

**Recherche et caractérisation
des frayères d'esturgeon jaune
(*Acipenser fulvescens*)
dans la partie amont des
rapides de Lachine,
fleuve Saint-Laurent, en 2003**

Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie

Direction de l'aménagement de la faune
de Montréal, de Laval et de la Montérégie

RAPPORT TECHNIQUE 16-20F

**Recherche et caractérisation des frayères d'esturgeon jaune
(*Acipenser fulvescens*) dans la partie amont des rapides de Lachine,
fleuve Saint-Laurent, en 2003**

Par
Michel La Haye
Sylvain Desloges
Chantal Côté
Ashley Rice
Stewart Philips « Junior »
John Deer
Benoît Giroux
Karen de Clerk
et
Pierre Dumont

Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs

Septembre 2004

Référence à citer

La Haye, M., S. Desloges, C. Côté, A. Rice, S. Philips « Junior », J. Deer, B. Giroux, K. de Clerk et P. Dumont. 2004. Recherche et caractérisation des frayères d'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans la partie amont des rapides de Lachine, fleuve Saint-Laurent, en 2003. Étude réalisée pour le compte du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-20F, ix + 48 p.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2004.

ISBN : 2-550-42817-X

ISSN : 1704-7064

This report is also available in English

RÉSUMÉ

Les autochtones de la réserve indienne de Kahnawake pratiquent une pêche de subsistance dans les rapides de Lachine depuis de nombreuses générations. L'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) est une espèce très prisée par ces pêcheurs. Cette pêche s'est intensifiée au fil des ans et est récemment devenue l'objet d'un commerce à l'extérieur de la réserve. Le stock d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent est surexploité et un nouveau plan de gestion a fait passer la récolte à la pêche commerciale de 200 tonnes en 2000 à 80 tonnes en 2002. Les prises des pêcheurs autochtones ne sont pas intégrées à ce contingent et ces derniers exercent une partie de leur effort de pêche en saison printanière, alors que les géniteurs se regroupent sur les lieux de reproduction. Ailleurs dans le fleuve Saint-Laurent, la pêche commerciale et récréative de l'esturgeon jaune est interdite du début novembre à la mi-juin.

Les résultats de deux études menées aux printemps 2001 et 2002 par la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) et le Conseil Mohawk de Kahnawake, en collaboration avec le MAPAQ et le Secrétariat aux affaires autochtones, montrent que la partie amont des rapides de Lachine, en front de Kahanawake, abrite une vaste frayère d'esturgeon jaune qui, en raison de sa superficie et de sa localisation, est d'une importance significative pour la population du fleuve Saint-Laurent. Une troisième étude a été entreprise au cours du printemps 2003 afin de corroborer les observations antérieures et de poursuivre l'exploration du secteur de rapides à la sortie du lac Saint-Louis comme aire de reproduction de l'esturgeon jaune. À l'exception d'un étalement de la strate de profondeur couverte, qui est passée de 0-5 m à 0-7 m et de l'utilisation d'une caméra sub-aquatique pour la caractérisation du substrat et la sélection des secteurs, la méthodologie a été la même que celle utilisée en 2002.

Du frai d'esturgeon jaune a été trouvé dans un seul secteur, celui de la frayère identifiée en 2002. Du 23 mai (46 oeufs) au 16 juin (3 œufs), 163 oeufs ont été récoltés à l'aide de parpaings à 23 des 44 stations; du 30 mai au 19 juin, 108 œufs et cinq larves ont été récoltés en 2419 heures de dérive réparties dans 17 stations. Durant la période de fraie, entre le 22 mai et le 18 juin, la température de l'eau verte du fleuve est passée de 11,8 à 15 °C. En 2003, la zone d'activité de fraie s'est déplacée dans la partie centrale et la bordure extérieure de la frayère localisée au printemps 2002. Ce déplacement peut être dû à la plus grande étendue de profondeurs explorée en 2003. La superficie estimée est passée de 2,3 à 3,6 ha, à des profondeurs variant de 1,15 m vers la rive à plus de 6 m vers le large, sous des conditions d'écoulement rapide et sur un substrat composé de roches et de grosses roches servant d'abris à du gravier fin à grossier, libre de périphyton et de plantes aquatiques. Les résultats du printemps 2003 confirment clairement et sans équivoque la nécessité de mettre fin à toute forme d'exploitation de l'esturgeon jaune dans les rapides de Lachine au cours de la période printanière.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES ANNEXES	vi
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
LISTE DES PHOTOS	vii
ÉQUIPE DE RÉALISATION	viii
REMERCIEMENTS	ix
1. INTRODUCTION	1
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
2.1. Délimitation du territoire à l'étude	4
2.2. Stratégies et techniques d'échantillonnage pour la localisation des dépôts d'œufs.....	4
2.2.1. Stratification du milieu selon le potentiel de fraie	4
2.2.2. Période et périodicité de l'échantillonnage au moyen des parpaings	8
2.2.3. Effort d'échantillonnage au moyen des parpaings	10
2.2.4. Effort d'échantillonnage au moyen du filet de dérive	14
2.3. Décompte des oeufs et des larves	15
2.4. Caractérisation des sites de dépôt d'oeufs	16
2.5. Autres observations	17
2.6. Traitement des données	17
2.7. Cartographie	19
3. RÉSULTATS	20
3.1. Localisation des sites de dépôt d'oeufs de l'esturgeon jaune	20
3.2. Caractérisation de la zone de fraie	23
3.3. Caractéristiques environnementales des autres secteurs	27
3.4. Variations de la température.....	28
3.5. Capture des oeufs et larves des autres espèces de poisson.....	29
4. DISCUSSION.....	30
5. CONCLUSION	35
LISTE DES RÉFÉRENCES.....	37
ANNEXES	39

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Centre pont de fer, printemps 2003.	41
Annexe 2. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur frayère, printemps 2003.	42
Annexe 3. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Ile Dixie et Rocky Point, printemps 2003.	43
Annexe 4. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Jetée Lachine, printemps 2003.	44
Annexe 5. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Kahnawake, printemps 2003.	45
Annexe 6. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Large Lachine, printemps 2003.	46
Annexe 7. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Pointe Lachine, printemps 2003.	47
Annexe 8. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Pont de fer, printemps 2003.	48

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Secteurs potentiels retenus selon les résultats de 2002 et après le filtrage préliminaire des renseignements disponibles, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	5
Figure 2. Secteurs couverts au moyen des parpaings et des filets de dérive au cours du suivi, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. Une localisation détaillée des stations figure aux annexes 1 à 8.	9
Figure 3. Progression spatio-temporelle de la mise en place et du retrait des parpaings dans le territoire à l'étude par période de 14, 13 et 12 jours, entre le 9 mai et le 19 juin 2003, partie amont des rapides de Lachine.	12
Figure 4. Localisation de la zone de fraie utilisée par les esturgeons jaunes en 2002, des stations (parpaings et filet de dérive) avec présence d'oeufs ou de larves en 2003 et zone probable de fraie, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	21
Figure 5. Nombre moyen d'oeufs récoltés par station en fonction des classes de profondeur, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	23
Figure 6. Nombre moyen d'oeufs récoltés par station en fonction des classes de vitesse moyenne de la colonne d'eau, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	24
Figure 7. Nombre moyen d'oeufs récoltés par station en fonction des classes de substrats dominants (Voir le Tableau 3 pour la signification des codes), partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	24
Figure 8. Nombre moyen d'oeufs récoltés par station en fonction des classes de coefficient de variation du substrat, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	25

Figure 9. Localisation de la zone de fraie utilisée par les esturgeons jaunes en 2002 et 2003. Pour l'échantillonnage de 2003 : localisation de la zone de fraie probable, des stations (parpaings et filets de dérive) avec présence d'oeufs ou de larves et résultat de la caractérisation de la frayère, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.....	26
Figure 10. Variations de la température (°C) dans le cours principal du fleuve Saint-Laurent (eau verte) et dans la partie nord du territoire à l'étude (eau brune), printemps 2003.	29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre de stations couvertes et de levées effectuées dans les neuf secteurs à l'étude, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	10
Tableau 2. Effort (en heures), date de pose et période d'échantillonnage au moyen du filet de dérive dans quatre secteurs du territoire à l'étude, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. (Localisation des stations : voir la figure 2 pour l'ensemble du territoire et, dans l'ordre de présentation, les annexes 2, 3 et 1 pour les quatre secteurs).....	15
Tableau 3. Classes granulométriques et valeurs utilisées pour la caractérisation du substrat, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003 (modifiées à partir de Bovee 1986).	18
Tableau 4. Nombre d'oeufs d'esturgeon jaune récoltés au moyen des parpaings dans le secteur de la frayère, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. (Voir Annexe 2 pour la localisation des stations).	22
Tableau 5. Nombre d'œufs et de larves (L) d'esturgeon jaune capturés au moyen du filet de dérive dans le secteur de la frayère, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. (voir la Figure 4 et l'annexe 2 pour la localisation des stations).....	22
Tableau 6. Nombre d'oeufs des autres taxons récoltés au moyen des parpaings par secteur, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.	30

LISTE DES PHOTOS

Photo 1. Système Aqua-Vu (Z-Series Underwater Viewing System) d'observation sous-marine : caméra et poids de downrigger réunis au moyen d'un camrigger et corde graduée pour l'observation du substrat.....	7
---	---

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Travaux de terrain :

Michel La Haye, M.Sc. Env. biologiste (Enviro-Science inc.)

Sylvain Desloges, technicien de la faune (FAPAQ)

Chantal Côté, B. Sc., biologiste (FAPAQ)

Benoît Giroux, technicien de la faune (FAPAQ)

Stewart Philips Jr, contrôle des animaux (Conseil Mohawk de Kahnawake)

John Deer, contrôle des animaux (Conseil Mohawk de Kahnawake)

Ashley Rice, contrôle des animaux (Conseil Mohawk de Kahnawake)

Karen de Clerk, étudiante en biologie (FAPAQ)

Directeur de projet :

Pierre Dumont, Ph. D. Sc. Env., Biologiste (FAPAQ)

Coordonnateurs des travaux de terrain :

Michel La Haye

Sylvain Desloges

Analyses préliminaires et stratégie d'échantillonnage :

Sylvain Desloges

Pierre Dumont

Michel La Haye

Analyse et rédaction :

Michel La Haye

Pierre Dumont

Cartographie et révision du texte :

Chantal Côté

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier monsieur Don Patrick Martin, du Conseil Mohawk de Kahnawake et madame Lynn Jacobs, de Kahnawake Environment pour leur implication dans le projet et pour en avoir facilité la réalisation sur le terrain. Merci également aux collaborateurs autochtones, messieurs John Deer, Stewart Philips Jr. et Ashley Rice, agents de conservation, pour leur contribution à la recherche préliminaire de sites de fraie et pour avoir su assimiler rapidement les rouages propres au travail technique en eau rapide. Madame Brigitte Véro a effectué la mise en page de la version finale de ce rapport.

Nous tenons aussi à remercier les responsables de la Marina de Lachine pour leur accueil et leur patience face à l'étalement quotidien de tout notre matériel d'échantillonnage.

Cette étude a reçu l'appui financier du Secrétariat aux affaires autochtones (SAA) et du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

1. INTRODUCTION

Les autochtones de la réserve indienne de Kahnawake pratiquent une pêche de subsistance dans les rapides de Lachine depuis de nombreuses générations. L'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) a été et demeure une espèce très prisée par ces pêcheurs. Depuis quelques années, cette pêche s'est intensifiée et est devenue l'objet d'un commerce à l'extérieur de la réserve. Or, le stock d'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent est surexploité et un nouveau plan de gestion, en vigueur depuis l'année 2000, est venu réduire considérablement le potentiel de récolte à la pêche commerciale, lequel est passé de 200 tonnes en 2000 à 80 tonnes en 2002 (Dumont et al. 2000). Il a été maintenu à ce niveau depuis. Pour contrôler le commerce de ces captures, un système d'étiquetage de chacune des carcasses gardées par les pêcheurs commerciaux autorisés a été implanté. Seuls les détenteurs d'un permis de pêche commerciale émis par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) peuvent détenir ces étiquettes en vertu de quotas individuels qui sont révisés annuellement. Les débarquements effectués par les pêcheurs de la communauté autochtone de Kahnawake ne sont pas intégrés au système de contingentement en vigueur et représentent donc des captures excédentaires par rapport au quota en vigueur, dont l'application vise à inverser la situation de déclin du stock.

Avant les récentes études entreprises dans ce secteur du fleuve Saint-Laurent, plusieurs indices laissaient croire en la présence d'un ou de plusieurs sites de fraie de l'esturgeon jaune. Or, les pêcheurs autochtones exercent une part importante de leur effort de pêche en saison printanière. Durant cette période, les géniteurs sont particulièrement vulnérables, car ils se déplacent vers des sites restreints où ils perdent toute méfiance. Ailleurs dans le fleuve Saint-Laurent, la pêche commerciale et récréative de l'esturgeon jaune est interdite de la mi-octobre à la mi-juin.

Les résultats de deux études menées aux printemps 2001 et 2002 par la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) et le Conseil Mohawk de Kahnawake, en collaboration avec le MAPAQ et le Secrétariat aux affaires autochtones (SAA), sont sans équivoques : la partie amont des rapides de Lachine, en front de Kahanawake, contient bel et bien une importante frayère à esturgeon jaune (La Haye et Clermont 2003 ; La Haye et al. 2003). Suite à ces résultats, il a été recommandé d'y interdire toute forme

d'exploitation de l'esturgeon jaune au cours de la période printanière. Cette restriction est généralisée à l'ensemble des juridictions nord-américaines pour assurer la perpétuation des populations d'esturgeons. Cette recommandation n'a pas été suivie au cours de l'année 2002, mais elle paraît avoir été respectée en 2003.

Les résultats obtenus au printemps 2002 ont permis de confirmer la présence d'une frayère dans la partie amont des rapides de Lachine, dans un secteur situé en rive droite à 400 m en aval du pont Mercier. Compte tenu de sa grande superficie et de sa localisation, cette frayère pourrait être d'une importance significative pour la population du fleuve Saint-Laurent. En 2002, elle était baignée par de l'eau de bonne qualité. Le substrat rocheux qui la compose est propre et dégagé de tout sédiment fin et elle est éloignée de la rive.

Dans le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires, les frayères d'esturgeon jaune sont rares et le nombre de géniteurs présents est vraisemblablement en déclin prononcé (Dumont et al. 2000, Fortin et al. 2002). Moins d'une dizaine d'aires de reproduction sont connues et bien circonscrites. La découverte d'une nouvelle frayère, la première de grande superficie répertoriée dans le fleuve Saint-Laurent, revêt donc une importance capitale pour la survie de ce stock.

Une troisième étude a été entreprise au cours du printemps 2003. Cette étude, toujours effectuée grâce à l'implication des mêmes partenaires, avait pour but de corroborer les observations de 2002 sur la nouvelle frayère et de poursuivre, avec une plus grande précision, l'exploration du secteur de rapides à la sortie du lac Saint-Louis comme aire de reproduction de l'esturgeon jaune. À l'exception de la strate de profondeur couverte et de l'utilisation d'une caméra sub-aquatique pour la stratification du substrat, la méthodologie utilisée pour la présente étude a été la même que celle de 2002.

