



POUR CONSULTATION SEULEMENT

**PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE
CONTRE LES COLLISIONS DES NAVIRES**

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

552164



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

Service de l'Environnement

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
DIRECTION DE L'OBSERVATOIRE EN TRANSPORT
SERVICE DE L'INNOVATION ET DE LA DOCUMENTATION
700, Boul. René-Lévesque Est, 21^e étage
Québec (Québec) G1R 5H1

**PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE
CONTRE LES COLLISIONS DES NAVIRES**

ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

FÉVRIER 1986.

CANQ
TR
GE
PR
204

TABLE DES MATIÈRES

ÉQUIPE DE TRAVAIL	i
LISTE DES TABLEAUX	viii
LISTE DES FIGURES	x
1 <u>INTRODUCTION</u>	1
2 <u>PROBLÉMATIQUE ET JUSTIFICATION DU PROJET</u>	3
2.1 Historique	3
2.2 Situation actuelle	4
2.2.1 Aides fixes à la navigation	4
2.2.2 Aides flottantes à la navigation	7
2.2.3 Pilotages	7
2.3 Statistiques sur les collisions	7
2.4 Etude de risque	8
2.4.1 Objectifs et méthodologie	8
2.4.2 Fréquences des accidents	11
2.4.3 Coûts d'exposition du pont	13

3	<u>PRÉSENTATION DU PROJET</u>	16
3.1	Choix de solutions	16
3.2	Description de la solution choisie	17
3.2.1	Nature des matériaux	20
3.2.2	Transport et mise en place des matériaux	20
3.2.3	Calendrier de réalisation	24
4	<u>DESCRIPTION DU MILIEU</u>	25
4.1	Délimitation de la zone d'étude	25
4.2	Milieu physique	26
4.2.1	Hydrologie	26
4.2.2	Qualité de l'eau	34
4.2.3	Sédiments	36
4.3	Ressources biologiques	38
4.3.1	Végétation	38
4.3.1.1	Qualité chimique de la végétation	40
4.3.2	Benthos	41
4.3.2.1	Qualité du milieu aquatique	43
4.3.3	Faune ichtyenne	46
4.3.3.1	Frayères et aires d'alevinage	48
4.3.3.2	Calendrier de fraie	51
4.3.4	Faune avienne	53
4.3.4.1	Migration	53
4.3.4.2	Identification et élevage des couvées	53
4.3.4.3	Calendrier d'utilisation du milieu	55

4.3.5	Amphibiens et reptiles	55
4.3.6	Mammifères	57
4.4	Utilisation du milieu	57
4.4.1	Pêche commerciale	57
4.4.2	Pêche hivernale	58
4.4.3	Pêche sportive	58
4.4.4	Chasse	59
	4.4.4.1 Chasse à la sauvagine	59
	4.4.4.2 Exploitation commerciale des anoures	61
	4.4.4.3 Piégeage du rat musqué	61
4.4.5	Activités nautiques	61
4.4.6	Prises d'eau	64
	4.4.6.1 Prises d'eau municipales	64
	4.4.6.2 Prises d'eau industrielles	64
4.4.7	Services publics	67
4.5	Potentiel d'utilisation des terres à proximité du pont Laviolette	67
4.6	Composantes patrimoniales et archéologiques	69
4.6.1	Méthodologie	69
4.6.2	Sites archéologiques	70
4.6.3	Potentiel archéologique	73
	4.6.3.1 Incidence du milieu physique sur le potentiel archéologique	73
	4.6.3.2 Occupation humaine ancienne	77
	4.6.3.3 Sites potentiels	78
4.7	Analyse visuelle	80
4.7.1	Zone d'accès visuel	80
4.7.2	Inventaire des caractéristiques visuelles	82
4.7.3	Unités de paysage	82
4.7.4	Intérêt visuel du paysage	83
4.7.5	Valeur culturelle du paysage	83

5	<u>IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT</u>	84
5.1	Biophysique	84
5.1.1	Construction	84
5.1.1.1	Aménagement des sites de transbordement	84
5.1.1.2	Mise en oeuvre des îlots	85
5.1.1.3	Exploitation des bancs d'emprunt et des carrières	87
5.1.1.4	Circulation des véhicules	88
5.1.2	Exploitation	88
5.1.2.1	Vitesses et direction des courants	88
5.1.2.2	Erosion	91
5.1.2.3	Ecoulement des glaces	93
5.2	Navigation	94
5.3	Milieu visuel	95
6	<u>MESURES DE MITIGATION ET IMPACTS RÉSIDUELS</u>	102
6.1	Biophysique	102
6.2	Navigation	104
6.3	Milieu visuel	104
6.4	Composantes archéologiques	105
7	<u>ANALYSE DES OPTIONS</u>	106
7.1	Aspect technique	106
7.1.1	Choix des matériaux	106

7.1.2	Mise en place des matériaux	108
7.1.3	Classement technique	109
7.2	Aspects financiers	109
7.3	Aspects environnementaux	110
7.4	Options retenues	112
8	<u>MESURES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI</u>	115
9	<u>CONCLUSION</u>	116
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	118

ANNEXES:

- Annexe 1: Statistiques sur les collisions
- Annexe 2: Caractéristiques du trafic maritime
- Annexe 3: Systèmes de protection pour les piliers de pont
- Annexe 4: Bacs d'emprunt - Potentiel d'utilisation des terres
- Annexe 5: Les groupements benthiques du secteur de Gentilly
- Annexe 6: Quantité et valeur des captures commerciales de poissons dans les circonscriptions électorales de Champlain, Portneuf et Lotbinière

Annexe 7: Données utilisées et méthodologie de
prévision de l'érosion libre

Annexe 8: Avis de projet

Annexe 9: Directive du Ministre de l'Environnement

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	: Fréquences annuelles des passages par type de vaisseau	10
Tableau 2	: Fréquence des accidents et degré d'exposition du pont Laviolette sous les conditions actuelles	12
Tableau 3	: Résultats des intervalles de récurrence combinées pour les quatres piliers centraux	13
Tableau 4	: Dommages prévus - Effondrement du pont suite à une collision au pilier N1	14
Tableau 5	: Inventaire ichtyologique du fleuve Saint-Laurent entre Pointe-du-Lac et le pont Laviolette et dans le secteur de Gentilly	47
Tableau 6	: Localisation des frayères	50
Tableau 7	: Saison de pêche à la ligne dans le haut estuaire du Saint-Laurent	60
Tableau 8	: Prises d'eau industrielles et municipales dans le fleuve	66
Tableau 9	: Synthèse des données culturelles et environnementales des sites archéologiques connus	74

Tableau 10	: Principaux découpages chronologiques et culturels pour le sud du Québec	75
Tableau 11	: Chronologie des évènements post-glaciaires	76
Tableau 12	: Vitesses, débits et profondeurs après érosion libre	92
Tableau 13	: Indice de l'intensité de l'impact visuel	100
Tableau 14	: Tableau comparatif de l'influence des coûts d'approvisionnement des différents matériaux sur le coût global d'un îlot type	111

LISTE DES FIGURES

Figure 1	: Carte de localisation	2
Figure 2	: Localisation en plan	5
Figure 3	: Bathymétrie et vue en plan/élévation	6
Figure 4	: Vue générale des protections. Piliers N1, N2, S1, S2	19
Figure 5	: Recherche de matériaux	22
Figure 6	: Mode de construction	23
Figure 7	: Localisation de la zone d'étude	27
Figure 8	: Niveau d'eau mensuel du Saint-Laurent dans la région de Gentilly (1976-77-78)	28
Figure 9	: Localisation des zones de mélange entre Pointe-du-Lac et Portneuf	30
Figure 10	: Les zones de dépôts connues et les zones propices aux dépôts dans le fleuve Saint-Laurent, entre Pointe-du-Lac et Portneuf	32

Figure 11	: Qualité de l'eau du Saint-Laurent entre Pointe-du-Lac et Portneuf	35
Figure 12	: Qualité des sédiments du fleuve Saint- Laurent entre Pointe-du-Lac et Portneuf	37
Figure 13	: Localisation des herbiers aquatiques de Pointe-du-Lac jusqu'à Portneuf	39
Figure 14	: Densité totale et fréquence des princi- aux taxons benthiques	42
Figure 15	: Densité totale et fréquence des princi- aux groupes benthiques	44
Figure 16	: Qualité du milieu de vie entre Pointe-du- Lac et Portneuf d'après les communautés benthiques	45
Figure 17	: Localisation des frayères et des aires d'alevinage dans le tronçon Pointe-du- Lac / Portneuf	49
Figure 18	: Calendrier de fraie des principales espè- ces ichtyennes commerciales et/ou sporti- ves	52
Figure 19	: Utilisation du tronçon Pointe-du-Lac / Portneuf par les oiseaux migrateurs	54
Figure 20	: Calendrier d'utilisation du tronçon Louiseville / Portneuf par les principaux oiseaux migrateurs	56
Figure 21	: Localisation des aires de capture d'a- noures pour les saisons 1980 et 1981	62

Figure 22	: Calendrier d'exploitation de deux espèces d'anoures au lac Saint-Pierre et dans le tronçon fluvial Port-Saint-François / La Pérade	63
Figure 23	: Prises d'eau et conduites enfouies dans le fleuve Saint-Laurent	65
Figure 24	: Zone d'étude et de potentiel archéologique	71
Figure 25	: Localisation des sites archéologiques	72
Figure 26	: Inventaire des caractéristiques visuelles	81
Figure 27	: Lignes de courant pour les îlots multiples	89
Figure 28	: Répartition des vitesses en aval des îlots	90
Figure 29	: Géométries de l'îlot N ₁	113

INTRODUCTION

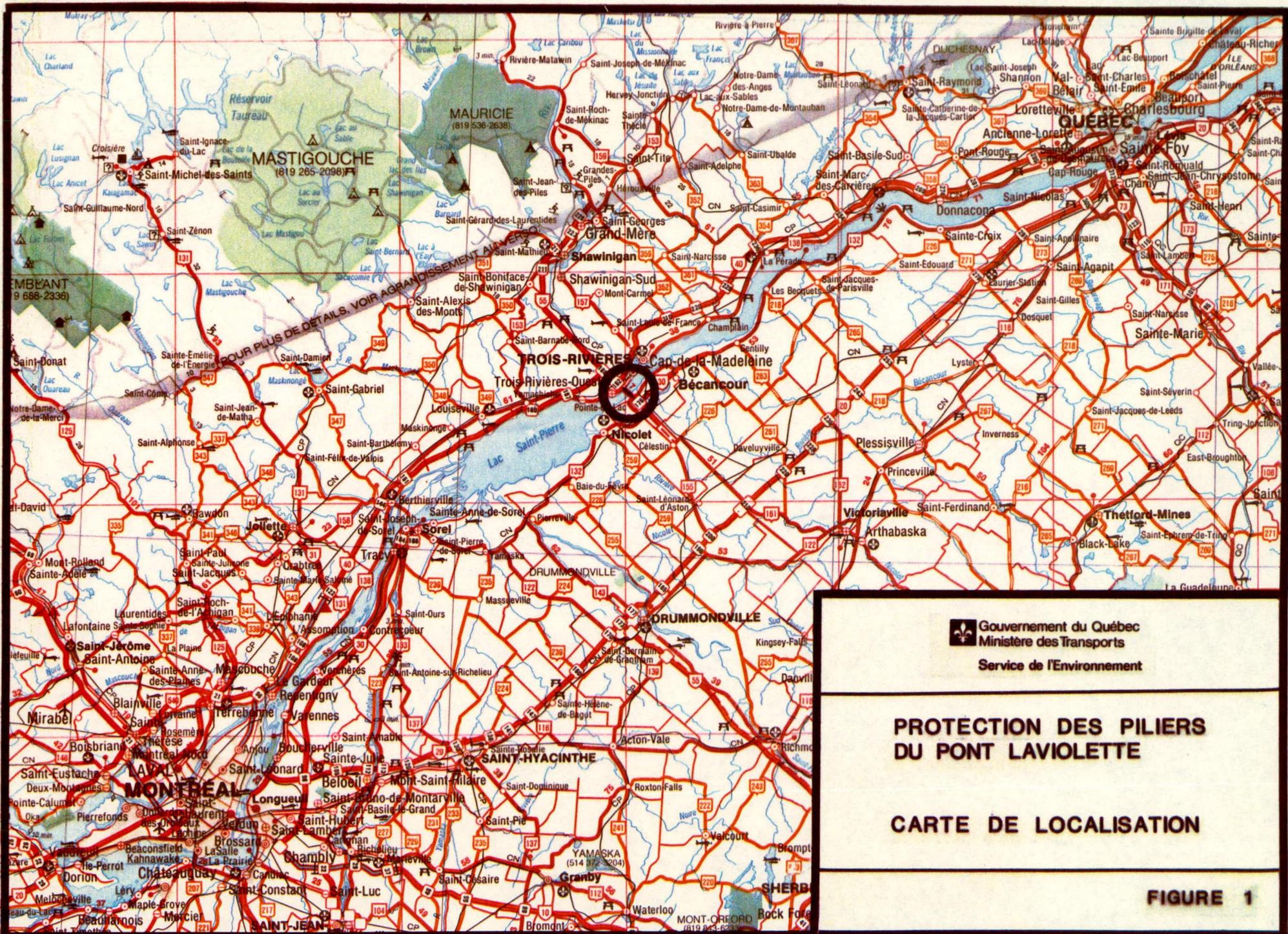
1 INTRODUCTION

Depuis Montréal jusqu'à Québec, le pont Laviolette est le seul lien routier reliant la rive nord à la rive sud du fleuve Saint-Laurent (figure 1).

En 1982, la Garde côtière canadienne produisait un rapport intitulé "Vulnérabilité des ponts dans les eaux canadiennes" dans lequel on mettait en évidence que le pont Laviolette avait une cote très élevée de vulnérabilité face aux collisions de navires. Depuis ce temps, le ministère des Transports du Québec a entrepris des études visant à mettre en place des structures qui protégeront mieux les piliers de ce pont.

Comme les travaux de protection nécessitent le remblayage du fleuve Saint-Laurent sur une superficie de plus de 5 000 mètres carrés, le ministère des Transport doit déposer au ministère de l'Environnement une demande d'autorisation et procéder à la réalisation d'une étude d'impact.

Le but de cette étude est d'identifier les impacts occasionnés par ce projet et d'y apporter les mesures de mitigation afin de réduire les répercussions négatives sur le milieu récepteur.




Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

**PROTECTION DES PILIERS
 DU PONT LAVIOLETTE**

CARTE DE LOCALISATION

FIGURE 1

PROBLÉMATIQUE ET JUSTIFICATION DU PROJET

2 PROBLÉMATIQUE ET JUSTIFICATION DU PROJET

2.1 HISTORIQUE

Une structure enjambant une voie navigable présente un risque pour la navigation et peut, elle-même, subir des dommages à la suite de collisions avec des navires. Les piliers des ponts sont les plus importantes constructions exposées à ces dangers (Garde côtière, 1982).

Même si la majorité des incidents impliquant des heurts de ponts par des navires n'ont pas entraîné des dommages importants, quelques uns d'entre eux ont cependant causé des pertes de vie, des dégâts considérables et des perturbations dans l'économie locale. Depuis les récents désastres survenus au pont Sunshine Skyway (baie de Tampa), au pont Alno (Suède), au pont Tasman (Australie) et au pont Second Narrows (Vancouver), les autorités de la Garde côtière canadienne se sont inquiétées du manque de protection des ponts dans les eaux canadiennes; ils ont publié une étude traitant de la vulnérabilité de ces ponts. Dans ce rapport, on conclut que la protection des piliers de cinq ponts canadiens est un problème prioritaire. Parmi ces ponts, il y a le pont Laviolette à Trois-Rivières. Dans ce dernier cas, il est constaté que de tous les ponts canadiens, le pont Laviolette est le plus vulnérable aux collisions des navires, car selon un indice pondéré de 1 à 10, la cote de vulnérabilité des piliers atteint le maximum de 10.

Depuis 1983, le ministère des Transport du Québec, propriétaire du pont, a donc entrepris l'étude d'un projet de protection des piliers du pont Laviolette contre les collisions de navires. La difficulté principale de cette étude résidait dans le manque d'expertises canadiennes pour le traitement d'un tel problème. Dans le développement de celle-ci, il a été également constaté qu'au niveau mondial, il n'existait pas suffisamment d'expérience pratique de

traitement de tels problèmes pour servir de guide valable. C'est pourquoi, cette étude a nécessité beaucoup de consultations et d'études sectorielles. En effet, en plus des spécialistes des services techniques du ministère des Transports du Québec, ces derniers ont bénéficié de la coopération du personnel du ministère des Transports du Canada et de l'expertise des firmes-conseils Lavalin, du Laboratoire d'hydraulique Lasalle et Danish Hydraulic Institute.

Dans un même temps, une étude de risque a été exécutée par la firme I.P. Sharp Associate Limited, sous la direction de la Garde côtière canadienne. Elle avait pour but d'analyser les risques encourus par le pont, tenant compte de ses caractéristiques structurales, des caractéristiques de la navigation et des conditions hydrauliques. De plus, l'étude avait pour but de tenter d'établir les coûts générés à la suite d'un accident impliquant la collision d'un navire avec le pont.

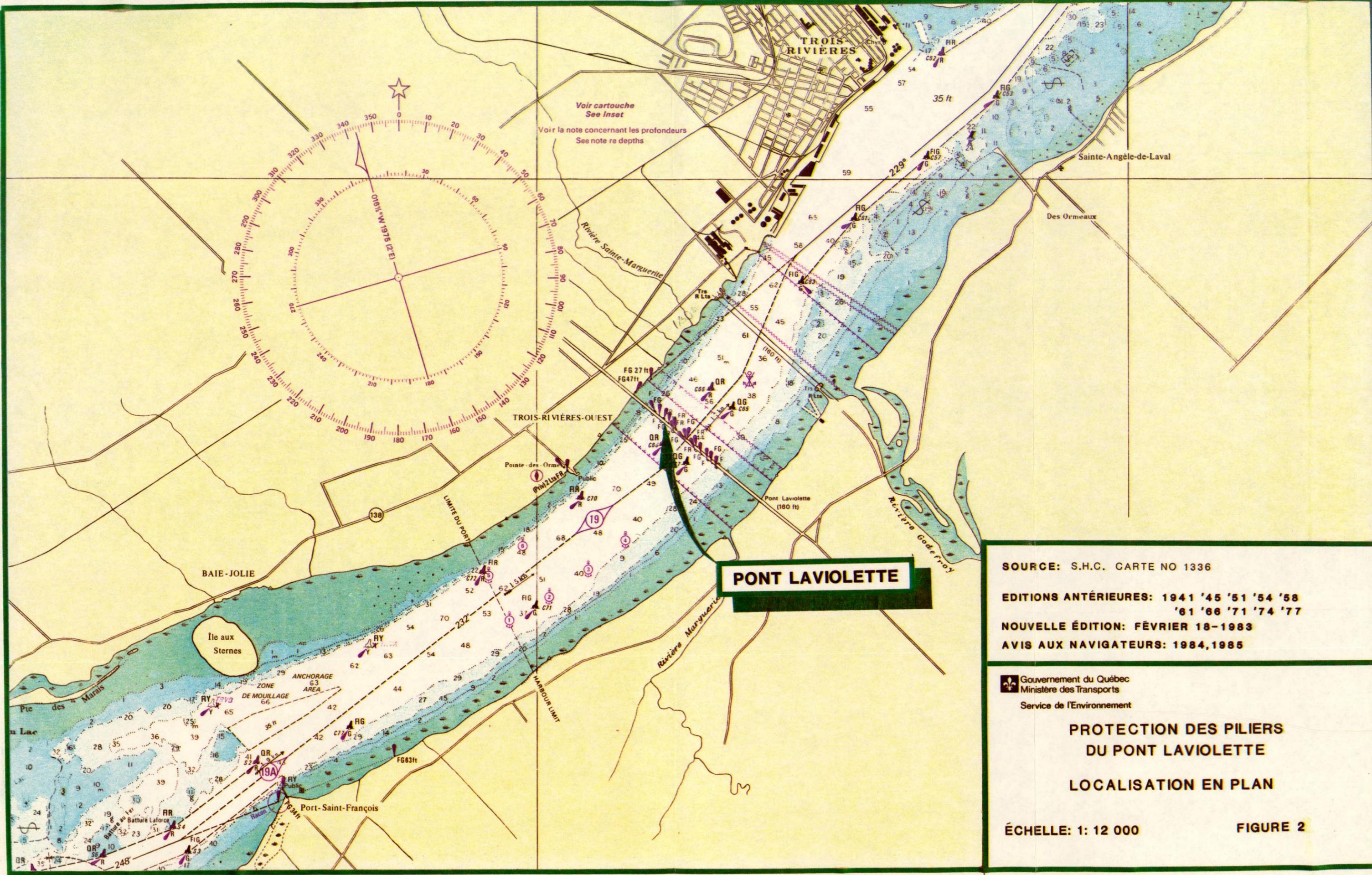
C'est à partir d'extraits de cette dernière étude et du rapport de la Garde côtière (1982) qu'est principalement élaboré la suite de ce chapitre.

2.2 SITUATION ACTUELLE

Le pont Lavolette est un arc en cantilever de grande hauteur; l'espace libre vertical est de 45,7 mètres lors des hautes eaux. Huit de ces piliers sont situés dans l'eau, dont six sont en eaux profondes (figure 2). Aucun ouvrage ne protège ces piliers. Les deux piliers de la travée principale, de chaque côté du chenal de navigation, sont établis dans environ 13,7 et 20,0 mètres d'eau (figure 3).

2.2.1 AIDES FIXES A LA NAVIGATION

" Des feux verts fixes marquent le centre de la travée principale du pont: des feux rouges sont installés sur les piliers du pont. Les piliers nord comme au sud de la travée principale sont marqués de façon semblable" (Garde côtière, 1982).



SOURCE: S.H.C. CARTE NO 1336

EDITIONS ANTERIEURES: 1941 '45 '51 '54 '58
'61 '66 '71 '74 '77

NOUVELLE ÉDITION: FÉVRIER 18-1983

AVIS AUX NAVIGATEURS: 1984, 1985

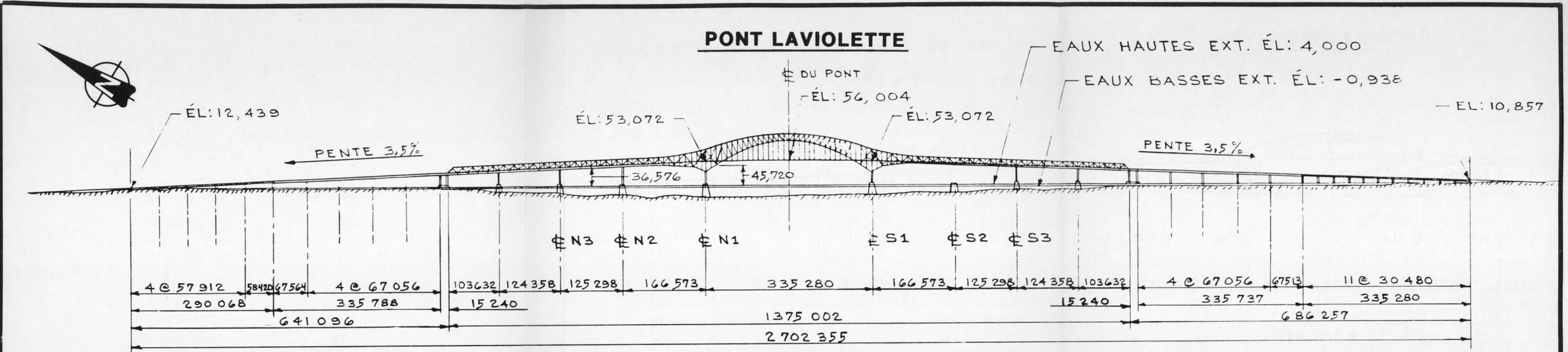
Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

**PROTECTION DES PILIERS
DU PONT LAVIOLETTE**

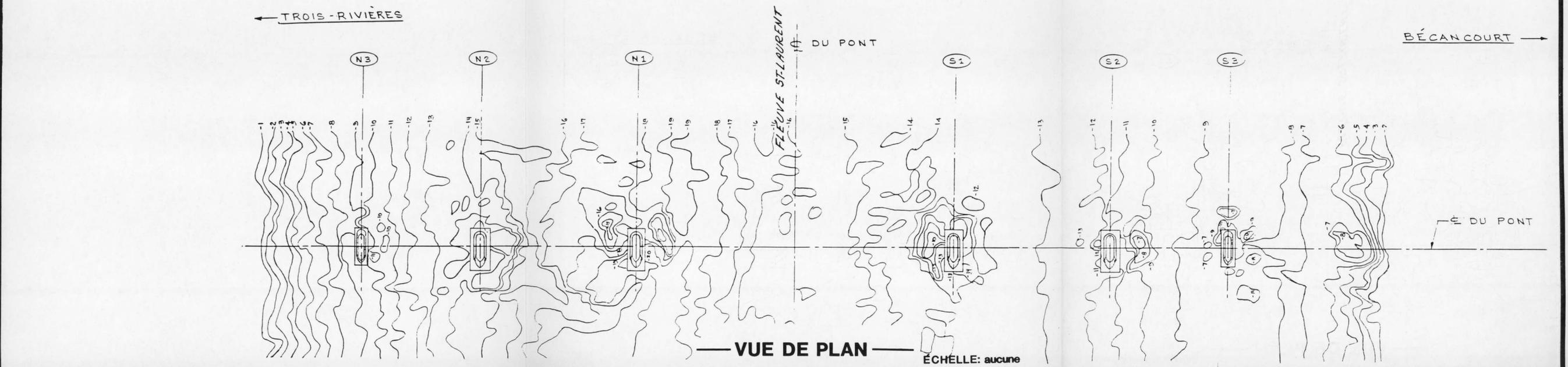
LOCALISATION EN PLAN

ÉCHELLE: 1: 12 000

FIGURE 2



ÉLÉVATION ÉCHELLE: 1: 2000



PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

BATHYMÉTRIE ET VUE EN PLAN / ÉLÉVATION

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

Service de l'Environnement

Technicien: JEAN PAUL GRÉGOIRE Date: 86-02-10

Echelle: 0 20 40 60 80 100 m

FIGURE NO: 3

2.2.2 AIDES FLOTTANTES À LA NAVIGATION

"Des aides flottantes avec feux à bâbord et à tribord tout près du pont en amont et en aval marquent la largeur du chenal de 305 mètres utilisable en-dessous du pont" (Garde côtière, 1982).

2.2.3 PILOTAGES

"Un poste d'embarquement des pilotes est localisé à Pointe des Ormes à environ 0,6 mille marin en amont du pont. Les navires ayant des pilotes à bord doivent ralentir pour effectuer les transferts de pilotes. Les navires se dirigeant vers l'aval approchent du pont à faible vitesse et les pilotes ont exprimé de l'inquiétude à l'effet que certains navires peuvent ne pas reprendre leur pleine puissance pour s'engager entre les piliers du pont". (Garde côtière, 1982).

2.3 STATISTIQUES SUR LES COLLISIONS

Depuis son ouverture en 1967, deux incidents sont survenus dans les parages immédiats au pont Laviolette. Le 23 mai 1975, à la suite de mauvaises conditions de visibilité dues au brouillard, un navire a endommagé sa coque en heurtant le pont. Le 14 décembre 1985, un accident de navigation avec le pont fut évité de justesse. Selon un article de la Presse Canadienne publiée le 16 décembre: "Le capitaine du navire britannique Manchester Challenge aurait perdu, à cause d'un fort coup de vent, le contrôle de son bateau qui se serait soudainement mis à dériver vers un pilier du pont Laviolette. L'incident a, en outre, provoqué le sectionnement des câbles téléphoniques qui traversent le fleuve à cet endroit".

A l'annexe 1, on retrouve des statistiques portant sur les heurts de ponts rapportés dans les eaux canadiennes ainsi qu'un sommaire des collisions impliquant des navires commerciaux dans les eaux américaines et des principales causes de ces incidents.

En résumé, ces statistiques démontrent que l'erreur humaine est un facteur important dans les collisions et qu'il y a une augmentation du nombre de heurts contre les ponts.

Au cours des dernières décennies, l'augmentation du trafic maritime et l'avènement de navires plus grand et plus rapide ont accentué les risques de collision.

2.4 ÉTUDE DE RISQUE

2.4.1 OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Cette étude réalisée par I.P. Sharp Associates Limited (1984) a comme objectif de fournir à l'aide d'une série de calculs complexes de statistiques et de probabilités, spécifiques à ce domaine, une information objective quant aux quatre points suivants:

- . la fréquence selon laquelle un accident pourrait avoir lieu entre un bateau et le pont ainsi que l'ampleur d'un tel accident;
- . les sections du pont qui sont les plus vulnérables à de tels accidents;
- . une quantification des différents niveaux de risques d'accidents relatifs aux différents types de bateaux qui utilisent le chenal de navigation à cet endroit;
- . une estimation monétaire en terme de "dollars" quant aux dommages qui pourraient survenir suite à un accident.

Ces quatre grands volets n'ont pas servi uniquement à déterminer, si en général une protection était requise pour les piliers du pont Laviolette, mais aussi à élaborer des concepts alternatifs de mécanisme de protection, à effectuer les analyses coûts/bénéfices associées à ces différentes solutions et finalement à déterminer le "bateau type" selon lequel les analyses devraient être effectuées pour la conception de l'ouvrage de protection.

Les calculs de probabilité ont été basés sur les données suivantes:

- . On a estimé le nombre, le type ainsi que la taille des différents bateaux qui normalement utilisent le chenal de navigation du fleuve au site du pont Laviolette. On a établi 12 classes (tableau 1). A l'annexe 2, on retrouve les caractéristiques des différentes classes.
- . Les probabilités statistiques selon lesquelles un bateau pourrait s'égarer dans la zone d'un pilier et éventuellement entrer en contact avec celui-ci. Le facteur probable a été choisi en tenant compte des conditions de navigation en toute saison sur le fleuve Saint-Laurent tout en reflétant l'excellence du pilotage dans ce tronçon de la voie navigable.
- . Les probabilités statistiques selon lesquelles le pilote du bateau en question sera en mesure d'effectuer les manoeuvres nécessaires pour éviter la collision.

Les statistiques retenues pour établir la probabilité ont été compilées par la Garde côtière canadienne et ne sont pas basées exclusivement sur les collisions dans le secteur donné puisqu'une telle étude n'aurait pu conduire à des valeurs fiables; elles concernent les mouvements des navires en général.

Bien que la présence de glace sur le fleuve au moment du passage de nombreux vaisseaux puisse intervenir pour augmenter le risque d'accident, ce facteur n'a pu entrer dans le calcul de probabilité que d'une façon très générale et non par une étude pratique de ces conditions.

Deux indices ont pu être déterminés. Le premier est la "fréquence"; cet indice est une mesure de la vulnérabilité de chaque composante structurale du pont à une collision avec un navire.

TABLEAU 1: FRÉQUENCES ANNUELLES DES PASSAGES PAR TYPE DE VAISSEAU

CLASSE	TYPE	POIDS MOYEN MORT	PASSAGES ANNUELS	PASSAGES ANNUELS % DU TOTAL
1	Pétrolier	7 175	876	11,71%
2	Pétrolier	9 657	107	1,43%
3	Pétrolier	21 571	184	2,46%
4	Pétrolier	38 200	15	0,20%
5	Pétrolier	69 102	16	0,21%
6	Conteneur	4 826	1139	15,22%
7	Conteneur	10 547	1146	15,31%
8	Vraquier	22 916	3417	45,66%
9	Vraquier	45 499	406	5,42%
10	Minéralier	56 887	127	1,70%
11	Chaland non propulsé	4 267	41	0,55%
12	Chaland non propulsé	8 478	10	0,13%
NOMBRE TOTAL DE PASSAGES:			7484	100,00%

Le deuxième indice appelé le "degré d'exposition du pont" est une prédiction de l'étendue des dommages, en terme pécunier, pouvant résulter d'un accident.

2.4.2 FRÉQUENCES DES ACCIDENTS_____

Les fréquences sont présentées sous forme d'intervalles de récurrence qui expriment le nombre d'années s'écoulant entre deux accidents identiques et successifs.

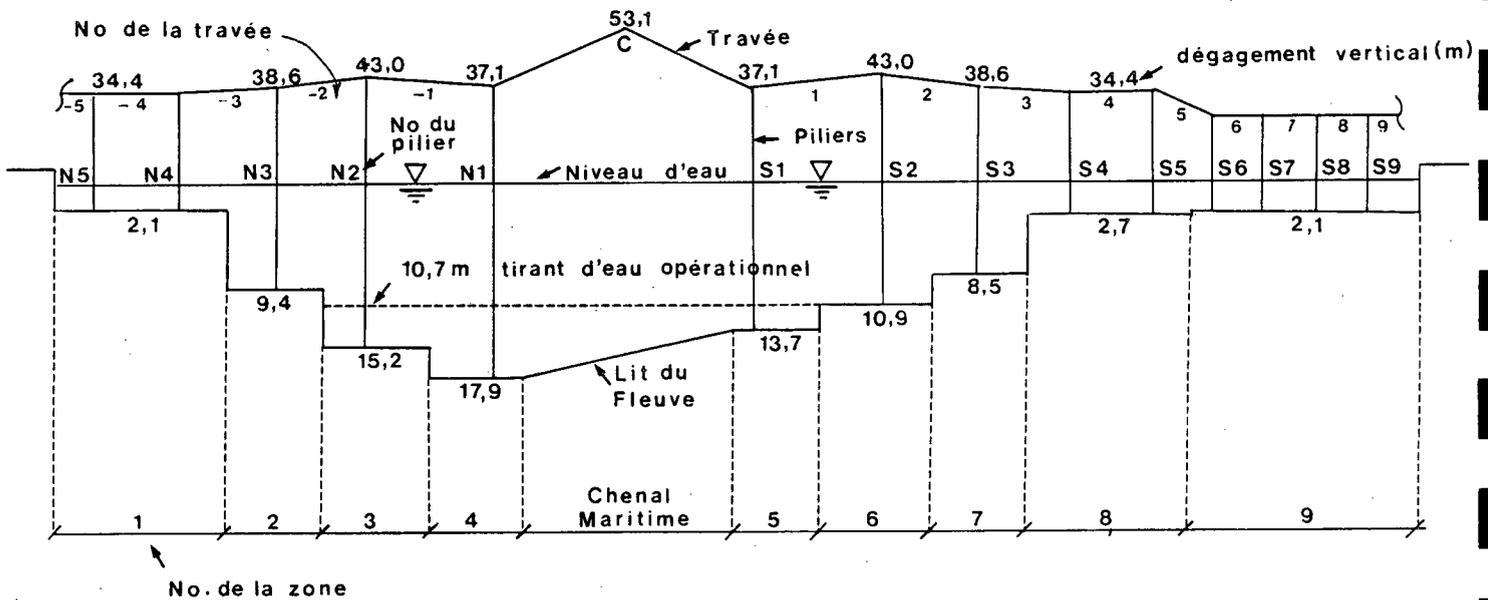
Au tableau 2 sont présentés les résultats. Le format de ce tableau permet de voir quelles composantes de la structure du pont et quelles zones sont vulnérables. De ces résultats, il ressort qu'une collision avec une composante du pont peut survenir une fois par 28-29 ans et qu'il peut y avoir un effondrement de la structure une fois par 39-40 ans.

Au tableau 3, les résultats des intervalles de récurrence sont présentés pour les quatres piliers centraux. Ces indices indiquant un risque élevé sont dus, en partie, à des éléments structuraux du pont. La base des colonnes repose près de l'eau. La forme des piliers accroît le risque d'effondrement; en effet, lors d'une collision, l'étrave d'un bateau frapperait la colonne du pilier avant que la coque submergée n'entre en collision avec la base du pilier.

Même dans le cas où le bateau serait muni d'une étrave relativement plate, la déformation de l'étrave durant la collision pourrait excéder la marge de recul de la colonne par rapport à la base du pilier, l'étrave déformé toucherait quand même à la colonne et pourrait ainsi causer l'effondrement du pont. En raison de ce fait et comme les résistances structurales des colonnes sont considérablement plus petites que celles des bases du pilier, on a utilisé pour les calculs les résistances structurales les plus faibles, soit celles des colonnes.

Ainsi, en raison de la résistance relativement faible des colonnes, les intervalles de récurrence dans le cas d'un bateau frappant un pilier sont sensiblement les mêmes que pour celui où il y aurait un effondrement du pont suite à une collision.

TABLEAU 2: ÉTUDE DE RISQUE - FRÉQUENCES DES ACCIDENTS ET DEGRÉ D'EXPOSITION DU PONT LAVIOLETTE SOUS LES CONDITIONS ACTUELLES



ZONE DU PONT NO DES PILIERS ACTUELS DU PONT	PILIERS CENTRAUX								ENSEMBLE DU PONT	
	N4,N5	N3	N2	N1	S1	S2	S3	S4,S5 S6,S7 S8,S9		
<u>Intervalle de récurrence d'une collision avec le pont (ans)</u>										
Collision avec un pilier	-	447	188	102	102	200	447	-	-	29,1
Collision avec la travée	-	4 711	14 922	-	-	14 922	4 711	-	-	1 790,0
TOTAL	-	408	186	102	102	197	408	-	-	28,6
<u>Intervalle de récurrence avec effondrement du pont (ans)</u>										
Collision avec un pilier	-	535	224	156	156	239	535	-	-	39,6
Collision avec la travée	-	97 821	-	-	-	-	97 821	-	-	44 649,0
TOTAL	-	532	224	156	156	239	532	-	-	39,6
<u>Coûts reliés au risque pour le pont (1000\$/an)</u>										
Collision avec un pilier	0	555,5	2 124,7	3 357,3	3 357,3	1 986,6	555,5	0	0	11 936,8
Collision avec la travée	0	3,4	0,3	0	0	0,3	3,4	0	0	7,4
TOTAL	0	558,9	2 125,0	3 357,3	3 357,3	1 986,6	558,9	0	0	11 944,3

TABLEAU 3: RÉSULTATS DES INTERVALLES DE RÉCURRENCE COMBINÉES POUR LES QUATRE PILIERS CENTRAUX

COMPOSANTE DU PONT	INTERVALLES DE RÉCURRENCE (ANNÉES)	
	ACCIDENT	EFFONDREMENT
Piliers principaux (N1 et S1)	51,0	78,0
Piliers secondaires (N2 et S2)	96,9	115,6
Combinés (principaux et secondaires)	33,4	46,6

Ces indices montrent qu'actuellement, sans l'abri d'une protection additionnelle, la structure du pont Laviolette est très vulnérable à une collision. A titre indicatif, certains pays scandinaves ont établi que pour ce type d'accident, l'intervalle de récurrence acceptable est de 1 000 à 10 000 ans.

L'analyse a montré que les piliers N4, S4, N5, S5, S6, S7, S8 et S9 ne sont pas vulnérables puisqu'ils sont situés en eaux peu profondes. De plus, les risques d'effondrement du pont suite à une collision avec le tablier sont faibles.

2.4.3 COÛTS D'EXPOSITION DU PONT

L'estimation des coûts associés à chacun des types d'accidents prévus a été effectuée pour les quatre éléments suivants:

- . les pertes de vies humaines;
- . les dommages causés à la structure;

- les coûts associés aux détours que doivent effectuer les utilisateurs pendant la période où le pont serait fermé à la circulation;
- les coûts associés aux activités portuaires qui seraient perturbées par un blocage de la voie navigable.

En utilisant la période de retour pour les accidents de collision par différents types de bateaux ainsi que les coûts associés à chacun de ces accidents, il est devenu possible de calculer (en termes de dollar canadien 1984), les coûts annuels associés à chacun de ces événements. L'expression "coûts d'exposition" est utilisée afin d'exprimer ces risques en termes pécuniers.

Au tableau 4 est présentée une évaluation des dommages prévus, advenant une collision avec le pilier N1 qui engendrerait l'effondrement de la structure.

TABLEAU 4: DOMMAGES PRÉVUS - EFFONDREMENT DU PONT SUITE À UNE COLLISION AU PILIER N₁

ITEMS	DOMMAGES ESTIMÉS (\$ CANADA, 1984)	POURCENTAGE DOMMAGES TOTAUX
Remplacement du pont, réparation, nettoyage	48 950 000	9,57
Perte de vies humaines	11 281 000	2,21
Coûts des interruptions reliés aux activités portuaires	6 798 000	1,33
Inconvénients causés aux utilisateurs (détour)	444 144 000	86,89
TOTAL:	531 173 000	100,00

Il apparaît que les coûts reliés au fait que le pont ne pourrait plus être utilisé, temporairement, sont nettement plus élevés que pour les autres paramètres.

Suite à l'évaluation des risques, il apparaît qu'il y a une forte probabilité qu'un accident ayant de graves conséquences puisse survenir au pont Laviolette. Afin d'éviter cet accident, le ministère des Transports doit prévenir tout contact avec les colonnes des piliers ou réduire les forces d'impact appliquées aux piliers vulnérables.

3 PRÉSENTATION DU PROJET

3.1 CHOIX DE SOLUTIONS

Pour protéger les piliers d'un pont contre les collisions de navire, il existe plusieurs systèmes de défense. A titre indicatif, on trouvera à l'annexe 3 une brève description et des illustrations de ces différents systèmes.

Le choix du ministère des Transports s'est arrêté sur la construction d'îlots en enrochement qui offrent une protection optimale des piliers. La plupart des autres systèmes connus ont été éliminés dès le début de l'étude pour les raisons énumérées ci-dessous.

- Les solutions comportant des systèmes de défense légers, tels que les ducs d'Albes et les parechocs, ont été éliminées en raison de la grande taille des navires qui sont susceptibles de heurter les piliers.
- Les systèmes de défense flottante ou semi-submergée ne conviennent nullement dans les conditions de glace de dérive présentes dans le Saint-Laurent. De plus, ces systèmes ne présentent pas de garantie suffisante contre les franchissements de bateaux errants.
- La très grande profondeur de l'eau pour au moins un des piliers (N1) et même pour les trois autres piliers en cause est l'obstacle principal concernant l'utilisation d'enceintes de palplanches, lestées de pierres. Dans de très grandes profondeurs d'eau, ces structures se failliraient par fléchissement. Un navire heurtant la structure pourrait atteindre la base du pilier et le choc s'étendrait aux colonnes. De plus, la réparation de telles structures suite à des accidents est extrêmement difficile et très coûteuse.

L'utilisation d'un collier en béton n'a pas été étudiée, en raison du coût astronomique d'une telle mesure. A titre d'exemple, pour la protection de N3, cette solution a été évaluée à 12 000 000,00\$; il est certain qu'en raison de la plus grande profondeur aux autres piliers, le coût de la protection serait encore plus appréciable.

Bien que la construction d'ilots en enrochement risquerait de modifier de façon significative l'écoulement au droit du pont Lavolette, les services techniques du ministère des Transports ont évalué que ces modifications ne pénaliseraient pas les conditions de navigation et que les autres impacts significatifs pourraient être soit contrés ou n'auraient aucune conséquence importante au point de vue environnement.

Les avantages importants qu'il faut retenir au choix de cette solution sont les suivantes:

- . protection à 100% des piliers au point de vue sécurité;
- . réparation facile en cas d'accident;
- . c'est la solution qui protège à la fois le mieux le pont et les navires, car dans plusieurs cas, en plus de les faire dévier, les dégâts sont en général moins élevés sur la coque.

Dans la connaissance actuelle du dossier, les piliers N1, N2, S1 et S2 sont les seuls qui peuvent être protégés avec cette technique. Pour les piliers N3 et S3, la construction de tels massifs ne serait pas envisageable, car par friction négative, les pieux seraient surchargés au-delà de la limite acceptable.

3.2 DESCRIPTION DE LA SOLUTION CHOISIE

Six piliers du pont Lavolette devraient être protégés contre les collisions avec les navires. Les travaux à réaliser se divisent en deux phases:

- . Phase 1: protection des piliers N1, N2, S1 et S2;
- . Phase 2: protection des piliers N3 et S3.

La conception du système de défense de la première phase étant choisie et fixée, la solution adaptée est décrite ci-dessous; quant à la phase 2, la détermination de la technique à utiliser demeure à l'étude.

