6 Détermination de la matière organique par incinération

CONSEIL
DES PRODUCTIONS
VÉGÉTALES
DU QUÉBEC

Méthode : MA-2
Analyse : Matière organique
Section : sol minéral/organique
Date : Mai 1988
Page : 1 de 1

Agdex 533

DÉTERMINATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE PAR INCINÉRATION

(applicable au fumier et à tout sol)

Appareils :

Four à moufle
Creusets 30 ml

Procédure :

- 1) Sécher l'échantillon de sol ou de fumier pendant une nuit à 105°C.
- 2) Nettoyer les creusets en les chauffant au rouge puis laisser refroidir au dessiccateur pendant 10 minutes.
- 3) Prendre le poids (P_0) du creuset vide. Ajouter de 1 à 2 g de sol séché ou du fumier. Noter le poids final (P_1).
- 4) Calciner le sol au four à 375°C pendant 16 heures.
- 5) Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser le creuset contenant les cendres (P_2).

Calculs :

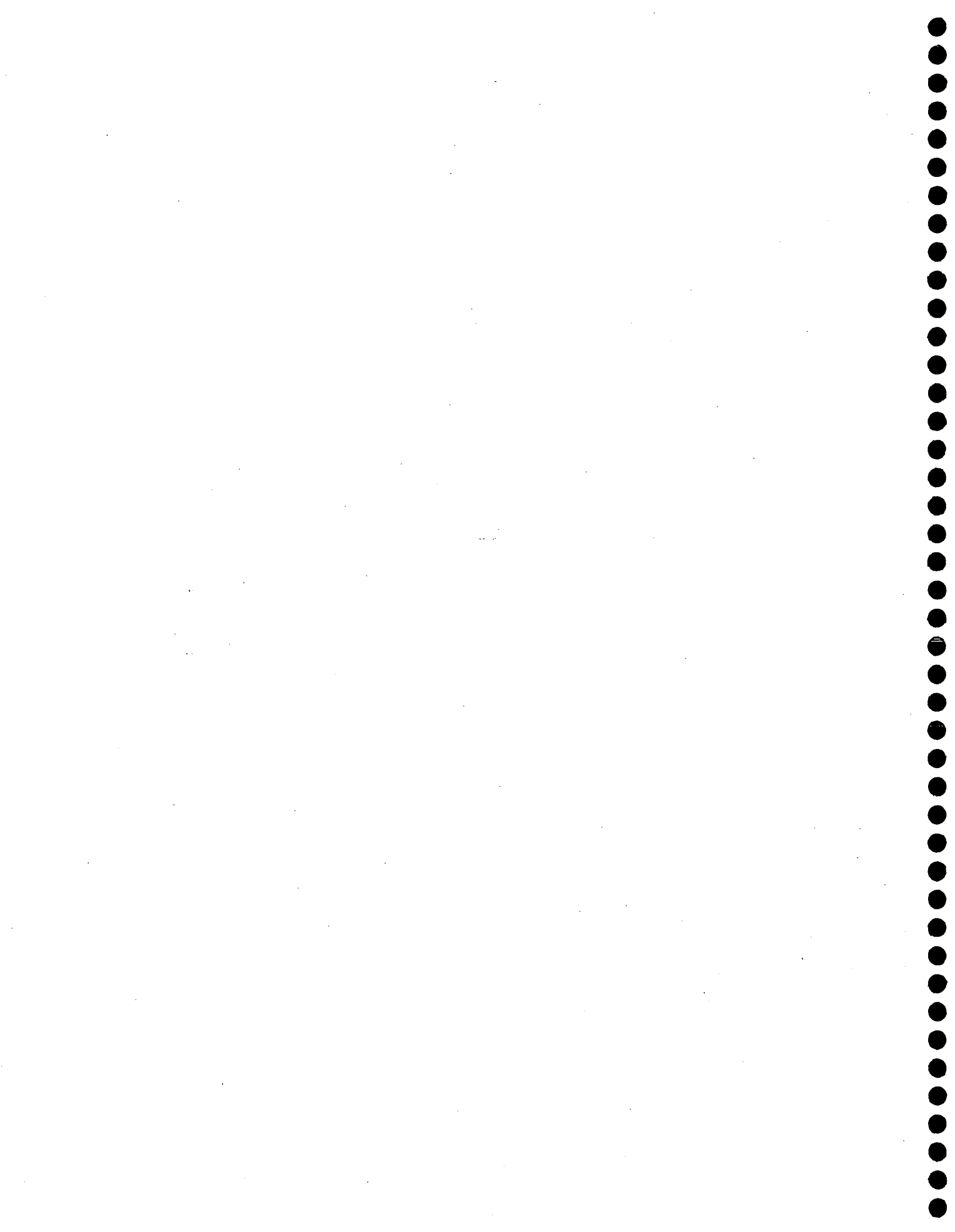
$$\% \text{ Matière organique} = (1 - (P_2 - P_0) / (P_1 - P_0)) \times 100$$

Calcul d'estimé par équation de régression (pour les sols)

Références :

- 1) Bell, D.F. (1964). Loss-on-ignition as an estimate of organic matter and organic carbon in non-calcareous soils. *J. Soil Sci.* 15: 84-92.
- 2) Dionne, J.L. et R. Gagné (1981). Méthodes d'analyse chimique des fumiers. Non publié.

Annexe 7 Certificats d'analyse



RAPPORT D'ANALYSES DE SOLS

NOM (client) : ENVIRONNEMENT CANADA **DOSSIER N°** : 1244
À L'ATTENTION DE : Monsieur Alain Latreille **TÉLÉPHONE** : (514) 496-6854
ADRESSE POSTALE : 105, rue Mc Gill, 4^e étage **TÉLÉCOPIEUR** : (514) 376-2901
MUNICIPALITÉ : Montréal (Québec) **CODE POSTAL** : H2Y 2E7

ENDROIT DE PRÉLÈVEMENT : LAC ST-PIERRE
PRÉLEVÉ PAR : Le client Tél. : (514) 496-6854
DATE DE RÉCEPTION : 28 octobre 1999
ÉTAT À LA RÉCEPTION : Conforme
REMARQUE(S) : Nil

NUMÉRO DE L'ÉCHANTILLON			---	---	---	---
PROVENANCE			P1	P2	P3	P4
DATE DU PRÉLÈVEMENT			28-10-99	26-10-99	26-10-99	27-10-99
NUMÉRO DE LABORATOIRE			07486	07487	07488	07489
PARAMÈTRES	UNITÉS	MÉTHODES				
Matière Sèche *	%	L9703MIX3.0	52	60	60***	74
Matières organiques totales (perte au feu) *	%	---	2,2	2,1	2,8***	0,6
Sédimentométrie	---	---	**	**	**	**
Granulométrie	---	---	**	**	**	**
Les résultats ci-dessus ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'analyse						
ACCREDITATION N° : 460						

REMARQUE(S) :
 * Analyse effectuée en sous-traitance par Labexcel Joliette, accréditation N° : 308.
 ** Analyse effectuée en sous-traitance par Laboratoire de services spécialisés MBF ltée, voir rapport ci-joint.
 *** Analyse effectuée en duplicata dans le cadre de notre contrôle de qualité.

Claude Bernard Paquin
 CHIMISTE



COMMENTAIRE(S) : Nil

22 novembre 1999
 DATE DÉMISSION

PAR :

L. Lafontaine



Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
 Facture N°: 13616

Page 1 de 1



☐ 725, rue Marion, Joliette QC J6E 8S3 Téléphone : 450-755-4404 Télécopieur : 450-755-4792
☒ 315, rue Vachon, Cap-de-la-Madeleine QC G8T 8P6 Téléphone : 819-371-1949 Télécopieur : 819-371-3391
 Courriel : info@labexcel.com Site internet : www.labexcel.com

RAPPORT D'ANALYSES DE SOLS

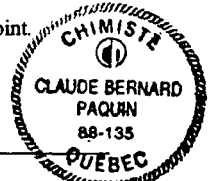
NOM (client) : ENVIRONNEMENT CANADA **DOSSIER N°** : 1244
À L'ATTENTION DE : Monsieur Alain Latreille **TÉLÉPHONE** : (514) 496-6854
ADRESSE POSTALE : 105, rue Mc Gill, 4^e étage **TÉLÉCOPIEUR** : (514) 376-2901
MUNICIPALITÉ : Montréal (Québec) **CODE POSTAL** : H2Y 2E7

ENDROIT DE PRÉLÈVEMENT : LAC ST-PIERRE
PRÉLEVÉ PAR : Le client Tél. : (514) 496-6854
DATE DE RÉCEPTION : 28 octobre 1999
ÉTAT À LA RÉCEPTION : Conforme
REMARQUE(S) : Nil

NUMÉRO DE L'ÉCHANTILLON			---	---	---	---
PROVENANCE			P5	P6	P7	P8
DATE DU PRÉLÈVEMENT			27-10-99	27-10-99	27-10-99	27-10-99
NUMÉRO DE LABORATOIRE			07490	07491	07492	07493
PARAMÈTRES	UNITÉS	MÉTHODES				
Matière Sèche *	%	L9703-MIX3.0	61	78	79	78
Matières organiques totales (perte au feu) *	%	---	1,4	0,7	0,7	0,6
Sédimentométrie	---	---	**	**	**	**
Granulométrie	---	---	**	**	**	**
Les résultats ci-dessus ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'analyse						
ACCREDITATION N° : 460						

REMARQUE(S) : * Analyse effectuée en sous-traitance par Labexcel Joliette, accréditation N° : 308.
 ** Analyse effectuée en sous-traitance par Laboratoire de services spécialisés MBF ltée, voir rapport ci-joint.

