

**UNIVERSITÉ DU QUÉBEC**

**PORTRAIT DE LA DIVERSITÉ ICHTYENNE LACUSTRE  
À L'ÉCHELLE D'UN BASSIN VERSANT,  
LA RIVIÈRE RIMOUSKI,  
BAS-SAINT-LAURENT, QUÉBEC, CANADA**

**MÉMOIRE PRÉSENTÉ À**

**L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI**

**comme exigence partielle**

**du programme de Maîtrise en Gestion de la faune et de ses habitats**

**PAR**

**MAXIME GENDRON**

**Février 2009**

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI  
Service de la bibliothèque

Avertissement

La diffusion de ce mémoire ou de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire « *Autorisation de reproduire et de diffuser un rapport, un mémoire ou une thèse* ». En signant ce formulaire, l'auteur concède à l'Université du Québec à Rimouski une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de son travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, l'auteur autorise l'Université du Québec à Rimouski à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de son travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits moraux ni à ses droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, l'auteur conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont il possède un exemplaire.

## REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans l'implication, le support inestimable ainsi que la grande confiance accordée par mon directeur, Dr Richard Cloutier et mon co-directeur, Dr Alain Caron (Université du Québec à Rimouski). Il en va de même pour MM. Jean-François Girard et Sébastien Ross, successivement directeur-général au Conseil de bassin de la rivière Rimouski, qui m'ont permis d'accomplir cette étude par leur participation considérable à la plupart des étapes.

Un merci particulier à M. Yves Lemay (Université du Québec à Rimouski) pour son aide en général, mais particulièrement pour le support logistique et pour ses avis techniques. Mes remerciements s'adressent aussi à M. Charles Banville (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, bureau régional du Bas-Saint-Laurent) et son équipe de même qu'à M. Jean Leclerc et Mme Huguette Massé (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, bureau régional de la Montérégie) pour leur expertise. De plus, je ne voudrais pas oublier de remercier, le président du jury, Dr Christian Nozais (Université du Québec à Rimouski) et l'examinatrice externe, M. Pierre Bérubé (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune) pour leurs commentaires judicieux apportés sur la version préliminaire de ce mémoire.

Également, des remerciements sincères s'adressent à Mme Amélie Gilbert (assistante de recherche) pour sa bonne humeur, son amitié et sa motivation lors de maintes péripéties. Aussi, j'aimerais témoigner ma gratitude aux personnes qui ont participé de près ou de loin à cette entreprise, notamment Jolaine Tremblay (stagiaire), Simon Morissette, Yan Boulanger et autres bénévoles, ainsi que les propriétaires riverains, les gestionnaires des territoires structurés et leurs équipes pour l'accueil chaleureux et l'intérêt manifesté lors de nos rencontres.

Enfin, mille mercis à mes amis et à ma famille pour leur support incommensurable tout au long de cette aventure qui ne fut pas de tout repos. Je m'en voudrais de ne pas souligner la présence dans ma vie d'une femme extraordinaire. Sans elle, je n'aurais pu faire tout ce travail et, par le fait même, réaliser cet ouvrage. Merci Guylaine, mon amour! J'espère poursuivre l'impossible avec toi et pour toi. Tu m'as transformé, spécialement avec l'arrivée de nos enfants, Laurie-Anne, Louis-Gabriel, Léa-Maude et Vincent-Xavier, qui représentent une source de motivation constante et incroyable par leur joie de vivre. Vous êtes mes mexicains (petit mot d'amour) adorés.

## **AVANT-PROPOS**

La base de données ayant servi à produire ce mémoire n'apparaît pas dans ce document due à son volume imposant. Elle est cependant disponible, auprès de l'auteur ou du directeur, Dr Richard Cloutier de l'Université du Québec à Rimouski.

## RÉSUMÉ

Avec plus de 1850 plans d'eau et milieux humides, le bassin versant de la rivière Rimouski (1635 km<sup>2</sup>), situé dans l'Est du Québec, est caractérisé par une riche diversité ichthyenne lacustre. Dans le but de décrire le portrait de cette diversité, une campagne d'échantillonnage a été réalisée selon une méthode en trois phases ; (1) la compilation des données historiques, (2) le choix des lacs prioritaires et (3) l'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information.

Sur un nombre total de 320 lacs provenant d'une sélection de lacs avec critères, 39,1 % des lacs ayant été échantillonnés depuis 1987 présentent une diversité de 25 espèces de poissons appartenant à 11 familles. Cette diversité atteint 26 espèces lorsqu'on tient compte de toutes les informations disponibles (récentes et désuètes), ce qui représente 44,7 % des lacs et 85,0 % de leur surface totale. En tout, 93 % des sous-bassins principaux ont été visités. La diversité maximale est de 13 espèces pour un lac et de 14 espèces pour un sous-bassin d'ordre 2 ou 3.

Des similitudes dans les assemblages démontrent que le groupement d'espèces le plus représentatif de l'aire d'étude est composé de cinq espèces, soit l'espèce la plus commune, *Salvelinus fontinalis* ainsi que *Semotilus atromaculatus*, *Margariscus margarita*, *Phoxinus eos* et *Phoxinus neogaeus*. Trois nouvelles occurrences d'espèces ont été répertoriées pour les lacs du bassin versant : *Carassius auratus*, *Notropis heterodon* et *Umbra limi*. La présence de *Semotilus corporalis* est toutefois remise en doute.

La méthode en trois phases utilisée dans la présente étude a su démontrer son potentiel pour la réalisation d'un tel portrait. Il s'agit d'une méthode simple, efficace, pouvant s'effectuer sur un an ou être répartie à l'échelle d'un grand bassin versant sur plusieurs années. Elle est relativement rapide d'application, peu coûteuse et demande aussi peu d'effort pour la couverture de grands territoires, principalement lorsque des données historiques nombreuses sont disponibles. Cette méthode originale pourrait facilement être exportable et adaptée à d'autres bassins versants du Bas-Saint-Laurent et même du Québec.

Bien que la capture semble varier au cours de la saison estivale et que la technique de pêche employée (filets maillants expérimentaux et nasses) ne semble pas être optimale pour les espèces marginales et de petites tailles, notamment les cyprins, ces méthodes ne remettent pas en cause les portées de cette étude. Les facteurs spatiaux et physiques, qui sont faciles à cartographier, semblent avoir eu peu d'impact sur la répartition des espèces du bassin versant de la rivière Rimouski.

Enfin, la présente étude a généré un outil d'aide à la décision intégré dans un système d'information géographique. Il sera très utile aux gestionnaires fauniques qui pourront le consulter afin de prendre des décisions plus éclairées pouvant avoir des conséquences sur les communautés piscicoles locales et régionales.

## TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS .....	ii
AVANT-PROPOS .....	iv
RÉSUMÉ .....	v
TABLE DES MATIÈRES .....	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES .....	ix
LISTE DES ANNEXES .....	xi
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>MATÉRIEL ET MÉTHODES .....</b>	<b>5</b>
Localisation et description de l'aire d'étude .....	5
Description de la méthode .....	8
Phase 1 : Compilation des données historiques .....	8
Phase 2 : Choix des lacs prioritaires .....	11
Phase 3 : Échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information..	14
Variation spatiale de la diversité .....	15
Variation temporelle de la diversité .....	15
Traitement des données .....	16
<b>RÉSULTATS .....</b>	<b>18</b>
Diversité ichthyenne .....	18
Données historiques.....	18
Échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information .....	21
Diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski ...	21
Variation spatiale de la diversité ichthyenne selon des variables physiques .....	28
Variations temporelle de la diversité ichthyenne .....	33
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>35</b>
La diversité, la répartition et la variabilité spatiale des espèces .....	35
La variabilité temporelle des captures et la technique de pêche utilisée.....	40
Le potentiel de la méthode et de l'outil d'aide à la décision.....	43
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>49</b>
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	50

ANNEXES ..... 58

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Répartition des connaissances des lacs et des sous-bassins versant de la rivière Rimouski selon les périodes d'inventaire .....	9
Tableau 2	Grille de sélection des lacs échantillonnés en 2003 dans le bassin de la rivière Rimouski, Québec .....	12
Tableau 3	Codes associés aux noms latins et français des espèces de poissons retrouvées dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski .....	17
Tableau 4	Répartition des familles et des espèces de poissons retrouvées dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski, selon les méthodes d'inventaire .....	20

## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation du bassin versant de la rivière Rimouski, couvrant une superficie de 1635 km <sup>2</sup> , incluant plus de 1850 plans d'eau et milieux humides .....	6
Figure 2	Identification numérique des 108 sous-bassins principalement d'ordre 2, dont quatre accompagnés par des lettres ont été subdivisés (ordre 3), du bassin versant de la rivière Rimouski (SIG du Conseil de bassin de la rivière Rimouski) .....	7
Figure 3	Répartition des 320 lacs répondant aux critères d'admissibilité et des 119 lacs avec données selon la méthode de compilation des données historiques (phase 1) afin de dresser le portrait historique de diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski .....	10
Figure 4	Répartition des 59 lacs échantillonnés en 2003-2004 selon la combinaison de la méthode par choix des lacs prioritaires (phase 2) et la méthode par l'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information (phase 3) sur le total des 320 plans d'eau répondant aux critères d'admissibilité afin de compléter le portrait historique de diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski .....	13
Figure 5	Distribution du nombre d'espèces de poissons par lac dans le bassin versant de la rivière Rimouski selon les trois méthodes .....	19
Figure 6	Répartition globale de l'ensemble des lacs avec données regroupant l'information obtenue selon la combinaison de la méthode par compilation des données historiques (phase 1), de la méthode par choix des lacs prioritaires (phase 2) et de la méthode par l'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information (phase 3) sur le total des 320 plans d'eau répondant aux critères d'admissibilité afin de compléter le portrait actualisé de diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski .....	23
Figure 7	Répartition spatiale de la richesse et du nombre de lacs avec données sur le total selon les sous-bassins, pour les 143 lacs avec données sur le total des 320 plans d'eau répondant aux critères d'admissibilité afin de compléter le portrait actualisé de diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski. ....	25

Figure 8	Dendrogramme des espèces de poissons répartis dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide de l'indice de Jaccard (liens moyens) selon le portrait historique de diversité ichthyenne (80 lacs) qui découle de la compilation des données historiques (1987 à 2002).....	26
Figure 9	Dendrogramme des espèces de poissons répartis dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide de l'indice de Jaccard (liens moyens) selon l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaires) dans le but de compléter le portrait historique de diversité ichthyenne.....	27
Figure 10	Dendrogramme des espèces de poissons répartis dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide de l'indice de Jaccard (liens moyens) selon le portrait actualisé de la diversité ichthyenne (125 lacs) qui découle de la compilation des données historiques entre 1987 et 2002 (80 lacs) et de l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaire). ....	28
Figure 11	Analyse canonique de redondance de la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski selon le portrait historique de diversité ichthyenne (80 lacs) qui découle de la compilation des données historiques (1987 à 2002). Les échelles à droite et en haut du graphique représentent celles des variables physiques .....	30
Figure 12	Analyse canonique de redondance de la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski selon l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaires) dans le but de compléter le portrait historique de diversité ichthyenne. Les échelles à droite et en haut du graphique représentent celles des variables physiques .....	31
Figure 13	Analyse canonique de redondance de la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski selon le portrait actualisé de la diversité ichthyenne (125 lacs) qui découle de la compilation des données historiques entre 1987 et 2002 (80 lacs) et de l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaire). Les échelles à droite et en haut du graphique représentent celles des variables physiques .....	32
Figure 14	Répartition des captures au lac France lors de trois échantillonnages reproduits à un mois d'intervalle, le 15 juin (a), le 13 juillet (b) et le 15 août (c) 2003 .....	34

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Liste des lacs et la technique utilisée pour leurs échantillonnages au cours des phases 2 (choix des lacs prioritaires) et 3 (échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information) en 2003 et 2004.....	59
Annexe 2	Carte de localisation des occurrences d' <i>Anguilla rostrata</i> (6 lacs), de <i>Notemigonus crysoleucas</i> (3 lacs) et de <i>Semotilus corporalis</i> (1 lac) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	61
Annexe 3	Carte de localisation des occurrences de <i>Carassius auratus</i> (1 lac), de <i>Notropis heterodon</i> (1 lac) et de <i>Umbra limi</i> (1 lac) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	62
Annexe 4	Carte de localisation des occurrences de <i>Catostomus commersoni</i> (41 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	63
Annexe 5	Carte de localisation des occurrences de <i>Cottus cognatus</i> (4 lacs) et de <i>Pungitius pungitius</i> (5 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	64
Annexe 6	Carte de localisation des occurrences de <i>Couesius plumbeus</i> (36 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	65
Annexe 7	Carte de localisation des occurrences de <i>Gasterosteus aculeatus</i> (34 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	66
Annexe 8	Carte de localisation des occurrences de <i>Fundulus diaphanus</i> (8 lacs) et de <i>Lota lota</i> (3 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	67
Annexe 9	Carte de localisation des occurrences de <i>Notropis cornutus</i> (12 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	68
Annexe 10	Carte de localisation des occurrences de <i>Notropis heterolepis</i> (9 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	69

Annexe 11	Carte de localisation des occurrences d' <i>Ictalurus nebulosus</i> (9 lacs) et de <i>Perca flavescens</i> (5 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	70
Annexe 12	Carte de localisation des occurrences de <i>Phoxinus eos</i> (87 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	71
Annexe 13	Carte de localisation des occurrences de <i>Phoxinus neogaeus</i> (55 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	72
Annexe 14	Carte de localisation des occurrences de <i>Pimephales promelas</i> (21 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	73
Annexe 15	Carte de localisation des occurrences de <i>Rhinichthys atratulus</i> (33 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	74
Annexe 16	Carte de localisation des occurrences de <i>Salvelinus fontinalis</i> (115 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	75
Annexe 17	Carte de localisation des occurrences de <i>Salvelinus namaycush</i> (1 lac) et de <i>Salvelinus alpinus</i> (6 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	76
Annexe 18	Carte de localisation des occurrences de <i>Semotilus atromaculatus</i> (70 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	77
Annexe 19	Carte de localisation des occurrences de <i>Margariscus margarita</i> (67 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.....	78
Annexe 20	Numéros des sites correspondants aux plans d'eau de chacune des méthodes pour décrire, à l'aide d'analyses canoniques de redondance, la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski.....	79

## INTRODUCTION

La dynamique des communautés ichthyennes est sous l'influence de facteurs biotiques (e.g., compétition, prédation, parasitisme) et abiotiques (e.g., pH, température, superficie, connectivité des lacs) (Dunson et Travis, 1991 ; Jackson *et al.*, 1992 ; Jackson et Harvey, 1993 ; Brazner et Beals, 1997 ; Helfman *et al.*, 1997), et ce, à différentes échelles spatiales (Jackson *et al.*, 2001) et temporelles (Wetzel, 2001 ; Bertolo et Magnan, 2006). La composition spécifique de ces communautés conditionne également la répartition et l'abondance de certaines espèces d'un lac ou même d'un réseau hydrographique (Jackson *et al.*, 2001).

De nombreuses études ponctuelles sur des lacs ou des tronçons de rivière suggèrent que les facteurs biotiques soient principalement responsables de la structure des communautés de poissons dulcicoles (Li et Moyle, 1981 ; Ross, 1986 ; Jackson *et al.*, 2001). Par contre, les études régionales au niveau de réseaux hydrographiques ou d'un bassin versant tendent à démontrer que l'organisation spécifique découlerait plutôt de facteurs abiotiques (Hanski, 1999 ; Jackson *et al.*, 2001 ; Bertolo et Magnan, 2006 ; Rahel, 2007). À l'ensemble de ces facteurs s'ajoute l'influence anthropique qui peut jouer un rôle majeur dans la dynamique des communautés piscicoles et reléguer au second rang les autres facteurs (Scott et Helfman, 2001) et cela à toutes les échelles (Allen *et al.*, 1999 ; Berra, 2001 ; Jackson *et al.*, 2001 ; Kolar et Lodge, 2001 ; Rahel, 2007).

Les connaissances de la composition et de la structure des communautés de poissons sur de vastes aires géographiques sont difficiles à acquérir en raison des coûts financiers associés à la logistique de terrain. Des études sur les communautés de poissons, au niveau de petits pays, d'états, de provinces ou de régions, sont relativement fréquentes (Tonn et Magnuson, 1982 ; Fago, 1992 ; Mandrak, 1995 ; Whittier et Kincaid, 1999) bien que souvent le nombre de lacs étudiés soit plutôt faible (Eadie *et al.*, 1986). Toutefois, ces études se heurtent aux frontières administratives et politiques (Blais, 1995), et ne tiennent pas ou peu compte de la topographie ou de l'hydrographie (Brooks *et al.*, 1991).

Parmi ces études régionales, Legendre et Legendre (1984) ont défini des régions ichtyogéographiques pour le Québec (cinq majeures et 21 sous-régions) en se basant sur des similitudes d'assemblages, alors que Jackson et Harvey (1989) ont étudié la composition des espèces de poissons associée à des paramètres abiotiques dans une optique biogéographique régionale d'un secteur près des Grands Lacs en Ontario. À une autre échelle, au niveau des territoires structurés, par exemple (parcs et réserves), les connaissances de la répartition des poissons lacustres sont généralement meilleures (Olden et Jackson, 2002), mais souvent non publiées (Chapleau *et al.*, 1997). Ces travaux d'inventaire et de recherche sont souvent axés sur les espèces vedettes, leurs proies, leurs prédateurs et leurs compétiteurs (Fago, 1992). Même à ce niveau, les connaissances sporadiques des communautés de poissons sur un ou plusieurs lacs peuvent varier, car le réseau hydrographique est une connexion plus ou moins continue pouvant laisser la libre circulation aux poissons (Rahel, 2007). En milieu dulcicole, les limites d'un bassin versant peuvent généralement constituer un circuit aquatique naturel fermé (Llamas, 1993) bien que certaines espèces dans des circonstances précises, notamment les poissons avec de bonnes capacités natatoires (e.g., *Catostomus commersoni*) et les poissons euryhalins (e.g., *Oncorhynchus mykiss*) puissent se déplacer d'un bassin à un autre (Scott et Crossman, 1974).

Peu d'études de communautés de poissons ont été réalisées à l'échelle systématique d'un bassin versant. La plupart de ces études ont été réalisées en milieu lotique et ont servi principalement pour l'élaboration d'indices d'intégrité biotique (IIB) (Karr, 1981 ; Fausch *et al.*, 1984 ; Angermeier et Karr, 1986 ; Lyons *et al.*, 1996). C'est notamment le cas au Québec sur plusieurs rivières perturbées (Richard, 1994 ; 1996 ; La Violette et Richard, 1996 ; Rioux et Gagnon, 2000 ; Pouliot et Verreault, 2001). Le nombre d'études en milieu lacustre est relativement faible à l'échelle de bassins versants, surtout ceux de grande superficie. À titre d'exemple, Kelso (1988) a étudié la structure des communautés de poissons dans quatre lacs d'un sous-bassin versant ontarien, tandis qu'Olden *et al.* (2001) l'ont fait pour 52 lacs d'un réseau hydrographique de la même région. De plus, Olden et Jackson (2002) ainsi que Bertolo et Magnan (2006) ont réalisé leurs études respectives sur

286 et 38 lacs répartis dans cinq et trois portions de bassins versants. Les résultats de ces études suggèrent un effet plus important des facteurs abiotiques et des échelles spatiales.

Les techniques souvent utilisées pour les études de communautés de poissons en lacs regroupent généralement une combinaison d'engins de captures telles les filets maillants, les filets trappes, les seines et les nasses (Kelso, 1988 ; Jackson et Harvey, 1989 ; Whittier *et al.*, 1997 ; Allen *et al.*, 1999 ; Olden *et al.*, 2001 ; Olden et Jackson, 2002). D'autres utilisent qu'un seul type d'engin de capture comme les filets maillants (Bertolo et Magnan, 2006) ou ajoute même la roténone pour compléter leur recherche (Tonn *et al.*, 1990) tandis que d'autres utilisent des bases de données existantes sur la répartition des espèces (Olden et Jackson, 2002), ou vont compiler des données provenant de la littérature (Eadie *et al.*, 1986).

Au Québec, la majorité des connaissances actuelles sur la répartition des poissons dans les plans d'eau a été recueillie sans égard à son appartenance à un bassin versant (i.e., par lacs, par groupes de lacs, par secteurs ou par territoires structurés). Les résultats de ce type d'échantillonnage ponctuel ont une portée limitée, car généralement ils ne tiennent pas compte de la connectivité du réseau hydrographique et des espèces localisées en périphérie qui peuvent avoir des répercussions importantes sur d'autres espèces (e.g., compétition), notamment sur *Salvelinus fontinalis* (Tremblay, 1988 ; MLCP, 1989). Les inventaires prennent souvent en considération les espèces d'intérêts sportifs ou ayant un impact sur ces dernières et ne font que vaguement état de certains groupes d'espèces (e.g., cyprinidés).

Au Bas-Saint-Laurent, le bassin versant de la rivière Rimouski (1635 km<sup>2</sup>) est un bon modèle d'étude de la diversité piscicole pour plusieurs raisons d'ordre géographique et historique. D'abord, il se déverse dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, et cette eau salée (25 %) à l'embouchure (Desrosiers et Brêthes, 1984), représente une barrière presque infranchissable pour la plupart des poissons d'eau douce, limitant les entrées dans le système (Helfman *et al.*, 1997). De plus, au fil des ans, de nombreux travaux (e.g., diagnoses et pêches expérimentales), jamais mis en relation, ont été réalisés sur plusieurs lacs de ce bassin versant, notamment ceux des territoires structurés, fournissant ainsi un

point de départ avantageux pour la réalisation d'une étude complète sur la répartition des espèces de poisson à l'échelle d'un réseau hydrographique. Finalement, l'anthropisation vaste et soutenue de ce réseau hydrographique, au cours des années passées, a provoqué indéniablement des inconvénients majeurs à l'intégrité des communautés de poissons (Blais, 1995). En effet, l'introduction d'espèces (MLCP, 1989) et la gestion halieutique axée sur *Salvelinus fontinalis*, par une pression de pêche orientée presque exclusivement sur ce dernier, et les tentatives diverses de contrôle (retrait massif) ou d'éradication (lacs traités à la roténone) des espèces compétitrices comme *Catostomus commersoni* ont pu changer grandement la dynamique des populations de poissons (Bernatchez et Giroux, 2000), au détriment des facteurs abiotiques et biotiques naturels.

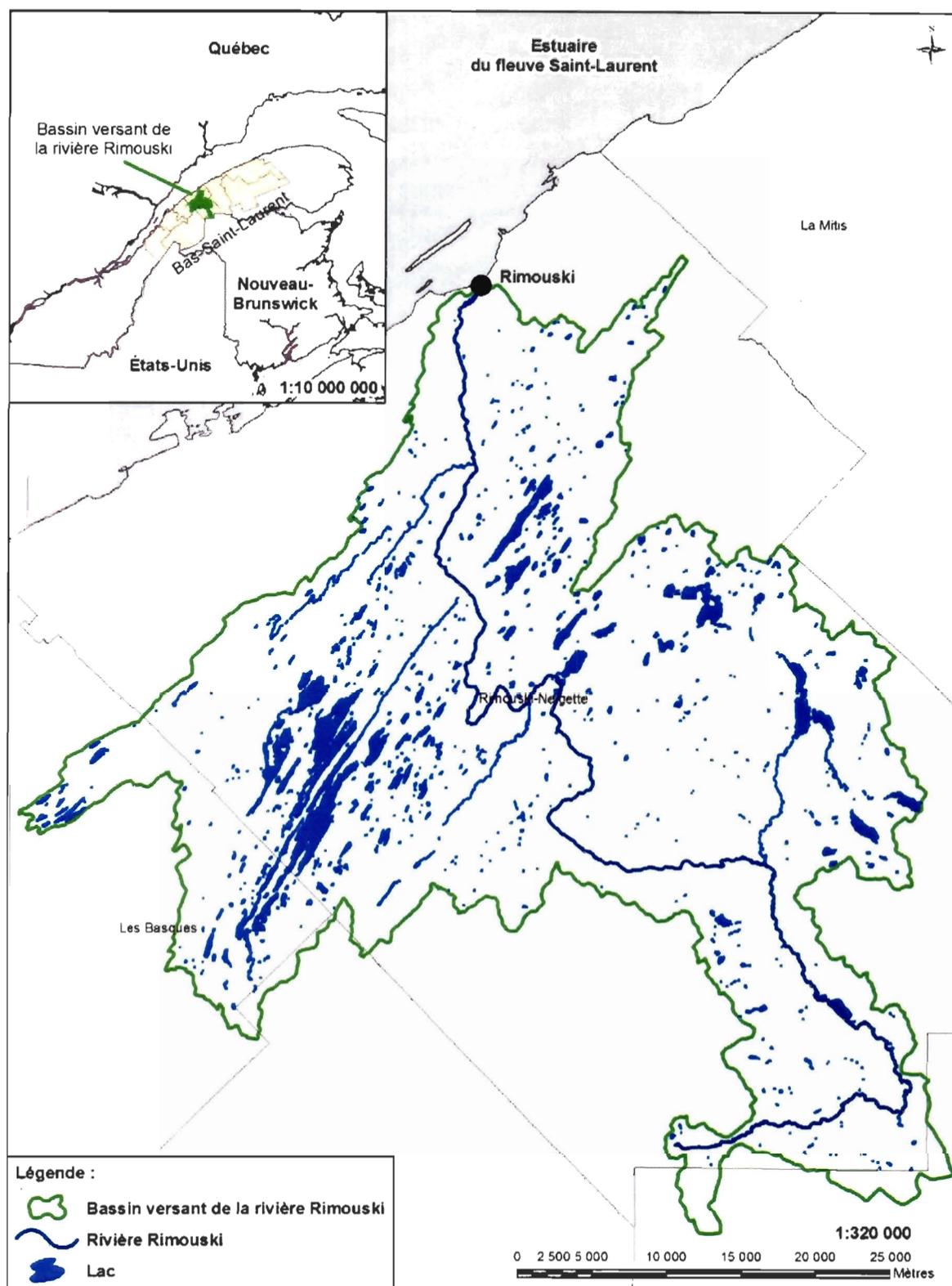
La problématique du présent mémoire est de mieux comprendre, de mesurer et de documenter la diversité ichthyenne d'un grand bassin versant, la rivière Rimouski. Trois objectifs spécifiques se répartissent comme suit : (1) décrire la diversité ichthyenne lacustre du bassin versant de la rivière Rimouski ; (2) intégrer les données recueillies dans un système d'information géographique (SIG) pour la création d'un outil d'aide à la décision en gestion faunique ; et (3) discuter du potentiel de la méthode d'échantillonnage utilisée pour compléter la description de la diversité des communautés piscicoles à l'échelle de bassins versants.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

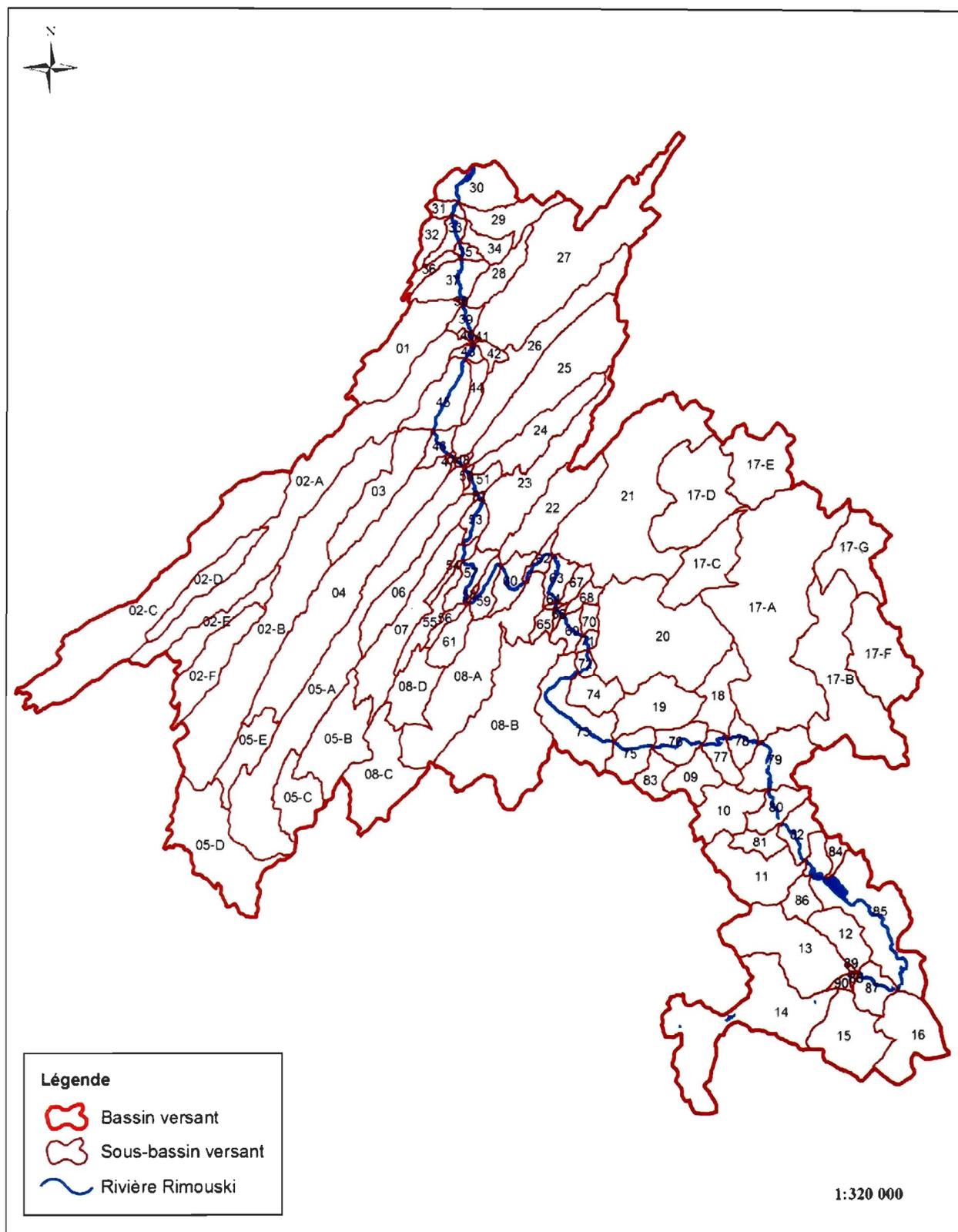
### Localisation et description de l'aire d'étude

L'aire d'étude correspond aux limites du bassin versant de la rivière Rimouski (48°12' N ; 68°30' O) qui couvre une superficie de 1635 km<sup>2</sup> (figure 1). Ce bassin versant est principalement situé dans la province du Québec (99 %), au Canada, plus précisément dans la région administrative du Bas-Saint-Laurent. La tête de cette rivière est localisée dans la province du Nouveau-Brunswick (1 %), au sud, et se jette dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, au nord, au cœur même de la ville de Rimouski. Le bassin versant traverse 11 municipalités et trois territoires non organisés (TNO), à l'intérieur desquels se retrouvent huit territoires à statut faunique ou forestier particulier (e.g., ZEC, Réserves, Forêt d'enseignement). Les terres du domaine public dominant 65 % de la superficie du bassin versant, alors que 35 % sont du domaine privé. Avec une estimation de plus de 1 850 plans d'eau et milieux humides (e.g., marais, marécages) représentant 5 % de sa superficie, soit environ 8 336 ha, le territoire de ce bassin versant est constitué à 87 % de milieu forestier, à 5 % de milieu agricole et à moins de 1 % de milieu urbain.