Des observations récentes ont montré que l'esturgeon jaune pouvait frayer à de très grandes profondeurs et non seulement dans des rapides peu profonds. Manny et Kennedy (2002) ont suivi la fraye de l'esturgeon dans un territoire s'étendant de la sortie du lac Huron au lac Érié, dans les rivières Saint-Clair et Détroit, respectivement en amont et en aval du lac Saint-Clair. Trois sites de fraie en eau profonde sont décrits dans cette étude : Port Huron à la sortie du lac Huron, Algonac dans la partie nord du delta de la rivière Saint-Clair et Zug Island, juste en aval de la ville de Détroit. Ils ont les caractéristiques

suivantes : ils sont situés en eau profonde (entre 9,1 et 12 m), le substrat y est poreux, de granulométrie variable, du gravier fin à grossier (3,0 – 64,9 mm), propre et exempt de périphyton ou de sédiments fins. Un des membres de l'équipe (ML) a visité ces sites avant le début des travaux. Il a constaté qu'ils sont bien exposés au courant et, qu'à l'exception du site d'Algonac, ils sont situés sur une pente. Sauf en ce qui concerne les profondeurs élevées, ces caractéristiques se rapprochent de celles de la frayère localisée au printemps 2002 dans la partie amont des rapides de Lachine.

L'approche utilisée au printemps 2002 prévoyait la couverture de la strate de profondeur 0 - 5 m mais en réalité très peu de stations situées à plus de 3 m ont été échantillonnées (La Haye et al. 2003). La stratification de l'habitat adoptée au printemps couvre la strate 0 – 7 m et l'utilisation d'une caméra sub-aquatique s'avérait alors nécessaire pour faciliter le choix des stations en fonction du substrat.

Les objectifs de cette étude sont de :

- vérifier l'utilisation de la frayère découverte au printemps 2002 en élargissant la couverture jusqu'à 7 m de profondeur ou plus si possible;
- délimiter les aires de fraie de l'esturgeon dans le secteur à l'étude avec une plus grande précision;
- comparer les caractéristiques environnementales des différents secteurs échantillonnés et/ou utilisés pour la fraie;
- comparer les résultats obtenus à ceux de 2002 et, le cas échéant, aux frayères en eau profonde décrites par Manny et Kennedy (2002).

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Délimitation du territoire à l'étude

Le territoire à l'étude ne couvre que la partie amont des rapides de Lachine, de l'île Dixie en rive gauche à l'église de Kahnawake en rive droite. Une distance d'environ 4 km sépare cette limite amont du pont Mercier. La frayère localisée en 2002 en constitue la limite aval sur la rive sud (Figure 1). La section échantillonnée en 2003 est beaucoup moins vaste qu'en 2002. En outre, les secteurs situés aux deux extrémités du territoire à l'étude n'ont pas été échantillonnés de nouveau puisque les conditions d'écoulement ne correspondaient plus aux critères de présélection, car le débit du fleuve était beaucoup plus faible au printemps 2003.

2.2. Stratégies et techniques d'échantillonnage pour la localisation des dépôts d'œufs

La technique d'échantillonnage de 2002 a été utilisée de nouveau en 2003. Cette technique est décrite en détail dans La Haye et al. (2003). Des différences existent cependant au niveau de la stratification de l'habitat et de l'observation du substrat; elles sont détaillées dans les sections suivantes.

2.2.1. Stratification du milieu selon le potentiel de fraie

La revue des caractéristiques physiques du territoire à l'étude a été effectuée en détail en 2002. Les secteurs offrant un bon potentiel de fraie de l'esturgeon jaune ont été clairement identifiés au cours des travaux de 2002. Par conséquent, la présélection des secteurs potentiels de fraie a été validée rapidement sur le terrain, du 9 au 15 mai, en parallèle avec le début du suivi systématique. Deux embarcations munies de sonar ont couvert l'ensemble du territoire à l'étude. Ces opérations ont permis de délimiter les zones à couvrir avec quelques bouées (Figure 1).



Figure 1. Secteurs potentiels retenus selon les résultats de 2002 et après le filtrage préliminaire des renseignements disponibles, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

Dans le territoire à l'étude, le lit du fleuve est surtout constitué de roche en place recouverte de graviers et de roches par endroit. Pour augmenter la puissance de l'échantillonnage et concentrer les efforts sur les sites dotés de ce type de substrat, le lit du fleuve a été examiné avec une caméra sub-aquatique. En effet, les observations effectuées aux frayères en eau profonde décrites par Manny et Kennedy (2002) ont permis de constater l'efficacité et la précision de ce type d'appareil dans des milieux ouverts semblables au territoire à l'étude.

Le système d'observation du substrat est constitué d'une caméra de marque Aqua-Vu (Z-Series Underwater Viewing System) lestée d'un poids de *downrigger* au moyen d'un système d'attache de type *camrigger* (Photo 1). Le tout est relié à un moniteur installé à bord de l'embarcation. Cet appareil a été utilisé les 19 et 20 mai pour décrire le substrat des différents sites présélectionnés et ainsi en compléter la sélection finale. Pour obtenir une idée de l'ensemble du substrat d'un secteur intéressant, plusieurs transects ont été effectués en laissant dériver l'embarcation. L'exposition au courant, le type de substrat, l'absence de sédiments fins, de périphyton ou de macrophytes et la présence d'interstices entre les particules ont été les critères qui ont orienté le choix final. La présence de particules fines a été détectée en laissant traîner le poids sur le fond, ce brassage provoquant un nuage de poussière facilement observable sur le moniteur.

En raison des débits plus faibles du fleuve en 2003, certains sites couverts en 2002 étaient devenus des milieux stagnants ou carrément exondés. Ils ont été mis de côté. En amont, les secteurs abandonnés sont les suivants : 1^{re} batture amont et 2^e batture amont, toutes les stations situées en amont du pont de fer et très près de la rive entre ce pont et le pont Mercier, ainsi que le site pont de fer au centre au profit d'un nouveau secteur situé plus près et en dessous de ce pont. En aval du pont Mercier, il s'agit des battures situées près de la rive nord et des secteurs 1^{re} batture aval et 2^e batture aval en rive sud (La Haye et al. 2003).

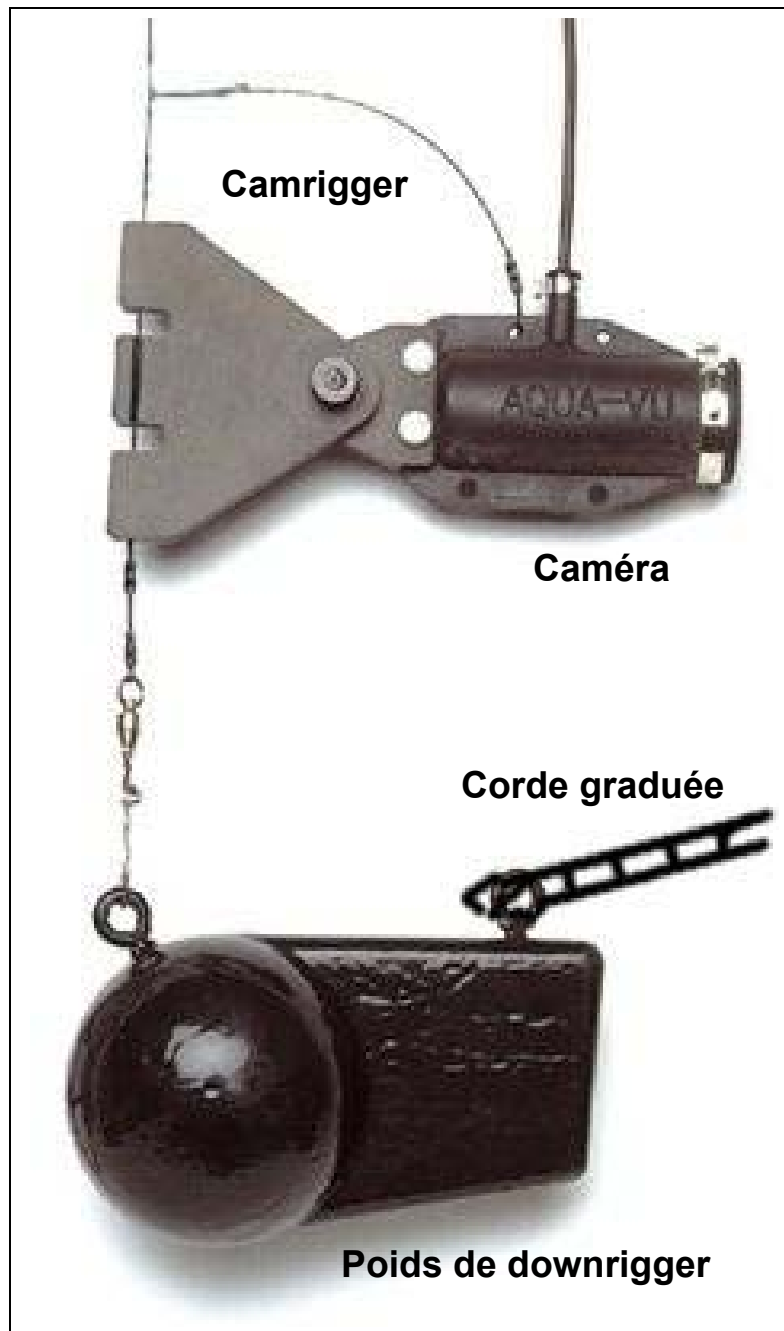


Photo 1. Système Aqua-Vu (Z-Series Underwater Viewing System) d'observation sous-marine : caméra et poids de downrigger réunis au moyen d'un camrigger et corde graduée pour l'observation du substrat.

La superficie couverte est ainsi passée de 2,6 à 1,8 km². Les critères de sélection finalement appliqués sur le terrain sont les suivants :

- strate de profondeur de 0 m à 7 m et plus si possible,
- habitats d'eau verte, mixte ou brune à substrat dur hors herbier,
- substrat de gravier, de roc ou de galet propre,
- strate de courant de 0,6 m/sec à 1,8 m/sec,
- absence de végétation aquatique, de périphyton ou de sédiments fins.

Les neuf secteurs retenus et couverts au cours de l'étude au moyen des différents engins de capture ont été nommés à partir d'une série de points de repère (Figure 2). Par rapport à la sélection finale de 2002, cinq nouveaux secteurs ont été ajoutés : Rocky Point, entre la rive nord et le secteur l'Île Dixie, Pointe de Lachine, à la sortie de la jetée de la marina de Lachine, Large Lachine, à mi-parcours le long de cette jetée (anciennement Jetée rive nord mais seulement près de la rive), Centre Pont de fer, décalé vers l'aval par rapport à 2002 (anciennement Amont Pont de fer) et Kahnawake en face de l'église. Dans ce dernier secteur, des stations ont été ajoutées en rive droite, de part et d'autre du pont Mercier.

2.2.2. Période et périodicité de l'échantillonnage au moyen des parpaings

L'installation des parpaings aux principaux sites intéressants a été rapide dans le temps et l'espace (du 9 au 23 mai). Contrairement à l'année précédente, la pose initiale n'a pas causé de problèmes car les deux équipes de travail avaient appris à maîtriser l'art de bien circonscrire le terrain à couvrir tout en disposant les parpaings de manière systématique. Ces équipes étaient formées de trois personnes dont deux s'occupaient de la pose et de la levée des parpaings et la troisième des manoeuvres de l'embarcation. Chaque équipe pouvait poser, relever, examiner et nettoyer une trentaine de sections de filtre par jour de travail de 7 heures.

Le temps moyen entre la fécondation de l'œuf et l'éclosion des larves d'esturgeon jaune est d'environ six à sept jours. Après cette période les larves s'enfouissent dans le substrat et elles ne sont plus vulnérables à la capture passive jusqu'à ce qu'elles se mettent à dériver, après la résorption du sac vitellin. Nous avons donc choisi d'appliquer une périodicité de levée de trois jours pour réduire les risques de perte d'information.

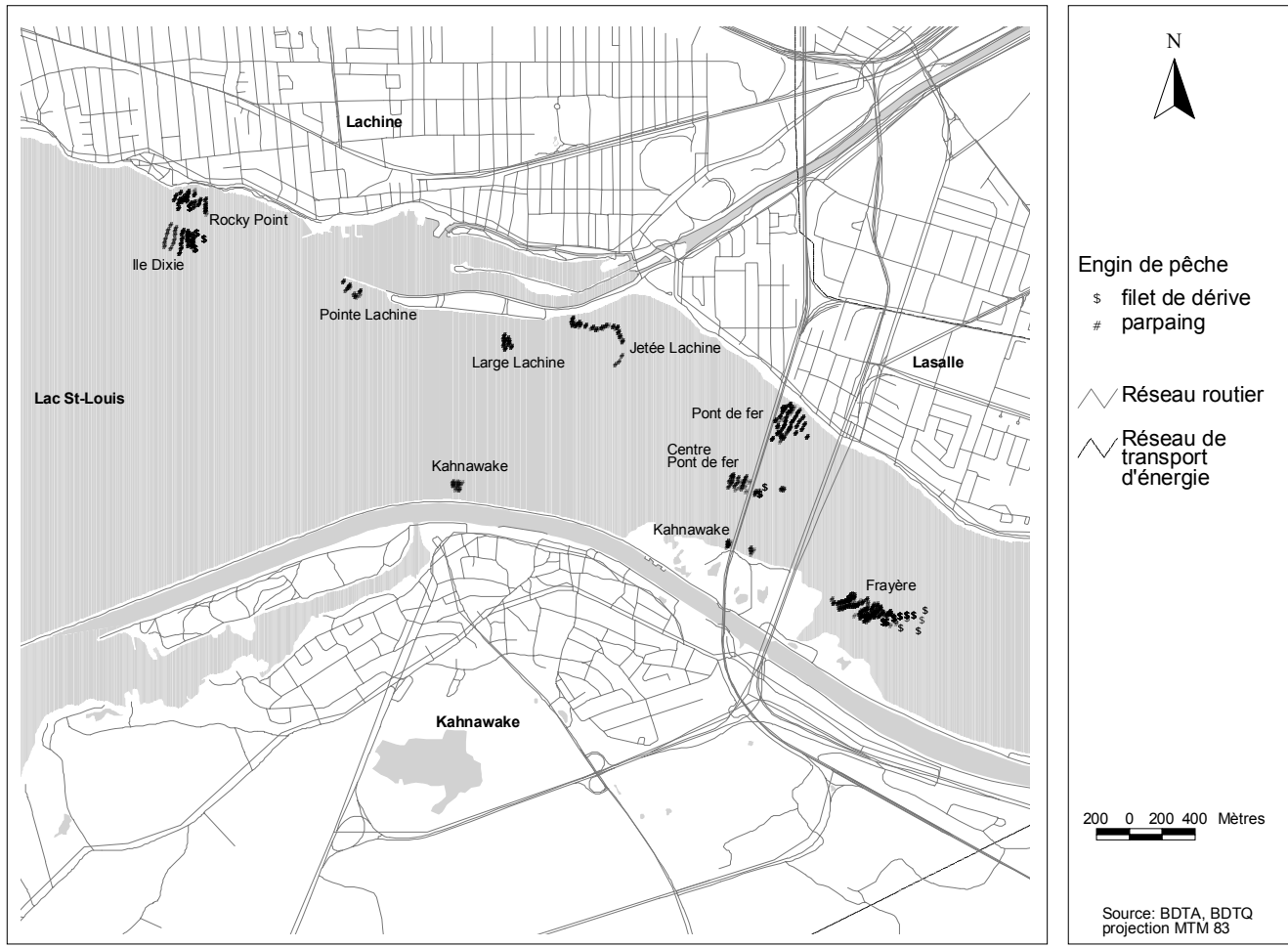


Figure 2. Secteurs couverts au moyen des parpaings et des filets de dérive au cours du suivi, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. Une localisation détaillée des stations figure aux annexes 1 à 8.