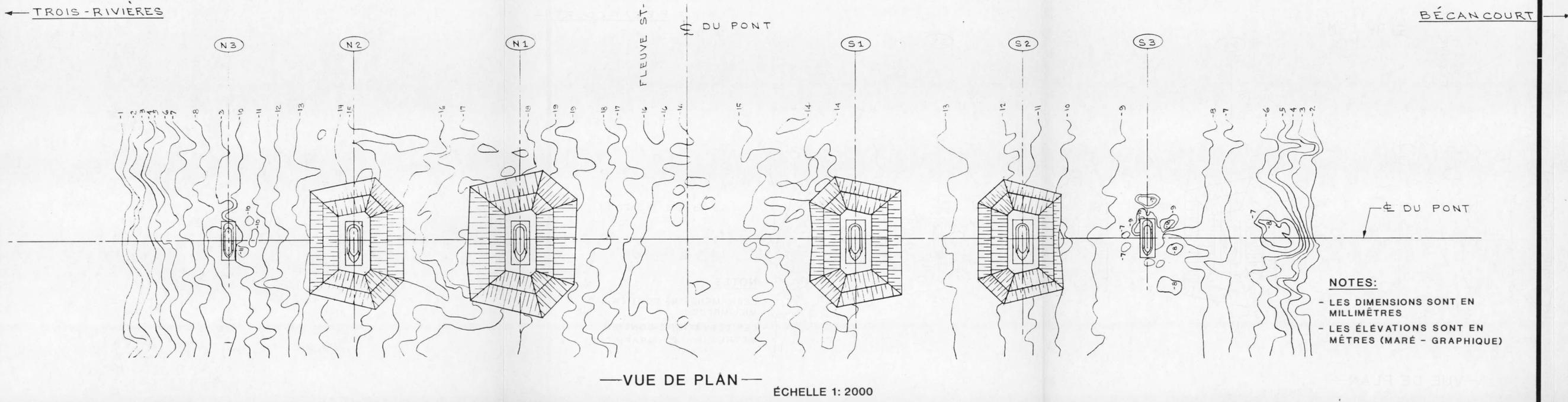
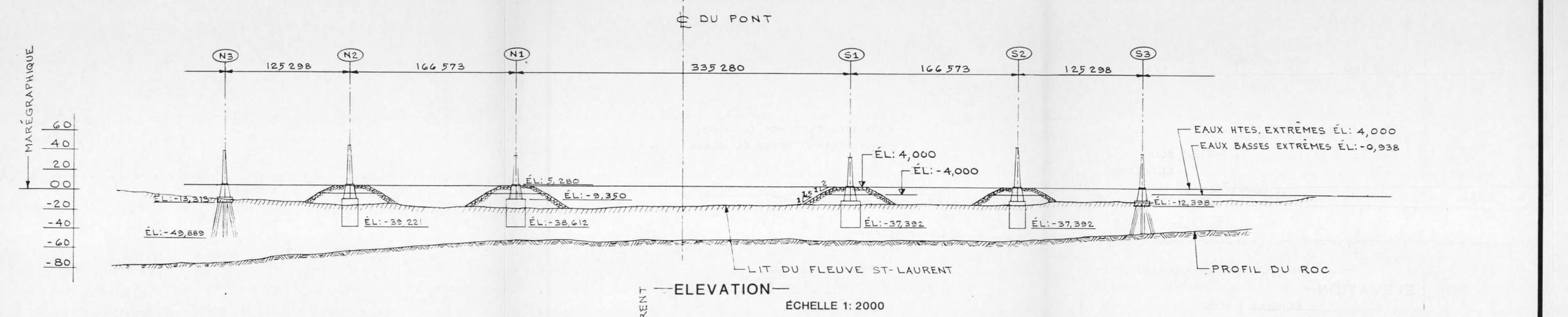
Les travaux de protection consistent à construire des îlots autour des piliers N1, N2, S1 et S2 tels que représentés à la figure 4.

Le dimensionnement et la géométrie des îlots sont basés sur un modèle mathématique et des simulations sur modèle réduit qui ont été réalisés par le Danish Hydraulic Institute (1985). Cette étude a été résumée et commentée par le groupe Lavalin (1985 a) qui a évalué adéquate la solution au plan technique.

Le dimensionnement des îlots est contrôlé par la pénétration du navire le plus léger parmi deux étudiés, soit un céréalier de 27 000 tonnes non chargé. Dans ce cas, le navire a la proue relevée par rapport à la poupe, ce qui, de concert avec sa masse relativement basse, favorise une pénétration élevée. Compte tenu des incertitudes reliées aux phénomènes et à leur modélisation, on a prévu une marge de sécurité de 3 mètres entre le navire immobilisé et le pilier.

Du design préparé par le Danish Hydraulic Institute, on a haussé la cote du sommet des îlots suite à une étude de Lavalin Offshore (1985) portant sur la résistance des îlots aux glaces.

La géométrie des îlots est de forme hexagonale. La largeur au sommet est d'environ 26 mètres. La longueur au sommet est d'environ 58 mètres. La cote du sommet est à +5 (hydrographie). Sur une hauteur de 9 mètres à partir du sommet, la pente des remblais est de 2:1 et pour le reste des massifs de 1,5: 1. La quantité de matériaux requis pour la construction de ces îlots est d'environ 500 000m³.



PONT LAVIOLETTE
VUE GÉNÉRALE
PROTECTION DES PILES: N1,N2, S1,S2

Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement
 Technicien: JEAN PAUL GREGOIRE Date 86-02-11
 Echelle: 1: 2000 FIGURE N°4

3.2.1 NATURE DES MATÉRIAUX_____

Au niveau de la conception, on peut retenir les deux grandes options suivantes:

- . Tout l'ilot est constitué de tout-venant de carrière (calcaire, schiste ou granit), protégé par une carapace en granit et comportant un tablier parafouille sur tout le pourtour.
- . Les massifs sont constitués des éléments suivants: une partie en sable, protégée par une couche de tout-venant (calcaire, volcanique) et cet ensemble protégé par une carapace en granit.

Pour la protection des quatre piliers, comme déjà mentionné, la quantité globale de matériau est d'environ 500 000 m³.

Les sources potentielles d'acquisition de ces matériaux sont présentées à la figure 5.

Une recherche de matériaux de dragage nous a conduit à la conclusion qu'aucun dépôt, situé à une distance raisonnable du projet, ne présentait la qualité requise pour être utilisé dans ces travaux. Toutes les sources identifiées comportaient trop de matières fines et ne pouvaient être mises en place sans des pertes importantes dans l'environnement. En conséquence, cette option de dragage a été écartée.

Actuellement, on ne peut pas situer exactement la provenance des matériaux, puisque le choix de ceux-ci pourrait être offert à l'entrepreneur; ce dernier aura la possibilité de puiser les matériaux parmi les carrières, gravières ou sablières illustrées à la figure 5.

3.2.2 TRANSPORT ET MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX_____

Les matériaux seront transportés de leur site d'extraction vers le fleuve par camions, en empruntant les routes se rabattant sur les autoroutes 40 et 55, et de là, vers le port

de Trois-Rivières ou fort probablement vers un site à être utilisé temporairement à proximité du pont. Les matériaux seront alors chargés sur des barges ou acheminés par un convoyeur vers le site de mise en place.

Une étude sur modèle réduit a été exécutée au Laboratoire d'hydraulique Lasalle (1985). Celle-ci avait pour but de préciser les conditions de mise en place tenant compte des conditions hydrauliques du site. Elle avait également pour but de préciser les risques d'entraînement par les courants et les possibilités de désorganisation de la carapace par les plaques de glace de dérive.

Les conclusions générales de l'étude sont les suivantes:

- . Il faut, en tout premier lieu, procéder à la mise en place d'un cavalier (sous-couche) sur la périphérie du talus. Ce cavalier doit être construit par trémie.
- . Il est possible de construire une partie du noyau du massif avec du sable ayant un $d_{50} > 1\text{mm}$. Il faut cependant tenir compte des contraintes de hauteur à partir du fond et de la vitesse de l'eau en surface.
- . Il ne faut pas craindre les impacts de glace de dérive sur la stabilité des éléments de la carapace.

Dans le cas où le massif serait fait d'un tout-venant de carrière, le déchargement se ferait à l'aide de trémies. Si l'entrepreneur utilise du sable, le chargement pourrait se faire sur une barge à fond ouvrant et le déchargement par l'ouverture des vannes de fond; pour la sous-couche (cavalier), le tout-venant serait placé par trémies.

Que l'on emploie du sable ou strictement du tout-venant, la construction de la carapace en granit nécessite, pour sa mise en place, l'utilisation d'une benne-preneuse ou tout autre équipement qui assure l'emplacement exact des matériaux de la carapace.

Les îlots seront construits en couches successives de 2 mètres en gardant le tout-venant de la périphérie à 2 mètres plus haut que le niveau du sable de l'intérieur (figure 6). La zone située à l'amont immédiat de la pile sera aussi remplie avec du tout-venant.



UNITE ADMINISTRATIVE
 DIRECTION GÉNÉRALE DU GÉNIE
 DIRECTION EXPERTISES ET NORMES
 SERVICE DES SOLS
 ET CHAUSSÉES
 DIVISION DE LA GÉOLOGIE

LOCALISATION DU PROJET
 ROUTE TRONÇON SECTION
 0 0 5 5 0 0 5 0 0 1
 ROUTE TRONÇON SECTION

MUNICIPALITÉ
 Trois-Rivières-Ouest

COMTÉ MUNICIPAL
 St-Maurice

CIRCONSCRIPTION ÉLECTORALE
 Trois-Rivières

RÉGION DISTRICT CODE GÉOGRAPHIQUE
 04 43 43120

LÉGENDE

- Carrière en exploitation Type de roc
- Carrière non ouverte (prospect) Type de roc
- Type de roc
 - C Calcaire
 - G Roc granitique
 - V Roc volcanique
 - S Schiste
- Sablière en exploitation
- Sablière non ouverte (prospect)
- Gravière en exploitation contenant des blocs
- Gravière non ouverte (prospect)
- 17 Distance en km du gisement au pont Lavolette

DESSINÉ PAR: Anne Chavite

A	M	J	NATURE DE MODIFICATION	PAR
			DATE D'ÉMISSION DU PLAN	

PRÉPARÉ PAR
 Réal Gervais

SCEAU

DATE RECOMMANDÉ PAR
Jean Vézina

DATE APPROUVÉ PAR
Réal Gervais

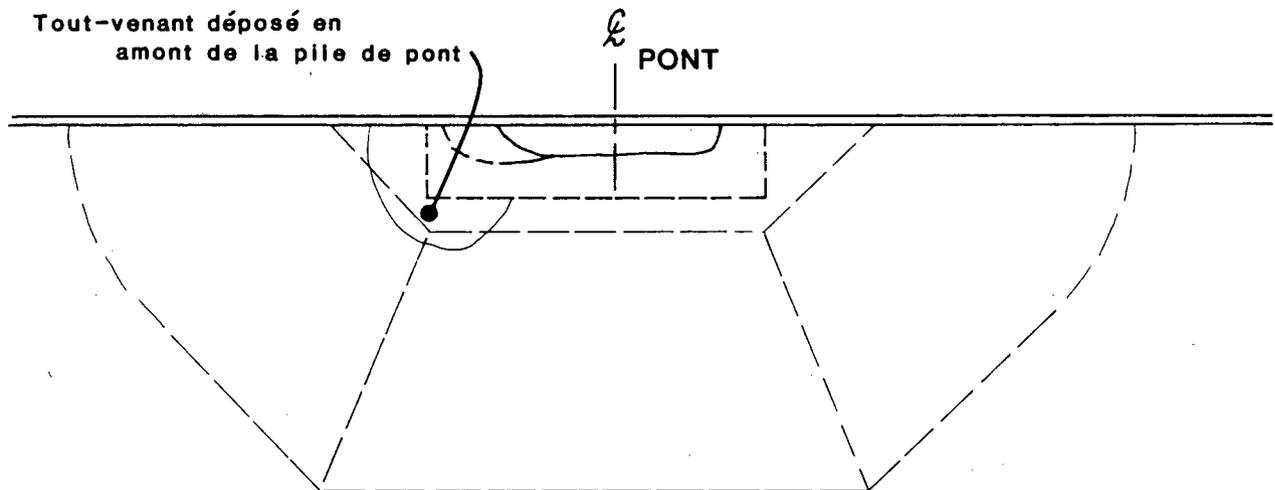
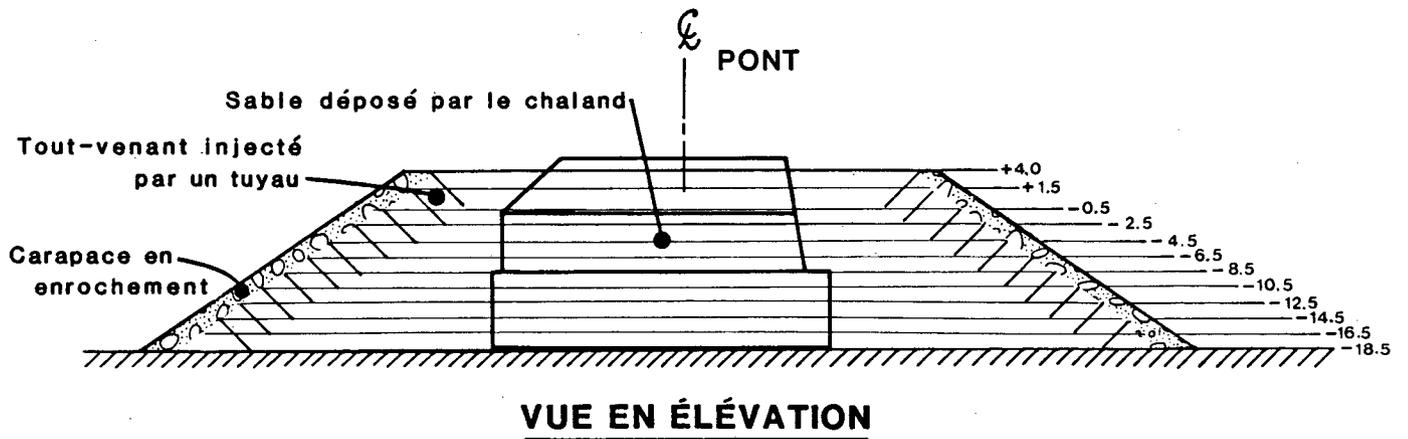
Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports

Recherche de matériaux

Protection des piliers du pont Lavolette

ÉCHELLE
 1:125 000

IDENTIFICATION TECHNIQUE
 0 0 1 5 1 0 1 5 8 1 4 1 1 6 0 1 1
 IDENTIFICATION CLASSEMENT



 Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

**PONT LAVIOLETTE -
PROTECTION DES PILES DE PONT**

MODE DE CONSTRUCTION RECOMMANDÉ

Source: Laboratoire d'hydraulique
Lasalle Ltée, 1985.

FEVRIER 1986

FIGURE 6

3.2.3 CALENDRIER DE REALISATION_____

La réalisation des travaux pour la phase 1 pourrait s'exécuter durant une année de calendrier. Toutefois, en raison de l'ampleur des ouvrages et dépendant de la date du début de construction, le calendrier pourrait s'étendre sur 2 ans.

La stratégie de construction n'est pas définie en ce sens qu'il est possible que l'on construise d'abord les protections aux piliers N_1 et S_1 puis celles aux piliers N_2 et S_2 ou bien que les quatre îlots soient érigés simultanément ou bien séparément.

DESCRIPTION DU MILIEU

4 DESCRIPTION DU MILIEU

4.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Puisque le projet consiste à créer des îlots dans le fleuve Saint-Laurent à partir de matériau d'emprunt (sable, tout-venant), nous avons délimité la zone d'étude en milieu aquatique en tenant compte de la zone d'impacts appréhendés sur les régimes hydrodynamiques et morphosédimentologiques, et ce dans les conditions les plus défavorables. Comme nous le verrons au chapitre 5, l'impact primaire du projet consistera en un transport et un dépôt de sédiments, que ce soit lors de la construction des îlots ou bien par l'affouillement du lit causé par des modifications du courant.

Contrairement à ce qui se produit généralement lors des remblayages, les sources d'impacts se situeront dans le chenal de navigation et non près des rives. Dès lors, à cause des vitesses élevées du courant dans le chenal, on peut s'attendre à ce que les sédiments en suspension suivent le couloir fluvial, possiblement sur une grande distance, et se déposent, en fonction de leur taille et des conditions hydrodynamiques du fleuve, dans l'une ou l'autre des zones de dépôt actuelles ou potentielles. On étudiera davantage les ressources biologiques des zones de sédimentation ainsi que celles localisées dans le chenal.

La zone d'étude en milieu aquatique comprend le tronçon du fleuve Saint-Laurent entre l'exutoire du lac Saint-Pierre jusqu'à Portneuf (figure 7), puisqu'à partir de ce point, des modifications hydrodynamiques importantes se produisent (influence prépondérante des marées, accroissement des vitesses et des profondeurs, complexification des mécanismes sédimentologiques, etc.) et que la distance (65 km) qui sépare Portneuf des chantiers potentiels est importante.

A notre avis, il semble, à première vue, peu probable que le

cône de dispersion des sédiments dépasse Portneuf avec une densité suffisante pour produire un impact environnemental perceptible.

Pour la zone terrestre en milieu riverain, nous avons retenu deux aires de chaque côté du pont où pourraient être installés les aménagements temporaires (aire de déchargement et de chargement) et où seront ressentis les impacts visuels. A l'annexe 4, nous présentons les conditions actuelles et le potentiel des sites possibles comme source de matériaux.

4.2 MILIEU PHYSIQUE

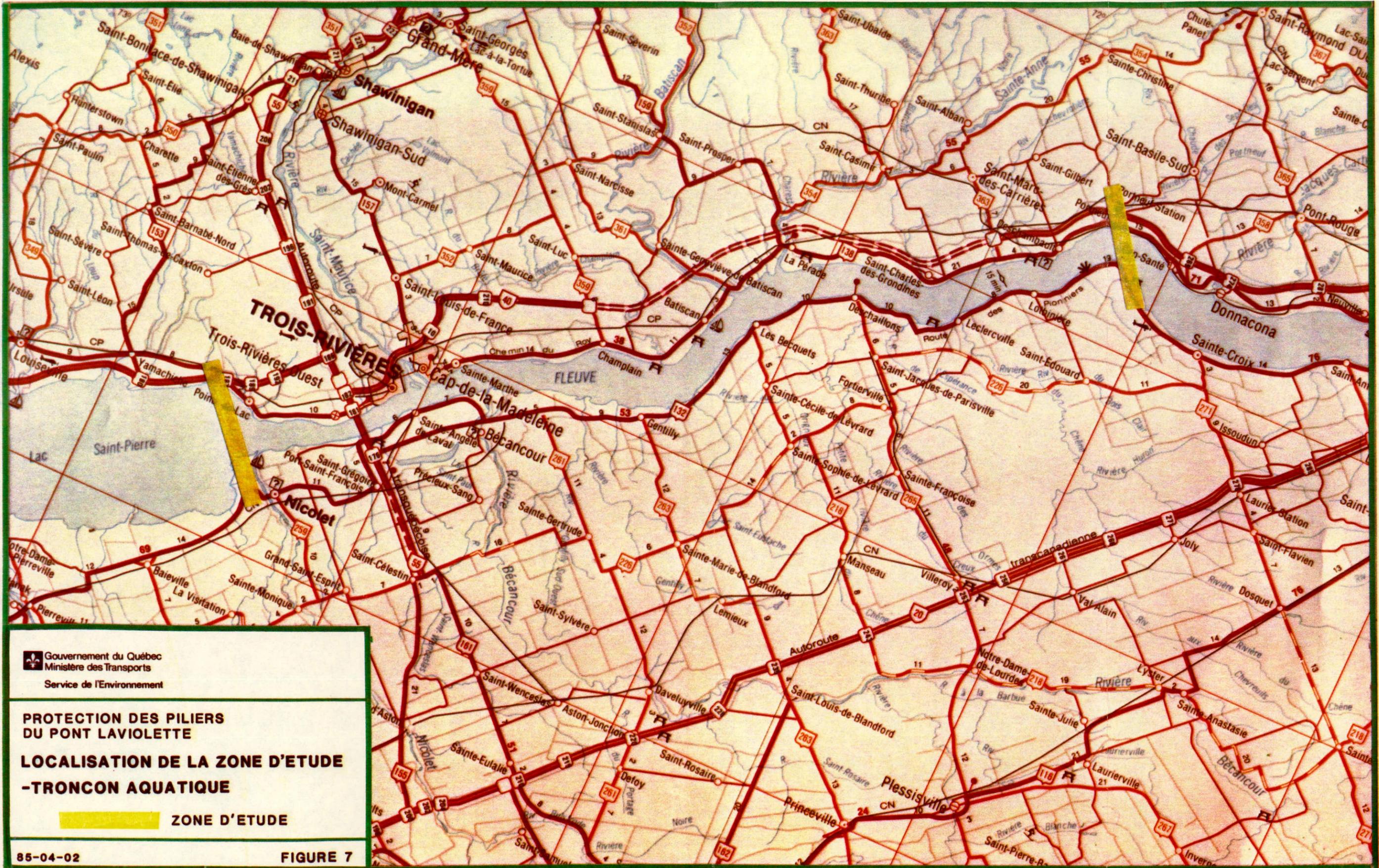
4.2.1 HYDROLOGIE

Le régime du fleuve

Le Saint-Laurent est un fleuve jeune de pente faible (7,5 m entre Montréal et Québec), sans grande variation de niveau et de débit en raison du rôle modérateur des Grands Lacs et des nombreux ouvrages hydrauliques de l'Outaouais (Pazdernik et al; 1978).

A la sortie du lac Saint-Pierre, le débit passe de 8 000 m³/sec à l'étiage à 13 500 m³/sec en période de crue. A la sortie de la rivière Saint-Jacques près de Québec, malgré l'apport de quatre tributaires importants, le débit ne s'accroît pas tellement; il atteint seulement 9 200 m³/sec en étiage et 14 600 m³/sec en période de crue.

A Port-Saint-François, le niveau de l'eau varie en moyenne de 0,7 m autour du niveau 1,3 m par rapport au zéro de référence (figure 8), ce qui est plutôt modeste. Cependant les écarts entre le maximum et le minimum, pour un même mois, atteignent jusqu'à 2,2 m en mai au moment du dégel. Ils ont pour effet de modifier significativement le périmètre du lac Saint-Pierre et la région de Gentilly en période de crue. En aval, puisque les rives deviennent de plus en plus étroites et



Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

**PROTECTION DES PILIERS
 DU PONT LAVIOLETTE
 LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE
 -TRONCON AQUATIQUE**

ZONE D'ETUDE

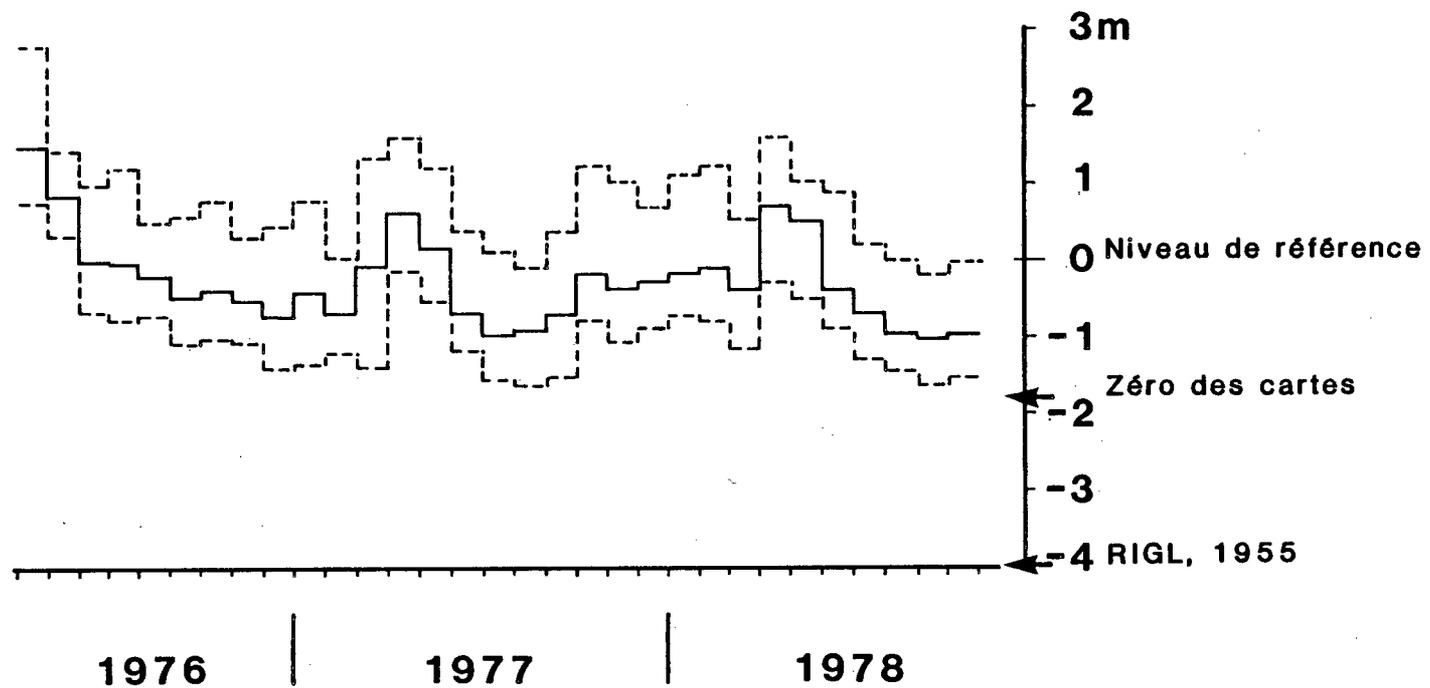


Figure 8: Niveau d'eau mensuel du Saint-Laurent dans la région de Gentilly (1976-77-78)

(Extrait de Vincent *et. al.*, 1979)

- Niveau moyen du fleuve
- Niveaux extrêmes du fleuve

escarpées jusqu'à Québec, le profil du fleuve s'en trouve moins transformé.

La vitesse d'écoulement varie beaucoup dans le Saint-Laurent. La canalisation crée un déséquilibre des masses d'eau et produit une accélération des vitesses dans le chenal maritime au détriment des secteurs riverains. A la sortie du lac Saint-Pierre, la vitesse moyenne va en augmentant tandis que les matériaux deviennent de plus en plus grossiers.

Au niveau de Trois-Rivières, la vitesse est élevée (environ 0,9 m/sec dans le chenal) à cause des grandes profondeurs qui caractérisent le tronçon du lac Saint-Pierre/Trois-Rivières et parce qu'il n'y a pas encore de renversement de courant. D'ailleurs, la berge nord s'en ressent puisqu'elle présente un caractère instable. Les profondeurs naturelles sont supérieures à 18 m, ce qui rend inutile tout dragage du chenal. De nombreuses battures apparaissent à partir de Gentilly et, à ces endroits, la vitesse d'écoulement est très faible.

A partir de Grondines, les vitesses deviennent relativement fortes; entre Les Becquets et Leclerville, elles passent de 1,6 m/sec au flot à 2,6 m/sec au jusant (ministère des Pêches et Environnement Canada, 1977).

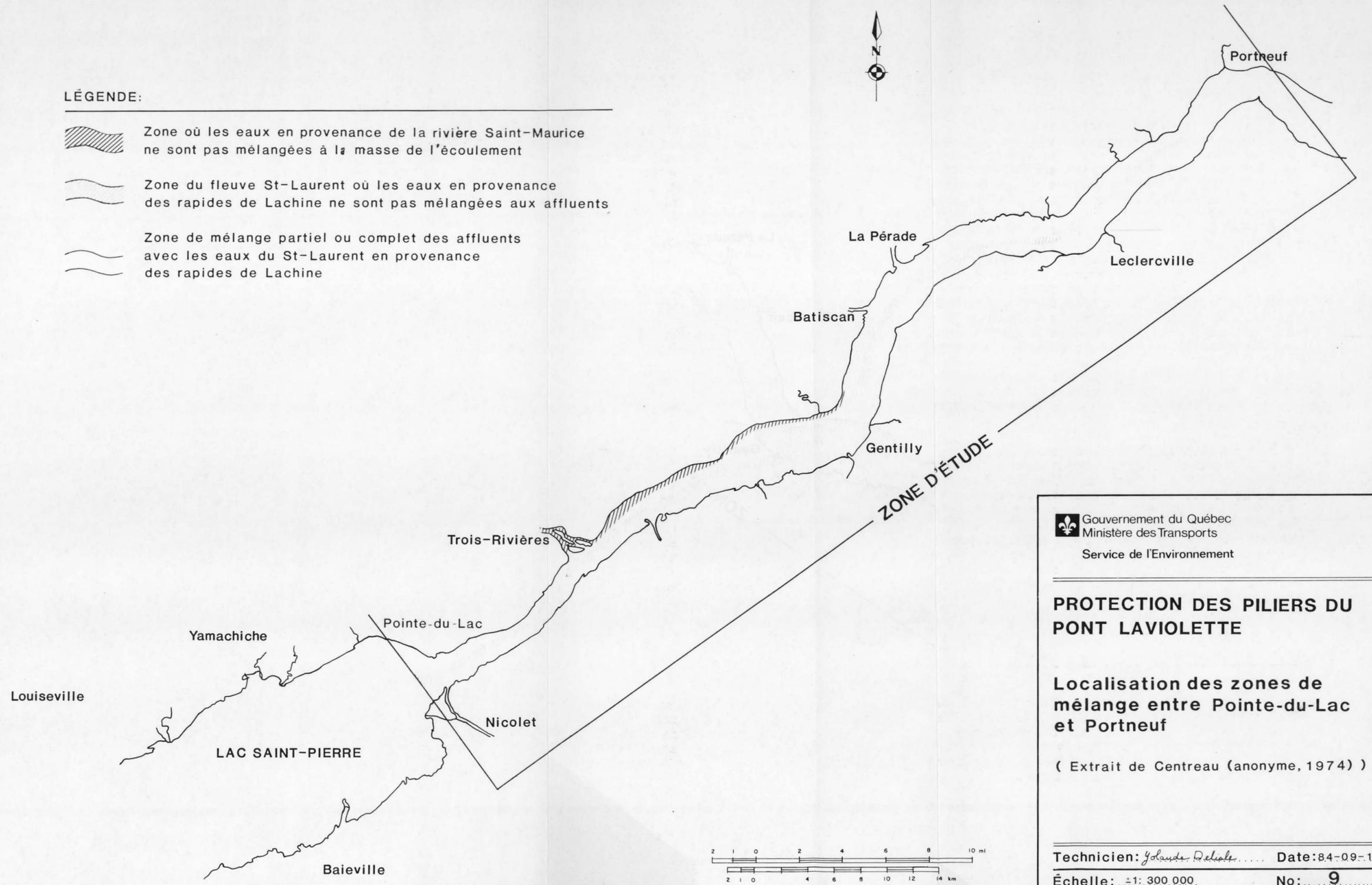
Puis vient le secteur des eaux douces à courant réversible qui débute au rétrécissement des rapides Richelieu et qui se termine à l'extrémité est de l'Ile d'Orléans. Sous l'effet de la marée d'eau douce, les courants subissent une inversion totale; l'écoulement du Saint-Laurent devient alors fortement non permanent. Dans les rapides Richelieu, la vitesse du courant atteint, en moyenne, 4,1 m/sec au jusant et 0,77 m/sec au flot. La profondeur naturelle du Saint-Laurent augmente après Portneuf, demeurant presque partout supérieure à 18 mètres. Le ralentissement des vitesses ne se produit qu'aux environs de Québec.

Evolution longitudinale des courants

La figure 9 montre l'évolution longitudinale des courants entre Pointe-du-Lac et Portneuf. Elle permet de discerner une zone où les eaux en provenance des rapides de Lachine ne sont pas mélangées aux affluents mais y évoluent parallèlement. C'est à l'intérieur de cette zone que se situent le chenal de navigation et les piliers à protéger.

LÉGENDE:

-  Zone où les eaux en provenance de la rivière Saint-Maurice ne sont pas mélangées à la masse de l'écoulement
-  Zone du fleuve St-Laurent où les eaux en provenance des rapides de Lachine ne sont pas mélangées aux affluents
-  Zone de mélange partiel ou complet des affluents avec les eaux du St-Laurent en provenance des rapides de Lachine



 Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Localisation des zones de mélange entre Pointe-du-Lac et Portneuf

(Extrait de Centreau (anonyme, 1974))

Technicien: *Yolande Delisle* Date: 84-09-19
Échelle: 1:300.000 No: **9**

Le régime des marées

Pazdernik et al. (1978) ont décrit le phénomène des marées estuariennes dans le Saint-Laurent. Ils identifient deux marées quotidiennes dissymétriques, dont le flot dure 2 heures et le jusant 10 heures. L'amplitude de l'onde de marée s'amortit rapidement et est de:

2,6 m à Grondines
1,1 m à Batiscan
0,9 m à Champlain
0,3 m à Trois-Rivières

L'onde se fait sentir jusqu'au lac Saint-Pierre où elle s'amortit définitivement. Les courants sont réversibles en surface jusqu'à Portneuf. Néanmoins des inversions locales peuvent se produire au cours du cycle des marées. Ces inversions se produisent en profondeur, et pendant le jusant, jusqu'au niveau de Batiscan (Dohler, 1961).

Au niveau du fond, les courants de marée peuvent remanier les sédiments au cours du cycle et donc affecter le charriage sédimentaire en lui imposant une composante nord-sud dans certaines régions. Ceci se traduira par un étalement des matériaux sur les rives du fleuve.

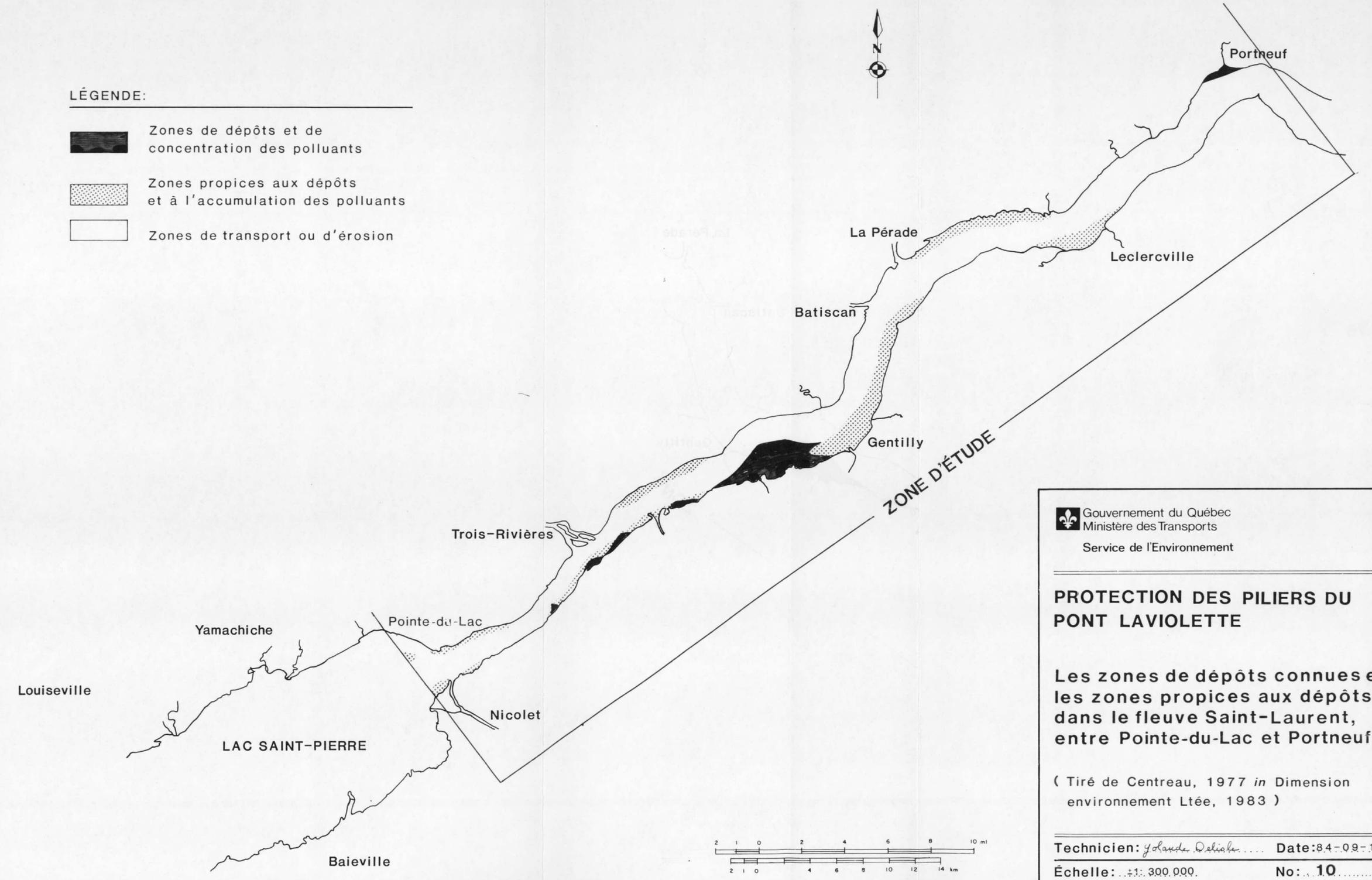
Théoriquement, des matériaux fins mis en suspension dans le chenal de navigation à proximité des piliers devraient suivre le couloir fluvial et se déposer, en fonction de leur taille et des conditions hydrodynamiques du fleuve, dans l'une ou l'autre des zones de dépôt actuelles ou potentielles (figure 10).

L'écoulement des glaces

Le groupe Lavalin a étudié l'effet qu'aura les îlots sur l'écoulement des glaces. Dans le cadre de cette étude (Lavalin, 1985 b), ils ont relevé les conditions existantes telles que présentées ci-dessous.

LÉGENDE:

-  Zones de dépôts et de concentration des polluants
-  Zones propices aux dépôts et à l'accumulation des polluants
-  Zones de transport ou d'érosion



 Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Les zones de dépôts connues et les zones propices aux dépôts dans le fleuve Saint-Laurent, entre Pointe-du-Lac et Portneuf

(Tiré de Centreau, 1977 in Dimension environnement Ltée, 1983)

Technicien: *J. Gauthier* Date: 84-09-19
 Échelle: 1:300,000 No: 10

Saisons des glaces

La saison des glaces commence généralement au début de janvier et se termine vers la fin mars.

Les niveaux d'eau pendant cette saison varient entre 2,0 et 3,0 m (marégraphique). Selon les observations de la Garde côtière canadienne, les niveaux d'eau pendant les dix années s'étendant de 1973 à 1984 ont été enregistrés comme suit:

Niveau maximal (février 1981)	3,49 m
Niveau dépassé 1% de temps	2,85 m
Niveau dépassé 2% de temps	2,53 m
Niveau dépassé 5% de temps	2,02 m
Niveau minimal (janvier 1982)	0,25 m

Régime des glaces

Dans les circonstances existantes, les piliers ne présentent pas d'obstruction à l'écoulement des glaces, et ne contribuent pas à la formation d'embâcles.

Le principal élément gouvernant le comportement des glaces en amont du pont est le lac Saint-Pierre. De larges fragments qui se détachent des glaces de rive se forment sur le lac ont tendance à bloquer le chenal de navigation. Un brise-glace stationné à Trois-Rivières pendant tout l'hiver a pour mandat de maintenir la navigation dans le secteur en amont du pont, y compris le lac. A cette activité s'ajoute aussi en hiver le passage d'environ cinq navires par jour. En conséquence, les glaces qui émergent de l'étroite embouchure du lac Saint-Pierre et qui s'engagent dans le chenal large et profond menant au pont consistent généralement en des glaçons de petite taille qui passent sous le pont sans difficulté. Il arrive cependant qu'un fragment de taille dépassant la travée centrale (>335 m de large) se détache des battures situées à l'embouchure du lac, et vienne se heurter aux piliers qui le tronçonnent et permettent aux glaçons de continuer de flotter vers l'aval.

La glace de rive dans le voisinage du pont s'éloigne plus de la rive sud que de la rive nord. Le chenal libre relevé sur

des photos s'étend au moins du pilier S1 au pilier N2 (chenal libre d'environ 490 m) ou plus généralement du pilier S2 au pilier N3 (chenal libre de 790 m).

4.2.2 QUALITÉ DE L'EAU

Dans leur étude sur la qualité de l'eau du Saint-Laurent, Gouin et Malo (1977) ont identifié un certain nombre de problèmes majeurs généralisés à l'ensemble du tronçon: des taux toujours très élevés de phénols et des concentrations très souvent excessives d'éléments nutritifs (azote ammoniacal et phosphore inorganique) et de bactéries. D'autres paramètres dont plusieurs métaux sont aussi, localement, responsables de détériorations notables du milieu (figure 11).

Outre les phénols et les coliformes totaux, les principaux facteurs limitant la qualité des eaux du côté nord du tronçon Trois-Rivières/Portneuf sont la couleur, les coliformes fécaux et le cadmium. Le fer, le cuivre et la turbidité y sont également non négligeables. Les concentrations d'azote assimilable et de phosphore inorganique sont faibles, à cause probablement de la dilution par la rivière Saint-Maurice qui longe la rive nord sur une assez grande distance avant de se mêler aux eaux du fleuve. L'étude de Jean et al. (1978) confirme que les orthophosphates, l'azote assimilable et l'azote ammoniacal se retrouvent en très faible concentration dans le Saint-Maurice.

La rive sud du tronçon présente des problèmes aigus de turbidité, de solides en suspension, de couleur et une concentration modérée mais toujours inacceptable pour le plein usage, de phosphore inorganique. Le fer et le nickel y sont aussi des contaminants.

La qualité de l'eau du chenal de navigation est beaucoup moins bien connue que celles de rives. Etant donné que le mélange des différentes masses d'eau est faible jusqu'à Portneuf et que les charges polluantes proviennent, en très grande partie, des rives (tributaires, égouts municipaux, industries), on présume que la qualité physico-chimique du chenal de navigation est supérieure à celle des rives.

LÉGENDE

- (*) Problèmes généralisés dans le St-Laurent
 - Phénols
 - Azote ammoniacal
 - Phosphore inorganique
 - Coliformes totaux

() Valeur élevée sans être excessive

Qualité moyenne (*)

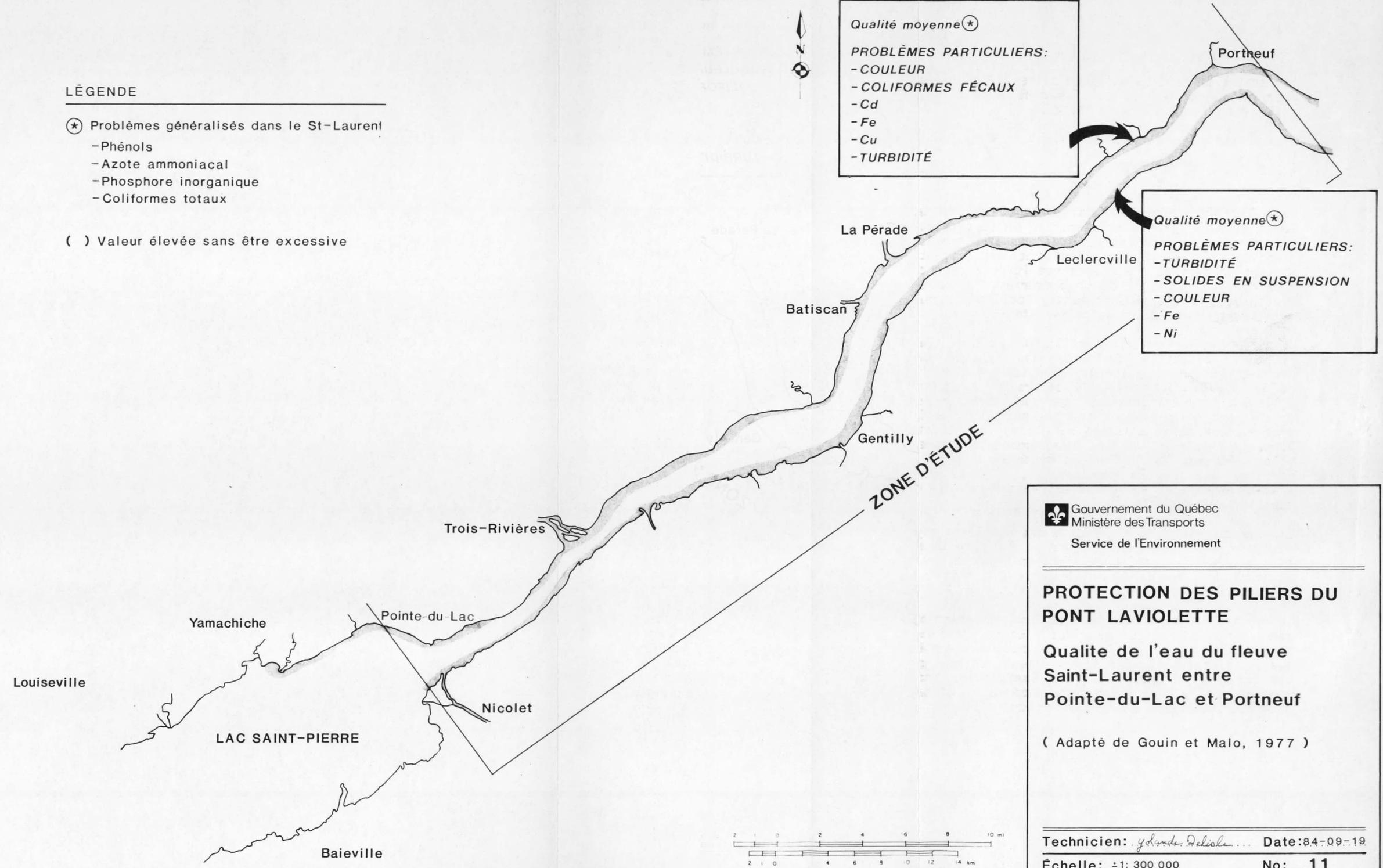
PROBLÈMES PARTICULIERS:

- COULEUR
- COLIFORMES FÉCAUX
- Cd
- Fe
- Cu
- TURBIDITÉ

Qualité moyenne (*)

PROBLÈMES PARTICULIERS:

- TURBIDITÉ
- SOLIDES EN SUSPENSION
- COULEUR
- Fe
- Ni



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Qualité de l'eau du fleuve
Saint-Laurent entre
Pointe-du-Lac et Portneuf

(Adapté de Gouin et Malo, 1977)

Technicien: *Y. Delisle* Date: 84-09-19
Échelle: 1:300,000 No: 11

4.2.3 SÉDIMENTS

Il existe, dans le Saint-Laurent, une grande hétérogénéité des fonds, tant du point de vue granulométrique que chimique. Ceci est en fait une conséquence des caractéristiques hydrodynamiques très variables d'un secteur à l'autre du fleuve (Sérodes, 1978).