B. Paquin
CHIMISTE

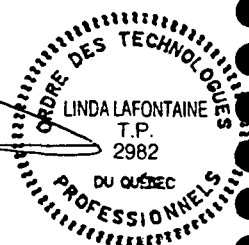


COMMENTAIRE(S) : Nil

22 novembre 1999
DATE DÉMISSION

PAR :

L. Lafontaine



Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
 Facture N°: 13616

Page 1 de 1



☐ 725, rue Marion, Joliette QC J6E 8S3 Téléphone : 450-755-4404 Télécopieur : 450-755-4792
☒ 315, rue Vachon, Cap-de-la-Madeleine QC G8T 8P6 Téléphone : 819-371-1949 Télécopieur : 819-371-3391
 Courriel : info@labexcel.com Site internet : www.labexcel.com

RAPPORT D'ANALYSES DE SOLS

NOM (client) : ENVIRONNEMENT CANADA
À L'ATTENTION DE : Monsieur Alain Latreille
ADRESSE POSTALE : 105, rue Mc Gill, 4^e étage
MUNICIPALITÉ : Montréal (Québec)

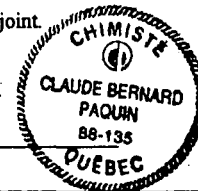
DOSSIER N° : 1244
TÉLÉPHONE : (514) 496-6854
TÉLÉCOPIEUR : (514) 376-2901
CODE POSTAL : H2Y 2E7

ENDROIT DE PRÉLÈVEMENT : LAC ST-PIERRE
PRÉLEVÉ PAR : Le client Tél. : (514) 496-6854
DATE DE RÉCEPTION : 28 octobre 1999
ÉTAT À LA RÉCEPTION : Conforme
REMARQUE(S) : Nil

NUMÉRO DE L'ÉCHANTILLON			---	---
PROVENANCE			P9	P10
DATE DU PRÉLÈVEMENT			27-10-99	26-10-99
NUMÉRO DE LABORATOIRE			07494	07495
PARAMÈTRES	UNITÉS	MÉTHODES		
Matière Sèche *	%	L9703-MTX3.0	72	66
Matières organiques totales (perte au feu) *	%	---	1,5	2,0
Sédimentométrie	---	---	**	**
Granulométrie	---	---	**	**
Les résultats ci-dessus ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'analyse				
ACCREDITATION N° : 460				

REMARQUE(S) : * Analyse effectuée en sous-traitance par Labexcel Joliette, accréditation N° : 308.
** Analyse effectuée en sous-traitance par Laboratoire de services spécialisés MBF ltée, voir rapport ci-joint.

C. Paquin
CHIMISTE

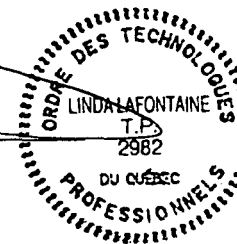


COMMENTAIRE(S) : Nil

22 novembre 1999
DATE DÉMISSION

PAR :

L. Lafontaine



Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Facture N°: 13616

Page 1 de 1



☐ 725, rue Marion, Joliette QC J6E 8S3 Téléphone : 450-755-4404 Télécopieur : 450-755-4792
☒ 315, rue Vachon, Cap-de-la-Madeleine QC G8T 8P6 Téléphone : 819-371-1949 Télécopieur : 819-371-3391
Courriel : info@labexcel.com Site internet : www.labexcel.com

RAPPORT D'ANALYSES DE SOLS

NOM (client) : ENVIRONNEMENT CANADA
À L'ATTENTION DE : Monsieur Alain Latreille
ADRESSE POSTALE : 105, rue Mc Gill, 4^e étage
MUNICIPALITÉ : Montréal (Québec)

DOSSIER N° : 1244
TÉLÉPHONE : (514) 496-6854
TÉLÉCOPIEUR : (514) 376-2901
CODE POSTAL : H2Y 2E7

ENDROIT DE PRÉLÈVEMENT : LAC ST-PIERRE
PRÉLEVÉ PAR : Le client Tél. : (514) 496-6854
DATE DE RÉCEPTION : 28 octobre 1999
ÉTAT À LA RÉCEPTION : Conforme
REMARQUE(S) : Nil

NUMÉRO DE L'ÉCHANTILLON				---	---	---	---
PROVENANCE				C1	C2	C3	C4
DATE DU PRÉLÈVEMENT				25-10-99	25-10-99	28-10-99	26-10-99
NUMÉRO DE LABORATOIRE				07496	07497	07498	07499
PARAMÈTRES	UNITÉS	MÉTHODES					
Matière Sèche *	%	L9703-MIX3.0	83	77	78	73	
Matières organiques totales (perte au feu) *	%	---	0,5	0,6	0,6	0,6	
Sédimentométrie	---	---	**	**	**	**	
Granulométrie	---	---	**	**	**	**	
Les résultats ci-dessus ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'analyse							
ACCREDITATION N° : 460							

REMARQUE(S) : * Analyse effectuée en sous-traitance par Labexcel Joliette, accréditation N° : 308.
** Analyse effectuée en sous-traitance par Laboratoire de services spécialisés MBF ltée, voir rapport ci-joint.

COMMENTAIRE(S) : Nil

22 novembre 1999
DATE DÉMISSION

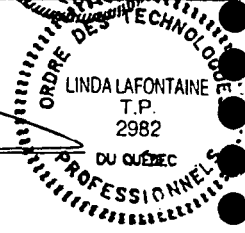
PAR :

Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Facture N°: 13616

Page 1 de 1



☐ 725, rue Marion, Joliette QC J6E 8S3 Téléphone : 450-755-4404 Télécopieur : 450-755-4792
☒ 315, rue Vachon, Cap-de-la-Madeleine QC G8T 8P6 Téléphone : 819-371-1949 Télécopieur : 819-371-3391
Courriel : info@labexcel.com Site internet : www.labexcel.com



RAPPORT D'ANALYSES DE SOLS

NOM (client) : ENVIRONNEMENT CANADA **DOSSIER N°** : 1244
À L'ATTENTION DE : Monsieur Alain Latreille **TÉLÉPHONE** : (514) 496-6854
ADRESSE POSTALE : 105, rue Mc Gill, 4^e étage **TÉLÉCOPIEUR** : (514) 376-2901
MUNICIPALITÉ : Montréal (Québec) **CODE POSTAL** : H2Y 2E7

ENDROIT DE PRÉLÈVEMENT : LAC ST-PIERRE
PRÉLEVÉ PAR : Le client Tél. : (514) 496-6854
DATE DE RÉCEPTION : 28 octobre 1999
ÉTAT À LA RÉCEPTION : Conforme
REMARQUE(S) : Nil

NUMÉRO DE L'ÉCHANTILLON			---	---	---	---
PROVENANCE			C5	C6	C7	C8
DATE DU PRÉLÈVEMENT			26-10-99	26-10-99	26-10-99	26-10-99
NUMÉRO DE LABORATOIRE			07500	07501	07502	07503
PARAMÈTRES	UNITÉS	MÉTHODES				
Matière Sèche *	%	L9703-MTX3.0	62	74	71	75
Matières organiques totales (perte au feu) *	%	---	1,8	1,0	1,2	1,6
Sédimentométrie	---	---	**	**	**	**
Granulométrie	---	---	**	**	**	**
Les résultats ci-dessus ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'analyse						
ACCREDITATION N° : 460						

REMARQUE(S) : * Analyse effectuée en sous-traitance par Labexcel Joliette, accréditation N° : 308.
 ** Analyse effectuée en sous-traitance par Laboratoire de services spécialisés MBF ltée, voir rapport ci-joint

COMMENTAIRE(S) : Nil

22 novembre 1999
 DATE DÉMISSION

PAR :

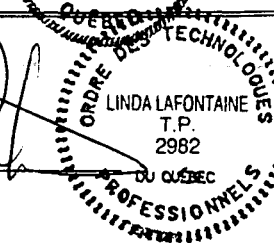
Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
 Facture N°: 13616

Page 1 de 1



☐ 725, rue Marion, Joliette QC J6E 8S3 Téléphone : 450-755-4404 Télécopieur : 450-755-4792
☒ 315, rue Vachon, Cap-de-la-Madeleine QC G8T 8P6 Téléphone : 819-371-1949 Télécopieur : 819-371-3391
 Courriel : info@labexcel.com Site internet : www.labexcel.com

B. Paquin
 CHIMISTE



RAPPORT D'ANALYSES DE SOLS

NOM (client) : ENVIRONNEMENT CANADA
À L'ATTENTION DE : Monsieur Alain Latreille
ADRESSE POSTALE : 105, rue Mc Gill, 4^e étage
MUNICIPALITÉ : Montréal (Québec)

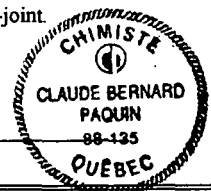
DOSSIER N° : 1244
TÉLÉPHONE : (514) 496-6854
TÉLÉCOPIEUR : (514) 376-2901
CODE POSTAL : H2Y 2E7

ENDROIT DE PRÉLÈVEMENT : LAC ST-PIERRE
PRÉLEVÉ PAR : Le client Tél. : (514) 496-6854
DATE DE RÉCEPTION : 28 octobre 1999
ÉTAT À LA RÉCEPTION : Conforme
REMARQUE(S) : Nil

NUMÉRO DE L'ÉCHANTILLON			---	
PROVENANCE			C9	C10
DATE DU PRÉLÈVEMENT			27-10-99	28-10-99
NUMÉRO DE LABORATOIRE			07504	07505
PARAMÈTRES	UNITÉS	MÉTHODES		
Matière Sèche *	%	L9703-MTX3.0	75	80
Matières organiques totales (perte au feu) *	%	---	1,2	0,9
Sédimentométrie	---	---	**	**
Granulométrie	---	---	**	**
Les résultats ci-dessus ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'analyse				
ACCREDITATION N° : 460				

REMARQUE(S) : * Analyse effectuée en sous-traitance par Labexcel Joliette, accréditation N° : 308.
** Analyse effectuée en sous-traitance par Laboratoire de services spécialisés MBF ltée, voir rapport ci-joint.