Pour des raisons d'ordre logistique (bris de matériel, mauvaise température, etc.), cette périodicité a été allongée à six jours en quelques occasions dans les secteurs moins intéressants. Le nombre maximum de parpaings qu'il était donc possible de mouiller atteignait environ 180 unités (30 parpaings/équipe-jour X 2 équipes X 3 jours).

2.2.3. Effort d'échantillonnage au moyen des parpaings

Le nombre de stations et l'effort d'échantillonnage par secteur sont rapportés au Tableau 1. La progression spatio-temporelle de cet effort dans le territoire à l'étude est présentée au moyen de trois planches couvrant l'ensemble de la période d'échantillonnage, du 9 mai au 19 juin 2003 (Figure 3). Au total, 202 stations différentes ont été suivies dans neuf secteurs (Figure 2). Selon la superficie totale de chaque secteur et son importance, le nombre de stations a varié entre 7 pour la Pointe de Lachine à 44 pour la frayère. Le nombre de parpaings a été augmenté aux sites présentant les meilleures conditions pour la fraie en 2002 et en 2003, tels Centre Pont de fer et Pont de fer. Enfin, cette approche a été appliquée également aux secteurs Rocky Point et Île Dixie où des indices de fraie de l'esturgeon jaune avaient été détectés en 2002, alors qu'ils présentaient un écoulement moins intéressant qu'en 2003 (Tableau 1).

Tableau 1. Nombre de stations couvertes et de levées effectuées dans les neuf secteurs à l'étude, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

Secteur (Figure 2)	Nombre maximal de stations	Nombre de levées	Nombre de levées/station
Rocky Point	25	118	4,72
Île Dixie	32	139	4,34
Pointe Lachine	7	29	4,14
Large Lachine	9	44	4,89
Jetée Lachine	19	85	4,47
Kahnawake	11	45	4,09
Centre pont de fer	20	67	3,35
Pont de fer	35	197	5,63
Frayère	44	322	7,32
Total	202	1046	5,18

Plus de 1000 levées ont été effectuées au cours du suivi. À l'exception de trois secteurs, l'effort déployé est presque équivalent partout variant entre 4,09 levées par station à Kahnawake à 4,89 au secteur Large de Lachine. Compte tenu du danger que présentait le travail en eau rapide en amont des piliers du pont de fer, les travaux à ce secteur ont été suspendus les jours de grands vents; l'effort n'y a été que de 3,35 levées/station. Enfin, l'effort a été très intense à la frayère pour corroborer les observations de 2002. Il en fut ainsi au secteur Pont de fer, qui présentait en 2003 des conditions environnementales très appropriées à la fraie de l'esturgeon jaune.

La mise en place des parpaings a été rapide et intensive au début des travaux de terrain. Elle a débuté dans les secteurs situés sur la rive nord baignés par l'eau brune en provenance de l'Outaouais, qui réchauffe beaucoup plus rapidement que celle du cours principal du fleuve en provenance des Grands Lacs. Les secteurs suivants ont été couverts en premier entre le 10 et le 16 mai : Île Dixie, Rocky Point, Pointe de Lachine, Large de Lachine, Jetée de Lachine et Pont de fer (Figure 3, planche supérieure). L'installation des parpaings s'est poursuivie à la frayère le 17 mai. Enfin, la couverture des secteurs Centre Pont de fer et Kahnawake a débuté les 24 et 25 mai (Figure 3, planche centrale). La répartition de l'effort d'échantillonnage a beaucoup varié durant les travaux de terrain. Suite à la baisse du niveau du fleuve et pour débiter le suivi de la dérive des larves plus tôt, l'échantillonnage des oeufs au moyen de parpaings s'est terminé dès le 28 mai à Rocky Point et le 2 juin aux secteurs Jetée de Lachine et Large de Lachine. Le lendemain, ce fut au tour des secteurs Île Dixie et Pointe de Lachine d'être mis de côté. Le retrait graduel des stations d'échantillonnage a débuté le 8 juin aux secteurs Kahnawake et Pont de fer (Figure 3, planche inférieure). Les parpaings qui couvraient la frayère ont été graduellement retirés de l'eau entre le 12 et le 16 juin.

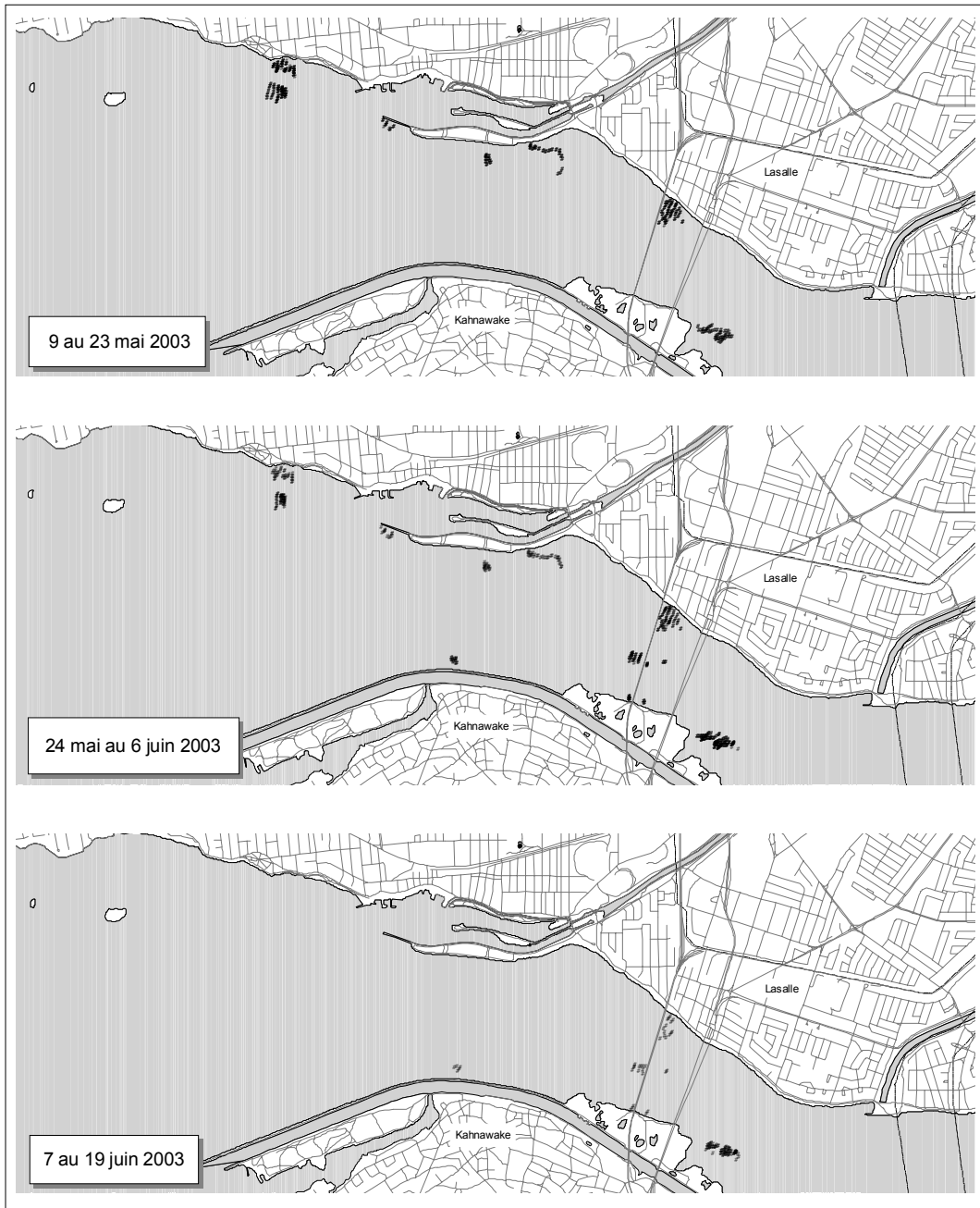


Figure 3. Progression spatio-temporelle de la mise en place et du retrait des parpaings dans le territoire à l'étude par période de 14, 13 et 12 jours, entre le 9 mai et le 19 juin 2003, partie amont des rapides de Lachine.

La distribution spatiale des stations aux neuf secteurs est représentée sur une série de planches individuelles à grande échelle (Annexes 1 à 8). La majorité des secteurs ont été couverts selon le plan d'échantillonnage préétabli (section 2.2 dans La Haye et al. 2003). Un haut-fond recouvert de particules de tailles variables a été échantillonné intensivement au secteur Centre Pont de fer où quatre lignes de parpaings ont été disposées sur et en aval de ce dernier (Annexe 1). Un couple de parpaings a été ajouté derrière le pilier d'une tour de métal abandonnée située en retrait de ce secteur (Annexe 1).

La frayère a été couverte de manière systématique lorsque les conditions le permettaient. Certaines stations situées à la bordure extérieure ont été espacées pour permettre les manœuvres de l'embarcation avec sécurité (Annexe 2), la profondeur élevée de certaines parties obligeant les équipes à mouiller jusqu'à 50 m de cordage pour relier le parpaing à sa bouée. A l'Île Dixie et à Rocky Point, la couverture a été intensive (Annexe 3). Les observations à la caméra y ont permis de déceler la présence de plusieurs plaques de substrats intéressants entrecoupées de secteurs de roche en place dénudés. Des stations d'échantillonnage ont été placées derrière les hauts-fonds les plus intéressants sur la grande batture qui débute à l'Île Dixie quelques kilomètres en amont et près de la rive derrière Rocky Point.

L'échantillonnage a été plus épars au secteur Jetée Lachine, deux lignes de parpaings couvraient un haut-fond près de la rive et une seule, de forme arrondie, s'étirait vers le centre du fleuve pour couvrir une grande batture très étendue (Annexe 4). Les sites intéressants pour la fraie étaient répartis de manière discontinue dans le secteur Kahnawake (Annexe 5). Un petit haut-fond de forme arrondie situé devant l'église de cette municipalité a été couvert au moyen de deux lignes de parpaings. Un trio et un couple de parpaings ont été ajoutés près de la rive de part et d'autre du pont de fer pour couvrir deux petites surfaces recouvertes de gravier propice à la fraie de l'esturgeon jaune. Le substrat y est constitué de roche en place recouverte de grosses roches par endroit et les particules fines y sont rares. L'échantillonnage a été plus intensif sur un autre petit haut-fond à mi-parcours de la jetée de la marina de Lachine vers l'aval qui a été couvert par deux lignes de parpaings relativement serrées (Annexe 6). La pointe amont de la jetée de la marina de Lachine présentait quelques plaques éparpillées de gravier fin à grossier échantillonnées au moyen d'un ou deux parpaings (Annexe 7). Le dernier secteur, Pont de fer, a été couvert de manière très intensive (distance de moins de 20 à 30 m entre les

stations et les lignes transversales) car plusieurs observations effectuées au cours du suivi précédent et au début des travaux de 2003 suggéraient la présence de sites très propices. Cinq lignes de parpaings très serrées ont été disposées de la rive jusqu'au quart de la largeur du fleuve à cet endroit (Annexe 8).

2.2.4. Effort d'échantillonnage au moyen du filet de dérive

En 2003, l'effort d'échantillonnage au filet de dérive a été beaucoup plus soutenu et extensif qu'en 2002, quatre secteurs ayant été couverts. Cinq stations de pêche au filet de dérive (0,5 m de diamètre, 1,5 m de longueur, nytex 500 µm, muni d'un godet amovible) ont été disposées entre le 5 et le 10 juin de manière à couvrir complètement le secteur de la frayère où des oeufs d'esturgeon jaune avaient été récoltés (Figure 2 et Annexe 2). Trois stations ont été ajoutées vers la partie extérieure de la frayère non couverte par les parpaings et deux autres le 10 juin en amont de la frayère. Certaines stations qui ont dérivé en cours de travaux ont été renommées, elles portent deux numéros au tableau 2. Deux stations placées en aval du pont de fer ont couvert le secteur Centre Pont de fer à partir du 4 juin. Encore une fois, une des stations avait dérivé durant le suivi et elle a été renommée (Tableau 2). Trois stations ont couvert la partie aval du secteur Île Dixie et deux autres le secteur Rocky Point (Figure 2 et Annexe 3). L'emplacement de ces stations a été sélectionné à partir des résultats de dérive de 2002 et des connaissances d'un des collaborateurs autochtones (Stewart Philips Jr., agent de contrôle des animaux, Kahnawake, communication personnelle). La station 234 a été déplacée vers le large le 6 juin suite aux baisses accrues du niveau du fleuve, elle a aussi été renommée (no. 315).

Les filets étaient installés en après-midi et relevés le lendemain matin. La période de suivi de la dérive des larves a beaucoup varié entre les secteurs. Elle a débuté beaucoup plus tôt, dès le 30 mai, pour les deux secteurs situés en rive nord (Tableau 2).

Tableau 2. Effort (en heures), date de pose et période d'échantillonnage au moyen du filet de dérive dans quatre secteurs du territoire à l'étude, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. (Localisation des stations : voir la figure 2 pour l'ensemble du territoire et, dans l'ordre de présentation, les annexes 2, 3 et 1 pour les quatre secteurs).

Secteur	Station	Mai			Juin									Total
		30	3	4	5	6	10	11	12	13	17	18	19	
Frayère	307/402				18	20	20	20	20	18	19	19	18	170
	308/403				18	20	20	20	20	18	19	19	18	170
	354/405						20	20	20	18		19	18	114
	355/404						20	20	20	18		19	18	114
	356/401						20	20	19	18	19	19	18	132
	375/406									18	19		18	55
	410										19	18		37
	371/407							20	20	18	18	19	18	113
	372/408							20	20	18	18	19	18	113
	Total					37	39	98	139	138	143	131	149	144
Île Dixie	220	18	19	18	17	19	20	19	19	18	18	17		204
	230	18	19	18	17	19	20	19	19	18	18			186
	231	18	19	18	17	19	20	19	19	18				168
	232	18	19	18	17	19	20	19	19	18	19	17		204
	Total	72	74	72	70	78	82	77	76	72	56	35		763
Centre Pont de fer	309/409				18	20	20	20	20	18	18	19	18	170
	353						20	20	20					60
	Total				18	20	40	40	39	18	18	19	18	230
Rocky Point	233	18	19	18	17	19	20	19	19	18	18	17		204
	234/315	18	19	18	18	19	20	19	19	18	18	17		204
	Total	36	37	36	35	39	41	39	38	36	37	35		408

Dans l'ensemble, l'effort de pêche journalier a été relativement constant, entre 17 et 20 heures. Les filets ont été graduellement retirés de l'eau à partir du 18 juin.

2.3. Décompte des oeufs et des larves

Les méthodes préconisées au printemps 2002 pour le décompte des œufs et des larves capturés au moyen des parpaings ou des filets de dérive ont été répétées sans modification au printemps 2003 (La Haye et al. 2003).