A partir du Port-Saint-François, à cause d'une accélération de la vitesse des courants, le fleuve présente généralement des sédiments plus grossiers de tout le fleuve Saint-Laurent, la proportion de matériaux fins n'étant que de 20% en moyenne. Dans la région de Trois-Rivières, le fond du chenal est en majorité constitué de gravier (sur 0,3 à 3 m d'épaisseur), sauf par endroits où les dragages ont atteint la couche argileuse datant de la mer Champlain, et sur les nombreuses battures qui apparaissent à partir de Gentilly.

Selon le groupe Centreau, il est clair, qu'en raison des vitesses (supérieures à 0,6 m/sec) il ne peut se produire, dans le chenal, de dépôts d'éléments fins. Seuls des graviers peuvent y être roulés et y demeurer (Anonyme, 1973).

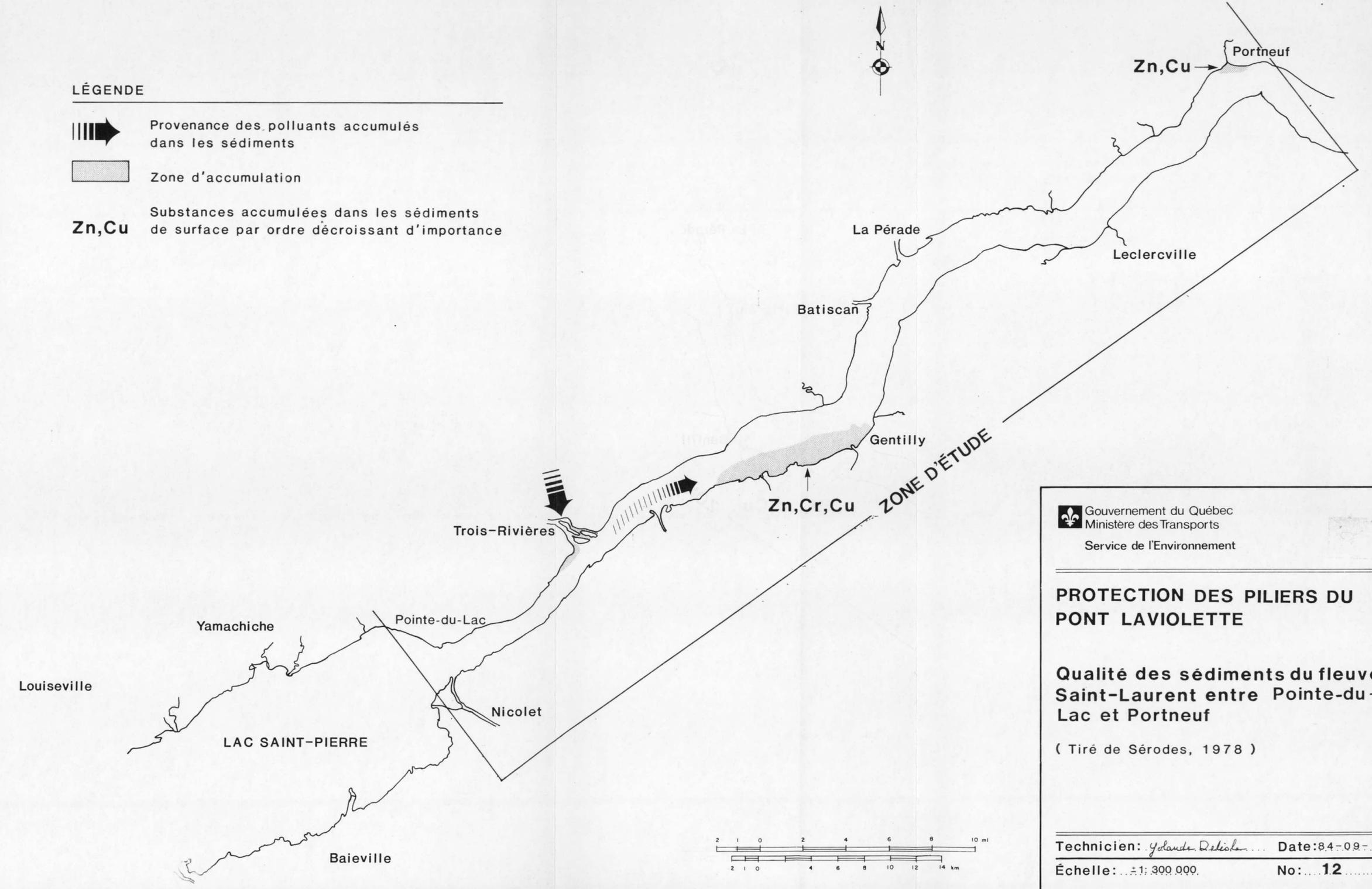
Dans cette section, les sédiments du chenal ne présentent pas de teneur particulièrement élevée en métaux; les teneurs se situent généralement sous la norme géochimique.

Dans le couloir fluvial, entre le lac Saint-Pierre et Portneuf, il existe une petite zone de dépôt au niveau de Trois-Rivières mais la région de Gentilly est, sans conteste, la plus importante aire d'accumulation des sédiments fins (figure 12). Elle est constituée, au nord du couloir, d'argile compacte recouverte, par endroits, de sable en transit. Cette portion possède une grande énergie hydrodynamique et un niveau d'érodibilité élevé. Au centre et au sud du fleuve, des zones à faible énergie hydrodynamique favorisent la sédimentation des matériaux fins à moyens et l'enrichissement en Cu, Cr, Pb et Zn: ce sont le delta de la rivière Bécancour et l'aval de la batture de Gentilly. Le taux de sédimentation y est d'environ 0,3 cm/an.

En aval de Gentilly, du côté nord du chenal de navigation, il existe une importante zone de sédimentation de sable et de gravier dans la région de Batiscaan-La Pérade et une autre zone de moindre importance dans la région de Portneuf. A Portneuf,

LÉGENDE

-  Provenance des polluants accumulés dans les sédiments
-  Zone d'accumulation
- Zn,Cu** Substances accumulées dans les sédiments de surface par ordre décroissant d'importance



 Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Qualité des sédiments du fleuve Saint-Laurent entre Pointe-du-Lac et Portneuf

(Tiré de Sérodes, 1978)

Technicien: Yolande Desjardins... Date: 84-09-19
Échelle: 1:300 000... No: 12

les sédiments présentent un enrichissement marqué en Cu et Zn ainsi que des valeurs ponctuelles élevées en Hg. Parallèlement les quantités d'argile et de limon y sont plus importantes près des berges.

Du côté sud, la seule zone de sédimentation à signaler à part Gentilly se trouve au niveau de Leclercville; les sables occupent la plus grande proportion du substrat (50 à 99%) et les teneurs en métaux y sont normales. Au centre du couloir, les sédiments sont presque exclusivement constitués de sable et de gravier.

4.3 RESSOURCES BIOLOGIQUES

4.3.1 VÉGÉTATION

Du lac Saint-Pierre à Grondines, le fleuve est constitué de bandes marécageuses étroites échelonnées le long des deux rives. Les berges sont plutôt rectilignes et basses dans la partie ouest et faiblement escarpées du côté de Grondines.

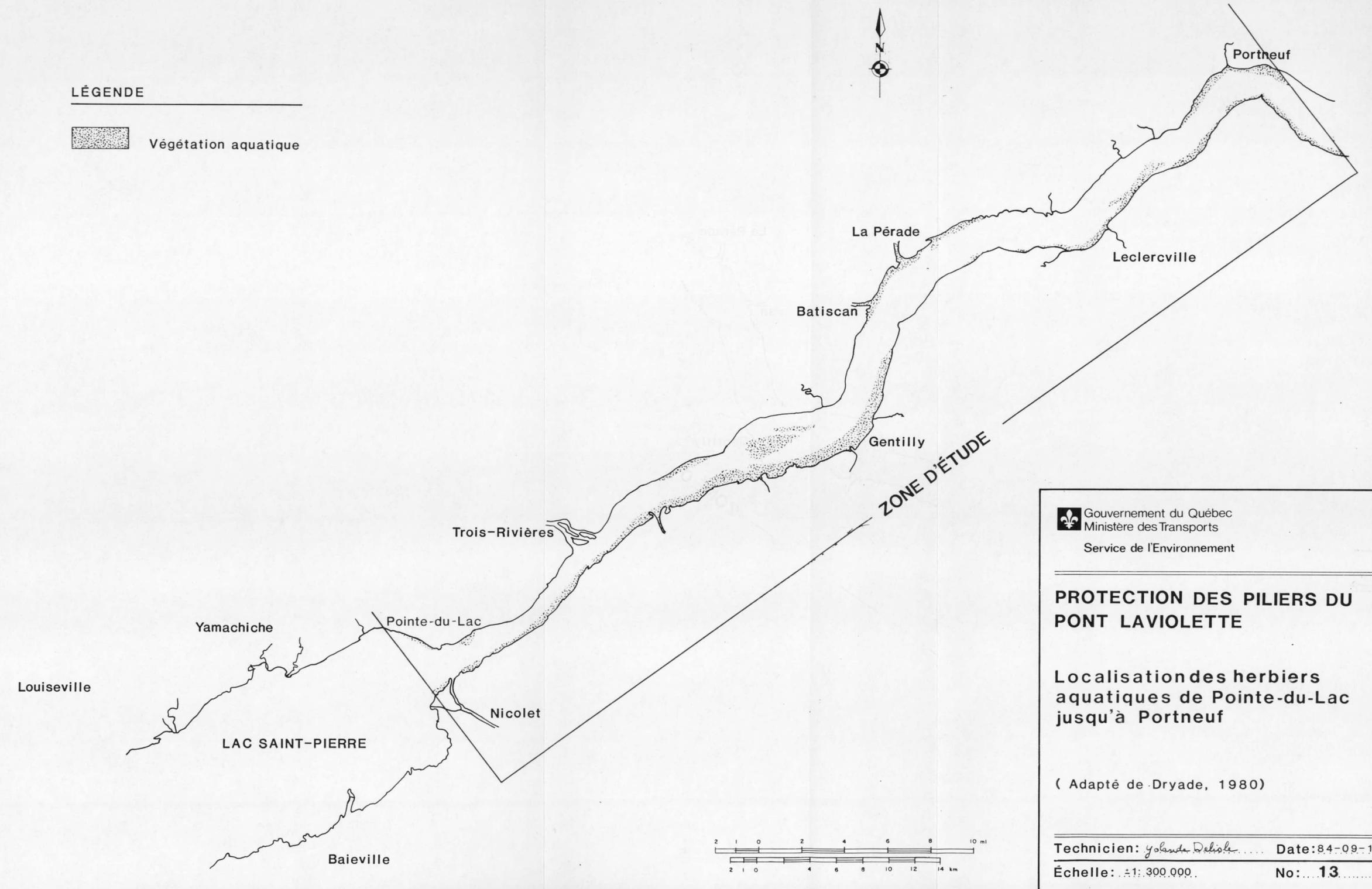
La rive nord est très artificialisée jusqu'à l'embouchure de la rivière Batiscan; les herbiers submergés y sont absents et la végétation riveraine très rare (figure 13). Peu d'espèces végétales peuvent résister aux conditions extrêmes qui prévalent à cet endroit. La prairie à *Phalaris arundinacea* et l'érablière argentée s'y sont pourtant adaptées; elles maintiennent cependant une grande homogénéité dans la composition floristique de leur strate herbacée (Lamoureux et Lacoursière, 1976).

Le côté sud de la rive est mieux garni; une étroite bande végétale submerge la ceinture jusqu'à Gentilly. Au niveau des hauts-fonds de Gentilly les herbiers prennent de l'importance: ils colonisent en effet 2700 ha.

Lacoursière et al (1975) ont décrit sommairement l'étagement de la végétation de ce secteur. Il contient:

LÉGENDE

 Végétation aquatique



 Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

**PROTECTION DES PILIERS DU
PONT LAVIOLETTE**

**Localisation des herbiers
aquatiques de Pointe-du-Lac
jusqu'à Portneuf**

(Adapté de Dryade, 1980)

Technicien: *Yolande Delisle* Date: 84-09-19

Échelle: 1:300,000 No: **13**



"... un premier étage en milieu riverain occupé par une formation arbustive de Salix cordata Mühl, Salix interior Rowlee et Salix Tucida Mühl. La zone suivante est dominée par Sagittaria latifolia Willd accompagnée principalement d'Eleocharis Smallii Britton, de Pontederia cordata L, de Sparganium eurycarpum Engelm et Scirpus americanus Pers. lequel devient de plus en plus abondant en eau profonde jusqu'au point de surplanter Sagittaria latifolia Willd. Dans les zones de plus de 1,5 m de profondeur, on trouve le Scirpus acutus Mühl avec Vallisneria americana Michx et Myriophyllum exaltescens Fern."

De Batiscan à Portneuf, les groupements à scirpe américain envahissent littéralement la rive nord, profitant des hauts-fonds de vase et des portions riveraines d'eau calme. Derrière eux, l'écotone riverain prend également de l'expansion; il se caractérise par un premier étage d'ilots arbustifs dispersés dans des herbiers émergents suivis d'importants boisés riverains périodiquement inondés et, derrière, des terres en culture.

Face à ces herbiers, la rive sud demeure très pauvre; elle est constituée d'argile et ses berges sont escarpées et généralement dépourvues de végétation.

4.3.1.1 QUALITÉ CHIMIQUE DE LA VÉGÉTATION

La vallisnérie, l'hétéranthère et le cératophylle ont servi à déterminer le degré d'enrichissement métallique de la végétation submergée du Saint-Laurent. Béland et Demers (1977) ont établi que dans le tronçon Cornwall-Gentilly les disparités locales et l'accumulation des substances toxiques s'expliquent par l'hétérogénéité des sources de contamination entre les deux rives et par l'absence de mélange transversal des masses d'eau.

En aval du lac Saint-Pierre des teneurs anormalement élevées de Si et Pb sont détectées le long de la rive sud mais la plus forte contamination se produit à Gentilly où une teneur extrême de cadmium a été observée dans la région immédiate de la centrale nucléaire.

De Gentilly à Portneuf, nous ne possédons aucune donnée sur la qualité chimique des herbiers submergés. Cependant une étude entreprise à Cap-Rouge près de Québec a démontré que Scirpus americanus est particulièrement apte à absorber le cadmium et le mercure et qu'Eleocharis Smallii fait de même pour le mercure et le plomb (Carbonneau et Tremblay, 1972). Ces deux espèces sont largement réparties dans le couloir fluvial en aval de Batiscan.

4.3.2 BENTHOS

Vincent (1979) a étudié la distribution des espèces benthiques dans le couloir fluvial du Saint-Laurent (figure 14). D'après lui, la section Port-Saint-François/Portneuf constitue une zone de transition entre le fleuve et l'estuaire d'eau douce. Il y existe une succession longitudinale d'espèces qui traduit une modification de deux composantes abiotiques du milieu: la vitesse du courant et la nature du substrat. L'augmentation de la vitesse du courant favorise le remplacement de Bithynia tentaculata, l'espèce dominante du tronçon supérieur, par Viviparus georgianus. Cette dernière espèce montre une préférence pour les substrats les plus graveleux, tandis que les tubificidés colonisent surtout les substrats sablo-vaseux et les groupements à Bithynia tentaculata, Pisidium amnicum et Sparganophilus tamesis préfèrent les sédiments à granulométrie intermédiaire.

Il constate également une diminution progressive du nombre d'espèces, en particulier de gastéropodes et d'hirudinés d'amont en aval du couloir. Dans la partie supérieure du tronçon, il retrouve une faune benthique littorale identique à celle du lac Saint-Louis. Les rapides Richelieu représentent un biotope particulier, caractérisé par les genres Ephemera et Ephoron.

La distribution des communautés benthiques a été étudiée en profondeur au niveau de Gentilly (Vincent et Vaillancourt, 1978). On y distingue dix groupements qui sont définis par une, deux ou trois espèces constantes et dominantes (annexe 5).

En facies lentique, la zonation se fait en fonction de la profondeur; Bithynia tentaculata y est caractéristique. Dans le

	EMBOUCHURE DU LAC ST-PIERRE			AMONT DE STE-ANGÈLE DE LAVAL			STE-ANGÈLE DE LAVAL			AMONT DE GENTILLY			GENTILLY			RIVIÈRE AUX ORIGNAUX			LES BECQUETS		LECLERCVILLE		RAPIDES RICHELIEU	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	1	2
<i>Dicotendipes</i> sp.	●	●		■	●	▲																		
<i>Phylocentropus placidus</i>				■	▲	▲	●	●	●		●	▲												
<i>Lymnaea elodes</i>				●		●		▲	●	●	▲	●	▲	●										
<i>Sphaerium lacustre</i>	●			●	▲	▲	▲	●	●	●	▲	●	▲	●										
<i>Valvata tricarinata</i>	●			●	▲	▲	▲	●	●	●	▲	●	▲	●										
<i>Gyraulus</i> sp.C	▲	●		●	●				●					●		▲								
<i>Cryptochironomus</i> sp.				■			▲	▲	●	●	●	■			●	▲	▲							
<i>Helisoma trivolvis</i>				●	●		●	●	●	●	●	●			●	▲	▲	▲	■			●		
<i>Valvata sincera</i>	●			●	●		▲	●	●	■	●			●	●	■	▲	▲	▲					
<i>Amnicola limosa</i>	●			●			●							▲	●	●		▲	●	●				
<i>Sphaerium transversum</i>	●	▲	■			■			●		●					●	●			▲	●	▲		
<i>Sparganophilus tamesis</i>				■	▲	■	■	■		■	●		■	■	■	▲	■	▲	■	●	●	▲	●	
<i>Glossiphonia complanata</i>	●			▲	▲		▲	▲		■	▲			▲		▲	▲					●	●	
<i>Helobdella stagnalis</i>	●			●	▲	▲	●	▲	●	▲	●			▲		▲	▲					●	●	
<i>Bithynia tentaculata</i>	▲	▲		■	■	▲	■	■	▲	■	■	▲	■	■	■	■	■	■	■	▲	▲	▲	●	
<i>Sphaerium corneum</i>	●			●	▲	▲			●			▲	●				●	●	▲	●	▲	■	■	
<i>Mooreobdella microstoma</i>	●	●		▲	▲	▲			●	▲	▲		●		●				▲	●	▲	■	■	
<i>Erpobdella punctata</i>	▲	●		▲	▲	▲	■	▲	●	▲	■		▲	▲	■							▲	▲	
<i>Sphaerium striatinum</i>			■	●		▲	●		●	●			▲	▲		■	■	■	▲	■	■	▲	▲	
<i>Cryptochironomus</i> sp.B	▲																		▲	●	●	▲	▲	
<i>Pisidium amnicum</i>	●	▲		▲	●	■	■	▲	●	■	■	■	■	■	■	▲		▲	●	▲	▲			
<i>Peloscolex ferox</i>		▲		●						●		■	■	■	■	▲	▲	▲	■	▲	■	▲		
<i>Procladius</i> sp.			●					▲		●		■	■	■	●			▲						
<i>Potamotheix moldaviensis</i>				▲							■	■	■		●	●				▲			▲	
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	■	■	■	■	■			■		■	■	■	▲	●	▲					■	▲		▲	
<i>Tubifex tubifex</i>	▲	■		▲	●															●				
<i>Limnodrilus udekemianus</i>				▲																				
<i>Limnodrilus cervix</i>																			■					
<i>Viviparus georgianus</i>																					●			
<i>Psammorectides barbatus</i>																								
<i>Pseudochironomus</i> sp.																						▲	▲	
<i>Ephoron</i> sp.																						■	■	
<i>Ephemera</i> sp.																						■	▲	

Figure 14: Distribution et classes de fréquence des principaux taxons benthiques.

(Adapté de Vincent, 1979)

1, 2 et 3: Profondeurs respectives de 1, 2 et 3 mètres par rapport au zéro hydrographique

Fréquence: Pourcentage du nombre total d'individus

● < 1 1 ≤ ▲ < 5 5 ≤ ■

facies lotique, la nature des groupements dépend essentiellement du substrat. Le tubificidé Limnodrilu hoffmeisteri est la seule espèce caractéristique. Les trichoptères Hydropsyche sp et Cheumatopsyche sp colonisent les substrats grossiers (roche, gravier) tandis que le chironomide Xenochironomus sp caractérise l'argile marine ou lacustre très compacte.

4.3.2.1 QUALITÉ DU MILIEU AQUATIQUE

Du pont Laviolette au pont Laporte, Lévasseur (1977) a recensé, en gros, la même quantité de groupes taxonomiques du benthos, soit 37 (rive sud) et 36 (rive nord) pour un total de 48 sur l'ensemble du couloir. L'abondance moyenne au mètre carré est de 1695 pour la rive sud et 1191 pour la rive nord. Un an plus tard, Vincent (1979) a retrouvé une densité comparable dans les zones littorales et infra-littorales de la rive sud. Il a par ailleurs observé une diminution progressive de la densité benthique du lac Saint-Pierre à Portneuf (figure 15).

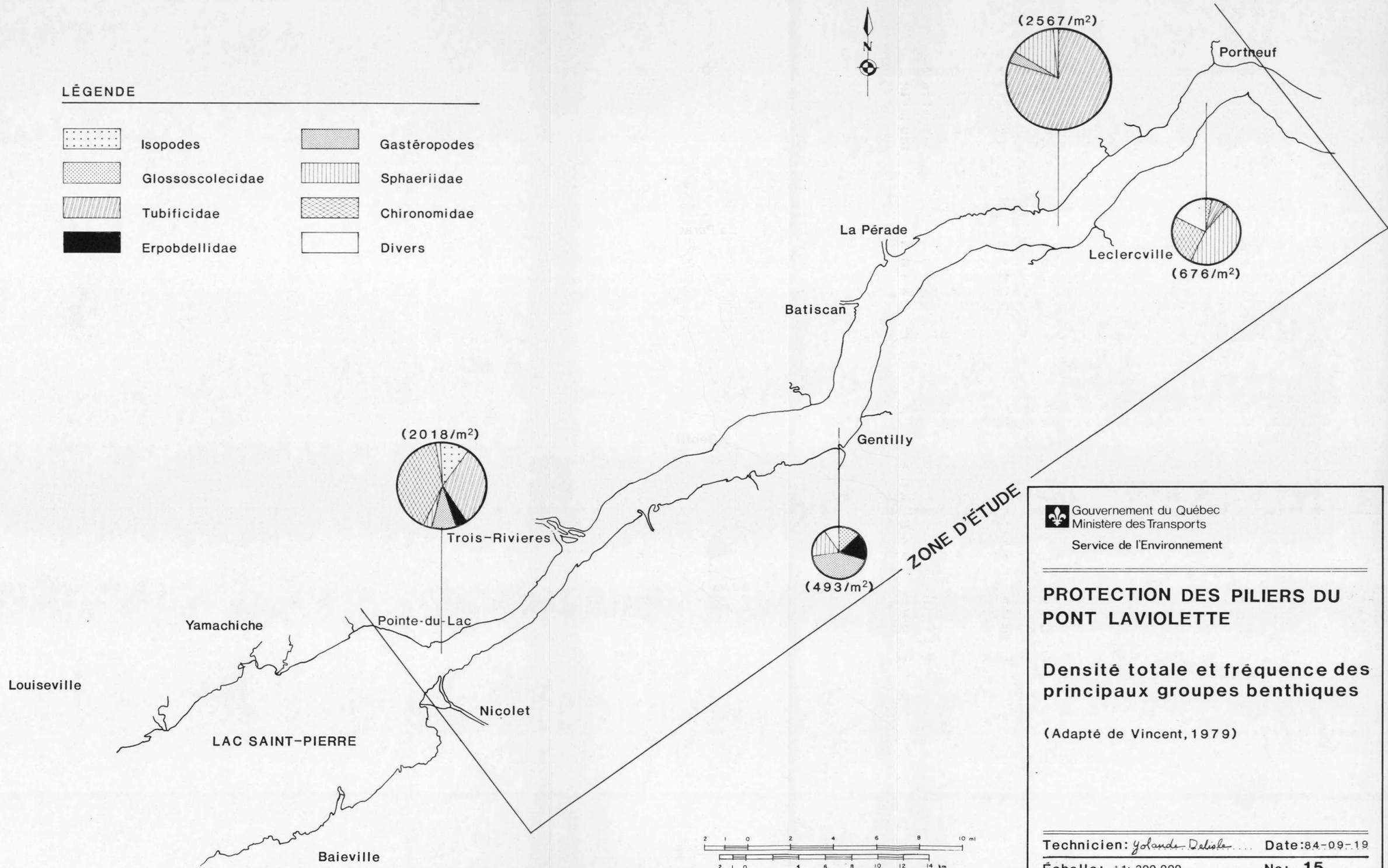
Les densités varient évidemment d'un point à l'autre du fleuve, selon les apports des tributaires, le type de substrat, le courant, etc.

Par exemple du côté nord, à l'embouchure des rivières Champlain et Batiscan, on note une dégradation significative du milieu marquée par le pourcentage élevé de tubificidés et par la faible représentativité des autres taxons, en particulier des insectes (figure 16). La rivière Sainte-Anne semble, pour sa part, contribuer à améliorer sensiblement la qualité du fleuve. C'est d'ailleurs à son embouchure que Lévasseur a observé les plus fortes concentrations de diptères du fleuve.

Sur la rive sud, un échantillonnage restreint n'a permis de déceler que deux détériorations notables du Saint-Laurent: elles sont situées à l'embouchure des rivières Gentilly et du Chêne. En aval de ces cours d'eau, la récupération est rapide. L'embouchure de la rivière Bécancour semble, pour sa part, être en bon état.

LÉGENDE

	Isopodes		Gastéropodes
	Glossoscolecidae		Sphaeriidae
	Tubificidae		Chironomidae
	Erpobdellidae		Divers



Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Densité totale et fréquence des principaux groupes benthiques

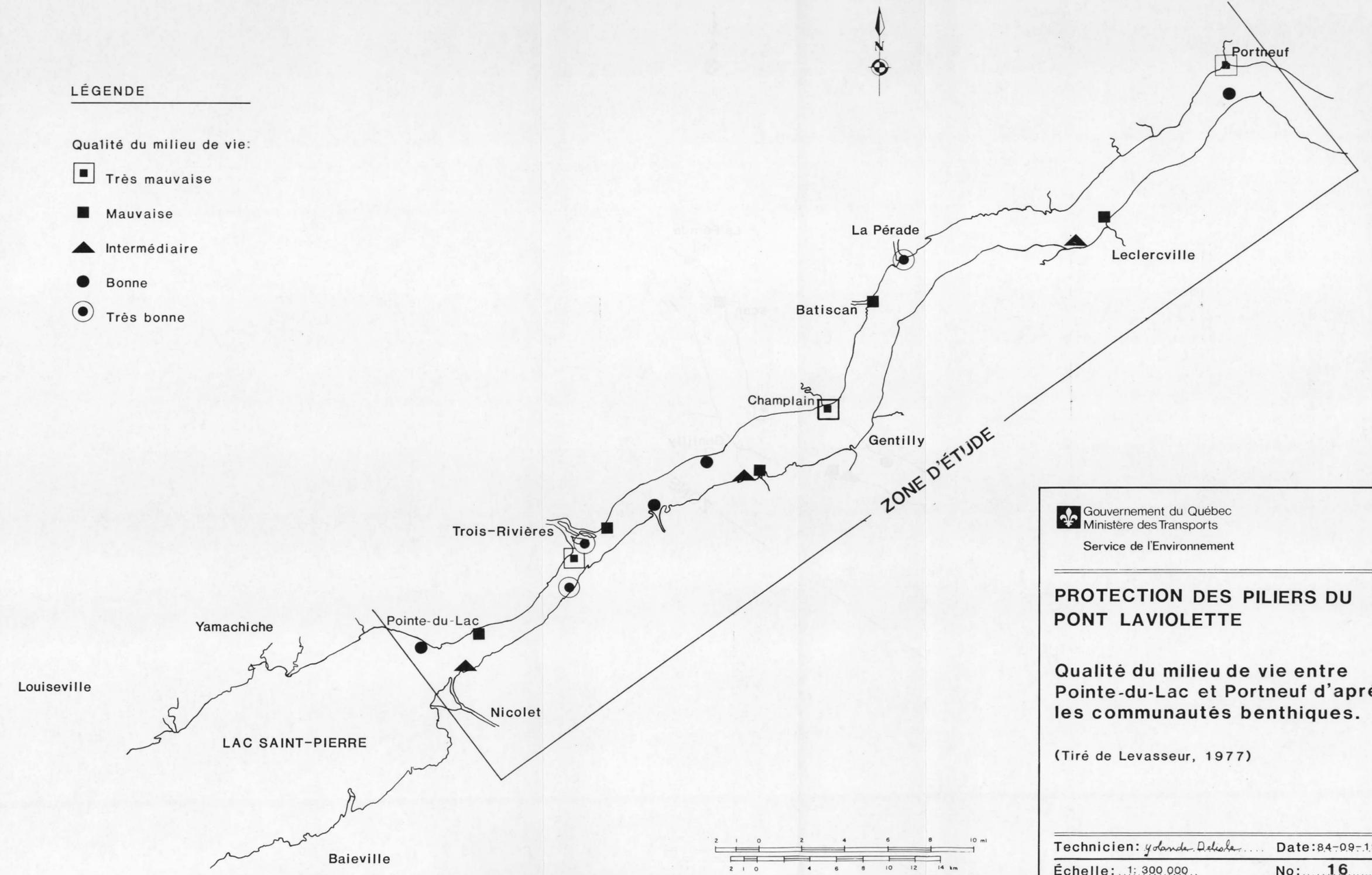
(Adapté de Vincent, 1979)

Technicien: Yolande Desjardis Date: 84-09-19
 Échelle: 1:300.000 No: 15

LÉGENDE

Qualité du milieu de vie:

- ▣ Très mauvaise
- Mauvaise
- ▲ Intermédiaire
- Bonne
- ⊙ Très bonne




 Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE
Qualité du milieu de vie entre Pointe-du-Lac et Portneuf d'après les communautés benthiques.
 (Tiré de Levasseur, 1977)

Technicien: *Yvonne Deschênes* Date: 84-09-19
 Échelle: 1:300,000 No: 16

4.3.3 FAUNE ICHTYENNE

Tous les secteurs de la zone d'étude n'ont pas été étudiés avec la même attention de la part des chercheurs. Les secteurs les mieux connus se trouvent entre Pointe-du-Lac et le pont Laviolette et dans la région de Gentilly. Pour le reste du territoire, les données actuelles sont basées, en grande majorité, sur les études effectuées par Bouchard (1976) et Bergeron (1977).

Par rapport aux secteurs en amont, le potentiel de reproduction pour la faune ichtyenne est limité dans la zone d'étude pour plusieurs raisons énumérées au paragraphe suivant.

En plus du batillage causé par les bateaux à fort tonnage, les marées qui se font sentir jusqu'au lac Saint-Pierre, représentent un des éléments perturbateurs importants des frayères en eau calme (Massé et Mongeau, 1974). Ces variations quadri-quotidiennes du niveau d'eau empêchent le rôle important des crues printanières dans l'organisation structurale et opérationnelle de ce type de frayère. En plus, les rives sont généralement perturbées surtout le long de la rive nord et les berges deviennent escarpées de l'amont vers l'aval. Les estrans rocheux d'un faible pouvoir de rétention sont également plus nombreux.

Le secteur amont, situé entre Pointe-du-Lac et Batiscan, offre des conditions supérieures pour la faune ichtyenne que le secteur aval. L'amplitude des marées atteint un maximum de 0,3 m et la végétation, la pente et le substrat des rives (surtout la rive sud) s'apparentent étroitement avec ceux du lac Saint-Pierre.

Dans le secteur amont, Massé et Mongeau (1974) ont étudié le tronçon compris entre Pointe-du-Lac et le pont Laviolette (tableau 5). Un total de quarante-trois (43) espèces ont été répertoriées. Parmi celles-ci, la perchaude (Perca flavescens) domine largement avec 83% du total des captures chez les espèces d'intérêt sportif et/ou commercial. Viennent ensuite le meunier noir (Catostomus commersoni) avec 6%, le doré jaune (Stizostedion vitreum) avec 3,7%, la barbotte brune (Ictalurus nebulosus) avec 2,8%, le grand brochet (Esox lucius) avec 1,9%, le doré noir (Stizostedion canadense) avec 1,5% et, finalement, de proportion moindre: la lotte (Lota lota), le suceur rouge (Moxostoma macrolepidotum), le meunier rouge (Catostomus catostomus) et le suceur blanc (Moxostoma anisurum).

TABLEAU 5: INVENTAIRE* ICHTYOLOGIQUE DU FLEUVE SAINT-LAURENT
ENTRE POINTE-DU-LAC ET LE PONT LAVIOLETTE ET DANS
LE SECTEUR DE GENTILLY

	POINTE DU LAC ¹ PONT LAVIOLETTE		GENTILLY ²	
	N	%	N	%
Esturgeon jaune	12	0,11	55	6,5
Grand brochet	199	1,86	153	18,1
Meunier rouge	13	0,12	8	0,95
Meunier noir	658	6,14	159	18,8
Suceur blanc	13	0,12	9	1,1
Suceur rouge	16	0,15	0	0,00
Barbotte brune	302	2,82	49	5,8
Barbue de rivière	12	0,11	11	1,3
Barbotte des rapides	2	0,02	0	0,00
Chat-fou brun	2	0,02	0	0,00
Anguille d'Amérique	0	0,00	2	0,24
Lotte	25	0,23	25	3,0
Baret	1	0,01	9	1,1
Crapet de roche	2	0,02	10	1,2
Crapet-soleil	14	0,13	3	0,35
Achigan à petite bouche	4	0,04	5	0,6
Marigane noire	2	0,02	0	0,00
Perchaude	8 884	82,9	319	37,8
Doré noir	160	1,5	0	0,00
Doré jaune	395	3,70	28	3,3
TOTAL:	10 716	100,02	845	100,14

Source: 1 Massé et Mongeau, 1974
2 Couture et al. 1976

* Seules les espèces d'intérêt commercial et/ou sportif ont été retenues

Encore dans le même secteur, l'inventaire ichtyologique effectué à Gentilly, par le groupe Thermopol (Couture et al, 1976), confirme la baisse de diversité des espèces et présente à nouveau un changement d'importance relative des principales espèces. Ainsi, les principales espèces d'intérêt commercial et/ou sportif du secteur deviennent la perchaude avec 37,8%, le meunier noir avec 18,8%, le grand brochet avec 18,1%, l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) avec 6,5% et le doré jaune avec 3,3%. On remarque aussi l'apparition d'une nouvelle espèce très populaire et très importante au plan de la pêche commerciale et sportive: le poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*). L'importance socioéconomique régionale et locale de cette ressource n'est plus à démontrer.

On remarque donc, d'amont en aval, une transformation constante dans la structure des communautés ichthyennes en réponse sans doute aux changements hydrodynamiques décrits précédemment.

4.3.3.1 FRAYÈRES ET AIRES D'ALEVINAGE

La reconnaissance des principaux sites de fraie utilisés et potentiellement utilisables s'est faite à partir de deux documents: le travail de Pageau et Tanguay (1977), qui identifie les sites prioritaires et/ou importants de fraie et celui de Bouchard (1976) qui, en plus d'identifier les zones effectivement utilisées, cherche à identifier les zones qui offrent un potentiel. La figure 17 et le tableau 6 identifient la localisation de ces sites.

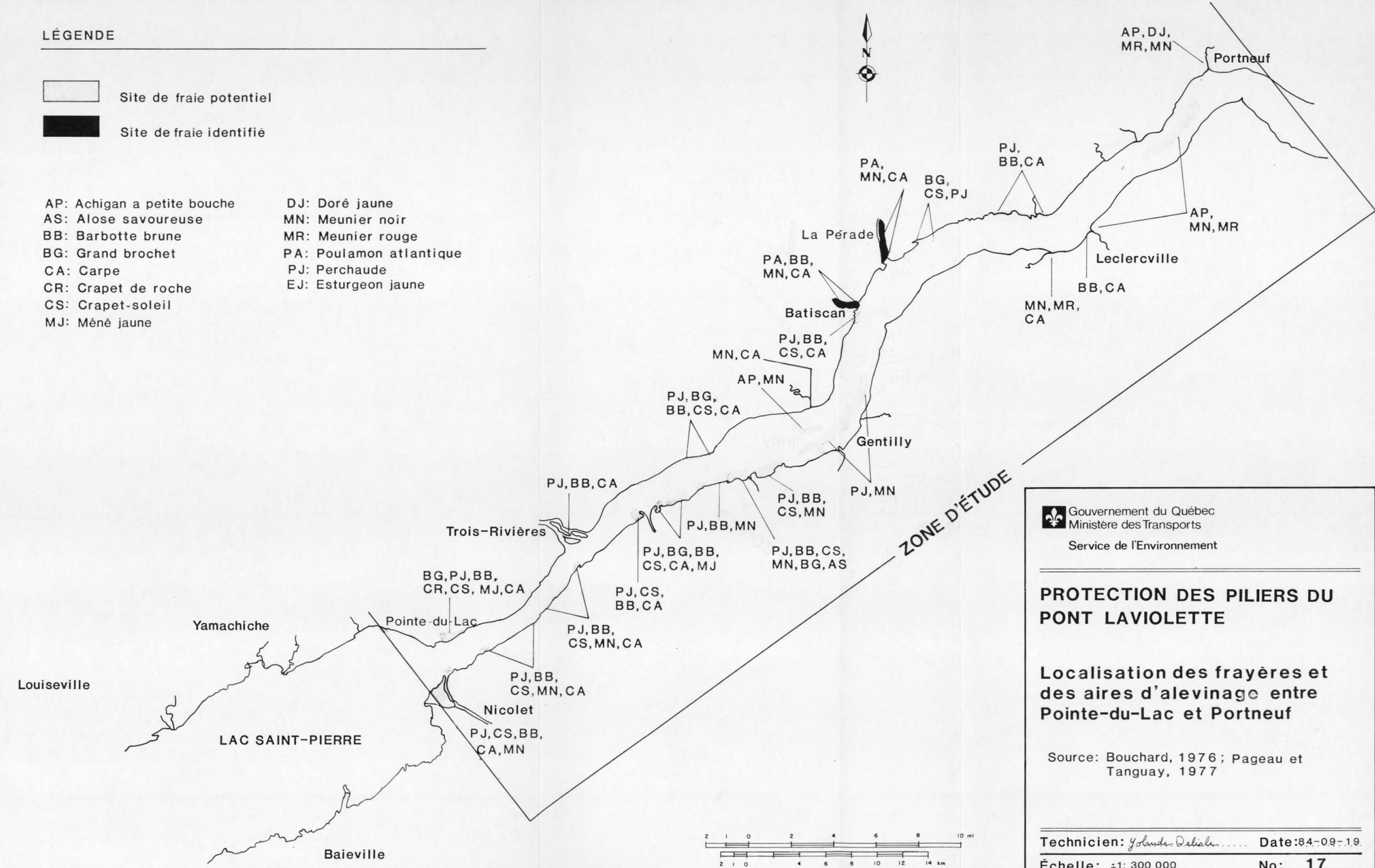
Entre Pointe-du-Lac et Champlain, on peut reconnaître douze (12) sites de fraie potentiels ou identifiés. Parmi les plus importants, il y a un secteur près de la rive sud à un kilomètre en amont du pont Laviolette, la portion proximale de la rivière Godefroy, la baie à l'ouest de la rivière Gentilly et la batture située face à la rivière Bécancour.

Ces sites se situent davantage dans la zone d'influence des marées. De plus, les rives sont plus courtes et plus encaissées avec des pentes douces à moyennes, souvent dénudées de végétation. La rive nord étant sensiblement plus artificialisée, le potentiel de fraie et/ou d'alevinage est conséquemment moins élevé que celui de la rive sud. Néanmoins, ce sont

LÉGENDE

- Site de fraie potentiel
- Site de fraie identifié

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| AP: Achigan a petite bouche | DJ: Doré jaune |
| AS: Alose savoureuse | MN: Meunier noir |
| BB: Barbotte brune | MR: Meunier rouge |
| BG: Grand brochet | PA: Poulamon atlantique |
| CA: Carpe | PJ: Perchaude |
| CR: Crapet de roche | EJ: Esturgeon jaune |
| CS: Crapet-soleil | |
| MJ: Méné jaune | |



Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE
Localisation des frayères et des aires d'alevinage entre Pointe-du-Lac et Portneuf

Source: Bouchard, 1976 ; Pageau et Tanguay, 1977

Technicien: Yolande Dabiche Date: 84-09-19
 Échelle: 1:300,000 No: 17

TABLEAU 6 :

LOCALISATION DES FRAYÈRES
(D'APRÈS BOUCHARD, 1976 - PAGEAU & TANGUAY, 1977)

LOCALISATION	ESPÈCES RENCONTRÉES OU SUSCEPTIBLES D'UTILISER CETTE FRAYÈRE											
	EN EAU CALME						EN EAU RAPIDE					
	BARBOTTE BRUNE	GRAND BROCHET	CARPE	CRAPET DE ROCHE	CRAPET-SOLEIL	PERCHAUDE	MÈNE JAUNE	ACHIGAN À PETITE BOUCHE	ALOÏSE SAVOUREUSE	DORÉ JAUNE	MEUNIER NOIR	POULANON ATLANTIQUE
EN AVAL DE POINTE-DU-LAC	•	•	•	•	•	•						
EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE NICOLET (ÎLE MORAS)		•								•	•	
PORTION OUEST DE LA BATTURE AUX OUTARDES								•		•	•	
PORT-SAINT-FRANÇOIS	•	•		•	•					•		
EMBOUCHURE DES RIVIÈRES MARGUERITE ET GODEFROY	•	•		•	•					•		
BATTURE NORD-OUEST DE L'ÎLE ST-QUERTIN	•	•			•							
RÉGION DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE BÉCANCOUR	•	•	•	•	•	•						
EN AMONT DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE GENTILLY	•				•					•		
OUEST DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE GENTILLY	•	•		•	•			•		•		
EST DE L'EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE GENTILLY	•			•	•					•		
BATTURE À BIGOT; POINTE-À-BIGOT	•	•	•	•	•							
SECTION DES BATTURES DE GENTILLY								•		•		
PORTION PROXIMALE DE LA RIVIÈRE CHAMPLAIN		•								•		•
BATTURE EN FACE DE GENTILLY (RIVE SUD)					•					•		
EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE BATISCAN	•	•		•	•							
PORTION PROXIMALE DE LA RIVIÈRE BATISCAN	•	•								•		•
PORTION PROXIMALE DE LA RIVIÈRE STE-ANNE		•								•		•
PETITES ÎLES EST DE LA PÉRADE	•			•	•							
RIVE NORD DU FLEUVE EN FACE DE GRONDINES-OUEST	•	•		•								
PORTION PROXIMALE DE LA PETITE RIVIÈRE DU CHÊNE		•								•	•	
EMBOUCHURE DE LA RIVIÈRE DU CHÊNE (LECLERCVILLE)	•	•						•		•	•	
RAPIDES RICHELIEU								•		•	•	
PORTION PROXIMALE DE LA RIVIÈRE PORTNEUF								•	•	•	•	

surtout le grand brochet, le crapet-soleil (Lepomis gibbosus), la perchaude, la barbotte brune et le meunier noir qui se reproduisent sur ces sites.

De Champlain à Portneuf, les endroits susceptibles d'être utilisés pour la reproduction se font plus rares. Bouchard y a identifié onze sites potentiels tandis que Pageau et Tanguay n'y reconnaissent que deux sites importants: l'embouchure des rivières Batiscan et Sainte-Anne sont, sans conteste, deux sites d'excellente qualité pour le poulamon atlantique.

D'ouest en est les autres sites sont de plus en plus utilisés par le meunier noir, le meunier rouge, l'achigan à petite bouche (Micropterus dolomieu) et l'alose savoureuse (Alosa sapidissima) mais sont moins polyvalents que les précédents.

On retrouve dans les rapides Richelieu, une frayère potentielle à meunier noir, à meunier rouge et à achigan à petite bouche. Ce site, voisin du chenal de navigation, risque d'être affecté par les travaux de remplissage, si le cône de diffusion y est encore suffisamment dense.

L'influence de plus en plus prépondérante des marées réduit considérablement le potentiel reproducteur de ce secteur. D'ailleurs, les cartes présentées par Pageau et Tanguay suggèrent que de grandes sections du fleuve, notamment entre La Pérade et Portneuf, sont peu ou pas utilisées pour la reproduction.