B. Paquin
CHIMISTE

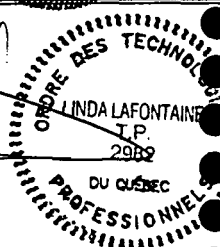


COMMENTAIRE(S) : Nil

22 novembre 1999
DATE DÉMISSION

PAR :

L. Lafontaine



Ce rapport ne doit pas être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire.
Facture N°: 13616

Page 1 de 1



☐ 725, rue Marion, Joliette QC J6E 8S3 Téléphone : 450-755-4404 Télécopieur : 450-755-4792
☒ 315, rue Vachon, Cap-de-la-Madeleine QC G8T 8P6 Téléphone : 819-371-1949 Télécopieur : 819-371-3391
Courriel : info@labexcel.com Site internet : www.labexcel.com



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée****MAURICIE BOIS-FRANCOIS**
Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOMUR

■ SUCGOURSAL

6073, boul. Des Mètres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOMUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244

MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :NO LAB : S20753
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGESECHANTILLON NO : 1999.10.28-001
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-1, V/REF. 07496

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE		
(% passant)		
TAMIS COMBINE EXIGENCES		
(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	99	
2.5	98	
1.25	96	
.630	90	
.315	60	
.160	26	
.080	21.4	

SEDIMENTOMETRIE	
DIAMETRES	%
PARTICULES	PASSANT
0.0501	11.3
0.0360	7.1
0.0231	5.6
0.0133	5.6
0.0094	2.8
0.0067	1.4
0.0033	1.4
0.0020	1.4
0.0014	1.4

D85=	0.578
D60=	0.315
D30=	0.178
D10=	
Cu =	

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 1.4 % SILT= 14.3 % SABLE= 81.5 % GRAVIER= 2.8

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

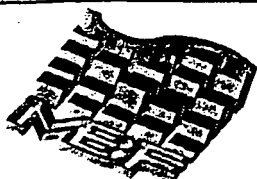
REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF Itée**

MAURICE BOIS-FRANÇOIS

Enregistré ISO 9002

■ SIÈGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7

(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hérités
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7

(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20754
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-002
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-2, V/REF. 07497

R E S U L T A T S

<u>GRANULOMETRIE</u>		
(% passant)		
TAMIS COMBINE EXIGENCES		
(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	98	
.315	85	
.160	48	
.080	36.1	

<u>SEDIMENTOMETRIE</u>	
DIAMETRES	%
PARTICULES	PASSANT
0.0495	18.4
0.0352	16.9
0.0224	15.4
0.0129	15.4
0.0093	13.8
0.0066	12.3
0.0032	9.2
0.0020	7.7
0.0014	4.6

D85= 0.315
D60= 0.210
D30=
D10=
Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 9.8 % SILT= 16.4 % SABLE= 73.8 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE
COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée****MAURICIE BOIS-FRANCOIS**

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOMEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Mères
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOMEUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

MUNICIPALITE :

NO LAB : S20755
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGESECHANTILLON NO : 1999.10.28-003
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-3, V/REF. 07498**R E S U L T A T S****GRANULOMETRIE**

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm) min max

250 100

200 100

112 100

80 100

56 100

40 100

28 100

20 100

14 100

10 100

5 100

2.5 100

1.25 100

.630 98

.315 62

.160 16

.080 14.5

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0515 9.6

0.0365 8.0

0.0232 6.4

0.0135 4.8

0.0096 4.8

0.0068 3.2

0.0033 1.6

0.0020 1.6

0.0014 1.6

D85= 0.516

D60= 0.308

D30= 0.207

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 1.9 % SILT= 9.7 % SABLE= 88.4 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

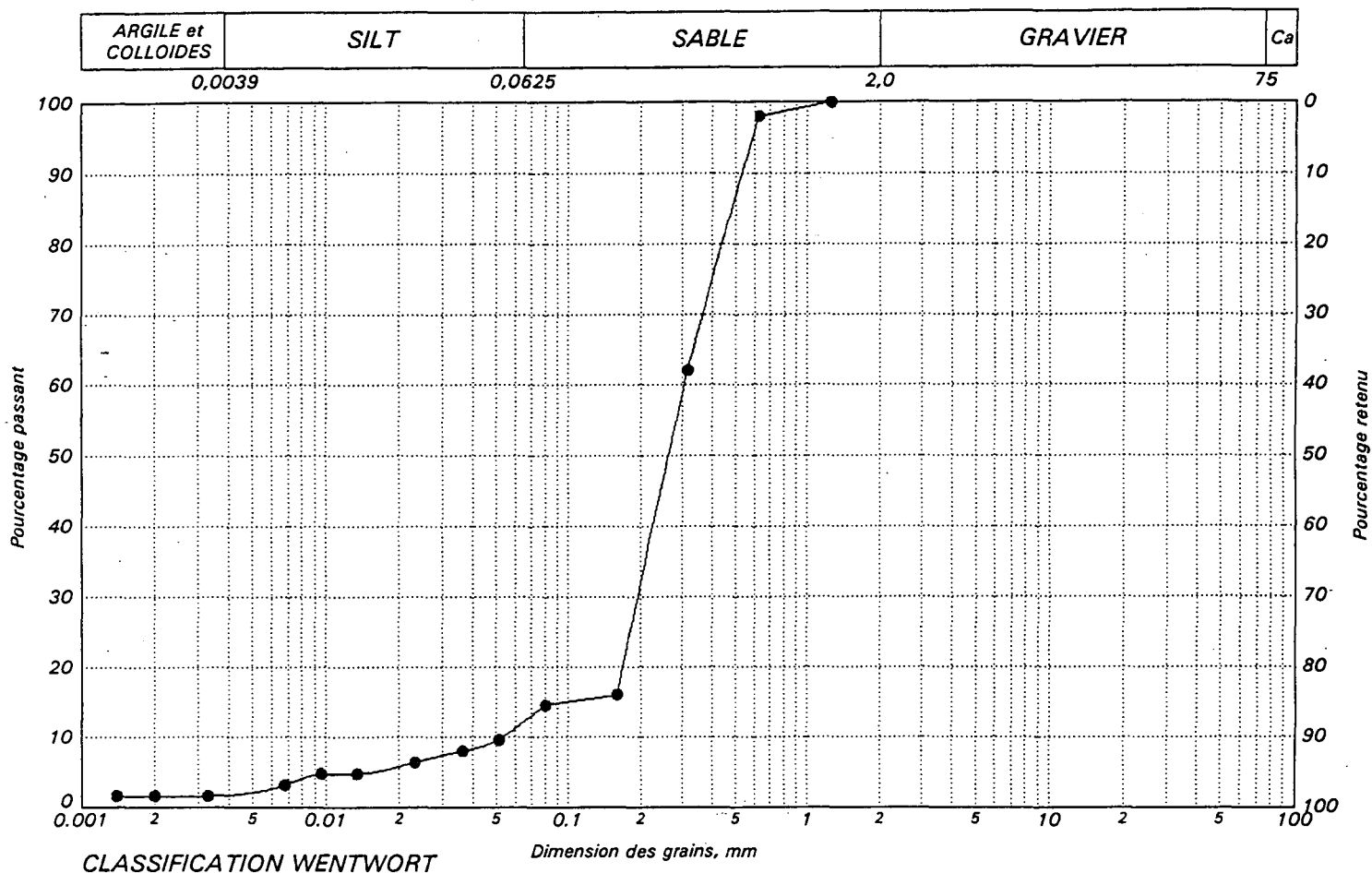
APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.

PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTS

SITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

[illegible]



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

Laboratoire
de services spécialisés
MBF Itée

MAURICIE BOIS-FRANÇOIS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR

ESSAIS
SUR MATERIAUX

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20756
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-004
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-4, V/REF. 07499

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE		
- (% passant)		
TAMIS COMBINE EXIGENCES		
(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	99	
5	98	
2.5	98	
1.25	97	
.630	90	
.315	63	
.160	43	
.080	39.2	

SEDIMENTOMETRIE	
DIAMETRES	%
PARTICULES	PASSANT
0.0458	32.3
0.0326	30.8
0.0210	27.9
0.0123	25.0
0.0088	23.5
0.0063	22.0
0.0031	17.6
0.0019	14.7
0.0013	11.7

D85= 0.572
D60= 0.292
D30=
D10=
Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 18.7 % SILT= 17.1 % SABLE= 61.8 % GRAVIER= 2.4

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée****MAURICE BOIS-FRANCS**

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOMÉUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOMÉUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

MUNICIPALITE :

NO LAB : S20757
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGESECHANTILLON NO : 1999.10.28-005
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-5, V/REF. 07500

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	100	
.315	98	
.160	81	
.080	60.0	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0466	32.7
0.0336	27.5
0.0216	24.1
0.0122	22.4
0.0091	17.2
0.0065	13.8
0.0032	10.3
0.0021	10.3
0.0014	6.9

D85= 0.196

D60= 0.080

D30=

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 11.0 % SILT= 35.1 % SABLE= 53.9 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