Le territoire du bassin de la rivière Rimouski a été divisé en sous-bassins afin de le rendre plus accessible pour des traitements spécifiques à des échelles variables. Ainsi, cette subdivision présente 108 sous-bassins versants ayant des surfaces comprises entre 3 et 9020 ha ( $\bar{x}$  = 1513,4 ha). La plupart des sous-bassins se déversent directement dans la rivière Rimouski (bassins versants d'ordre 2) tandis que les autres sont des affluents de ces cours d'eau secondaires (bassins versants d'ordre 3) (figure 2).



**Figure 1 :** Localisation du bassin versant de la rivière Rimouski, couvrant une superficie de 1635 km<sup>2</sup>, incluant plus de 1850 plans d'eau et milieux humides.



**Figure 2 :** Identification numérique des 108 sous-bassins principalement d'ordre 2, dont quatre accompagnés par des lettres ont été subdivisés (ordre 3), du bassin versant de la rivière Rimouski (SIG du Conseil de bassin de la rivière Rimouski).

## **Description de la méthode**

La méthode utilisée pour la création de la banque de données des lacs comprend trois phases principales, soit (1) la compilation des données historiques, (2) le choix des lacs prioritaires, et (3) l'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information.

### Phase 1 : Compilation des données historiques

Tous les lacs d'un hectare et plus ainsi que ceux avec un nom et des données antérieures sur les poissons ont été utilisés pour créer la base de données initiale de la présente étude. Ces critères d'admissibilité ont été choisis afin de cibler les lacs les plus susceptibles de contribuer au portrait de la diversité globale du bassin versant de la rivière Rimouski. Dans l'ensemble du bassin versant, 320 lacs répondent aux critères d'admissibilité, pour l'équivalent de 68,6 % (5721,4 ha) de sa surface totale en eau (tableau 1 et figure 3). La superficie de ces lacs varie de 0,22 à 760,47 ha. Ils se répartissent dans 55 des 108 sous-bassins versants qui couvrent 84 % (1380,8 km<sup>2</sup>) de l'ensemble du territoire. Ces sous-bassins ont des superficies comprises entre 215 et 9020 ha tout en abritant chacun entre 1 et 20 plans d'eau (tableau 1). Les plans d'eau retenus ont été localisés à partir des cartes topographiques (1 : 20 000), des cartes de codes des lacs du ministère des Ressources naturelles et de la faune du Québec (MRNF) (1 : 20 000) et du SIG du Conseil de bassin versant de la rivière Rimouski (CBRR).

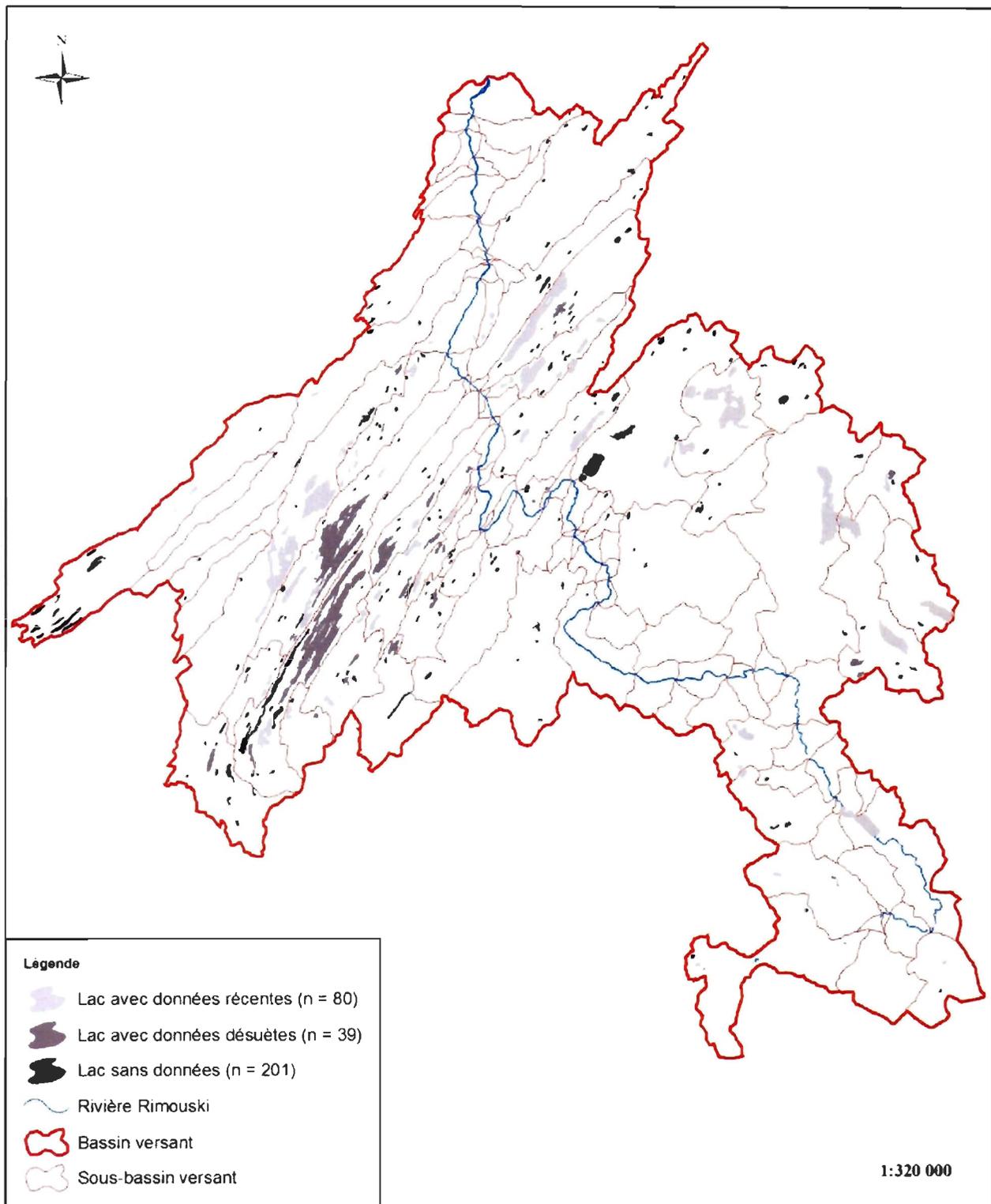
La compilation de toutes les données d'inventaires connus (avant 2003) de poissons des plans d'eau retrouvés dans l'aire d'étude a été réalisée de juin à août 2002. Ces inventaires proviennent de pêches expérimentales, de diagnoses et d'autres types d'informations officielles, et sont fichés dans la base de données SIFA (Système d'Information sur la Faune Aquatique) au MRNF, direction de l'aménagement de la faune, bureau régional du Bas-Saint-Laurent à Rimouski. De plus, des fiches regroupant l'ensemble des informations connues sur chacun des lacs ont permis de valider le contenu de cette base de données. Le tout a été intégré dans le SIG du CBRR pour la production préliminaire de cartes de répartition historique des lacs (figure 3). Ainsi, 119 lacs ont des inventaires valables afin de décrire leur diversité ichthyenne, car leurs données proviennent de méthodes se voulant non sélectives comme les pêches expérimentales. Par contre, leur nombre baisse à 80 lorsque

l'on tient seulement compte des données récentes de moins de 15 ans. Cette restriction volontaire se veut une précaution afin de diminuer les biais associés aux variations temporelles de la composition des communautés de poissons et aux erreurs d'identification du passé. Avant cette période, il était aussi plus fréquent d'identifier certains poissons à leur famille (e.g., cyprins) plutôt qu'à l'espèce. Il est à noter que les lacs ayant seulement des données sélectives provenant d'ensemencements ou de retraits d'espèces ciblées ont été considérés pour compléter, de façon informelle, la base de données pour les 320 lacs.

Tableau 1. Répartition des connaissances des lacs et des sous-bassins versant de la rivière Rimouski selon les périodes d'inventaire.

	lacs admissibles	Compilation des données existantes avant 2003		Échantillonnage 2003	Données complètes corrigées après échantillonnage 2003	
		intégrales	récentes	lacs ciblés	intégrales	récentes
<b>Nombre de lacs</b>						
Total :	320	119	80	59	143	125
(%) :	100	37,2	25,0	18,4	44,7	39,1
<b>Superficie lacs (ha)</b>						
Total :	5721,4	4668,8	2722,9	2568,3	4864,0	4722,0
(%) :	100,0	81,6	47,6	44,9	85,0	82,5
Moyenne :	17,9	39,2	34,0	43,5	34,0	37,8
Écart-type :	65,5	103,3	68,1	126,1	95,0	101,0
<b>Nombre de sous-bassins</b>						
Total :	55	43	37	39	51	51
(%) :	50,9*	72,9	67,3	70,9	92,7	92,7
<b>Superficie sous-bassins (km<sup>2</sup>)</b>						
Total :	1380,8	1096,3	969,9	1033,4	1309,4	1309,4
(%) :	84,5*	79,4	70,2	74,8	94,8	94,8
<b>Nombre de lacs/sous-bassins</b>						
Moyenne :	5,8	2,2	1,5	1,1	2,6	2,3
Écart-type :	4,8	2,4	1,9	1,1	2,3	2,0

\* 108 sous-bassins versants au total représentent 1635 km<sup>2</sup>



**Figure 3 :** Répartition des 320 lacs répondant aux critères d’admissibilité et des 119 lacs avec données selon la méthode de compilation des données historiques (phase 1) afin de dresser le portrait historique de diversité ichthyenne à l’échelle du bassin versant de la rivière Rimouski.

## Phase 2 : Choix des lacs prioritaires

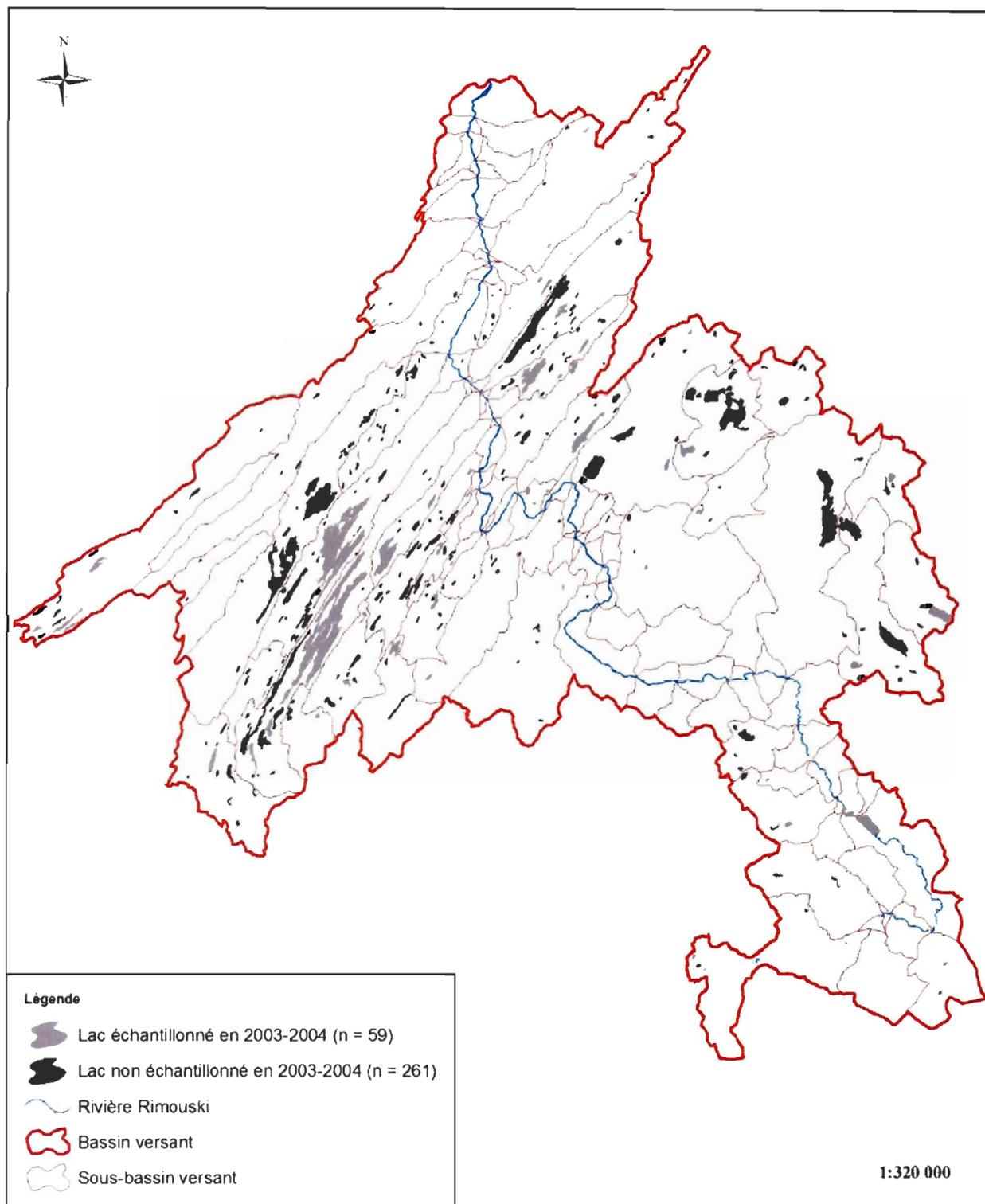
Après une première analyse des données historiques, l'identification des lacs sans données ou avec des données incomplètes sur la diversité des poissons a été effectuée. Une grille de sélection des lacs a été élaborée suivant cinq critères, en ordre d'importance : (1) accessibilité, (2) données incomplètes, (3) connaissance du plan d'eau, (4) degré de connectivité et (5) superficie. L'explication de chacun des critères est donnée au tableau 2. Cette grille a permis d'estimer le nombre de lacs nécessaire (59 lacs) pour compléter le portrait global de diversité et d'identifier les plans d'eau les plus prioritaires (priorité 1) en tenant compte de leur répartition pour chacun des sous-bassins du réseau hydrographique de la rivière Rimouski. Une seconde liste de 51 lacs de priorité 2 servait à remplacer certains lacs prioritaires si l'accès à ces lacs était difficile ou refusé (particulièrement sur les terres privées). Les lacs de priorité 2 devaient être situés dans le même sous-bassin et en connexion ou à proximité du lac ciblé. Outre les 80 lacs avec données récentes, les 130 derniers lacs n'ont pas été sélectionnés (priorité 3), car leur portée pour cette étude, selon la grille de sélection, et leur potentiel de contribution pour décrire la diversité à l'échelle du bassin versant semblent marginales.

Au total 59 lacs de 1,06 à 760,47 ha (tableau 1) qui se retrouvent dans 39 sous-bassins d'importance (ordre 2 ou 3) ont été échantillonnés, principalement en 2003, afin d'obtenir un portrait global et représentatif de la diversité ichthyenne pour tout le bassin versant de la rivière Rimouski. Parmi ces lacs, trois diagnostics prévues (2003) par d'autres organismes (Université du Québec à Rimouski (UQAR) et MRNF) ont été réalisées, ainsi que deux autres pour l'année 2004 (UQAR). En somme, 56 lacs échantillonnés étaient de priorité 1, un seul de priorité 2 et deux non prioritaires (priorité 3). Ces lacs de priorité 2 ou 3 ont été visités par des biologistes de l'UQAR dans le cadre d'un autre projet ou simplement par méprise (échantillonnage d'un lac non sélectionné) (figure 4 et annexe 1).

Tableau 2. Grille de sélection des lacs échantillonnés en 2003 dans le bassin de la rivière Rimouski, Québec.

Critères pour le choix des lacs	Commentaires
1. Accessibilité	Un accès (en automobile, 4X4 ou par un sentier) jusqu'au plan d'eau doit être identifié sur les cartes pour qu'un lac puisse être sélectionné.
2. Lacs avec données incomplètes	Les lacs qui possèdent déjà des données fiables (provenant de pêches expérimentales) et récentes (moins de 15 ans) mais qui sont incomplètes (nasses ou filets) ont été retenus pour compléter l'information.
3. Connaissance du plan d'eau	Les lacs n'ayant aucune donnée qui se situent aussi dans des secteurs peu connus (souvent privés) ont été retenus pour compléter l'information.
4. Degré de connectivité	Les lacs peu connectés ou éloignés ont été retenus pour compléter l'information. De plus, les lacs connectés et centraux dans un groupe de lacs peu connus ont été retenus pour compléter l'information. Ces derniers, contiennent possiblement la même diversité de poissons que les lacs proximaux connectés.
5. Superficie	Les lacs de plus grande superficie ont été retenus pour compléter l'information, notamment ceux de 2 ha et plus. Les lacs inférieurs à 1 ha ont été ignorés, sauf s'ils portent un nom et sont connus.

Les critères ont été établis à l'aide des cartes topographiques (1 : 20 000 du MRNF) et du SIG du CBRR.



**Figure 4 :** Répartition des 59 lacs échantillonnés en 2003-2004 selon la combinaison de la méthode par choix des lacs prioritaires (phase 2) et la méthode par l'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information (phase 3) sur le total des 320 plans d'eau répondant aux critères d'admissibilité afin de compléter le portrait historique de diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski.

### Phase 3 : Échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information

L'échantillonnage des 59 lacs s'est déroulé du 14 juin au 14 août 2003, sauf pour les lacs échantillonnés par l'UQAR (deux lacs, les 6 et 7 septembre 2003 et deux lacs, les 4 et 5 septembre 2004) et par le MRNF (un lac, le 20 août 2003 ). Les pêches expérimentales ont été effectuées à l'aide de filets expérimentaux pour l'omble de fontaine et de nasses (bourolles) métalliques standards. Les filets sont composés de six panneaux de 3,8 m de longueur par 1,8 m de hauteur, avec des tailles de mailles étirées de 25, 32, 38, 51, 64 et 76 mm, disposées de façon croissante. Pour dix lacs, principalement dans les lacsensemencés, ces filets ont été remplacés par des filets à cyprins composés de trois panneaux de 1,8 m de hauteur, dont les deux premiers ont 3,8 m de longueur et le dernier, 1,9 m (annexe 1). Ils ont été employés pour caractériser les espèces de plus petites tailles, comme les cyprins, tout en minimisant les captures de *Salvelinus fontinalis*. Les grandeurs des mailles étirées de 25, 32 et 38 mm ont été disposées de façon croissante. Les filets ont été installés aléatoirement à partir de la bordure du lac, perpendiculairement à la rive, en alternant les petites mailles vers le bord et le large. Des nasses appâtées avec du pain ont été disposées de façon aléatoire dans la zone littorale des lacs.

Les engins de capture ont été installés le jour pour être relevés le lendemain, ce qui correspond à un effort de pêche d'environ 24 heures par engin, soit une nuit-engin de pêche. Le nombre d'engins de pêche est proportionnel à la superficie du lac s'inspirant des normes minimales d'efforts d'échantillonnage (Ministère de l'Environnement et de la Faune, MEF, 1994). Pour les lacs de 5 ha ou moins, seulement deux filets ont été installés ; pour ceux de 5 à 25 ha, quatre filets ont été installés ; pour ceux de 25 à 50 ha, six filets ; et pour ceux de plus de 50 ha, huit filets. Le ratio nasses-filets a été d'environ 2,5 pour 1. La technique et les engins de pêche utilisés pour l'échantillonnage ont été choisis pour être fidèles à la méthode la plus utilisée dans le passé (Lamoureux et Courtois, 1986) et actuellement (MEF, 1994), dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski et pour minimiser les impacts des prélèvements sur leurs communautés piscicoles. Les activités de capture ont été effectuées dans le respect des directives d'un permis scientifique (N / Réf. : 20030612-022-01-S-P) accordé spécialement pour cette étude par la Société de la faune et des parcs du Québec (actuellement le MRNF).

Les poissons capturés ont été identifiés principalement sur le terrain, notamment les individus aux caractéristiques discriminantes évidentes, à l'aide du guide d'identification de Bernatchez et Giroux (2000). Les spécimens non identifiés sur le terrain ont été fixés dans du formol 3,7 % pendant une période d'environ 5 jours puis conservés dans de l'éthanol 70 %. Au laboratoire, les spécimens ont été identifiés au binoculaire à l'aide de diverses clés d'identification (Legendre, 1960 ; Scott et Crossman, 1974 ; Mongeau, 1998). De plus, M. Jean Leclerc et Mme Huguette Massé, deux spécialistes dans l'identification des poissons d'eau douce du MRNF, ont formé les intervenants (formation avancée dans l'identification des poissons dulcicoles), le tout pour permettre de reconnaître les espèces aux caractéristiques discriminantes peu évidentes (e.g., cyprins immatures) et ils ont aussi validé les identifications incertaines. La campagne d'échantillonnage 2003, excluant l'effort de l'UQAR (quatre lacs) et du MRNF (un lac), compte 36 983 poissons capturés.

### **Variation spatiale de la diversité**

Sept variables physiques des lacs (superficie, périmètre, développement du littoral, longueur et largeur maximale, altitude et position des lacs dans le bassin versant) pouvant facilement être obtenues à partir d'un SIG ont été utilisées pour vérifier leurs influences sur la répartition des poissons lacustre à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski. Le développement du littoral (ou de la rive) correspond à un indice de sinuosité ( $DL = L \times (2(\pi A)^{1/2})^{-1}$ ), calculé à partir du périmètre (L) et de la surface (A) d'un plan d'eau.

### **Variation temporelle de la diversité**

En guise de contrôle, le lac France (48°11'55'' N ; 68°35'00'' O), reconnu dans le bassin versant de la rivière Rimouski pour sa diversité élevée (plus de 10 espèces), a été échantillonné à trois reprises au cours de la saison estivale 2003 (15 juin, 13 juillet et 15 août). Un intervalle d'environ un mois entre chacune des pêches a été respecté. Cet échantillonnage exploratoire a été réalisé afin d'évaluer la variation temporelle des captures au cours de l'été. Les résultats de captures ont été combinés par campagne d'échantillonnage sans faire de distinctions entre les engins de pêche utilisés. La méthode de pêche décrite par le MEF (1994) a été appliquée.

### **Traitement des données**

L'information globale de la base de données complète des lacs a été incorporée au SIG du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide du logiciel ArcGis 8.3 (ESRI Inc, 1999-2006). L'ensemble des données géoréférencées a permis de dresser un premier portrait global de la répartition des espèces dans les lacs à l'échelle du bassin versant. Les cartes de localisation d'espèces par lacs et par sous-bassins sont présentées en annexes (2 à 19). Le logiciel ArcGis 8.3 (ESRI Inc, 1999-2006) a été utilisé pour faire le premier traitement et les requêtes qui ordonnent les fondements de l'outil d'aide décisionnel de gestion faunique. Cependant, le potentiel de l'outil est plus vaste car il permet d'effectuer des requêtes plus précises et complètes (e.g., espèces par lac, base de données complète sur l'information connue).

Les codes d'identification des espèces de poissons du MEF (1994) ont été utilisés pour faciliter les traitements (tableau 3). L'occurrence des poissons est exprimée dans la base de données selon un modèle de présence/absence. Jackson et Harvey (1997) suggèrent d'ailleurs ce type de modèle dans les études sur les communautés lacustres afin de limiter les biais attribuables à l'efficacité variable des estimations des engins de pêche selon les espèces et les tailles de poissons. Ces données ont été jumelées aux variables abiotiques physiques et spatiales des lacs, provenant de la cartographie géoréférencée du SIG du bassin versant de la rivière Rimouski, afin de réaliser les traitements statistiques.

Des analyses de variance (ANOVA) à un facteur avec réplication ont permis de vérifier les similitudes de superficie des lacs selon les méthodes d'échantillonnage. Des coefficients de corrélation de Pearson ont été calculés pour mesurer la relation entre la richesse des plans d'eau et leur superficie. La normalité des données et l'homogénéité des variances ont été vérifiées respectivement avec un test de Kolmogorov-Smirnov et un test de Levene. Des analyses de groupement à liens moyens à l'aide de l'indice de similarité de Jaccard ont été effectuées pour les différents échantillonnages. L'indice de Jaccard permet d'exclure les similitudes de doubles absences (00). Le critère pour définir les groupements a été choisi à partir du coefficient d'agglomération (Kaufman et Rousseeuw, 1990). Finalement, pour chacun des échantillonnages, une analyse canonique de redondance (RDA) a été réalisée

pour mettre en relief la présence des espèces et certaines caractéristiques physiques du milieu selon la méthode de Legendre et Legendre (1998). La méthode du facteur d'inflation de la variance (VIF) a été employée pour éviter la multicollinéarité entre les variables physiques. Une valeur de VIF supérieure à 10 indiquait la présence de multicollinéarité. Seulement quatre valeurs ont été retenues (altitude, position, largeur maximale et développement de la rive). La correspondance entre le numéro des sites et le nom des lacs est présentée à l'annexe 20. Le logiciel SYSTAT 11 (SYSTAT software inc., 2004) a été utilisé pour effectuer les tests statistiques et le logiciel R 2.7.0 (R Development Core Team, 2008) pour les méthodes de groupements et les RDA.

Tableau 3. Codes associés aux noms latins et français des espèces de poissons retrouvées dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski.

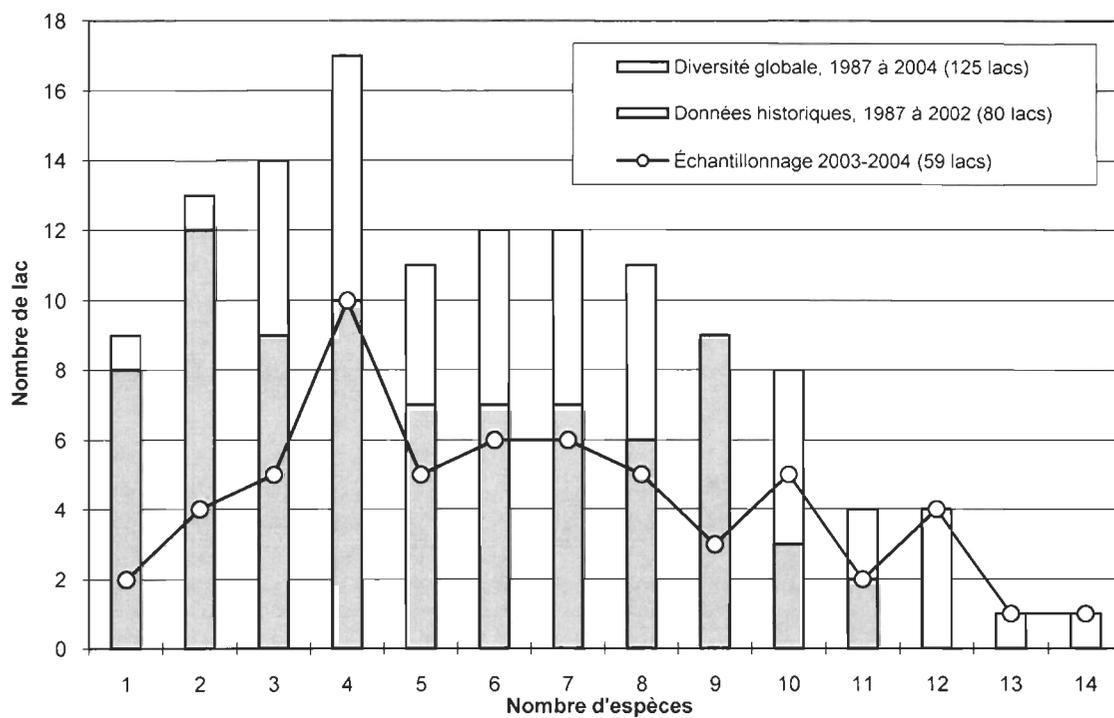
Espèces		
Noms latin	Noms français	Codes
<i>Anguilla rostrata</i>	Anguille d'Amérique	ANRO
<i>Catostomus commersoni</i>	Meunier noir	CACO
<i>Cottus cognatus</i>	Chabot visqueux	COCO
<i>Carassius auratus</i>	Carassin	CAAU
<i>Couesius plumbeus</i>	Méné de lac	COPL
<i>Margariscus margarita</i>	Mulet perlé	SEMA
<i>Notemigonus crysoleucas</i>	Méné jaune	NOCR
<i>Notropis cornutus</i>	Méné à nageoires rouges	NOCO
<i>Notropis heterodon</i>	Menton noir	NOHD
<i>Notropis heterolepis</i>	Museau noir	NOHL
<i>Phoxinus eos</i>	Ventre rouge du Nord	PHEO
<i>Phoxinus neogaeus</i>	Ventre citron	PHNE
<i>Pimephales promelas</i>	Tête-de-boule	PIPR
<i>Rhinichthys atratulus</i>	Naseux noir	RHAT
<i>Semotilus atromaculatus</i>	Mulet à cornes	SEAT
<i>Semotilus corporalis</i>	Ouitouche	SECO
<i>Fundulus diaphanus</i>	Fondule barré	FUDI
<i>Lota lota</i>	Lotte	LOLO
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Épinoche à trois épines	GAAC
<i>Pungitius pungitius</i>	Épinoche à neuf épines	PUPU
<i>Ictalurus nebulosus</i>	Barbotte brune	ICNE
<i>Perca flavescens</i>	Perchaude	PEFL
<i>Salvelinus alpinus</i>	Ombre chevalier	SASV
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Ombre de fontaine	SAFO
<i>Salvelinus namaycush</i>	Touladi	SANA
<i>Umbra limi</i>	Umbre de vase	UMLI

## RÉSULTATS

### Diversité ichthyenne

#### Données historiques

L'étape préliminaire (phase 1) a permis de recenser l'ensemble des données historiques entre 1956 et 2002 sur la répartition des poissons qui se retrouvent dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski. Durant cette période, 23 espèces de poissons dulcicoles ( $\bar{x} = 3,7$  espèces par lac) ont été identifiées dans le bassin versant. Mais depuis 1987, 22 espèces ( $\bar{x} = 4,1$  espèces par lac) ont été identifiées en milieu lacustre et leur nombre par lac varie de 0 à 10 (tableau 4 et figure 5) ; l'espèce manquante étant *Semotilus corporalis*. La période de 1987 à 2002 correspond à la période la plus active de récolte de données et la plus susceptible de fournir des résultats précis sur la répartition des espèces (tableau 3). En somme, 80 plans d'eau ( $\bar{x} = 34,0$  ha) inclus dans 37 (67,3 %) des 55 sous-bassins comportent des données valables (complètes ou pouvant être complétées) et récentes de moins de 15 ans (1987 à 2002). Ces 80 plans d'eau représentent 25 % des lacs, soit une surface de près de 47,6 % de la superficie totale des plans d'eau (tableau 1). La richesse piscicole de ces lacs est positivement corrélée avec leurs superficies ( $r = 0,56$  ;  $n = 80$  ;  $p < 0,001$ ). Par ailleurs, ces données augmentent à 119 lacs ( $\bar{x} = 39,2$  ha) et 43 sous-bassins (72,9 %) lorsque l'ensemble de l'information disponible et recevable est considéré. Ils représentent 37,2 % des lacs pour une surface équivalente à 81,6 % de la superficie totale des lacs à l'étude.