4.3.3.2 CALENDRIER DE FRAIE

La figure 18 présente le calendrier de fraie des principales espèces présentes dans le secteur à l'étude. Les mois de mai et juin regroupent la majorité des activités reproductrices. Certaines espèces fraient cependant en juillet et août, notamment la barbotte des rapides (Noturus flavus), la barbotte de rivière (Ictalurus punctatus) et le chat-fou brun (Noturus gyrinus), trois espèces faiblement représentées dans le secteur d'étude.

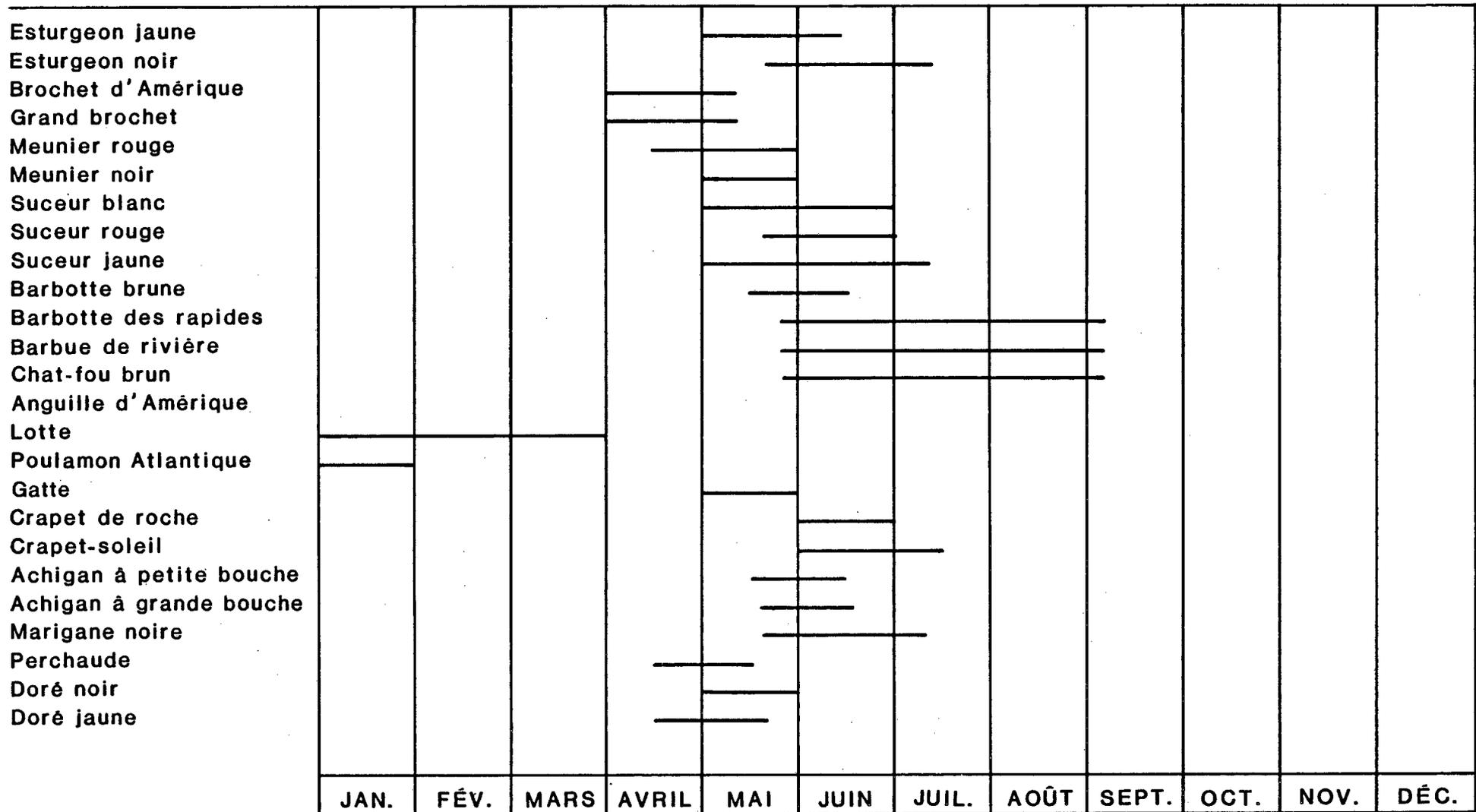


Figure 18 **Calendrier de fraie des principales espèces ichthyennes commerciales et/ou sportives**

4.3.4 FAUNE AVIENNE

4.3.4.1 MIGRATION

Du lac Saint-Pierre à Portneuf, une zone attire les canards et les oies d'une façon appréciable; il s'agit du secteur entre Gentilly et Les Becquets, du côté sud du fleuve (figure 19).

Au printemps, plusieurs canards fréquentent le secteur (15 000 individus en 1975), mais seule la bernache du Canada (Branta canadensis) représente des effectifs vraiment importants.

Au début de l'automne, principalement durant le mois de septembre, la région est utilisée surtout par le canard pilet (Anas acuta), la sarcelle à ailes vertes (Anas crecca) et le canard maillard (Anas platyrhynchos). Leurs effectifs demeurent néanmoins faibles. Plus tard, ils sont remplacés par les canards plongeurs tels le grand morillon (Aythya marila), le petit morillon (Aythya affinis) et le garrot commun (Bucephala clangula), qui deviennent beaucoup plus abondants.

On retrouve également, dans la région de Gentilly, des espèces considérées rares ou occasionnelles pour le Québec telles le héron à ventre blanc (Egretta tricolor) et l'ibis luisant (Plegadis falcinellus) (Lehoux et Bourget, 1981).

Au printemps, les mâles et les couples en migration se concentrent dans les prairies inondées tandis qu'à l'automne, les migrateurs fréquentent surtout la zone littorale et, en particulier, la grande baie de Gentilly. Seuls les plongeurs utilisent le faciès lotique pour s'alimenter.

4.3.4.2 IDENTIFICATION ET ÉLEVAGE DES COUVÉES

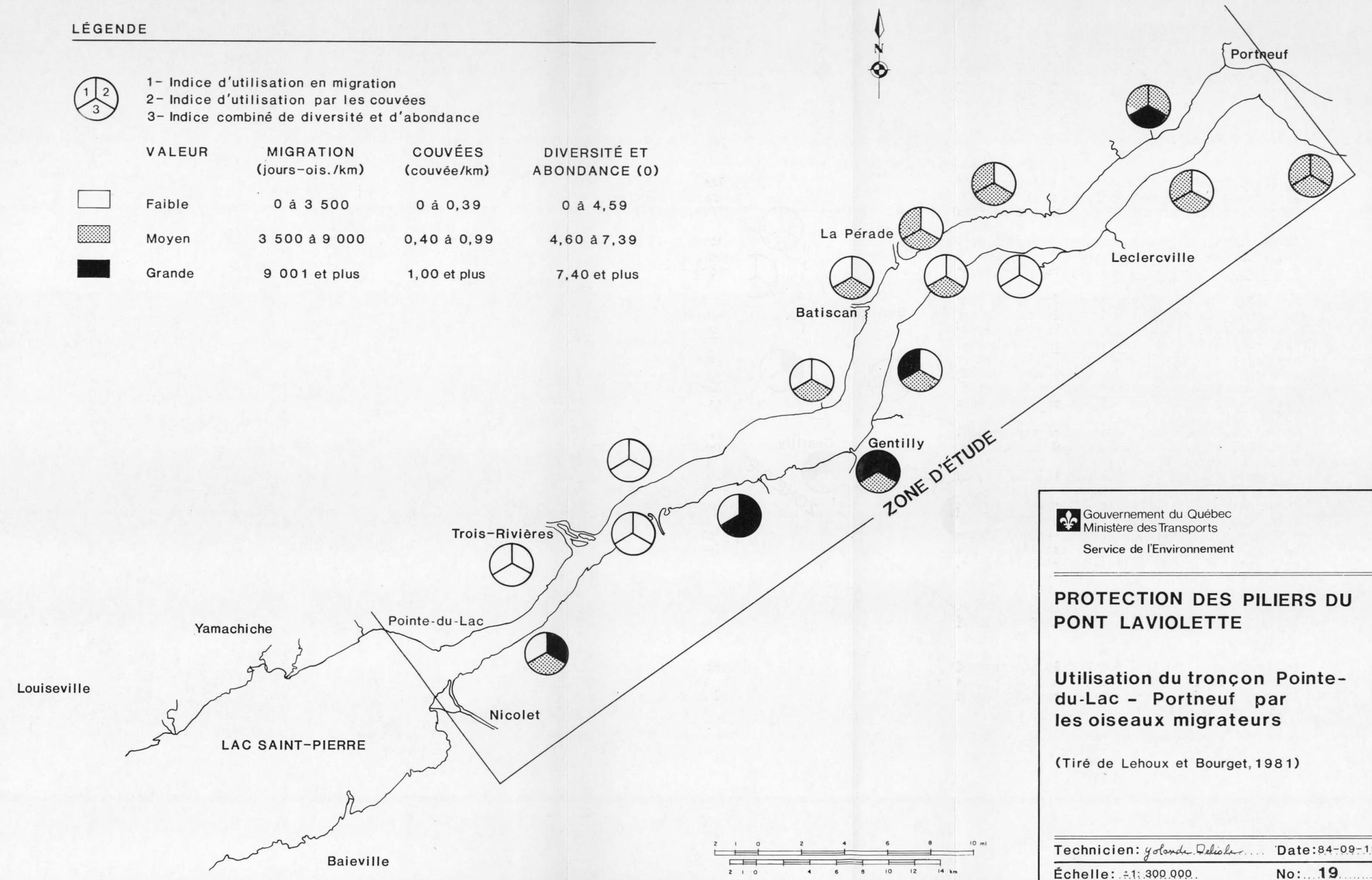
Un inventaire du tronçon lac Saint-Pierre/Québec (Lehoux et Bourget, 1981), n'a dénombré que 118 couvées en amont de Portneuf, ce qui représente approximativement 0,5 couvée/km de rivage (figure 19).

LÉGENDE



- 1- Indice d'utilisation en migration
- 2- Indice d'utilisation par les couvées
- 3- Indice combiné de diversité et d'abondance

VALEUR	MIGRATION (jours-ois./km)	COUVÉES (couvertee/km)	DIVERSITÉ ET ABONDANCE (0)
□ Faible	0 à 3 500	0 à 0,39	0 à 4,59
▨ Moyen	3 500 à 9 000	0,40 à 0,99	4,60 à 7,39
■ Grande	9 001 et plus	1,00 et plus	7,40 et plus



Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports
 Service de l'Environnement

PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Utilisation du tronçon Pointe-du-Lac - Portneuf par les oiseaux migrateurs

(Tiré de Lehoux et Bourget, 1981)

Technicien: *Yolande Delisle* Date: 84-09-19
 Échelle: 1:300,000 No: 19

Neuf espèces s'y reproduisent, les principales sont: le canard noir (*Anas rubripes*), le canard pilet, le canard malard et la sarcelle à ailes bleues (*Anas discors*) sont les principales avec, respectivement, 28, 24, 17 et 16% des couvées.

La section de Saint-Pierre/Grondines concentre la majorité des couvées recensées, soit cent comparativement à seulement dix pour la section Grondines/Portneuf. Plus précisément, la section la plus utilisée est celle qui s'étend de la pointe Paul à la rivière des Orignaux. Elle reçoit d'ailleurs également un grand nombre de migrateurs au printemps et à l'automne.

La présence de vastes herbiers ripariens à éléocharide, rubanier, scirpe, vallisnérie et myriophylle justifie apparemment cette forte utilisation (Lacoursière et al, 1975). La nidification prend place dans la plaine de débordement; l'élevage des jeunes se fait au début de la zone d'inondation puis, plus tard en saison, dans la zone littorale.

4.3.4.3 CALENDRIER D'UTILISATION DU MILIEU

La figure 20 présente un calendrier d'utilisation du tronçon Louiseville/Portneuf par les principaux oiseaux migrateurs. On y constate une concentration des activités entre la mi-avril et la mi-mai de même qu'entre la mi-septembre et la fin novembre. Les canards plongeurs fréquentent le secteur surtout entre la mi-octobre et la fin novembre.

4.3.5 AMPHIBIENS ET REPTILES

Bien que la zone d'étude comprenne plusieurs secteurs qui semblent propices au développement des amphibiens et de certains reptiles, il n'existe pas d'inventaire exhaustif de la faune amphibienne et reptilienne du territoire concerné.

Néanmoins, on sait que l'aire de distribution de la chélydre serpentine (*Clelydra serpentina*) s'étend au-delà de la zone d'étude. De plus, une étude réalisée au lac Saint-Pierre

	JAN.	FÉV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.
Canards barboteurs				-----	-----				-----	-----	-----	
Canards plongeurs				-----	-----					-----	-----	-----
Bernache du Canada				-----	-----				-----	-----	-----	
Grande oie blanche				-----	-----				-----	-----	-----	-----

Figure 20: Calendrier d'utilisation du tronçon Louiseville - Portneuf par les principaux oiseaux migrateurs

(D'après Lemieux, 1959; Lehoux *et. al.* 1983; Lehoux et Bourget, 1981 et Dolan 1983)

- _____ Utilisation intensive (migration ou nidification)
 ----- Utilisation extensive (migration ou élevage des couvées)

permet de constater que le ouaouaron (Rana catesbeiana), la grenouille léopard (Rana pipiens), la grenouille verte (Rana clamitans) et la grenouille des bois (Rana sylvatica) occupent ce territoire (Paquin, D., 1981 in Anonyme, 1983), ce qui laisse croire qu'on peut trouver les mêmes espèces dans des habitats semblables dans la zone d'étude.

La grenouille léopard et la grenouille des bois vivent principalement dans les prés et les zones herbeuses peu éloignées des cours d'eau tandis que le ouaouaron et la grenouille verte se retrouvent dans les vastes herbiers ripariens des zones abritées.

4.3.6 MAMMIFÈRES _____

Peu caractéristiques de la région du lac Saint-Pierre, les populations de rats musqués (Ondatra zibethicus) diminuent graduellement de Port-Saint-François à Portneuf, parce qu'elles tolèrent mal les marées.

4.4 UTILISATION DU MILIEU _____

4.4.1 PÊCHE COMMERCIALE _____

L'étude de la pêche commerciale a été faite à partir des statistiques de captures de trois (3) circonscriptions électorales environnantes, soit Champlain, Portneuf et Lotbinière (annexe 6).

La circonscription de Champlain peut être considérée comme étant la plus représentative, l'ensemble de cette circonscription se retrouvant à l'intérieur de la zone d'étude. On notera que les captures déclarées y sont les plus volumineuses.

D'une année à l'autre, les contingents de la pêche commerciale peuvent fluctuer considérablement; à titre d'exemple, ils atteignaient 31,4 tonnes métriques en 1982, alors que l'année

précédente, on avait obtenu le double, avec 64,2 tonnes métriques. Il en fut de même pour le poulamon atlantique, avec une récolte de 25,7 tonnes métriques en 1982, alors qu'en 1983, elle s'élevait à 44,9 tonnes métriques.

Cependant, il faut savoir que selon les études récentes menées par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, ces statistiques sont probablement sous-estimées de 30% à 70% (Mailhot, comm. pers.).

Pour l'année 1983, les meilleurs prix unitaires ont été attribués à l'anguille d'Amérique (2,09\$ le kg), au doré (2,02\$ le kg) et à la perchaude (1,07\$ le kg). Le poulamon atlantique (0,51\$ le kg) a constitué plus de 80% des prises en 1983.

La capture de poissons-appâts est une activité commerciale apparemment fort lucrative, bien que plutôt mal connue. Ces poissons servent surtout pour la pêche sous la glace.

4.4.2 PÊCHE HIVERNALE _____

Les seules données disponibles relativement au tronçon Pointe-du-Lac/Portneuf concernent la pêche sportive au poulamon atlantique. On estime à 72 000 le nombre de visiteurs qui ont fréquenté, en 1978-1979, les sites aménagés à cette fin (rivières Batiscan et Sainte-Anne). Il s'est capturé 4,6 millions de poissons, ce qui correspond à une moyenne de 46 captures à l'heure par cabane (Cournoyer et Laterrière, 1981). Le succès de pêche est cependant assez variable d'une année à l'autre.

Cette activité ne se pratique pas dans le couloir fluvial, mais le poulamon emprunte le cours du fleuve, en hiver, lors de ces migrations annuelles vers les sites de fraie.

4.4.3 PÊCHE SPORTIVE _____

La pêche en eau libre se pratique sur l'ensemble du territoire étudié. On ne connaît toutefois pas le nombre d'adeptes

impliqués par cette activité récréative, mais elle est très répandue. Les espèces recherchées sont la perchaude, le grand brochet, le doré noir, le doré jaune et la barbotte brune. Le tableau 7 délimite les périodes de pêche autorisées selon les espèces considérées.

A cause du va-et-vient fréquent des navires commerciaux, le chenal de navigation n'est pas utilisé par les pêcheurs sportifs.

4.4.4 CHASSE _____

4.4.4.1 CHASSE À LA SAUVAGINE

Nous ne possédons pas de données pour cette activité sur l'ensemble du tronçon Port-Saint-François/Portneuf. La région de Gentilly, qui est le secteur le plus propice pour cette activité, est fréquentée durant la saison de chasse par environ 460 chasseurs dont la moitié s'y rendent la journée de l'ouverture de la chasse.

La rive nord est tout à fait impropre à la chasse à cause de la forte densité d'habitations près de la zone littorale. Du côté sud, le centre et le versant sud de la batture concentrent la majorité de chasseurs. D'ouest en est, ces herbiers sont situés entre la pointe Paul et la rivière aux Orignaux.

Le revenu annuel moyen tiré de la chasse est d'environ 86 000,00\$ et se répartit entre les marchands des localités avoisinantes et les deux paliers de gouvernement (Vaillancourt et Caron, 1976).

Ailleurs dans le tronçon, l'importance de la chasse à la sauvagine n'est pas connue. La rive nord entre Grondines et Portneuf semble offrir un potentiel moyen pour la pratique de cette activité, le reste du couloir semble moins attrayant.

En 1985, la saison de chasse à la sauvagine était autorisée à compter du 21 septembre jusqu'au 26 décembre. En 1986, les dates d'ouverture ne sont pas officiellement connues.

TABLEAU 7: SAISON DE PÊCHE À LA LIGNE DANS LE HAUT ESTUAIRE
DU SAINT-LAURENT

ESPÈCES	SAISON DE PÊCHE DU 1er AVRIL 1985 AU 31 MARS 1986
Ombles, truites, ouananiche saumon d'eau douce	Toute l'année
Brochets, dorés	17 mai - 31 mars
Achigans, maskinongé	14 juin - 31 mars
Esturgeon jaune	1er avril - 14 avril 15 juin - 31 mars
Autres espèces	Toute l'année

4.4.4.2 EXPLOITATION COMMERCIALE DES ANOURES

Sur le territoire à l'étude, l'exploitation par une minorité de gens peu enclins à dévoiler les quantités et les revenus tirés de cette activité a pour conséquence de rendre les statistiques disponibles à ce sujet aussi rares qu'imprécises.

L'exploitation des grenouilles léopards et des ouaouarons se pratique à la décharge des lacs Saint-Paul et Saint-Pierre, dans la portion inférieure de la rivière Bécancour et au niveau de Gentilly près de deux rives (figure 21).

La figure 22 donne le calendrier d'exploitation de ces deux espèces. La presque totalité des ouaouarons sont capturés l'été, en période de reproduction. Le tiers des captures de grenouilles léopards se fait l'été et la moitié l'automne; la reproduction a lieu au printemps.

4.4.4.3 PIÉGAGE DU RAT MUSQUE

L'importance économique du piégage du rat musqué n'est pas connue dans le couloir fluvial. Mais la raréfaction progressive de la ressource d'amont en aval du couloir fait en sorte que l'importance de cette activité ne peut aller qu'en s'atténuant.

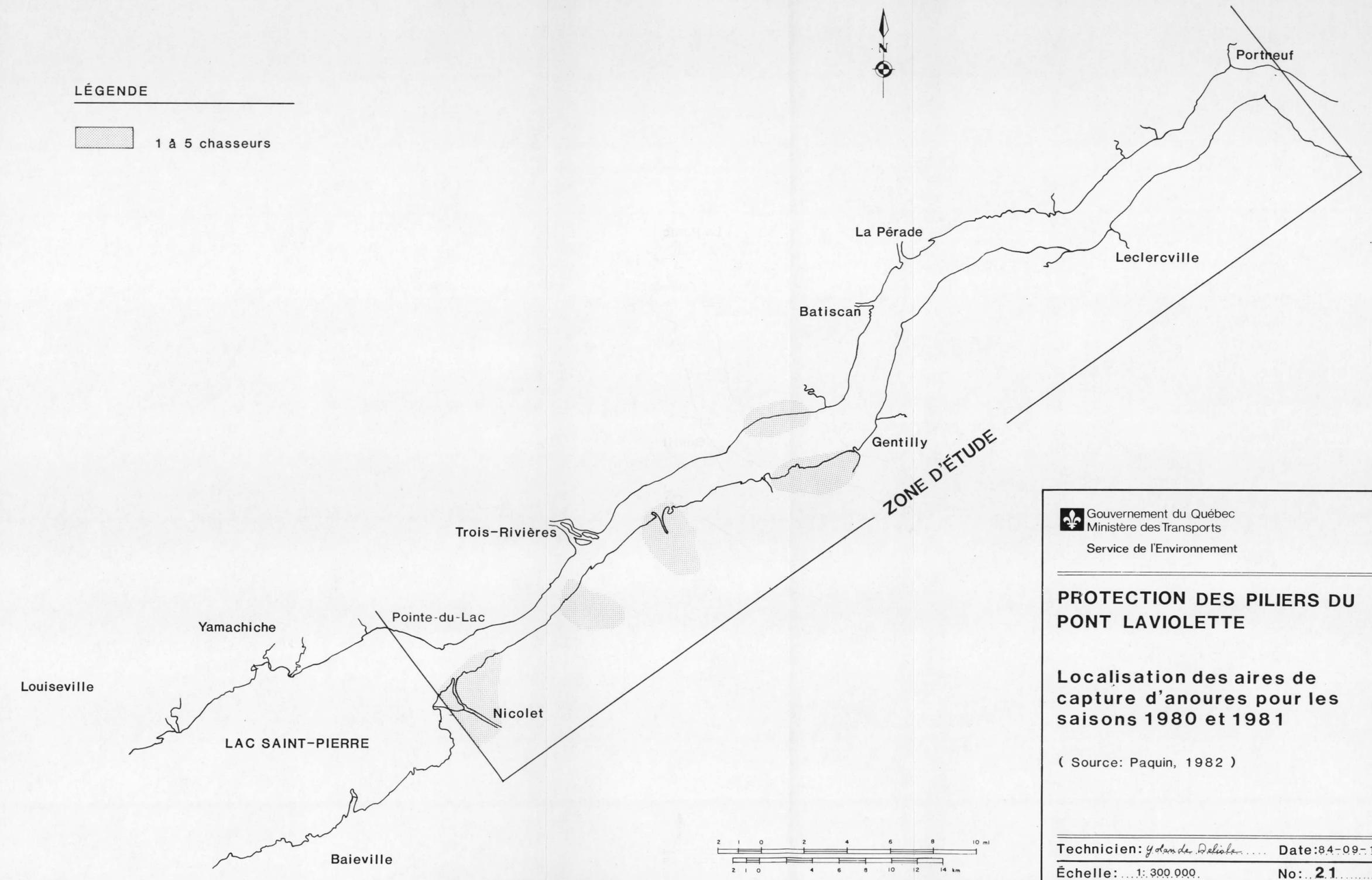
4.4.5 ACTIVITÉS NAUTIQUES

Malgré neuf (9) sites prévus à cet effet, la région de Trois-Rivières est particulièrement mal pourvue en infrastructure et équipements de nautisme, compte tenu de la population résidente. Seulement quatre (4) rampes de mise à l'eau, dont une à peu près inutilisable, desservent ce secteur. D'autre part, on retrouve une marina à l'Île Saint-Quentin (Anonyme, 1983).

Les quatre plages connues de ce tronçon, une à Pointe-du-Lac, deux à Trois-Rivières et une à Deschambault, demeurent fort probablement fermées à cause de la mauvaise qualité de l'eau.

LÉGENDE

1 à 5 chasseurs



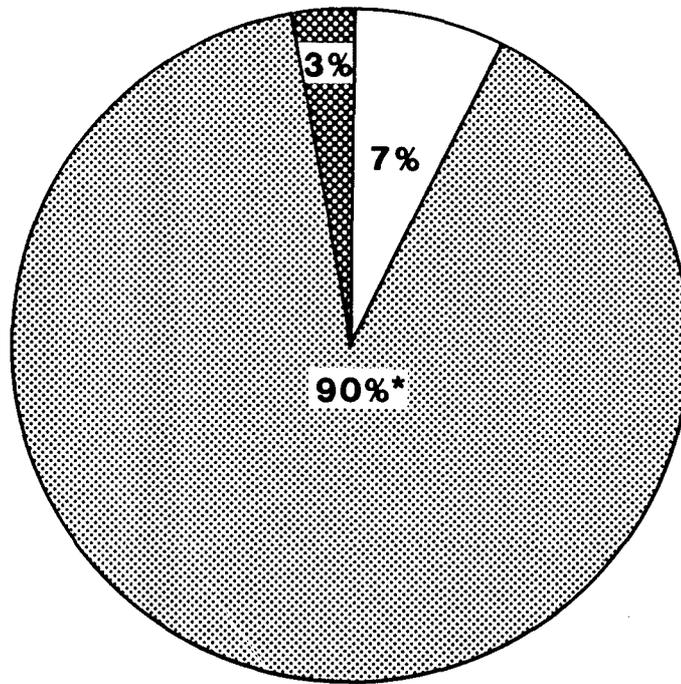
Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

**PROTECTION DES PILIERS DU
PONT LAVIOLETTE**

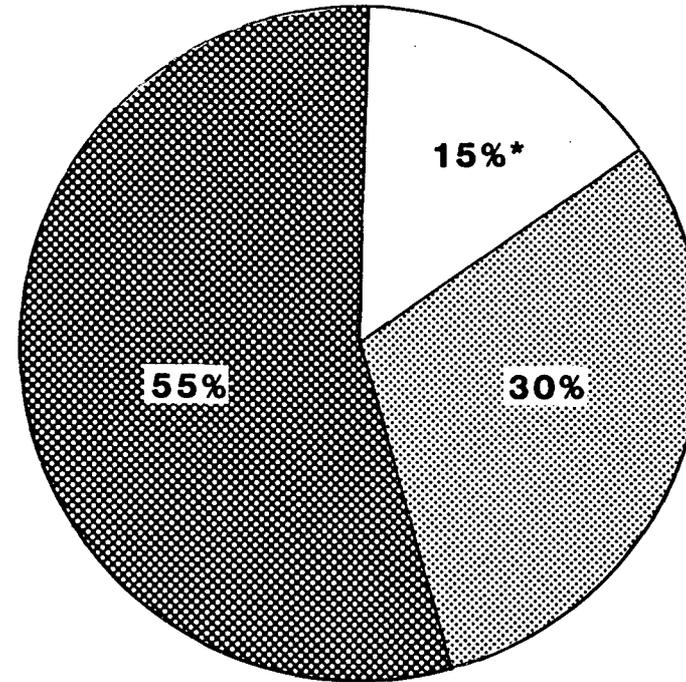
**Localisation des aires de
capture d'anoues pour les
saisons 1980 et 1981**

(Source: Paquin, 1982)

Technicien: *Yvonne Pelletier* Date: 84-09-19
Échelle: 1: 300 000 No: **21**



OUAOUARON
RANA CATESBEIANA



GRENOUILLE LÉOPARD
RANA PIPIENS

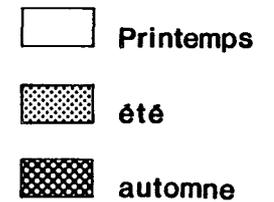


Figure 22: Calendrier d'exploitation de deux espèces d'anoues au lac Saint-Pierre et dans le tronçon fluvial Port-Saint-François La Pérade (Source: Paquin, 1982)

* Période de reproduction

Nous ne possédons pas d'information sur les infrastructures nautiques des autres municipalités du couloir fluvial. Cependant, compte tenu de la situation existante au lac Saint-Pierre et à Trois-Rivières, on présume que l'utilisation actuelle du fleuve pour les activités conciliables (en particulier la voile et le motonautisme) est faible.

4.4.6 PRISES D'EAU _____

4.4.6.1 PRISES D'EAU MUNICIPALES

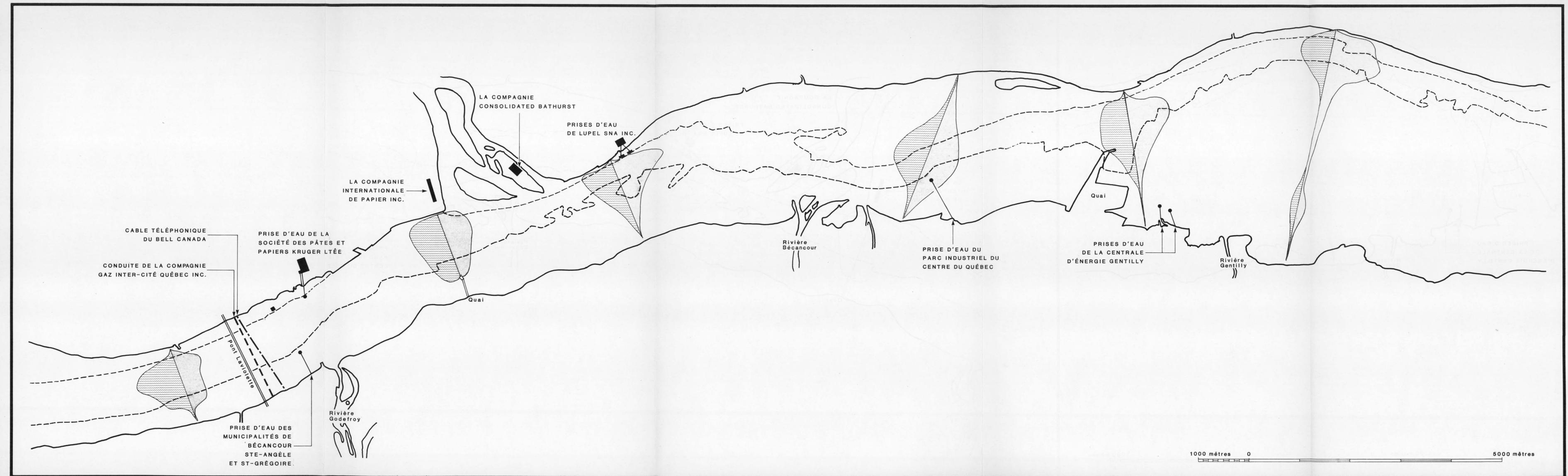
Dans le couloir fluvial, on ne rencontre qu'une prise d'eau municipale en amont de Portneuf: elle dessert la municipalité de Bécancour. La conduite d'amenée (60 cm) a été placée à environ un kilomètre en aval du pont de Trois-Rivières (figure 23) et à 525 mètres de la rive sud, au niveau de la rue Cormier à Bécancour. D'après les profils de sections établis par Centreau (Anonyme, 1974a), son ouverture serait située en bordure d'une section naturellement profonde du couloir fluvial, du côté sud. Cette prise serait équipée de dessableurs.

Etant donné sa proximité relative de la rive sud, cette prise d'eau risque peu d'être affectée par les travaux de remplissage près des piliers qui seront effectués plus près de la rive nord.

4.4.6.2 PRISES D'EAU INDUSTRIELLES

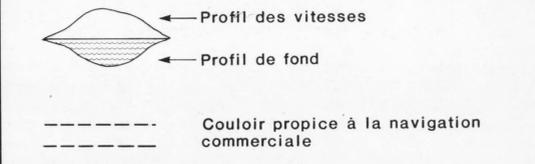
Trois industries et un complexe industriel y ont installé leurs prises d'eau. Elles sont réparties de part et d'autre du fleuve, à 800 mètres ou moins de la rive (tableau 8).

A cause de sa position, la prise d'eau de la Société Kruger est la plus exposée aux effets d'une hausse de la turbidité et des solides en suspension dans le chenal.



PROTECTION DES PILIERS DU PONT LAVIOLETTE

Prises d'eau et conduites enfouies dans le fleuve Saint-Laurent



Sources: Service Hydrographique du Canada, 1983
 Centreau (Anonyme, 1974 b)
 Lalonde, Valois, Lamarre Inc. (Anonyme, 1974 a)
 Gaz Inter Cité Québec Inc. (Dessin no: 3370PP001 R01)
 La Société du Parc Industriel du Centre du Québec (Plan d'aménagement)
 Lupel SNA Inc. (Plans no: 4719-4720)
 La Société des Pâtes et Papiers Kruger Ltée (D. Dupont, verbatim)

Gouvernement du Québec
 Ministère des Transports

Service de l'Environnement

Technicien: Yolande Delisle Date: 84-09-19
 Échelle: N°: 23

TABLEAU 8: PRISES D'EAU INDUSTRIELLES ET MUNICIPALES DANS LE FLEUVE

NOM	RIVE	LONGUEUR DE LA CONDUITE DANS LE FLEUVE (m)
Sociétés des Pâtes et Papier Kruger Ltée	Nord	84
Lupel SNA Inc. (2 prises d'eau)	Nord	108 et 138
Municipalité de Bécancour	Sud	525
Société du Parc Industriel du Centre du Québec	Sud	800
Centrale Nucléaire Gentilly (2 prises d'eau)	Sud	300 et 350

4.4.7 SERVICES PUBLICS

Une conduite de gaz et un câble téléphonique traversent le Saint-Laurent en aval du pont Laviolette. Au niveau des quatre piliers centraux, la conduite a été enfouie à plus de 10 mètres de profondeur et à une distance de 124 à 134 mètres des piliers. Le câble téléphonique est disposé un peu plus loin (180 à 205 m des piliers).

4.5 POTENTIEL D'UTILISATION DES TERRES À PROXIMITÉ DU PONT LAVIOLETTE

Dans cette section, nous énumérons le potentiel des terres à proximité du pont Laviolette qui pourraient être utilisées comme aire d'entreposage et sites de transbordement des matériaux d'emprunt.

Délimitation

Sur la rive nord, la zone d'étude est circonscrite par un développement résidentiel, aux extrémités est et ouest, et par la route 132, au côté opposé au fleuve.

Sur la rive sud, la superficie retenue s'étend à l'ouest, jusqu'à la rivière Marguerite alors qu'à l'est, la limite est formée par un parcours de golf.

L'axe de la route 132 représente la démarcation vers l'intérieur des terres.

Evaluation du potentiel d'utilisation

. Agriculture

L'espace à vocation agricole couvre une bonne part des deux

zones d'étude, dont la totalité de la rive sud. Cependant il n'y a qu'une infime fraction qui est entretenue, alors que le reste se trouve dans un état de friche allant de la couverture herbacée à la broussaille.

. Foresterie

L'expansion de la forêt à des fins commerciales est limitée dans les zones d'étude en raison surtout d'un excès d'humidité dans le sol.

. Récréation

Sur la rive nord, à l'est du pont, on retrouve un terrain de jeu enclavé par des espaces en friche ou urbanisés. L'accès à la rive est rendu possible par des chemins de pénétration reliant la route 138 au fleuve dans le même axe que le pont.

Quoique l'accès à la rive soit moins propice du côté sud, les deux zones permettent d'offrir une vue panoramique intéressante du milieu environnant.

. Sauvagine

Les deux zones d'étude s'inscrivent dans un long corridor que constitue le fleuve Saint-Laurent, en tant que milieu qui ne s'avère pas propice pour la reproduction mais qui a son importance pendant l'époque de la migration à titre d'aire de repos. Dans ce sens, le site le plus favorable se trouve à la partie ouest de la zone d'étude de la rive sud alors qu'il y a un éperon de terre argileuse s'avancant au niveau de l'estran. Cette formation donne naissance à une petite anse marécageuse qui permet d'offrir ainsi une protection accrue contre les vents.

. Ongulés

Les zones d'étude des deux rives n'offrent pas des conditions favorables à la propagation des ongulés présents dans la région (cerf de Virginie, orignal). Cette constatation repose sur la déficience du couvert végétatif (friche à divers degrés), de la présence d'importants axes routiers et de l'urbanisation des espaces adjacents, du moins sur la rive nord.

En résumé, parmi les différents volets étudiés, c'est celui ayant trait à la récréation qui possède le potentiel d'utilisation le plus marqué, suivi, dans une moindre mesure par la sauvagine. Les autres volets n'ont qu'un potentiel très restreint, voire même négligeable.

4.6 COMPOSANTES PATRIMONIALES ET ARCHÉOLOGIQUES

4.6.1 MÉTHODOLOGIE

Plusieurs démarches ont été effectuées dans le but d'évaluer les répercussions des travaux prévus pour la protection des piliers du pont Laviolette. La présente section s'attarde de façon particulière aux approches du pont (où les terrains riverains sont susceptibles d'être perturbés lors des travaux) et à une source de matériaux meubles propriété du ministère des Transports (Saint-Wenceslas). Les autres sources potentielles n'ont pas été évaluées puisque le ministère des Transports n'a pas de juridiction sur elles.

L'étude du milieu physique a été réalisée à l'aide de la documentation disponible concernant la géologie, la géomorphologie et la pédologie de la région à l'étude. Parmi les documents consultés mentionnons les rapports de: Choinière et Laplante (1948), Pageau (1967), Parent et al (1985), Richard (1985) et d'Agriculture Canada (1978). L'analyse stéréoscopique des photographies aériennes à l'échelle 1: 15 000 (Q 75330 128-129) et 1: 20 000 (Q 8033739-40) fut effectuée de même que

L'analyse des cartes topographiques à l'échelle 1: 50 000 (31 I/1 et 31 I/7). La documentation archéologique pertinente a également été consultée pour la région du projet à l'étude (ministère des Affaires culturelles, fichier de l'Inventaire des sites archéologiques du Québec).

L'analyse des données disponibles des milieux physique et culturel a permis, via l'élaboration de critères discriminants, la détermination théorique du potentiel archéologique. Sur la base de l'importance des critères retenus, ce potentiel archéologique a été qualifié de fort, moyen ou faible pour chaque section du projet.

La zone d'étude considérée dans l'étude de potentiel comprend les rives nord et sud du Saint-Laurent, la rive ouest de la rivière Godefroy ainsi qu'une source de matériaux propriété du ministère des Transports et localisée à Saint-Wenceslas. Cette vaste zone d'étude a été délimitée en fonction des endroits possibles d'embarquement ou de débarquement des matériaux de consolidation qui seront employés pour le présent projet (voir figure 24).

Une vérification visuelle du potentiel archéologique a été effectuée par la suite. Un examen systématique de la zone d'étude, des rives du fleuve, des aires découvertes et des terrains cultivés a été réalisé.

4.6.2 SITES ARCHÉOLOGIQUES _____

La consultation de la documentation archéologique concernant l'aire d'étude (fichier de l'Inventaire des sites archéologiques du Québec) indique que six sites archéologiques sont localisés dans la zone d'étude et plusieurs autres dans un rayon de 10 kilomètres du pont Laviolette. Aucun n'est situé près de la source de matériaux meubles de Saint-Wenceslas (figures 24 et 25). Aucun site archéologique historique n'est présent dans l'aire d'étude.

Tous les sites répertoriés dans l'aire d'étude appartiennent à la période préhistorique; deux sont représentatifs de la tradition Archaïque, les autres sont d'appartenance culturelle indéterminée et se situent en majorité près des berges du Saint-Laurent.

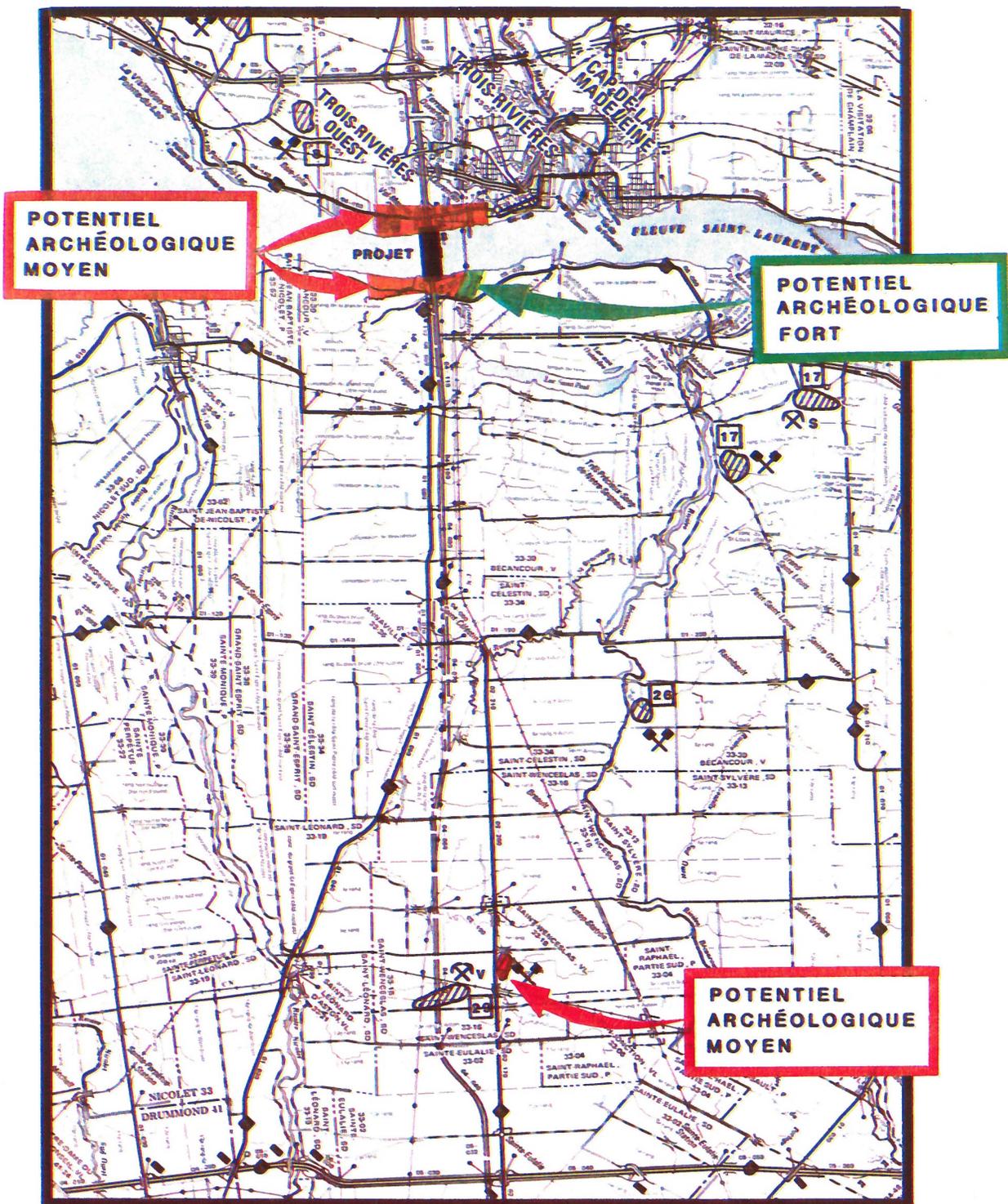


Figure 24: ZONE D'ÉTUDE ET DE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE

Le tableau 9 présente une synthèse regroupant les caractéristiques culturelles et géographiques des principaux sites archéologiques répertoriés dans la région du projet à l'étude.

L'analyse des données archéologiques disponibles indique que la majorité des sites préhistoriques sont situés à une faible altitude par rapport au niveau actuel du fleuve (moins de 10 mètres) et à des distances d'un cours d'eau moyennement courtes (200 à 600 mètres). L'occupation humaine ancienne de la région de Trois-Rivières peut remonter à près de 6 000 ans A.A. (tableau 10).

4.6.3 POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE

4.6.3.1 INCIDENCE DU MILIEU PHYSIQUE SUR LE POTENTIEL ARCHÉOLOGIQUE

Le projet à l'étude est localisée à l'intérieur de l'unité physiographique des Basses-Terres du Saint-Laurent. Il fait également partie de la province géologique du même nom.

Le substrat rocheux de la zone d'étude est composé de matériaux de formations ordoviciennes, tels que les groupes de Lorraine et d'Utica composés principalement de schistes et de calcaires.

Le tableau 11 illustre la séquence chronologique des événements post-glaciaires (invasion marine, relèvement isostatique) et des différentes phases de la conquête par la végétation de ce milieu physique dégagé du poids des glaces.

Les dépôts meubles dans la zone d'étude ont des origines diverses. Les plus importants sont sans doute ceux mis en place par les phases marine et lacustre (argile et limon).

La pédologie des aires étudiées correspond à un gleysol de drainage imparfait sur la rive nord du fleuve et à un régosol de drainage mauvais sur la rive-sud. Dans les deux cas, ces sols sont formés sur des alluvions récentes. Quant à la sablière de Saint-Wenceslas, le sol supporté par les sables de la mer Champlain correspond à un podzol.