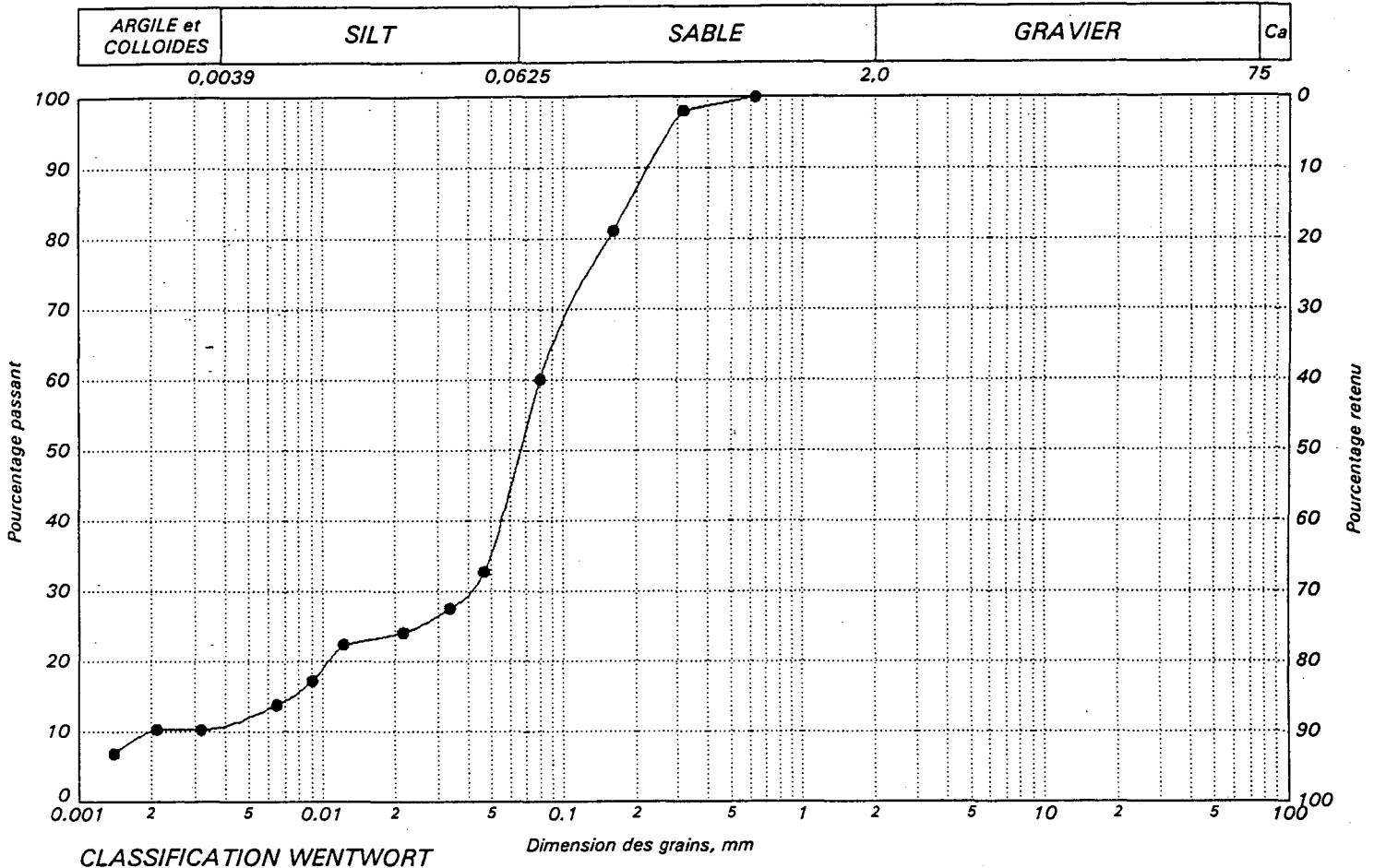
REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTSSITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	Cu	Cc
●	S20757	C-5	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANÇOIS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244

MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :NO LAB : S20758
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGESECHANTILLON NO : 1999.10.28-006
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-6, V/REF. 07501

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	100	
.315	99	
.160	90	
.080	46.9	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0509	12.1
0.0364	8.6
0.0230	8.6
0.0134	6.9
0.0095	6.9
0.0067	5.2
0.0034	1.7
0.0021	1.7
0.0014	1.7

D85= 0.151

D60= 0.104

D30=

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 2.2 % SILT= 24.4 % SABLE= 73.4 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

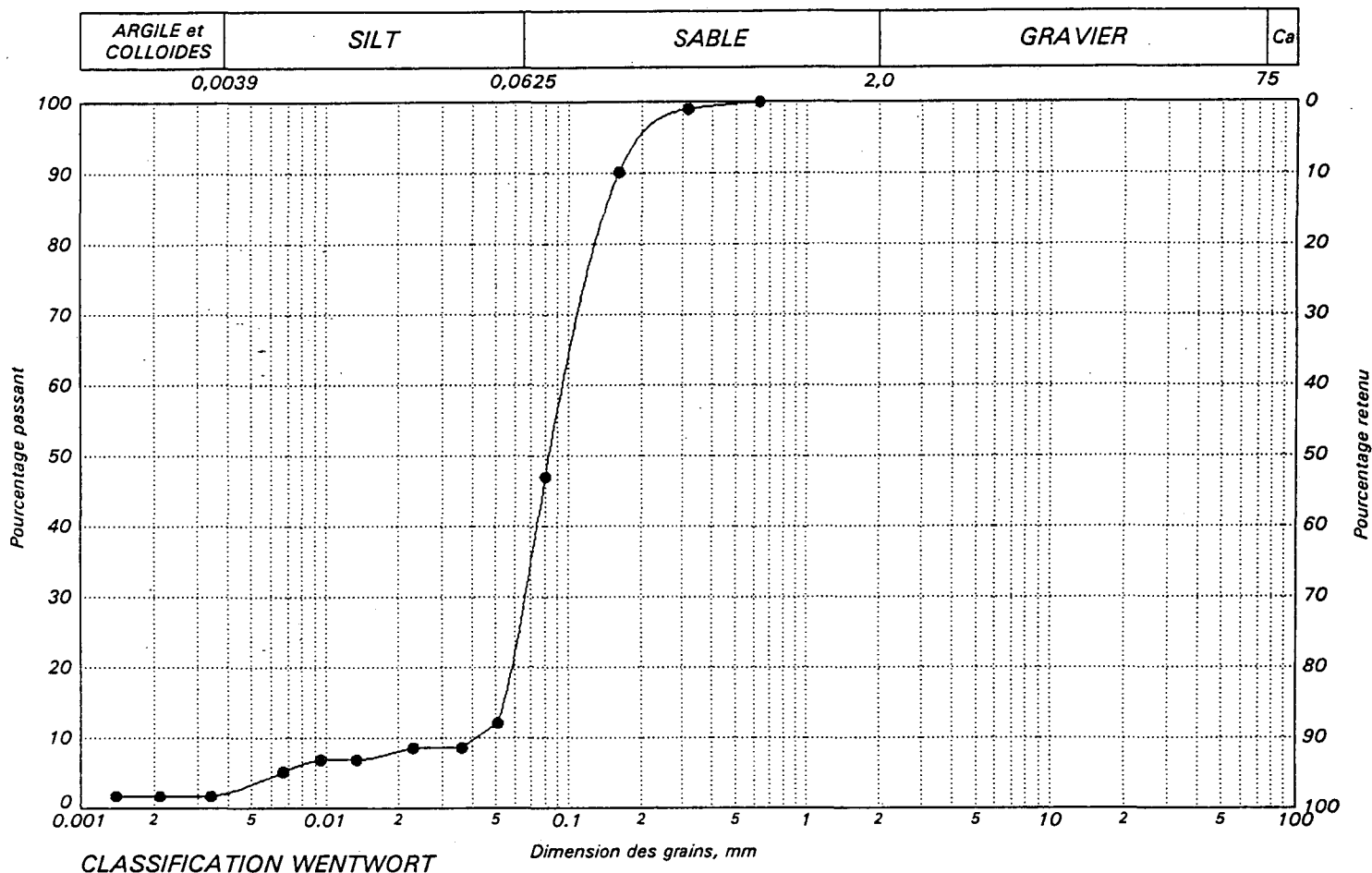
APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.

PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTS

SITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

[illegible]



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20759
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-007
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-7, V/REF. 07502

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant) -

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	100	
.315	91	
.160	58	
.080	31.9	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0489	19.6
0.0349	17.9
0.0224	16.3
0.0131	13.0
0.0094	9.8
0.0067	8.2
0.0033	6.5
0.0016	3.3
0.0014	3.3

D85= 0.287

D60= 0.169

D30=

D10=

Cu =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 6.8 % SILT= 18.4 % SABLE= 74.8 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20760
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-008
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-8, V/REF. 07503

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm) min max

250 100
200 100
112 100
80 100
56 100
40 100
28 100
20 100
14 100
10 100
5 100
2.5 100
1.25 100
.630 100
.315 98
.160 74
.080 39.4

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0496 14.5
0.0360 8.1
0.0231 6.4
0.0134 4.8
0.0096 3.2
0.0068 3.2
0.0034

D85= 0.231

D60= 0.128

D30=

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 0.5 % SILT= 25.0 % SABLE= 74.5 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