2.4. Caractérisation des sites de dépôt d'oeufs

La méthode préconisée pour la caractérisation de l'habitat de fraie décrite et développée par La Haye et Fortin (1990), La Haye et al. (1990) et La Haye et Clermont (en préparation) s'est avérée très difficile à appliquer en 2002. Cette caractérisation permet de mettre en relief les conditions physiques préférentielles de l'esturgeon jaune au cours de la fraie. Les variables qui expriment le mieux ces conditions sont la profondeur, la granulométrie du substrat (dominance et hétérogénéité) et la vitesse du courant. Une seule variable biologique est prise en compte, le nombre d'oeufs récoltés dans une parcelle de dimension standard (1,25 m X 0,45 m) à l'aide du filet troubleau. La technique est simple mais peu applicable au-delà de 2 m de profondeur car elle requiert que le substrat soit agité pour y extraire et dénombrer les œufs enfouis

En 2002, un site de dépôt des oeufs d'esturgeon jaune facilement accessible avait été localisé. Cependant, la caractérisation de ce site n'a pu être complétée en raison des conditions adverses rencontrées (vitesses du courant et profondeurs élevées). Les seuls paramètres qui ont pu y être mesurés sont la profondeur (sonar) et la vitesse du courant (courantomètre PriceGurley). Les caractéristiques du substrat et le nombre d'œufs n'ont pu être évalués avec une précision adéquate. Une nouvelle approche a été mise au point en 2003 pour contourner ces difficultés. Cette procédure a été répétée avec précision aux trois transects aval de la frayère en se repérant à l'aide des bouées des parpaings (Annexe 2) et à quelques stations des autres secteurs (Annexes 1; 3; 4; 5; 6; 7 et 8). Les parpaings avaient été retirés de l'eau au moment de la caractérisation et l'embarcation a été repositionnée au moyen de la fonction « GO TO » du GPS. Nous avons eu recours à la caméra pour déterminer la dominance du substrat à toutes ces stations. Une corde de 2 m, graduée aux 10 cm, a été attachée au poids sous la caméra (Photo 1). La taille des particules dominantes était évaluée sur le moniteur à chaque 10 cm de corde. Cette procédure a permis d'obtenir environ cinq évaluations par station. La présence de périphyton et de sédiments fins a aussi été notée. La vitesse du courant a été mesurée au moyen d'un courantomètre-débimètre General Oceanic (modèle 2035) lesté. Suivant la procédure habituelle, la vitesse d'écoulement de la colonne d'eau au-dessus de la station a été évaluée au moyen de trois mesures effectuées à environ 0,2, 0,6 et 0,8 fois la profondeur lorsqu'elle excédait 1,5 m et à 0,6 fois aux sites moins profonds. La vitesse moyenne sur la colonne a ensuite été calculée selon l'équation:

$$V \text{ colonne d'eau} = (V_{0,2} \times (2 \times V_{0,6}) \times V_{0,8}) / 4$$

Enfin, le nombre d'œufs a été évalué à partir des résultats obtenus au moyen des parpaings. Exprimé en terme de moyenne par station, ce nombre est la donnée biologique qui exprime le mieux la préférence spatiale des géniteurs.

2.5. Autres observations

La température de l'eau a été notée quotidiennement dans le cours principal du fleuve Saint-Laurent et à plusieurs occasions sur la rive gauche. L'esturgeon jaune peut effectuer des sauts lors de la période de fraie. Les membres de l'équipe ont porté une attention particulière à ce comportement. Enfin, toute anomalie et tout changement dans les conditions environnementales ont été notés (eau turbide, changement de niveau, etc.).

2.6. Traitement des données

La caractérisation des différents secteurs couverts repose sur des données de profondeur, cinq évaluations de la taille dominante du substrat, la vitesse moyenne de la colonne d'eau et le nombre d'œufs récoltés au moyen des parpaings. Le choix de cette variable biologique suppose que l'effort ait été constant ce qui a généralement été le cas.

Les données de substrat présentant des valeurs qui peuvent varier énormément à l'intérieur d'une parcelle observée, la moyenne géométrique est la statistique qui exprime le plus fidèlement la taille dominante du substrat. Suivant le même raisonnement, c'est le coefficient de variation qui exprime le mieux l'hétérogénéité de la parcelle de substrat examinée. Les particules fines ont été exclues des statistiques descriptives par station et par secteur. Ces statistiques ont été calculées au moyen d'Excel 2000. Pour les comparaisons inter-sites, les résultats ont été synthétisés textuellement en fonction des quatre descripteurs : profondeur, vitesse de la colonne d'eau, dominance et hétérogénéité du substrat.

La valeur de la moyenne géométrique calculée par station a été transformée en catégorie standard de particules (Bovee 1986; Tableau 3). Pour exprimer la dominance du substrat d'une station contenant de la végétation, la règle suivante a été adoptée : lorsque de la végétation recouvrait plus de 50 % de la station examinée, la dominance du substrat correspondait à la classe « v » du Tableau 3. Les classes de profondeurs, de vitesses et de coefficients de variation ont été choisies subjectivement de manière à faciliter les comparaisons visuelles entre celles-ci en prenant en compte la dispersion et la distribution de l'ensemble des données.

Tableau 3. Classes granulométriques et valeurs utilisées pour la caractérisation du substrat, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003 (modifiées à partir de Bovee 1986).

Code des classes	Description des classes	Diamètre des classes (mm)
s	Sable, argile, limon	< 1,0
sg	Sable grossier	1.0 - 2,9
gfm	Gravier fin à moyen	3,0 - 16,9
gg	Gravier grossier	17,0 - 64,9
r	Roche	65,0 - 255,9
gr	Grosse roche	> 256,0
rp	Roche en place	---
v	Plante vasculaire, périphyton	---

Une comparaison intra-site a été effectuée pour chaque descripteur de l'habitat. La description et l'analyse des caractéristiques physiques d'un habitat de fraie passent souvent par le calcul des deux paramètres suivants : pour chaque classe le nombre de stations avec et sans oeufs et le nombre moyen d'oeufs par station. Nous avons retenu le nombre moyen d'œufs dans le cadre de ce suivi. En plus de fournir un bon moyen d'analyser les préférences des esturgeons en ce qui a trait aux habitats disponibles sur la frayère, cette approche permet de présenter les résultats graphiquement.

Ces données peuvent faire l'objet de comparaisons statistiques. Le nombre moyen d'œufs par station par classe de descripteurs est une donnée non-paramétrique dont la

distribution est rarement normale. Les comparaisons statistiques ont donc été effectuées par des tests de Kruskal Wallis (Sall et Lehman 1996; Scherrer 1984).

2.7. Cartographie

Les coordonnées géographiques de tous les points d'intérêt (stations de pêche, site de fraie etc.) ont été obtenues au moyen d'un GPS de marque Furuno modèle GP36 DGPS Navigator ou au moyen d'un GPS portatif de marque Garmin GP12. La construction de toutes les cartes a été faite avec ArcView version 3.1. Les coordonnées de latitude et longitude ont été transformées manuellement en coordonnées décimales avec le logiciel Excel version 2000.

3. RÉSULTATS

3.1. Localisation des sites de dépôt d'oeufs de l'esturgeon jaune

Du frai d'esturgeon jaune a été trouvé dans un seul secteur de la zone à l'étude, celui de la frayère. Cent soixante-trois oeufs y ont été récoltés à l'aide des parpaings à 23 des 44 stations (Annexe 2 pour les numéros des stations et Figure 4). Les captures sont réparties du 23 mai (46 oeufs) au 16 juin (3 oeufs) (Tableau 4). En 2003, la zone de fraie s'est déplacée vers la bordure extérieure de la frayère localisée en 2002 (Figure 4). Ce déplacement peut être dû à la plus grande étendue de profondeurs choisies en 2003. Malgré une couverture très serrée, aucun œuf n'a été récolté dans les parpaings disposés en amont, vers l'intérieur de la frayère.

L'activité de fraie a été maximale entre le 23 et le 27 mai, alors que la majorité des oeufs ont été récoltés. C'est également durant cette période que la présence des esturgeons s'est le plus manifestée avec l'observation d'un gros individu au large de la frayère, de deux autres esturgeons de taille moyenne et de plusieurs sauts sur la frayère ainsi que sur les sites Centre Pont de fer et en aval du pont Mercier entre le 23 et le 27 mai. Un dernier saut a été observé le 3 juin près du secteur Kahnawake.

Des observations de frai d'esturgeon ont également été faites à plusieurs reprises du 6 au 19 juin dans les filets de dérive placés en aval de la frayère (Tableau 4). Cent trois œufs, dont soixante-deux le dernier jour, y ont été capturés durant cette période. Cinq larves y ont été prises le 17 juin. Trois des quatre stations de dérive qui couvraient la bordure extérieure de la zone échantillonnée au moyen des parpaings 354, 355 et 375, ont permis de capturer des œufs et des larves entre le 10 et le 19 juin. Un nombre élevé d'œufs (47) a été capturé à la station 375 à la fin de la période d'échantillonnage. Cela suggère que des activités de fraie ont eu lieu en bordure de la zone couverte par les parpaings (zone de fraie probable, Figure 4). Cinq œufs seulement ont été récoltés dans les deux filets disposés en amont de la frayère entre le 11 et le 19 juin. Aucun œuf ou larve d'esturgeon n'a été pris dans les autres secteurs.

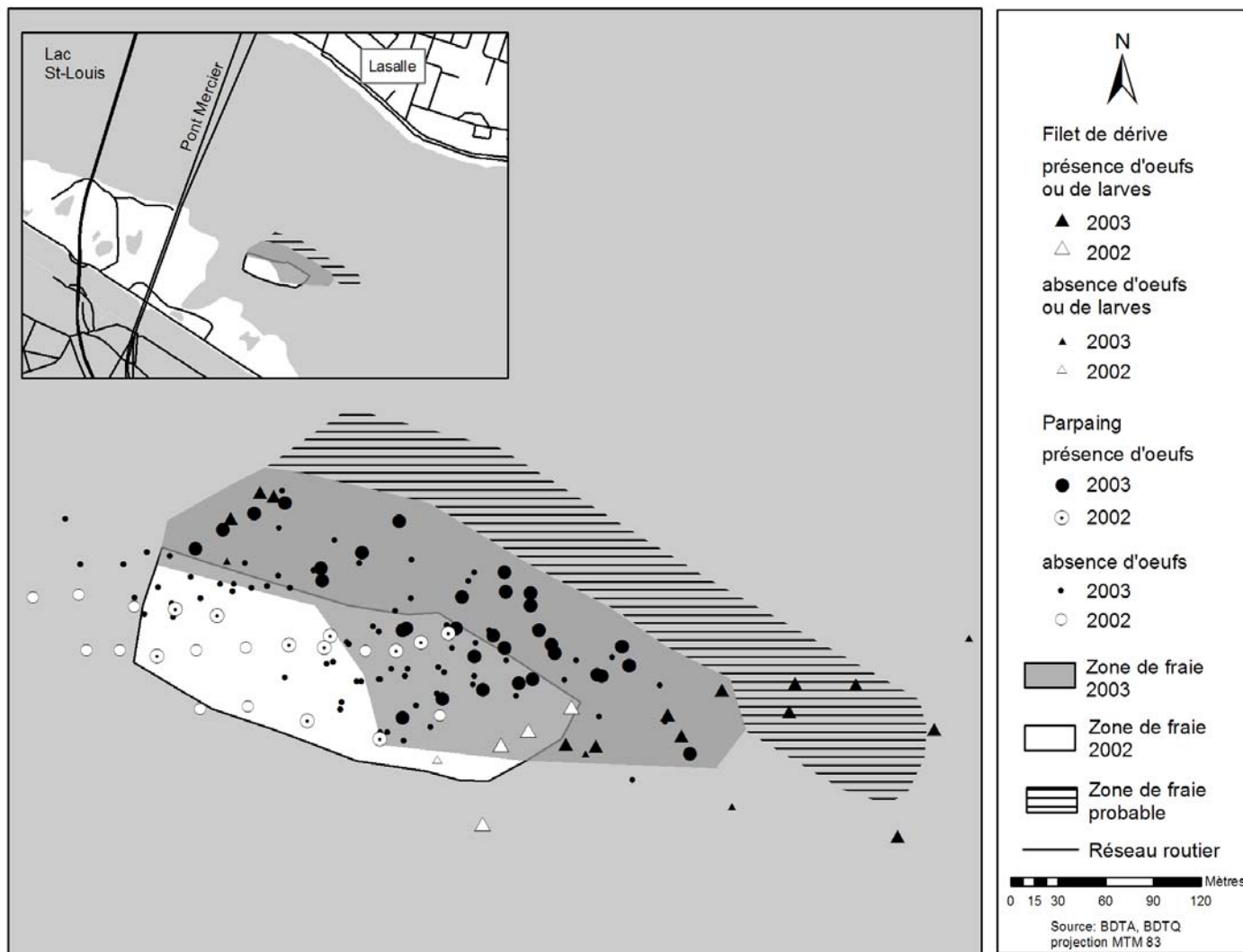


Figure 4. Localisation de la zone de fraie utilisée par les esturgeons jaunes en 2002, des stations (parpaings et filet de dérive) avec présence d'oeufs ou de larves en 2003 et zone probable de fraie, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

Tableau 4. Nombre d'oeufs d'esturgeon jaune récoltés au moyen des parpaings dans le secteur de la frayère, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. (Voir Annexe 2 pour la localisation des stations).

Date (juin)	23-mai	27-mai	30-mai	03-juin	06-juin	09-juin	12-juin	16-juin	Total
Temp. ° C	11,8	12,8	13	12,5	12,9	15	14,5	15	
Station									
D2-5						1			1
D2-6		3							3
D2-7		1	1						2
D2-8		7	1						8
D3-10					2	2	5		9
D3-7		1						1	2
D3-8		1					1		2
D3-9		12							12
D4-4		2						1	3
D4-5								1	1
D4-6		10		1					11
D4-7	28	2		2			1		33
D4-8	16	8							24
D5-6		3			1	2			6
D5-7				1					1
D5-8	1	3		8		5			17
D5-9				1		1	1		3
D6-2		1							1
D6-4	1								1
D6-5		1							1
D6-6		3		2			1		6
D6-7		7					1		8
D6-8		2		1	2	2	1		8
Total	46	67	2	16	5	13	11	3	163

Tableau 5. Nombre d'œufs et de larves (L) d'esturgeon jaune capturés au moyen du filet de dérive dans le secteur de la frayère, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003. (voir la Figure 4 et l'annexe 2 pour la localisation des stations).

Secteur	Station	Mai				Juin								Total	
		30	3	4	5	6	10	11	12	13	17	18	19		
Frayère	307/402						2				1				3
	308/403					2	3	1	4	1	2L		2	13/2L	
	354/405						6	2					10	18	
	355/404							1	2				2	5	
	356/401								1		2/1L			3/1L	
	375/406									6	8/2L		47	61/2L	
	410														
	371/407							2	1						3
	372/408									1			1	2	
Total					2	11	6	8	9	10/5L		62	108/5L		

3.2. Caractérisation de la zone de fraie

La superficie de la zone de fraie utilisée est passée de 2,3 ha en 2002 à 3,6 ha en 2003 (soit environ 385 m de long par 140 m dans sa plus grande largeur). La superficie de la zone de fraie potentielle est 2,4 ha, pour un total de 6 ha.