TABLEAU 9: SYNTHÈSE DES DONNÉES CULTURELLES ET ENVIRONNEMENTALES DES SITES ARCHÉOLOGIQUES CONNUS

SITES PRÉHISTORIQUES					SITUATION GÉOGRAPHIQUE					
SITES	DISTANCE DU PROJET A L'ÉTUDE	IDENTIFICATION CULTURELLE	CHRONOLOGIE	FONCTION DU SITE	LOCALISATION	HYDROGRAPHIE	PROXIMITÉ D'UN PLAN D'EAU	ALTITUDE	RELIEF	CARACTÉRISTIQUES GÉOMORPHOLOGIQUES
CbFd-1	6 km/ouest	indéterminée	Indéterminée	indéterminée	4 km au nord-est de Pointe-du-Lac	Fleuve Saint-Laurent	600 m du fleuve	+23m niveau de la mer	indéter- miné	terrasse
CbFd-2	6,5 km/ouest	archaïque	Indéterminée	Indéterminée	10 km à l'est de Pointe-du-Lac	Fleuve Saint-Laurent	1,7 km du fleuve	5m niveau de la mer	indéter- miné	basse terrasse
CbFd-3	700 m/est	indéterminée	Indéterminée	Indéterminée	700 m à l'est de l'accès sud du pont	Fleuve Saint-Laurent et rivière Godefroy	600m du fleuve	+ de 7,5m niveau de la mer	plat	replat
CbFd-4	1 km/est	indéterminée	Indéterminée	Indéterminée	1 km à l'est de l'accès sud du pont	Fleuve Saint-Laurent et rivière Godefroy	200 m de la rivière Godefroy	+ de 7,5m niveau de la mer	plat	replat
CbFd-5	800 m/est	archaïque	Indéterminée	Indéterminée	800m à l'est de l'accès sud du pont	Fleuve Saint-Laurent et rivière Godefroy	500 m de la rivière Godefroy	+ de 7,5m niveau de la mer	plat	replat
CbFd-6	800/est	indéterminée	Indéterminée	Indéterminée	800m à l'est de l'accès sud du pont	Fleuve Saint-Laurent et rivière Godefroy	300 m du fleuve	+ de 7,5m niveau de la mer	plat	replat
CbFd-7	800 m/est	archaïque	Indéterminée	Indéterminée	800m à l'est de l'accès sud du pont	Fleuve Saint-Laurent et rivière Godefroy	400 m de la rivière Godefroy	+ de 7,5m niveau de la mer	plat	replat
CbFd-8	900m/est	indéterminée	Indéterminée	Indéterminée	900 m à l'est de l'accès sud du pont	Fleuve Saint-Laurent et rivière Godefroy	400 m de la rivière Godefroy	+ de 7,5m niveau de la mer	plat	replat

TABLEAU 10: PRINCIPAUX DÉCOUPAGES CHRONOLOGIQUES ET CULTURELS POUR LE SUD DU QUÉBEC

TRADITION	PERIODE CHRONOLOGIQUE	TRAITS CULTURELS DIAGNOSTIQUES	
Paléo-Indien	9000(?) ans A.A.*- 6000 ans A.A.	Chasse au gros gibier	Pointes de projectiles marquées de retouches parallèles.
Archaïque	+6000 ans A.A.- -3000 ans A.A.	Chasse, pêche, collecte. Nomadisme cyclique.	Outils en pierre polie, poids de filets, outils en cuivre natif, outillage sur os, etc.
Sylvicole	3000 ans A.A.- 1000 ans A.A.	Idem. Augmentation significative de la population.	Apparition de la poterie.
Sylvicole	1000 période de contact (16e et 17e siècles)	Poussée démographique et début des pratiques agricoles dans la plaine du Saint-Laurent	Sédentarisation de certains groupes et formations de villages composés de plusieurs maisons longues.

* A.A.: Avant aujourd'hui

TABLEAU 11: CHRONOLOGIE DES ÉVÉNEMENTS POST-GLACIAIRES

CHRONOLOGIE	ÉVÉNEMENTS POST-GLACIAIRES	ÉVOLUTION DE LA VÉGÉTATION	AIRE D'ÉTUDE
	Région recouverte par l'inslandsis wisconsinien	Désert glaciaire	Englacée
12 500	Déglaciation de la région à l'étude et début du relèvement isostatique		
12 000	Invasion marine de la mer de Champlain Région submergée sous la côte topographique de 225 mètres.	Paysage désertique 11 500	Submergée
	Régression marine progressive.	Toundra 10 800	
9 800	Phase lacustre à Lampsilis (70 mètres) Rétablissement du système fluvial	Pessière à cladine	
+8 800	Stade de Rigaud (64 mètres) Stade de Montréal (30 mètres)	9 500 Sapinière à bouleau blanc	Afforestation
		8 000 Erablière Bouleau jaune	
+7 300	Stade de Saint-Barthélemi (15 mètres)		
+3 500	Mise en place du fleuve Saint-Laurent actuel.		

Les réseaux hydrographiques en présence outre le fleuve Saint-Laurent sont: les rivières Saint-Maurice et Sainte-Marguerite pour la rive-nord, Godefroy et Marguerite pour la rive-sud (près du pont) ainsi que la rivière Saint-Wenceslas qui coule en bordure de la source de matériaux retenue.

La topographie présente une faciès plat dans toutes les zones étudiées. Près du pont Laviolette, l'altitude de ces zones ne dépasse guère 8 mètres. La sablière de Saint-Wenceslas est à une altitude d'environ 76 mètres.

4.6.3.2 OCCUPATION HUMAINE ANCIENNE

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'occupation humaine ancienne des Basses-Terres du Saint-Laurent est connue dans ses grandes lignes.

Le continuum temporel de la préhistoire québécoise, soit près de huit millénaires, est découpé en plusieurs périodes culturelles correspondant à des changements socio-technologiques. Ces découpages arbitraires représentent des concepts opérationnels pour l'archéologue et permettent de catégoriser les groupes culturels ayant évolué sur le territoire québécois. Toutefois, prenant place à l'intérieur de ces grandes classes, une diversité socio-culturelle régionale peut s'établir, et doit être prise en considération.

Théoriquement, les premières traces d'occupation dans la région pourraient être représentatives de la tradition dite "Plano", de la fin de la période paléo-indienne. Toutefois, aucun site paléo-indien n'a encore été découvert dans la plaine laurentienne.

Les données archéologiques acquises dans la région montrent que l'implantation humaine sur ce territoire remonte au moins à 6 000 ans A.A., pendant la période de l'Archaïque laurentien. Les groupes constituant cette tradition vivaient principalement de chasse et de pêche. Ils étaient nomades, se déplaçant en fonction de la disponibilité des ressources nécessaires à leur survie.

La période suivante, le Sylvicole, voit l'acquisition de la poterie. La culture du maïs prendra une part grandissante dans la subsistance des groupes sylvicoles. Ces derniers seront de plus en plus sédentaires, s'organisant en villages.

Au début de la période historique (XVIIe siècle), la plaine Laurentienne entre Québec et Trois-Rivières était occupée par des groupes iroquoiens. Le Saint-Laurent, ainsi que la rivière Saint-Maurice, constituaient des axes de circulation privilégiés (communication, échanges, subsistance, guerre) par ces groupes amérindiens.

4.6.3.3 SITES POTENTIELS

Théoriquement, l'occupation humaine ancienne des rivages inférieurs à 15 mètres (zone du pont Laviolette) peut remonter à environ 6 500 ans A.A., soit la période Archaïque. Deux des sites localisés en bordure de la rivière Godefroy ont pu être associés à cette période. Pour la région de Saint-Wenceslas, la limite temporelle peut être repoussée à près de 10 000 ans A.A., époque du retrait de la mer de Champlain et de l'implantation de la végétation.

Quelques sections de la zone d'étude ont pu offrir des emplacements propices à l'établissement humain ancien. Selon les données archéologiques et morpho-sédimentologiques disponibles, ces emplacements seraient surtout localisés à proximité des plans d'eau et présenteraient une topographie relativement plane. L'altitude pourrait varier entre 3 et 10 mètres par rapport au niveau de la mer.

Le réseau hydrographique actuel est peu développé (à l'exception du Saint-Laurent), mais les événements post-glaciaires ont produit à une certaine époque des conditions physiques qui ont pu favoriser un établissement humain ancien. C'est ainsi que certains secteurs sont considérés comme recelant un potentiel archéologique fort ou moyen sur la base des données géomorphologiques, écologiques et culturelles recueillies.

Lors de la vérification visuelle, les constatations d'ordre environnementales sur le terrain ont démontré que l'aire d'étude, en ce qui a trait aux zones de potentiel archéologique, était située dans un secteur qui a subi de fortes perturbations anthropiques (construction du pont, développement domiciliaire, terrain de golf, agriculture). La synthèse de ces constatations sera décrite ici par zone de potentiel.

Rive nord du fleuve soit approximativement 125 mètres à l'ouest du pont et 300 mètres à l'est

Théoriquement, le potentiel archéologique de cette zone a été qualifié de moyen. Il appert que les terrains situés de part et d'autre de la structure du pont ont été fortement perturbés par des activités anthropiques diverses (construction du pont, remplissage en bordure de la rive, chemins d'accès, agriculture). La probabilité de retrouver des vestiges archéologiques est maintenant considérée comme faible.

Rive sud du fleuve soit approximativement 400 mètres du côté ouest du pont et 1,5 kilomètre du côté est

Le potentiel archéologique de cette zone a été qualifié de moyen lors de l'étude de potentiel à l'exception des terrains en bordure de la rivière Godefroy où le potentiel a été considéré comme fort. Toute la zone de potentiel moyen est constituée de champs en jachère du côté ouest du pont et sur une distance de près de 400 mètres du côté est, les terrains sont mal drainés et par conséquent très humides; de nombreuses mares d'eau sont apparentes. De plus, une bonne partie du secteur doit être inondée lors des crues printanières. L'autre partie, soit de 400 mètres à l'est du pont jusqu'à la zone de potentiel fort, est occupée par un développement domiciliaire, une station de pompage et des installations électriques sur la rive du fleuve. Pour ces deux sections, le potentiel archéologique est maintenant considéré comme faible.

Rive sud du fleuve à la jonction de la rivière Godefroy

Compte tenu de la présence de sites archéologiques préhistoriques à quelques dizaines de mètres de cette zone, le potentiel a été qualifié de fort. La visite sur le terrain a démontré que la majeure partie de cette zone est maintenant perturbée (installations du golf, développement domiciliaire,

infrastructure municipale). Il demeure toutefois une bande de terrain en bordure de la rivière qui semble avoir été épargnée par des activités anthropiques et correspond à un replat qui marque un ancien niveau de la rivière Godefroy et domine celle-ci d'environ 2 mètres. Pour cette section, le potentiel archéologique demeure fort en raison de l'état peu ou pas perturbé du terrain.

Sablière à Saint-Wenceslas (propriété du ministère des Transports du Québec)

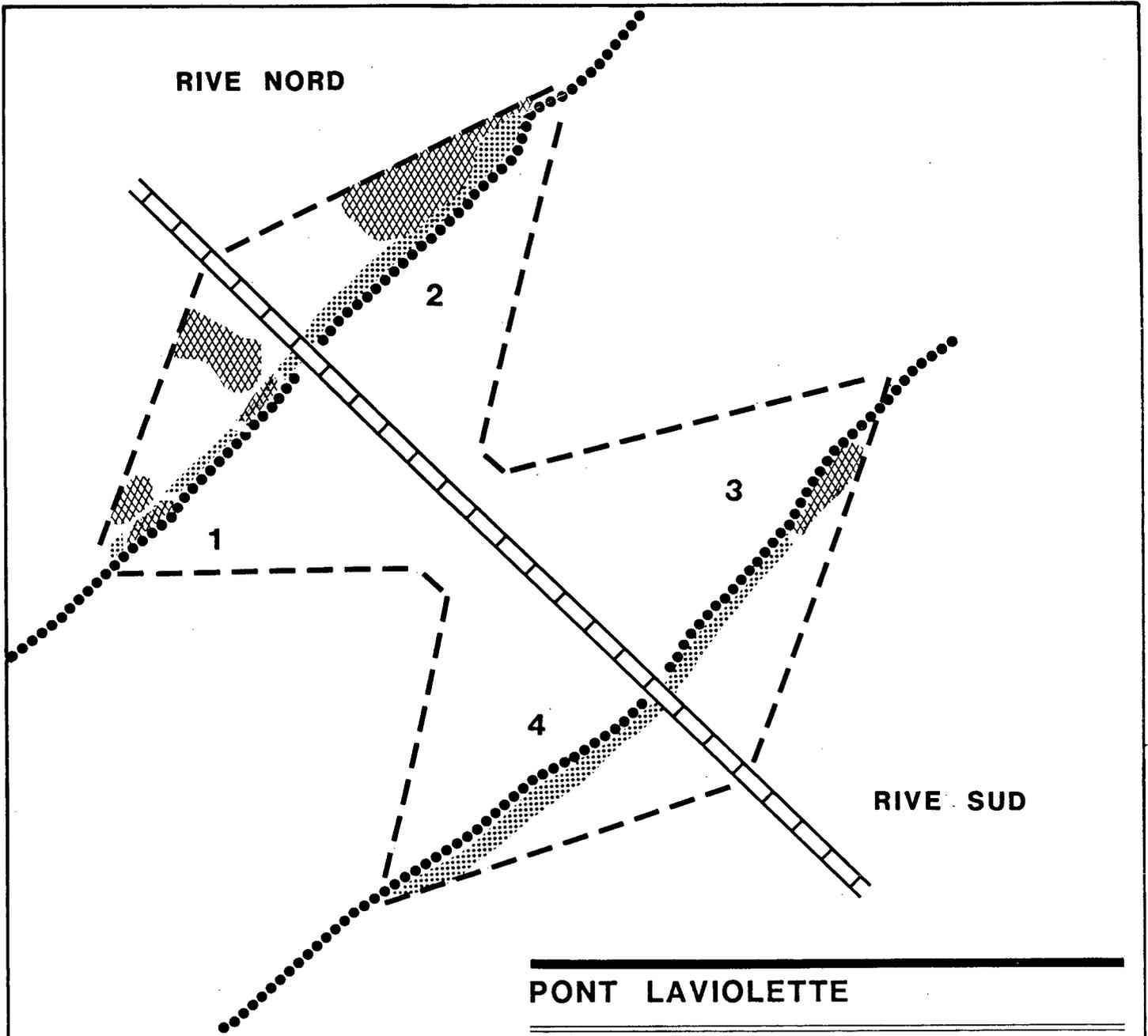
Cette source de matériaux meubles est en bonne partie exploitée. Elle n'est toutefois pas épuisée et pourrait être utilisée pour le présent projet. La visite sur le terrain a permis d'établir que le rebord de la terrasse (sur une profondeur d'environ 20 mètres) n'a pas été touché par l'exploitation de la sablière. Cette ancienne rive de la rivière Saint-Wenceslas domine la rivière actuelle d'environ 6 mètres et présente dans la partie nord de la sablière la formation d'un ancien coude de cette rivière méandrique. Le potentiel archéologique demeure moyen.

4.7 ANALYSE VISUELLE

4.7.1 ZONE D'ACCÈS VISUEL

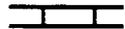
Afin d'évaluer l'impact visuel que causera la présence des îlots, la zone d'accès visuel a été délimitée par une distance d'environ 500 mètres de part et d'autre du pont, puisqu'au-delà de cette distance, la forme et la couleur des remblais se confondent avec leur environnement visuel et qu'à une distance de 1 kilomètre, les massifs ne seront plus perceptibles.

Calculée à partir du pont, la zone d'accès visuel prendra la forme de quatre triangles isocèles dont les sommets se trouvent sur la rive du fleuve (figure 26).



PONT LAVIOLETTE

**INVENTAIRE DES
CARACTÉRISTIQUES VISUELLES**

-  PONT
-  RIVE
-  ZONE D'ACCÈS VISUEL DES CAVALIERS
-  ZONE D'ACCÈS VISUEL DES BERGES
-  RIVERAINS

Interprété à partir
de photographies aériennes

ÉCHELLE: 1:15 000

Figure 26

4.7.2 INVENTAIRE DES CARACTÉRISTIQUES VISUELLES _____

La zone d'accès visuel est essentiellement composée des rives nord et sud du Saint-Laurent. Le relief est plat de part et d'autre et un mince rideau de végétation vient limiter la perception des riverains. L'utilisation du sol sur la rive sud est généralement de type agricole (friche et pâturage) alors qu'elle est plus urbaine (résidentielle de faible et moyenne densité) sur la rive nord. Les types de vue varient de fermées à ouvertes selon que l'observateur est à l'intérieur d'un secteur résidentiel ou sur la berge du fleuve.

Le nombre et la qualité des résidences en bordure de l'eau suggèrent que les riverains préfèrent les paysages ouverts sur le fleuve dont le champ visuel est en grande partie occupé par le pont Laviolette.

Quant aux usagers de l'autoroute, ils ne perçoivent ni l'ensemble de la structure, ni les piliers du pont car la route traverse le fleuve à 90°.

D'une façon plus spécifique, la rive nord est occupée par une soixantaine de résidences unifamiliales et un terrain de jeu. A cet endroit, la berge immédiate du fleuve ne comprend qu'une vingtaine de résidences qui ont un accès visuel immédiat sur les piliers du pont.

Sur la rive sud, seule une dizaine de résidences longent un terrain de golf en bordure du fleuve. Il s'agit cependant de résidences relativement luxueuses. Ici, le seul autre bâtiment à l'intérieur de la zone d'accès visuel est une usine de filtration d'eau potable.

4.7.3 UNITÉS DE PAYSAGE _____

On retrouve quatre unités de paysage différentes à l'intérieur de la zone d'accès visuel. Une de chaque côté du pont sur la rive nord (unité 1 et 2) et une de chaque côté de la rive sud (unité 3 et 4).

4.7.4 INTÉRÊT VISUEL DU PAYSAGE _____

En terme de forme et de couleur, l'harmonie interne du pont Laviolette est particulièrement intéressante. La structure du pont apparaît fine et dynamique, appuyée sur des piliers profilés étroits et de couleur pâle. Cette qualité du design se manifeste dans les quatre unités de paysage.

D'autre part, l'harmonie externe de l'ensemble du paysage est caractérisée par des vues ouvertes sur le fleuve dont l'ambiance est intensifiée par la présence de marais au premier plan et par le pont à l'arrière plan.

4.7.5 VALEUR CULTURELLE DU PAYSAGE _____

L'examen de la structure de la mise en scène des terrains résidentiels sur les berges du fleuve nous révèle que l'unité 2 est moins bien organisée, suivi de l'unité 1 et les terrains les plus structurés sont ceux de l'unité 3 sur la rive sud. Le pont, en lui-même, sans être un monument, est une oeuvre d'art intéressante.

**IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES IMPACTS
SUR L'ENVIRONNEMENT**

5 IDENTIFICATION ET ÉVALUATION DES IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT

5.1 BIOPHYSIQUE

L'analyse des impacts s'est faite pour deux périodes soit pour la phase construction et pour la phase exploitation.

5.1.1 CONSTRUCTION

Les principaux travaux pouvant causer potentiellement des impacts durant la construction sont les suivants:

- Aménagement des sites de transbordement;
- mise en oeuvre des îlots;
- exploitation des bancs d'emprunts et des carrières;
- circulation des camions.

5.1.1.1 AMÉNAGEMENT DES SITES DE TRANSBORDEMENT

Ces sites devraient se situer sur la rive nord et/ou la rive sud du Saint-Laurent à proximité du pont. L'aménagement de ces sites entraînera les perturbations suivantes:

- Destruction du sol superficiel;
- compactage du sol;

- modification au drainage et au ruissellement;
- suppression d'arbres, d'arbustes et de végétation herbacée.

Ces perturbations impliqueront une érosion de surface, des berges et du littoral ainsi qu'une mise en suspension des sédiments.

L'aménagement de ces sites pourrait comprendre la mise en place d'une rampe de mise à l'eau (digues en enrochement), induisant temporairement de la mise en suspension; elle modifierait le courant et favoriserait une légère sédimentation en amont de cette digue.

Globalement ces travaux ne devraient pas avoir de graves conséquences sur l'environnement en raison de la petite superficie affectée, du faible volume de l'apport sédimentaire et de l'utilisation limitée du milieu aménagé par la faune.

5.1.1.2 MISE EN OEUVRE DES ÎLOTS

Le groupe Lavalin (1985 c) a évalué le comportement des différents matériaux lors de leur mise en place.

Sable

Dans le cas où le remblai serait partiellement en sable, il est nécessaire de construire une digue périphérique par étapes au moyen d'une trémie et de mettre en place un filtre entre les matériaux de la digue périphérique et le remblai de sable.

Le sable mis en place par déversement sous l'eau sera dans un état de densité très lâche, et par conséquent, sans un processus de densification par vibroflottation du sable, ce dernier sera susceptible de se liquéfier sous l'effet d'un tremblement de terre ou encore de l'impact d'un navire.

Les résultats des essais sur modèle réduit indiquent que pour une vitesse de courant supérieure à 0,7 m/s il n'est pas possible de remblayer avec du sable la zone amont des piliers, ni toute la zone de remblai située au-dessus du niveau -8,5 m, puisque le sable subirait une érosion excessive.

Même sous le niveau -8,5 m, pour un courant supérieur à 0,7 m/s, la perte de sable par déversement et par entraînement atteint 56% du volume déversé. Pour un courant inférieur à 0,7 m/s, le remblayage pourrait se faire jusqu'au niveau -2,0 m et la perte due au déversement seulement serait d'environ 11%.

Tout-venant de schiste

Le tout-venant de schiste disponible contient un pourcentage très élevé de particules fines et s'altère très rapidement au contact de l'air et de l'eau. Il ne peut être utilisé comme remblai au-dessus du niveau des eaux basses. Avant sa mise en place sous l'eau, il subirait une forte altération lors de sa mise en dépôt et il pourrait être trop fin pour pouvoir être utilisé. Pendant le placement, les pertes devraient être assez élevées en raison du fort pourcentage de particules fines.

Gravier naturel

Le gravier contient environ 1% de particules fines inférieures à 0,075 mm. Si ce matériau est utilisé pour la construction d'une partie des massifs, le pourcentage de pertes éventuelles dues au courant resterait à vérifier.

Répercussions

Lors de la mise en place des îlots, c'est lors du dépôt des matériaux en eau libre qu'il est susceptible d'y avoir les répercussions les plus appréciables soit une augmentation des particules en suspension et de la turbidité causée par le transport de matériel en aval.

Plus les particules seront fines, plus elles pourront être entraînées loin. Plus la colonne d'eau sera importante, plus il y aura de transport latéral de sédiments.

On peut donc anticiper que la méthode de dépôt par ouverture des vannes de fond des barges favorise une mise en suspension supérieure à celle effectuée à l'aide d'une trémie.

Les matériaux comme le sable, le tout-venant de schiste et le gravier contiennent plus de particules susceptibles d'être

emportées facilement par le courant que le tout-venant de carrière (roche calcaire, granit ou roche volcanique).

Théoriquement, des matériaux fins mis en suspension dans le chenal de navigation à proximité des piliers devraient suivre le couloir fluvial et se déposer, en fonction de leur taille et des conditions hydrodynamiques du fleuve, dans l'une ou l'autre des zones de dépôts connues ou potentielles localisées principalement sur la rive sud.

A cause de la complexité des mécanismes qui régissent la dispersion des sédiments dans le fleuve, on ne peut préciser quelles zones seront affectées et dans quelle proportion elles le seront.

Comme les matières en suspension empruntent le chenal principal, on ne s'attend pas à ce que les activités reproductrices des poissons soient perturbées lors de la mise en place des flots.

L'intensité de l'impact pourrait être plus important si la sédimentation se produit dans le secteur de Gentilly où l'on y retrouve le milieu faunique et floristique le plus important.

5.1.1.3 EXPLOITATION DES BANCs D'EMPRUNT ET DES CARRIÈRES

Les impacts primaires potentiels sont:

- . la production de bruit et de vibrations;
- . la production de poussières;
- . la destruction du sol superficiel;
- . la modification de la nappe phréatique;
- . la suppression d'arbres, d'arbustes et de végétation herbacée.

En raison de la localisation des sources de matériaux d'emprunt, de la dimension des bancs et du fait que plusieurs sont déjà en exploitation, on ne s'attend pas à des répercussions importantes sur la faune.

5.1.1.4 CIRCULATION DES VÉHICULES

Le camionnage cause ordinairement une augmentation sur le niveau de bruit et peut aussi générer des poussières. Comme le camionnage se fera par des routes déjà achalandées par le transport lourd, on ne s'attend pas à ce que les perturbations causent un impact important.

5.1.2 EXPLOITATION

Généralement, lors d'un remblayage et lors de la création d'îles, les impacts négatifs sur le milieu biologique, en phase exploitation, sont induits par les modifications apportées au régime hydraulique. Cette étude a été réalisée par la firme conseil Lavalin (1985 b)). Les calculs ont été faits en postulant que l'obstacle serait cylindrique.

5.1.2.1 VITESSES ET DIRECTIONS DES COURANTS

Le ministère des Transports a effectué une étude par photogrammétrie des courants de surface aux abords du pont. On a observé que le courant de surface en un point déterminé du fleuve n'est pas constant en direction. Ainsi, on note entre les observations du 3 et du 4 octobre 1985, des croisements de lignes de courant, avec des angles d'inclinaison pouvant atteindre environ 5°.

Ce fait rejoint des observations faites sur modèle réduit pour le fleuve, ainsi que des observations visuelles de l'instabilité du courant.

La seule chose à noter, en ce qui concerne les îlots, c'est que des déviations permanentes supplémentaires vont se superposer au champ de courants habituel. La figure 27 montre, pour la disposition d'îlots multiples, le champ de lignes de courant tel que calculé dans l'étude de Lavalin (1985 b).

La figure 28 indique la répartition des vitesses en travers, en aval de l'obstacle, à des distances de 60, 180 et 240 m, pour un cylindre de 60 mètres de diamètre.

PLAN CLÉ

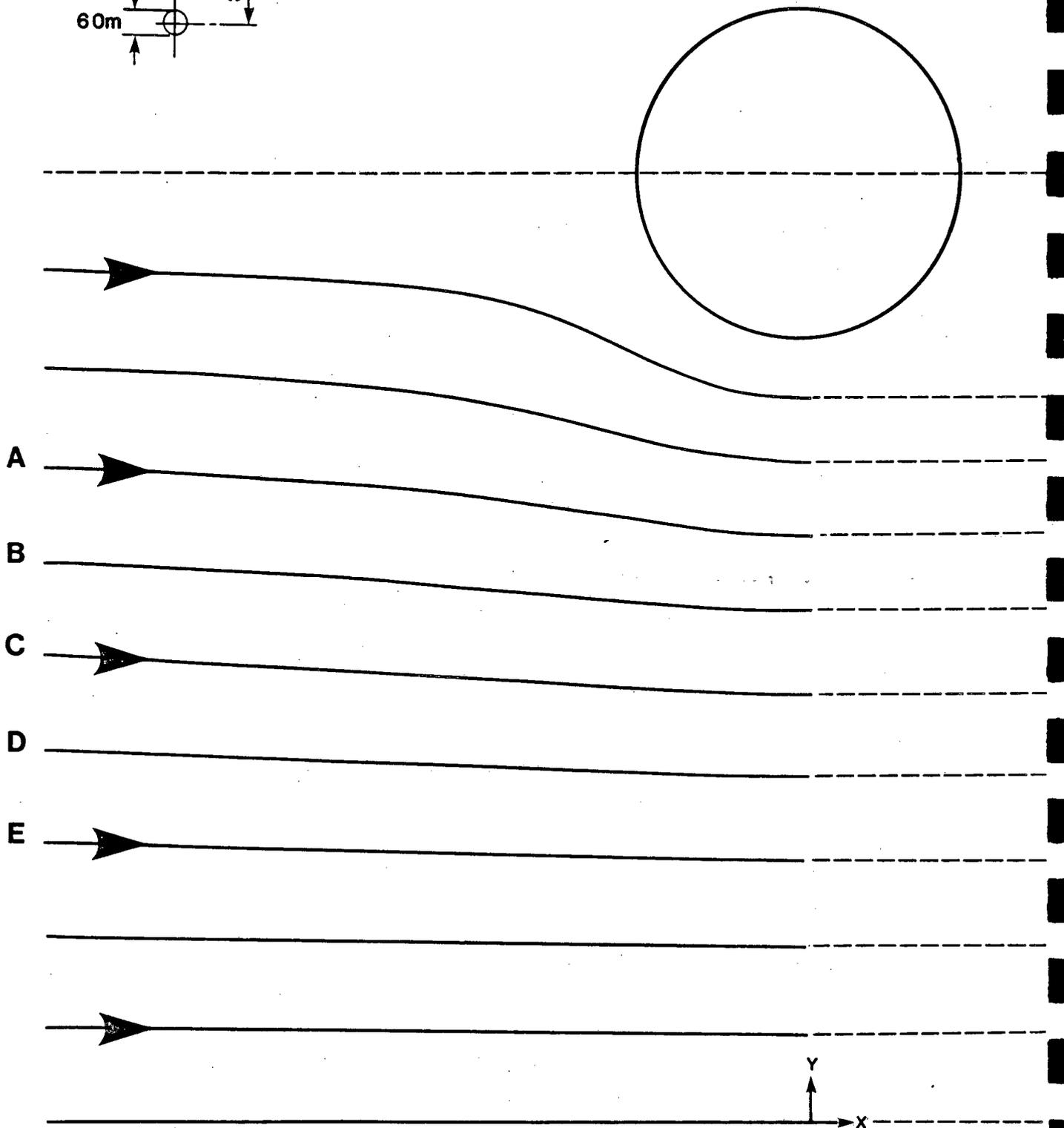
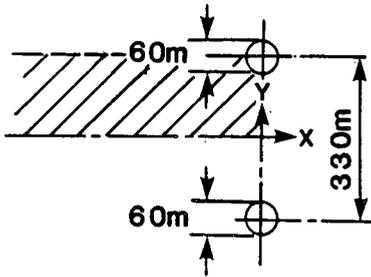


Figure 27: LIGNES DE COURANT POUR LES ÎLOTS MULTIPLES.

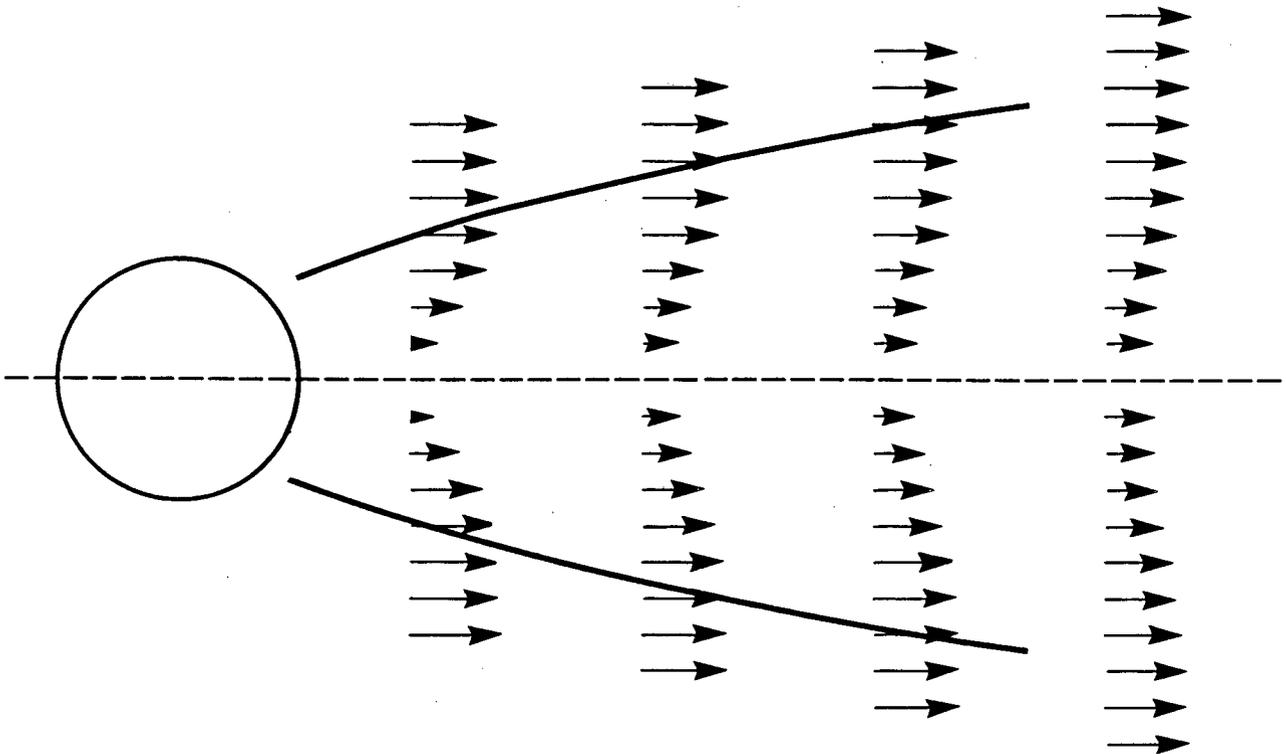


Figure 28: RÉPARTITION DES VITESSES EN AVAL DES ÎLOTS.

5.1.2.2 ÉROSION

La principale source d'impact potentiel sur le milieu physique est l'érosion ou l'affouillement qui pourrait être induit par la présence des îlots. Le groupe Lavalin (1985 b) a réalisé l'évaluation de ce problème.

A l'annexe 7, on présente les sections du rapport de Lavalin qui démontrent sur quelles données et selon quelles méthodes ils ont pu prévoir l'érosion libre du lit du fleuve.

Naturellement, le lit du fleuve est érodé pendant les crues et remblayé à l'étiage, et il s'érodera lors de la mise en place des îlots, et davantage lors des crues.

Dans ce qui suit, nous rapportons les résultats de Lavalin (1985 b) sur les changements reliés à l'érosion libre, une fois les massifs implantés. Les modifications prévues touchent:

- Les profondeurs;
- les vitesses;
- les débits par tranche nominale de 50 m.

Le tableau 12 présente les résultats. On note que le débit est annulé dans certaines tranches, à cause de l'encombrement des massifs (la réduction du débit a été calculée pour des massifs cylindriques équivalents, ce qui revient à répartir le petit débit pouvant passer près du sommet de chaque massif, vers les tranches voisines).

Notons enfin que l'approfondissement calculé serait nettement plus fort si on avait supposé que le lit initial étudié était véritablement le lit naturel, c'est-à-dire, sans ôter au préalable dans tous les calculs, l'encombrement dû aux piles existantes pour trouver en fin de compte une section mouillée initiale plus faible que celle du lit naturel.

On note que la bathymétrie du lit érodé est à peu près indépendante du débit choisi, soit 12 500 m³/s ou 15 000 m³/s. L'érosion relative diminue légèrement lorsque le débit augmente (passant de 19% à 17%), ce qui compense à peu près exactement

TABLEAU 12: VITESSES, DÉBITS ET PROFONDEURS APRÈS ÉROSION LIBRE

DISTANCE À PARTIR DU CENTRE DU PONT	PROFONDEURS MARÉGRAPHIQUES (mètres)			VITESSES (m/s)		DÉBITS PAR TRANCHE (m ³ /s)	
	Actuelles	Q= 12500	Q= 15000	Q= 12500	Q= 15000	Q= 12500	Q= 15000
(Triangle N)				0,29	0,34	186	292
536	4,7	5,9	6,0	0,44	0,51	173	224
486	8,1	10,0	10,0	0,58	0,66	345	419
Pile N3							
436	11,2	13,7	13,7	0,70	0,78	541	638
386	13,3	16,1	16,1	0,77	0,86	526	629
337	15,1	18,3	18,2	-	-	-	-
Pile N2							
287	16,6	20,0	20,0	0,88	0,97	794	923
237	17,6	21,3	21,2	0,91	1,01	1049	1198
187	18,2	22,0	21,9	0,93	1,03	215	265
Pile N1							
138	19,6	23,7	23,5	0,97	1,07	240	295
88	17,1	20,7	20,6	0,89	0,99	1004	1149
38	16,2	19,6	19,5	0,86	0,96	926	1063
-12	15,5	18,8	18,7	0,84	0,94	867	999
-62	15,1	18,3	18,2	0,83	0,92	835	962
-111	13,5	16,3	16,3	0,77	0,86	573	678
Pile S1							
-161	13,0	15,8	15,8	-	-	-	-
-211	13,6	16,5	16,4	0,78	0,87	581	686
-261	13,0	15,8	15,7	0,76	0,85	666	777
-310	11,6	14,1	14,1	0,71	0,80	194	239
Pile S2							
-360	10,0	12,2	12,2	0,65	0,74	158	196
-410	9,0	11,1	11,1	0,62	0,70	398	479
-460	8,5	10,5	10,5	0,60	0,68	3688	445
Pile S3							
-509	7,9	9,8	9,8	0,57	0,65	333	406
(Triangle S)				0,41	0,47	1527	2038

Q= Débit compétent

l'augmentation de la profondeur, qui passe de:

$$\begin{array}{l} Z = 1,91 \text{ m } (Q = 12\,500 \text{ m}^3/\text{s}) \\ \text{à } Z = 2,73 \text{ m } (Q = 15\,000 \text{ m}^3/\text{s}) \end{array}$$

Cette constatation renforce la confiance qu'on peut accorder aux résultats; le choix exact du débit "compétent" entre pour peu dans l'affouillement.

Si le lit n'est pas protégé contre l'affouillement, la pose des massifs entraînerait un approfondissement du lit de l'ordre de 18% à 19% en dehors de l'emprise même des massifs. Selon les calculs, cela représente un affouillement de 3 100 m² de section transversale au droit du pont.

L'étude du sillage (voir section 5.1.2.1) devrait donner un indice de la longueur de la fosse d'érosion. Il reste vrai cependant qu'une bonne dose d'appréciation éclairée est requise pour aboutir à une conclusion pratique. La figure 28 illustre le champ des vitesses théoriques en aval d'un obstacle isolé, mais ne traitent pas le problème de l'interférence des sillages, en particulier.

Pour un diamètre équivalent d'environ 65 à 70 m, et un entre-axe moyen de l'ordre de 225 m, la théorie laisse prévoir cette interférence à partir de 475 m à 500 m en aval. On peut conclure qu'à une distance d'environ 1 000 m en aval, les sillages auront été résorbés entièrement.

L'impact de cet affouillement sur la faune et la flore est relié à la redéposition de ce matériel. Il ne devrait pas y avoir d'augmentation de turbidité car le matériel n'est pas mis en suspension, puisqu'on assiste à un transport de fond.

5.1.2.3 ÉCOULEMENT DES GLACES

Lavalin (1985 b) et Lavalin Offshore (1985) a évalué les conditions futures qui prévaudront. Le texte qui suit est tiré de ce rapport.

"Etant donné que la nature des glaces dérivant sous le pont ne changera pas après l'installation des

îlots, et qu'elle continuera d'être composée principalement de glaçons de petite taille, on ne prévoit pas que les îlots présentent un obstacle créant des accumulations de glace à l'amont du pont. Même si la largeur des îlots au niveau de la surface de l'eau est considérable (> 30 m), la forme semi-circulaire de l'avant des îlots aura tendance à faire pivoter les glaçons et les faire dériver avec le courant.

Dans le cas de fragments plus larges, ils seront fractionnés par les îlots. Michel (1970) fait remarquer que le seul fait de donner un fruit de 1:1 à une pile, avec un bec coupé à angle droit en plan, suffit pour diminuer la force d'impact par un champ de glace dans le rapport de 10:1, par rapport à une pile verticale; cela découle du fait que la glace se brise plus facilement en flexion qu'en compression, pour l'impact frontal. Les îlots auront cet effet aussi, et on peut raisonnablement supposer que le découpage des glaçons larges se produira même plus facilement dans l'avenir, avec les massifs en place, qu'actuellement, malgré la largeur accrue de l'obstruction".

Michel (1970) fait aussi remarquer que le fait d'avoir une surface inclinée empêche également un champ de glace de s'arc-bouter entre deux massifs voisins.

Notons enfin que les surfaces envisagées par Michel sont plus raides (pente de 1 vertical pour 1 horizontal, comparée à une pente de 1 vertical pour 2 horizontal dans notre cas), ce qui réduira encore le risque de rétention des fragments larges sur les piliers du pont.

5.2 NAVIGATION

Les effets des îlots sur la navigation ont été évalués par le groupe-conseil Lavalin (1985 b).

Ilots N1 et S1 en place

Les modifications induites par les îlots auront peu d'effet sur la navigation.

Premièrement, les changements de direction du courant à travers la largeur correspondant au chenal de navigation du Saint-Laurent (240 m) sont faibles, et vont en décroissant à 0 à l'axe même du chenal. En conséquence, les navires navigant normalement le long de l'axe du chenal ne seront pas affectés du tout. Cependant, les navires se déplaçant d'un côté ou de l'autre de la voie navigable seront affectés, toutefois, l'effet de la déviation sera atténué par les facteurs suivants:

- l'inertie du navire aura tendance à le faire avancer au-delà de la zone de déviation, et dans la zone où les courants reprennent une trajectoire parallèle à l'axe;
- le léger écart dans la course du navire sera facilement compensé par un coup de barre, surtout s'il est prévu à l'avance; il faut noter que les navires sont dirigés sur le fleuve par des pilotes.

Un îlot en place

Pendant la construction, avec un seul îlot en place, le régime des courants sera asymétrique et l'effet sur les navires sera plus prononcé. Il est toutefois évident qu'à cause de la présence du matériel flottant de l'entrepreneur auprès des piliers, la navigation devra prendre des précautions particulières assurant la préservation de la sécurité dans des conditions anormales.

5.3 MILIEU VISUEL

Visibilité des massifs

La capacité d'absorption de l'ensemble du paysage est particulièrement faible puisqu'il s'agit d'un plan d'eau. Aux trois pages suivantes, nous avons illustré par une série de photographies l'impact visuel en simulant la construction d'îlots.

**ILLUSTRATION DE L'IMPACT VISUEL VUE DES RIVERAINS
UNITE DE PAYSAGE 1 - PROCHE DES PILLIERS DU PONT**



AVANT



APRES LA CONSTRUCTION

ILLUSTRATION DE L'IMPACT VISUEL VUE DES RIVERAINS
UNITE DE PAYSAGE 3



AVANT

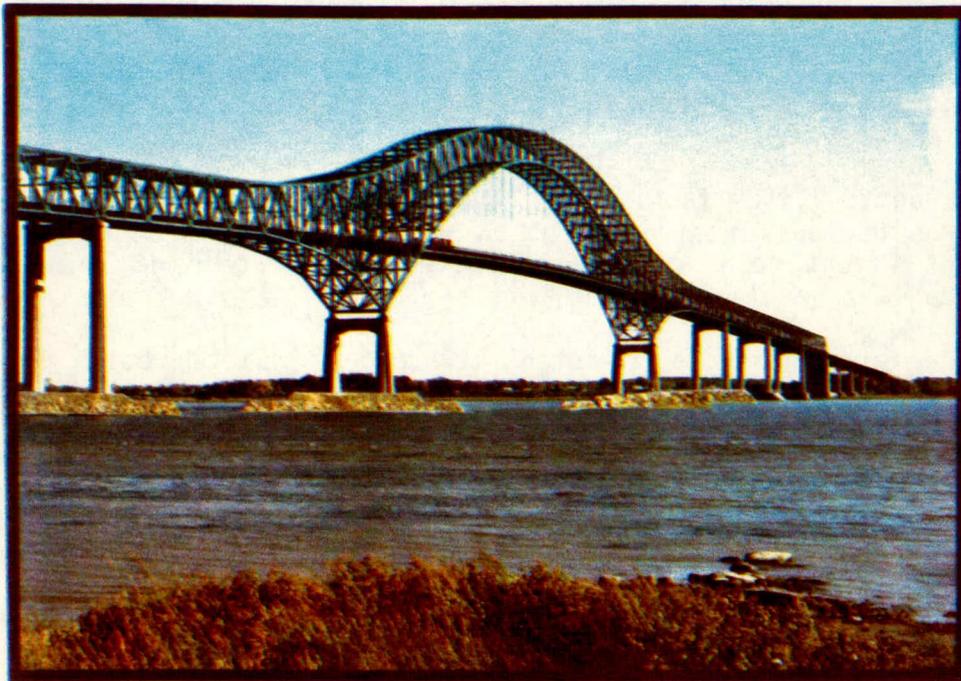


APRES

**ILLUSTRATION DE L'IMPACT VISUEL VUE DES RIVERAINS
UNITE DE PAYSAGE 1 - LOIN DES PILLIERS DU PONT**



AVANT



APRES LA CONSTRUCTION

Les usagers ne verront que très peu les massifs, alors que chez les riverains localisés à l'intérieur de la zone d'accès visuel, seulement ceux localisés sur les berges du fleuve verront les massifs d'une façon continue. C'est l'unité 1 qui comprend le plus de riverains en berge (une vingtaine) dont dix sont très proches du pont; l'unité 2 ne comprend que trois ou quatre résidences à une bonne distance du pont, l'unité 3 comprend une vingtaine de résidences localisées à la limite de la zone d'accès visuel et l'unité 4 ne comprend aucun riverain.

En terme de visibilité, c'est l'unité 1 qui est la plus affectée.