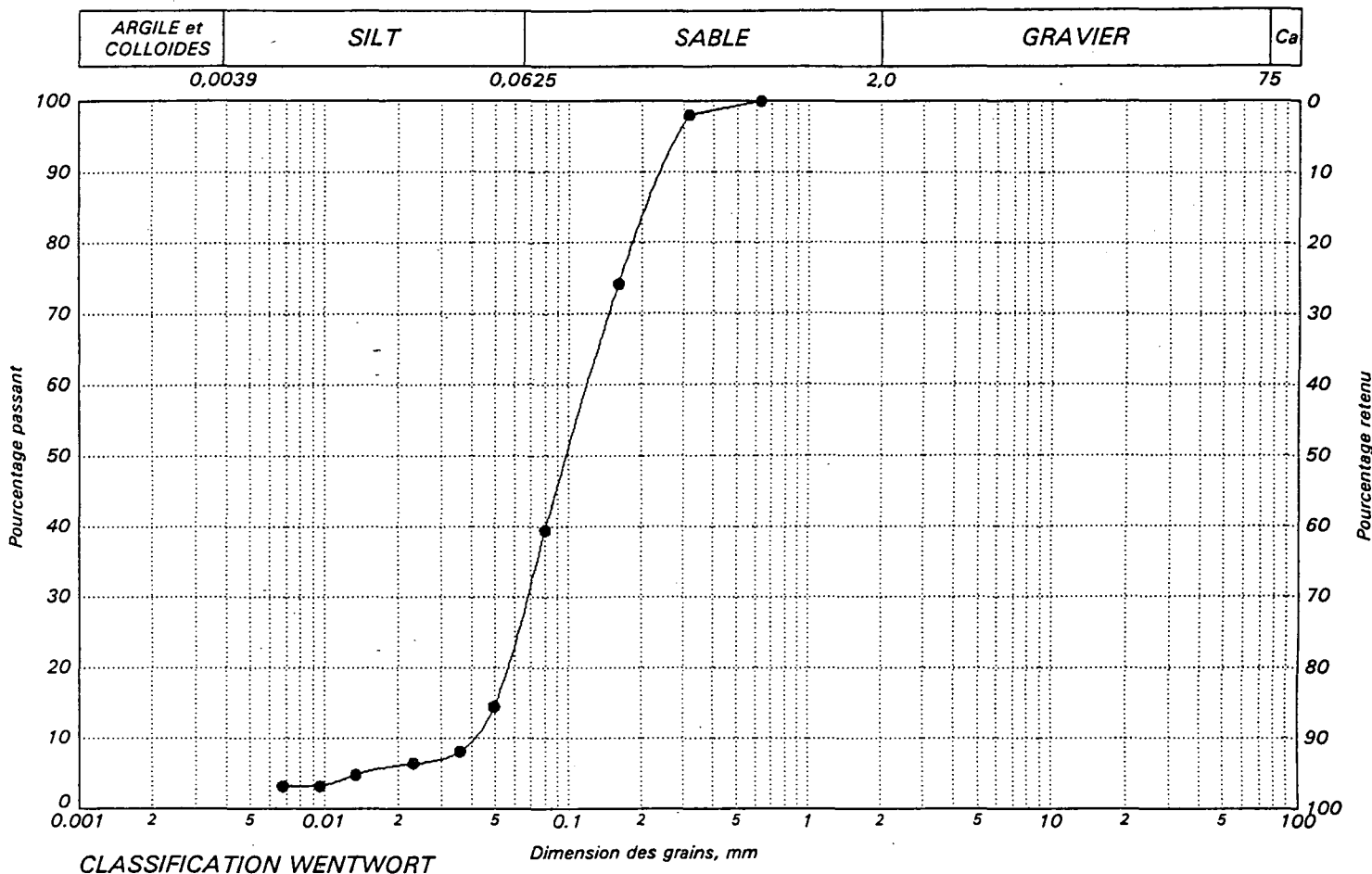
REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTSSITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	Cu	Cc
●	S20760	C-8	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée****MAURICIE BOIS-FRANCS**

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récrolets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOMEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOMEUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20761
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-009
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-9, V/REF. 07504

R E S U L T A T S**GRANULOMETRIE**

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	99	
1.25	98	
.630	95	
.315	71	
.160	18	
.080	4.6	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0283	4.7
0.0200	4.7
0.0163	2.3
0.0128	2.3
0.0091	2.3
0.0061	2.3
0.0028	

D85=	0.499
D60=	0.283
D30=	0.195
D10=	0.112
Cu =	1.208

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 0.8 % SILT= 3.8 % SABLE= 94.0 % GRAVIER= 1.4

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

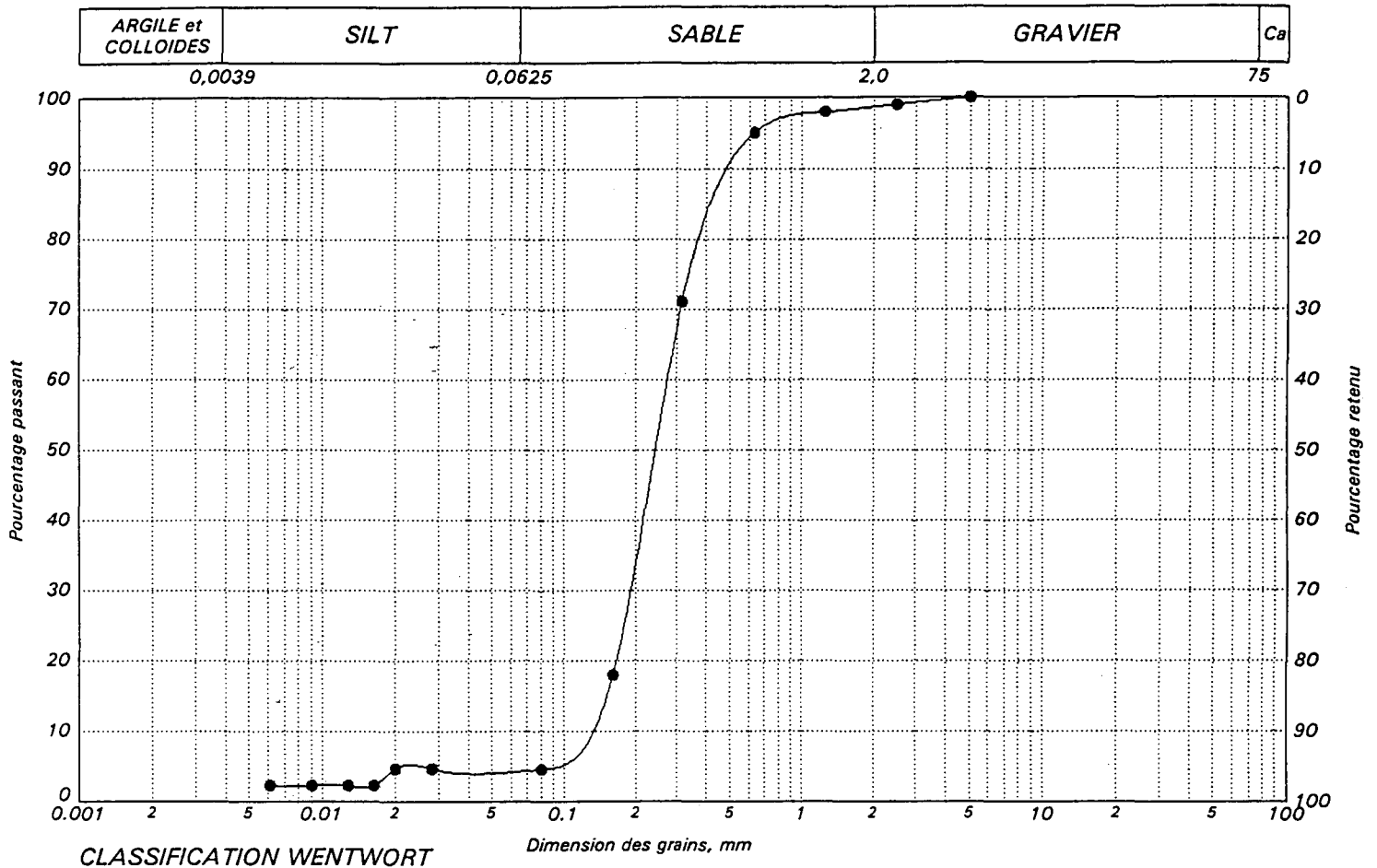
APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.

PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTS

SITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE



SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	Cu	Cc
●	S20761	C-9	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7

(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOMTEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hérités
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7

(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOMTEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20762
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-010
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. C-10, V/REF. 07505

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE	EXIGENCES
(mm)	min max
250	100
200	100
112	100
80	100
56	100
40	100
28	100
20	100
14	100
10	100
5	100
2.5	100
1.25	100
.630	96
.315	61
.160	14
.080	13.0

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %
PARTICULES PASSANT

0.0515	8.0
0.0364	8.0
0.0233	6.4
0.0135	6.4
0.0096	3.2
0.0068	1.6
0.0034	1.6
0.0016	1.6
0.0014	

D85=	0.531
D60=	0.312
D30=	0.213
D10=	
Cu =	

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 1.6 % SILT= 8.4 % SABLE= 90.0 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

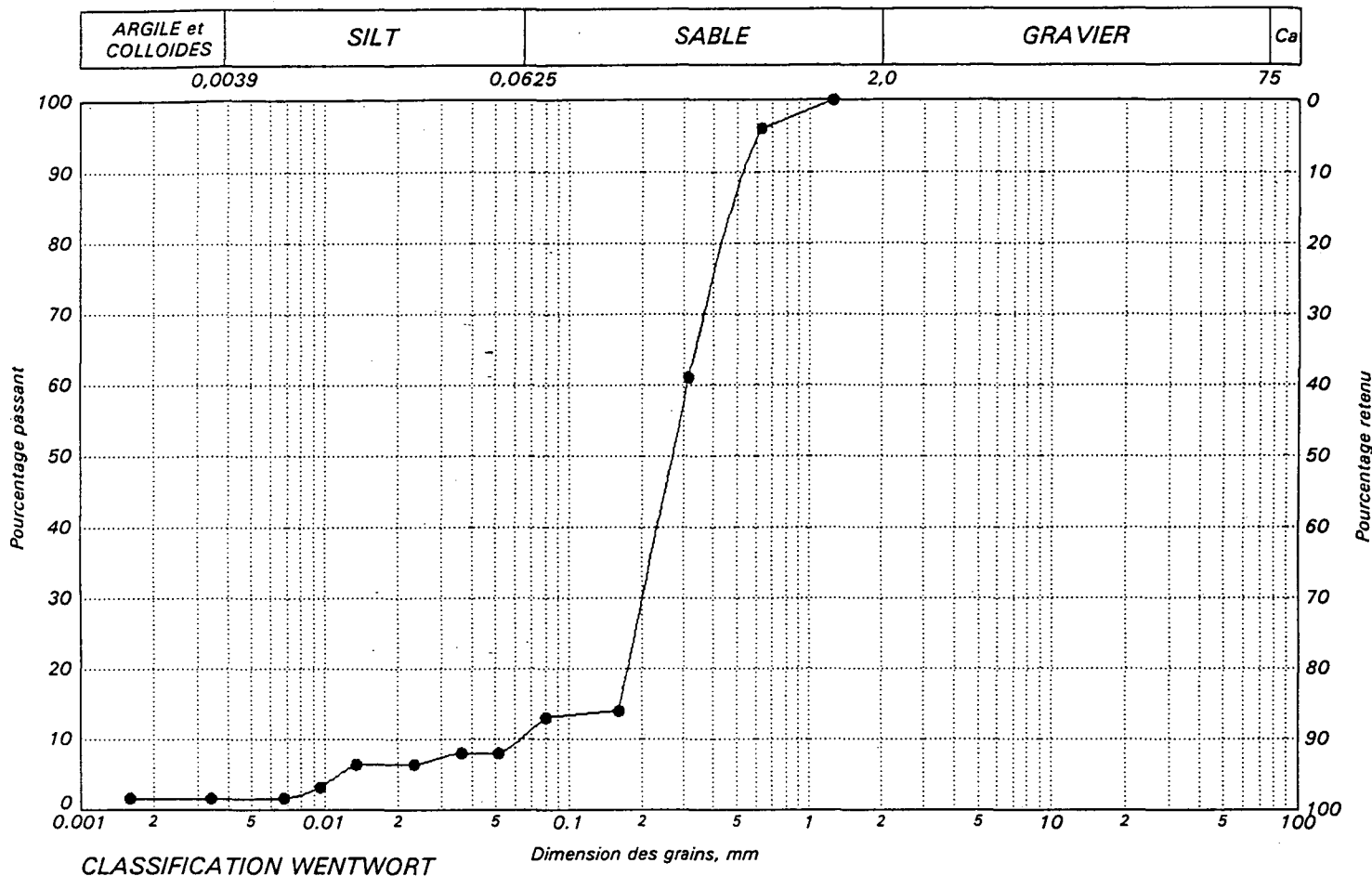
REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTSSITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	Cu	Cc
●	S20762	C-10	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée

MAURICE BOIS-FRANÇOIS

Enregistré ISO 9002

■ SIÈGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEURESSAIS
SUR MATERIAUXNO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :NO LAB : S20763
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGESECHANTILLON NO : 1999.10.28-011
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-1, V/REF. 07486

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	99	
.315	95	
.160	88	
.080	84.2	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0400	70.9
0.0284	69.1
0.0183	65.6
0.0108	63.8
0.0077	60.2
0.0055	58.5
0.0028	51.4
0.0016	44.3
0.0012	39.0

D85= 0.097

D60=

D30=

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 54.3 % SILT= 24.2 % SABLE= 21.5 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

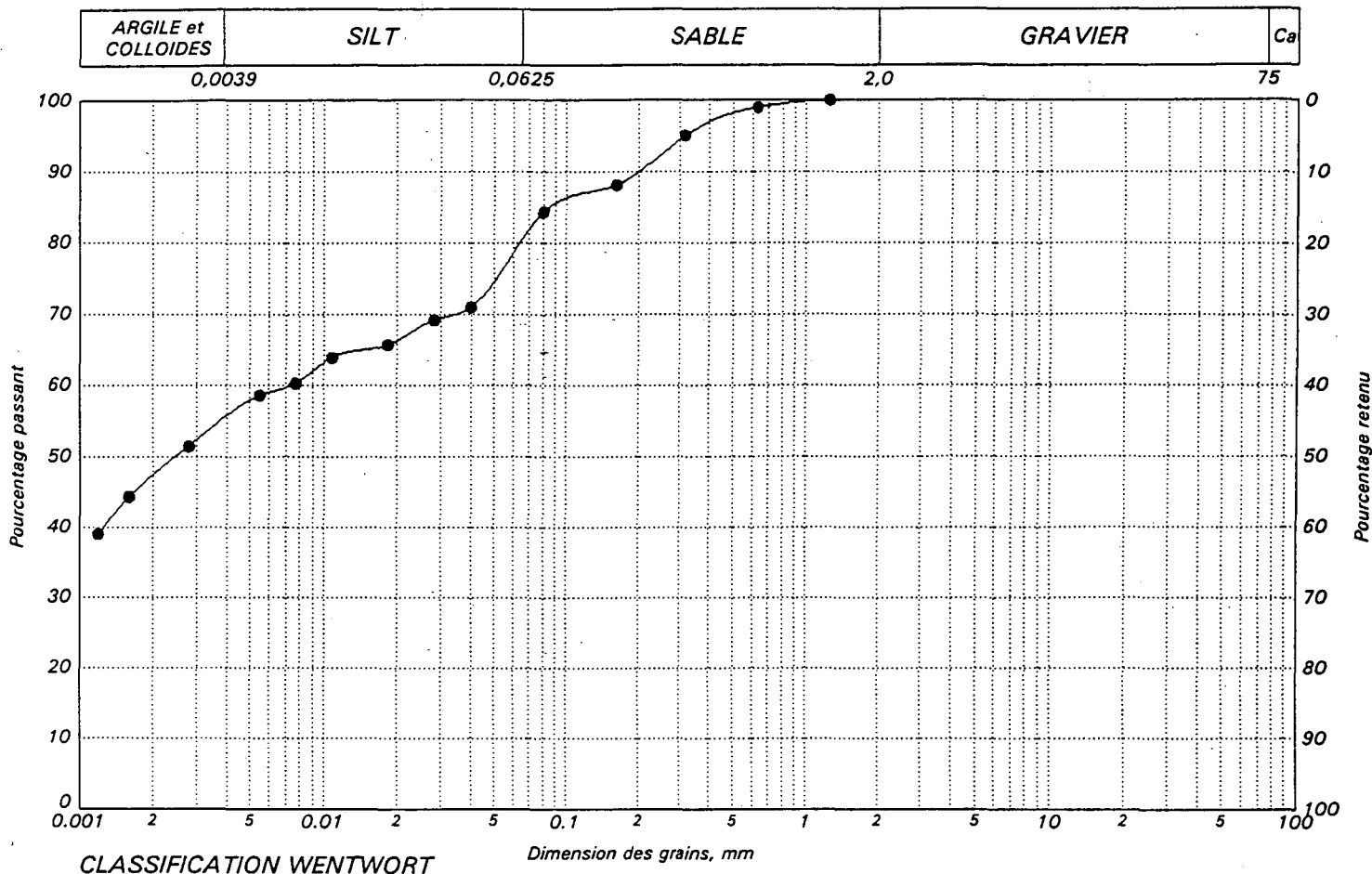
APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.

PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTS

SITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

[illegible]



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée

MAURICE BOIS-FRANÇOIS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ SUCURSALLE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEUR

ESSAIS
SUR MATERIAUX

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20764
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-012
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-2, V/REF. 07487

R É S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	99	
.630	97	
.315	88	
.160	68	
.080	62.3	

SEDIMENTOMETRIE

- DIAMETRES %
- PARTICULES PASSANT

0.0425	53.0
0.0300	53.0
0.0191	51.4
0.0111	49.9
0.0080	48.3
0.0058	43.6
0.0028	42.1
0.0018	31.2
0.0013	26.5

D85= 0.292

D60=

D30=

D10=

Cu =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 42.7 % SILT= 15.4 % SABLE= 41.5 % GRAVIER= 0.4

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

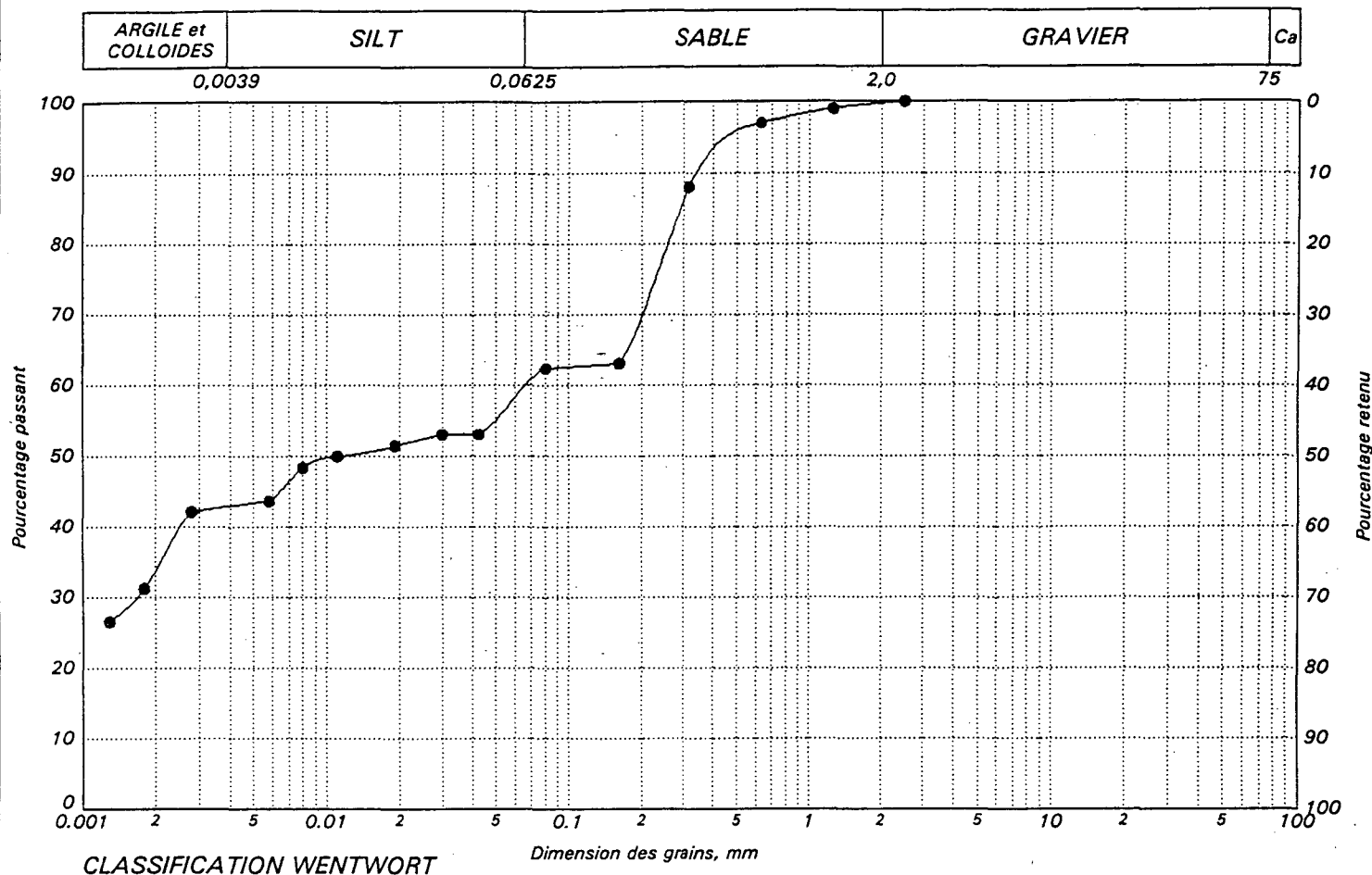
REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