Pour des raisons logistiques, seulement les deux tiers aval de la zone de fraie utilisée en 2003 ont été caractérisés (transects 4, 5 et 6; Annexe 2). Le nombre moyen d'œufs par station augmente graduellement entre les classes de profondeur 2,0-2,9 et 4,0-4,9 m où il atteint plus de 6 œufs par station (Figure 5). Il diminue légèrement à la dernière classe (5,0-6,0 m). Ces différences sont suffisamment marquées pour être significatives (test de Kruskal Wallis; $p = 0,0069$). La profondeur de la zone de fraie varie de 1,15 m vers la rive à 5,5 m vers le large (Figure 9). Cependant, les activités de fraie sont concentrées sur la partie centrale et la bordure extérieure de la frayère. La dérive larvaire suggère que la zone de fraie potentielle couvre des profondeurs supérieures à 6 m.

Ces préférences sont encore plus marquées pour la vitesse moyenne de la colonne d'eau (Figure 6). En effet, le nombre moyen d'œufs par station augmente lentement entre les quatre premières classes et culmine à la dernière classe, avec des valeurs très élevées.

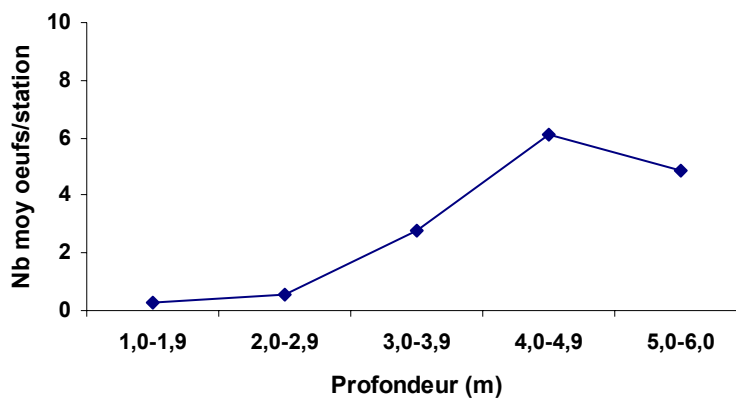


Figure 5. Nombre moyen d'œufs récoltés par station en fonction des classes de profondeur, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

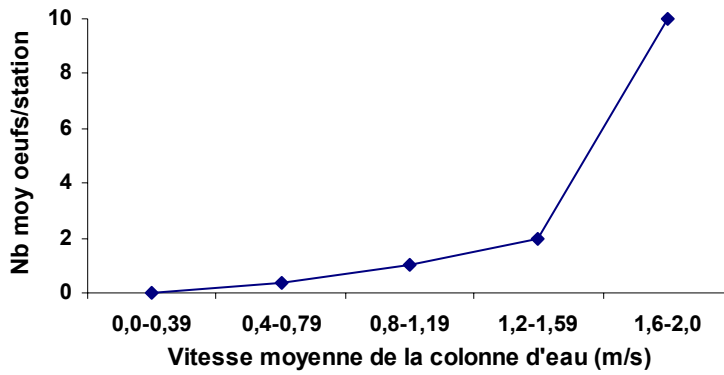


Figure 6. Nombre moyen d'œufs récoltés par station en fonction des classes de vitesse moyenne de la colonne d'eau, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

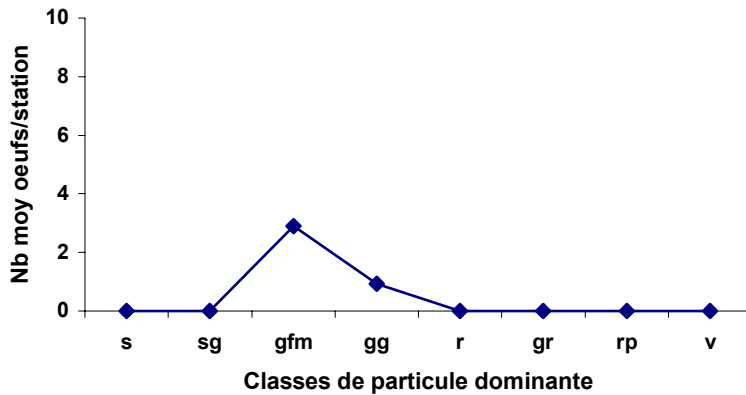


Figure 7. Nombre moyen d'œufs récoltés par station en fonction des classes de substrats dominants (Voir le Tableau 3 pour la signification des codes), partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

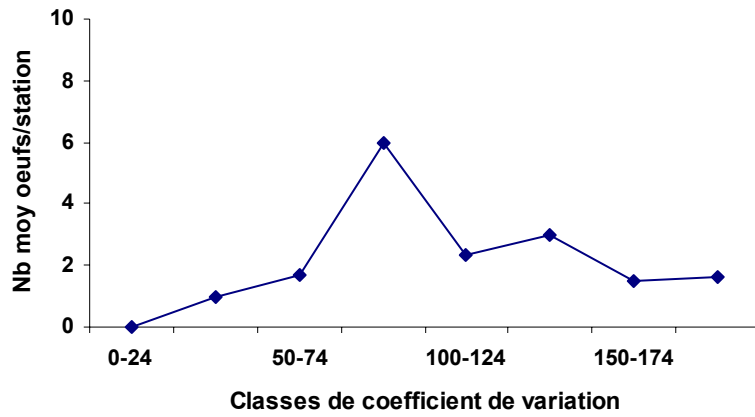


Figure 8. Nombre moyen d'œufs récoltés par station en fonction des classes de coefficient de variation du substrat, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

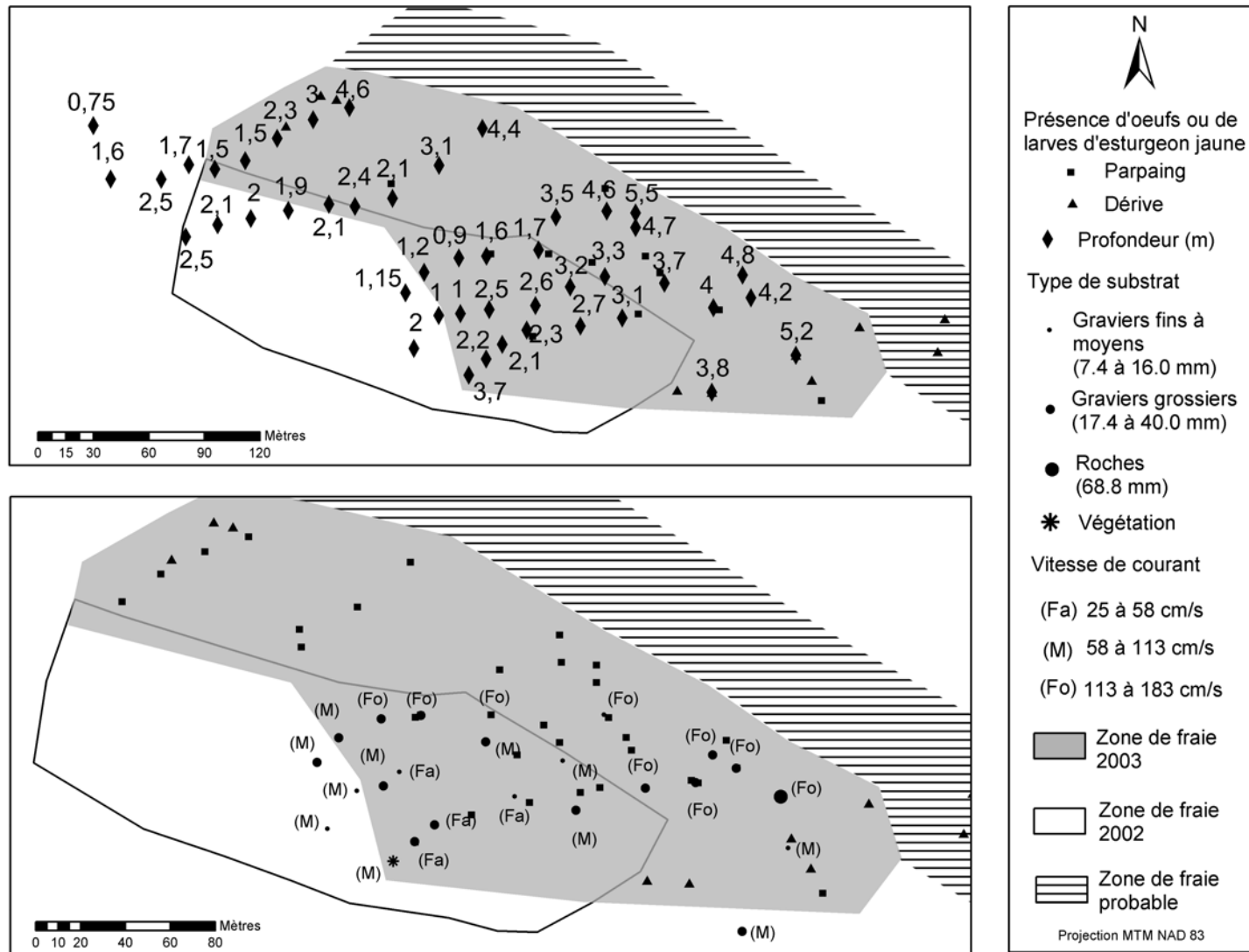


Figure 9. Localisation de la zone de fraie utilisée par les esturgeons jaunes en 2002 et 2003. Pour l'échantillonnage de 2003 : localisation de la zone de fraie probable, des stations (parpaings et filets de dérive) avec présence d'oeufs ou de larves et résultat de la caractérisation de la frayère, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

Cette différence est statistiquement significative ($p=0,0396$). La vitesse moyenne de la colonne d'eau au-dessus de la partie de la frayère qui a été caractérisée a été classée en trois grandes catégories (Figure 9): faible (Fa; 25 à 58 cm/s), moyenne (M; 58 à 113 cm/s) et forte (Fo; 113 à 183 cm/s). L'écoulement est moyen à faible sur la bordure intérieure et en aval de cette zone. Il est fort en amont et vers la bordure extérieure. Tel que mentionné, la fraie a eu lieu sous des conditions d'écoulement plutôt rapide du centre vers la bordure de la frayère. La vitesse du courant est en général plus rapide près de la surface (V0,2) et elle diminue avec la profondeur (V0,6 et V0,8) (Figure 9). Elle est plus variable en surface dans la partie amont de la zone caractérisée où se trouvent quelques gros blocs de grandes dimensions qui causent de la turbulence. Elle semble assez constante et laminaire sur le reste de cette zone.

Le substrat des meilleurs sites de fraie est composé d'un mélange de roches et de grosses roches servant d'abris à du gravier fin à grossier. Ce gravier est disposé sur des plaques de 2 à 3 m de long et d'environ 50 cm de large. Ces plaques sont entourées de part et d'autre par des particules grossières de différents diamètres. Plusieurs gros blocs (> 2,0 m) sont situés sur la bordure amont de la zone de fraie et quelques-uns directement sur celle-ci. Au moment de la fraie, le substrat était libre de plantes aquatiques ou de périphyton. Cet agencement de graviers et de roches est propre à la frayère identifiée et n'a pas été observé ailleurs dans le territoire à l'étude. Les deux classes granulométriques dominantes sont les graviers fin à moyen et le gravier grossier (Figure 7). Le plus grand nombre moyen d'œufs par station correspond à un substrat modérément varié (Figure 8).

La présence de macrophytes a été notée (Figure 9). Elle est associée à une profondeur faible, inférieure à 2,5 m, et à des vitesses du courant faibles à moyennes. Ces conditions sont celles qui prévalaient dans la partie intérieure de la zone caractérisée au moment de la fraie. Au printemps 2003, les géniteurs ont peu utilisé cette partie de la frayère.

3.3. Caractéristiques environnementales des autres secteurs

Des relevés partiels effectués dans les autres secteurs montrent des différences marquées au niveau de la dynamique d'écoulement et de la composition du substrat.

Dans l'ensemble, l'écoulement est moins rapide en rive nord qu'en rive sud. Toutefois, les vitesses de courant mesurées au secteur Centre Pont de fer sont du même ordre de grandeur que celles observées au dessus de la frayère. L'écoulement au site Pont de fer est assez semblable à celui de la frayère en terme de vitesse mais la présence des tours du pont y provoque de nombreuses zones de turbulences. La nature du substrat y est également similaire, avec des plaques de particules encore plus fines à certains endroits (gravier fin à moyen) protégées par de gros blocs. Dans les autres secteurs, le substrat est dominé par des particules très grossières ou beaucoup plus fines mais jamais par un mélange de grosses roches et de graviers variés comme celui observé à la frayère et au secteur Pont de fer. De la roche en place a été observée à plusieurs endroits dans le secteur Île Dixie.

Le seul site dont les profondeurs se rapprochent de celles de la frayère est Centre Pont de fer où elles varient entre 2 et 6 m. La profondeur dépasse rarement 4 m ailleurs à l'exception du secteur Large de Lachine où elle est en moyenne de 5 m.

3.4. Variations de la température

L'eau qui circule dans le territoire à l'étude provient de deux sources bien distinctes. Une eau claire en provenance des Grands Lacs souvent nommée « eau verte » alimente le cours principal du fleuve Saint-Laurent jusqu'à une centaine de mètres de la rive nord. La zone de fraie est baignée par cette eau. Une eau brune, chargée de tanins, en provenance de la rivière des Outaouais, circule en bande étroite le long de l'île de Montréal. Elle se mélange partiellement à l'eau verte au niveau des rapides de Lachine. Elle couvre les secteurs situés le long de la rive nord. La démarcation entre ces deux types d'eaux est très évidente sur le terrain. L'eau verte a tendance à se réchauffer plus tardivement que l'eau brune au printemps. Comme la chronologie de la fraie de l'esturgeon dépend de la température de l'eau, ce paramètre a été mesuré régulièrement dans le cours principal du fleuve et près de la rive nord. Durant la fraie, entre le 22 mai et le 18 juin, la température de l'eau verte du fleuve a augmenté de 3,2 °C passant de 11,8 à 15 °C (Figure 10). Elle était sensiblement supérieure en eau brune passant de 13,2 °C le 22 mai à 16 °C à la fin des travaux (Figure 10).

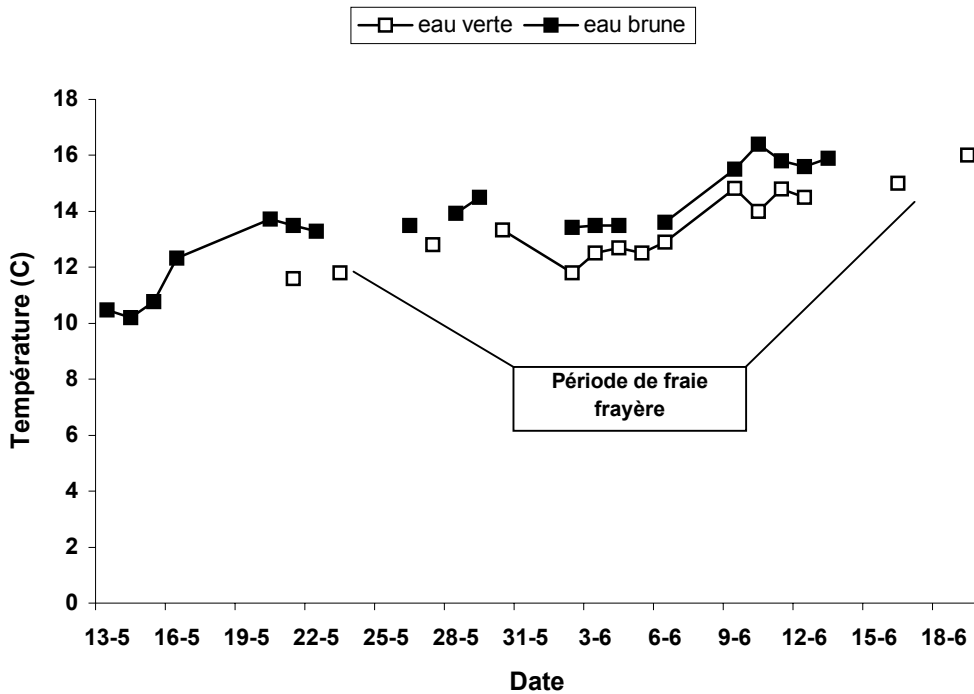


Figure 10. Variations de la température (°C) dans le cours principal du fleuve Saint-Laurent (eau verte) et dans la partie nord du territoire à l'étude (eau brune), printemps 2003.