Intensité de l'impact

L'intensité de l'impact visuel reflète le degré de perturbation d'une unité de paysage. Le tableau 13 illustre comment, à l'aide de la visibilité, de l'intérêt et de la valeur culturelle, il est possible de construire un indice d'intensité permettant de déduire si l'impact anticipé est faible, moyen ou fort.

En attribuant une valeur absolue telle que faible = 0, moyen = 1 et fort = 2, il devient possible de calculer un indice dont la valeur maximale ne peut dépasser le nombre de paramètres multiplié par 2.

Cette analyse matricielle permet d'identifier que, toutes proportions gardées, l'unité de paysage la plus affectée est l'unité 1, sur la rive nord, étant donné le nombre et la proximité des riverains construits sur les berges immédiates du fleuve.

L'unité 3, sur la rive sud, suit de près étant donné la qualité des quelques résidences qu'on y trouve alors que les unités 2 et 4 sont moins concernées faute d'observateurs à l'intérieur de la zone d'accès visuel des berges.

De façon générale, l'intensité de ces impacts reste moyenne. D'une part, elle ne peut être forte car les usagers de l'auto-route ne verront pas les massifs et que le nombre de riverains affectés est relativement faible (une vingtaine). D'autre part, elle ne peut être faible car les massifs seront très visibles, particulièrement lorsque le niveau de l'eau sera

TABLEAU 13: INDICE DE L'INTENSITÉ DE L'IMPACT VISUEL

	PARAMÈTRES		INTENSITÉ DE L'IMPACT	INDICE
VISIBILITÉ DES MASSIFS	Capacité d'absorption	Faible	Forte	2
		Moyenne	Moyenne	1
		Forte	Faible	0
	Perception des usagers	Forte	Forte	2
		Moyenne	Moyenne	1
		Faible	Faible	0
Perception des riverains	Forte	Forte	2	
	Moyenne	Moyenne	1	
	Faible	Faible	0	
INTÉRÊT VISUEL DU PAYSAGE	Harmonie du pont	Forte	Forte	2
		Moyenne	Moyenne	1
		Faible	Faible	0
	Harmonie du paysage	Forte	Forte	2
		Moyenne	Moyenne	1
		Faible	Faible	0
VALEUR CULTURELLE DU PAYSAGE	Structure de la mise en scène des terrains résidentiels	Forte	Forte	2
		Moyenne	Moyenne	1
		Faible	Faible	0
	Valeur historique du pont	Forte	Forte	2
		Moyenne	Moyenne	1
		Faible	Faible	0
INTENSITE				

Sur une échelle de 0 à 14, les impacts se répartissent comme suit:

Fort : 10
Moyen : 5 à 10
Faible: 5

à son plus bas, et aussi parce que la structure du pont est particulièrement harmonieuse et sera alourdie par l'aménagement des massifs autour de ses piliers.



MESURES DE MITIGATION ET IMPACTS RÉSIDUELS

6 MESURES DE MITIGATION ET IMPACTS RÉSIDUELS

6.1 BIOPHYSIQUE

Les impacts causés à la composante aquatique par la mise en oeuvre des îlots et leur présence ne peuvent être mitigés que par le choix des matériaux et de la méthode de mise en place; cet aspect de l'étude est présenté au chapitre 7.

Des mesures de mitigation seront appliquées aux sites qui serviront comme lieu d'entreposage et de transbordement des matériaux. Comme il a été mentionné précédemment, ces sites pourraient être localisés sur les rives du Saint-Laurent, à proximité du pont Laviolette. Par rapport aux impacts énumérés au chapitre précédent, l'application de ces mesures vise à réduire l'intensité de l'impact causé par l'apport sédimentaire (érosion de surface) dans le fleuve et à restaurer les lieux, une fois les travaux complétés.

Déboisement

- Lors de l'aménagement du site, on verra à limiter le déboisement des berges à ce qui est strictement nécessaire à la réalisation des ouvrages.

Érosion

- Les matériaux qui pourraient être utilisés pour l'édification d'une rampe de mise à l'eau ne devront pas contenir plus de 10% de matières fines passant dans le tamis de 75 microns.

- . Durant la période de construction, le sol doit être stabilisé, à tous les endroits du chantier où il y a risque d'érosion.
- . S'il advient que l'on ferme le chantier durant l'hiver, l'entrepreneur devra effectuer une stabilisation préventive du sol, au moment de la fermeture temporaire dans le but de parer aux érosions massives du printemps.

Réaménagement des sites temporaires

- . Immédiatement après la réalisation des travaux, tous les endroits remaniés devront être stabilisés de façon permanente.
- . A la fin des travaux, le matériel remblayé dans le lit du fleuve et ayant servi à l'édification de rampes, devra être retiré de l'eau afin de redonner un écoulement naturel près des berges.
- . Les berges perturbées devront être renaturalisées par la plantation d'arbres comme le saule et l'aulne.
- . A la fin des travaux, les sites d'entreposage, de stationnement et les chemins d'accès devront être nettoyés, le terrain scarifié, régalez, recouvert de terre végétale et ensemené.

Déchets

- . Le déversement, dans tout cours d'eau de déchets provenant du chantier de construction est interdit. L'entrepreneur doit disposer de ces déchets, quelle qu'en soit leur nature, selon les lois et règlements en vigueur.

Divers

- Le plein et la vérification mécanique de la machinerie opérant dans les sites de transbordement devra s'effectuer à distance du fleuve et de tout autre cours d'eau de façon à éviter toute contamination du milieu aquatique par des produits organiques, chimiques, pétrochimiques, toxiques ou pouvant le devenir.

6.2 NAVIGATION

Durant les travaux, il y a un risque d'encombrement du chenal de navigation à proximité du pont. L'entrepreneur a l'obligation légale d'aviser les responsables de l'application de la Loi de la protection des eaux navigables en l'occurrence la Garde côtière (Transports Canada). Cette dernière, lors de la transmission de l'autorisation y indiquera les restrictions et la signalisation qui devront être assumées et installées par l'entrepreneur. De plus, normalement, la Garde côtière émettra un avis à la navigation prévenant les navires de la présence de travaux au site du pont Laviolette.

6.3 MILIEU VISUEL

Les riverains situés au nord-ouest du pont Laviolette sont les plus susceptibles de voir se dégrader leur environnement visuel. Il y a peu de solution pour atténuer cet effet, car pour respecter l'équilibre architectural du pont, il faudrait sur le plan visuel que la longueur maximale de la partie émergente d'un massif n'excède pas le 1/3 de la hauteur du pilier et que l'émergence soit maintenue au minimum. Ces exigences ne peuvent être rencontrées pour des raisons techniques et sécuritaires (mécanique des chocs, glaces, navigation). Rappelons qu'à la cote + 5, la longueur des massifs sera de 58 mètres et leur largeur de 26 mètres.

La seule mesure applicable concerne la couleur et la texture des matériaux formant la carapace des massifs. Sur le plan visuel, cette carapace devrait avoir une texture lisse de couleur bleue-grise afin de s'harmoniser avec le gris des piliers et le bleu de l'eau du fleuve. Puisque la carapace sera constituée de blocs de granit dont les teintes s'approchent du gris-bleu dans cette région et puisqu'ils seront placés, ce type de matériau permettra une meilleure intégration des massifs à leur environnement visuel et réduira l'impact résiduel au minimum.

6.4 COMPOSANTES ARCHÉOLOGIQUES

A la section 4.6.3.3, deux zones de potentiel ont été retenues : rive ouest de la rivière Godefroy et la sablière de Saint-Wenceslas. S'il y a menace de perturbation en rapport avec les travaux visant la protection des piliers du pont Laviolette, on devrait procéder à une évaluation archéologique comprenant des sondages systématiques ainsi que la délimitation de tout site archéologique découvert.

7 ANALYSE DES OPTIONS

Le présent chapitre présente une analyse comparative des différentes options au point de vue technique, financier et environnemental. Le groupe Lavalin (1985 c) a réalisé l'évaluation des aspects techniques et financiers qui font l'objet des deux prochaines sections.

7.1 ASPECTS TECHNIQUES

7.1.1 CHOIX DES MATÉRIAUX

Sable:

L'utilisation du sable comme remblai à l'intérieur d'une digue périphérique n'est pas recommandable, principalement pour les raisons suivantes:

- . Nécessité de construire une digue périphérique par étapes au moyen d'une trémie, ce qui représente une méthode de construction coûteuse et lente, et qui ne semble pas être nécessaire pour un remblayage de masse;
- . nécessité de mettre en place un filtre entre les matériaux de la digue périphérique et le remblai de sable;
- . risque de liquéfaction du sable sous l'effet d'un tremblement de terre, de l'impact d'un navire ou encore d'échappement du sable par une discontinuité du filtre;
- . stabilité d'une digue construite en couches successives avec une pente extérieure de 1,5 horizontal pour 1,0 vertical non assurée à cause de la poussée exercée par le

sable uniforme, saturé, à l'état lâche et avec un angle de repos de 26 à 30 degrés, à moins que le sable ne soit consolidé en couches par vibro-flottation;

- perte importante de sable par déposition et par entraînement, ce qui implique un coût d'achat, et également de mise en oeuvre, d'un volume de sable égal au volume perdu.

Gravier naturel:

Le gravier naturel disponible est composé de granulats trop arrondis pour être utilisés pour la construction d'une digue périphérique car les pentes pour ce matériau déposé sous l'eau seraient beaucoup moins raides que 1,5 horizontal pour 1,0 vertical tel que requis. Il pourrait toutefois être utilisé comme matériau de remplissage à l'intérieur d'une digue réalisée en tout-venant de concassage ou en tout-venant de carrière. Cependant, ceci implique une construction par étapes avec mise en place de la digue à la trémie. Le pourcentage de pertes éventuelles dues au courant resterait à vérifier.

Tout-venant de schiste:

Le tout-venant de schiste peut présenter des difficultés pour être mis en place avec une pente de 1,5 horizontal pour 1,5 vertical. Comme il a été mentionné au chapitre 5, ce matériau renferme un pourcentage très élevé de particules fines et il s'altère très rapidement lorsqu'il est exposé à l'action des intempéries et/ou du gel.

Tout-venant de carrière:

Comparativement au roc volcanique et au roc granitique, le tout-venant de dynamitage de roche calcaire est celui dont la

disponibilité est la plus rapprochée du site. Les dimensions moyennes des blocs dynamités sont actuellement de l'ordre 600 à 900 mm.

Il est probable qu'avec ce matériau les pentes inférieures de l'îlot soient de 1,25 horizontal pour 1 vertical, toutefois la faisabilité de cette pente devra être vérifiée au début de la mise en place.

Considérant son faible contenu en matières fines et sa forte résistance aux altérations induites par l'air et l'eau, ce matériel est nettement supérieur à ceux énumérés précédemment. Le groupe Lavalin (1985 c) a évalué que la qualité du roc calcaire devrait être adéquate pour que celui-ci puisse être utilisé comme enrochement de protection contre les glaces, sous réserve que des blocs de la dimension requise puissent être obtenus.

7.1.2 MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX _____

Deux méthodes ont été envisagées:

- a) La mise en place de digues périphériques en tout-venant construite par étapes à l'aide de trémies, protégées par une carapace, et à l'intérieur desquelles un remplissage serait effectué. Les digues périphériques seraient construites en couches successives d'environ 2 mètres d'épaisseur, mises en place au fur et à mesure de l'avancement du remblai intérieur.
- b) L'autre méthode préconise le dépôt du matériel par des chalands à fond ouvrant.

L'avantage technique du dépôt est sa rapidité d'exécution. Toutefois, des doutes subsistent quant à la possibilité de respecter la géométrie et de maintenir des pentes de 1,5 horizontal pour 1,0 vertical pendant la construction.

7.1.3 CLASSEMENT TECHNIQUE

Du point de vue technique, il ressort que le sable ne peut être utilisé sans perte importante et que le tout-venant de calcaire est le matériel qui devrait être utilisé comme partie principale au massif. Le meilleur matériel pour la carapace est le roc granitique.

7.2 ASPECTS FINANCIERS

Les coûts par tonne métrique des différents matériaux, transportés au site sont énumérés ci-dessous:

Sable:	2,77 \$
Gravier naturel:	4,75 \$
Tout-venant de schiste:	3,99 \$
Tout-venant de carrière:	5,41 \$
Blocs de granite:	10,52 \$

Le groupe Lavalin (1985 c) a effectué une comparaison de quatre alternatives.

1. Ilot de sable à l'intérieur d'une digue en enrochement:

- variante a): courant supérieur à 0,7 m/s
- variante b): courant inférieur à 0,7 m/s

2. Ilot en tout-venant de carrière:

- variante a): avec digues placées par trémie
- variante b): sans digues

On notera que dans ces alternatives, on n'a pas considéré le tout-venant de schiste et le gravier naturel, puisque techniquement ces matériaux ne peuvent convenir.

Pour cette comparaison, les prix des matériaux ont été fournis par le Ministère, ou obtenus par une enquête auprès des différents fournisseurs. Ceux de la mise en place sont

basés sur des projets antérieurs et suite à une discussion avec un entrepreneur; ils n'ont été établis que pour fins de comparaison du coût relatif des différentes solutions.

Un facteur de risque de 25% a été appliqué à la solution 1.b) pour tenir compte de la faible longueur de la période durant laquelle le courant est inférieur à 0,7 m/s. En effet, pour le pilier N1, cette période est presque nulle. Cette période n'étant pas fixe dans le temps, ainsi que souvent discontinue, il est très difficile pour un entrepreneur de planifier adéquatement ses travaux. De plus, la construction doit se faire en un temps record, car l'ouvrage ne peut être laissé inachevé pour attendre la prochaine saison, puisqu'il serait détruit par les courants plus forts de la saison de crue. On voit donc que ce facteur de 25% est plutôt sous-évalué.

Le coût de mise en place d'un matériau sous l'eau avec une trémie est au moins le double de celui d'une mise en oeuvre à l'aide d'un chaland à fond ouvrant et une telle opération est beaucoup plus longue.

Au tableau 13, est présenté une analyse des coûts d'un îlot type. De point de vue financier, la solution 2b est la plus économique suivi des alternatives 2a, 1a et 1b.

7.3 ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

Peu importe la solution, les impacts seront les mêmes durant l'exploitation sauf s'il y a rupture de la digue retenant le sable suite à un tremblement de terre ou l'impact d'un navire.

Par contre, durant la construction, les répercussions différeront selon le type de matériau et la méthode utilisée. Comme il est mentionné au chapitre 5, la zone d'influence est fonction de la quantité de matières fines et de la hauteur de la colonne d'eau entre la rupture de charge et le lit du fleuve. Les matériaux comme le sable, le tout-venant de schiste et le gravier contiennent plus de particules susceptibles d'être emportées facilement par le courant que le tout-venant de carrière.

TABLEAU 14: TABLEAU COMPARATIF DE L'INFLUENCE DES COÛTS D'APPROVISIONNEMENT DES DIFFERENTS MATERIAUX SUR LE COÛT GLOBAL D'UN ILOT TYPE

OUVRAGE	VOLUME EN PLACE m ³	VOLUME REQUIS m ³	MASSE REQUISE TONNES	PRIX UNITAIRE \$/TONNE			COUT \$
				MATERIAU AU SITE	MISE EN PLACE	TOTAL	
1) Solution remblai de sable à l'intérieur d'une digue en enrochement							
a) avec courant supérieur à 0,7 m/s							
Digue placée par trémie							
Tout-venant de carrière	20 000	20 000	40 000	5,41	10,00	15,41	616 400
Filtre	5 000	5 000	10 000	7,12	15,00	22,12	221 200
Remblai sable sous -8,5 m	30 000	68 200	122 730	2,77	5,00	7,77	953 600
Zone amont et de -8,5 m à -2,0 tout-venant de carrière	40 000	40 000	80 000	5,41	5,00	10,41	832 800
De -2,0 à +4,0 T.V.C.	8 000	8 000	16 000	5,41	6,00	11,41	182 600
Carapace de protection	8 500	8 500	17 000	5,41	10,00	15,41	292 800
TOTAL	111 500		285 730				3 099 400
b) avec courant inférieur à 0,7 m/s							
Digue placée par trémis							
Tout-venant de carrière	20 000	20 000	40 000	5,41	10,00	15,41	616 400
Filtre	5 000	5 000	10 000	7,12	15,00	22,12	221 200
Remblai sable sous -2,0	70 000	85 400	153 700	2,77	5,00	7,77	1 194 400
De -2 à +4,0 T.V.C.	8 000	8 000	16 000	5,41	6,00	11,41	182 600
Carapace	8 500	8 000	17 000	5,41	10,00	15,41	292 800
SOUS-TOTAL	111 500		236 700				2 507 400
FACTEUR DE RISQUE	25%						626 800
TOTAL							3 134 200
							111a.
2) Solution remblai en tout-venant de carrière							
a) avec digue placée par trémie pour précision des alignements							
Digue placée par trémie	20 000	20 000	40 000	5,41	10,00	15,41	616 400
Remblai jusqu'à -2,0	75 000	75 000	150 000	5,41	5,00	10,41	1 561 500
De -2 à +4,0	3 000	8 000	16 000	5,41	6,00	11,41	182 600
Carapace	8 500	8 500	17 000	5,41	10,00	15,41	292 000
TOTAL	111 500		223 000				2 453 300
b) sans digue							
Remblai jusqu'à -2,0	95 000	95 000	190 000	5,41	5,00	10,41	1 977 900
De -2 à +4,0	8 000	8 000	16 000	5,41	6,00	11,41	182 600
Carapace	8 500	8 500	17 000	5,41	10,00	15,41	292 800
TOTAL							2 453 300

Un matériau déposé à l'aide d'une trémie permet de réduire la mise en suspension à une portion de la colonne d'eau; il y aura une mise en suspension dans l'ensemble de la colonne d'eau, lors d'un déchargement s'effectuant à partir d'une barge à fond ouvrant.

Du point de vue environnemental, l'utilisation de tout-venant de calcaire et la mise en place par une trémie constituent les meilleures solutions.

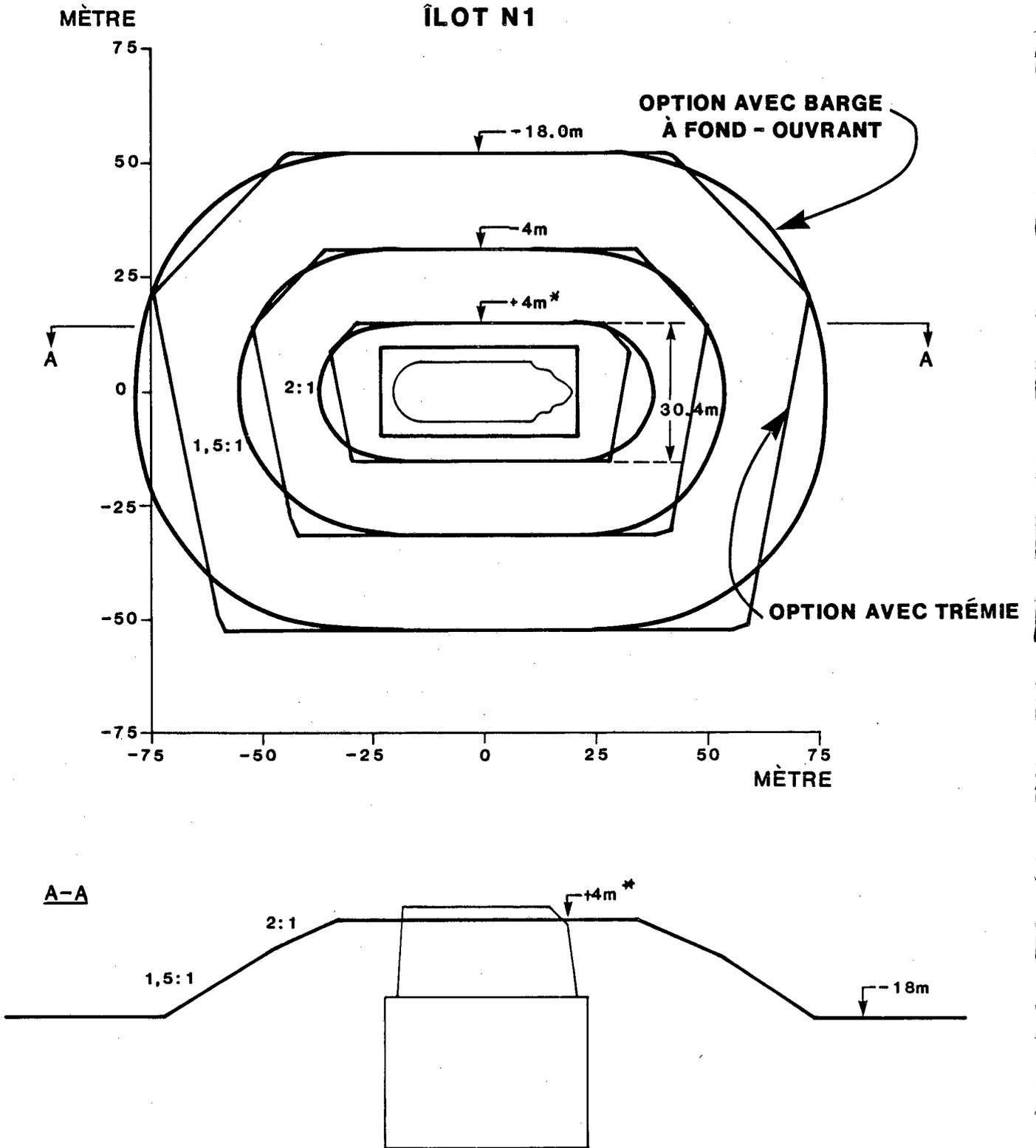
7.4 OPTIONS RETENUES

Il ressort clairement que pour la réalisation d'un îlot, la solution comportant l'utilisation de tout-venant de carrière est la plus sécuritaire, la plus facile de réalisation, la moins coûteuse et celle qui a le moins d'influence sur l'environnement.

Présentement, la méthode définitive de mise en place n'est pas choisie et son choix aura une influence sur la géométrie des îlots (figure 29). En fait, l'utilisation de trémies permettrait de réaliser l'ouvrage selon la géométrie proposée par Danish Hydraulic Institute (1985), alors que si le tout-venant était mis en place à l'aide d'une barge à fond ouvrant, la géométrie serait plus simple puisque les côtés amont et aval seraient en arc de cercle. Des études sont en cours, pour évaluer la faisabilité de la solution préconisant la déposition du tout-venant de calcaire par des chalands à fond ouvrant, tout en vérifiant, la possibilité de maintenir des pentes de 1,5 horizontal par 1,0 vertical pendant la construction.

Le remblai de tout-venant sera déposé à même le fond existant sans couche de filtre.

Les pentes au-dessous du niveau - 4m n'auront pas besoin de protection supplémentaire. Les pentes au-dessus de - 4m, ainsi que la plage au niveau + 5m seront protégées par une carapace de granite constituée de blocs de 1,5 tonnes; ce matériau sera mis en place au moyen d'engins de levage. Le pied des îlots sera protégé contre l'affouillement.



* Le sommet des flots sera à la cote +5m.

Figure 29: GÉOMÉTRIES DE L'ÎLOT N1

S'il advenait que le ministère des Transports ne puisse terminer un îlot avant la saison des glaces, celui-ci ne devra pas s'élever à une cote supérieur à -4 mètres.

Le groupe Lavalin (1985 c) a recommandé que le remblai soit placé uniformément sur les deux côtés de chaque caisson, que les pentes des couches ne dépassent pas 10% pendant la mise en place et que les îlots N₁ et S₁ soient construits simultanément.

8 MESURES DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI

En ce qui concerne le programme de surveillance des travaux, on appliquera les points énumérés ci-dessous.

- . Vérification de l'opération mise en place des matériaux afin de s'assurer que la géométrie soit respectée. Ce programme devrait comporter l'utilisation d'appareils électroniques de repérage.
 - . Vérification au jour le jour des quantités de matériau en place, afin de vérifier les pertes éventuelles par charriage.
 - . Vérification périodique, avec l'aide de plongeurs, à différentes étapes, de l'état des massifs en profondeur.
 - . Compte-tenu de l'importance des charges additionnelles qui seront introduites sur les fondations des piliers du pont Laviolette, il a été jugé nécessaire de vérifier les effets des travaux sur la structure. Un ensemble d'appareils de mesure permettra de vérifier au jour le jour les mouvements anticipés de la structure et de contrôler les tassements possibles de la fondation. Ces mesures, non seulement garantiront l'exécution du contrat d'une façon sécuritaire, mais permettront également de vérifier les hypothèses de calcul.
 - . Les responsables de la surveillance du chantier pour le ministère des Transports verront à ce que toutes les mesures environnementales prévues dans l'étude d'impact et incluses aux plans et devis soient respectées.
-

9 CONCLUSION

Le ministère des Transports du Québec doit protéger les piliers du pont Laviolette qui relie les deux rives du Saint-Laurent dans la région de Trois-Rivières. Ce pont est actuellement, au Canada, le plus vulnérable aux collisions de navires.

Il a été évalué statistiquement que les risques d'effondrement en terme d'intervalles de récurrence est d'environ 40 ans. Un tel accident, causerait des pertes de vie et des dommages évalués à plus de 530 millions de dollars en 1984.

Il a été décidé que six piliers devraient être protégés contre les collisions de navires. Parmi les solutions et options envisagées, c'est la construction d'îlots en tout-venant de carrière protégé par une carapace de granite qui a été retenue pour les piliers N_1 , N_2 , S_1 et S_2 . Pour les piliers N_3 et S_3 , des études sont en cours puisque ces piliers ne peuvent présentement être protégés par des îlots.

Le choix des îlots est basé sur des critères techniques rattachés à des éléments de sécurité maximale. Le choix des matériaux répond à des objectifs techniques, financiers et environnementaux. Cette option nécessite la mise en place de remblais totalisant 500 000 m³.

On s'attend à ce que les activités de construction génèrent peu d'impact sur l'environnement, compte tenu du matériau employé, de la fréquence des déchargements et des mesures qui seront prises pour la navigation et les sites de transbordement.

Quant à la phase exploitation, on aura une modification de la direction et de la vitesse des courants. On aura temporairement un surcreusage du lit entre les îlots et sur une faible distance en aval. Le matériel affouillé ne sera pas mis en suspension mais il se déplacera par un transport de fond.

En raison de la complexité du régime hydrique du fleuve, de la forme des îlots et du manque d'étude traitant de l'hydraulique de ce type de massifs, il est difficile d'évaluer les aires de sédimentation, le degré et l'intensité des perturbations qui seront induites au milieu ainsi que l'utilisation qui sera fait de ces îlots que ce soit les parties submergées ou exondées. Le transport de fond ne devrait pas avoir d'incidences importantes puisque naturellement, ce processus s'effectue chaque année lors des crues; donc on présume qu'on assistera dans la première année à une amplification locale du phénomène.

Le ministère des Transports demande donc que soit autorisée la réalisation de ce projet.

BIBLIOGRAPHIE

Agriculture-Canada, 1978. Le système canadien de classification des sols. 170 p.

Anonyme 1973. Aspects physiques et sédimentologiques entre Cornwall et Varennes. Etude du fleuve Saint-Laurent. Centre de Recherche sur l'eau. Université Laval.

Anonyme 1974 a. Aspects physiques et sédimentologiques entre Varennes et Montmagny. Etude du fleuve Saint-Laurent. Centre de Recherche sur l'eau. Université Laval.

Anonyme 1974 b. Inventaire des équipements en eau et relevés industriels. Vol III. Municipalités de Bécancour à Montmagny. Rapport rédigé par Lalonde, Valois, Lamarre et Ass. pour le Service de protection de l'Environnement du Québec.

Anonyme 1983. Plan directeur pour la conservation et la mise en valeur de la région du lac Saint-Pierre. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.

Anonyme 1984. Pêche commerciale 1983. Bureau de la Statistique du Québec, Québec.

Béland J. et R. Demers, 1977. La teneur en substances toxiques dans les plantes aquatiques et les facteurs limitant leur croissance. Rapport préparé pour le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 179 pp.

Bergeron, J., 1977. Les poissons et les mollusques. Rapport préparé pour le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Ministère de l'Industrie et du Commerce. 57 pp.

- Bouchard, D., 1976. Les frayères Phase I, localisation des frayères des principales espèces de poissons d'intérêt sportif et commercial dans le fleuve Saint-Laurent. Service de la recherche biologique. M.T.C.P. Montréal. 175 pp.
- Carbonneau, M. et J.L. Tremblay, 1972. Etude du rôle de Scirpus americanus Pers dans la dépollution des eaux contaminées par les métaux lourds, Nat. Can. Vol. 99: 523-532.
- Choinière L. et L. Laplante, 1948. Etude des sols de Nicolet. 158 pp et carte.
- Cournoyer S. et G. Laterrière, 1981. Etude socio-économique et évaluation de l'exploitation sportive du poulamon Atlantique de la rivière Ste-Anne à La Pérade, comté de Champlain, Québec. Rapport #11. Comité d'étude sur le poulamon Atlantique, M.L.C.P., D.G.F., Québec.
- Couture, R., J. Laperrière et G. Vaillancourt, 1976. Etude ichtyologique, région du complexe nucléaire Gentilly. Groupe Thermopol. Université du Québec à Trois-Rivières.
- Danish Hydraulic Institute, 1985. Laviolette bridge. Pier Protection Island Design.
- Dimension Environnement Ltée, 1983. Agrandissement du Terminal Racine Phase B. Evaluation des impacts sur l'environnement. Rapport rédigé pour le Conseil des Ports Nationaux.
- Dohler, G.C., 1961. Current surveys. St-Lawrence River Montreal Québec. Canadian Hydrographic Service Department of Mines and Technical Surveys, Ottawa.

- Dolan, D. 1983. Dénombrement aérien de la sauvagine en migration d'automne sur le fleuve Saint-Laurent entre Berthier et Grondines, 1982. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 35 pp.
- Dryade, 1980. Habitats propices aux oiseaux migrateurs. Rapport présenté au Service canadien de la faune.
- Environnement Canada (à venir). La sauvagine dans le système du Saint-Laurent (en préparation).
- Garde Côtière canadienne, 1982. Vulnérabilité des ponts dans les eaux canadiennes. Transport-Canada. 39 pp.
- Gouin D. et D. Malo, 1977. Etude de la qualité générale de l'eau. S.P.E. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 363 pp.
- Gravel Y. et L. Lévesque, 1977. Localisation et cartographie des zones d'herbiers du fleuve Saint-Laurent. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent.
- I.P. Sharp Associates Limited, 1984. Ship Collision Risk Analysis for the Laviolette Bridge. Rapport préparé pour la Garde Côtière canadienne. 21 pp.
- Jean D., L. Proulx et J.A. Terreault, 1978. Plan d'intervention sur les tributaires, annexe n° 3. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 215 pp.
- Laboratoire d'Hydraulique Lasalle, 1985. Pont Laviolette. Etude sur modèle réduit des protections des piles du pont. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. 12 pp.

- Lacoursière, E., G. Vaillancourt et R. Couture, 1975. Relation entre les plantes aquatiques et les gastéropodes (Mollusca, Gastropoda) dans la région de la centrale nucléaire Gentilly I (Québec). *Can. J. Zoo.* Vol. 53: 1868-1874.
- Lamoureux G. et E. Lacoursière, 1976. Etude préliminaire des groupements végétaux caractérisant quelques gîtes larvaires à moustiques dans la région de Trois-Rivières (Québec) *Can. J. Bot.* Vol. 54: 177-190.
- Lavalin, 1985 a. Protection des Piliers du Pont Laviolette. Commentaires sur le rapport du Danish Hydraulic Institute - Mai 1985. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. 6 pp.
- Lavalin, 1985 b. Protection des Piliers du Pont Laviolette. Etude de l'effet des îlots sur le régime hydraulique et le régime des glaces. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. 36 pp.
- Lavalin, 1985 c. Protection des Piliers du Pont Laviolette. Etude de matériaux et de méthodes de la mise en oeuvre des îlots. Rapport préparé pour le ministère des Transports du Québec. 17 pp.
- Lavalin Offshore, 1985. Ice Resistance of Protective Mounds at Bridge Piers. Pont Laviolette, Ministry of Transport. 32 pp.
- Lehoux D. et A. Bourget, 1981. La sauvagine et le développement industriel dans la région Gentilly-Bécancour. Environnement Canada, Service de la faune.
- Lehoux D., A. Bourget et J. Rosa, 1977. Importance du Saint-Laurent pour la sauvagine. Environnement Canada. Service de gestion de l'environnement.

- Lehoux D., A. Bourget, M. Darveau, J. Bourgeois et J.C. Bourgeois, 1983. Abondance, distribution et chronologie de migration des oiseaux aquatiques au lac Saint-Pierre. Environnement Canada et ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.
- Lemieux, L., 1959. Histoire naturelle et aménagement de la grande oie blanche. *Chen hyperborea atlantica*. Nat. Can. 86 (8-9): 133-192.
- Levasseur, H., 1977. Etude du benthos du fleuve Saint-Laurent S.P.E. Rapport soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 280 pp.
- Massé G. et J.R. Mongeau, 1974. Répartition et abondance relative des poissons de la région du Lac Saint-Pierre M.T.C.P. Service de l'aménagement de la faune. 59 pp.
- Michel, B., 1970. Ice pressure on engineering structures. U.S. Army Corps of Engineers Cold Regions Research and Engineering Laboratory, Monograph, juin 1970, 79 pp.
- Ministère des Pêches et Environnement Canada, 1977. Instructions nautiques, golfe et fleuve Saint-Laurent, 3ième édition. Ministère des Pêches et Environnement Canada, Ottawa.
- Pageau, E., 1967. Etude pédologique des comtés de Trois-Rivières et Saint-Maurice. Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation, 75 pp.
- Pageau G. et R. Tanguay, 1977. Frayères, sites propices à la reproduction et sites de concentration de jeunes poissons d'intérêt sportif et commercial dans le fleuve Saint-Laurent. Rapport technique n° 3 soumis au Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 419 pp.

- Paquin, D., 1982. L'exploitation de trois espèces d'anoures dans la région du lac Saint-Pierre. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche.
- Parent, M., Dubois, J.M., Bail, P., Larocque, A., Larocque, G., 1985. Paléogéographie du Québec méridional entre 12 500 ans BP, Recherches amérindiennes au Québec, vol 15 (1-2), p. 17 à 37.
- Pazdernik, L., B.F. Long et D. Bouchard, 1978. Etude des sédiments du fleuve Saint-Laurent, secteur de Gentilly, Québec. Rapport préliminaire, 1ère phase, Groupe Thermopol.
- Richard, P.J.H., 1985. Couvert végétal et paléoenvironnements du Québec entre 12 000 et 8 000 ans B.P., l'habitabilité dans un milieu changeant, Recherches amérindiennes au Québec, vol. 15 (1-2), p. 39 à 56.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Office de recherche sur les pêcheries du Canada, Ottawa, bulletin 184. 1026 pp.
- Serodes, J.B., 1978. Qualité des sédiments de fond du fleuve Saint-Laurent entre Cornwall et Montmagny. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. 467 pp.
- Vaillancourt, G. et P. Caron, 1976. Etude de la sauvagine dans la région de Gentilly. Groupe Thermopol. Université du Québec à Trois-Rivières.
- Vincent, B., 1979. Etude du benthos d'eau douce dans le haut estuaire du Saint-Laurent (Québec). Can. J. Zool. 57(11): 2171-2182.

Vincent, B. et G. Vaillancourt, 1978. Les groupements benthiques du fleuve Saint-Laurent près des centrales nucléaires de Gentilly (Québec). *Can. J. Zool.* 56: 1585-1592.

Vincent B., G. Vaillancourt, S. McMurray, N. Lafontaine et M. Harvey, 1979. Etude écologique du Saint-Laurent près du complexe nucléaire de Gentilly. Groupe Thermopol. Université du Québec à Trois-Rivières. 106 pp.

ANNEXE 1

STATISTIQUES SUR LES COLLISIONS

ANNEXE 1

STATISTIQUES SUR LES COLLISIONS

SOURCE: VULNERABILITE DES PONTS DANS LES EAUX CANADIENNES.
RAPPORT PREPARE PAR LA GARDE COTIERE - TRANSPORTS
CANADA - JANVIER 1982

2. Statistiques sur les collisions

Le tableau I présente un petit échantillonnage de 27 collisions de navires sur des piliers de ponts rapportées par le bureau d'enquête sur les sinistres de la Garde côtière canadienne de juin 1975 à décembre 1980.

Environ 48 % des collisions pouvaient être attribuées à un manque de jugement ou à une gaucherie du capitaine ou du pilote. Environ 19 % de ces collisions étaient dues à une défaillance mécanique du navire et le reste, 33 %, à la marée et au courant, aux conditions atmosphériques et à des difficultés de manœuvre du navire. Les rapports indiquaient aussi que dans 75 % des incidents causés par la marée ou le courant et les conditions atmosphériques, l'erreur humaine y était pour quelque chose. En résumé, l'erreur humaine était à la base de 70 % des incidents rapportés.

D'autres publications soutiennent de façon générale la constatation que l'erreur humaine est un facteur important dans les collisions et que le nombre de collisions contre les ponts augmente. Les tableaux II et III, préparés à partir de données statistiques sur les sinistres impliquant des navires publiés par la Garde côtière des États-Unis, illustrent bien ces faits. Le tableau II

résume les collisions impliquant des navires commerciaux dans les eaux américaines et montre clairement l'augmentation rapide du nombre de collisions contre des piliers et des ponts, comparativement aux autres catégories énumérées.

TABLEAU I
LES HEURTS DE PONTS RAPPORTÉS DANS LES EAUX
CANADIENNES

23 juin 1975—20 décembre 1980

Cause principale	Fréquence	Total
Erreur humaine	13	48.2
Défaillance mécanique	5	18.5
Marée et courant	4	14.8
Vent	2	7.4
Visibilité	1	3.7
Glace	1	3.7
Manœuvre difficile	1	3.7
Total	27	100.0

TABLEAU II

SOMMAIRE DES COLLISIONS IMPLIQUANT DES NAVIRES COMMERCIAUX DANS LES EAUX AMÉRICAINES

Type de collision	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1. Croisement, rencontre, doublement	151	160	227	233	197	190	188	207	217	223	228	269	309	337
2. À l'ancre, en accostage ou au départ du quai	141	154	165	194	163	175	159	203	229	260	196	218	253	313
3. Brouillard	31	42	26	21	35	41	53	24	19	14	22	5	1	10
4. Piliers et ponts	272	365	383	589	400	433	426	536	478	569	619	493	618	650
5. Tous les autres	327	298	246	272	289	280	254	294	270	269	474	280	347	371
Total	922	1010	1047	1099	1093	1110	1035	1264	1213	1555	1539	1263	1528	1681

Le Tableau III mentionne les cinq principales causes de collision. La faute d'autres navires ou d'autres personnes ainsi que les fautes personnelles et les erreurs de jugement ont été les causes prédominantes chaque année. Bien que ces chiffres soient relativement peu utiles dans

la recherche de solutions pour réduire le nombre de collisions, ils laissent entendre qu'il faudrait mieux entraîner le personnel et améliorer les procédures de manœuvre des navires.

TABLEAU III
CAUSE PRINCIPALE DES COLLISIONS

Cause Principale	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
1. Faute due à un autre navire ou à une autre personne	646	793	918	1078	1054	1103	1198	1348	1414	1585	1710	1453	1910	2171
2. Faute personnelle ou erreur de jugement	426	543	757	769	819	848	896	887	869	1034	1099	895	1095	1274
3. Débris flottants ou objets submergés	139	149	82	122	151	140	116	119	111	46	111	103	83	69
4. Orages, mauvais temps	98	60	113	79	75	99	93	93	84	92	98	62	66	67
5. Défaillance de l'équipement	51	62	94	95	60	92	85	51	61	149	187	103	130	160

ANNEXE 2

CARACTÉRISTIQUES DU TRAFIC MARITIME

ANNEXE 2

CARACTERISTIQUES DU TRAFIC MARITIME

Pont _____

DONNÉES DU TRAFFIC MARITIME:

Les types de navire sont: Chaland (S) Minéralier (O)
 Container (C) Pétrolier (T)
 Cargo (F) Vraquier (B)

Classe du navire 1 Type (S C F O T or B) T
 Nombre, par année, dans les deux directions 876 Pourcentage en lest 48
 Charge morte 7 175 Tirant d'eau en charge 22,6 "CRAB Angle" 3,0
 Longueur à la ligne d'eau 391 Largeur 54 Hauteur de la coque 28,0
 Hauteur du pont au pic avant 15 Déjaugeage en lest 4,7
 Hauteur du pont au sommet de la cabine 55 Fraction de la charge morte 0,4
 Hauteur du mât au-dessus de la cabine 20 gardée en lest

Classe du navire 2 Type (S C F O T or B) T
 Nombre, par année, dans les deux directions 107 Pourcentage en lest 56
 Charge morte 9 657 Tirant d'eau en charge 23,0 "CRAB Angle" 3,0
 Longueur à la ligne d'eau 405 Largeur 65,6 Hauteur de la coque 35,4
 Hauteur du pont au pic avant 20 Déjaugeage en lest 0,6
 Hauteur du pont au sommet de la cabine 65 Fraction de la charge morte 0,4
 Hauteur du mât au-dessus de la cabine 20 gardée en lest

Classe du navire 3 Type (S C F O T or B) T
 Nombre, par année, dans les deux directions 184 Pourcentage en lest 39
 Charge morte 21 571 Tirant d'eau en charge 31,8 "CRAB Angle" 3,0
 Longueur à la ligne d'eau 537 Largeur 71,8 Hauteur de la coque 40,7
 Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 3,5
 Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
 Hauteur du mât au-dessus de la cabine 20 gardée en lest

Pont _____

DONNÉES DU TRAFFIC MARITIME:

Les types de navire sont: Chaland (S) Minéralier (O)
 Container (C) Pétrolier (T)
 Cargo (F) Vraquier (B)

Classe du navire 4 Type (S C F O T or B) T
 Nombre, par année, dans les deux directions 15 Pourcentage en lest 39
 Charge morte 38 200 Tirant d'eau en charge 36,9 "CRAB Angle" 3,1
 Longueur à la ligne d'eau 600 Largeur 90 Hauteur de la coque 48,4
 Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 8,2
 Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
 Hauteur du mât au-dessus de la cabine 25 gardée en lest

Classe du navire 5 Type (S C F O T or B) T
 Nombre, par année, dans les deux directions 16 Pourcentage en lest 73
 Charge morte 69 102 Tirant d'eau en charge 43,8 "CRAB Angle" 3,0
 Longueur à la ligne d'eau 785 Largeur 106 Hauteur de la coque 56,5
 Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 1,5
 Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
 Hauteur du mât au-dessus de la cabine 30 gardée en lest

Classe du navire 6 Type (S C F O T or B) C
 Nombre, par année, dans les deux directions 1 139 Pourcentage en lest 31
 Charge morte 4 826 Tirant d'eau en charge 21,3 "CRAB Angle" 3,0
 Longueur à la ligne d'eau 285 Largeur 49 Hauteur de la coque 27
 Hauteur du pont au pic avant 20 Déjaugeage en lest 1,9
 Hauteur du pont au sommet de la cabine 65 Fraction de la charge morte 0,4
 Hauteur du mât au-dessus de la cabine 20 gardée en lest

Pont _____

DONNÉES DU TRAFFIC MARITIME:

Les types de navire sont: Chaland (S) Minéralier (O)
 Container (C) Pétrolier (T)
 Cargo (F) Vraquier (B)

Classe du navire 7 Type (S C F O T or B) C

Nombre, par année, dans les deux directions 1 146 Pourcentage en lest 40

Charge morte 10 547 Tirant d'eau en charge 26,3 "CRAB Angle" 3

Longueur à la ligne d'eau 460 Largeur 63 Hauteur de la coque 39

Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 4,2

Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
 gardée en lest

Hauteur du mât au-dessus de la cabine 20

Classe du navire 8 Type (S C F O T or B) B

Nombre, par année, dans les deux directions 3 417 Pourcentage en lest 46

Charge morte 22 516 Tirant d'eau en charge 25,4 "CRAB Angle" 3,0

Longueur à la ligne d'eau 623 Largeur 71,9 Hauteur de la coque 37,1

Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 0,0

Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
 gardée en lest

Hauteur du mât au-dessus de la cabine 20

Classe du navire 9 Type (S C F O T or B) B

Nombre, par année, dans les deux directions 406 Pourcentage en lest 34

Charge morte 45 499 Tirant d'eau en charge 38,9 "CRAB Angle" 3,0

Longueur à la ligne d'eau 691 Largeur 92,1 Hauteur de la coque 53,2

Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 2,0

Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
 gardée en lest

Hauteur du mât au-dessus de la cabine 25

Pont _____

DONNÉES DU TRAFFIC MARITIME:

Les types de navire sont: Chaland (S) Minéralier (O)
 Container (C) Pétrolier (T)
 Cargo (F) Vraquier (B)

Classe du navire 10 Type (S C F O T or B) 0Nombre, par année, dans les deux directions 127 Pourcentage en lest 40Charge morte 56 887 Tirant d'eau en charge 38,8 "CRAB Angle" 3,0Longueur à la ligne d'eau 699 Largeur 104 Hauteur de la coque 57,8Hauteur du pont au pic avant 25 Déjaugeage en lest 1,7Hauteur du pont au sommet de la cabine 75 Fraction de la charge morte 0,4
gardée en lestHauteur du mât au-dessus de la cabine 25Classe du navire 11 Type (S C F O T or B) SNombre, par année, dans les deux directions 41 Pourcentage en lest 45Charge morte 4 267 Tirant d'eau en charge 15,1 "CRAB Angle" 3,0Longueur à la ligne d'eau 309 Largeur 50 Hauteur de la coque 25Hauteur du pont au pic avant 0 Déjaugeage en lest 0,0Hauteur du pont au sommet de la cabine 0 Fraction de la charge morte 0,84
gardée en lestHauteur du mât au-dessus de la cabine 0Classe du navire 12 Type (S C F O T or B) SNombre, par année, dans les deux directions 10 Pourcentage en lest 50Charge morte 8 478 Tirant d'eau en charge 24,0 "CRAB Angle" 3,0Longueur à la ligne d'eau 437 Largeur 70 Hauteur de la coque 30Hauteur du pont au pic avant 0 Déjaugeage en lest 0,0Hauteur du pont au sommet de la cabine 0 Fraction de la charge morte 0,28
gardée en lestHauteur du mât au-dessus de la cabine 0

ANNEXE 3

**SYSTÈME DE PROTECTION
POUR LES PILIERS DE PONT**

ANNEXE 3

SYSTEME DE PROTECTION POUR LES PILIERS DE PONT

SOURCE: VULNERABILITE DES PONTS DANS LES EAUX CANADIENNES.
RAPPORT PREPARE PAR LA GARDE COTIERE - TRANSPORTS
CANADA - JANVIER 1982

5. Systèmes de protection

a. Défense légère

Ce sont des pieux de bois enfoncés le long de la surface du pilier ou attachés à celui-ci (figure 14). Ce système offre plutôt une surface de frottement et ne donne que peu ou pas de protection contre les collisions avec des navires sauf avec des petites embarcations. On peut par conséquent le rejeter comme moyen de protection contre les grands navires d'aujourd'hui.

b. Banquette de roche

Il s'agit de grosses pierres pesant $\frac{1}{2}$ tonnes à 2 tonnes, placés autour du pilier en quantité suffisante pour arrêter le navire avant qu'il ne heurte le pilier. Ce système est moins dispendieux et endommagerait moins le navire que les ouvrages de protection lourds en béton. C'est le type de protection utilisé au pont qui enjambe le chenal South Cornwall de la Voie maritime (Figure 15) et celui qu'on se propose d'établir aux deux ponts d'Halifax, N.-É.