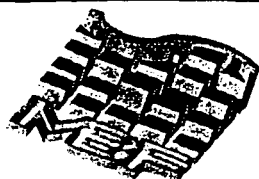
COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTSSITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	Cu	Cc
●	S20764	P-2	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURITIE BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIÈGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ Succursale

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20765
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-013
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-3, V/REF. 07488

R E S U L T A T SGRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	99	
.315	97	
.160	93	
.080	72.4	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0456	39.5
0.0336	29.7
0.0221	19.8
0.0130	14.8
0.0094	9.9
0.0067	8.2
0.0033	4.9
0.0019	4.9
0.0014	1.6

D85= 0.129

D60=

D30=

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 5.5 % SILT= 50.6 % SABLE= 43.9 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20766
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-014
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-4, V/REF. 07489

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	99	
.315	79	
.160	8	
.080	2.3	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0527	1.6
0.0373	1.6
0.0236	1.6
0.0138	
0.0098	
0.0069	
0.0034	
0.0016	
0.0014	

D85=	0.410
D60=	0.274
D30=	0.208
D10=	0.164
Cu =	0.963

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= % SILT= 1.9 % SABLE= 98.1 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.17



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIÈGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7

(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Mètres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7

(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR

ESSAIS SUR MATERIAUX

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20767
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-015
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-5, V/REF. 07490

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE			
(% passant)			
TAMIS COMBINE EXIGENCES			
(mm)	min	max	
250	100		
200	100		
112	100		
80	100		
56	100		
40	100		
28	100		
20	100		
14	100		
10	100		
5	99		
2.5	99		
1.25	98		
.630	97		
.315	84		
.160	63		
.080	59.4		

SEDIMENTOMETRIE	
DIAMETRES	%
PARTICULES	PASSANT
0.0425	56.0
0.0307	52.7
0.0195	51.1
0.0114	49.4
0.0081	47.8
0.0058	44.5
0.0029	39.5
0.0018	34.6
0.0013	29.7

D85= 0.339
D60= 0.093
D30=
D10=
Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 41.2 % SILT= 16.7 % SABLE= 40.7 % GRAVIER= 1.4

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

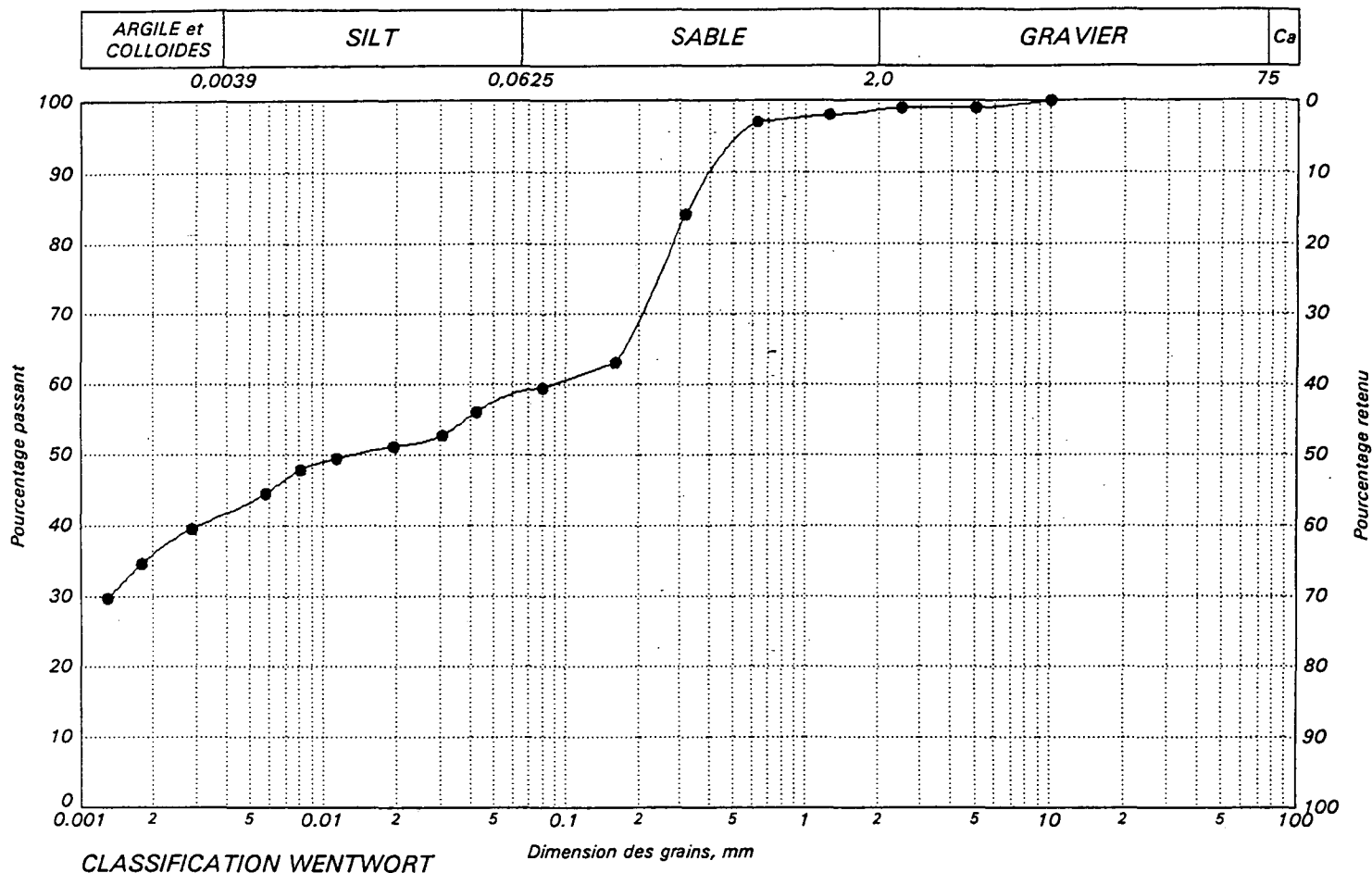
REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.17

CLIENT: LABEXEL INC.PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTSSITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	C _u	C _c
●	S20767	P-5	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCY

Enregistré ISO 9002

■ SIÈGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7

(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7

(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20768
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-016
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-6, V/REF. 07491

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	99	
.315	76	
.160	15	
.080	4.8	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0523	1.5
0.0370	1.5
0.0235	1.5
0.0136	1.5
0.0097	1.5
0.0069	1.5
0.0034	
0.0016	
0.0014	

D85=	0.438
D60=	0.274
D30=	0.198
D10=	0.121
Cu =	1.282

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 0.2 % SILT= 2.6 % SABLE= 97.2 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

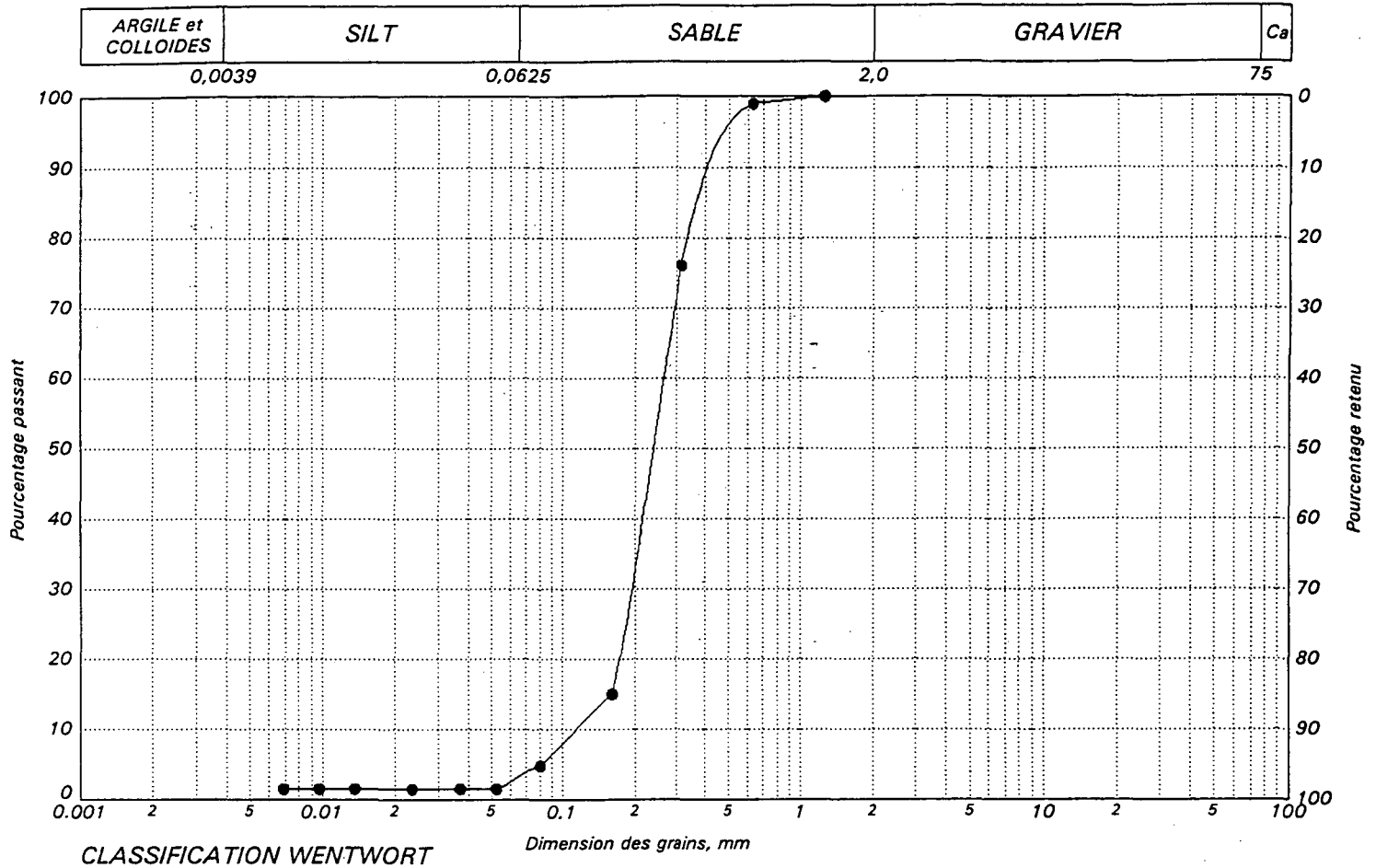
APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.

PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTS

SITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE



SYMBOLE	LABO. No	ÉCHANT. No	PROF. m	ÉLÉV. m	W _n %	POIDS VOL. kN/m ³	W _L	W _P	IP	CLASS.	Cu	Cc
●	S20768	P-6	0.00									



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée****MAURICIE-BOIS-FRANÇOIS**

Enregistré ISO 9002

■ SIÈGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20769
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-017
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-7, V/REF. 07492

R E S U L T A T SGRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	99	
2.5	99	
1.25	99	
.630	97	
.315	84	
.160	65	
.080	58.0	

SEDIMENTOMETRIEDIAMETRES %
PARTICULES PASSANT

0.0435	47.3
0.0318	40.8
0.0205	35.9
0.0124	26.1
0.0090	21.2
0.0065	16.3
0.0033	9.8
0.0018	8.2
0.0014	6.5

D85= 0.339

D60= 0.103

D30=

D10=

Ca =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 11.0 % SILT= 42.0 % SABLE= 46.0 % GRAVIER= 1.0

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000-01-14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE BOIS-FRANCOIS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOC AL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20770
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-018
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON. NO. P-8, V/REF. 07493

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	99	
5	99	
2.5	99	
1.25	98	
.630	96	
.315	81	
.160	39	
.080	7.8	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %
PARTICULES PASSANT

0.0523	1.6
0.0370	1.6
0.0235	1.6
0.0136	1.6
0.0096	

D85=	0.399
D60=	0.238
D30=	0.137
D10=	0.086
Cu =	0.218

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= % SILT= 4.0 % SABLE= 94.6 % GRAVIER= 1.4

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

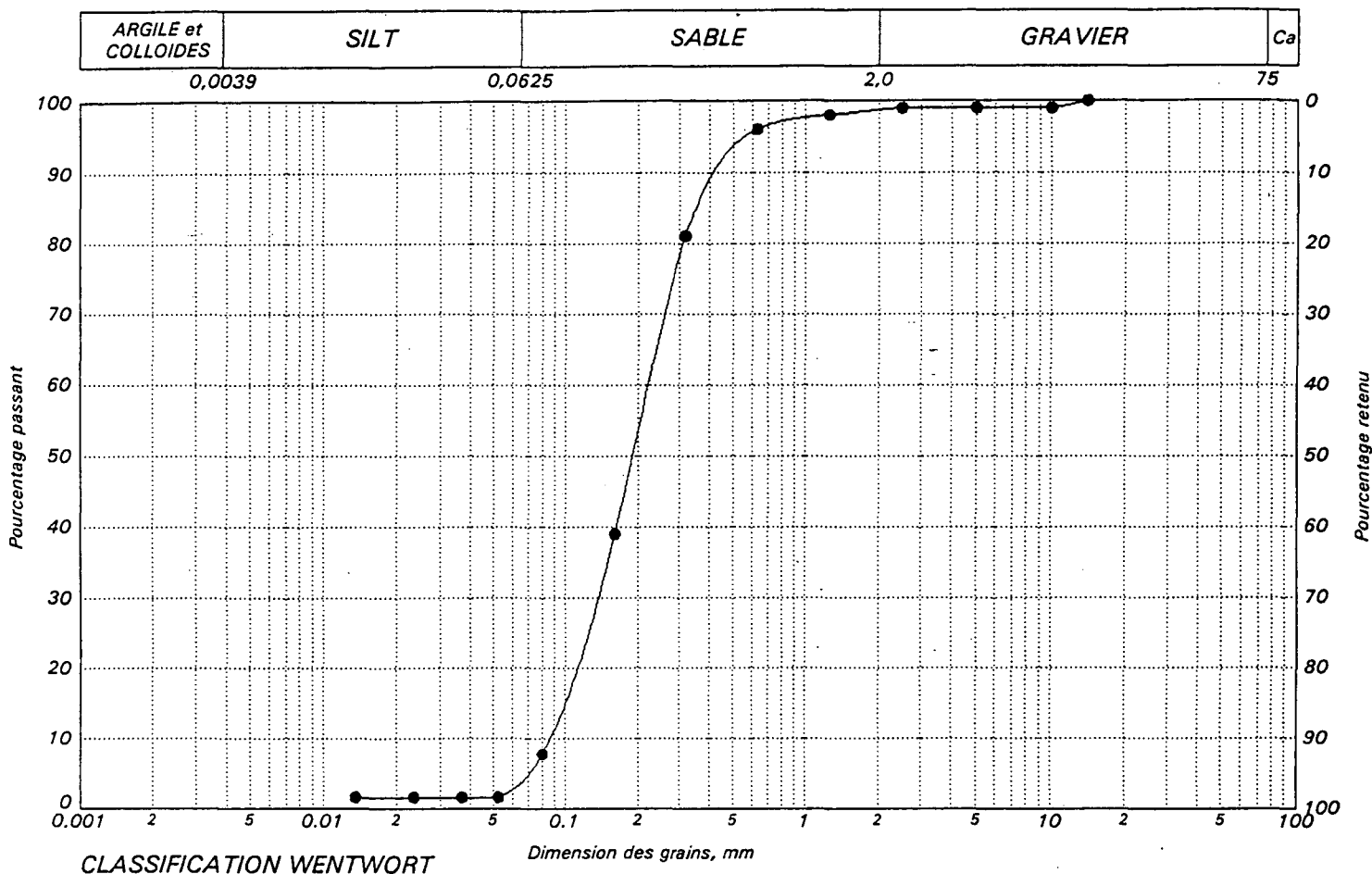
APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

CLIENT: LABEXEL INC.

PROJET: ANALYSE DE SÉDIMENTS

SITE: REF. 1244 - LAC ST-PIERRE

[illegible]



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICE BOIS FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7

(819) 373-3006
(819) 373-2962 TELECOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Mères
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7

(819) 539-1021
(819) 539-4399 TELECOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20771
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-019
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-9, V/REF. 07494

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	98	
5	96	
2.5	94	
1.25	91	
.630	87	
.315	65	
.160	40	
.080	33.3	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0486	20.4
0.0350	16.0
0.0225	13.1
0.0133	8.7
0.0091	7.3
0.0068	4.4
0.0033	2.9
0.0016	1.5
0.0014	1.5

D85= 0.601

D60= 0.284

D30=

D10=

Cu =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 3.2 % SILT= 23.1 % SABLE= 66.5 % GRAVIER= 7.2

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE:

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14



LA QUALITÉ PAR LE CONTRÔLE

**Laboratoire
de services spécialisés
MBF ltée**

MAURICIE-BOIS-FRANCS

Enregistré ISO 9002

■ SIEGE SOCIAL

2456, boul. Des Récollets
Trois-Rivières, (Québec)
G8Z 3X7
(819) 373-3006
(819) 373-2962 TÉLÉCOPIEUR

■ SUCCURSALE

6073, boul. Des Hêtres
Shawinigan, (Québec)
G9N 4W7
(819) 539-1021
(819) 539-4399 TÉLÉCOPIEUR

**ESSAIS
SUR MATERIAUX**

NO DOSSIER : 386-038-001
NOM DU CLIENT: LABEXCEL INC.
PROJET : ANALYSES DE SEDIMENTS
LAC ST-PIERRE
V/REF. 1244
MUNICIPALITE :

CONTRAT MTQ :
USINE NO :
NOM DE L'USINE:
ENTREPRENEUR :
SOUS-TRAITANT :

NO LAB : S20772
ECHANTILLON DE: MATERIAUX EN PLACE
CALIBRE : 4-0 MP
PROVENANCE NO : 19002
NOM PROVENANCE: MATERIAUX DE FORAGES

ECHANTILLON NO : 1999.10.28-020
ECHANTILLONNE PAR: CLIENT
DATE DE RECEPTION: 1999.10.29
LOCALISATION : ECHANTILLON NO. P-10, V/REF. 07495

R E S U L T A T S

GRANULOMETRIE

(% passant)

TAMIS COMBINE EXIGENCES

(mm)	min	max
250	100	
200	100	
112	100	
80	100	
56	100	
40	100	
28	100	
20	100	
14	100	
10	100	
5	100	
2.5	100	
1.25	100	
.630	100	
.315	99	
.160	99	
.080	98.1	

SEDIMENTOMETRIE

DIAMETRES %

PARTICULES PASSANT

0.0435	53.5
0.0329	36.9
0.0213	31.4
0.0126	25.8
0.0091	22.1
0.0065	18.4
0.0032	14.8
0.0018	11.1
0.0014	9.2

D85= 0.076

D60=

D30=

D10=

Cu =

CLASSIFICATION WENTWORTH:

% ARGILE= 15.6 % SILT= 61.7 % SABLE= 22.7 % GRAVIER=

Essais effectués selon les normes B.N.Q. ou N.Q. applicables à moins d'indications contraires.

REMARQUE: _____

RAPPORT A: MME LINDA LAFONTAINE

COPIE A :

APPROUVE PAR

DATE 2000.01.14