**Figure 5 :** Distribution du nombre d'espèces de poissons par lac dans le bassin versant de la rivière Rimouski selon les trois méthodes.

Tableau 4. Répartition des familles et des espèces de poissons retrouvées dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski, selon les méthodes d'inventaire.

		Nombre de lacs par méthode					
			Données historiques		Pêche 2003-2004	Diversité globale	
Familles	Codes d'espèces	320 lacs (nombre de bassins)	80 lacs (1987 à 2002)	119 lacs (total)	59 lacs	125 lacs (1987-2004)	143 lacs (total)
Anguillidés	ANRO	6 (5)	3	5	0	5	6
Catostomidés	CACO	42 (19)	25	36	21	38	41
Cottidés	COCO	4 (3)	3	4	0	4	4
Cyprinidés	CAAU	1 (1)	0	0	1	1	1
Cyprinidés	COPL	37 (18)	25	29	15	35	36
Cyprinidés	SEMA	68 (28)	37	45	32	63	67
Cyprinidés	NOCR	4 (3)	2	2	1	3	3
Cyprinidés	NOCO	12 (8)	6	11	9	11	12
Cyprinidés	NOHD	1 (1)	0	0	1	1	1
Cyprinidés	NOHL	9 (6)	1	1	8	9	9
Cyprinidés	PHEO	88 (34)	36	50	47	80	87
Cyprinidés	PHNE	56 (27)	28	28	28	55	55
Cyprinidés	PIPR	21 (11)	3	3	18	21	21
Cyprinidés	RHAT	34 (21)	11	13	23	33	33
Cyprinidés	SEAT	71 (27)	40	56	30	63	70
Cyprinidés	SECO	1 (1)	0	2 <sup>1</sup>	0	0	1
Cyprinodontidés	FUDI	8 (5)	2	2	7	8	8
Gadidés	LOLO	3 (3)	3	3	2	3	3
Gastérostéidés	GAAC	35 (19)	20	28	14	31	34
Gastérostéidés	PUPU	5 (5)	2	2	4	5	5
Ictaluridés	ICNE	9 (5)	8	8	4	9	9
Percidés	PEFL	6 (4)	2	4	3	5	5
Salmonidés	SASV	6 (4)	3	4	3	6	6
Salmonidés	SAFO	124 (42)	64	101	47	98	115
Salmonidés	SANA	1 (1)	1	1	0	1	1
Umbridés	UMLI	1 <sup>2</sup> (1)	0	0	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>	1 <sup>2</sup>
11	Nombre d'espèces recensées :	26	22	23	22	25	26
	Nombre moyen d'espèces par lac :		4,1	3,7	5,5	4,7	4,4
	Écart type :		2,9	2,7	3,3	3,2	3,1

1 : Il semble que l'identification de *Semotilus corporalis* soit une erreur pour le lac Boucher qui devait l'abriter (voir résultats).

2 : Le recensement d'*Umbra limi* provient d'une communication personnelle de Jean-Pierre Lebel, biologiste au MRNF, 2003.

### Échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information

Dans les phases 2 et 3, 59 lacs ( $\bar{x} = 43,5$  ha) ont été sélectionnés et échantillonnés afin de compléter le portrait de la diversité des poissons en lacs du bassin de la rivière Rimouski (figure 4 et annexe 1). Ces lacs sont inclus dans 39 (70,9 %) sous-bassins dont 10 n'ayant jamais été échantillonnés. Ainsi, 24 lacs ont été échantillonnés pour la première fois tandis que les 35 autres l'ont été à nouveau dans le but de compléter leurs portraits ou afin d'actualiser leurs résultats. Pour ces lacs, il manquait soit une pêche aux filets ou avec nasses ou bien alors les résultats dataient de plus de 15 ans (annexe 1). En tout, 22 espèces ( $\bar{x} = 5,5$  espèces par lac) ont été répertoriées (tableau 4) et leur nombre par plan d'eau varie de 0 à 13 (figure 5). Les 59 lacs visités représentent 18,4 % de l'ensemble des lacs ciblés de l'aire d'étude, pour une surface correspondante de 44,8 % de la superficie des lacs (tableau 1). La richesse spécifique des 59 lacs n'est pas corrélée significativement avec leur superficie ( $r = 0,20$  ;  $n = 59$  ;  $p = 0,124$ ).

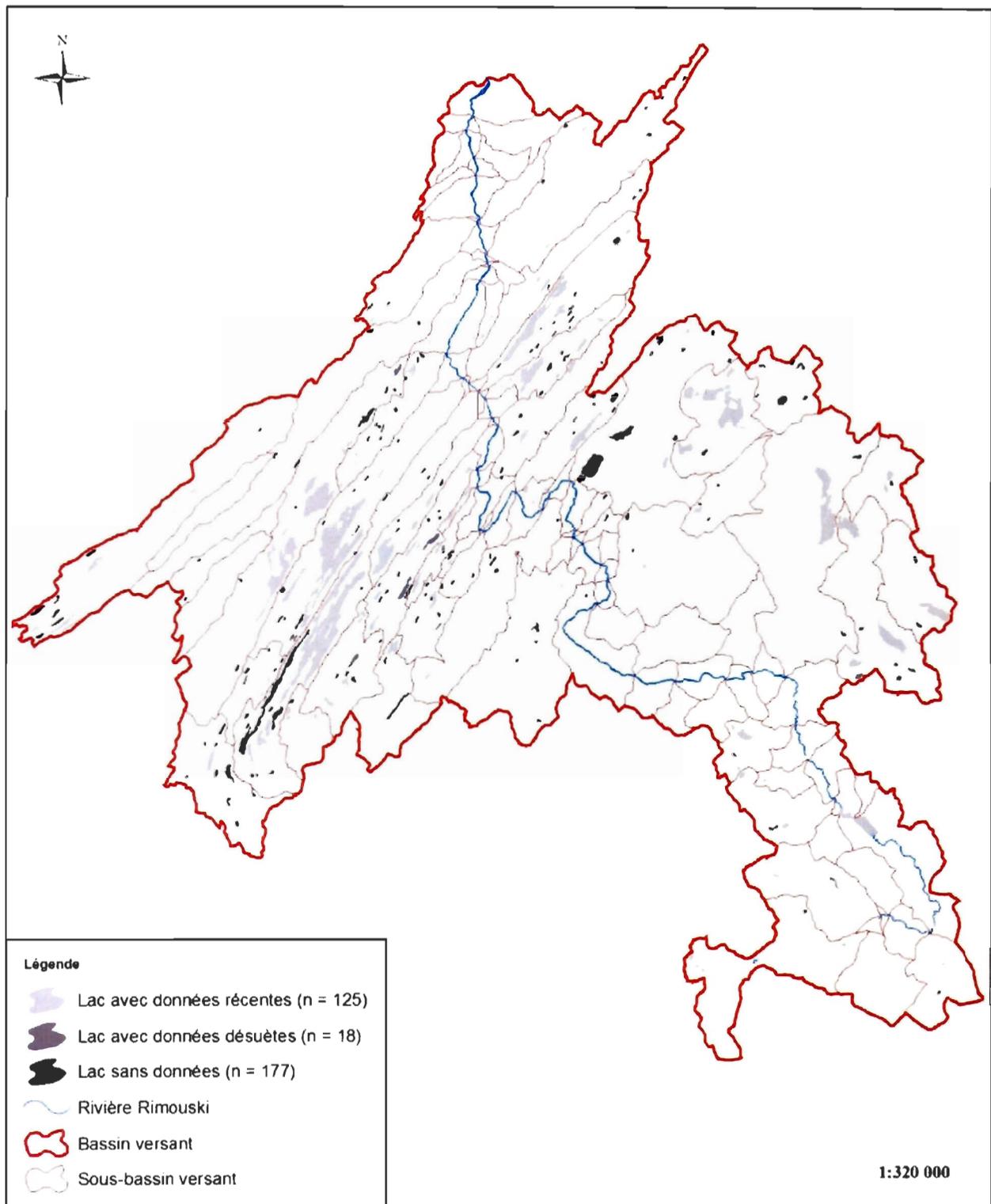
### Diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski

La diversité ichthyenne lacustre du bassin versant de la rivière Rimouski a été évaluée en combinant les résultats de la compilation des données historiques (avant 2003) avec ceux des lacs retenus pour compléter l'information (2003-2004). Les superficies moyennes des lacs, retrouvées dans chacune des phases, ne sont pas significativement différentes ( $F_{5,840} = 2,05$  ;  $p = 0,069$ ) (tableau 1). Ainsi, 125 lacs ( $\bar{x} = 37,8$  ha) sont répertoriés avec des données sur les espèces qui sont récentes (depuis 1987) et conformes pour l'étude (figure 6). En tout, 14 lacs ont été échantillonnés avec les deux façons ou à deux reprises depuis 15 ans. De ce fait, il a été possible de vérifier l'exactitude de la richesse de certains plans d'eau et l'identification d'espèces récemment reconnues ou confondues dans les lacs du territoire (e.g., *Semotilus atromaculatus* avec *Pimephales promelas*). Quatre espèces (*Anguilla rostrata*, *Cottus cognatus*, *Salvelinus namaycush* et *Semotilus corporalis*) n'ont pas été confirmées avec l'échantillonnage 2003 et trois autres (*Carassius auratus*, *Notropis heterodon* et *Umbra limi*) ont été mentionnées pour la première fois. La richesse globale pour ces 125 lacs est de 25 espèces et elle varie de 0 à 13 espèces par plan d'eau ( $\bar{x} = 4,7$  espèces par lac) (figure 5). Ces espèces sont regroupées dans 11 familles (tableau 4). Près de la moitié des espèces appartiennent à la famille des cyprinidés (12/25) tandis que les

salmonidés et les gastérostéidés représentent respectivement trois et deux espèces. Les huit autres familles sont représentées par une seule espèce chacune. De plus, la richesse est légèrement corrélée avec la superficie des lacs ( $r = 0,31$  ;  $n = 125$  ;  $p < 0,001$ ). Le sous-bassin de la rivière France (no. 6) est le sous-bassin avec la richesse maximale de 14 espèces. Dans ce même sous-bassin, le lac France est le plan d'eau abritant la plus importante diversité, soit 13 espèces.

L'ensemble des lacs composés d'une diversité piscicole connue ( $n = 125$ ) se retrouve dans 51 des 55 (92,7 %) sous-bassins. Parmi ces sous-bassins, il y en a neuf, où tous les lacs comportent des données d'inventaire. Les 125 plans d'eau représentent respectivement 39,1 % de la totalité des 320 lacs à l'étude et 82,5 % de leur superficie (tableau 1). Par ailleurs, 18 lacs viennent s'ajouter et présentent des résultats valables mais âgés de plus de 15 ans, ce qui porte le compte à 143 lacs ( $\bar{x} = 34,0$  ha). Ces lacs accroissent respectivement à 44,7 % et 85,0 % leur proportion relative au nombre de lacs total dans l'étude et à leur superficie. Par contre, l'ajout de ces 18 plans d'eau n'augmente pas la richesse répertoriée ( $\bar{x} = 4,4$  espèces par lac) ou le nombre de sous-bassins concernés ( $n = 51$ ).

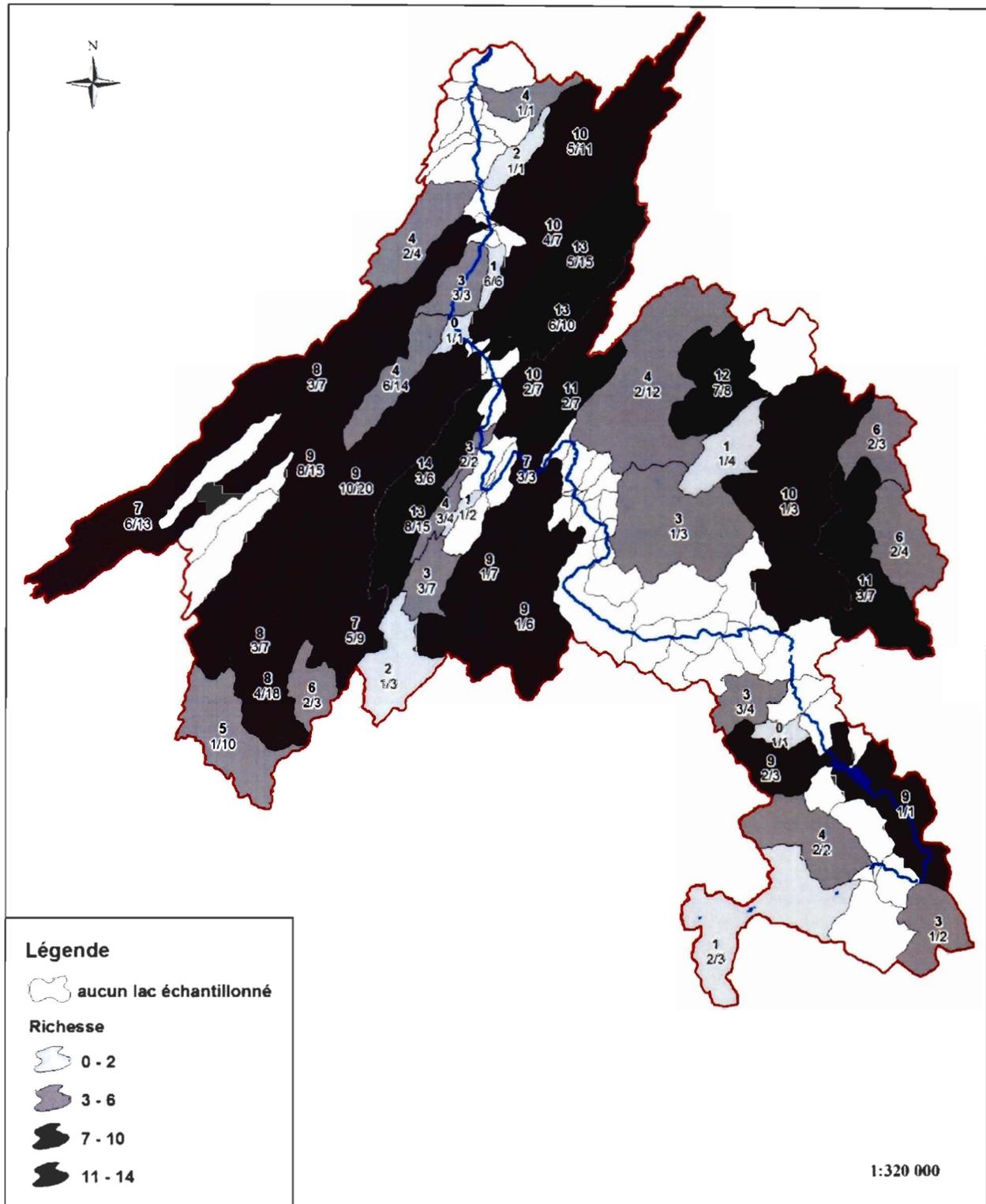
La diversité globale en lac, c'est-à-dire l'ensemble des occurrences répertoriées sur la répartition des espèces pour les 320 plans d'eau, incluant les lacs avec données partielles non retenues dans la présente étude, se résume à 26 espèces représentant 11 familles. Ces données dites partielles concernent seulement 11 espèces (*Catostomus commersoni*, *Couesius plumbeus*, *Gasterosteus aculeatus*, *Notemigonus crysoleucas*, *Perca flavescens*, *Phoxinus eos*, *Phoxinus neogaeus*, *Rhinichthys atratulus*, *Salvelinus fontinalis*, *Semotilus atromaculatus* et *Margariscus margarita*). Les cinq espèces les plus fréquentes (*Salvelinus fontinalis*, *Phoxinus eos*, *Margariscus margarita*, *Phoxinus neogaeus* et *Semotilus atromaculatus*) sont répertoriées dans 49 % ou plus des 55 sous-bassins, et quatre espèces (*Carassius auratus*, *Notropis heterodon*, *Salvelinus namaycush* et *Umbra limi*) se retrouvent dans un seul sous-bassin. *Salvelinus fontinalis* est l'espèce avec la distribution la plus vaste, toutes méthodes confondues (tableau 4).



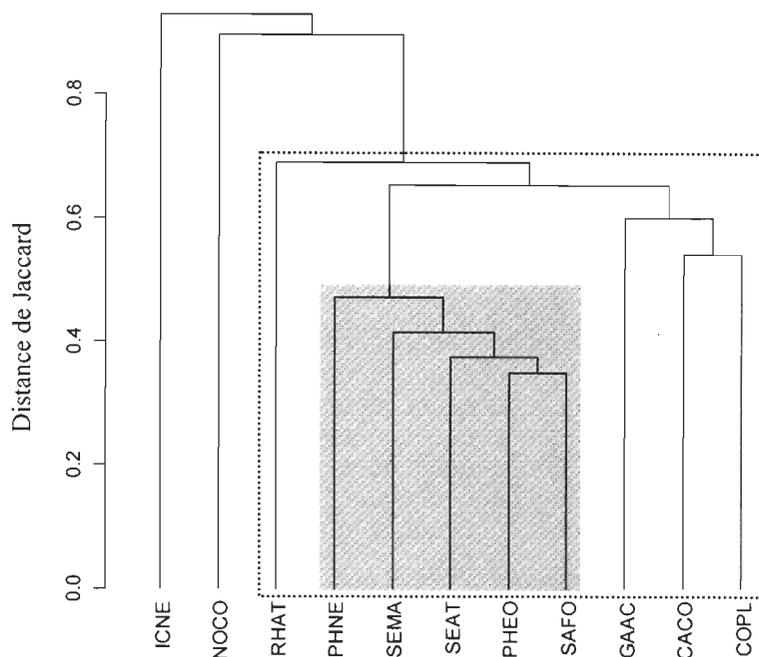
**Figure 6 :** Répartition globale de l'ensemble des lacs avec données regroupant l'information obtenue selon la combinaison de la méthode par compilation des données historiques (phase 1), de la méthode par choix des lacs prioritaires (phase 2) et de la méthode par l'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information (phase 3) sur le total des 320 plans d'eau répondant aux critères d'admissibilité afin de compléter le portrait actualisé de diversité ichtyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski.

La répartition spatiale de la richesse dans les sous-bassins versants semble démontrer une diversité plus élevée dans le secteur nord-ouest du bassin versant de la rivière Rimouski (figure 7). Ce secteur renferme plus de lacs par sous-bassins, même pour ceux d'ordre 3 qui atteignent jusqu'à un total de 20 plans d'eau. Les informations recueillies concernant la richesse dans les plans d'eau qui sont dans les sous-bassins qui renferment peu de lacs ( $\leq 4$ ) semblent être plus abondantes, notamment dans le secteur sud du bassin versant de la rivière Rimouski où 50 % ou plus des lacs des sous-bassins ont des données. Plusieurs petits sous-bassins le long de la rivière Rimouski présentent aucun lac avec données tandis que quelques sous-bassins du secteur centre sont représentés seulement par un lac avec données.

Les dendrogrammes regroupent 11, 15 et 17 espèces ayant des occurrences supérieures à 5 % pour chacune des méthodes d'échantillonnage (figures 8 à 10). La méthode de compilation des données historiques (80 lacs) présentent neuf espèces regroupées (*Salvelinus fontinalis*, *Semotilus atromaculatus*, *Margariscus margarita*, *Phoxinus eos*, *Phoxinus neogaeus*, *Rhinichthys atratulus*, *Catostomus commersoni*, *Couesius plumbeus* et *Gasterosteus aculeatus*). L'assemblage dominant combine cinq espèces, soit *Salvelinus fontinalis*, *Phoxinus eos*, *Semotilus atromaculatus*, *Margariscus margarita* et *Phoxinus neogaeus* tandis que l'assemblage secondaire comprend *Catostomus commersoni*, *Couesius plumbeus* et *Gasterosteus aculeatus* (figure 8). *Salvelinus fontinalis* et *Phoxinus eos* forment le tandem le plus évident.

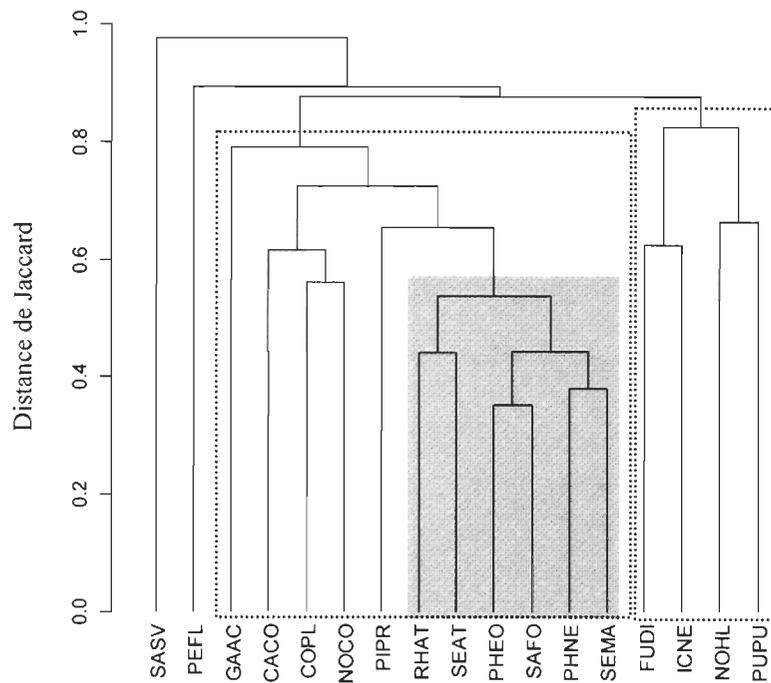


**Figure 7 :** Répartition spatiale de la richesse et du nombre de lacs avec données sur le total selon les sous-bassins, pour les 143 lacs avec données sur le total des 320 plans d'eau répondant aux critères d'admissibilité afin de compléter le portrait actualisé de diversité ichthyenne à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski.



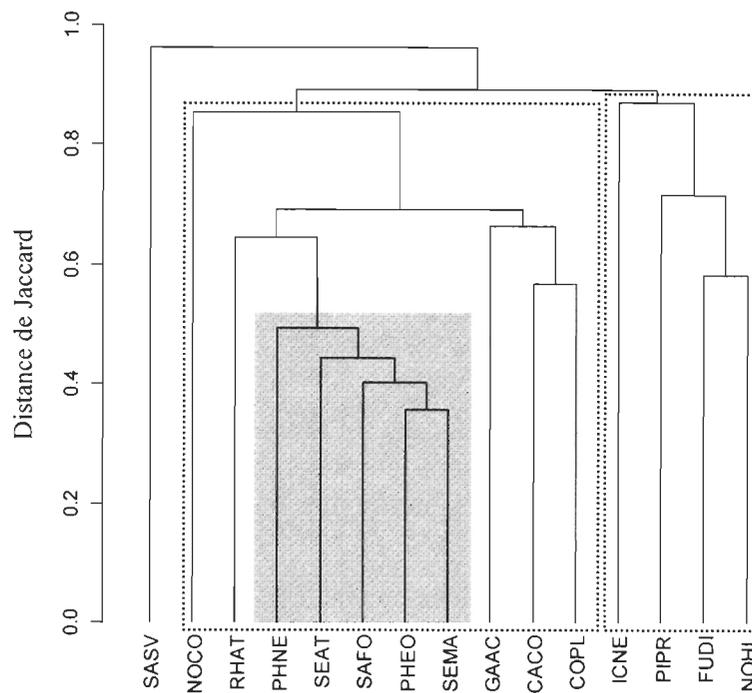
**Figure 8 :** Dendrogramme des espèces de poissons répartis dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide de l'indice de Jaccard (liens moyens) selon le portrait historique de diversité ichthyenne (80 lacs) qui découle de la compilation des données historiques (1987 à 2002). Le coefficient d'agglomération est de 0,40.

Les assemblages provenant de la méthode d'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs) présentent deux grands groupes constitués respectivement de 11 et quatre espèces (figure 9). C'est *Notropis cornutus* et *Pimephales promelas*, ajoutés aux neuf espèces regroupés provenant de la compilation des données historiques, qui forment le premier grand groupe. Il renferme aussi un groupement dominant de six espèces (*Salvelinus fontinalis*, *Phoxinus eos*, *Margariscus margarita*, *Phoxinus neogaeus*, *Rhinichthys atratulus* et *Semotilus atromaculatus*) et un groupe secondaire de trois espèces (*Notropis cornutus*, *Couesius plumbeus* et *Catostomus commersoni*). Tout comme pour la compilation des données historiques, *Salvelinus fontinalis* et *Phoxinus eos* forment le tandem le plus évident. Le second grand groupe est composé de *Fundulus diaphanus*, *Ictalurus nebulosus*, *Notropis heterolepis* et *Pungitius pungitius*.



**Figure 9 :** Dendrogramme des espèces de poissons répartis dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide de l'indice de Jaccard (liens moyens) selon l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaires) dans le but de compléter le portrait historique de diversité ichthyenne. Le coefficient d'agglomération est de 0,40.

Le portrait actualisé de la diversité ichthyenne (125 lacs) renferme deux grands groupes constitués respectivement de dix et quatre espèces (Figure 10). Ces regroupements sont similaires à ceux retrouvés selon l'échantillonnage 2003-2004. Les principales différences sont l'absence de *Pimephales promelas* dans le premier grand groupe et son ajout dans le deuxième où il remplace, jusqu'à un certain point, *Pungitius pungitius*. Un regroupement dominant de cinq espèces et un secondaire de trois espèces, respectivement les mêmes présentés par le portrait historique de diversité, semble se reproduire. Le tandem le plus évident est constitué de *Margariscus margarita* et *Phoxinus eos*, bien que *Salvelinus fontinalis* soit relié de près à ces derniers.