L'Institut hydraulique du Danemark a fait sur modèle hydraulique des essais de collisions de navires contre un îlot de monticule de nivellons. Il a par ailleurs mis au point un modèle mathématique de collision de navire. Les essais démontrent une diminution du transfert des forces de l'îlot protecteur au pilier du pont. Nous sommes en communication avec cet Institut pour obtenir des renseignements supplémentaires.

c. Ducs D'Albe

De forme souvent circulaire, ces protecteurs sont faits d'une enveloppe extérieure de palplanches entrelacées remplie de sable, de gravier ou de roc et recouverte de béton. On peut voir ce genre de défenses aux deux ponts du canal de Beauharnois (figure 16). Les ducs d'Albe sont conçus de façon à absorber l'énergie d'impact qui peut les déformer ou même les renverser, diminuant ainsi les possibilités d'avaries au navire; ils peuvent même le dévier de sa course par rapport au pilier du pont. Ce type de duc d'Albe n'est pas un ouvrage

robuste et, de façon générale, il se déforme rapidement après la rupture de l'entrecroisement des palplanches.

d. Bâtardeau enveloppant

La protection est assurée par un bâtardeau extérieur dont les dimensions et la résistance sont telles qu'elles peuvent absorber l'impact entier du navire causant donc le maximum d'avaries à celui-ci. On trouvera un exemple de ce genre massif de protection dans l'ouvrage qui entoure la tour sud du pont Golden Gate qui enjambe une profondeur d'eau de 30 m, et où les courants peuvent atteindre 4m/sec. La construction du pilier a nécessité l'érection d'un mur en béton qui a agi comme bâtardeau durant les travaux. Ce bâtardeau dont les murs ont 8 m d'épaisseur n'a pas été enlevé et assure une protection totale au pilier. De nos jours, le coût d'une telle construction massive serait injustifiable.

e. Ouvrages flottants qui absorbent l'énergie

Diverses défenses flottantes, depuis les simples troncs de bois jusqu'aux amortisseurs pneumatiques élaborés et très efficaces utilisés aujourd'hui, ont été mis au point. Ces défenses ont toutefois été conçues et utilisées principalement pour l'accostage des navires, et la protection qu'elles peuvent offrir aux piliers est très restreinte.

Il est possible cependant d'utiliser un petit bateau destiné au rebut, comme dispositif de protection flottant. Un tel dispositif serait intéressant étant donné qu'un navire amarré contre un pilier de pont avec des matériaux amortisseurs convenables entre le pilier et le navire, serait en mesure d'absorber une bonne partie de l'énergie d'impact dans une collision et causerait probablement moins d'avaries au navire.

Les chercheurs de l'Institut de mécanique appliquée en Argentine ont mis au point un autre dispositif intéressant. Il s'agit essentiellement d'un système flottant en «V» fait de barges en béton attachées ensemble de façon à agir comme un seul système de construction dans une collision (figure 17).

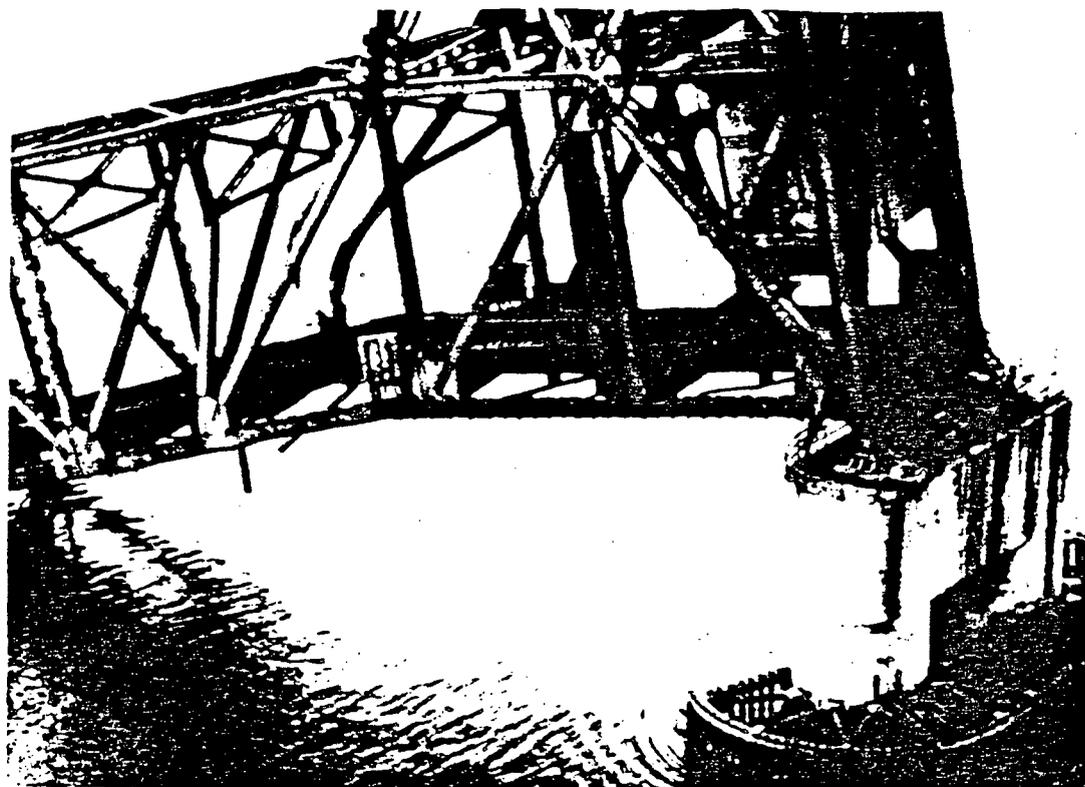


Figure 14—Défense légère, Pont Second Narrows.

Chaque barge est ancrée en plusieurs endroits par des pesées lourdes encastrées si possible dans le lit de la rivière pour garder leur bonne place alors que l'eau s'écoule. L'énergie cinétique du navire entrant en collision est absorbée par:

- la déformation du navire et des barges en béton;
- le déplacement des pesées et des câbles;
- la déformation des câbles.

En fait, le système entier sera mis en mouvement, et son déplacement dépendra de l'énergie cinétique du navire et des paramètres mécaniques qui entrent en jeu durant les trois modes d'action.

Pour des raisons esthétiques, il faudrait construire les barges pour pouvoir y planter de petits arbres, des arbustes, etc. En plus d'être relativement peu coûteux

comparativement à d'autres solutions possibles, ce système semble posséder d'autres caractéristiques qui méritent de faire l'objet d'expériences.

f. Autres possibilités

Dans certains cas, un vieux navire au rancart pourrait être coulé et rempli ensuite de roches. Cette méthode serait probablement la moins chère mais il faudrait examiner prudemment des facteurs tels que la largeur du chenal, la glace, les courants, etc.

Le choix de tout système de protection pour un site donné dépend de plusieurs variables qu'il faudra évaluer avec soin avant de prendre une décision. Les études sur modèle hydraulique pourraient jouer un rôle très utile dans les recherches techniques nécessaires.

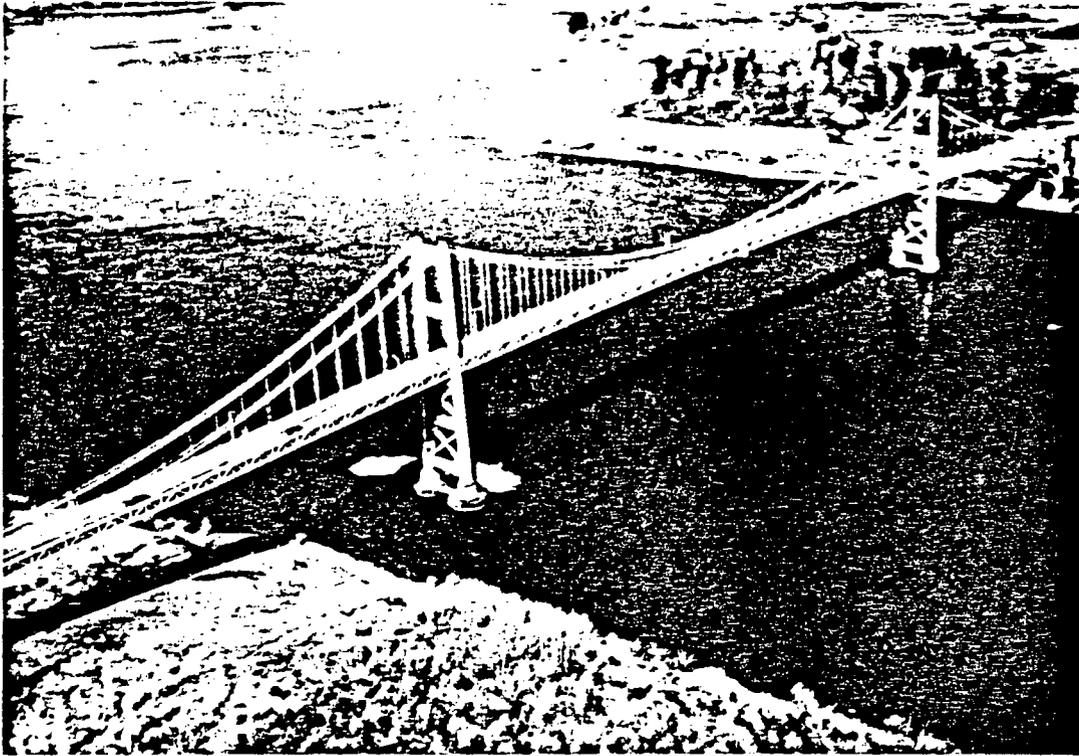


Figure 15—Banquette rocheuse—Pont International de la Voie maritime—Chenal South Cornwall.

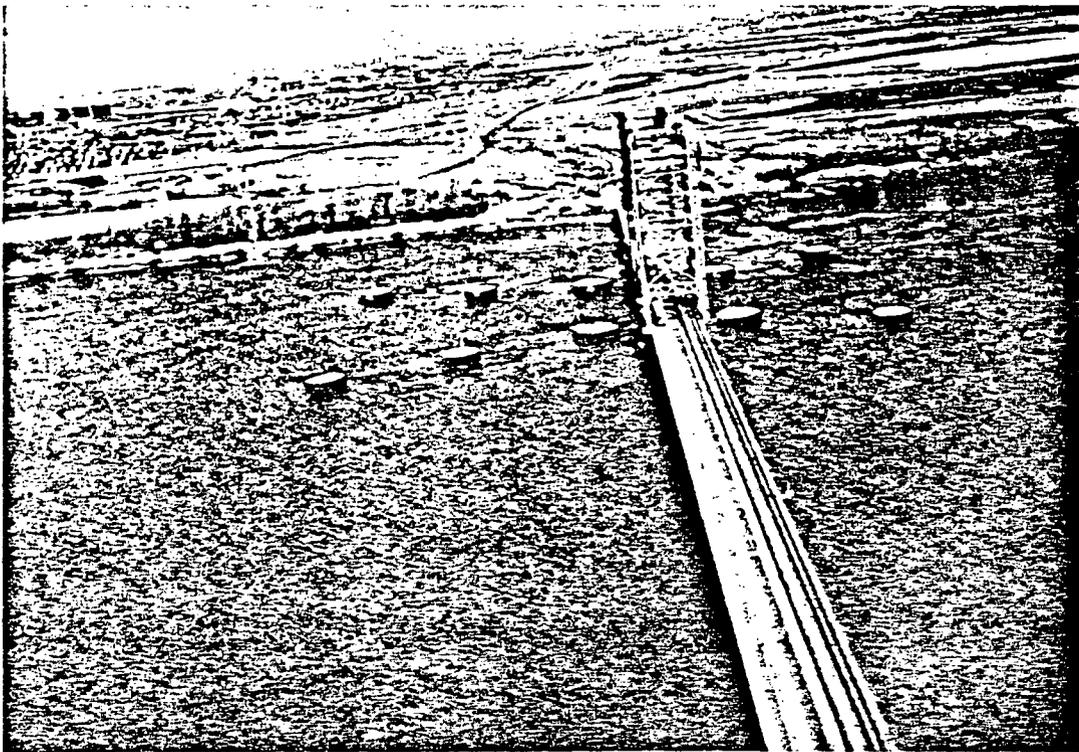


Figure 16 —Ducs d'Albe protecteurs, Pont de Valleyfield.

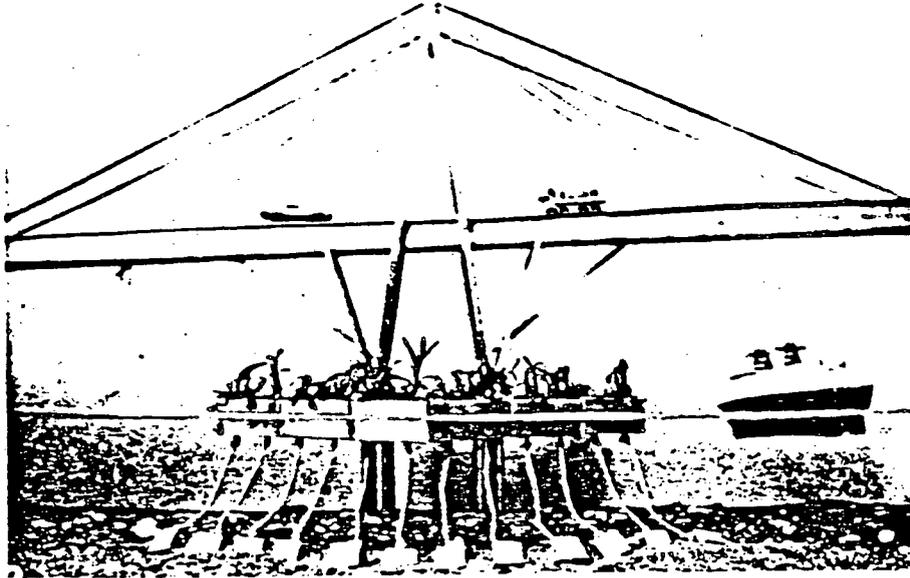
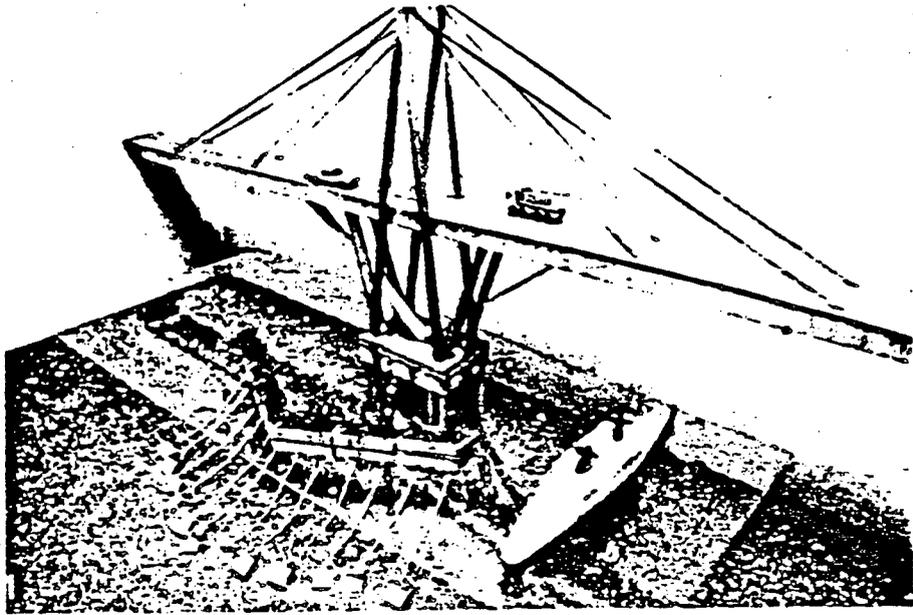


Figure 17—Dispositif flottant qui absorbe l'énergie (modèle de laboratoire).

ANNEXE 4

**BANCS D'EMPRUNT
POTENTIEL DES TERRES**

ANNEXE 4

BANCS D'EMPRUNT
POTENTIEL DES TERRES

SOURCE: Cartes Trois-Rivières 31 I

Possibilités agricoles des sols
Possibilités des terres pour la forêt
Possibilités des terres pour la récréation
Possibilités des terres pour la faune-ongulés
Possibilités des terres pour la faune-sauvagine

Cartes de végétation forestière

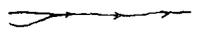
31 I/1 N-0	31 I/7 N-E
31 I/7 S-E	31 I/7 N-0
31 I/8 S-0	31 I/7 S-E
31 I/10 S-0	

Carte topographique

21 L/12

SYMBOLISATION

Lot 161 - 1 Emplacement le plus rapproché des travaux
Route d'accès principale

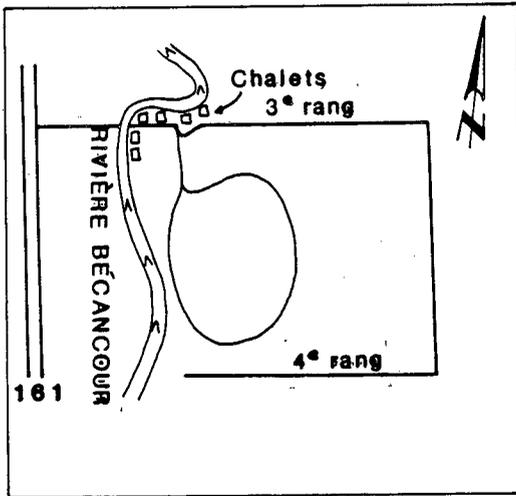
	Voie ferrée
	Ligne de transport d'énergie
	Cours d'eau

SUBDIVISION DES GISEMENTS

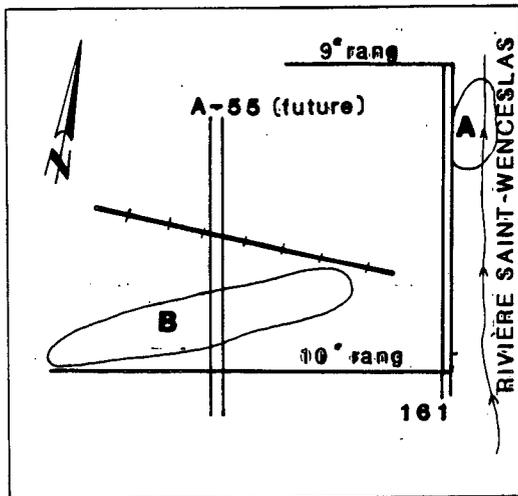
RIVE SUD: Route 161 et A-30

RIVE NORD: A: A-40, section ouest
 B: A-40, section est
 C: A-55
 D: Route 157
 E: Routes 359 et 159
 F: Routes 153 et 351

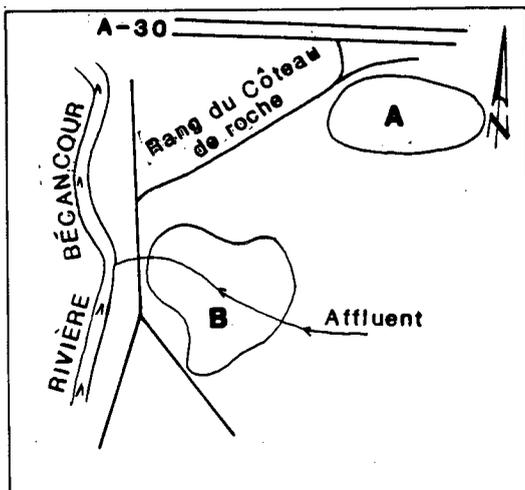
RIVE SUD



LOT: 161-1
 Municipalité: Saint-Wenceslas
 Distance des travaux: 26 km
 Type d'emprunt: Sablière
 Utilisation: en exploitation
 Cartes: 31I/8 S-0 et 31I/1 N-0



LOT: 161-2
 Municipalité: Saint-Wenceslas
 Distance des travaux: 29 km
 Type d'emprunt: A) Sablière
 B) Carrière (roc volcanique)
 Utilisation: en exploitation
 Carte: 31I/1 N-0



LOT: 30
 Municipalité: Bécancour
 Distance des travaux: 17 km
 Type d'emprunt: A) Carrière (schiste)
 B) Sablière
 Utilisation: en exploitation
 Carte: 31I/8 S-0

AGRICULTURE:

Tous les lots comportent des limitations très importantes dues à une fertilité déficiente, une humidité incorrecte ou encore à la pierrosité.

Les sites se trouvent en tout (30-A) ou en partie dans un espace à vocation agricole.

FORÊT:

Pour tous les lots en cause, il existe des limitations importantes à la croissance des peuplements forestiers, en raison de l'humidité (manque ou excès) et de la faible fertilité.

Les espèces favorisées comprennent les érables rouge et à sucre avec un peu de résineux (épinette noire, sapin baumier, pin blanc).

RÉCRÉATION:

L'ensemble des lots est situé dans un immense secteur homogène qui n'offre que de faibles possibilités pour la récréation extérieure. Cependant, près du lot 161-1, on relève un petit segment occupé par des chalets, en bordure de la rivière Bécancour.

ONGULÉS:

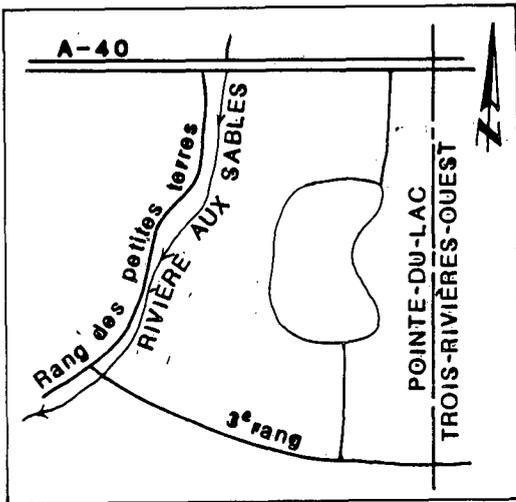
Tous les endroits comportent des limitations modérément importantes dues surtout à la disponibilité restreinte pour l'alimentation et le couvert.

SAUVAGINE:

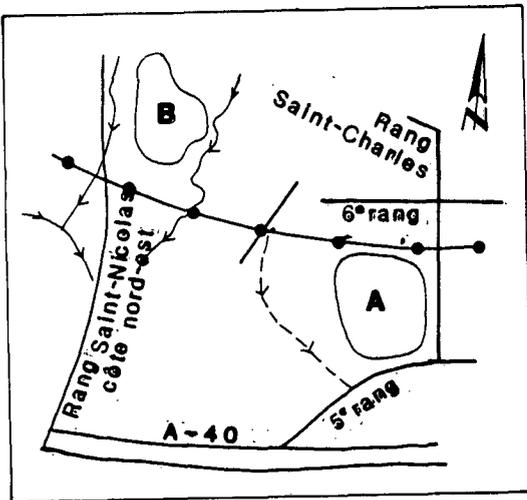
Les lots en cause occupent un secteur qui rend la propagation de la sauvagine à peu près impossible.

RIVE NORD

A) Autoroute 40, section ouest



LOT: 40-1
Municipalité: Pointe-du-Lac
Distance des travaux: 8 km
Type d'emprunt: Sablière
Utilisation: en exploitation
Carte: 31I/7 S-E



LOT: 40-2
Municipalité: Pointe-du-Lac
Distance des travaux: 8 km
Type d'emprunt: Sablière (A et B)
Utilisation: en exploitation
Carte: 31I/7 S-E

Branches du ruisseau aux Glaises

Fossé de drainage de l'aéroport
de Trois-Rivières

AGRICULTURE:

Les trois bancs sont localisés dans une zone homogène dont une bonne partie des sols comporte des limitations importantes pour la pratique de la culture, en raison d'une humidité et d'une fertilité faibles et de dommages par érosion. Le reste s'avère inutilisable, en raison de l'absence de sols.

FORÊT:

Le lot 40-1 se rencontre dans une section qui ne favorise aucunement la croissance de la forêt à des fins commerciales à cause d'une humidité incorrecte et d'une fertilité faible. Le milieu environnant convient surtout à l'érable et au pin gris.

Les deux bancs, à 40-2, s'insèrent dans une zone qui s'avère propice à la croissance de la forêt commerciale. D'ailleurs, une partie du pourtour du banc A est consacrée à des plantations. Le pourtour du banc B comprend des espaces en friche et boisés, formés surtout de résineux.

RÉCRÉATION:

Les trois lots se trouvent sur des terres offrant de très faibles possibilités pour la récréation extérieure.

ONGULÉS:

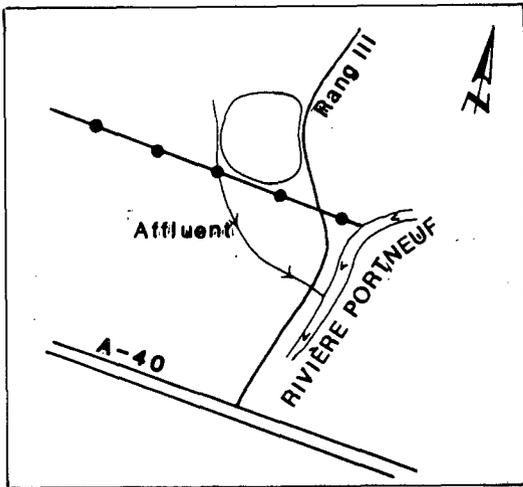
Les bancs d'emprunt s'inscrivent dans un immense secteur qui comporte des limitations modérées pour la production d'ongulés, et en particulier du cerf de Virginie. Les limitations consistent

en une humidité incorrecte, une faible fertilité et une médiocre répartition des formes du relief.

SAUVAGINE:

Les sites en cause se trouvent dans un espace dont les éléments constitutifs rendent la production de sauvagine à peu près impossible, en raison d'un relief limitant la formation de zones humides.

B) Autoroute 40, section est



LOT: 40-3

Municipalité: Notre-Dame-de-Portneuf

Distance des travaux: 6 km, du gisement jusqu'au quai
68 km, par le fleuve.

Type d'emprunt: Carrière (roc granitique)

Utilisation: en exploitation

Carte: 21 L/12

AGRICULTURE:

Le gisement se localise dans une zone qui ne se prête pas à l'agriculture en raison de l'absence ou de l'insuffisance des sols.

FORÊT:

La carrière se trouve dans une petite enclave formée de résineux jeunes.

RÉCRÉATION:

Le lot est dans un secteur qui offre des possibilités restreintes pour la récréation, celui-ci étant dépourvu d'attraits naturels importants.

ONGULÉS:

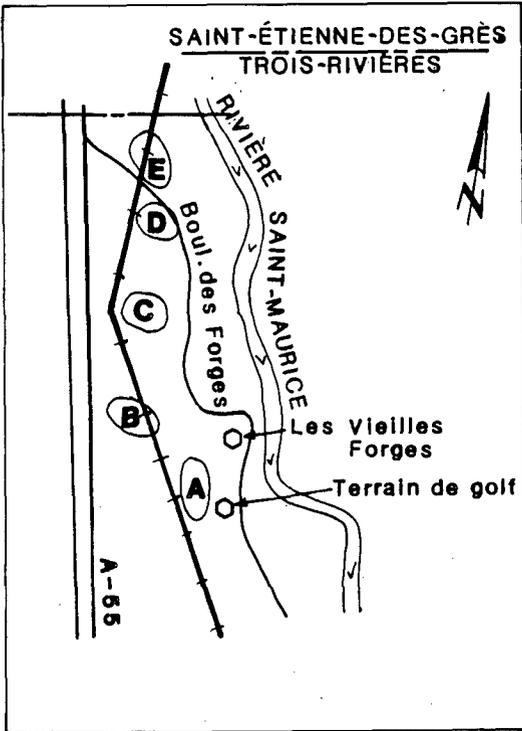
Le gisement est inclus dans un immense secteur dont les terres comportent des limitations modérées pour la production d'ongulés, et en particulier pour l'orignal, en raison de l'humidité imparfaite du sol et d'une

fertilité faible pour la croissance des ressources alimentaires.

SAUVAGINE:

Les environs du site ne recèlent aucun élément susceptible de favoriser, même de façon restreinte, la production de la sauvagine.

C) Autoroute 55



LOT: 55-1

Municipalité: Trois-Rivières

Distance des travaux: 10 à 16 km

Type d'emprunt: Sablière

Utilisation: en exploitation
excepté le banc E

Carte: 31 I/7 N-E

LOT: 55-2

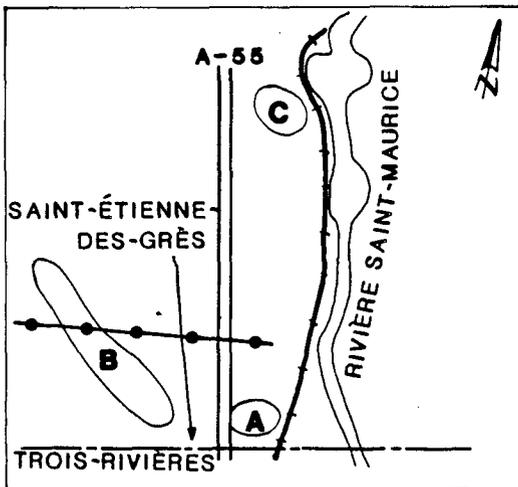
Municipalité: Saint-Etienne-des-Grès

Distance des travaux: 17 à 22 km

Type d'emprunt: Sablière

Utilisation: en prospection

Carte: 31 I/7 N-E et N-0



AGRICULTURE:

Les deux lots en cause occupent une zone dont la plus grande proportion comporte de graves limitations pour la pratique de l'agriculture dues surtout à un manque d'humidité, à une fertilité faible ou encore à un relief défavorable, pour la parcelle C du site 55-2.

FORÊT:

L'ensemble des bancs d'emprunt se retrouvent dans une section qui contient tous les éléments nécessaires à une croissance importante de peuplements à valeur commerciale, à l'exception du banc B du site 55-2, où sa superficie est partiellement occupé par un espace peu propice à la production de tels peuplements.

Les espèces favorisées dans les environs des bancs d'emprunt sont les résineux, tels le pin blanc et le sapin baumier, et les feuillus, tels l'érable rouge.

RÉCRÉATION:

La sablière A du site 55-1, se trouve adjacente à un terrain de golf alors que la sablière B peut s'approcher d'un développement résidentiel; cependant, l'expansion de la dernière sablière, en direction du milieu urbain, sera limitée par le corridor d'une ligne de transport d'énergie, conservant ainsi un coussin d'environ 300 mètres.

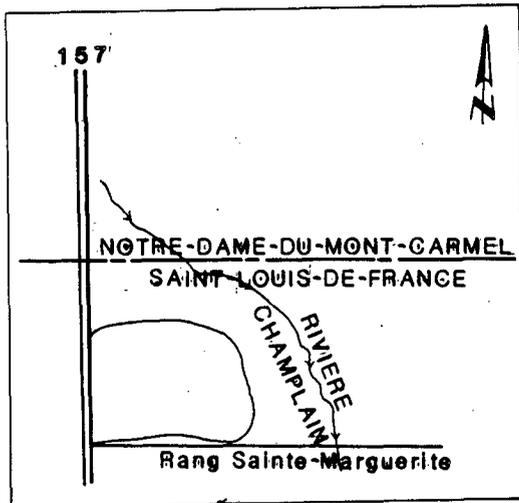
ONGULÉS:

Les deux lots se rencontrent dans un secteur modérément favorable à la production d'ongulés dont le principal représentant est le cerf de Virginie.

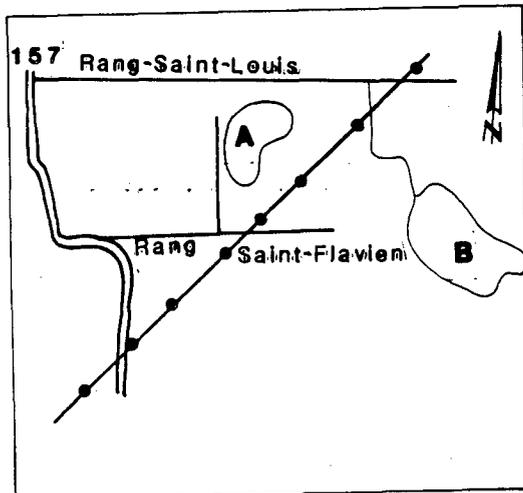
SAUVAGINE:

Tous les endroits à l'étude font partie d'un immense secteur qui ne possède pas de potentiel pour la production de la sauvagine.

D) Route 157



LOT: 157-1
Municipalité: Saint-Louis-de-France
Distance des travaux: 21 km
Type d'emprunt: Carrière (calcaire)
Utilisation: en exploitation
Carte: 31 I/7 N-E



LOT: 157-2
Municipalité: Notre-Dame-du-Mont-Carmel
Distance des travaux: 30 km
Type d'emprunt: Sablière (A)
Gravière (B)
Utilisation: A) en exploitation
B) en prospection
Carte: 31 I/7 N-E et
31 I/10 S-E

AGRICULTURE:

Le lot 157-1 se situe dans une zone qui comporte des limitations modérées à graves pour les activités agricoles à cause d'un excès d'humidité et d'une fertilité faible.

Au lot 157-2, le banc A est dans un secteur avec de graves limitations pour la culture, alors que le banc B chevauche la zone antécédente et une seconde dont le potentiel est encore plus faible en raison d'un excès d'humidité.

FORÊT:

Le lot 157-1 est à la limite ouest d'un secteur où les terres possèdent un faible potentiel pour la production de matière ligneuse à des fins commerciales, principalement dû à un excès d'humidité. Les espèces favorisées sont l'érable rouge et l'orme d'Amérique.

Le banc A du lot 157-2 s'inscrit dans une zone qui favorise la production de peuplements forestiers commerciaux. La superficie du banc B repose dans des proportions équivalentes dans les deux zones précitées.

Les groupements favorisés consistent en des pinèdes, des peupleraies et des érablières.

RÉCRÉATION:

Les deux lots prennent place dans un vaste secteur qui offre de faibles possibilités pour la récréation extérieur.

Soulignons que le banc du lot 157-1 et le A du 157-2 sont contigus à une zone urbaine, à leur extrémité sud.

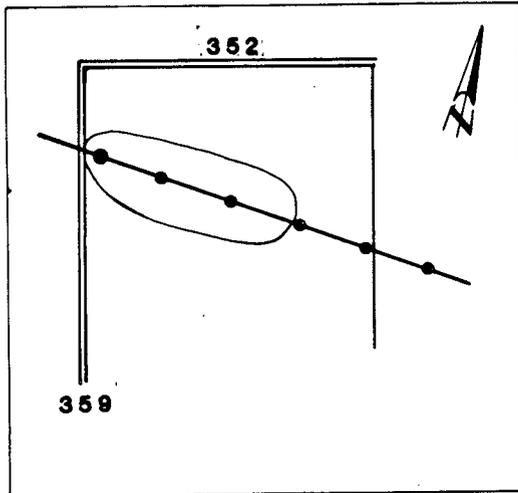
ONGULÉS:

Les terres sur lesquelles se rencontrent les lots à l'étude comportent des restrictions pour la production du cerf de Virginie, en raison de l'humidité imparfaite et d'une fertilité faible pour la production des ressources alimentaires.

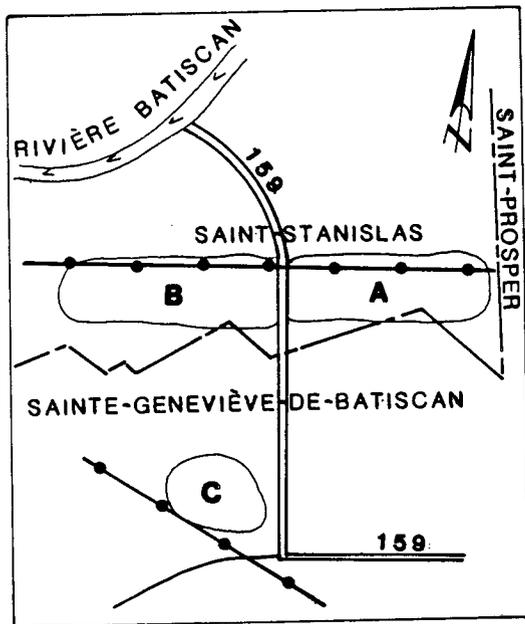
SAUVAGINE:

Les lots à l'étude se trouvent dans un immense territoire où les chances de production sont à peu près nulles à cause d'un relief qui ne permet pas la création de zones humides importantes.

E) Routes 359 et 159



LOT: 359
 Municipalité: Saint-Narcisse
 Distance des travaux: 35 km
 Type d'emprunt: Gravière
 Utilisation: en exploitation
 Carte: 31 I/9 S-0



LOT: 159
 Municipalité: Saint-Stanislas et
 Sainte-Geneviève-
 de-Batiscan
 Distance des travaux: 50 km
 Type d'emprunt: Gravière A et B
 Carrière C
 (roc granitique)
 Utilisation: en exploitation,
 A et B
 en prospection, C
 Carte: 31 I/9 S-0

AGRICULTURE:

Seule la carrière (C) du lot 159 occupe un espace qui se prête aux activités agricoles, mais dont la capacité de production est limitée par une fertilité faible, et par un excès d'humidité. Les autres sites se situent dans un secteur inutilisable pour la culture, en raison de la pierrosité et d'un sol trop mince ou bien absent.

FORÊT:

A l'inverse de l'agriculture, seule la carrière (159-C) se trouve dans une superficie qui ne s'avère pas très favorable à la production de peuplements commerciaux, à cause surtout d'un excès d'humidité du sol. Les gravières sont localisées dans un secteur comportant de faibles limitations à la production de matières ligneuses.

Dans les environs des sites d'emprunt, les essences favorisées sont l'érable rouge, le pin blanc et l'épinette noire.

RÉCRÉATION:

Les sites se rencontrent dans un vaste secteur qui n'offre que de faibles possibilités pour la récréation extérieure, quoique les deux gravières du lot 159 s'approchent d'un corridor, en bordure de la rivière Batiscan, qui présente certains attraits.

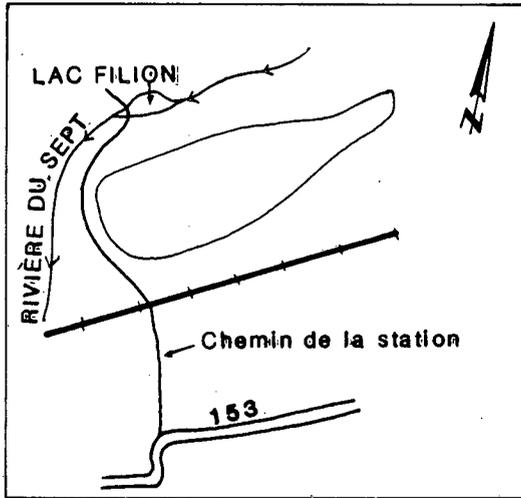
ONGULÉS:

Les gravières des lots en cause se trouvent dans un vaste territoire dont les possibilités sont limitées pour la production de cerf de Virginie, en raison de l'humidité (excès ou manque) et d'une forme impropre du terrain pouvant fournir des habitats propices.

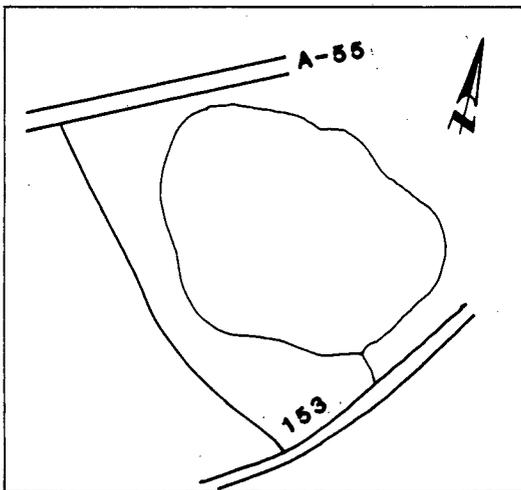
SAUVAGINE:

Devant la rareté ou l'absence de milieux humides favorables à la propagation de la sauvagine, les deux lots occupent un espace impropre à cette fin.

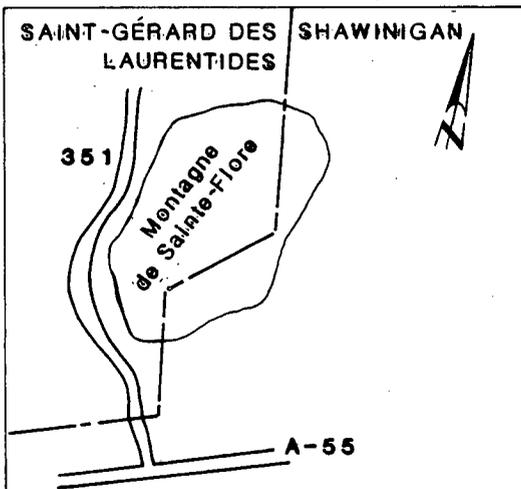
F) Route 153 et 351



LOT: 153-1
 Municipalité: Saint-Boniface-de-Shawinigan
 Distance des travaux: 32 km
 Type d'emprunt: Carrière
 (roc granitique)
 Utilisation: en prospection
 Carte: 31 I/10 S-0



LOT: 153-2
 Municipalité: Shawinigan
 Distance des travaux: 41 km
 Type d'emprunt: Carrière
 (roc granitique)
 Utilisation: en exploitation
 Carte: 31 I/10 S-E



LOT: 351
 Municipalité: Shawinigan et Saint-Gérard-des-Laurentides
 Distance des travaux: 40 km
 Type d'emprunt: Carrière
 (roc granitique)
 Utilisation: en exploitation
 Carte: 31 I/10 S-0

AGRICULTURE:

Les lots couvrent en tout (153-1, 351) ou en partie (153-2) trois petites enclaves considérées comme tout à fait impropres à l'agriculture à cause d'un relief défavorable, de la pierrosité et d'un sol trop mince.

FORÊT:

Les lots à l'étude se trouvent dans un secteur comportant des limitations de faibles à modérées pour la production de forêts commerciales.

Près des lots, l'érablière constitue le peuplement forestier le plus commun.

RÉCRÉATION:

Les lots s'inscrivent dans une zone qui offre de faibles possibilités pour les activités récréatives.

Cependant, il importe de mentionner que deux d'entre eux (153-2, 351) sont entourés en partie par le milieu urbain.

ONGULÉS:

Les lots en cause se situent à l'extrémité sud d'un vaste territoire qui favorise les populations d'orignal et de cerf de Virginie. Toutefois, le développement résidentiel ne permet pas une utilisation optimale du milieu à proximité des carrières.

SAUVAGINE:

A l'instar de tous les autres lots étudiés, les éléments constitutifs du milieu rendent virtuellement impossible la production de la sauvagine.