3.5. Capture des oeufs et larves des autres espèces de poisson

Des oeufs d'autres taxons de poisson ont été récoltés (Tableau 5). Une importante quantité d'oeufs de chevaliers (*Moxostoma sp*) a été échantillonnée près de la rive nord, dans le secteur Pont de fer (Figure 2; Annexe 8). Des oeufs de laquaiche argentée (*Hiodon tergisus*), de doré (*Stizostedion sp.*) et de percidés y ont aussi été recueillis. Des œufs de chevaliers ont été récupérés dans l'ensemble du territoire à l'étude, à l'exception des secteurs Rocky Pointe et Île Dixie. Les meilleures captures ont eu lieu entre le 22 mai et le 12 juin avec des pics d'abondance marqués les 26 et 29 mai et les 3 et 4 juin. Plus de 30 œufs ont été pris à ces occasions dans l'ensemble du territoire.

Tableau 6. Nombre d'oeufs des autres taxons récoltés au moyen des parpaings par secteur, partie amont des rapides de Lachine, printemps 2003.

Secteur	Percidé	Laquaiche argentée	Chevalier sp	Doré sp
Rocky Point				
Île Dixie				
Pointe Lachine			7	
Large Lachine	2		10	
Jetée Lachine			13	1
Kahnawake			12	
Centre Pont de fer			6	
Pont de fer	3	1	193	2
Frayère			77	
Total	5	1	318	3

4. DISCUSSION

La stratégie et les méthodes d'échantillonnage utilisées en 2003 ont permis d'obtenir des résultats précis qui confirment hors de tout doute la présence d'une frayère importante dans le territoire à l'étude. Ces résultats corroborent ceux de 2002 quant à son emplacement et montrent clairement le bien fondé du choix de strates de profondeurs plus élevées pour l'échantillonnage. La frayère est toujours située à environ 400 m en aval du pont Mercier vis-à-vis une pointe rocheuse sur la rive droite. Cependant, ses dimensions sont beaucoup plus importantes qu'observées en 2002. De forme allongée, en 2003 elle s'étendait sur 385 m transversalement au sens du courant, comparativement à 285 m en 2002, sur une distance d'environ 140 m dans sa partie la plus ample. Cette différence peut être reliée à l'augmentation de la strate de profondeur couverte qui est passée de 0-5 m à 0-7 m ou bien à un rassemblement plus important de géniteurs. Quoi qu'il en soit, la zone de fraie préférentielle s'est déplacée vers la partie extérieure aval de la frayère de 2002. Celle-ci demeure donc attrayante sous des conditions hydriques diverses puisque le niveau du fleuve était beaucoup plus bas (d'environ 75 cm) en 2003. Ce déplacement de la zone de fraie montre l'importance de cette frayère pour la population du fleuve Saint-Laurent. Dans le système du Saint-Laurent, la fréquentation de plusieurs autres frayères connues dépend largement des

conditions hydriques. Ainsi, lors d'années de basses eaux, certaines frayères, comme celles des rivières Ouareau et l'Assomption, deviennent inaccessibles ou sur-utilisées (La Haye et Clermont en préparation). Cela ne paraît pas être le cas de la frayère découverte dans le territoire à l'étude. Comme sur la frayère de la rivière des Prairies, la plus importante connue dans le réseau québécois du fleuve Saint-Laurent, il semble plutôt que le choix de zones préférentielles dépende essentiellement des conditions hydrologiques qui prévalent (Fortin et al. 2002).

Outre son accessibilité sous plusieurs conditions hydriques, cette frayère possède plusieurs caractéristiques très adéquates pour le succès de reproduction de l'esturgeon jaune. Elle offre une bonne gamme de profondeurs où du substrat de qualité est accessible et elle est éloignée de la rive. De plus, le substrat rocheux qui la compose est varié, propre et dégagé. Des problèmes de qualité d'eau liés à la localisation de l'émissaire de l'usine d'épuration de Kahnawake, récemment déplacé, peuvent cependant compromettre la survie du frai.

Ces caractéristiques sont différentes de celles répertoriées jusqu'à maintenant dans le sud-ouest du Québec en ce qui a trait à la profondeur. En effet, la majorité des frayères connues sont situées dans des rapides de différentes tailles où l'écoulement est essentiellement torrentiel. Les caractéristiques de la frayère découverte dans la partie amont des rapides de Lachine sont par contre semblables à plusieurs autres sites de fraie connus dans le fleuve Saint-Laurent ou dans des tributaires importants des Grands Lacs. Jennifer Hayes (biologiste, New York State University, Syracuse, communication personnelle) a pris des oeufs jusqu'à une profondeur de 7 m au pied du barrage hydroélectrique de Moses-Saunders (État de New York). Tel que déjà mentionné, Manny et Kennedy (2002) ont découvert et caractérisé sommairement trois sites de fraie utilisés par l'esturgeon jaune dans les rivières Saint-Claire et Détroit, entre les lacs Huron et Érié. Les vitesses mesurées au site de Port Huron étaient de 0,98 m/s en moyenne dans toute la colonne d'eau; au site de Alganac, elles étaient de 0,53 m/s partout et de 0,33 m/s à la surface. Elles étaient de 0,36 m/s au fond au site de Zug Island. En 2003, les esturgeons ont montré une préférence significative pour les sites exposés à des vitesses élevées qui se rapprochent de celles mentionnées pour la frayère de Port Huron. Selon Manny et Kennedy (2002), cette frayère offre les meilleures conditions de fraie pour l'esturgeon jaune dans les deux rivières. Tous ces sites avaient

les caractéristiques suivantes : ils sont situés en eau profonde (entre 9,1 et 12 m), le substrat y est poreux et composé de particules de dimensions variables dominées par du gravier fin à grossier (selon les classes mentionnées au Tableau 3). Il était propre et exempt de périphyton ou de sédiments fins au moment de la fraie. Tous ces sites sont bien exposés au courant, leur lit n'y comporte que peu ou pas d'aspérités ou de dépressions et il est concave. Dans le cas de Port Huron, la frayère est située dans une pente. À l'exception de l'absence d'aspérités, ces caractéristiques correspondent bien à celles observées sur la partie de la frayère caractérisée en 2003 dans la portion amont des rapides de Lachine.

D'après les observations rapportées par Jim Boase (biologiste, USFWS, Alpena Michigan, communication personnelle), la présence d'obstacles, tels les gros blocs situés en bordure amont de la frayère du pont Mercier, constitue un autre point commun entre ces sites de fraie situés en eau profonde. Ces blocs jouent vraisemblablement un rôle important en fournissant des micro-habitats de fraie où les esturgeons trouvent le mélange de substrat et la vitesse qui leur conviennent sans y provoquer trop de turbulence. Ces observations suggèrent que d'autres sites de fraie seraient présents dans la partie amont des rapides de Lachine à des vitesses et profondeurs plus élevées que celles couvertes en 2002 et 2003. Des relevés complémentaires sont donc requis. Cependant, la méthode des parpaings devra être raffinée car près de 80 m de cordage étaient nécessaires pour retenir les bouées en surface dans les stations situées en marge de la zone couverte en 2003. Cet enchevêtrement de cordes rend les manœuvres en embarcation périlleuses et ardues. La limite de la méthode actuelle est de l'ordre de 6 m pour des vitesses dépassant 1,5 m/sec en surface.

Ces observations et celles effectuées en 2002 sur la frayère suggèrent aussi que, en eau transparente, les esturgeons hésitent à frayer à de faibles profondeurs. De même, ils y évitent systématiquement des habitats de fraie peu profonds qui sont généralement couverts de végétation ou de périphyton. Cela pourrait expliquer le déplacement de la zone de fraie entre les deux années d'étude car une bonne partie du lit de la frayère de 2002 était recouverte de macrophytes au moment de la fraie en 2003.

L'échantillonnage plus intensif au moyen des filets de dérive a donné des résultats intéressants en 2003. Il a permis d'étendre la zone de fraie potentielle vers le large, un

milieu très difficile à couvrir même au moyen des parpaings, et de confirmer des activités de fraie en amont de la frayère. Toutefois, peu de larves d'esturgeon ont été capturées malgré une couverture serrée de la frayère et la période tardive à laquelle les travaux ont pris fin. Compte tenu du déroulement de la fraie en 2003, du 23 mai à la fin des travaux le 18 juin, et de l'ontogénie de l'esturgeon jaune, des larves auraient pu être capturées dès le début juin. La qualité des sites de fraie est élevée et une bonne proportion des œufs s'y développe vraisemblablement sans problèmes. Un biais méthodologique peut expliquer ce résultat négatif. Par exemple, il a fallu utiliser des bouées de grandes dimensions pour résister aux très forts courants dans ce secteur des rapides de Lachine. Il est possible que les filets de dérive aient été soulevés du fond par l'attraction de ces bouées et n'aient pas couvert la zone optimale de capture des larves.

Un site en particulier, situé en eau brune, présentait des caractéristiques physiques adéquates pour la fraie de l'esturgeon jaune, le secteur Pont de fer. L'effort déployé dans ce secteur a été plus soutenu et intensif qu'en 2002 car plusieurs indices y laissaient croire en la présence d'une frayère (La Haye et al. 2003). Cependant, aucun œuf d'esturgeon n'y a été pris. Par contre, c'est dans ce secteur que le rendement en terme de nombre d'œufs par levée, toutes espèces confondues, a été le plus élevé démontrant ainsi son attrait pour la fraie des espèces d'eau vive. L'esturgeon jaune évite les secteurs d'eaux turbulentes et préfère l'écoulement laminaire pour frayer (Auer 1996 et La Haye 1996). Les piliers du pont font obstacle à l'écoulement sur toute la largeur de ce secteur provoquant ainsi de la turbulence sur une bonne proportion de sa superficie.

Lors de l'étude de 2001, l'une des deux meilleures zones de pêche au filet des pêcheurs autochtones était située en aval d'une pointe rocheuse, sous le pont Mercier (La Haye et Clermont 2003). Cette zone est située à moins de 100 m en amont de la frayère. La perception des membres de l'équipe 2001 était alors à l'effet que les esturgeons paraissaient favoriser la rive droite pour se déplacer. La découverte de la frayère le long de cette rive au printemps 2002 et les observations de 2003 confirment cette perception et démontrent encore une fois la vulnérabilité de l'espèce dans les rapides de Lachine pendant toute la période de migration et de reproduction.

La capture d'œufs de plusieurs autres taxons montre que la méthode des parpaings pourrait être utilisée pour d'autres espèces sous diverses conditions. Cependant, dans

les secteurs Île Dixie et Rocky Point, où l'écoulement était très faible en 2003, cette méthode semble avoir été très peu efficace.

5. CONCLUSION

Les résultats obtenus ont permis de confirmer hors de tout doute la présence d'une frayère dans la partie amont des rapides de Lachine aux printemps 2002 et 2003. La découverte d'une nouvelle frayère d'esturgeon jaune dans un territoire aussi vaste n'est pas fortuite; elle est le résultat d'une approche systématique et bien structurée dans le temps et l'espace. La stratification de l'habitat en secteurs à haut potentiel de fraie et l'augmentation de l'étendue des profondeurs couvertes ont grandement contribué au succès de l'étude. Au début des travaux, en 2001, il aurait été impensable d'organiser une campagne d'échantillonnage à partir des seules observations de terrain dans un territoire aussi vaste. L'expérience des membres de l'équipe, acquise en 2002, et l'excellent esprit de collaboration qui régnait entre eux ont permis de peaufiner une méthode d'échantillonnage très efficace et peu coûteuse.

Le travail accompli au cours des deux années d'étude a été déterminant puisqu'il a permis de concentrer les travaux de terrain uniquement sur la validation de la stratification pré-échantillonnage, la délimitation des secteurs à échantillonner et la recherche de frayères. L'augmentation de la strate de profondeur à couvrir, retenue à la lumière des résultats récents obtenus dans certains tributaires des Grands Lacs, a porté fruit puisque la superficie de la frayère est passée de 2,3 ha à 3,6 ha en 2003 uniquement sur cette base.

L'engin de capture mis au point au printemps 2002 pour la recherche des dépôts d'oeufs, un parpaing de ciment recouvert d'une section de filtre à air, continue de donner des résultats très satisfaisants dans des milieux d'eau rapide et profonds. Cette caractéristique le démarque des autres engins de capture (filet troubleau, pompe à vortex, etc.) qui sont peu ou pas efficaces dans de telles circonstances. Peu coûteux et faciles à utiliser sur le terrain, entre 30 et 40 parpaings peuvent être manipulés quotidiennement par une équipe de trois personnes. En absence d'avarie sérieuse et sous des conditions météorologiques favorables, chaque équipe peut installer et visiter au moins 100 unités en trois jours dans un territoire ne dépassant pas 10 Km de longueur. Cet effort d'échantillonnage semble optimal et devra être conservé pour les suivis subséquents. Enfin, combinée à l'observation du substrat au moyen d'une caméra sub-aquatique durant la présélection des sites à couvrir, cette méthode permet

d'atteindre une précision et une puissance qui dépassent de loin l'efficacité des méthodes courantes d'échantillonnage des œufs en eau rapide.

La rive gauche du territoire à l'étude est baignée par l'eau brune de la rivière des Outaouais. Cette eau réchauffe plus rapidement que l'eau verte en provenance des Grands Lacs. Un décalage de presque deux semaines a été de nouveau observé entre les deux masses d'eau pour l'atteinte des températures de fraie de l'esturgeon (10 à 12 °C dans le sud du Québec). La chronologie de l'échantillonnage des différents secteurs a été ajustée à ce décalage en 2003. Par conséquent, le fait de n'avoir pas identifié de frayère dans la portion du territoire à l'étude baignée par l'eau brune ne paraît pas influencé par la chronologie de l'échantillonnage. Si, dans les rapides de Lachine, des esturgeons ont frayé ailleurs que sur la frayère identifiée, cette activité fut réduite ou elle s'est produite en dehors du territoire à l'étude.

L'organisation et la planification journalière du travail ont impliqué la participation de tous les membres de l'équipe. Le succès de cette recherche, dans une vaste zone aux conditions hydrologiques difficiles et variées, est entre autres lié à la présence de collaborateurs autochtones tout au long des relevés. L'organisation des équipes adoptée en 2002 a été conservée avec raison en 2003.

A l'instar de ceux obtenus aux printemps 2001 et 2002, les résultats du printemps 2003 confirment clairement et sans équivoque la nécessité de mettre fin à toute forme d'exploitation de l'esturgeon jaune dans les rapides de Lachine au cours de la période printanière. En outre, des correctifs doivent être appliqués rapidement pour éviter que les eaux usées ou incomplètement traitées du nouvel émissaire de l'usine d'épuration de Kahnawake ne s'écoulent sur la frayère, comme c'est le cas depuis sa mise en fonction à l'automne 2002, compromettant ainsi la survie du frai de l'esturgeon et des nombreuses autres espèces de poisson qui utilisent ce site pour se reproduire.