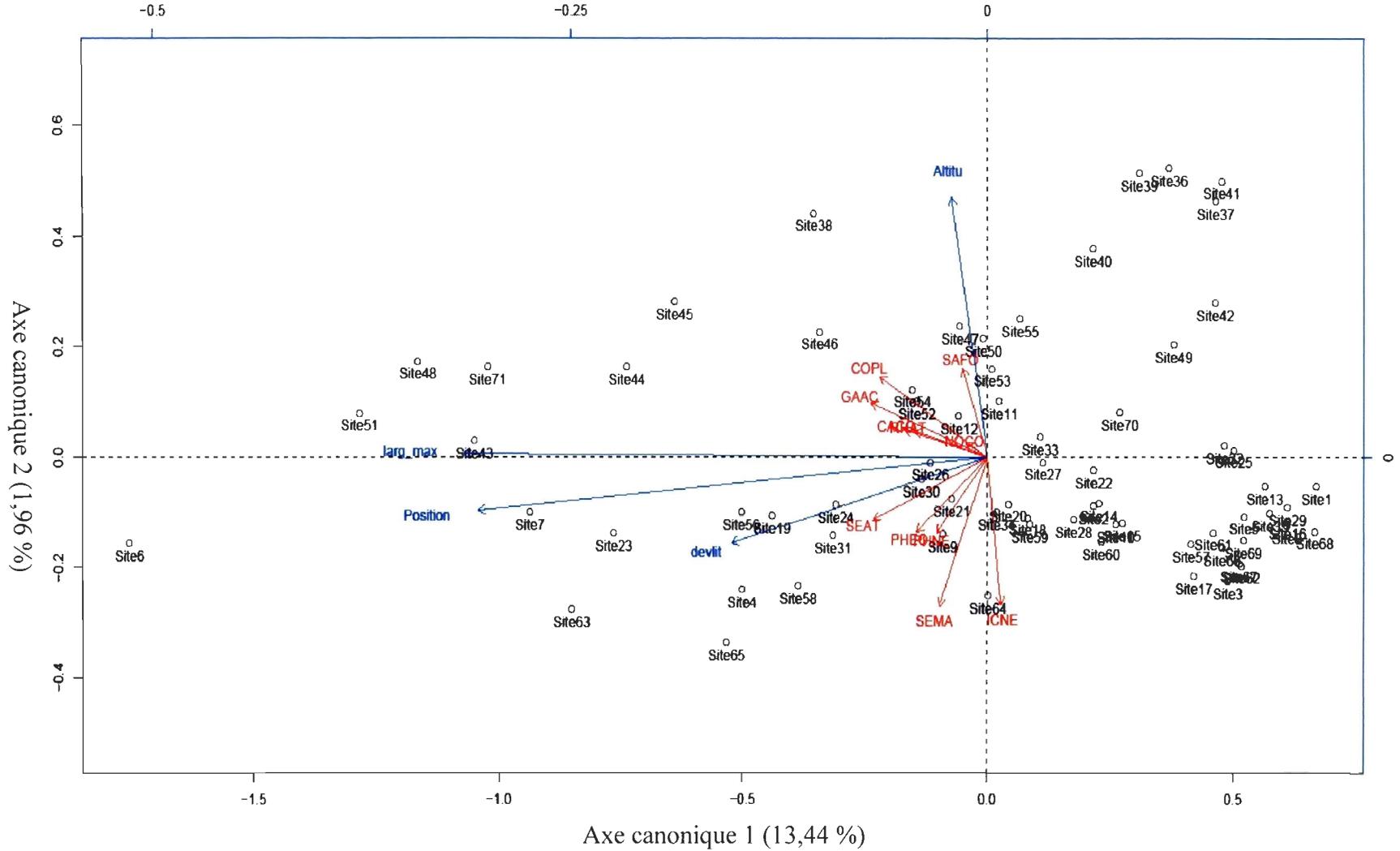


**Figure 10 :** Dendrogramme des espèces de poissons répartis dans les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski à l'aide de l'indice de Jaccard (liens moyens) selon le portrait actualisé de la diversité ichthyenne (125 lacs) qui découle de la compilation des données historiques entre 1987 et 2002 (80 lacs) et de l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaire). Le coefficient d'agglomération est de 0,37.

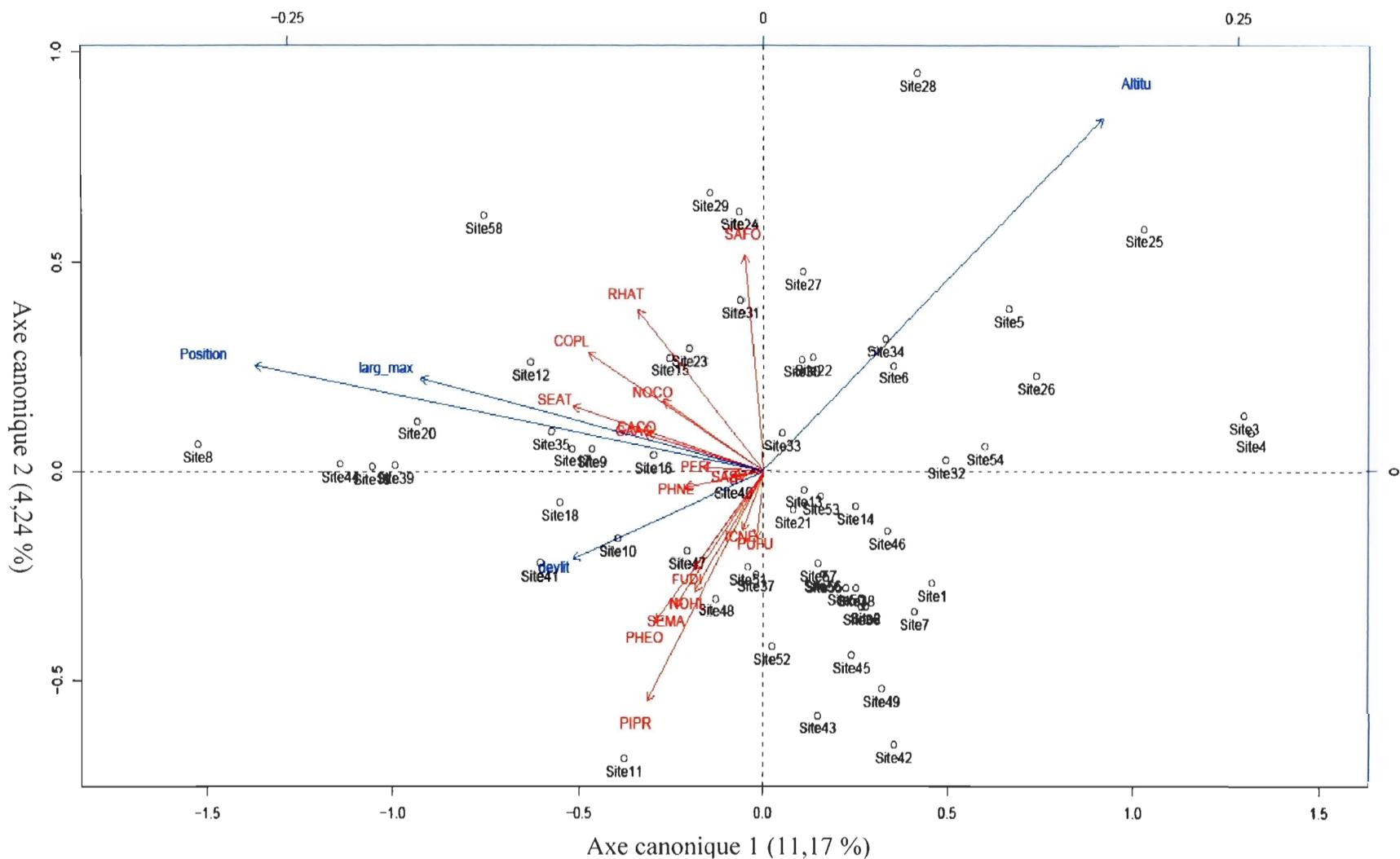
### Variation spatiale de la diversité ichthyenne selon les variables physiques

Les analyses canoniques de redondance (RDA ; figures 11 à 13) présentent les relations entre les facteurs physiques des lacs et la composition des espèces de poissons à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski. Il faut demeurer prudent dans l'interprétation de ces résultats compte tenu du nombre de variables physiques mesuré et retenu pour les analyses. En fait, ces relations n'expliquent que 15,4 %, 15,4 % et 13,1 % de la variance pour les échantillonnages de 59, 80 et 125 lacs, respectivement. Cependant, pour toutes les méthodes, il semble que la position dans le bassin versant, la largeur maximale, et dans une moindre mesure, le développement du littoral des lacs influent la diversité des communautés de poissons lacustres. Ainsi, la diversité semble être plus élevée dans les grands lacs situés en aval des sous-bassins versant. L'altitude des lacs serait le facteur ayant

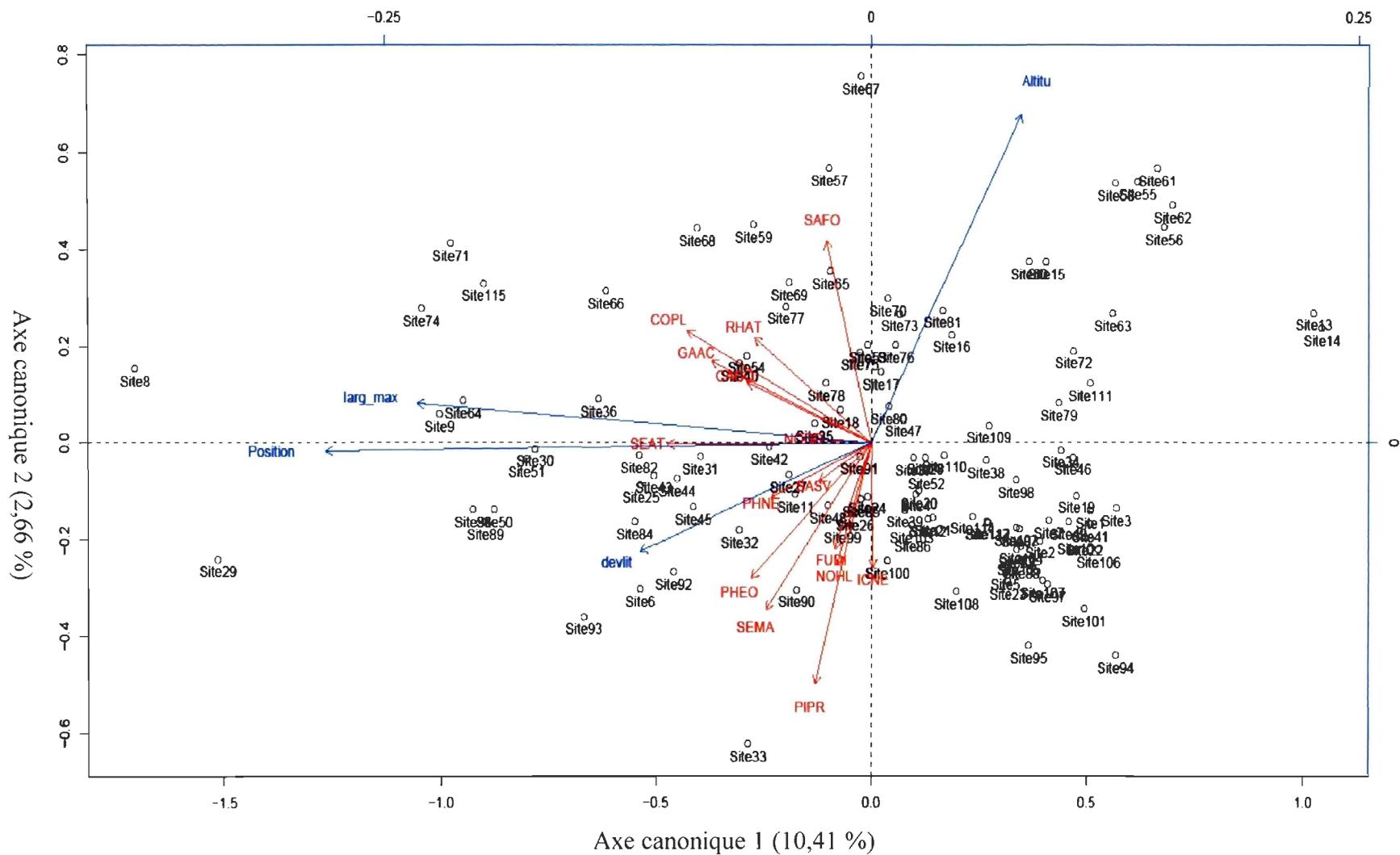
le moins d'impact sur la répartition des poissons en général. Cependant, la répartition de *Salvelinus fontinalis* semble être influencée positivement par cette variable. Cette espèce semble démontrer, dans une certaine mesure, une dominance dans les lacs de têtes de bassins versants où la diversité serait plutôt faible.



**Figure 11 :** Analyse canonique de redondance de la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski selon le portrait historique de diversité ichthyenne (80 lacs) qui découle de la compilation des données historiques (1987 à 2002). Les échelles à droite et en haut du graphique représentent celles des vecteurs des variables physiques.



**Figure 12 :** Analyse canonique de redondance de la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski selon l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaires) dans le but de compléter le portrait historique de diversité ichthyenne. Les échelles à droite et en haut du graphique représentent celles des vecteurs des variables physiques.



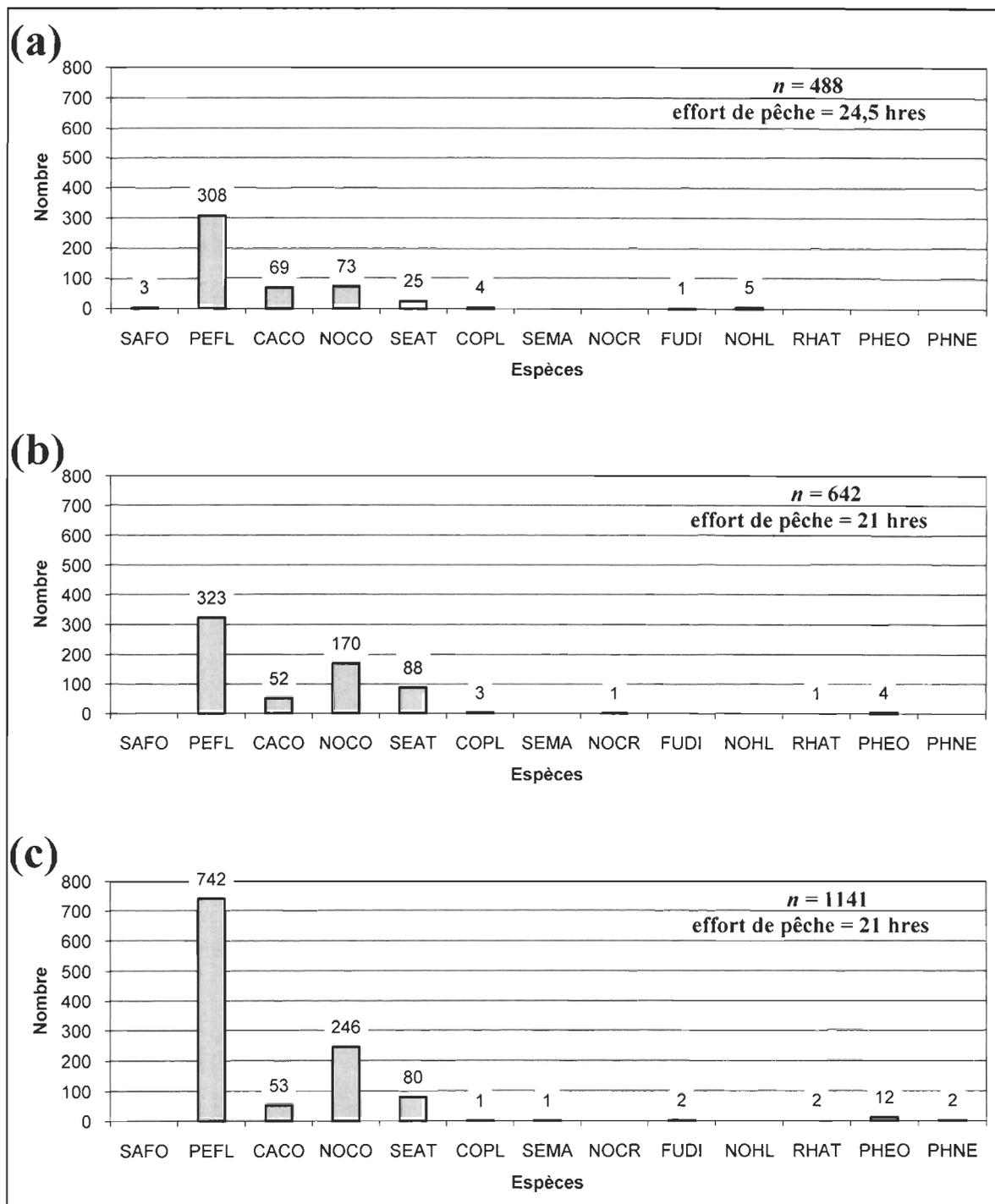
**Figure 13 :** Analyse canonique de redondance de la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski selon le portrait actualisé de la diversité ichthyenne (125 lacs) qui découle de la compilation des données historiques entre 1987 et 2002 (80 lacs) et de l'échantillonnage 2003-2004 (59 lacs prioritaire). Les échelles à droite et en haut du graphique représentent

### **Variation temporelle de la diversité ichthyenne**

Afin de vérifier la fiabilité des engins de pêche sur la représentativité et l'estimation de la richesse, le lac France, dans la Réserve faunique Duchénier, a été échantillonné à trois reprises entre le 13 juillet et le 15 août 2003. Les trois échantillonnages combinés de ce lac ont révélé la présence de 13 espèces de poissons (figure 14).

Les deux premières récoltes ont permis de dénombrer huit espèces, tandis que la dernière en comptait dix. Seulement cinq espèces ont été capturées dans toutes les campagnes d'échantillonnage. Parmi ces dernières, quatre (*Perca flavescens*, *Notropis cornutus*, *Semotilus atromaculatus* et *Catostomus commersoni*) ont toujours eu une abondance grandement supérieure, et de loin, à toutes les autres espèces. *Salvelinus fontinalis* n'a été capturé que lors du premier échantillonnage ( $n = 3$ ). *Perca flavescens* est l'espèce la plus abondante, avec des quantités supérieures à 300 individus capturés et un maximum de 742 individus lors du dernier échantillonnage. Malgré un effort de capture similaire, le nombre de prises total augmente durant l'été.

Bien que tous les données de captures aient été regroupés, il a été observé que l'ensemble des *Salvelinus fontinalis*, *Perca flavescens*, *Catostomus commersoni*, *Couesius plumbeus* et *Notemigonus crysoleucas* ainsi que la plupart des *Notropis cornutus* et *Semotilus atromaculatus* ont été capturés à l'aide des filets. Cette technique de pêche a permis de capturer beaucoup plus d'individus que les nasses. Ces dernières ont aussi obtenu des captures beaucoup moins constantes. Par contre, le nombre d'espèces est comparable selon les techniques de pêches ( $n = 7$  pour les filets et  $n = 8$  pour les nasses).



**Figure 14 :** Répartition des captures au lac France lors de trois échantillonnages reproduits à un mois d'intervalle, le 15 juin (a), le 13 juillet (b) et le 15 août (c) 2003.

## DISCUSSION

Le travail réalisé dans ce mémoire a permis de dresser la première représentation complète de diversité ichthyenne lacustre du bassin versant de la rivière Rimouski. Ce portrait, basé sur une approche innovatrice et une méthode structurée de cueillette des données, pourra servir les pratiques des gestionnaires halieutiques du territoire.

### **La diversité, la répartition et la variabilité spatiale des espèces**

La grande superficie et le grand nombre de lacs du bassin versant de la rivière Rimouski nous ont limité à mesurer des variables faciles à obtenir. Cette étude a donc mis l'emphase principalement sur des facteurs abiotiques tels que des variables physiques et spatiales des lacs (e.g., superficie, altitude) provenant d'informations rapidement disponibles (cartes ou SIG). Cette approche a donc été favorisée malgré le fait que la dynamique des communautés ichthyennes soit influencée aussi par d'autres facteurs abiotiques et biotiques (Dunson et Travis, 1991 ; Jackson *et al.*, 1992 ; Jackson et Harvey, 1993 ; Brazner et Beals, 1997 ; Helfman *et al.*, 1997). Ce choix entraîne nécessairement une faible variance expliquée par les analyses de redondance.

La combinaison des résultats obtenus dans chacune des phases (1 à 3) permet de présenter la diversité ichthyenne en lacs pour le territoire couvert par le bassin versant de la rivière Rimouski. Bien que Bertolo et Magnan (2006) n'aient pas capturé les mêmes espèces lors de leur étude, ils ont obtenu des richesses par lac similaires ( $\bar{x} = 4,6$ , étendue de 1- 9) dans des plans d'eau du Bouclier canadien qui se retrouvent dans les bassins versants des rivières Outaouais, Saguenay et Saint-Maurice. Ils ont aussi dénombré 24 espèces, incluant un regroupement de cyprins, ce qui est similaire aux observations faites dans le bassin de la rivière Rimouski. En effet, la richesse globale de 25 espèces regroupées dans 11 familles est plausible, car près de la moitié des espèces (12 / 25) sont des cyprins reconnus pour former la famille la plus diversifiée dans le monde (Berra, 2001 ; Nelson, 2006). Leur importance comme poissons appâts, qui ont pu mener à des introductions (MLCP, 1989),

jumelée à leur facilité d'adaptation et le fait qu'ils soient prolifiques (Bernatchez et Giroux, 2000), peuvent expliquer en partie cette représentativité au sein de cette étude. D'ailleurs, la richesse des lacs est corrélée avec la superficie, un phénomène pouvant s'expliquer par un potentiel plus élevé en termes de diversité d'habitats (Olden *et al.*, 2001) et de fréquentation humaine (MLCP, 1989). Pour la présente étude, le plus grand nombre de données historiques (phase 1), surtout axées sur les grands plans d'eau, versus les données provenant de la campagne d'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information (phase 3), donnerait plus de poids à cette corrélation.

La couverture du bassin versant, effectuée en combinant les trois phases, n'exclut pas la possibilité d'avoir manqué une ou plusieurs espèces, mais cette éventualité se limiterait à des espèces difficiles à capturer avec les engins de pêche utilisés, à des espèces marginales, à des lacs encore inexploités ou serait imputable aux différentes périodes d'échantillonnage entre les méthodes qui pourraient favoriser ou défavoriser temporairement la capture de certaines espèces. L'introduction d'espèces dans le bassin versant, comme ce fut le cas pour *Ictalurus nebulosus* et *Carassius auratus*, pourrait aussi apporter des bouleversements dans la diversité, notamment une baisse du potentiel halieutique de *Salvelinus fontinalis* (MLCP, 1989) et seuls des seuils infranchissables naturels (e.g., chutes) ou artificiels (e.g., barrages) pourraient limiter leur expansion (Tremblay, 1988).

La diversité globale, qui inclut l'ensemble des occurrences, y compris les lacs avec données partielles, est de 26 espèces et rejoint 143 lacs au total. L'espèce supplémentaire (*Semotilus corporalis*), n'ayant pas été recapturée lors de l'échantillonnage de 2003-2004, correspondrait possiblement à une erreur d'identification dans le passé. Les espèces les plus communes sont : *Salvelinus fontinalis*, *Phoxinus eos*, *Margariscus margarita*, *Phoxinus neogaeus* et *Semotilus atromaculatus*. Leur répartition concorde avec les observations faites par Bernatchez et Giroux (2000). *Salvelinus fontinalis* est l'espèce la plus répertoriée (124 lacs répartis dans 42 sous-bassins) et sa grande popularité auprès des pêcheurs sportifs aurait favorisé sa distribution (Scott et Crossman, 1974).

Le secteur nord du bassin versant correspond au secteur le plus anthropisé du bassin versant de la rivière Rimouski. Ceci pourrait expliquer, en partie, la répartition spatiale de la richesse plus élevée dans les sous-bassins versants du secteur nord-ouest. La proximité de la population de la ville centre (Rimouski), le réseau routier développé et le grand nombre de lacs de ce secteur pourrait avoir favorisé la distribution naturelle des poissons ou artificielle par des introductions d'origine anthropique. Le secteur sud, en amont du bassin versant de la rivière Rimouski, offre un accès routier moins carrossable avec moins de lacs par sous-bassins versants et pourrait avoir limité ces phénomènes. De plus, les connaissances des plans d'eau du secteur sud, où un fort pourcentage des lacs ont des données dans les sous-bassins, est attribuable aux territoires fauniques (e.g., réserves fauniques) où les gestionnaires ont participé à des inventaires pour mieux gérer les populations de *Salvelinus fontinalis*. La plupart des petits sous-bassins qui ne présentent pas de plans d'eau avec données et qui se retrouvent le long de la rivière Rimouski ne renferment pas ou peu de lacs dans leur réseau hydrographique.

Il est difficile de faire des comparaisons avec la littérature en ce qui a trait à la diversité ichtyenne à l'échelle d'un bassin versant, car la plupart des études n'ont pas le même type de barrières territoriales et ont des localisations, en ce qui a trait aux latitudes et aux longitudes, très différentes. La plupart des études sont soit réalisées sur des territoires structurés, comme l'ont fait Chapleau *et al.* (1997) et Olden et Jackson (2002), respectivement dans les Parcs Provinciaux de la Gatineau, au Québec, et Algonquin, en Ontario, soit comme Tonn et Magnuson (1982), à l'intérieur de territoire administratif, comme le comté de Vilas au Wisconsin, soit sur de vastes régions, comme Bertolo et Magnan (2006) l'ont fait pour une section de 30 000 km<sup>2</sup> du Bouclier canadien ou comme Whittier *et al.* (1997 et 2000) ainsi que Whittier et Kincaid (1999) pour le nord-est des États-Unis. Bien que certaines études aient été réalisées en utilisant les limites d'un bassin versant, souvent ces dernières ne couvrent pas un vaste territoire et rejoignent ainsi peu de lacs. En effet, Kelso (1988) a travaillé sur quatre lacs d'un territoire de moins de 25 km<sup>2</sup> et Olden *et al.* (2001), sur un territoire un peu plus vaste avec 52 plans d'eau. La localisation de la plupart de ces études par rapport au Bas-Saint-Laurent se situe plus au sud (sud-ouest du Québec, sud de l'Ontario, nord-est des États-Unis). Ainsi, en comparaison avec les lacs

du bassin de la rivière Rimouski, les principales différences dans la composition de la diversité ichthyenne de l'ensemble de ces études, à divers niveaux territoriaux, résident dans la présence de grands groupes de poissons prédateurs comme les ésofidés et les percidés, notamment les *Stizostedion*, ainsi que les centrarchidés dans les latitudes plus méridionales. De plus, la richesse observée dans ces études semble être un peu plus importante, surtout au niveau des cyprins, où les espèces d'eau plus chaudes sont plus abondantes.

La répartition d'au moins cinq espèces (*Carassius auratus*, *Ictalurus nebulosus*, *Notropis heterodon*, *Pimephales promelas* et *Umbra limi*) diffère nettement avec celles rapportées par Legendre et Legendre (1984) et Bernatchez et Giroux (2000), qui dénotent généralement une distribution plus méridionale de ces espèces. Selon Bernatchez et Giroux (2000), trois autres espèces (*Notropis cornutus*, *Rhinichthys atratulus* et *Salvelinus alpinus*) diffèrent de peu et sont présentes dans la région environnante. Les introductions récentes de *Carassius auratus* et d'*Ictalurus nebulosus*, ainsi que des erreurs d'identification comme celles concernant *Pimephales promelas*, pourraient expliquer cette différence de répartition pour le bassin versant de la rivière Rimouski. Malgré la présence d'espèces invasives introduites, la diversité générale du bassin versant de la rivière Rimouski semble rester stable, mais tout de même fragile aux impacts anthropiques. L'homme, par ses actions volontaires ou involontaires, peut venir modifier l'équilibre naturel de la répartition des espèces, qui normalement évoluerait lentement (Scott et Helfman, 2001). Il demeure donc le principal risque pouvant perturber les communautés piscicoles des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski, d'autant plus que ce territoire a un réseau routier très développé et offre une accessibilité élevée aux utilisateurs. D'ailleurs, afin de minimiser l'influence humaine, certaines études, comme Bertolo et Magnan (2006), exécutent leurs travaux sur des lacs qui sont accessibles uniquement par avion.

Les assemblages des espèces de poissons, toutes méthodes confondues, semblent s'établir autour de la présence de *Salvelinus fontinalis* et de quelques cyprins (*Semotilus atromaculatus*, *Margariscus margarita*, *Phoxinus eos*, *Phoxinus neogaeus*, *Rhinichthys atratulus*). Ce phénomène a été observé dans les lacs de l'état du Maine (États-Unis), un état voisin du Bas-Saint-Laurent. En effet, Whittier et Kincaid (1999) font mention de la

présence habituelle d'un tel assemblage, typique chez des espèces natives de cette région. D'autres espèces de cyprins, notamment *Couesius plumbeus*, *Notropis cornutus* et *Pimephales promelas*, seraient aussi présentes dans ce secteur et complèteraient cette assemblage typique régional (Whittier *et al.*, 1997 et 2000). Ceci confirmerait l'hypothèse que l'intégrité générale des communautés ichthyennes lacustres du bassin versant de la rivière Rimouski semble en partie conservée, ce qui n'est pas le cas pour certains sous-bassins qui abritent des espèces introduites agressives comme *Ictalurus nebulosus*.

La variabilité spatiale des espèces de poissons en lacs du bassin versant de la rivière Rimouski a été évaluée avec peu de paramètres selon des variables environnementales physiques faciles à obtenir. La variance expliquée (13 à 15 %) n'offre cependant pas une estimation fiable. Bertolo et Magnan (2006) ont tenté de déterminer et d'expliquer la variabilité spatiale des espèces dans les lacs du Bouclier canadien en utilisant aussi des données physico-chimiques et la biomasse des espèces de poissons. Leurs résultats ont démontré une contribution importante, mais indépendante, de facteurs spatiaux et environnementaux. Ceci concorde, dans une certaine mesure, avec les résultats obtenus pour le bassin de la rivière Rimouski, car la concordance entre les facteurs spatiaux et physiques avec les communautés ichthyennes n'est pas aussi évidente que celle démontrée par Olden *et al.* (2001). Par ailleurs, contrairement à Bertolo et Magnan (2006), l'altitude des lacs de ce territoire aurait peu d'impact sur la répartition des poissons en général, sauf pour *Salvelinus fontinalis*, où ce paramètre semble avoir une influence. Ce phénomène s'expliquerait en partie par le fait que cette espèce a une répartition générale dans le bassin versant de la rivière Rimouski et que la diversité est moins élevée dans les lacs de têtes. Habituellement, il est plus facile pour l'ensemble des espèces de poissons de coloniser un réseau hydrographique vers l'aval, en suivant le courant, par rapport à une colonisation vers l'amont, à contre courant (Rahel, 2007). Les lacs de grandes dimensions, souvent situés dans le secteur médian ou aval d'un bassin versant, en raison de l'accumulation d'eau attribuable à une superficie de drainage plus importante, en sont un bon exemple, car en plus de fournir une plus grande diversité d'habitats, ils peuvent recevoir plusieurs tributaires qui peuvent contribuer à augmenter leur diversité piscicole locale. De plus, l'accès et l'utilisation historique et actuelle par l'homme des grands plans d'eau (e.g.,

pêche, villégiature, randonnées en embarcations) sont souvent plus recherchés et diversifiés que pour les petits plans d'eau. Ainsi, les risques d'introduction d'espèces peuvent en être souvent favorisés.