ANNEXE 5

LES GROUPEMENTS BENTHIQUES
DU SECTEUR DE GENTILLY

ANNEXE 5

LES GROUPEMENTS BENTHIQUES DU SECTEUR DE GENTILLY

LES GROUPEMENTS BENTHIQUES DU SECTEUR DE GENTILLY
 (Tiré de Vincent et al, 1979)

FACIES	ZONE	GROUPEMENT A
Lénitique	Littorale	Bithynia tentaculata Sparganophilus tamesis
"	"	"
"	"	Bithynia tentaculata Sparganophilus tamesis
"	"	Pisidium amnicum
"	"	Bithynia tentaculata
"	"	Sparganophilus tamesis
"	"	Sphaerium corneum
"	"	Asellus racovitzai
"	"	Limnodrilus hoffmeisteri
"	"	Phylocentropus placidus
"	"	Valvata sincera
"	"	Limnodrilus hoffmeisteri Chironomus sp.
"	Sublittorale	Bithynia tentaculata
"	"	Limnodrilus hoffmeisteri
"	"	Phylocentropus placidus
"	Profonde	Bithynia tentaculata
"	"	Sphaerium striatinum
"	"	Peloscolex ferox
"	"	Bithynia tentaculata
"	"	Limnodrilus hoffmeisteri
"	"	Phylocentropus placidus
"	"	Sphaerium striatinum
"	"	Bithynia tentaculata
"	"	Limnodrilus hoffmeisteri
"	"	Sphaerium corneum
"	"	Sphaerium transversum

LES GROUPEMENTS BENTHIQUES DU SECTEUR DE GENTILLY (SUITE)
 (Tiré de Vincent et al, 1979)

FACIES	ZONE	GOUPEMENT A
Lotique	Sur sable	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>
"	"	<i>Sphaerium striatinum</i>
"	"	<i>Pelosclex ferox</i>
"	Sur argile indurée	<i>Xenochironomus</i> sp.
"	Sur galets, cailloux et blocs	<i>Hydropsyche</i> sp.
"		<i>Cheumatopsyche</i> sp.
"		<i>Stenomena</i> sp.

ANNEXE 6

**QUANTITÉ ET VALEUR DES CAPTURES COMMERCIALES
DE POISSONS DANS LES CIRCONSCRIPTIONS ÉLECTORALES
DE CHAMPLAIN, PORTNEUF ET LOTBINIÈRE**

ANNEXE 6

QUANTITÉ ET VALEUR DES CAPTURES COMMERCIALES
DE POISSONS DANS LES CIRCONSCRIPTIONS ÉLECTORALES
DE CHAMPLAIN, PORTNEUF ET LOTBINIERE

QUANTITÉ ET VALEUR DES CAPTURES COMMERCIALES DES POISSONS
DANS LA CIRCONSCRIPTION ÉLECTORALE DE CHAMPLAIN

ANNÉE 1981

ESPÈCE	POIDS TOTAL (t)	VALEUR (\$/kg)	VALEUR TOTALE \$
Anguille	3,08	2,20	6 794
Barbotte	1,34	0,48	637
Barbue	0,22	0,43	95
Doré	1,01	2,20	2 227
Poisson blanc	0,01	1,20	12
Brochet	0,22	0,91	201
Poulamon	50,20	0,59	29 723
Perchaude	3,57	0,99	3 539
Crapet	0,11	0,36	40
Carpe blanche	0,24	0,22	52
Carpe allemande	0,06	0,30	18
Alose	0,18	0,44	80
Vairon	3,93	1,84	7 249
TOTAL:	64,17	0,79	50 667

ANNÉE 1982

Anguille	2,05	2,01	4 120
Barbotte	0,52	0,68	352
Barbue	0,12	0,81	97
Doré	0,71	2,11	1 501
Poisson blanc	0,02	1,75	35
Brochet	0,73	0,84	616
Poulamon	25,66	0,62	15 812
Perchaude	0,67	1,10	736
Crapet	0,01	1,40	14
Carpe blanche	0,05	0,30	15
Alose	0,41	0,44	180
Esturgeon	0,45	1,73	758
TOTAL	31,40	0,77	24 258

QUANTITÉ ET VALEUR DES CAPTURES COMMERCIALES DE POISSONS
DANS LA CIRCONSCRIPTION DE CHAMPLAIN (SUITE)

ANNÉE 1983

ESPÈCE	POIDS TOTAL (t)	VALEUR (\$/kg)	VALEUR TOTALE (\$)
Anguille	1,21	2,09	2 533
Barbotte	1,57	0,43	672
Barbue	0,22	0,85	187
Doré	0,77	2,02	1 558
Poisson blanc	0,02	0,50	10
Brochet	0,07	0,53	37
Poulamon	44,88	0,51	23 056
Perchaude	2,32	1,07	2 481
Crapet	0,11	0,68	75
Carpe blanche	0,59	0,22	133
Carpe allemande	0,11	0,29	32
Alose	0,11	0,50	55
Eperlan	0,78	0,36	285
Esturgeon	1,95	0,98	1 919
Vairon	0,07	1,07	75
Divers	0,01	0,60	6
TOTAL:	5,79	0,60	33 114

Source: Germain Labrecque, M.A.P.A.Q.; comm.
pers.

QUANTITÉ ET VALEUR DES CAPTURES COMMERCIALES DE POISSONS
DANS LA CIRCONSCRIPTION ÉLECTORALE DE PORTNEUF

ANNÉE 1981

ESPECE	POIDS TOTAL (t)	VALEUR (\$/kg)	VALEUR TOTALE (\$)
Anguille	8,38	2,64	22 150
Barbue	0,49	0,55	270
Doré	0,43	2,33	1 001
Brochet	0,04	1,20	48
Perchaude	0,24	0,92	221
Carpe allemande	0,02	0,25	5
Esturgeon	1,08	2,20	2 375
TOTAL:	10,68	2,44	26 070

ANNÉE 1982

Anguille	5,82	2,28	13 297
Doré	0,08	2,40	192
Esturgeon	0,11	3,34	367
TOTAL:	6,01	2,30	13 856

ANNÉE 1983

Anguille	5,82	2,20	12 798
Barbue	0,04	1,35	54
Doré	0,16	2,16	346
Brochet	0,01	0,67	4
Perchaude	0,01	1,50	15
Carpe blanche	0,03	0,20	6
Esturgeon	0,15	1,93	289
TOTAL:	6,22	2,17	13 512

Source: Germain Labrecque, M.A.P.A.Q.; comm.
pers.

QUANTITÉ ET VALEUR DES CAPTURES COMMERCIALES DE POISSONS
DANS LA CIRCONSCRIPTION ÉLECTORALE DE LOTBINIÈRE

ANNÉE 1981

ESPECE	POIDS TOTAL (t)	VALEUR (\$/kg)	VALEUR TOTALE (\$)
Anguille	1,48	2,56	3 796
Doré	0,23	2,70	622
Alose	0,44	1,42	625
Esturgeon	0,45	2,06	929
TOTAL:	2,60	2,30	5 972

ANNÉE 1982

Anguille	0,39	2,19	853
TOTAL:	0,39	2,19	853

ANNÉE 1983

Anguille	0,25	2,00	501
Barbotte	0,01	1,20	12
Doré	0,02	1,75	35
Alose	0,14	0,54	75
TOTAL:	0,42	1,48	623

Source: Germain Labrecque, M.A.P.A.Q.; Comm.
pers.

ANNEXE 7

**DONNÉES UTILISÉES ET MÉTHODOLOGIQUES
DE PRÉVISION DE L'ÉROSION LIBRE**

ANNEXE 7

DONNÉES UTILISÉES ET MÉTHODOLOGIQUES
DE PRÉVISION DE L'ÉROSION LIBRE

SOURCE: Ministère des Transports du Québec
Protection des piliers du pont Laviolette

Etude de l'effet des îlots sur le régime
hydraulique et le régime des glaces

Rapport présenté par Lavalin. Décembre 1985

3.0 ÉROSION

3.1 DONNÉES DISPONIBLES

3.1.1 Bathymétrie

En premier lieu, nous avons utilisé les courbes de niveau du fond du fleuve relevées récemment par le Ministère le long de l'axe du pont et inscrites sur une grande feuille de travail au 1/250^{ème} qui a probablement servi à faire le plan de la bathymétrie PO-83-13628. Spécifiquement, nous avons relevé sur ce plan des profondeurs à des points espacés de 50 m en 50 m, au bord amont du plan (soit 80 m environ en amont de l'axe du pont). Le susdit plan ne couvre qu'une largeur de 1 120 m environ sur les 2 100 m ou davantage de la largeur inondée aux plus hautes eaux, soit en chiffres ronds:

- à partir d'une distance de 100 m au nord de la pile N3, jusqu'à
- 75 m au sud de S3,

Les profondeurs données sur ce plan sont données par rapport au zéro marégraphique, situé 2,95 m au-dessus du zéro géodésique; Tous les niveaux dans notre rapport sont rapportés au zéro marégraphique ("chart datum").

Deuxièmement, nous avons les sections mouillées inscrites au tableau daté du 85-01-28 fourni par le Service hydraulique du Ministère; les chiffres donnés se rapportent à la situation actuelle, avec piles.

Pour incorporer dans nos calculs l'effet des zones non représentées sur le plan bathymétrique à grande échelle, nous avons ajouté deux triangles de part et d'autre,

- celui sur la rive gauche (côté nord), partant d'une profondeur marégraphique de - 3.85 m et avec une pente au fond de 1V:33H;
- celui sur la rive droite (côté sud), partant d'une profondeur de - 7.85 m la pente du fond étant de 1V:62 H;

Les profondeurs au départ de chaque triangle ont été établies à partir des profondeurs relevées en marge du plan à grande échelle, les pentes choisies étant fixées par les largeurs à fleur d'eau relevées par nos soins pour un niveau $Z = 2,85$ m marégraphique.

Ces diverses données ont pu être réconciliées en prenant pour la somme totale de la surface d'obstruction à l'écoulement par toutes les piles existantes $1\,500\text{ m}^2$ pour un niveau de $Z = 1,55$ m, la formule exacte étant:

$$\text{surface de l'obstruction} = 1\,419 + 52Z$$

Les triangles ajoutés doivent être tronqués sur les bords à partir d'une certaine cote du plan d'eau ($Z = 2.05$ environ), mais cela affecte peu les calculs jusqu'au débit de $15\,000\text{ m}^3$ pour lequel, d'après les données fournies par le Ministère, on aura $Z = 2,73$ m.

Le tableau suivant montre la concordance entre les données du Ministère et les nôtres:

Débit	Niveau marégraphique	Surface mouillée actuelle sous pont	
		Tableau du Ministère du 85-01-28	Valeurs Lavalin
6000	- 0,49	14255	14228
12000	1,74	18037	18041
14000	2,41	19193	19272
15000	2,73	-	19863
16000	3,04	20300	20435

La concordance est satisfaisante pour les besoins présents (notons que pour améliorer le résultat, il aurait fallu disposer de détails supplémentaires sur les piles des travées secondaires).

3.1.2 Courants

Nous avons reçu au cours de l'étude un rapport (16) sur des relevés de courants effectués par le Ministère, les 3 et 4 octobre 1985. Le débit du fleuve peut être estimé à 10,500 m³/s, selon la courbe de tarage du tableau précité du Ministère du 85-01-28, le niveau du fleuve étant d'environ 2.13 m. Une comparaison entre ces résultats et les prévisions de notre propre analyse est donnée plus loin (voir à la rubrique 3.3).

3.1.3 Granulométrie des matériaux du fond

Les seules informations que nous avons sur la granulométrie du lit du fleuve proviennent de prélèvements faits par CENTREAU en 1973, environ 1 km en amont du pont. Ces courbes granulométriques donnent les résultats suivants:

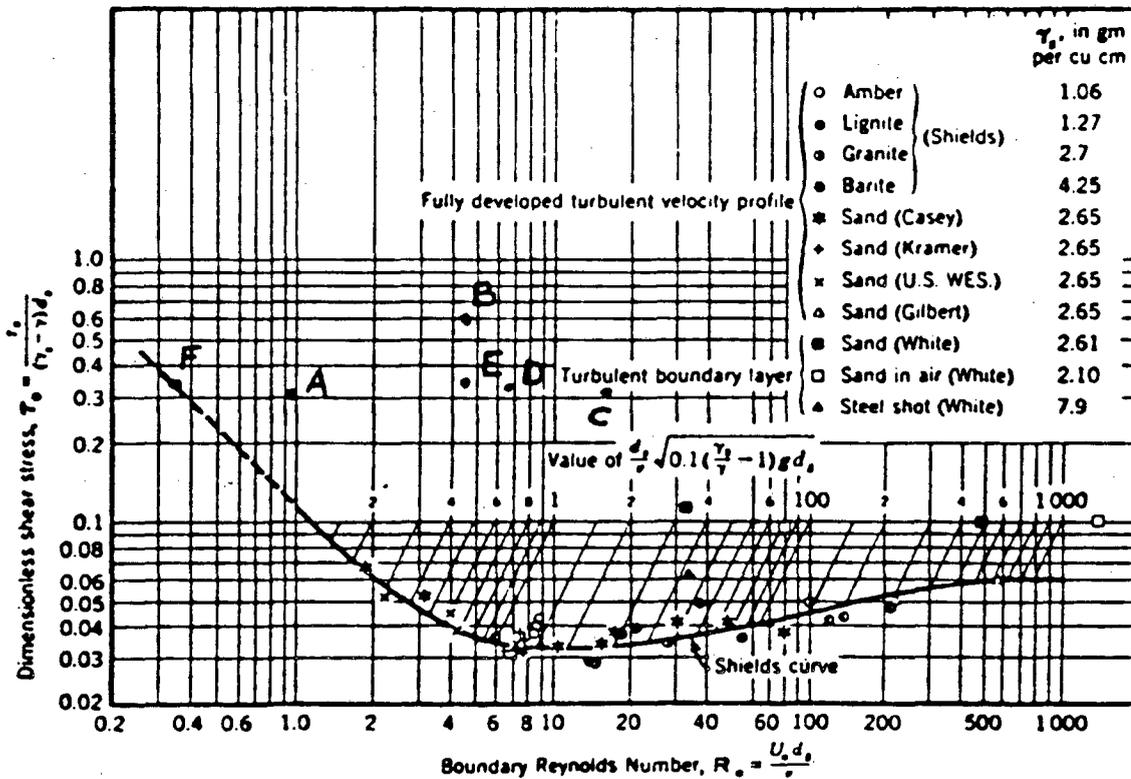
Courbe	Profondeur d'eau m	d ₅₀	d ₈₅
A	3,6	0,085	0,13
B	14,6	0,19	0,23
C	21,6	0,54	0,76
D	12,5	0,30	5,00
E	10,1	0,23	0,76
F	1,9	0,042	0,10

Les indices affectés au "d" indiquent comme d'habitude, le pourcentage du poids de chaque échantillon ayant un diamètre inférieur. Le d₈₅ est donné ici, car selon certaines études, (14), c'est la dimension déterminante en ce qui concerne l'érosion.

On constate que ces courbes sont très disparates, surtout les courbes E et D, cette dernière plus particulièrement présente une grande différence de forme par rapport aux courbes A, B et C qui montrent un matériau beaucoup plus uniforme.

Si on se base sur le diagramme de Shield, on trouve par exemple pour le point "B" qu'un grain de 2,5 mm serait au seuil de l'érosion, ce qui est bien supérieur aux diamètres de l'échantillon prélevé. Ceci s'applique aussi aux autres échantillons, sauf peut-être au point "D".

Comme on peut le voir sur le graphique reproduit ci-dessous, d'après la référence (7), on voit que les prélèvements se trouvent nettement au-dessus de la courbe de Shields, soit dans la zone de siltation. Ces points représentent le grain moyen (d_{50}) avec une pente de ligne d'eau de 1.25×10^{-5} et les profondeurs d'eau indiquées au rapport de CENTREAU.



-Shields Diagram with White Data Added

Quoique cela entre en contradiction avec ce qui est dit dans le document (13), à savoir que le charriage de fond est plutôt restreint, on est obligé de conclure à la mobilité du lit et que les échantillons de CENTREAU proviennent des dunes qui progressent vers l'aval.

Le lit est érodé pendant les crues et remblayé à l'étiage, et s'érodera lors de la mise en place des îlots, et davantage lors des crues. Un échantillonnage du lit, au droit du pont, sur un ou deux mètres de profondeur, permettrait une meilleure évaluation des érosions à prévoir.

3.2 METHODOLOGIE

3.2.1 Calcul des vitesses et des débits dans l'état actuel

La répartition du débit "Q" est censée suivre la loi de Manning pour les vitesses "v":

$$v = d^{2/3}$$

où "d" désigne la profondeur d'écoulement local. Cette façon de procéder présuppose un coefficient de frottement "n" dans la loi de Manning

$$v = \frac{1}{n} \sqrt{s} d^{2/3}$$

adapté à des sections larges, égal partout, et par conséquent, une pente de la ligne de charge "s" égale partout en travers de la section mouillée.

Notons que dans cette phase de l'étude, l'obstruction due au pont est répartie également sur toute la largeur. Ainsi, sur la largeur de 1 100 m couverte par le plan bathymétrique à grande échelle, les débits annoncés sont ceux pour une largeur nominale de 50 m par tranche (valeur exacte: 49,76 m à l'échelle exacte de cette feuille), réduite dans le rapport:

$$\text{Obstruction due au pont} = 1 - (1\ 419 + 52Z)/S$$

où "S" désigne la section mouillée brute, sans tenir compte des piles.

3.2.2 Calcul des vitesses et des débits après l'implantation des îlots

Cette phase du travail s'appuie sur une analyse classique de L. Straub (7), selon laquelle l'approfondissement dans un tronçon rétréci d'un cours d'eau correspond au rapport des sections mouillées, avant et immédiatement après les travaux de rétrécissement, à la puissance $-(6/7)$, ou $-0,857$. Les hypothèses à la base de cette théorie sont les suivantes:

- érosion régie par la force tractrice sur le fond, ghs , où désigne la masse volumique de l'eau, "g" désigne l'accélération de la pesanteur, "h", la profondeur locale et "s" la pente;
- grains, de grosseur différente selon la valeur de "h" (lit pavé) aux différents points en largeur, tous au seuil de l'entraînement pour le débit choisi;
- coefficient de frottement égal partout en travers (ce qui en fait entre un peu en contradiction avec la notion de pavage avec granulométries différentes...);

- pente identique sur toute la largeur du cours d'eau (condition évidente à respecter), mais pouvant varier suivant le parcours, après le rétrécissement du lit (en fait, on voit facilement que pour une force tractrice restée constante après le resserrement, la pente "s" devra décroître dans le rapport de l'approfondissement relatif).

Naturellement, dans le cas de massifs de largeur variable (en fonction de la cote) à la base, il faut procéder par un calcul de proche en proche pour retrouver l'approfondissement final, si on suppose que les massifs vont en s'élargissant à la base au fur et à mesure de l'affouillement.

Pour effectuer ces calculs, nous avons donc écrit un programme de calcul en langage 'Basic' écrit pour le micro-ordinateur de poche PCI de Radio Shack (programme présenté en annexe).

Une première étape consiste à calculer la surface présentée par les massifs à l'écoulement. Le rapport de la surface nette après la pose des massifs à la section mouillée antérieure, élevé à la puissance -0,857, est utilisé pour calculer l'approfondissement dû aux travaux, ce qui permet de calculer les nouvelles profondeurs.

Ce procédé est repris 4 fois de suite (calcul de proche en proche) pour évaluer l'effet cumulatif de l'érosion, les massifs étant censés être prolongés vers le bas à la pente de 1V:1,5H qui est bien entendu la pente de l'îlot en-deçà de la cote marégraphique de -4 m.

Cette reprise des calculs conduit à un approfondissement supplémentaire mineur, égal à environ 15% du résultat initial. Ainsi, pour un débit compétent de:

- 12 500 m³/s, l'approfondissement passe de 16,6% du premier calcul à 19%; et pour
- 15 000 m³/s, de 15,5% à 17,7% par rapport au plan d'eau. Le choix du débit compétent fait l'objet de la section suivante.

3.2.3 Choix des paramètres (vitesse ou débit 'compétents') pour l'étude de l'érosion

Suivant l'avis des spécialistes, on peut affirmer que, toutes les fois que cela peut se faire, on doit opter pour un critère d'érosion basé sur la force tractrice (réf: sections 3.1.3 et 3.2.2) plutôt que sur la vitesse moyenne d'écoulement; la précision d'une analyse basée sur la force tractrice est bien supérieure. Or, la profondeur d'écoulement h qui intervient dans la formule pour la force tractrice est reliée au débit par la loi hauteur/débit pour la section considérée.

Donc, pour étudier l'érosion, on doit choisir un débit 'compétent'.

Pour un petit cours d'eau on prend le débit 'à bords pleins' (bankful discharge) juste avant le débordement. Dans le cas du St-Laurent à Trois-Rivières, le choix est moins évident. Nous avons en fait effectué l'étude pour deux débits:

- 12 500 m³/s
- 15 000 m³/s

Comme les résultats l'indiquent, les profondeurs d'affouillement atteintes varient peu d'un débit à l'autre; autrement dit, le choix du débit exact n'est pas un facteur très sensible.

3.3

CONDITIONS ACTUELLES DU LIT

Cette section présente les conditions actuelles quant aux vitesses et débits par tranche de 50 m nominale (49,76 m, chiffre exact), en travers du fleuve sous le pont.

Nous avons inclus une comparaison entre les données obtenues par photogrammétrie (vitesses de surface) avec les prévisions théoriques, pour un débit de 10,500 m³/s.

Les autres débits choisis

- 12 500 m³/s

et surtout

- 15 000 m³/s

sont à retenir pour l'étude de l'érosion, entreprise à la section suivante, 3.4.

TABLEAU 3.1

VITESSES ET DEBITS DANS L'ETAT ACTUEL

Distance approximative (+N, -S) par rapport au centre de la travée centrale	Vitesses en surface, en aval *	Vitesses moyennes sur une verticale			Débits par tranche		
	Observations (Q=10500 m ³ /s)	Q= 10500	Q= 12500	Q= 15000	Q= 10500	Q= 12500	Q= 15000
(Triangle N)		0,24	0,28	0,34	90,	144	222
536	-	0,36	0,42	0,49	95,	126	166
486	-	0,48	0,55	0,62	204,	252	312
Pile N3							
436	0,64	0,59	0,66	0,74	331,	395	474
386	-	0,65	0,72	0,81	428,	503	596
337	-	0,70	0,78	0,87	523,	610	716
Pile N2							
287	-	0,75	0,82	0,92	604,	699	816
237	0,72	0,78	0,86	0,95	664,	767	891
187	-	0,79	0,87	0,97	700,	806	935
Pile N1							
138	-	0,83	0,91	1,01	787,	902	1042
88	0,70	0,76	0,84	0,93	635,	734	855
38	-	0,74	0,81	0,91	584,	677	791
-12	0,78	0,72	0,79	0,88	545,	634	743
-62	-	0,70	0,78	0,87	523,	610	716
-111	0,68	0,66	0,73	0,82	438,	515	609
Pile S1							
-161	-	0,64	0,71	0,80	415,	490	581
-211	-	0,66	0,73	0,82	443,	520	615
-261	-	0,64	0,71	0,80	413,	487	578
-310	0,63	0,60	0,67	0,75	349,	416	497
Pile S2							
-360	-	0,55	0,62	0,70	279,	337	408
-410	-	0,51	0,58	0,66	239,	291	356
-460	-	0,50	0,56	0,64	219,	269	331
Pile S3							
-509	0,5	0,48	0,54	0,62	197,	244	302
(Triangle S)		0,35	0,40	0,46	795,	1072	1446

* Les vitesses de surface observées immédiatement à l'aval du pont ont été prises pour la comparaison, les vitesses théoriques se rapportant à la section rétrécie.

ANNEXE 8

AVIS DE PROJET

ANNEXE 8

AVIS DE PROJET

ÉVALUATIONS ENVIRONNEMENTALES



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
Direction des évaluations
environnementales

Avis de projet

TITRE DU PROJET

Pont Laviolette

Bécancour - Trois-Rivières

Protection des piliers contre les
collisions de navires.

INTRODUCTION

L'avis de projet représente la description de la nature générale du projet ou de l'activité que le promoteur a l'intention d'entreprendre. La présentation synthétique de l'information pertinente au projet ou à l'activité sera facilitée par l'utilisation du présent formulaire.

Dûment rempli par le promoteur ou le mandataire de son choix, le formulaire est retourné à:

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
Direction des évaluations environnementales
2360, chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy, Québec
G1V 4H2

Tout document annexé à l'avis de projet doit être fourni en 15 copies.

N.B.: Ne pas remplir le formulaire pour les projets situés sur le territoire de la Baie-James et du Nord québécois.

À l'usage du ministère de
l'Environnement

Date de réception _____

Dossier numéro _____

1. Promoteur Ministère des Transports du Québec

Adresse Service de l'hydraulique
200, Dorchester sud
Québec

Téléphone 643-1768

Responsable du projet Daniel Waltz, écologiste
pour le promoteur Chef, Service de l'environnement
Ministère des Transports (514) 873-4953

2. Consultant mandaté par le promoteur _____

Adresse _____

Téléphone _____

Responsable du projet _____

3. Titre du projet

Pont Laviolette

Trois-Rivières - Bécancour

Protection des piliers contre les collisions de navires.

4. Localisation du projet

Mentionner l'endroit ou les endroits où le projet est susceptible de se réaliser et inscrire les numéros cadastraux (lot et rang). Ajouter en annexe une carte topographique ou cadastrale localisant le projet (en 15 exemplaires).

Les quatre ou six piliers principaux du pont Laviolette traversant le
Saint-Laurent entre Trois-Rivières et Bécancour.

5. Propriété des terrains

Indiquer, s'il y a lieu, le statut de propriété des terrains où la réalisation du projet est prévue et mentionner depuis quand et dans quelles proportions ces terrains sont acquis (ex: propriété privée à 100 pour cent, terrains acquis à 75 pour cent suite aux expropriations, etc.). Ces renseignements pourraient apparaître sur une carte.

Les travaux se font sur le lit du fleuve Saint-Laurent autour des
piliers.

Projets situés en eaux navigables.

8. Description du projet

(phase préparatoire, phase construction, phase exploitation)

Pour chacune des phases, décrire le projet selon les aménagements et constructions prévus (barrage, route, quai, etc.) en indiquant les principales caractéristiques de ceux-ci (superficie, dimension, capacité, volume, etc.). Mentionner également les divers travaux s'y rattachant (déboisement, expropriation, dynamitage, remblayage, etc.) et, s'il y a lieu, les modalités d'opération ou d'exploitation. Ajouter en annexe tous les documents permettant de mieux cerner les caractéristiques du projet (croquis, vue en coupe, etc.).

Phase A1: Etude de risques

Phase A2: Etude du trafic routier

Phase A3: Etude du trafic fluvial

Phase B1: Etude de la résistance intrinsèque des piliers du pont à un impact de navire.

Phase B2: Etude complémentaire des données physiques

Phase C : Sélection du type optimal de protection

Phase D : Préparation des plans et devis

Techniques envisagées: Ducs d'Albe

cellules multiples de palplanches

câbles de protection

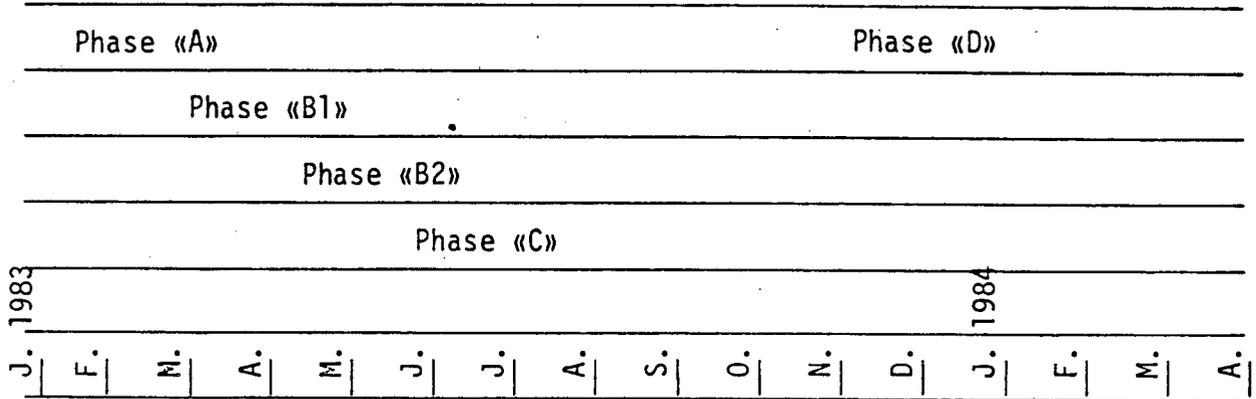
flots de protection en enrochement

Parmi ces solutions, présentement, en raison des vitesses des navires, le ministère des Transports du Québec s'oriente vers l'îlot de protection. Ainsi près de 100 000 m³ d'enrochement seraient nécessaires pour chaque pilier.

9. Calendrier de réalisation du projet

(selon les différentes phases de réalisation)

Cheminement du projet



Les derniers développements du dossier montrent que la phase B-2 nécessite une importante campagne de sondages géotechniques. Ainsi, cette phase pourrait être plus longue que prévue. On envisage alors que les travaux pourraient être faits durant l'été 85 au lieu de l'été 84.

ANNEXE 9

DIRECTIVE DU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT

ANNEXE 9

DIRECTIVE DU MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT

Gouvernement
du Québec

Le ministre de l'Environnement

Sainte-Foy, le 7 février 1984

Monsieur Michel Clair, ministre
Ministère des Transports
700, boulevard Saint-Cyrille Est
29^e étage
Québec, Qc
G1R 5H1

Cher collègue,

Vous trouverez en annexe un texte vous indiquant la nature, la portée et l'étendue de l'étude d'impact que vous devez effectuer conformément à la Loi sur la qualité de l'environnement et au Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement en regard de votre projet de protection des piliers du pont Laviolette entre Trois-Rivières et Bécancour.

Le document annexé constitue la directive ministérielle visée à l'article 31.2 de la Loi sur la qualité de l'environnement (lois refondues, chapitre Q-2).

Je tiens à vous informer que lorsque mon ministère aura jugé votre étude conforme, c'est-à-dire répondant de façon adéquate et valable à la directive émise, je la remettrai au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement pour fins d'information et de consultation de la population pendant une période de 45 jours. Pendant cette période, des personnes, organismes ou municipalités pourront me demander la tenue d'une audience publique en invoquant des motifs non frivoles. Si une telle audience a lieu, une période de quatre mois doit être prévue avant que je transmette le dossier au Conseil des ministres pour qu'il se prononce par décret sur votre projet.

.../2

REÇU

REÇU
LE 10 FÉVRIER 1984

Monsieur Clair

-2-

1984-02-07

J'invite donc les responsables de votre ministère à travailler, en cours de réalisation de l'étude d'impact, en étroite collaboration avec le Service d'analyse des études d'impact de mon ministère, pour assurer la conformité de ce document avec ma directive et avec le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement pour la rédaction du résumé, document-clé de vulgarisation de l'étude.

Veillez agréer, cher collègue, l'expression de mes sentiments les meilleurs.

Le ministre



ADRIEN OUELLETTE

Ministère de l'Environnement

Ministère de l'Environnement

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC

Directive du ministre indiquant la nature, la portée et
l'étendue de l'étude d'impact sur l'environnement

Projet de protection des piliers du pont
Lavolette contre les collisions des navires

Dossier # 104-8301-41

Sainte-Foy, le 7 février 1984

INTRODUCTION

La présente directive a pour but d'indiquer au promoteur les éléments importants de l'étude d'impact à réaliser dans le cadre du projet de protection des piliers du pont Laviolette contre les collisions de navires.

Le contenu de l'étude d'impact doit se conformer à la section III du Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (décret 3734-80, 3 décembre 1980). Elle doit être conçue de façon à être un véritable outil de la planification de l'utilisation du territoire, préparée selon une méthode scientifique et satisfaisant les besoins du réviseur, du public et du décideur. Tout au long de sa réalisation, le promoteur doit porter une attention particulière aux informations et préoccupations émanant des organismes du milieu touchés par le projet dont les municipalités (locales et régionales) notamment au niveau du schéma d'aménagement ou du règlement de contrôle intérimaire de la MRC de Bécancour et au niveau du plan et de la réglementation d'urbanisme des municipalités touchées par le projet.

S'il y a occupation de la propriété du Gouvernement du Québec une fois les travaux complétés, le promoteur doit obtenir un bail ou un permis d'occupation auprès du Service du milieu hydrique du ministère de l'Environnement. Le promoteur doit aussi faire état des approbations et exemptions requises en vertu de la loi sur la protection des eaux navigables.

1. PROBLEMATIQUE

L'étude d'impact doit contenir un exposé de la problématique qui justifie le projet. L'étude doit démontrer qu'une intervention en milieu aquatique est nécessaire pour solutionner les problèmes qu'elle identifie.

Dans cette section, l'étude devra discuter de la vulnérabilité du pont Laviolette aux collisions maritimes en fournissant, entre autres, les éléments suivants:

- localisation en plan, sur une carte maritime, du secteur du pont Laviolette et de la zone où le risque de collisions pouvant endommager les piliers du pont est élevé;
- vue latérale de la section d'écoulement au pont Laviolette, avec localisation de la zone de risque de collisions;
- description du type d'embarcations pouvant causer des dommages au pont (longueur, tirant d'eau, tonnage);
- localisation des routes maritimes utilisées par ces embarcations;
- description du trafic fluvial en fonction des saisons à la section d'écoulement du pont Laviolette, notamment pour les embarcations pouvant causer une déstabilisation des piliers du pont;
- statistiques concernant les collisions dans le secteur;
- identification et représentation cartographique des éléments nuisant à la navigation (glaces, courants, etc.) et qui sont utilisés dans la justification du projet.

Ces éléments et tout autre élément jugé pertinent par le promoteur, devront être traités de façon:

- 1) à définir les problèmes, leur probabilité de l'évènement et les enjeux (conséquences probables d'une collision);
- 2) à justifier une intervention physique en milieu aquatique (de type remblayage ou dragage) en démontrant que d'autres types d'intervention, tels un accroissement des mesures de sécurité pour la navigation, la réduction de la vitesse des bateaux ou l'ajout d'aides à la navigation, sont inadéquats pour solutionner les problèmes;
- 3) à justifier la localisation de la zone d'intervention.

2. PRESENTATION DU PROJET

L'étude d'impact doit contenir la description des éléments liés à la phase de construction et à la phase d'exploitation du projet. Un calendrier de réalisation de ces phases doit être fourni. L'étude doit présenter sur un même plan, une vue des ouvrages projetés et de la structure complète des piliers, incluant leurs assises.

Si le projet comporte des options impliquant du dragage ou du remblayage, les renseignements demandés aux sections 2.1 et 2.2 doivent être fournis.

2.1 Le dragage

2.1.1 Zone à draguer: composantes abiotiques

L'information à inclure dans cette section doit permettre entre autres d'avoir une idée précise de l'ampleur du dragage à effectuer. Les éléments suivants doivent y être traités:

- délimitation de la zone à draguer;
- bathymétrie du secteur;
- hydrodynamique du secteur (courants, marées, régime des glaces, aires de sédimentation);
- quantité de sédiments à draguer (volume total, volumes de sédiments contaminés et non-contaminés);
- qualité des sédiments. Les analyses suivantes doivent être effectuées:
 - 1) une analyse granulométrique des sédiments aux différentes stations d'échantillonnage;
 - 2) la qualité des sédiments selon la méthode décrite en annexe du guide de référence pour l'évaluation des répercussions environnementales des projets de dragage dans le fleuve Saint-Laurent et dans ses principaux tributaires. Les paramètres à analyser sont les suivants: matière organique, phosphore total, arsenic, cadmium, cuivre, mercure, plomb, zinc, chrome, BPC, huiles et graisses;

- 3) un test d'élutriation tel que décrit à la page 86 du rapport # 29 du Bureau d'étude sur les substances toxiques (pour chaque station) (voir annexe 1).

NOTE: Concernant le programme d'échantillonnage relié à ces analyses, le promoteur doit le faire approuver par le ministère de l'Environnement et ce, avant sa réalisation.

2.1.2 Zones potentielles de disposition des matériaux dragués: composantes abiotiques

Compte tenu des renseignements obtenus précédemment, le promoteur doit identifier et décrire des sites potentiels de disposition des matériaux dragués.

- a) Dans le cas de sites situés en milieu aquatique, le promoteur doit fournir les renseignements ci-dessous:

- délimitation et localisation du site;
- bathymétrie du site et de ses environs;
- hydrodynamique du secteur (courant, marées...);
- granulométrie des sédiments;
- cône de diffusion des particules (suite à un déversement de surface).

- b) Dans le cas des sites de disposition situés en milieu terrestre, le promoteur doit fournir entre autres les renseignements suivants:

- délimitation et localisation du site;
- topographie du site et de ses environs;
- hydrogéologie du secteur.

De plus, un test de lixiviation en milieu acide (Federal Register, 19 mai 1980, vol. 45, no 98, p. 33127) et des bioessais devront être effectués sur les sédiments à draguer.

2.2 Remblayage

La description doit notamment porter sur les phases préparatoire et de construction particulièrement au niveau des activités suivantes: l'utilisation de la machinerie lourde, les chemins d'accès, le remblayage en rive et auprès des piliers (localisation exacte des sites de dépôt et cote d'élévation prévue), la modification du drainage, les systèmes d'aqueduc et d'égout (tracé, travaux de canalisation).

En ce qui concerne les matériaux de remblayage, leur volume, leur provenance et leur granulométrie doivent être spécifiés dans l'étude d'impact. Une analyse physico-chimique des paramètres cités à l'annexe 2 doit être effectuée, si du sable et d'autres matériaux à granulométrie plus fine que le sable sont utilisés pour le remblayage.

3. L'ANALYSE D'IMPACT

3.1 La zone d'étude

La zone géographique de l'étude d'impact autant pour les aspects biophysiques qu'humains doit être délimitée. Elle doit comprendre le territoire occupé par l'ensemble du projet, la section du plan d'eau susceptible d'être affectée par le projet (zone de dispersion des particules suite à du dragage, à la disposition de matériaux de dragage, à du remblayage, etc.), les zones d'emprunt de matériaux et le territoire utilisé pour le transport des matériaux d'emprunt le cas échéant.

3.2 Inventaire des composantes de l'environnement

L'inventaire des composantes biophysiques doit contenir les éléments des milieux aquatique, riparien et terrestre qui sont en présence dans la zone d'étude.

La description du milieu aquatique doit comprendre la bathymétrie, l'hydrologie (débits, courants, glaces), la qualité de l'eau ainsi qu'un inventaire de la flore et de la faune aquatiques (herbiers, benthos, amphibiens, poissons incluant les sites de frai, avifaune et sites de nidification). L'inventaire des milieux riparien et terrestre doit être axé sur la végétation en présence et l'utilisation de ces milieux par la faune (frai des poissons de la plaine de débordement, mammifères semi-aquatiques, avifaune et sites de nidification).

L'inventaire des composantes humaines doit être axé sur l'utilisation actuelle et potentielle de la zone d'étude susceptible d'être perturbée directement ou indirectement par les différents éléments du projet durant les phases préparatoire, de construction et d'exploitation du projet, soit les prises d'eau, la navigation commerciale et de plaisance, la chasse et la pêche, l'exploitation des ressources, les espaces naturels, les composantes patrimoniales (bâti, paysages humanisés et activités traditionnelles). La localisation de la conduite de gaz traversant le fleuve devra être précisée. Le promoteur doit également effectuer une reconnaissance archéologique sur toutes les zones terrestres affectées par le projet, s'il y a lieu, après étude de potentiel de ces zones.

3.3 Etude et choix des différentes options de réalisation

Le promoteur doit élaborer plusieurs options de réalisation du projet, en se basant sur les différentes techniques (dont les méthodes de dragage, le cas échéant) envisageables pour assurer la protection des piliers et sur le nombre et la localisation des piliers qu'il convient de protéger. Il doit ensuite mettre en évidence les avantages et inconvénients de chacune des options aux niveaux environnemental, technique et économique, de façon à effectuer une présélection des options et à ne retenir que les meilleures options de réalisation du projet.

3.4 Description détaillée des options

Le promoteur doit écrire de façon détaillée les différentes options de réalisation du projet. Une attention particulière doit être portée:

- à la description des travaux et équipements;
- à la localisation des différents emplacements utilisés;
- au calendrier de réalisation.

3.5 Identification et évaluation des impacts sur l'environnement de chaque option

Cette partie de l'étude doit contenir une identification et une évaluation des impacts reliés à chacune des options de réalisation du projet sur les milieux biophysique et humain. Les effets directs et indirects, de même que ceux à court, moyen et long termes de chaque option de réalisation du projet dans la zone d'influence de celui-ci, doivent être déterminés. Une attention particulière doit être apportée aux aspects suivants:

- la perte d'un espace naturel et la perturbation d'habitats fauniques, aquatiques et ripariens dues aux travaux (tels le remblayage et de dragage ou l'entreposage des matériaux en rive, le cas échéant);
- la modification du drainage en milieu riparien et terrestre et ses effets sur la flore et la faune;
- les impacts des travaux sur la navigation commerciale et de plaisance et sur les prises d'eau lors des phases préparatoire et de construction du projet (engorgement du trafic fluvial, conséquences d'une augmentation de la turbidité et des substances toxiques due à d'éventuels travaux de dragage ou de remblayage); les impacts du projet sur la pêche commerciale et la chasse à la sauvagine et le trappage du rat musqué;
- l'impact du projet sur la navigation commerciale et de plaisance dû à la présence de nouvelles structures en milieu aquatique, une fois le projet terminé (dont les aspects de sécurité pour la navigation et de déversements accidentels de matières toxiques);
- les impacts associés à la création de zones de sédimentation, en phase d'exploitation;
- les impacts du projet sur la zone d'emprunt des matériaux de construction, le cas échéant;
- l'impact sur le milieu visuel;
- les impacts de la circulation de la machinerie lourde et des camions, pendant les phases de préparation et de construction (poussières, bruit, trajets, bris des rues, etc.).

3.6 Mesures de mitigation et de compensation

L'étude doit présenter les mesures de mitigation et de compensation à mettre en place pour réduire les effets nuisibles ou les risques associés aux différentes options de réalisation du projet. Ces mesures doivent traiter entre autres de la sécurité de la navigation dans la zone des piliers du pont, de la remise en état des berges après les travaux et de l'aménagement des aires de dépôt et d'emprunt de matériaux, le cas échéant.

3.7 Les impacts résiduels

L'étude doit présenter les répercussions négatives résiduelles du projet après l'intégration des mesures de mitigation. Elle doit aussi évaluer l'importance de ces impacts.

3.8 Comparaison des options et choix de l'action retenue

Le promoteur doit procéder à une analyse comparative des différentes options étudiées en prenant soin de fournir une liste explicative des différents critères de sélection utilisés (techniques, financiers, environnementaux...). Il doit également tenir compte des éléments correctifs suggérés lors de l'élaboration des mesures de mitigation. L'ensemble de cette analyse doit permettre de choisir la meilleure option de réalisation pour le projet. Par la suite, le promoteur doit présenter le plan final de réalisation du projet et indiquer le calendrier de réalisation des divers travaux.

4. PROGRAMME DE SURVEILLANCE ET DE SUIVI

Le promoteur doit expliquer le programme de surveillance qu'il propose pour suivre et contrôler l'évolution des travaux. Ce programme doit identifier les éléments sur lesquels portera la surveillance et qui en sera responsable. De plus, le promoteur doit examiner la pertinence d'élaborer un programme de suivi sur l'évolution de la qualité des plans d'eau et des problèmes de sédimentation. Le promoteur doit décrire son plan d'urgence et identifier les personnes ressources en autorité affectées à la protection de l'environnement de façon à réduire les délais en cas d'accidents à incidence environnementale.

5. PRESENTATION DE L'ETUDE D'IMPACT

Les méthodes et terminologies utilisées au cours de la réalisation des différentes étapes de l'étude d'impact doivent être présentées et explicitées. Au niveau des inventaires, on doit retrouver les éléments permettant d'apprécier la qualité de ces derniers (localisation des stations d'échantillonnage, dates d'inventaires, techniques utilisées, limitation).

Ministère de l'Environnement

Ministère de l'Environnement

Gouvernement du Québec

Toutes les sources de renseignements (bibliographiques ou autres) utilisées doivent être données en référence. Le nom des personnes et organismes consultés lors de la réalisation de l'étude, de même que les résultats de cette consultation doivent être également fournis.

Enfin, considérant que l'étude d'impact est mise à la disposition du public pour information, le promoteur doit fournir un résumé vulgarisé des éléments essentiels de ladite étude et de ses conclusions ainsi que tout autre type de documents qu'il juge nécessaire pour la bonne compréhension du projet. L'étude d'impact et le résumé (publiés séparément) doivent être fournis en trente (30) copies. Il est toutefois suggéré qu'une version préliminaire (6 copies) de l'étude soit présentée au ministère de l'Environnement avant son dépôt officiel.

ANNEXE 1

TEST D'ELUTRIATION:

Les paramètres suivants devront être analysés lors de ce test:

- cadmium
- chrome
- cuivre
- mercure
- plomb
- zinc

Référence pour le test d'élutriation:

Comité de normalisation des méthodes d'analyse:

Les méthodes d'analyse de cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, manganèse, nickel, plomb et zinc dans l'eau, les sédiments, les milieux biologiques et l'air; ministère de l'Environnement du Québec; mai 1981; pp. 86-87.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS



QTR A 131 697