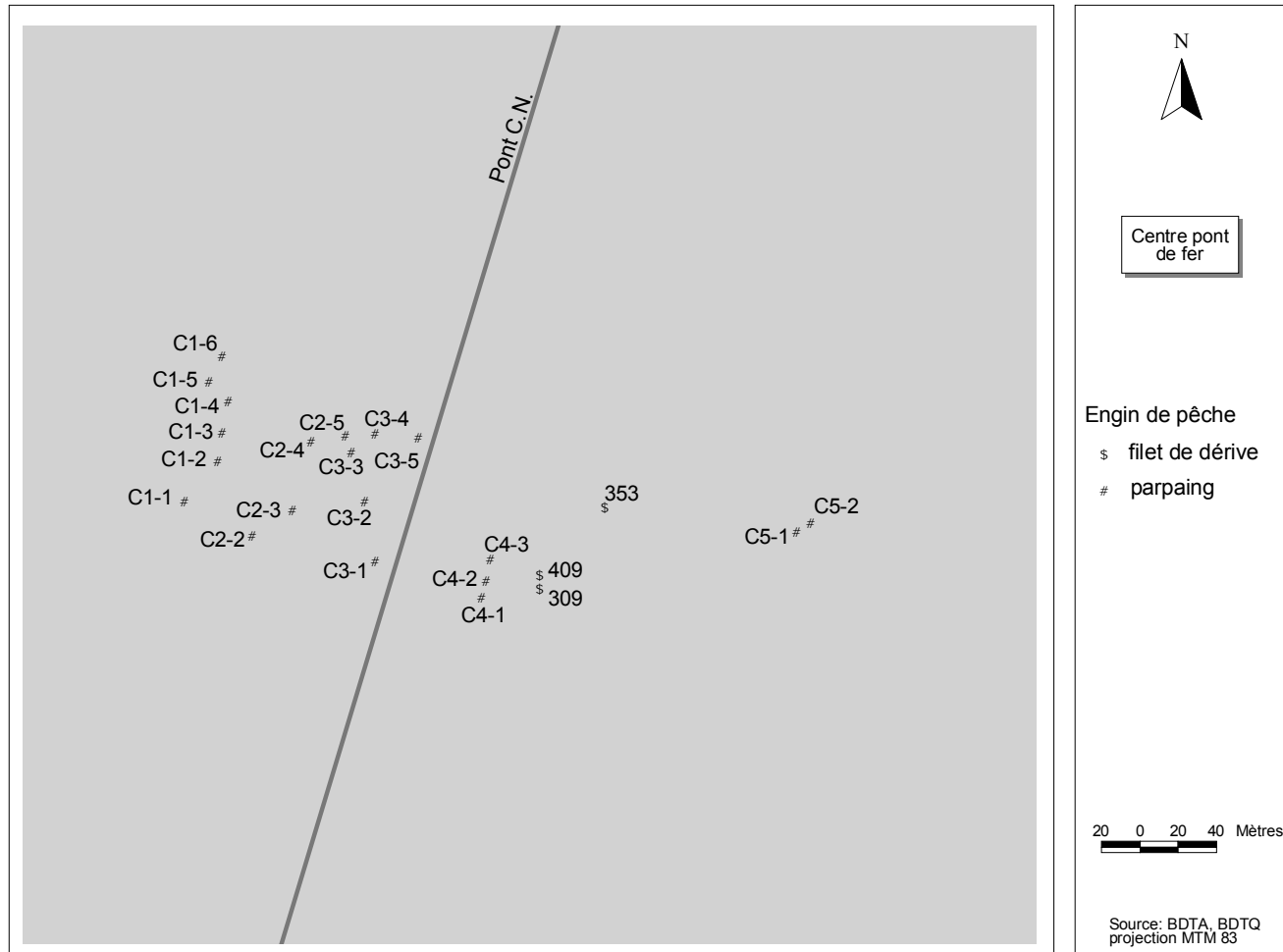
LISTE DES RÉFÉRENCES

- Auer, N. A. 1996. Response of spawning Lake Sturgeons to change in hydroelectric facility operation. *Trans. Am. Fish. Soc.* 125: 66-77.
- Bovee, K. D. 1986. Development and evaluation of suitability criteria for use in the Instream Flow Incremental Methodology. *Instream Flow Information Paper 21*. Fish Wild. Serv. Biol. 86(7): 235 pp.
- Dumont, P., Y. Mailhot, R. Dumas et P. Bilodeau. 2000. Plan de gestion de l'esturgeon jaune du fleuve Saint-Laurent 2000-2003. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Centre-Québec, de Lanaudière, de la Montérégie et de Montréal, 24 p.
- Fortin, R., J. D'Amours et S. Thibodeau. 2002. Effets de l'aménagement d'un nouveau secteur de frayère sur l'utilisation du milieu en période de fraie et sur le succès de reproduction de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) à la frayère de la rivière des Prairies. Rapport synthèse 1995-1999. Pour l'Unité Hydraulique et Environnement, Hydro-Québec et la Société de la faune et des Parcs du Québec, direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie. Département des Sciences biologiques, Université du Québec à Montréal. 130 p.
- La Haye, M. 1996. Scénarios d'aménagement d'une frayère à esturgeon jaune dans le bief d'aval de la centrale Rivière-des-Prairies. Enviro-Science inc. pour le compte d'Hydro-Québec, Direction Maisonneuve, 21 pages.
- La Haye, M. et S. Clermont. En préparation. Caractérisation des frayères à esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) du bassin versant de la rivière l'Assomption dans un contexte de faisabilité d'aménagement. 36 p.
- La Haye, M. et S. Clermont. 2003. Pêche expérimentale de l'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) et recherche de frayères dans la partie amont des rapides de Lachine au printemps 2001. Étude réalisée par Enviro-Science inc. et Limno-Service inc. pour le compte de la Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-11F, viii + 32 p.
- La Haye, M., S. Desloges, C. Côté, J. Deer, S. Philips Jr., B. Giroux, S. Clermont et P. Dumont. 2003. Localisation des frayères d'esturgeon jaune (*Acipenser fulvescens*) dans la partie amont des rapides de Lachine, fleuve Saint-Laurent. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-15F, ix + 43 p.
- La Haye, M. et R. Fortin. 1990. Indice de la qualité de l'habitat de fraie et de l'habitat des jeunes de l'année de l'Esturgeon jaune dans la région de Montréal. Rapport de travaux. Département des sciences biologiques. Université du Québec à Montréal. 81 p.

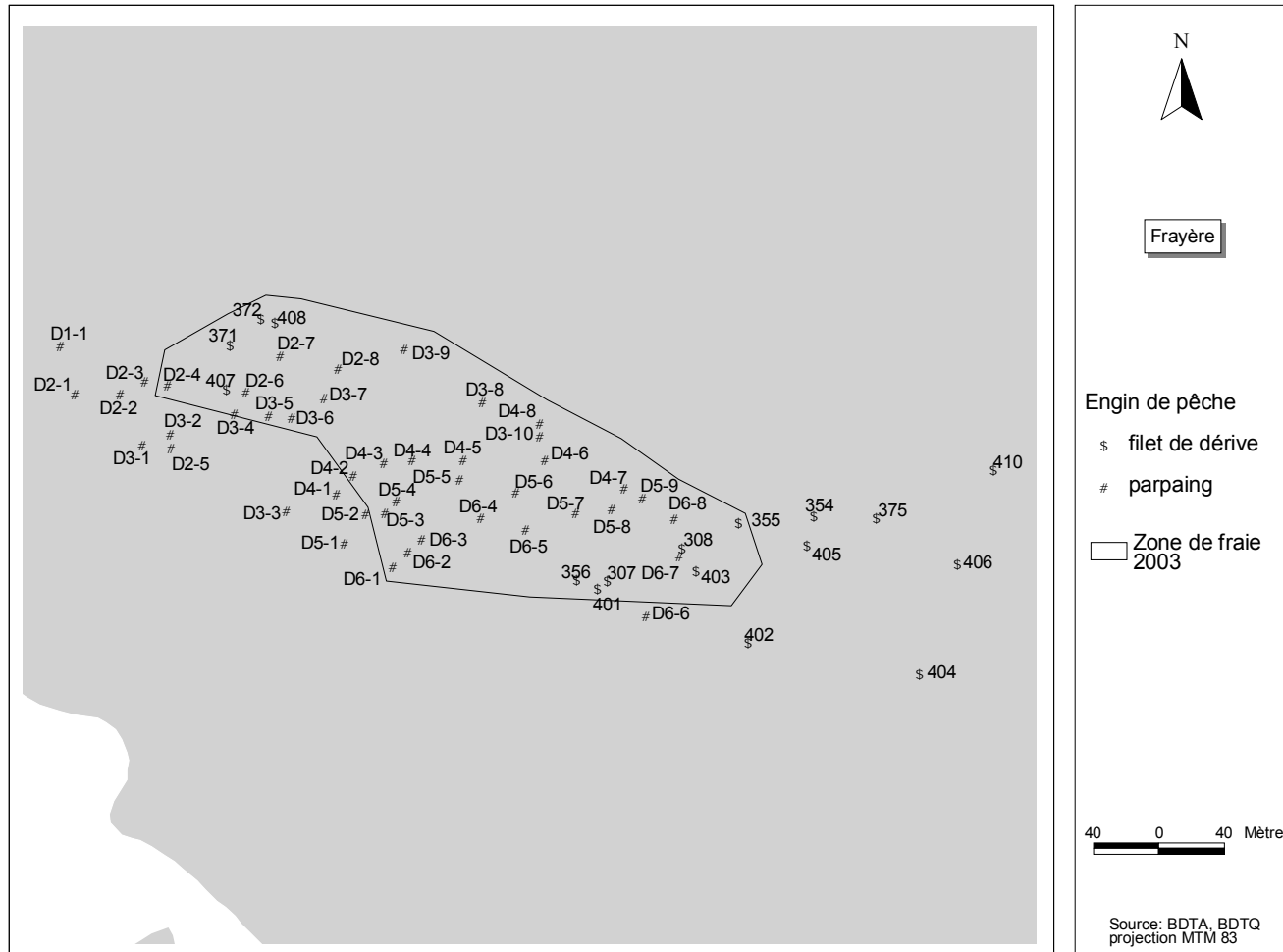
- La Haye, M., S. Guénette et P. Dumont. 1990. Utilisation de la frayère de la rivière Ouareau par l'Esturgeon jaune suite à l'éboullis survenu en mars 1990. Québec, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal, Rapp. trav. 06-07. vi + 30 p.
- Manny, B.A. and G.W. Kennedy. 2002. Known lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) spawning habitat in the channel between lakes Huron and Erie in the Laurentian Great Lakes. J. Appl. Ichtyol. 18 (2002). 486 – 490.
- Sall, J. and A. Lehman. 1996. Start Statistics. A Guide to Statistics and Data Analysis Using JMP and JMP IN Software. SAS Institute. Duxbury Press. 505 p.
- Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin Éditeur. ISBN2-89105-093-2. 841 p.

ANNEXES

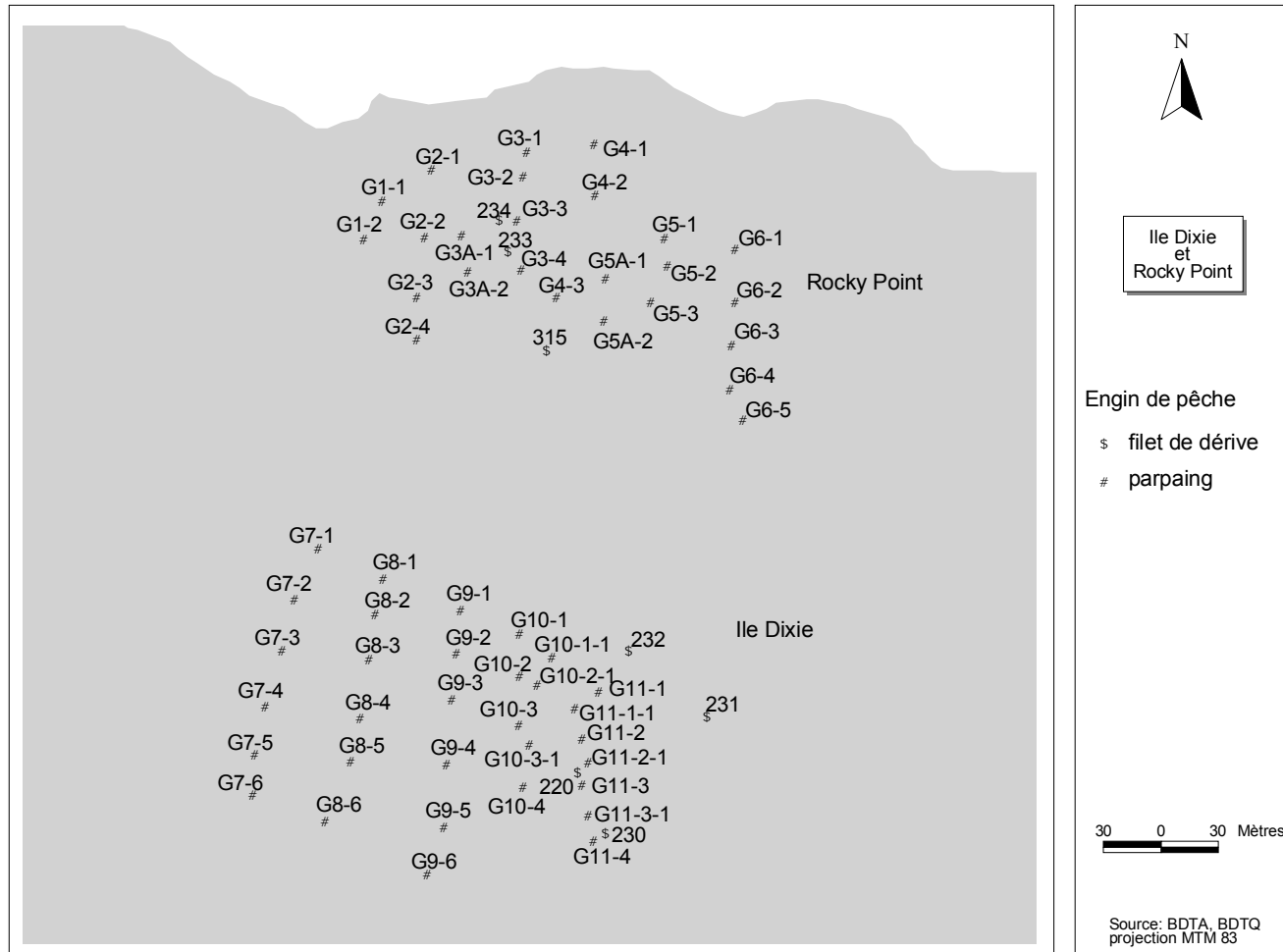
Annexe 1. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Centre pont de fer, printemps 2003.