Par ailleurs, il est impératif de noter que Bertolo et Magnan (2006) remarquent un effet important de la prédation, attribuable à la présence de grands poissons prédateurs (e.g., ésoцидés), qui sont, pour la plupart, absents du Bas-Saint-Laurent et qui contribuerait à structurer les communautés de poissons dans les lacs, notamment ceux avec cyprins. Les principaux grands poissons prédateurs du bassin versant de la rivière Rimouski sont *Salvelinus namaycush* et *Lota lota*. Ils ont une répartition très faible qui se limite respectivement à un et trois plans d'eau qui ont des profondeurs et des caractéristiques types de lacs oligotrophes. D'ailleurs, Scott et Crossman (1974) rapportent que ces deux espèces préfèrent les profondeurs des lacs.

### **La variabilité temporelle des captures et la technique de pêche utilisée**

La méthode utilisée (trois échantillonnages répartis durant une saison) pour vérifier la variation temporelle des captures de poissons est seulement un indice qui sert à démontrer le potentiel de la technique de pêche utilisée afin d'établir la diversité dans les lacs au cours de la période estivale. L'absence de réplifications dans d'autres plans d'eau, autre que le lac France, exclut par le fait même une variabilité dans les combinaisons de communautés et soulève une faiblesse de cette méthodologie. Il est à noter que cet indice soulève aussi le problème éventuel d'observer des variations temporelles de la diversité issue des multiples inventaires réalisés aux fils des ans. Malgré cela, il semble évident que la présence des espèces marginales dans une communauté piscicole d'un lac peut être difficilement observée, principalement à l'aide d'une méthode de capture utilisant une faible variété d'engins (Jackson et Harvey, 1997) et développée pour réaliser des diagnostics de lacs pour *Salvelinus fontinalis* (MEF, 1994).

Seulement cinq espèces (*Percas flavescens*, *Catostomus commersoni*, *Notropis cornutus*, *Semotilus atromaculatus* et *Couesius plumbeus*) ont été capturées lors des trois pêches. Ces

quatre premières espèces constituent les principaux compétiteurs de *Salvelinus fontinalis* (Tremblay, 1988) et, *Perca flavescens* ainsi que *Semotilus atromaculatus* sont aussi des prédateurs reconnus qui se nourrissent de petits poissons (Bernatchez et Giroux, 2000 ; Scott et Crossman, 1974). Ces phénomènes de compétition et de prédation pourraient expliquer l'abondance marquée des espèces capturées à plusieurs reprises et la rareté des captures des autres espèces (Chapleau *et al.*, 1997), dont *Salvelinus fontinalis* (Whittier et Kincaid, 1999). De plus, bien que Bertolo et Magnan (2006) précisent que la prédation exercée principalement par les grands prédateurs contribue à structurer les communautés de poissons, selon Chapleau *et al.* (1997), le nombre total d'espèces ne semble pas être affecté par la prédation sauf dans le cas des espèces marginales de petites tailles. Dans ce cas, le nombre d'espèces de poissons de petites tailles, surtout chez les cyprins, est significativement affecté à la baisse en présence de prédateurs littoraux (Whittier *et al.*, 1997), comme *Perca flavescens* (Olin *et al.*, 2004). Ceci concorderait avec les captures occasionnelles et de faible quantité obtenues au lac France, pour l'ensemble des cyprins, à l'exception de *Notropis cornutus* et *Semotilus atromaculatus*, tous deux réputés pour être de bons compétiteurs (Tremblay, 1988). En effet, *Fundulus diaphanus*, *Notropis heterolepis*, *Rhinichthys atratulus*, *Phoxinus eos* et *Phoxinus neogaeus* ont de petites tailles (< 10 cm) et sont reconnus pour être des espèces fourrages pour bien des poissons prédateurs (Scott et Crossman, 1974 ; Bernatchez et Giroux, 2000). Par ailleurs, le comportement grégaire, l'habitat préférentiel (zones de rivage aux profondeurs < 9 m), des mouvements saisonniers hors des profondeurs en réponse à la température et probablement à la distribution de la nourriture, pourraient expliquer en partie la répartition dans le temps ainsi que l'abondance selon les périodes de captures de *Perca flavescens* (Scott et Crossman, 1974). L'abondance de *Notropis cornutus* dans les captures pourrait aussi s'expliquer par le fait qu'il fréquente les habitats littoraux (Scott et Crossman, 1974), et qu'il peut être retrouvé en grand nombre dans certains lacs (Whittier *et al.*, 2000).

La technique de pêche utilisée pour échantillonner les 59 lacs ciblés a été développée au départ pour effectuer des diagnostics de lacs en fonction des normes d'effort d'échantillonnage pour *Salvelinus fontinalis* (MEF, 1994). Aussi, dans le cadre de ce mémoire, cette technique de pêche, combinant des filets maillants et des nasses, permet

d'utiliser, pour des fins de comparaison, les données du passé (compilation des données historiques). Elle est simple, relativement rapide et peu coûteuse, surtout lorsqu'on la compare avec l'utilisation de filets-trappes (filet de type Alaska), d'appareils de pêche à l'électricité ou de plusieurs engins simultanément. Par contre, elle ne permet pas de capturer adéquatement toutes les espèces. Plusieurs recherches qui s'orientent sur les poissons en lacs utilisent une combinaison d'engins de pêche (filets maillants, filets trappe, nasses, seines, pièges en plastique, pêche électrique en bateau) pour dresser les portraits de diversité des poissons (Kelso, 1988 ; Allen *et al.*, 1999). Il est d'ailleurs recommandé d'utiliser des engins multiples afin de déterminer correctement la composition spécifique (Eadie *et al.*, 1986), en raison de la variation entre les lacs et les espèces constituantes, de façon plus particulière pour échantillonner adéquatement les cyprins (Weaver *et al.*, 1993 ; Jackson et Harvey, 1997 ; Fago, 1998 ; Whittier *et al.*, 2000).

Par ailleurs, les filets expérimentaux sont semi-sélectifs, car les très petits individus (Bertolo et Magnan, 2006) et certaines espèces, comme *Anguilla rostrata* et *Umbra limi*, sont rarement attrapés avec ce type d'engin (Blais, 1995). D'ailleurs, le recensement de ces espèces dans la base de données historiques provient principalement d'observations directes faites sur le terrain par des biologistes lors d'opérations de captures (observation Maxime Gendron et Jean-Pierre LeBel). Aussi, l'efficacité de capture des filets diminue lorsque la quantité de poissons pris au piège augmente (Olin *et al.*, 2004). Le manque d'espace disponible et un phénomène d'évitement en seraient responsables. Ce phénomène serait accentué durant le jour et dans des eaux transparentes, car les poissons pourraient mieux détecter visuellement les filets (Olin *et al.*, 2004). Les pêches réalisées durant une période de près de 24 heures, incluant les nuits, et une variation temporelle possible de la transparence de l'eau du lac France pourrait ainsi avoir eu une influence positive sur les taux de captures recensés dans les filets. Par ailleurs, les nasses capturent la plupart des très petits individus, ce qui compenserait en partie les manques attribuables aux filets, mais ces petites cages sont visibles et sélectives. Les poissons doivent pénétrer dans la cage de façon fortuite ou être attirés par l'abri que procure la cage ou par l'appât en place. Certaines espèces peuvent sembler fuir ce type d'installation tandis que d'autres peuvent démontré une attirance (Dupuch *et al.*, 2008; cité par Bourget, 2008), comme ce fut le cas pour

*Ictalurus nebulosus*, notamment lorsque le piège était garni de petits poissons. À plusieurs reprises lors des pêches de 2003, des *Ictalurus nebulosus* s'étaient introduits dans les nasses pour avaler tous les poissons captifs, pour ensuite rester emprisonnés à leur tour (obs. pers.). Bernatchez et Giroux (2000) mentionnent que cette espèce est considérée comme étant un prédateur vorace. Une attention particulière doit donc être portée aux espèces prédatrices et aux poissons capturés ayant des abdomens distendus, car ils peuvent manger les petits individus captifs. Ainsi, la richesse accordée aux plans d'eau peut être biaisée. Toutefois, selon Bourget (2008), l'utilisation de nasses dans certaines conditions pourrait être aussi performante que l'emploi d'appareils de pêche à l'électricité, une technique reconnue pour être non-sélective, afin de décrire la richesse spécifique des poissons dans des cours d'eau agricoles, et ce, à moindre coût.

La variabilité observée dans les réplicats des trois pêches et les faiblesses des techniques de captures utilisées (combinaison de deux types d'engins seulement) ne viennent pas compromettre la portée de cette étude sur la diversité, car seules les espèces marginales ou certaines espèces de petites tailles semblent être touchées par ce phénomène. Par contre, les résultats peuvent démontrer que l'abondance des espèces, particulièrement celles dominantes, est variable selon la période d'échantillonnage. Enfin, pour compléter le portrait global à l'échelle d'un bassin versant, il serait préférable de considérer les espèces de cours d'eau en effectuant des relevés à l'aide de techniques de pêche électrique.

### **Le potentiel de la méthode et de l'outil d'aide à la décision**

La création de la banque de données des lacs à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski a permis de dresser un portrait général et représentatif de la répartition des espèces de poissons dans ce réseau hydrographique. Sa réalisation en trois phases permet de décortiquer son efficacité selon les besoins, que ce soit au niveau de la précision, de la fiabilité des données ou des ressources financières et humaines disponibles pour effectuer la tâche.

La compilation des données historiques (phase 1) s'est faite en deux étapes. La première étape a consisté à identifier les lacs les plus susceptibles de contribuer au portrait de diversité. Les critères de sélection de ces lacs (lacs de 1 ha et plus ou ceux avec un nom et des données sur les espèces) ont permis de rejoindre l'essentiel des lacs, soit 69 % de la surface totale en eau du bassin versant de la rivière Rimouski, ce qui inclut les cours d'eau, les milieux humides et les lacs. Ces plans d'eau présentent une grande variabilité de superficie variant de 0,22 à 760,47 ha ( $\bar{x} = 17,9$  ha) et ils sont répartis dans plus de la moitié (51 %) des sous-bassins versants qui couvrent une surface de 84 % de l'ensemble de ce réseau hydrographique. Donc, la couverture de départ des lacs pour ce territoire est importante.

L'étape primordiale à la réalisation d'un portrait historique de lacs consiste à effectuer la compilation des données des inventaires connus de poissons dans le territoire à l'étude. Dans cette étude, il a été constaté que la base de données SIFA du MRNF ne présentait pas l'information exacte disponible, et il a été nécessaire de valider et de compléter avec les fichiers complets archivés de chacun des lacs. La validation est nécessaire pour s'assurer de la provenance et de la fiabilité des données disponibles. Pour un bassin versant qui contient plusieurs territoires structurés (réserves, zones d'exploitation contrôlée ou pourvoiries), comme celui de la rivière Rimouski, il est habituellement plus facile d'avoir accès à des informations compilées et officielles sur la répartition des poissons. Par contre, la qualité et la quantité d'informations peuvent être très variables selon les intervenants et les régions (Chapleau *et al.*, 1997). Il est donc important d'être prudent avec ces renseignements, surtout lorsqu'ils sont datés de plusieurs années. Mandrak (1995), bien que la plupart de ses lacs étudiés aient été échantillonnés entre 1968 et 1985, a utilisé des données datant de 1900 à 1992. Il mentionne que les données historiques semblent surestimer la répartition des espèces sportives et sous-estimer celle des espèces de petites tailles, surtout chez les cyprins. Le fait d'avoir mis l'emphase sur les données historiques datant de 1987 (< 15 ans), pour les lacs du bassin versant de la rivière Rimouski, a permis de restreindre les estimations biaisées associées aux espèces vedettes ou de petites tailles. Il est à noter qu'à partir du milieu des années 1980, des échantillonnages plus complets (e.g., diagnoses) sur les lacs de ce territoire ont été réalisés de façon plus régulière. D'ailleurs, la plupart des

identifications proviennent de diagnoses de lacs où les travaux sont orientés sur *Salvelinus fontinalis* et ses compétiteurs. Les autres espèces, principalement des cyprins, sont habituellement étudiées de façon superficielle et par conséquent, leur identification peut être erronée ou même manquante (Whittier *et al.*, 2000 ; Bertolo et Magnan, 2006). Ces phénomènes ont été clairement observés au cours de l'étape de compilation des données historiques des lacs du territoire étudié.

Le principal avantage d'effectuer une compilation des données historiques est qu'elle peut être réalisée sur un court laps de temps (quelques semaines ou mois selon le territoire à l'étude), à peu de frais (Olden et Jackson, 2002) et, selon les besoins, elle peut aussi fournir les éléments nécessaires pour estimer si le portrait préliminaire de diversité qui en découle est suffisant ou non. Donc, ce portrait historique constitue un bon point de départ à ne pas négliger pour l'évaluation de la diversité. En l'absence ou en cas de faible quantité de données historiques, cette phase ne peut être réalisable et seule une campagne d'échantillonnage de lacs ciblés, comme en phases 2 et 3, permettra de dresser un portrait plus juste de la diversité. Pour un territoire similaire (e.g., nombre et superficie des lacs et des sous-bassins versants) au bassin versant de la rivière Rimouski, ce manque d'information se solderait par un effort de pêche plus important, car plusieurs lacs, principalement ceux de grandes tailles, seraient visés, ce qui conduirait à des coûts beaucoup plus élevés.

La phase 2 (choix des lacs prioritaires) combinée à la phase 3 (échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information) ont permis de compléter le portrait historique (phase 1) pour le rendre plus complet et actuel (2004). Le choix des lacs prioritaires représente l'étape la plus importante, que ce soit en présence ou en absence de données historiques, pour dresser ou compléter un portrait récent et représentatif de diversité à l'échelle d'un bassin versant ou d'un territoire. L'utilisation d'une grille de sélection des plans d'eau s'est avérée nécessaire et efficace pour cibler les lacs et pour estimer leur nombre à échantillonner. Ce genre de grille permet de minimiser les efforts sur le terrain tout en maximisant le rendement, le tout afin de dresser un portrait le plus représentatif possible d'un territoire. Les critères de sélection de ces lacs, en ce qui a trait à leur superficie (lacs

de 2 ha et plus ou ceux avec un nom et des données sur les espèces) et à leur accessibilité, sont similaires à ceux retrouvés dans d'autres études de distribution de poissons où les lacs devaient être accessibles et avoir une superficie minimale d'un hectare (Whittier *et al.*, 1997, 2000 ; Whittier et Kincaid, 1999). De plus, la préparation d'une liste de lacs substitués permet de réagir rapidement aux complications relatives à leur accès. Enfin, la coordination et la concertation avec des organismes du milieu susceptibles de faire des inventaires similaires ont diminué les efforts pour l'obtention d'informations convergentes et supplémentaires.

Le portrait historique, tiré de la phase 1, et, de façon plus convaincante, le portrait complet et actualisé (2004), tiré de la combinaison des phases 1, 2 et 3, semblent être représentatifs de la diversité ichtyenne lacustre du bassin versant étudié. En effet, la première phase a permis de dénombrer 23 espèces dans 119 lacs, incluant 39 plans d'eau avec une fiabilité moindre des données, représentant 73 % des sous-bassins, 37 % des lacs, pour une surface équivalente à 82 % des 320 plans d'eau étudiés. En comparaison, lorsqu'on se restreint à la période plus active en inventaires (1987 à 2002), qui correspond aux données d'identification les plus fiables, le total des lacs chute faiblement à 80 lacs, soit une baisse de 6 %, et 22 espèces. Cette baisse relative est encore plus notable au niveau du nombre de sous-bassins étudiés (-12 %) et au niveau de la surface totale des plans d'eau (-34 %). Ceci semble démontrer que les plans d'eau de plus grandes tailles, souvent les plus importants en terme de richesse due, au fait qu'ils possèdent habituellement une plus grande diversité d'habitats (Olden *et al.*, 2001), sont suivis depuis plus longtemps. D'ailleurs, les 80 plans d'eau ont une richesse qui augmente avec la superficie des lacs et ce phénomène concorde avec les résultats obtenus par Eadie *et al.* (1986).

Le choix des lacs prioritaires (phase 2) et la campagne d'échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information (phase 3) ont permis de couvrir sensiblement autant de sous-bassins (71 %) qu'avec les données historiques (phase 1), et ce, avec moins de lacs (59 lacs). Par ailleurs, la phase 3 a servi à explorer de nouveaux secteurs (10 nouveaux sous-bassins) où se retrouvent ces lacs et à valider certaines identifications et la richesse de certains plans d'eau. Par conséquent, *Semotilus corporalis* n'a pas été recapturé dans le lac

Boucher, mais plusieurs *Semotilus atromaculatus*, une espèce similaire (Mongeau, 1998) et commune (Bernatchez et Giroux, 2000), étaient présents en grand nombre, ce qui laisse croire à une erreur d'identification dans le passé. Certaines espèces (*Pimephales promelas* et *Notropis heterolepis*), confondues dans le passé avec d'autres cyprinidés, sont seulement reconnues dans le bassin versant de la rivière Rimouski depuis le début des années 2000 (Yves Lemay, biologiste à l'UQAR, comm. pers.). Selon Whittier *et al.* (2000), l'attention historique portée à l'identification des cyprins a souvent été moins importante que celle accordée aux espèces de grandes tailles. Ceci s'expliquerait en partie par la difficulté à identifier les cyprins et par le fait qu'ils ont souvent été regroupés sous des appellations générales (e.g., ménés). Par ailleurs, trois nouvelles espèces ont été recensées pour la première fois dans les lacs du territoire à l'étude, soit *Carassius auratus*, *Notropis heterodon* et *Umbra limi*, et le nombre d'espèces recensées par lac est supérieur dans les inventaires des lacs ciblés pêchés en 2003 ( $\bar{x} = 5,5$  espèces par lac) versus la compilation des données historiques avant cette période ( $\bar{x} = 4,1$  espèces par lac). La découverte et le dénombrement de ces espèces ont été rendus possibles de trois façons, soit (1) par l'exploration de nouveaux lacs, (2) par la formation reçue par des spécialistes et leur documentation fournie pour l'identification plus poussée des poissons d'eau douce du Québec et (3) par une bonification d'information que procure un réseau de contacts et de concertation d'intervenants du milieu (e.g., professionnels de la faune). Il est difficile de comparer la richesse entre les phases 1 et 2-3, car les objectifs recherchés dans chacune de ces phases sont différents. Le potentiel d'identification des espèces augmente dans les phases 2-3, qui cherchent à établir la diversité et non le potentiel de *Salvelinus fontinalis*, car l'expertise plus développée dans l'identification des espèces est beaucoup plus importante et non orientée vers ce salmonidé. Ceci expliquerait en partie pourquoi le nombre d'espèces, contrairement à ce qui a été observé lors de la compilation des données historiques (phase 1), n'augmente pas de façon marquée avec la superficie des lacs.

Enfin, la combinaison des phases 1 à 3 donne un portrait précis, complet et représentatif de la diversité ichthyenne lacustre à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski, et ce, à des frais relativement faibles compte tenu des étapes de la méthode. Ces étapes, selon une vision économique, se résument à fouiller et compiler des bases de données historiques,

pour ensuite cibler et échantillonner des lacs choisis pour compléter l'information. Le tout est très malléable et adaptable selon les besoins de précision et les budgets disponibles. De plus, ce genre de portrait peut mener à la création d'un outil complémentaire décisionnel de gestion faunique ou de consultation puissant et fonctionnel, notamment avec l'utilisation d'un SIG qui permet de mieux présenter et illustrer la répartition des espèces à divers échelles spatiales. L'emploi de ce type d'outil a fait ses preuves et a été indispensable pour la réalisation de l'ensemble des étapes de cette étude. Olden et Jackson (2002) ont testé un modèle décrivant la distribution des espèces de poissons en lacs dans le parc provincial Algonquin, en Ontario, basé sur la comparaison d'approches statistiques et ils mentionnent qu'il y a un potentiel d'application possible en matière de gestion faunique pour ce genre d'outil.

## CONCLUSION

Ce mémoire, qui a permis de dresser un portrait de répartition de la diversité ichthyenne lacustre à l'échelle du bassin de la rivière Rimouski, tient en compte 125 lacs (39 % des lacs) sur les 320 retenus selon des critères de sélection, couvrent 83 % de leur superficie totale et se retrouve dans 93 % des bassins versants avec plans d'eau. Cette répartition a été rendue possible en combinant le portrait historique préliminaire issu d'informations archivées récentes (1987 à 2002) obtenue dans 80 lacs et d'une campagne d'échantillonnages de 59 lacs ciblés (2003) qui a permis de compléter et d'actualiser les données disponibles. Le territoire à l'étude abrite une diversité globale de 25 espèces. L'approche combinée confère ainsi une grande fiabilité et une grande valeur à cette étude pour l'atteinte de ses objectifs, d'autant plus que les données recueillies sont intégrées au SIG du bassin versant de la rivière Rimouski, pouvant en faire un outil complémentaire décisionnel de gestion faunique efficace et convivial d'utilisation.

La méthode en trois phases, qui a mené à la création d'une banque de données complète, est innovatrice et a été révélatrice pour décrire la diversité ichthyenne lacustre à l'échelle du bassin versant de la rivière Rimouski. Ses avantages et son efficacité sont intéressants, car elle est simple, relativement peu coûteuse, applicable et adaptable à différentes échelles, et elle peut facilement être exportée dans d'autres bassins versants ou sous-bassins versant. Elle permet aussi de valider certaines occurrences et la répartition réelle des espèces tout en mettant à jour la diversité à l'échelle du territoire. Bien qu'effectué sur un seul lac, une variabilité dans la richesse, principalement associée aux espèces marginales, a été observée lors de trois pêches effectuées à un mois d'intervalle au cours de la saison estivale.

En somme, le potentiel de la méthode développée dans ce mémoire pour dresser le portrait global actualisé de diversité dans un réseau hydrographique pourrait être amélioré en y combinant simplement une technique de pêche à l'électricité répartie sur le territoire pour effectuer des recensements en cours d'eau.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN, A. P., T. R. WHITTIER, D. P. LARSEN, P. R. KAUFMANN, R. J. O'CONNOR, R. M. HUGHES, R. S. STEMBERGER, S. S. DIXIT, R. O. BRINKHURST, A. T. HERLIHY et S. G. PAULSEN, 1999. Concordance of taxonomic composition patterns across multiple lakes assemblages: effects of scale, body size, and land use. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 56: 2029-2040
- ANGERMEIER, P. L. et J. R. KARR, 1986. Applying an index of biotic integrity based on stream-fish communities: considerations in sampling and interpretation. **N. Am. J. Fish. Manage.** 6: 418-429.
- BEAUDRY, F., M. GENEAU, M. MORISSON et M.-H. ST-LAURENT, 1998. **Diagnose écologique des lacs des Grosses Truites I et des Grosses Truites II de la réserve Duchénier.** Université du Québec à Rimouski. 52 p.
- BERNATCHEZ, L. et M. GIROUX, 2000. **Guide des poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'Est du Canada.** Édition Broquet inc., Québec, 350 p.
- BERRA, T. M. 2001. **Freshwater fish distribution.** Academic Press, San Diego, Calif. 604 p.
- BERTOLO, A. et P. MAGNAN, 2006. Spatial and environmental correlates of fish community structure in Canadian Shield lakes. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 63: 2780-2792
- BLAIS, S. 1995. **Distribution géographique des espèces de poisson dulçaquicoles et diadromes sur le territoire du Grand-Portage.** Ministère de l'Environnement et de la Faune. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune de Rivière-du-Loup. Université du Québec à Rimouski. 132 p.

- BOURGET, G. 2008. **Comparaison de l'utilisation de bourolles à ménés et d'un appareil de pêche à l'électricité pour caractériser les communautés ichtyologiques d'un cours d'eau agricole.** Ministère des Ressources naturelles et de la faune, Direction générale du Bas-Saint-Laurent. Direction régionale de l'aménagement de la faune. 35 p.
- BRAZNER, J. B. et E. W. BEALS, 1997. Patterns in fish assemblages from coastal wetland and beach habitats in Green Bay, Lake Michigan: a multivariate analysis of abiotic and biotic forcing factors. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 54: 1743-1761
- BROOKS, K. N., P. F. FOLLIOTT, H. M. GREGERSEN et J. L. THAMES, 1991. **Hydrology and the management of watersheds.** Iowa State University Press, Ames, Iowa, 392 p.
- CHAPLEAU, F., C. S. FINDLAY et E. SZENASY, 1997. Impact of piscivorous fish introductions on fish species richness of small lakes in Gatineau Park, Québec. **Écoscience** 4 (3): 259-268
- DESROSIERS, G. et J.-C. F. BRETHERS, 1984. Étude bionomique de la communauté à *Macoma balthica* de la batture de Rimouski. **Sci. Tech. Eau** 17: 25-30.
- DUMONT, P., 1981. **Diagnose écologique : couleur et transparence de l'eau.** Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal. Note de service en date du 6 août 1981. 2 p.
- DUNSON, W. A. et J. TRAVIS, 1991. The role of abiotic factors in community organization. **Am. Nat.** 138 (5): 1067-1091.
- DUPUCH, A., Y. PARADIS et P. MAGNAN. 2008. **Behavioral responses of northern redbelly dace (*Phoxinus eos*) to habitat complexity and predation risk bias in minnow trap catches.** Pas encore publié.

- EADIE, J. McA., T. A. HURLY, R. D. MONTGOMERIE et K. L. TEATHER, 1986. Lakes and rivers as islands: species-area relationships in the fish faunas of Ontario. **Environ. Biol. Fishes** 15(2): 81-89
- FAGO, D., 1992. **Distribution and relative abundance of fishes in Wisconsin**. VIII. Summary Report. Department of Natural Resources, Madison, Wisconsin, Technical Bulletin No. 175, 378 p.
- FAGO, D., 1998. Comparison of littoral fish assemblages sampled with a mini-fyke net or with a combination of electrofishing and small-mesh seine in Wisconsin lakes. **N. Am. J. Fish. Manage.** 18: 731-738
- FAUSCH, K. D., J. R. KARR et P. R. YANT, 1984. Regional application of an biotic integrity based on stream fish communities. **Trans. Am. Fish. Soc.** 113: 39-55.
- HANSKI, I., 1999. **Metapopulation ecology**. Oxford Press, New York. 313 p.
- HELFMAN, G. F., B. B. COLETTE et D. E. FACEY, 1997. **The diversity of fishes**. Blackwell Science, Inc. USA, 528 p.
- JACKSON, D. A. et H. H. HARVEY, 1989. Biogeographic associations in fish assemblages: local vs. regional processes. **Ecology**, 70(5): 1472-1484
- JACKSON, D. A. et H. H. HARVEY, 1993. Fish and benthic invertebrates: community concordance and community-environment relationships. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 50: 2641-2651.
- JACKSON, D. A. et H. H. HARVEY, 1997. Qualitative and quantitative sampling of lake fish communities. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 54: 2807-2813.
- JACKSON, D. A., K. M. SOMERS et H. H. HARVEY, 1992. Null models and fish communities: evidence of non-random patterns. **Am. Nat.** 139 (5): 930-951.

- JACKSON, D. A., P. R. PERES-NETO, et J. D. OLDEN, 2001. What controls who is where in freshwater fish communities – the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 58: 157-170.
- KARR, J., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries** 6 (6): 21-27.
- KAUFMAN, L. et P. J. ROUSSEEUW, 1990. **Finding groups in data ; An introduction to cluster analysis.** Wiley, New York.
- KOLAR, C. S. et D. M. LODGE, 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. **Trends Ecol. Evol.** 19 : 199-204.
- KELSO J. R. M., 1988. Fish community structure, biomass, and production in the Turkey Lakes Watershed, Ontario. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 45 (Suppl. 1): 115-120.
- LAMOUREUX, J. et R. COURTOIS, 1986. **La diagnose écologique des plans d'eau et la gestion de l'omble de fontaine dans la région du Bas-St-Laurent-Gaspésie.** Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 15 p.
- LA VIOLETTE, N. et Y. RICHARD, 1996. **Le bassin de la rivière Châteauguay ; Les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu.** Ministère de l'Environnement et de la Faune ; Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN960454, rapport n° EA-7, 64 p. + 9 annexes.
- LLAMAS, J., 1993. **Hydrologie générale.** Principes et applications. Gaëtan Morin éditeur, Québec, 527 p.
- LEGENDRE, P. et V. LEGENDRE, 1984. Postglacial dispersal of freshwater fishes in the Québec peninsula. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 41: 1781-1802.

- LEGENDRE, V., 1960. Clef des Cyprinidés ou Ménés du Québec. **Le Jeune Naturaliste** 9 et 10: 178-212.
- LI, H. W., et P. B. MOYLE., 1981. Ecological analysis of species introductions into aquatic systems. **Trans. Am. Fish. Soc.** 110: 772-782.
- LYONS J., L. WANG et T. D. SIMONSON., 1996. Development and validation of an index of biotic integrity for coldwater streams in Wisconsin. **N. Am. J. Fish. Manage.** 16 (2): 241-256
- MANDRAK, N. E. 1995. Biogeographic patterns of fish species richness in Ontario lakes in relation to historical and environmental factors. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 52: 1462-1474.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE, 1994. **Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF.** Direction de la faune et de ses habitats. Direction régionale. Québec. 32 p. + annexes.
- MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE DU QUÉBEC, 1989. **Les poissons-appâts : un danger pour le patrimoine faunique et la pêche sportive.** Comité de suivi du sommet québécois sur la faune. M.L.C.P. Québec. 14 p.
- MONGEAU, J.-R., 1998. **Clef des cyprinidés adultes du Québec.** Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. Direction régionale de la Montérégie. Québec. (Affiche)
- NELSON, J. S., 2006. **Fishes of the World.** 4<sup>th</sup> ed. John Wiley : Hoboken, N.J. 601 p.
- OLDEN, J. D., D. A. JACKSON, 2002. A comparison of statistical approaches for modelling fish species distributions. **Freshw. Biol.** 47: 1976-1995.

- OLDEN, J. D., D. A. JACKSON et P. R. PERES-NETO, 2001. Spatial isolation and fish communities in drainage lakes. **Oecologia** 127: 572-585
- OLIN M., M. KURKILAHTI, P. PEITOLA et J. RUUHIJÄRVI, 2004. The effects of fish accumulation on the catchability of multimesh gillnet. **Fish. Res.** 68: 135-147.
- POULIOT, G. et G. VERREAULT, 2001. **Plan directeur de conservation et de gestion intégrée des ressources du bassin versant de la rivière Fouquette**. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Bas-Saint-Laurent. 103 p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- RAHEL, F. J., 2007. Biogeographic barriers, connectivity and homogenization of freshwater faunas: it's a small world after all. **Freshw. Biol.** 52: 696-710.
- RICHARD, Y., 1996. Les **rivières Saint-François et Magog : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu**. Ministère de l'Environnement et de la Faune ; Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN960254, rapport n° EA-3, 70 p. + 10 annexes.
- RICHARD, Y., 1994. **Les communautés ichthyologiques du bassin de la rivière l'Assomption et l'intégrité biotique des écosystèmes fluviaux**. Ministère de l'Environnement et de la Faune ; Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN960235, rapport n° QE-89, 153 p. + 12 annexes.
- RIOUX, S. et F. GAGNON, 2000. **Développement d'un indice d'intégrité biotique appliqué aux populations de poissons : revue de littérature**. Faune et Parcs

Québec ; Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-St-Laurent, 68 pp.

ROSS, S. T., 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review on field studies. **Copeia**, 1986: 352-388.

SCOTT, M. C. et G. S. HELFMAN, 2001. Native invasions, homogenization, and the mismeasure of integrity of fish assemblages. **Fisheries** 26 (11): 6-15.

SCOTT, W. B. et E. J. CROSSMAN, 1974. **Poissons d'eau douce du Canada**. Service des pêches et des sciences de la mer, Ministère de l'Environnement du Canada, Bulletin 184, 1026 p.

TONN, W. M. et J. J. MAGNUSON, 1982. Patterns in the species composition and richness of fish assemblages in northern Wisconsin lakes. **Ecology** 63(4): 1149-1166

TONN, W. M., J. J. MAGNUSON, M. RASK et J. TOIVONEN, 1990. Intercontinental comparison of small-lake fish assemblages: the balance between local and regional processes. **Am. Nat.** 136: 345-375

TREMBLAY, S. 1988. **Contrôle des poissons indésirables pour les plans d'eau à Omble de fontaine au Québec et synthèse des différents moyens de lutte contre les poissons indésirables**. M.L.C.P. Direction de la gestion des espèces et des habitats. 61 p.

WEAVER, M. J., J. J. MAGNUSON et M. K. CLAYTON, 1993. Analysis for differentiating littoral fish assemblages with catch data from multiple sampling gears. **Trans. Am. Fish. Soc.** 122: 1111-1119.

WETZEL, R. G., 2001. **Limnology**. 3<sup>e</sup> édition. San Diego, Calif. : Academic press. 1006 p.

WHITTIER, T. R., D. B. HALLIWELL et R. A. DANIELS, 2000. Distributions of lake fishes in the northeast – the minnows (cyprinidae). Northeastern **Naturalist** 7 (2): 131-156.

WHITTIER, T. R., D. B. HALLIWELL et S. G. PAULSEN, 1997. Cyprinid distributions in Northeast U.S.A. lakes: evidence of regional-scale minnow biodiversity losses. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 54: 1593-1607.

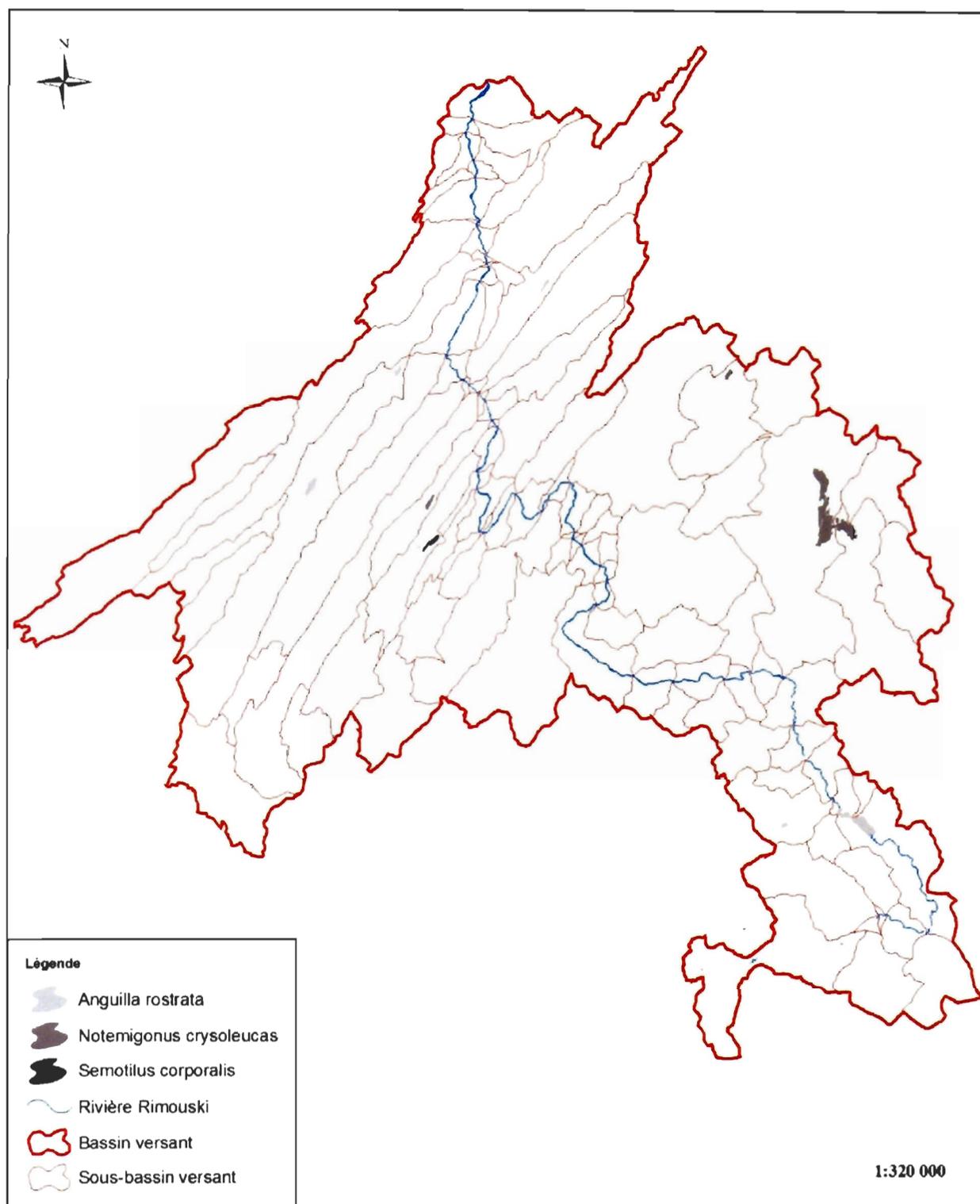
WHITTIER, T. R. et T. M. KINCAID, 1999. Introduced fish in northeastern USA lakes: regional extent, dominance, and effect on native species richness. **Trans. Am. Fish. Soc.** 128: 769-783.

## ANNEXES

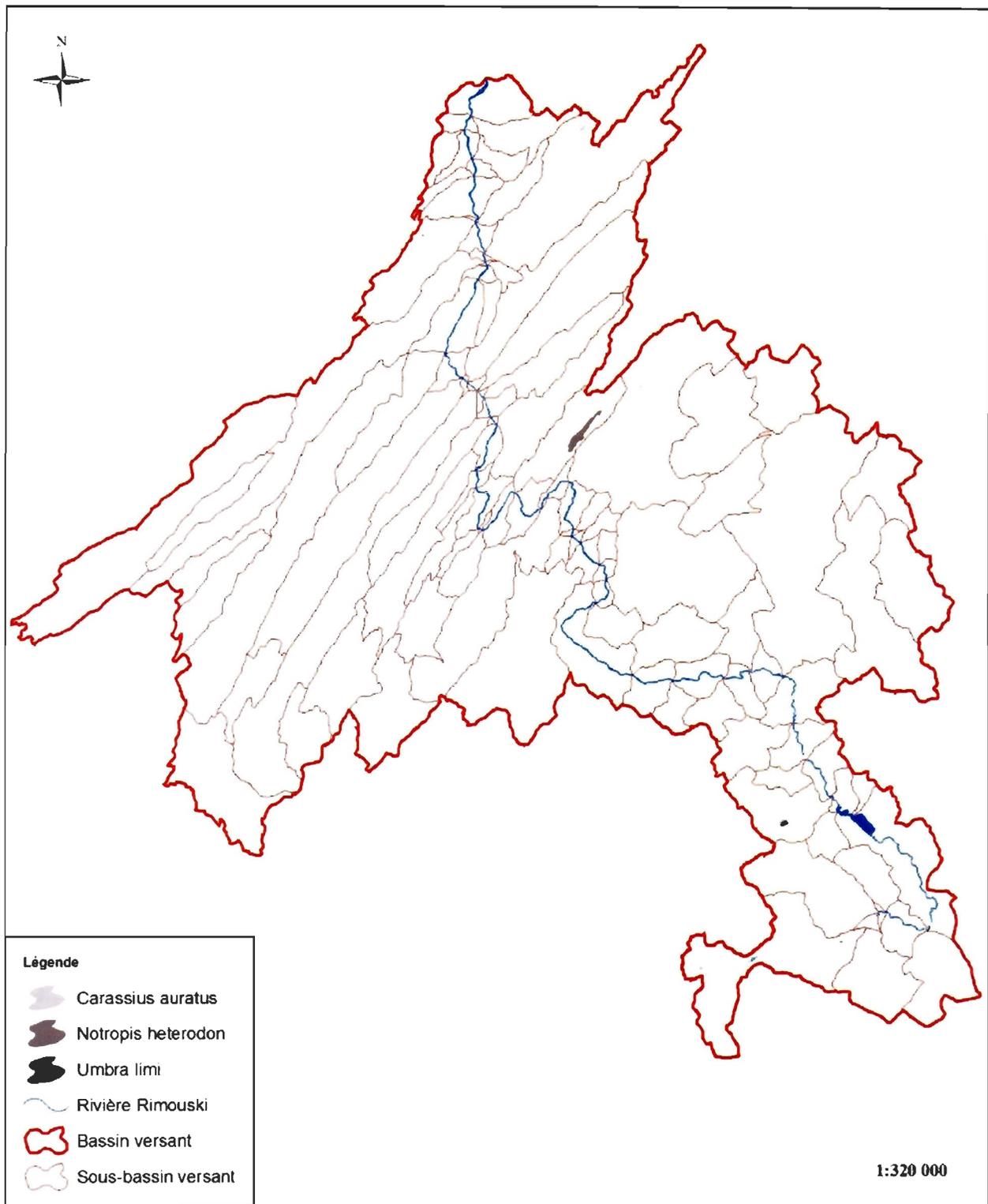
**Annexe 1 : Liste des lacs et la technique utilisée pour leurs échantillonnages au cour des phases 2 (choix des lacs prioritaires) et 3 (échantillonnage des lacs retenus pour compléter l'information) en 2003 et 2004.**

no. Bassin (nom)	no. Lac (recno)	Nom du lac (superficie ha.) (Territoire)	Engin de pêche utilisé :	Priorités et commentaires
1 (Riv. Rigoumabe)	3021 (528)	Lac à Vaillancourt (4,71) (libre)	Filet exp., nasse	1
1 (Riv. Rigoumabe)	3015 (507)	Lac du Notaire-Gagnon (3,92) (libre)	Filet exp., nasse	1
2 (c) (Lac Rimouski ouest)	3751 (1209)	Lac Plat (14,79) (Club APP.)	Filet exp., nasse	1
2 (c) (Lac Rimouski ouest)	3745 (1210)	Lac à la truite (31,09) (Club APP.)	Filet exp., nasse	1
2 (c) (Lac Rimouski ouest)	3746 (1212)	Lac Rimouski Ouest (8,53) (Club APP.)	Filet exp., nasse	1
2 (c) (Lac Rimouski ouest)	3726 (956)	Lac Rimouski (31,45) (Club APP.)	Filet exp., nasse	1
3 (Riv. Noire)	1841 (681)	Lac Castor (5,57) (SNR)	Nasse	1, compléter la pêche récente au filet.
4 (Riv. blanche)	3659 (725)	Lac des Baies (613,88) (Duchénier)	Nasse et filet Cyprins	1
5 (a) Petit lac Touradi	3686 (1144)	Lac Croche (29,31) (Duchénier)	Nasse	1, Refait au complet (Fil. exp et nasse), UQAR en 2005.
5 (a) Petit lac Touradi	2354 (990)	Grand lac Touradi (760,47) (Duchénier)	Nasse et filet Cyprins	1
5 (a) Petit lac Touradi	-	lac grosses Truites 2 (26,66) (Duchénier)	Nasse	1, vérifier les petites espèces.
5 (b) Lac à l'Original	3695 (1085)	Lac Carré (13,39) (Duchénier)	Filet exp., nasse	1 (2004 UQAR)
5 (b) Lac à l'Original	3701	Lac Croisé (11,2) (Duchénier)	Filet exp., nasse	3 (2004 UQAR)
5 (c) Lac du Caribou	3691 (1119)	Lac Manley (6,03) (Duchénier)	nasse	1, compléter la pêche au filet.
5 (d) Lac Bellavance	1875 (1257)	Lac Bellavance (36,44) (libre)	Filet exp., nasse	1
5 (e) Lac Cyprien	3680 (1094)	Petit lac Kenwood (4,1) (Duchénier)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
6 Riv. à France	3660 (768)	Lac Boucher (142,14) (Duchénier)	Filet exp., nasse	1, diagnose faite en 2003 par MRNFP.
6 Riv. à France	3654 (719)	Lac France (17,83) (Duchénier)	Nasse et filet exp.	1, pêches réalisées trois fois.
7 Riv. Boucher	3651 (689)	Lac Perche (8,42) (Duchénier)	Filet exp., nasse	1
8 (a) Riv. grand Touradi	- (1077)	- (8,45) (Libre et Duchénier)	Filet exp., nasse	1
8 (b) Riv. Cenellier	- (1493)	- (3,35) (libre)	Filet exp., nasse	1
8 (c) La Grande Coulée	3699 (1030)	Lac de l'Islet (35,65) (Duchénier)	Filet exp., nasse	1
8 (d) Riv. Brisson	3704 (853)	Lac Chasseur (28,17) (Duchénier)	Filet exp., nasse	1, diagnose faite en 2003 par UQAR.
11 Ruis. blanc	1844 (1693)	Lac Blanc (9,84) (Rés. Rimouski)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
14 Sect. Sud riv. Rimouski	2760 (1811)	Lac Claude (4,15) (Rés. Rimouski)	Nasse et filet Cyprins	1
16 Ruis. Plat	21894 (1757)	Lac Labbé (2,78) (Rés. Rimouski)	Nasse et filet Cyprins	1
17 (b) Lac Côté	3077 (1522)	Lac Deschênes (24,32) (Rés. Rimouski)	Nasse et filet Cyprins	1
17 (c) Lac du Porc-épic	3042 (1443)	Lac du Porc-épic (11,27) (ZEC BSL)	Nasse et filet Cyprins	1

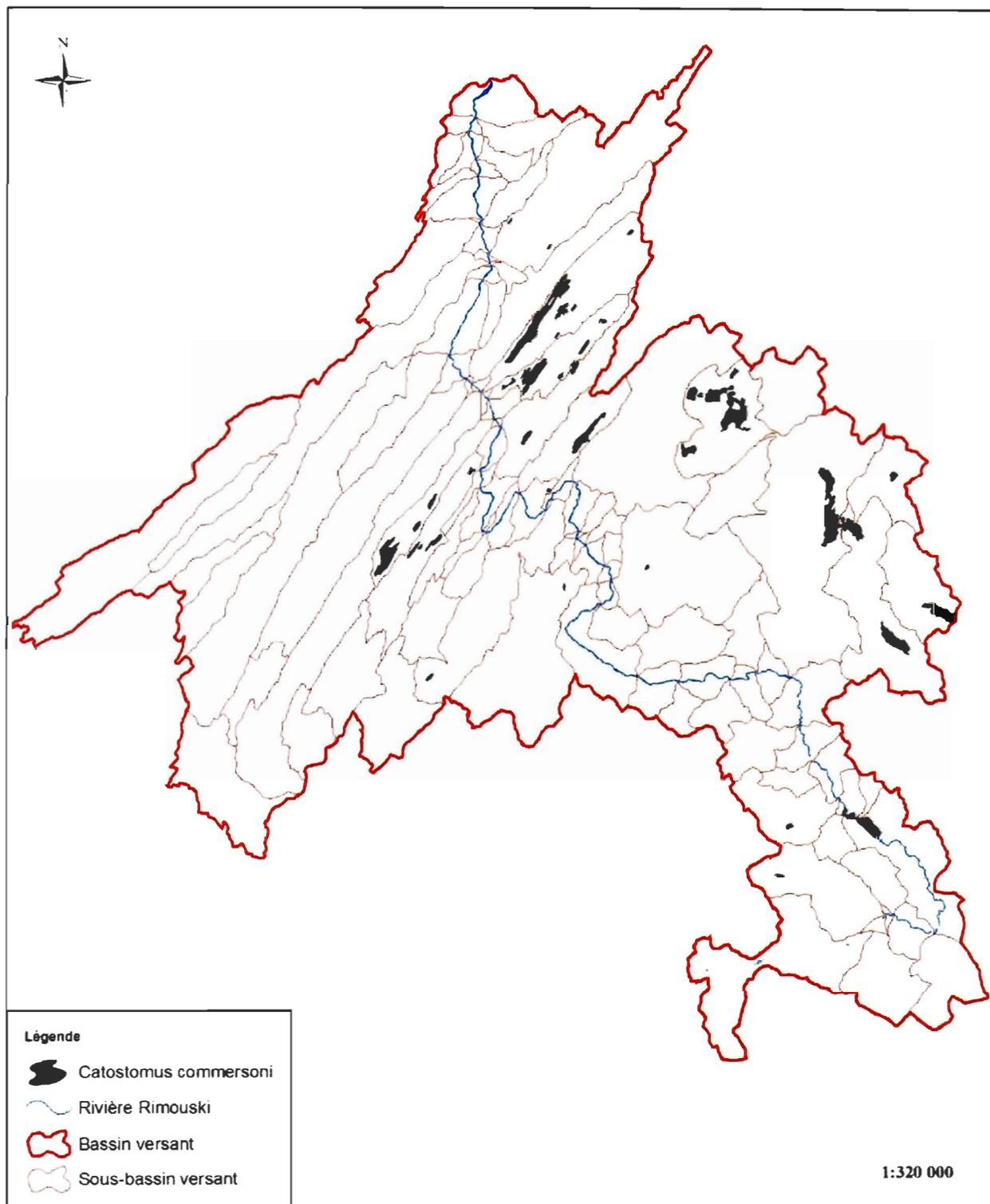
no. Bassin (nom)	no. Lac (recno)	Nom du lac (superficie ha.) (Territoire)	Engin de pêche utilisé :	Priorités et commentaires
17 (d) Lac Taché	3039 (1401)	Lac du Dépôt (43,38) (ZEC BSL)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
17 (f) Lac Sifroi	3065 (1369)	Lac Sifroi (77,75) (Rés. Rimouski)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
17 (g) Lac du Camp	3056 (1302)	Lac du Camp (16,65) (ZEC BSL)	Filet exp., nasse	1
20 Ruis. du Grand Matinal	3043 (1482)	Lac Matinal (4,22) (ZEC BSL)	Filet exp., nasse	1
21 Riv. Ferrée	C2089 (316)	Lac Antonio-Gagné (4,96) (libre)	Nasse et filet Cyprins	1
21 Riv. Ferrée	3040 (1411)	Lac Pineau (14,42) (ZEC BSL)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
22 Ruis. des Sauvages	1884 (1389)	Lac Pointu (97,28) (libre)	Filet exp., nasse	1
23 Riv. du Chat	1910 (352)	Lac Vert (20,78) (libre)	Filet exp., nasse	1
24 Petit lac Macpès	2352 (330)	Lac Plourde (16,77) (libre)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
24 Petit lac Macpès	2349 (375)	Lac Bouleau (6,2) (libre)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
24 Petit lac Macpès	1869 (350)	Petit lac Macpès (123,65) (libre)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
25 Riv. Macpès	- (218)	- (6,94) (libre)	Filet exp., nasse	1
25 Riv. Macpès	2944 (292)	Lac Rimouski (29,09) (P. de l'enfer)	Filet exp., nasse	1
26 Ruis. du lac Chaud	68155 (273)	Petit lac à Lunettes (3,53) (libre)	Filet exp., nasse	1
26 Ruis. du lac Chaud	1885 (269)	Grand lac Pointu (16,65) (libre)	Filet exp., nasse	1
26 Ruis. du lac Chaud	2925 (268)	Lac Chaud (6,31) (libre)	Filet exp., nasse	1
27 Riv. du Bois brûlé	- (53)	- (2,19) (libre)	Filet exp., nasse	1
27 Riv. du Bois brûlé	1874 (101)	Lac de la Montagne (6,34) (libre)	Filet exp., nasse	1
27 Riv. du Bois brûlé	2926 (83)	- (5,18) (libre)	Filet exp., nasse	1
27 Riv. du Bois brûlé	2941 (241)	Lac du Passetout (3,58) (libre)	Filet exp., nasse	1
27 Riv. du Bois brûlé	37007 (482)	Lac Linda (2,45) (libre)	Filet exp., nasse	1
28 Riv. du Brûlé	68150 (90)	- (2,85) (libre)	Nasse et filet Cyprins	1
29 Ruis. Levasseur	- (72)	- (1,06) (libre)	Nasse et filet Cyprins	1
54 Sect. Lac Bébé	72358 (710)	Lac Bébé (5,97) (Duchénier)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.
55 Ruis. Bois	3662 (774)	Lac Vilmont (11,2) (Duchénier)	Filet exp., nasse	2, mais diagnose faite en 2003 par UQAR.
56 Sect. Lac Richard	72419 (805)	Lac Richard (3,91) (Duchénier)	Filet exp., nasse	1
60 Sect. Lac Sirois	68075 (1429)	Lac Bouleau (3,99) (libre)	Filet exp., nasse	1
60 Sect. Lac Sirois	1901 (1428)	Lac Sirois (8,5) (libre)	Filet exp., nasse	1
60 Sect. Lac Sirois	68076 (1442)	Lac Sauvage (2,95) (libre)	Filet exp., nasse	3, Pêche fait par erreur.
81 Décharge du lac Chevreuil	21905 (1660)	Lac Chevreuil (2,9) (Rés. Rimouski)	Nasse et filet Cyprins	1
85 Sect. Lac Rimouski-Est	3089 (1565)	Lac Rimouski (118,94) (Rés. Rimouski)	Nasse	1, compléter la pêche au filet.



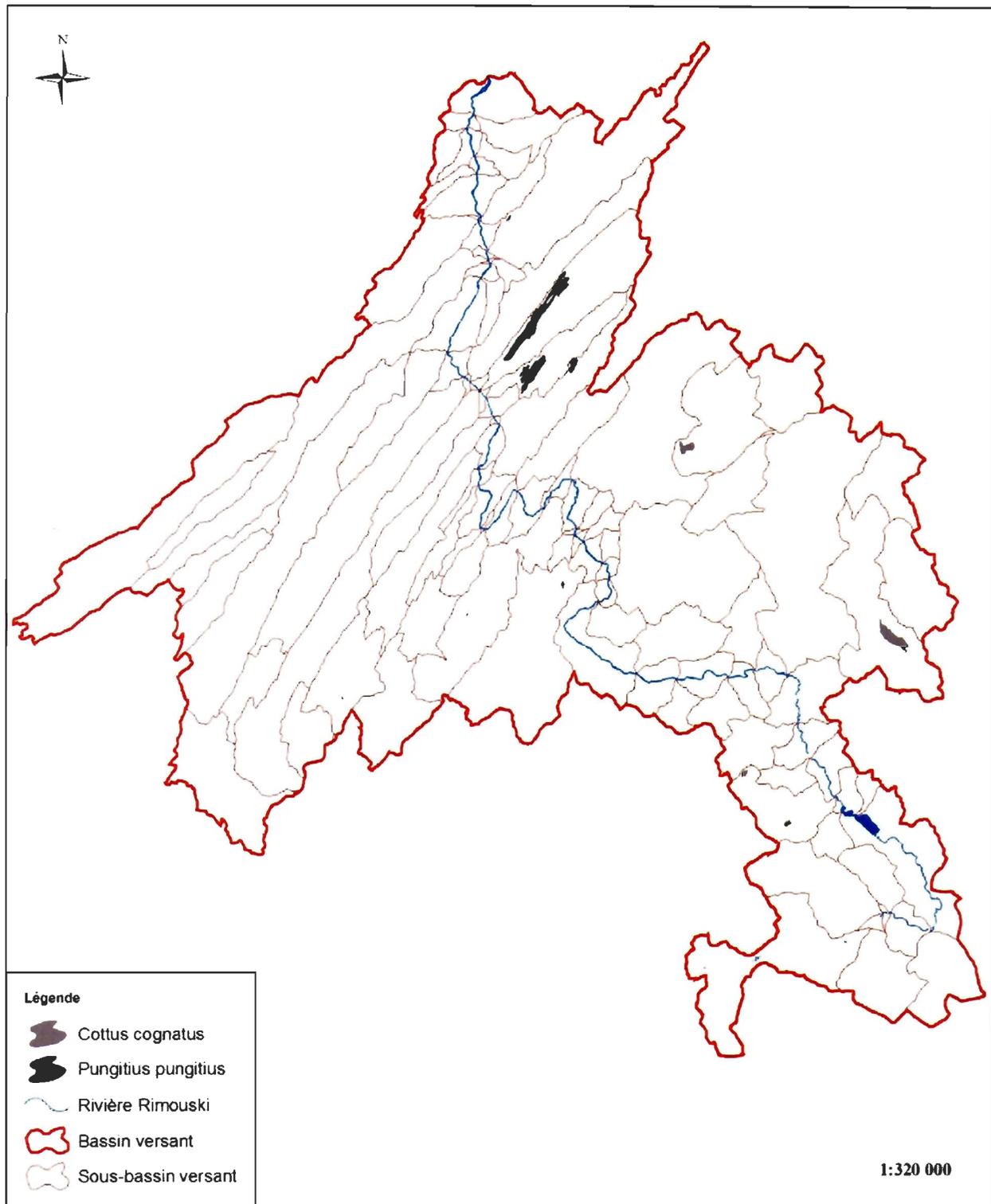
**Annexe 2 :** Carte de localisation des occurrences d'*Anguilla rostrata* (6 lacs), de *Notemigonus crysoleucas* (3 lacs) et de *Semotilus corporalis* (1 lac) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



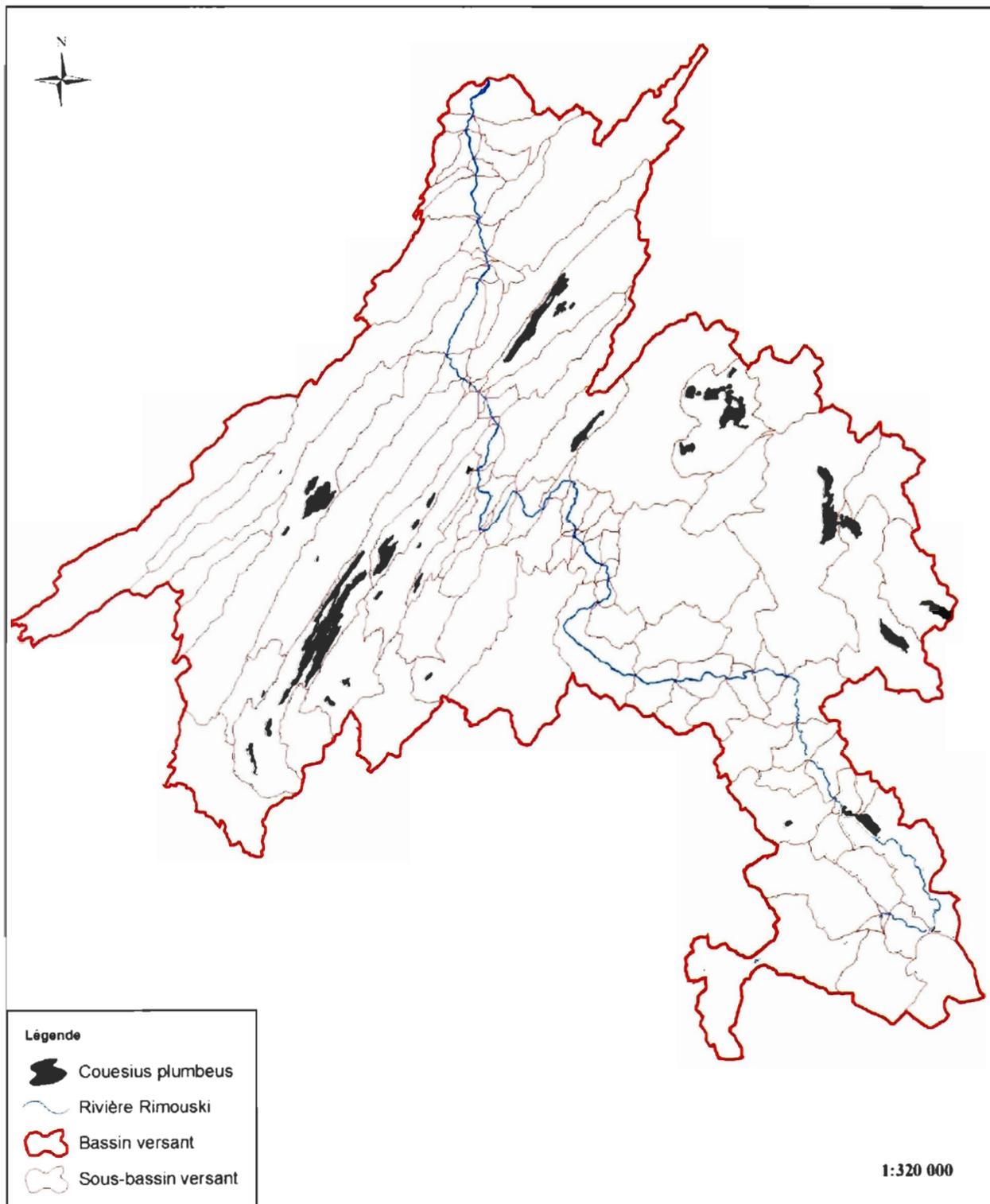
**Annexe 3 :** Carte de localisation des occurrences de *Carassius auratus* (1 lac), de *Notropis heterodon* (1 lac) et d'*Umbra limi* (1 lac) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