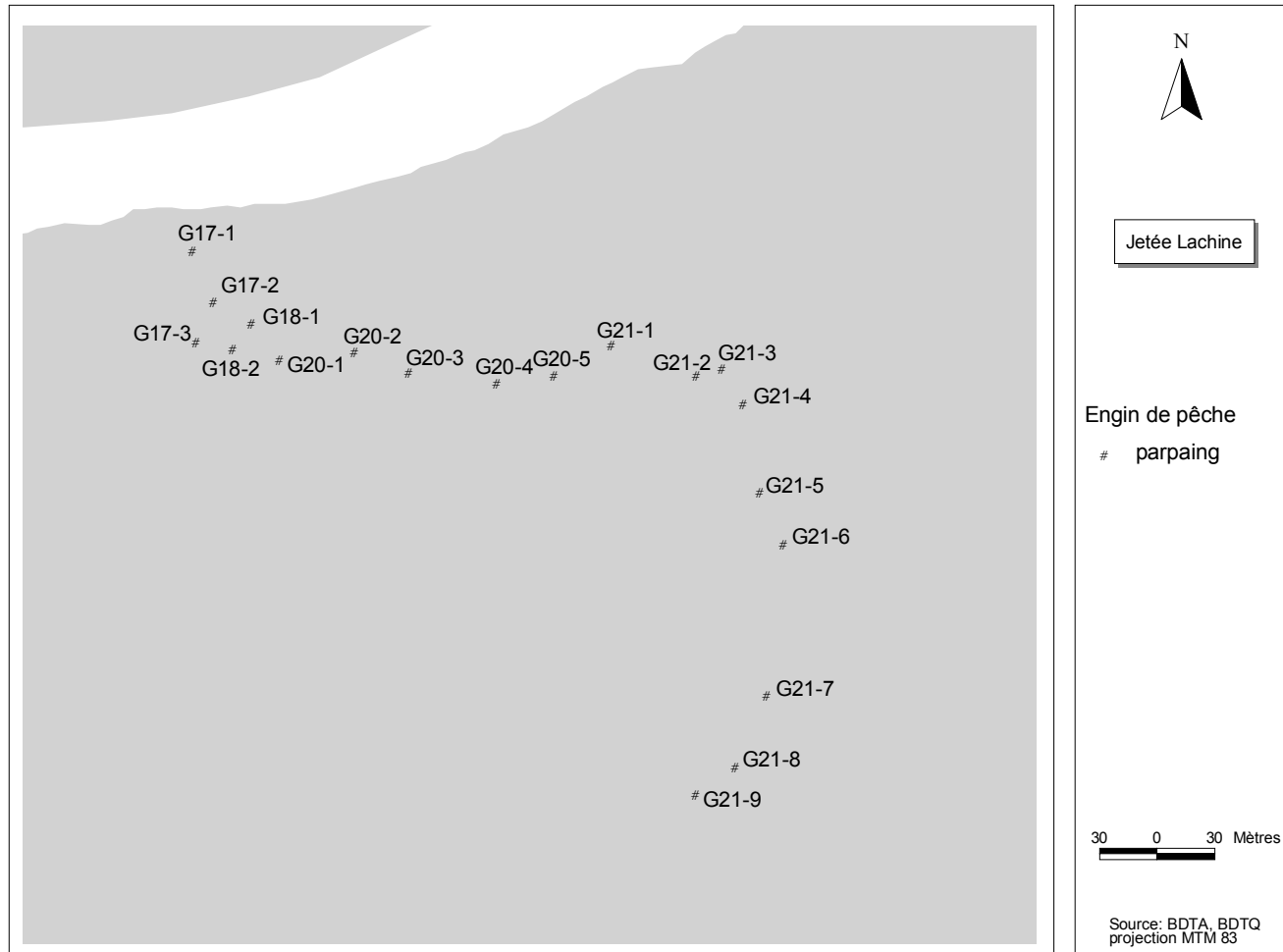
Annexe 2. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur frayère, printemps 2003.



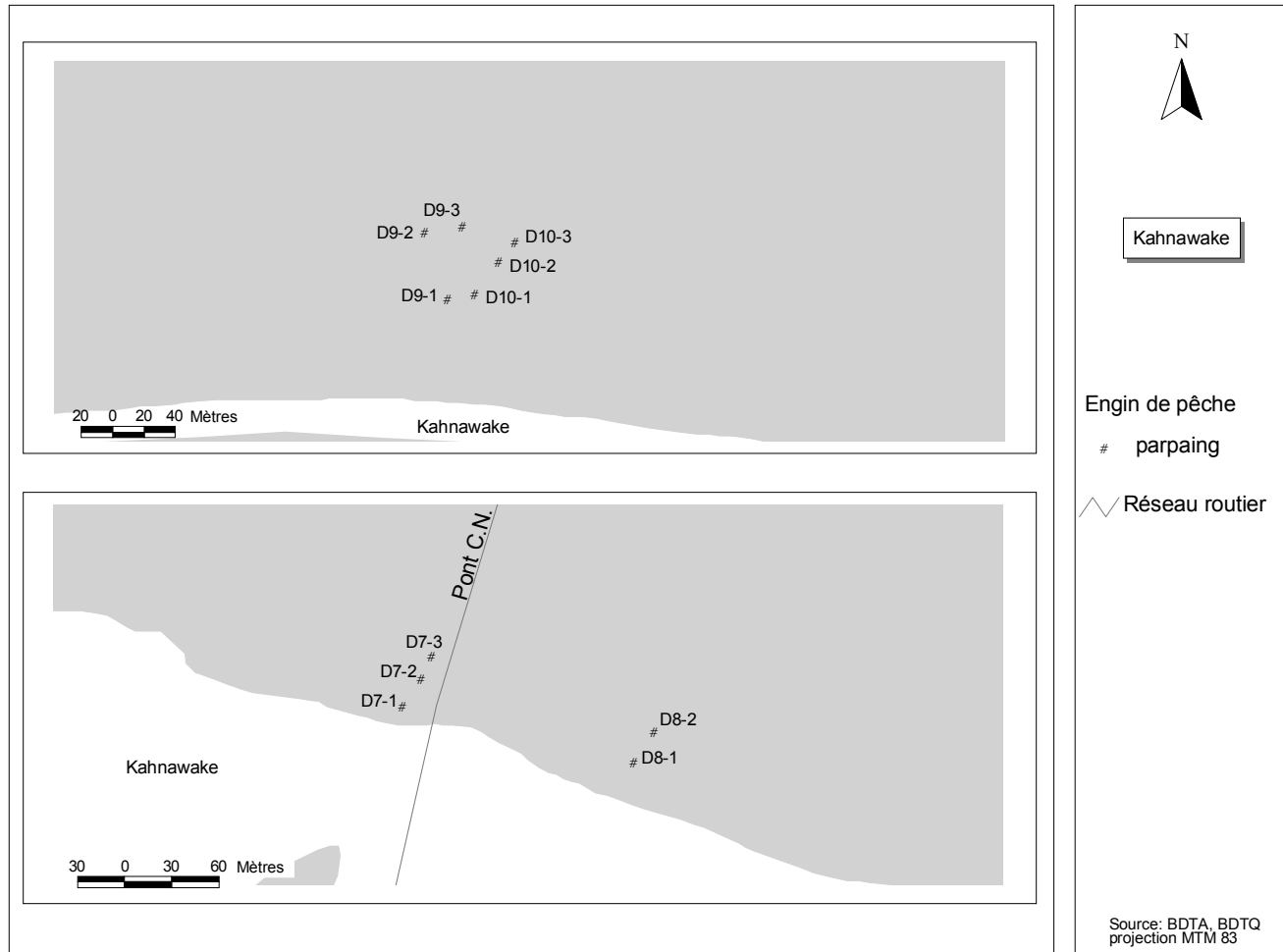
Annexe 3. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Ile Dixie et Rocky Point, printemps 2003.



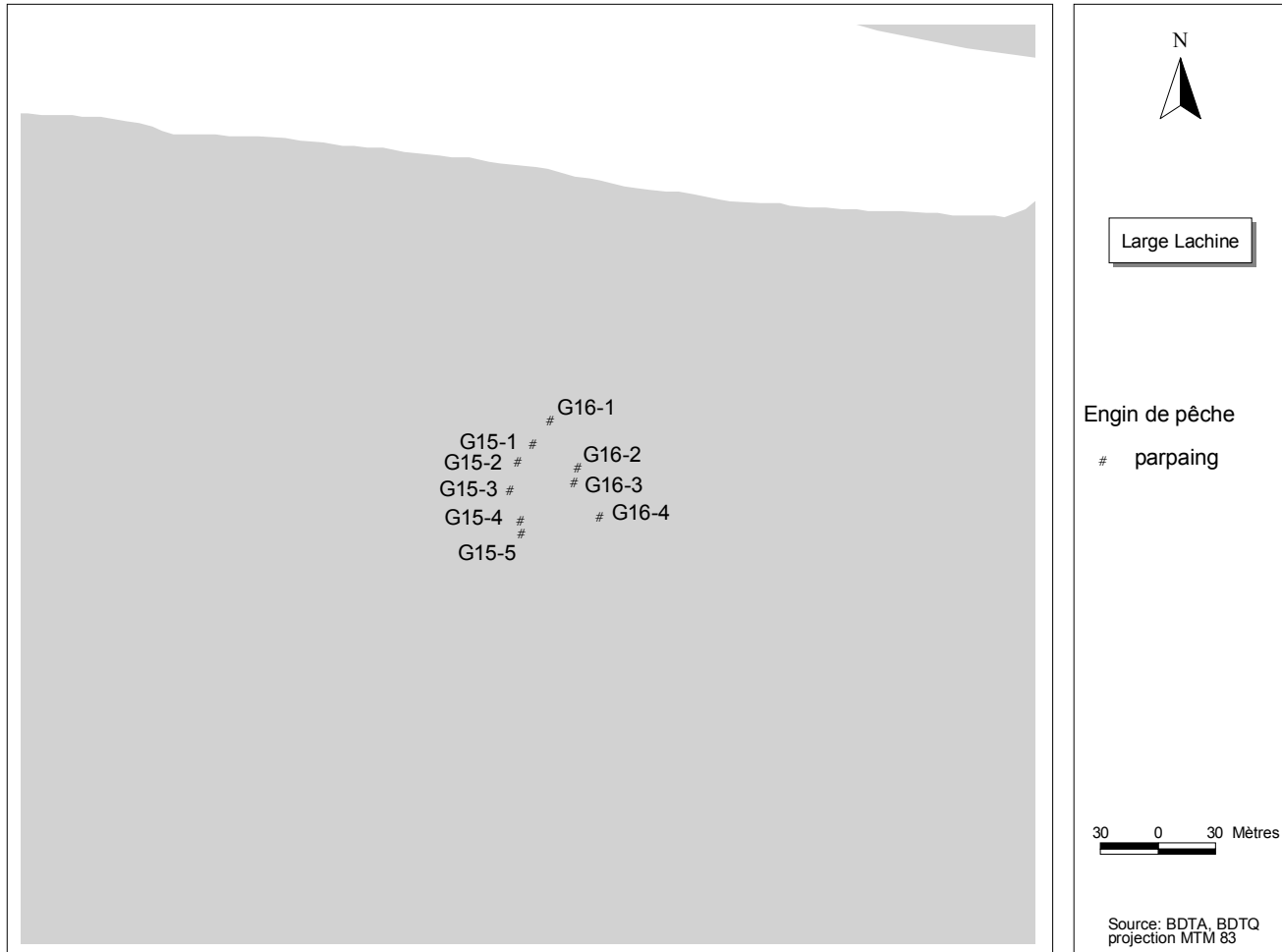
Annexe 4. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Jetée Lachine, printemps 2003.



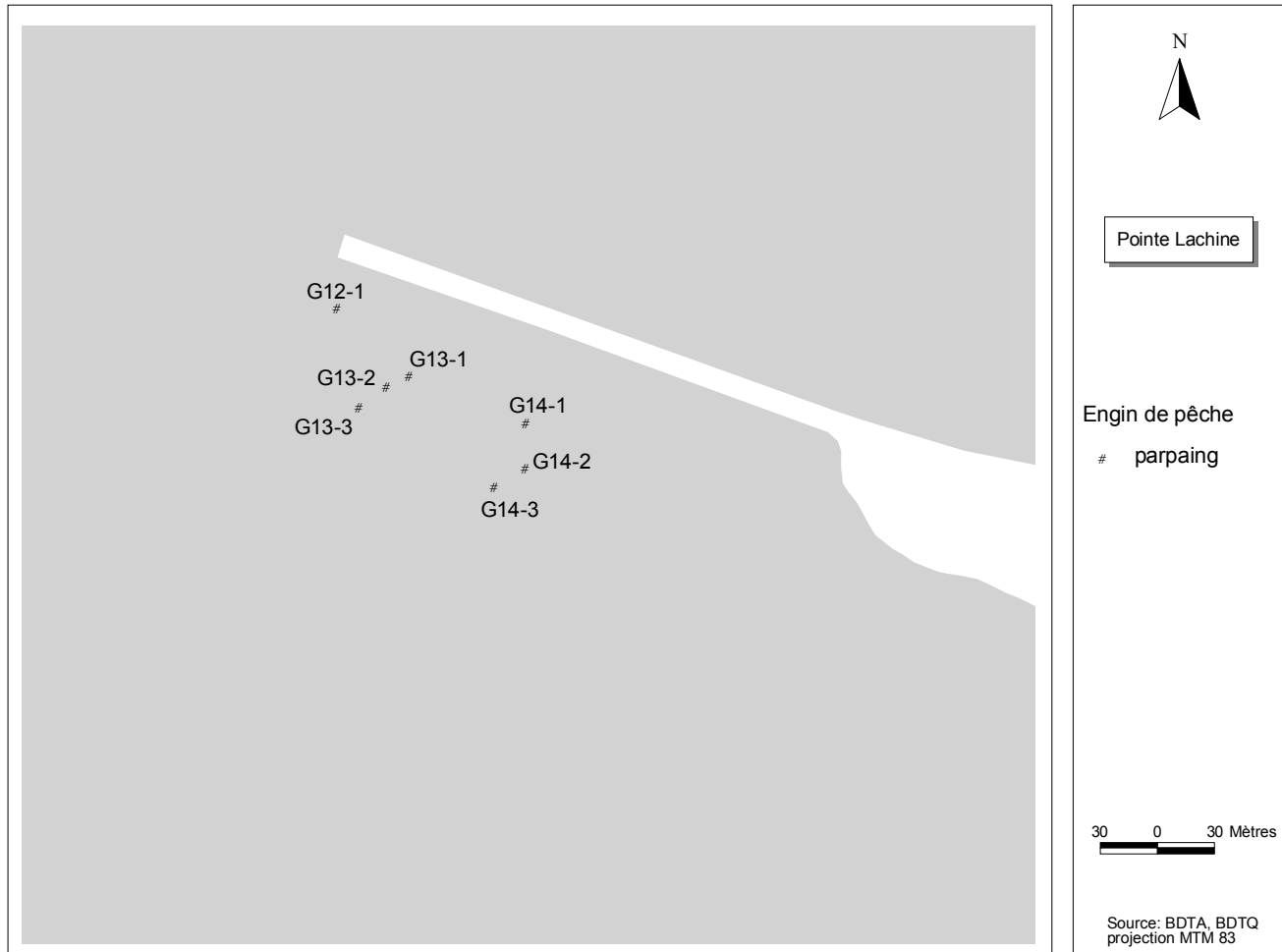
Annexe 5. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Kahnawake, printemps 2003.



Annexe 6. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Large Lachine, printemps 2003.



Annexe 7. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Pointe Lachine, printemps 2003.



Annexe 8. Localisation des stations d'échantillonnage du frai dans le secteur Pont de fer, printemps 2003.