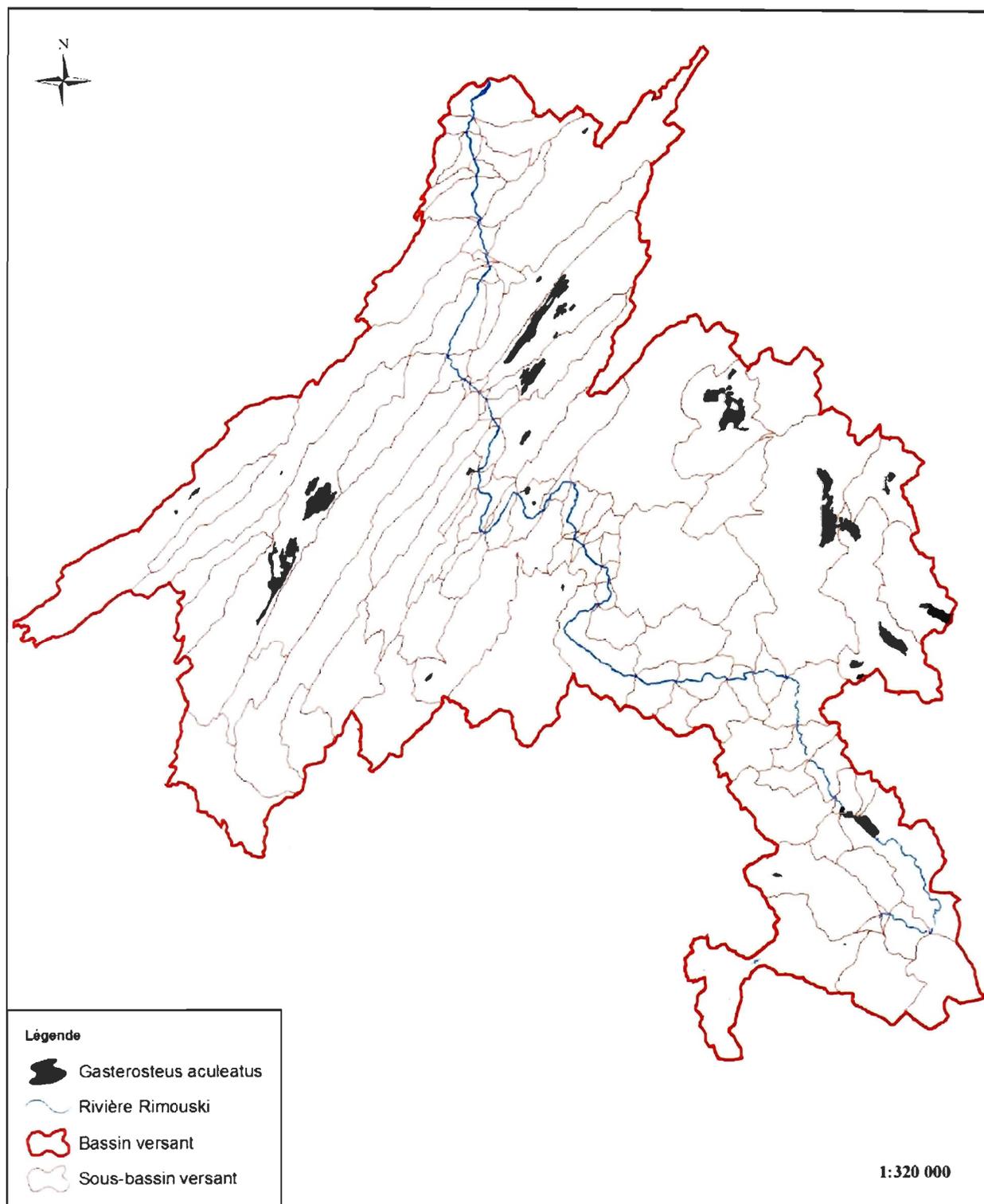
**Annexe 4 :** Carte de localisation des occurrences de *Catostomus commersoni* (41 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



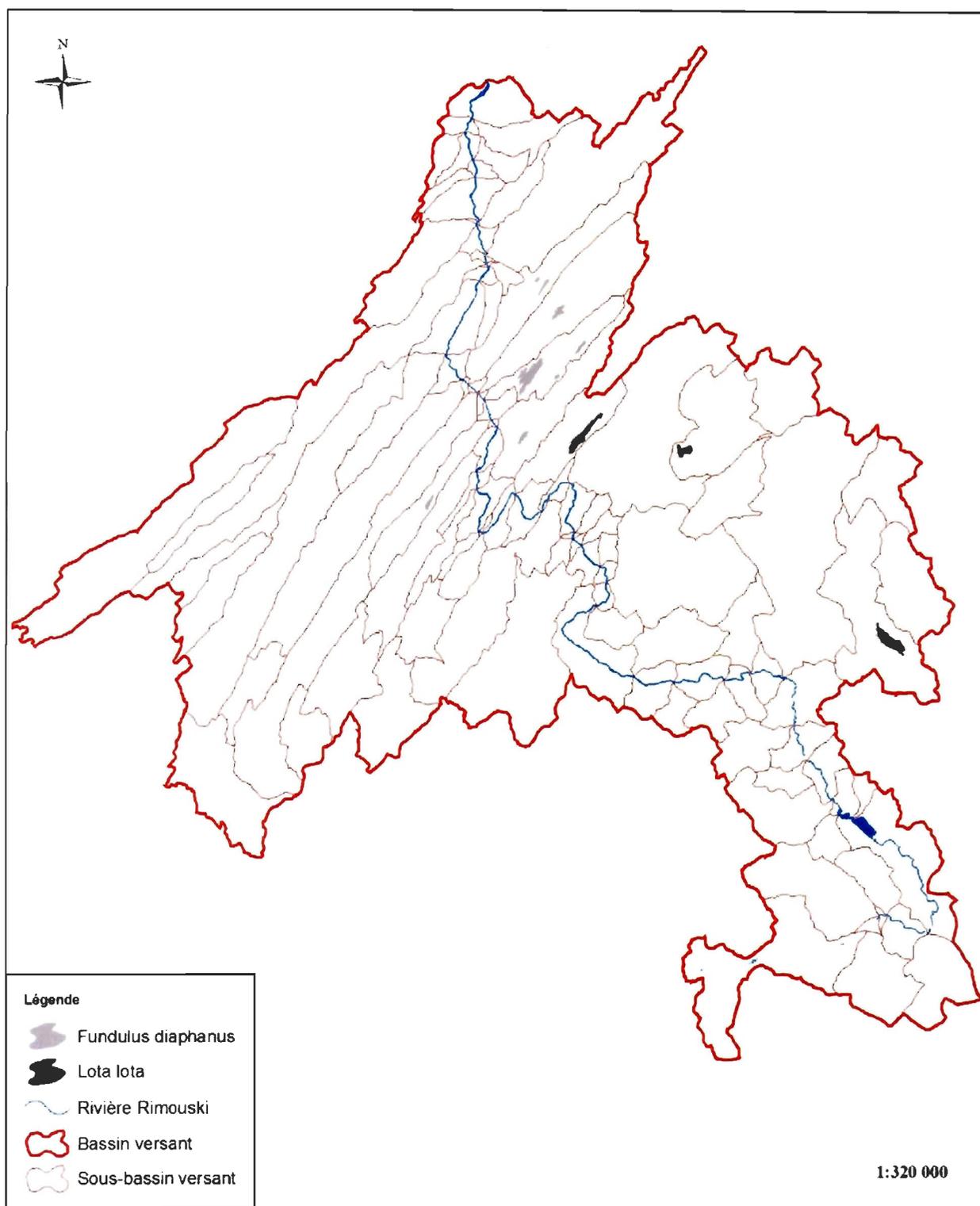
**Annexe 5 :** Carte de localisation des occurrences de *Cottus cognatus* (4 lacs) et de *Pungitius pungitius* (5 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



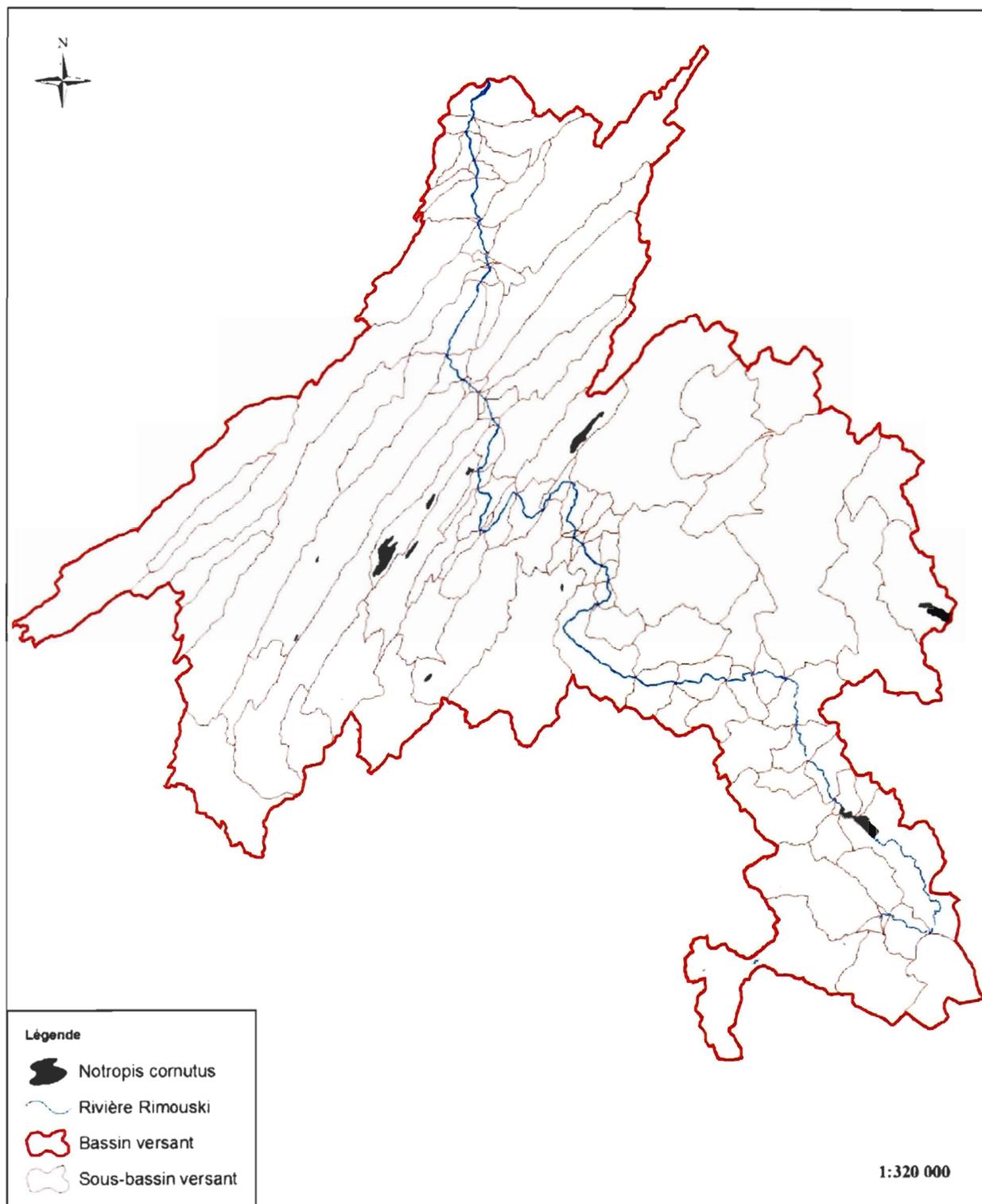
**Annexe 6 :** Carte de localisation des occurrences de *Couesius plumbeus* (36 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



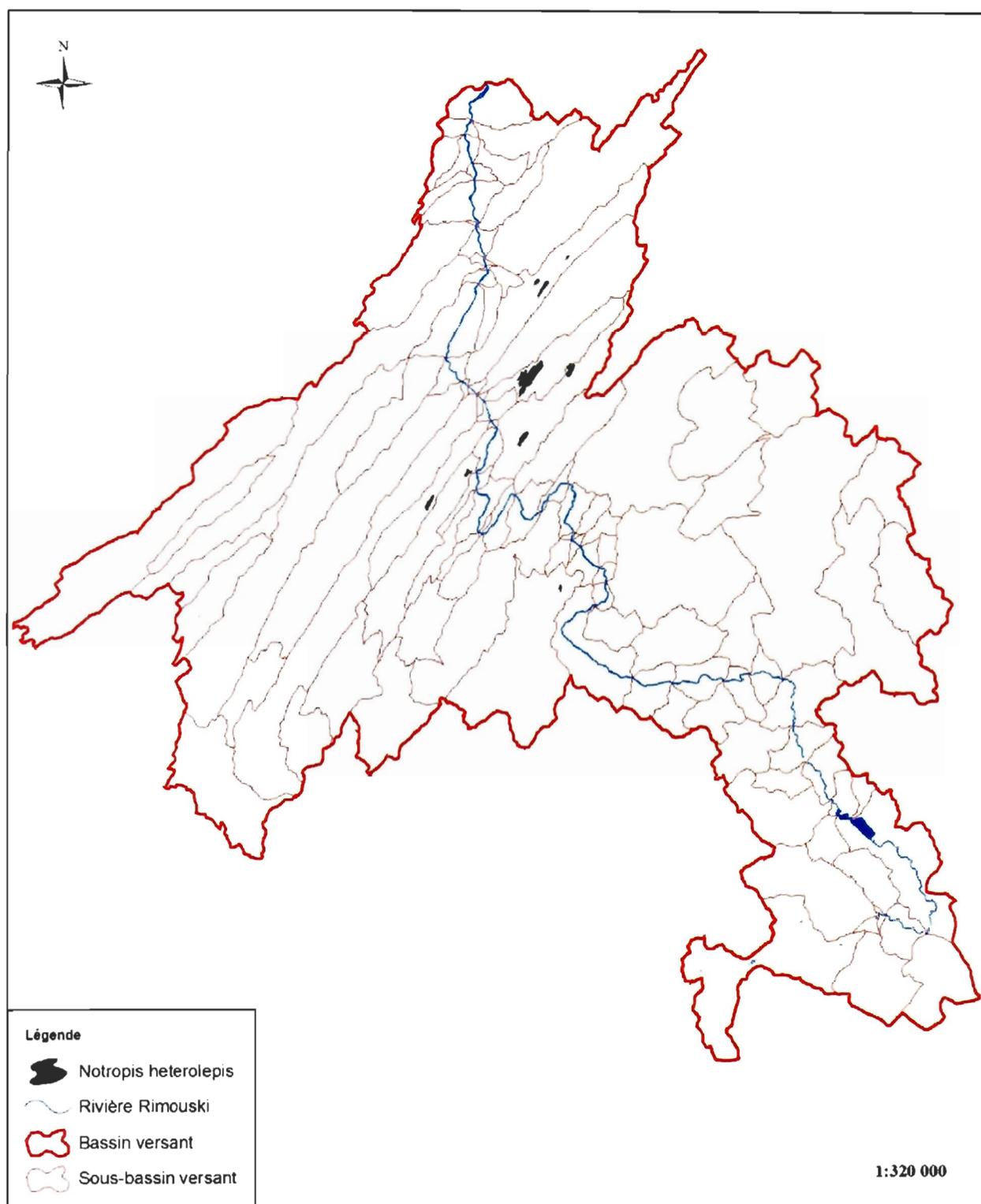
**Annexe 7 :** Carte de localisation des occurrences de *Gasterosteus aculeatus* (34 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



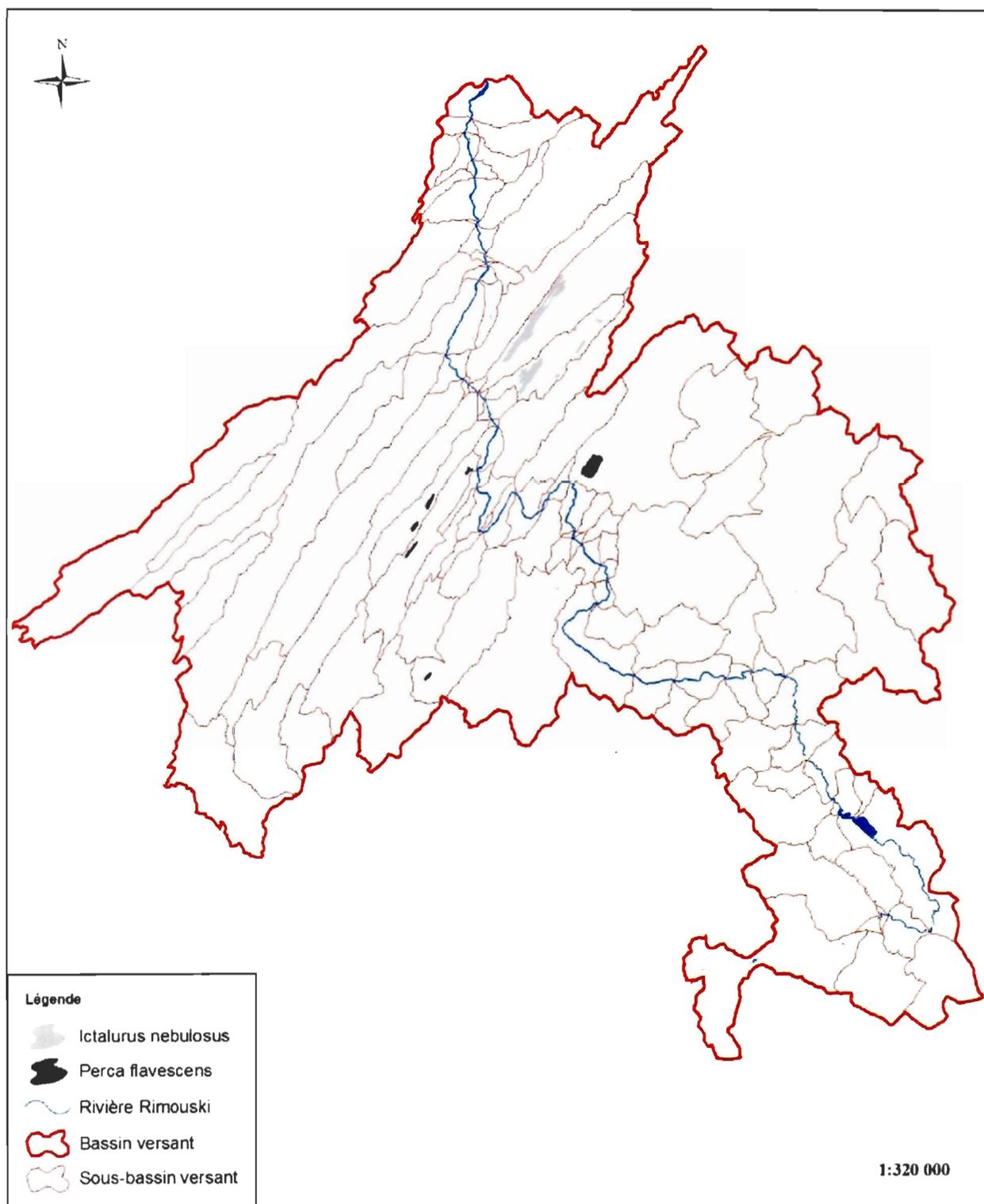
**Annexe 8 :** Carte de localisation des occurrences de *Fundulus diaphanus* (8 lacs) et de *Lota lota* (3 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



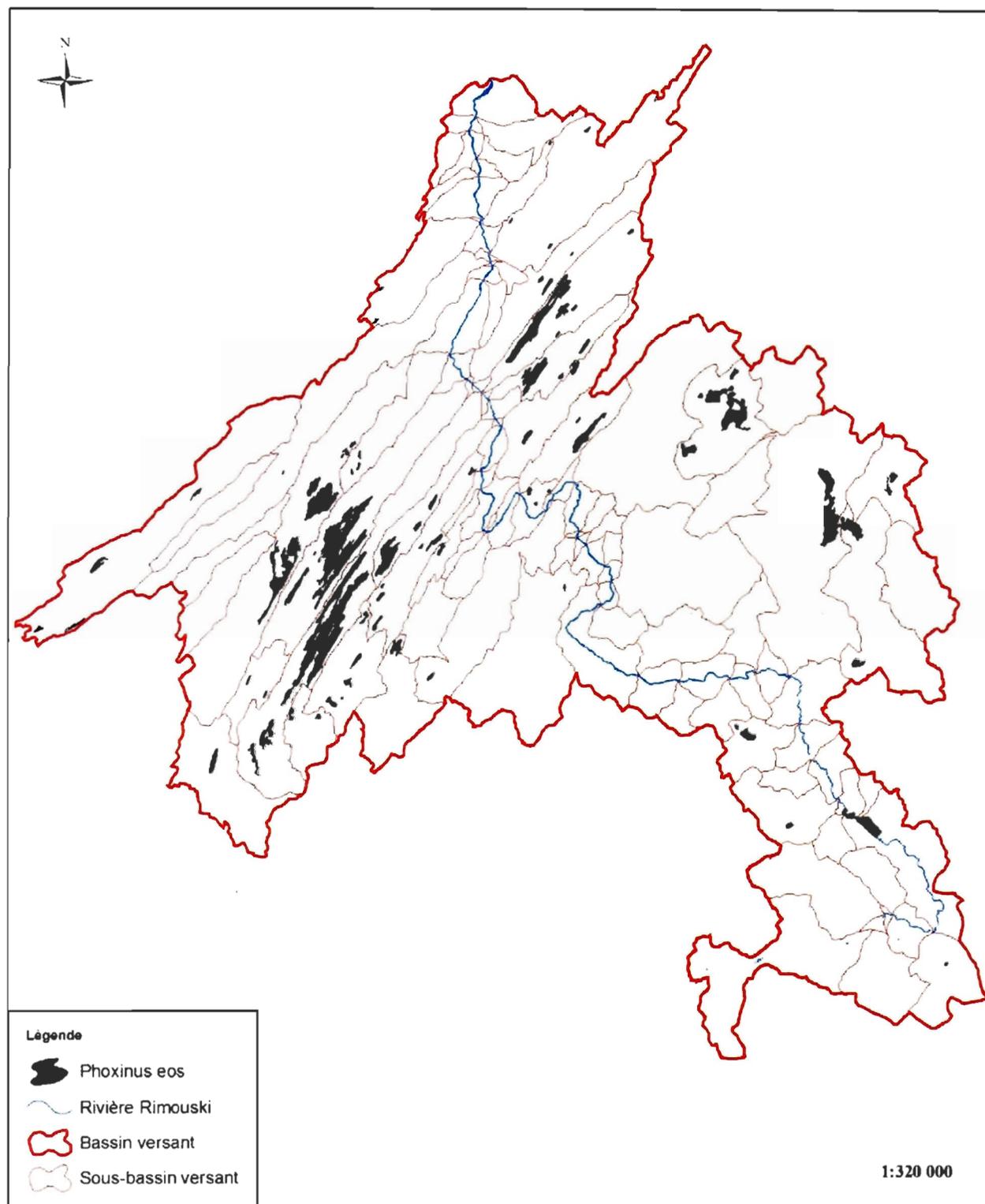
**Annexe 9 :** Carte de localisation des occurrences de *Notropis cornutus* (12 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



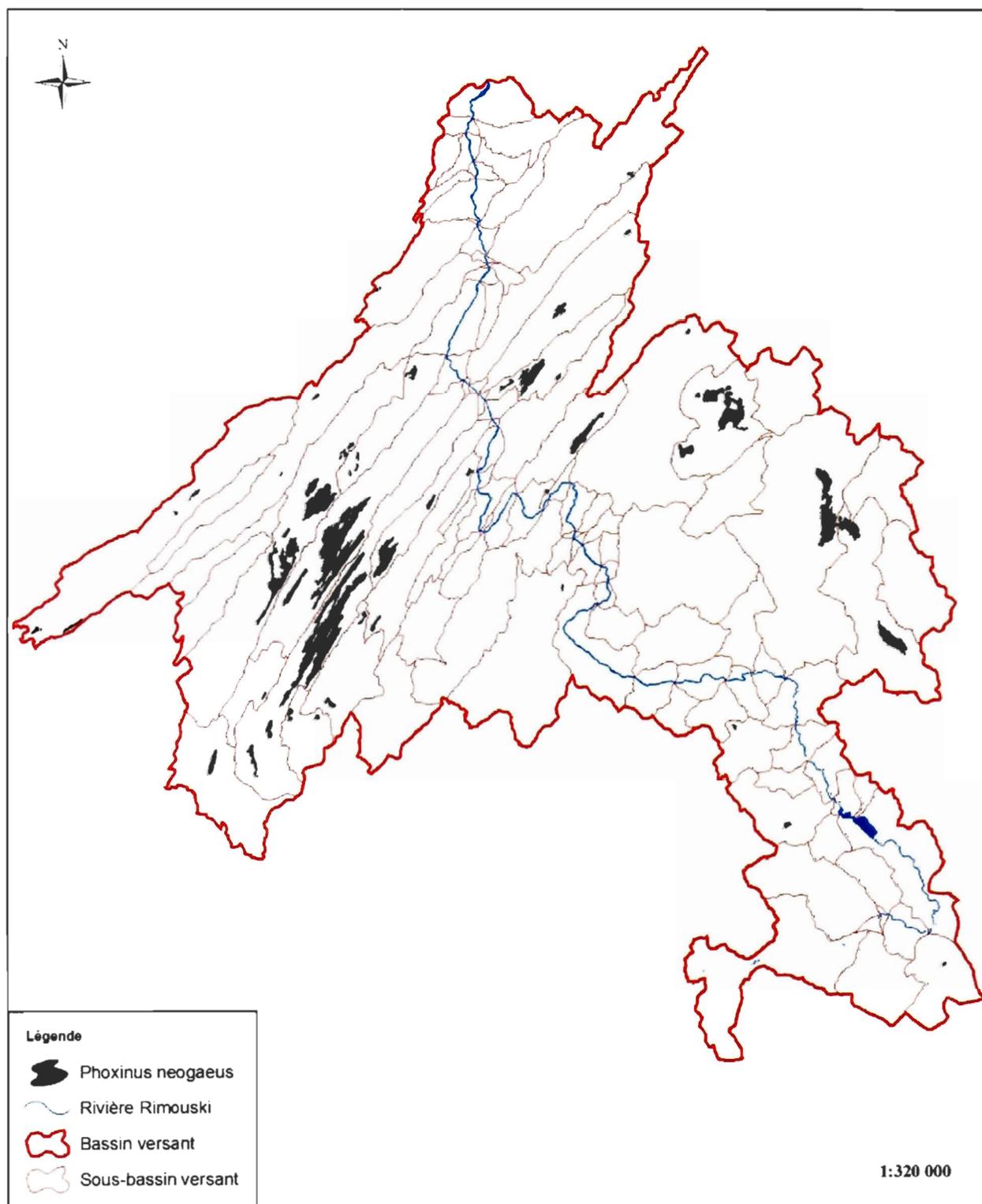
**Annexe 10 :** Carte de localisation des occurrences de *Notropis heterolepis* (9 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



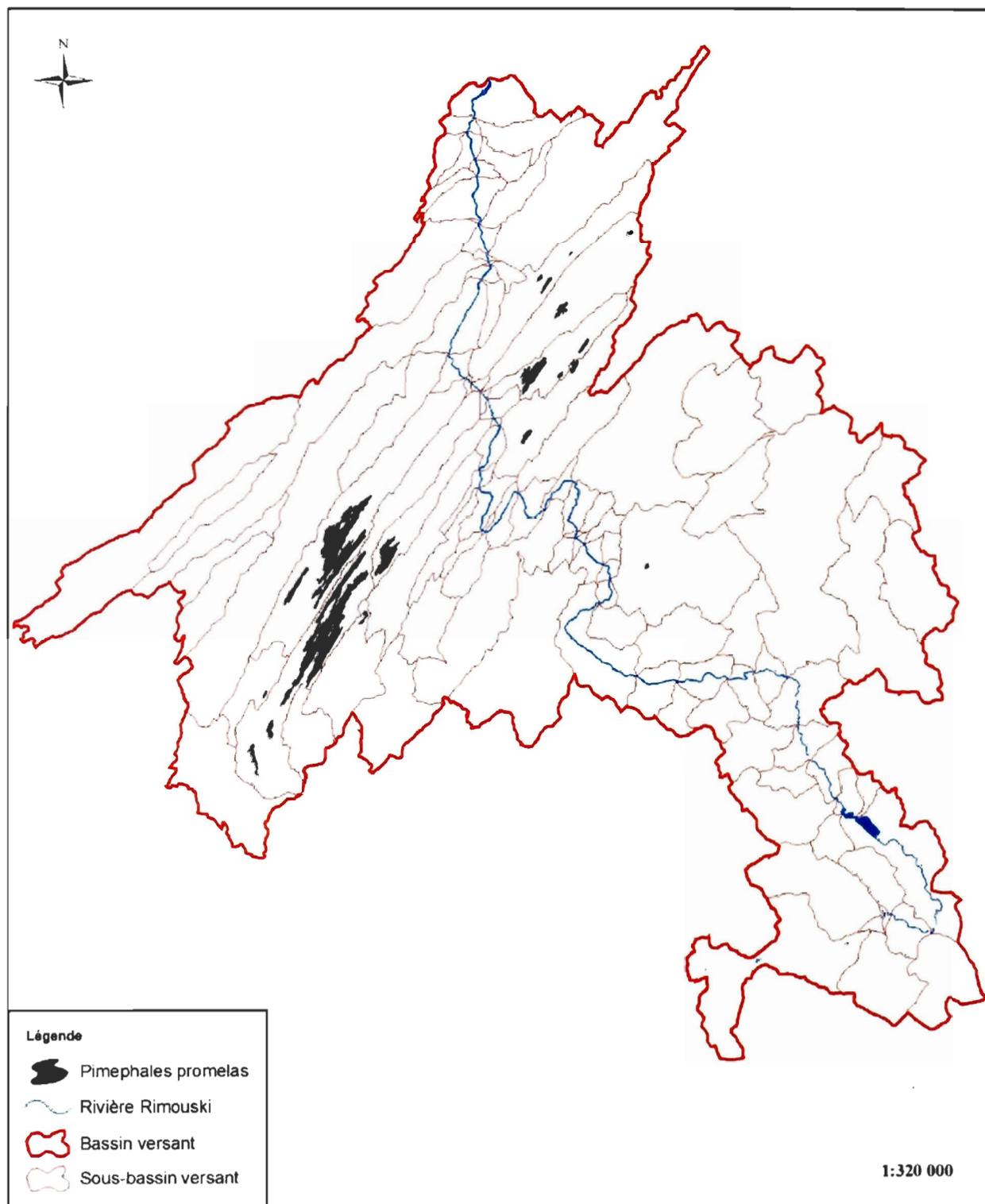
**Annexe 11 :** Carte de localisation des occurrences d'*Ictalurus nebulosus* (9 lacs) et de *Perca flavescens* (5 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



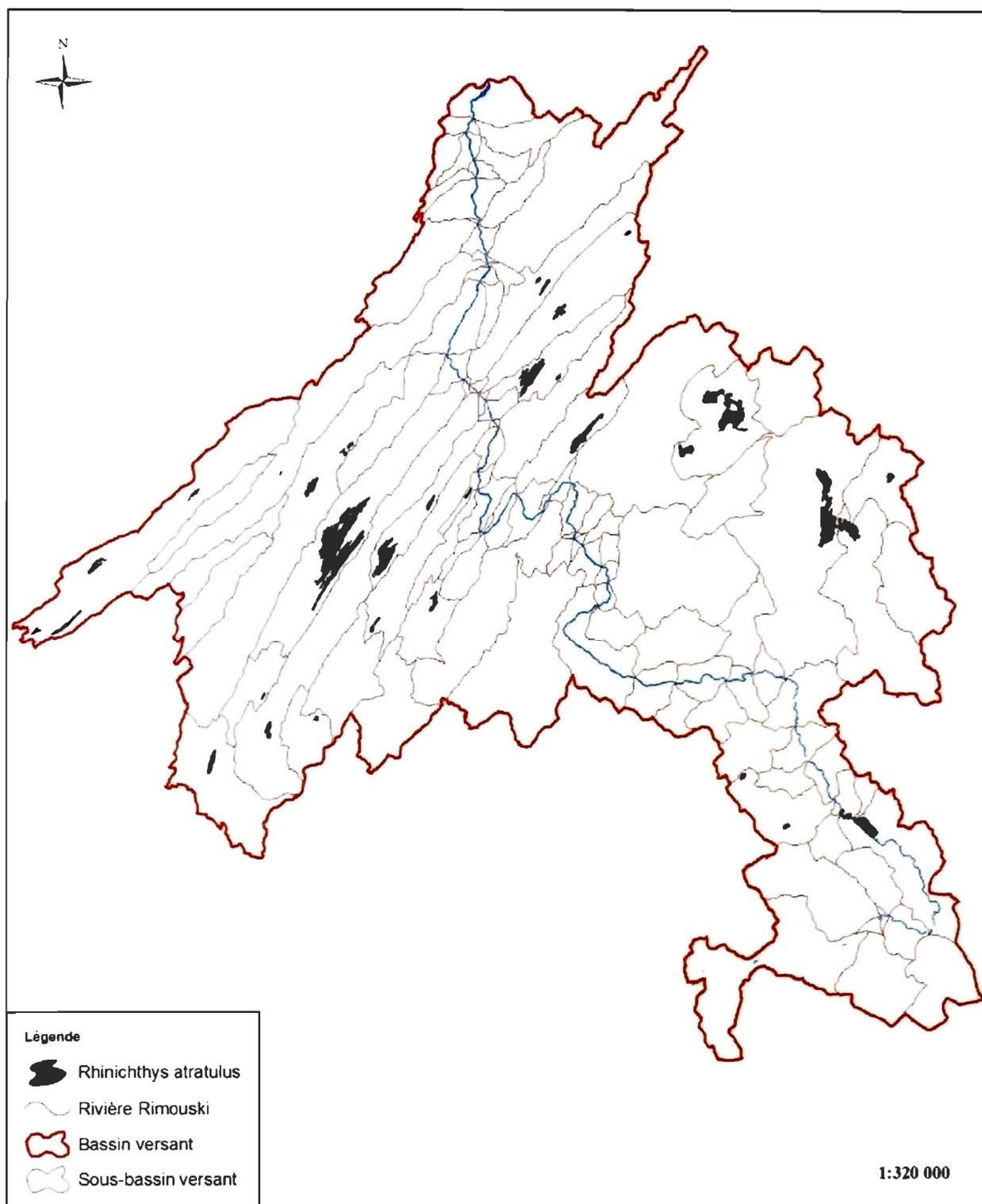
**Annexe 12 :** Carte de localisation des occurrences de *Phoxinus eos* (87 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



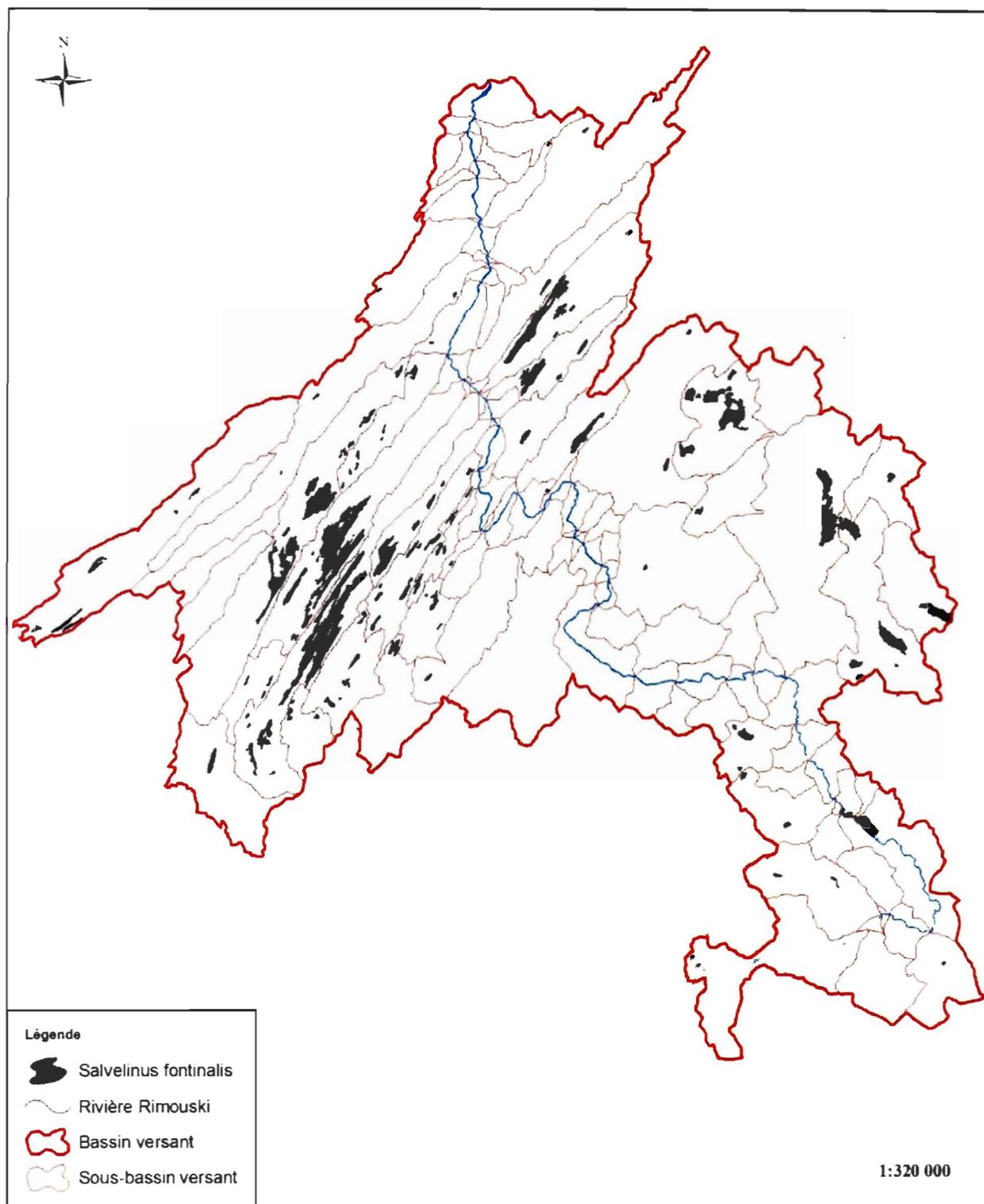
**Annexe 13 :** Carte de localisation des occurrences de *Phoxinus neogaeus* (55 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



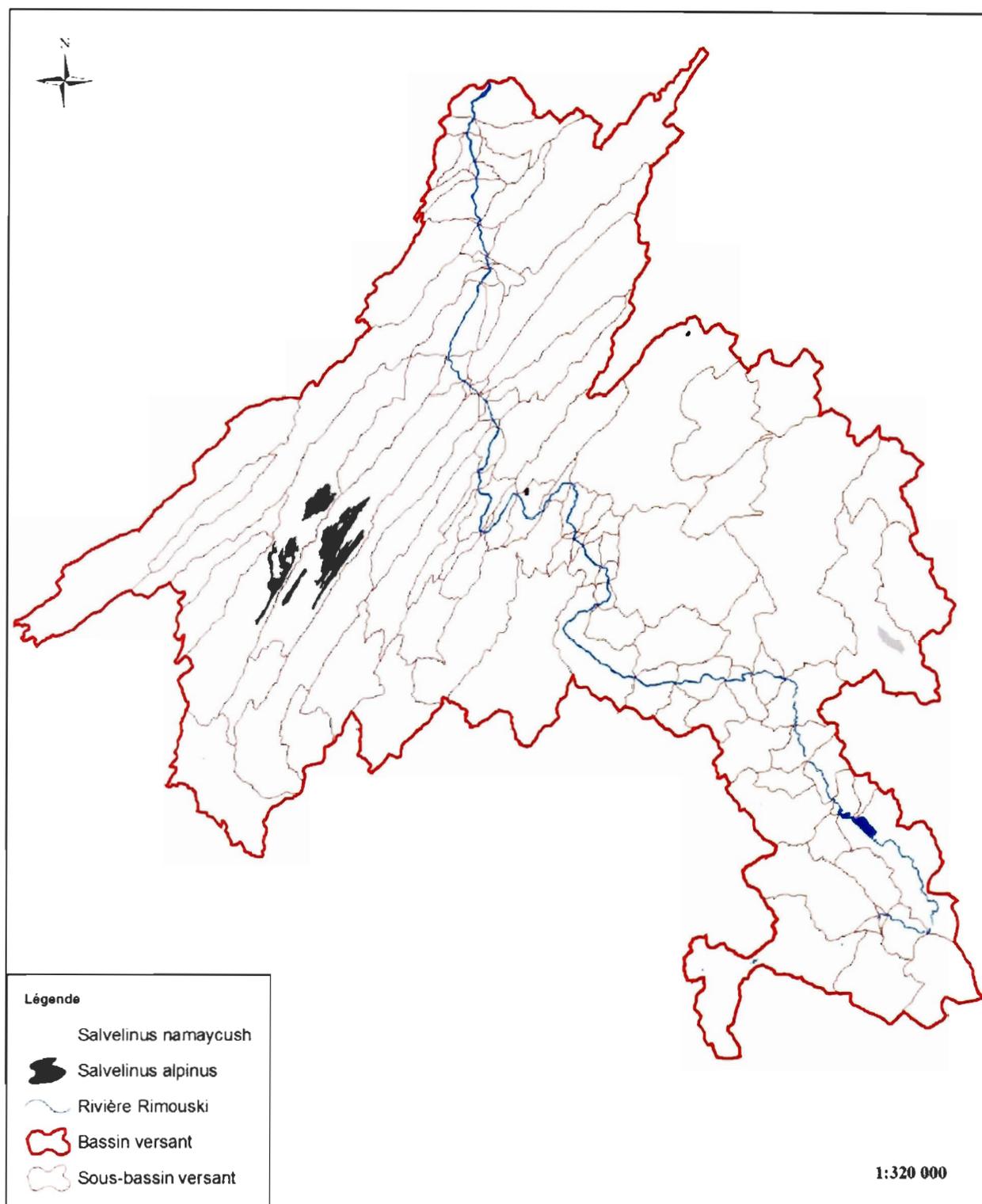
**Annexe 14 :** Carte de localisation des occurrences de *Pimephales promelas* (21 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



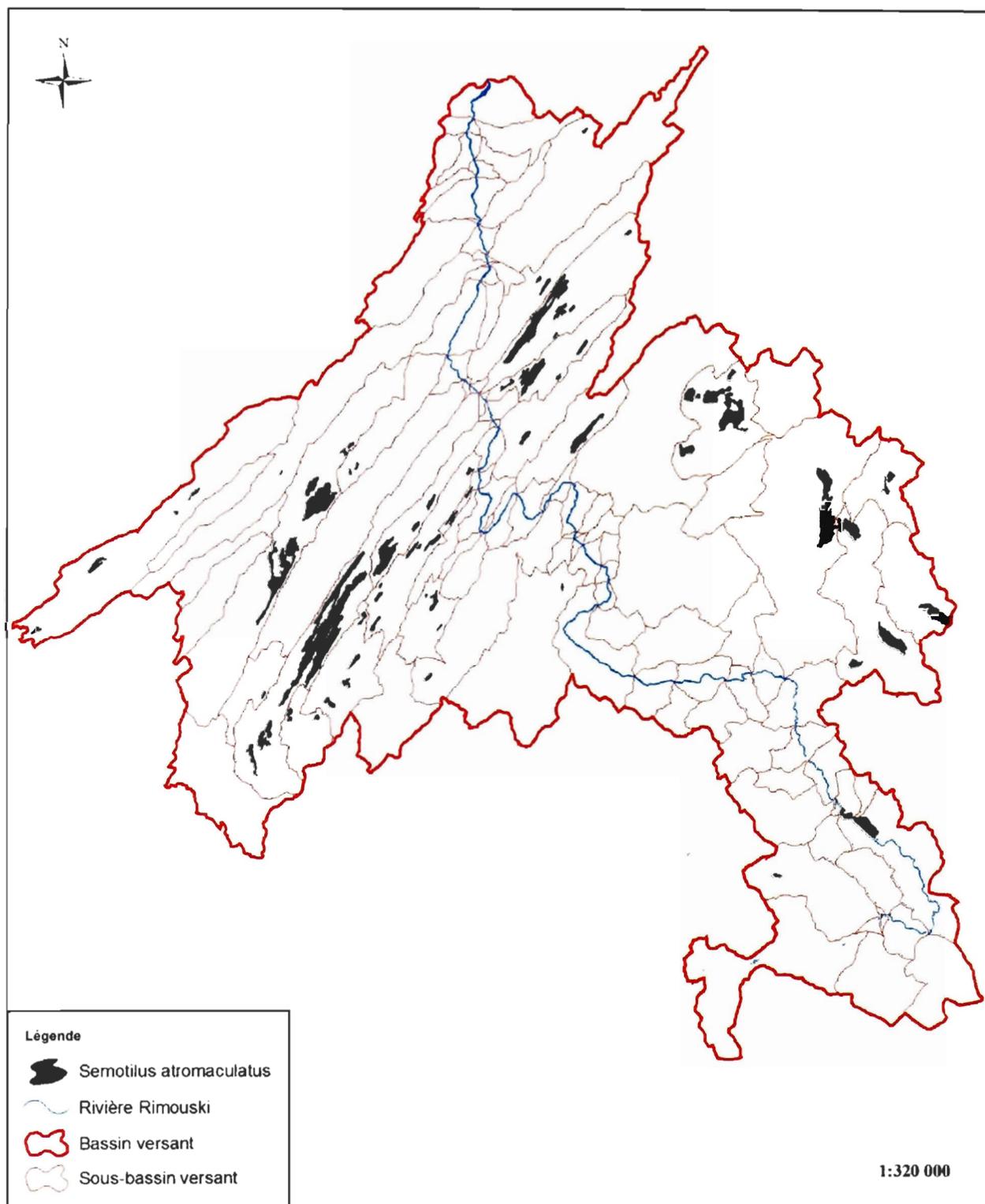
**Annexe 15 :** Carte de localisation des occurrences de *Rhinichthys atratulus* (33 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



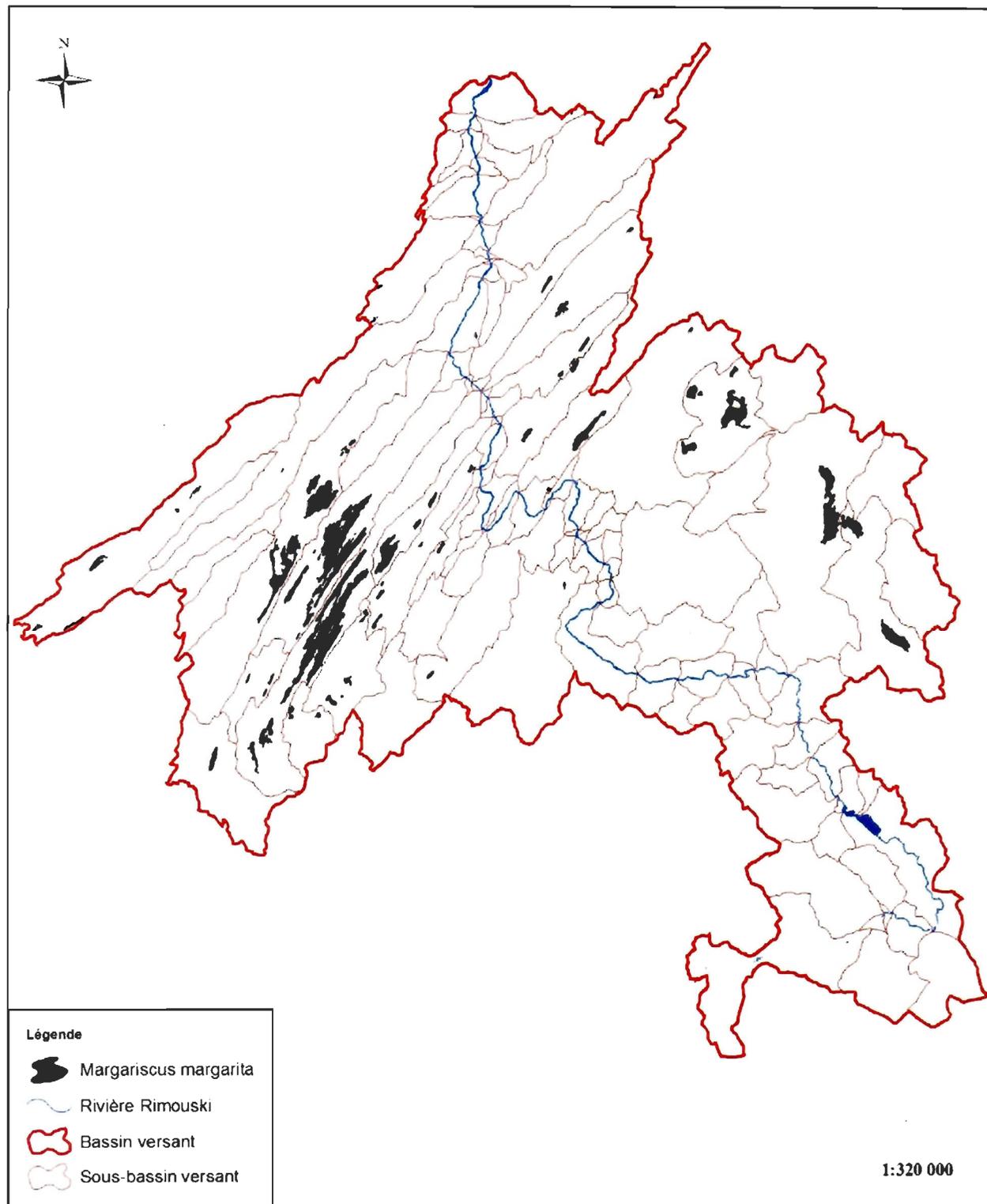
**Annexe 16 :** Carte de localisation des occurrences de *Salvelinus fontinalis* (115 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



**Annexe 17 :** Carte de localisation des occurrences de *Salvelinus namaycush* (1 lac) et de *Salvelinus alpinus* (6 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



**Annexe 18 :** Carte de localisation des occurrences de *Semotilus atromaculatus* (70 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.



**Annexe 19** : Carte de localisation des occurrences de *Margariscus margarita* (67 lacs) retrouvées dans l'ensemble des lacs avec données (143 lacs) du portrait actualisé de diversité ichthyenne du bassin versant de la rivière Rimouski.

**Annexe 20 :** Numéros des sites correspondants aux plans d'eau de chacune des méthodes pour décrire, à l'aide d'analyses canoniques de redondance, la répartition des espèces de poissons en lien avec les variables physiques des lacs du bassin versant de la rivière Rimouski.

Portrait historique (80 lacs)		Échantillonnage 2003-2004 (59 lacs)		Portrait actualisé de la diversité (125 lacs)	
Sites	Nom_lac	Sites	Nom_lac	Sites	Nom_lac
1	Petit lac de la Loutre	1	Lac à Vaillancourt	1	Lac à Vaillancourt
2	Lac à Joe	2	Lac du Notaire-Gagnon	2	Lac du Notaire-Gagnon
3	Lac de la Montagne ronde	3	Lac Plat	3	Petit lac de la Loutre
4	Lac Cossette	4	Lac à la truite	4	Lac à Joe
5	Lac Tenouse	5	Lac Rimouski Ouest	5	Lac de la Montagne ronde
6	Lac des Vingt-Quatre Arpents	6	Lac Rimouski	6	Lac Cossette
7	Lac Doucette	7	Lac du Castor	7	Lac Tenouse
8	Lac de la Roche	8	Lac des Baies	8	Lac des Vingt-Quatre Arpents
9	Lac des Jones	9	Lac des Grosses Truites 2	9	Lac Doucette
10	Lac Blanc	10	Lac Croche	10	Lac de la Roche
11	Lac Vaseux	11	Grand lac Touradi	11	Lac des Jones
12	Petit lac Rimouski	12	Lac Carré	12	Lac Blanc
13	Lac Thom	13	Lac Croisé	13	Lac Plat
14	Lac Cyprien	14	Lac Manley	14	Lac à la truite
15	Lac Fontaine	15	Lac Bellavance	15	Lac Rimouski Ouest
16	Lac du Castor	16	Petit lac Kenwood	16	Lac Rimouski
17	Lac Ferry	17	Lac Boucher	17	Lac Vaseux
18	Lac des Quatre Martres	18	Lac France	18	Petit lac Rimouski
19	Lac Long 2	19	Lac Perche	19	Lac Thom
20	Lac Long	20	recno 1077	20	Lac Cyprien
21	Lac Caron	21	Lac à Bernard (Lacachut)	21	Lac Fontaine
22	Lac David	22	Lac de l'Islet	22	Lac du Castor
23	Lac Dugas	23	Lac Chasseur	23	Lac Ferry
24	Lac des Grosses Truites 1	24	Lac Blanc	24	Lac des Quatre Martres
25	Lac des Grosses Truites 2	25	Lac Claude	25	Lac Long 2
26	Lac du Français	26	Lac Labbé	26	Lac Long
27	Lac à l'Original	27	Lac Deschênes	27	Lac Caron
28	Lac Croisé	28	Lac du Porc-Épic	28	Lac David
29	Lac du Caribou	29	Lac du Dépôt	29	Lac des Baies
30	Grand lac Kenwood (du Camp)	30	Lac Sifroi	30	Lac Dugas
31	Petit lac Kenwood	31	Lac du Camp	31	Lac des Grosses Truites 1
32	Grand lac Marie	32	Lac Matinal	32	Lac des Grosses Truites 2
33	Lac Landry	33	Lac Antonio-Gagné	33	Lac Croche
34	Lac Trinité	34	Lac Pineau	34	Grand lac Touradi
35	Lac Alphonse	35	Lac Pointu	35	Lac du Français
36	Lac Bélanger	36	Lac Vert	36	Lac à l'Original
37	Lac à la Loutre	37	Lac Plourde	37	Lac Carré
38	Petit lac du Castor	38	Lac Bouleau	38	Lac Croisé
39	Lac du Castor	39	Petit lac Macpès	39	Lac Manley
40	Lac du Serpent	40	recno 218	40	Lac du Caribou
41	Petit lac Morin	41	Lac Rimouski	41	Lac Bellavance

Portrait historique (80 lacs)		Échantillonnage 2003-2004 (59 lacs)		Portrait actualisé de la diversité (125 lacs)	
42	Lac Daniel	42	Petit lac à Lunettes	42	Grand lac Kenwood (du Camp)
43	Lac Labbé	43	Grand lac Pointu	43	Petit lac Kenwood
44	Lac Prime-Huron	44	Lac Chaud	44	Lac Boucher
45	Lac Côté	45	Lac Blanc	45	Grand lac Marie
46	Lac du Dépôt	46	Lac de la Montagne	46	Lac France
47	Lac Chicdos	47	Lac Bellavance	47	Lac Landry
48	Lac Corinne	48	Lac du Passetout	48	Lac Trinité
49	Lac Chic-Chocs	49	Lac Linda	49	Lac Alphonse
50	Lac Thibault	50	recno 90	50	Lac Bélanger
51	Lac Rond	51	recno 72	51	Lac Perche
52	Lac Taché	52	Lac Bébé	52	recno 1077
53	Lac Sifroi	53	Lac Vilmont	53	Lac à Bernard (Lacachut)
54	Petit lac Sifroi	54	Lac Richard	54	Lac de l'Islet
55	Petit lac Rouge	55	Lac Bouleau	55	Lac Chasseur
56	Lac Pineau	56	Lac Sauvage (Landry)	56	Lac à la Loutre
57	Lac Pointu	57	Lac Sirois	57	Petit lac du Castor
58	Lac Vert	58	Lac du Chevreuil	58	Lac du Castor
59	Grand lac Shaw	59	Lac Rimouski	59	Lac du Serpent
60	Lac à Midas			60	Lac Blanc
61	Lac Plourde			61	Petit lac Morin
62	Lac Bouleau			62	Lac Claude
63	Lac des Roy			63	Lac Daniel
64	Petit lac Macpès			64	Lac Labbé
65	Lac des Jones			65	Lac Prime (Prime-Huron)
66	Grand lac Macpès			66	Lac Deschênes
67	Étang à Nectures			67	Lac Côté
68	Lac de la Tête du Lac Labbé			68	Lac du Porc-Épic
69	Étang du Milieu			69	Lac du Dépôt
70	Lac de la Grande Ligne (Rond)			70	Lac Chicdos
71	Étang de la Grenouille du Nord			71	Lac Corinne
72	Lac Passé			72	Lac Chic-Chocs
73	Lac de la Petite Ligne			73	Lac Thibault
74	Lac des Rioux			74	Lac Rond
75	Lac des Embusqués			75	Lac Taché
76	Lac à Labbé			76	Lac Sifroi
77	Étang du Gouffre			77	Petit lac Sifroi
78	Lac Culotte			78	Lac du Camp
79	Lac André			79	Petit lac Rouge
80	Lac Rimouski			80	Lac Matinal
				81	Lac Antonio-Gagné
				82	Lac Pineau
				83	Lac Pointu
				84	Lac Vert
				85	Grand lac Shaw
				86	Lac à Midas
				87	Lac Plourde
				88	Lac Bouleau

Portrait historique (80 lacs)	Échantillonnage 2003-2004 (59 lacs)	Portrait actualisé de la diversité (125 lacs)
		89 Lac des Roy
		90 Petit lac Macpès
		91 Lac des Jones
		92 recno 218
		93 Lac Rimouski
		94 Grand lac Macpès
		95 Petit lac à Lunettes
		96 Grand lac Pointu
		97 Lac Chaud
		98 Étang à Nectures
		99 Lac Blanc
		100 Lac de la Montagne
		101 Lac Bellavance
		102 Lac du Passetout
		103 Lac Linda
		104 recno 90
		105 recno 72
		106 Lac de la Tête du Lac Labbé
		107 Étang du Milieu
		108 Lac de la Grande Ligne (Rond)
		109 Étang de la Grenouille du Nord
		110 Lac Passé
		111 Lac de la Petite Ligne
		112 Lac des Rioux
		113 Lac des Embusqués
		114 Lac à Labbé
		115 Étang du Gouffre
		116 Lac Culotte
		117 Lac Bébé
		118 Lac André
		119 Lac Vilmont
		120 Lac Richard
		121 Lac Bouleau
		122 Lac Sauvage (Landry)
		123 Lac Sirois
		124 Lac du Chevreuil
		125 Lac Rimouski

