

Des femmes, des hommes, des régions, **nos ressources...**



**Synthèse et analyse des connaissances sur la
ouananiche et l'éperlan arc-en-ciel du lac
Saint-Jean**

Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats
Service de la faune aquatique

**Synthèse et analyse des connaissances sur la ouananiche
et l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean**

par

Anne-Lise Fortin

Pascal Sirois

Laboratoire des sciences aquatiques
Université du Québec à Chicoutimi

et

Michel Legault

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec

Décembre 2009

Référence à citer :

FORTIN, A.-L., P. SIROIS et M. LEGAULT, 2009. Synthèse et analyse des connaissances sur la ouananiche et l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats. Québec. 137 p.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2009
ISBN : 978-2-550-59894-7 (version imprimée)
978-2-550-59895-4 (PDF)

AVANT-PROPOS

Au début du xx^e siècle, le lac Saint-Jean était connu dans le monde en raison de son attrait pour la pêche à la ouananiche. Dès 1890, on venait de partout pour pêcher ce poisson emblématique. Des articles de journaux aussi prestigieux que le « *New York Times* » rapportaient des chiffres sur le nombre de prises et la grosseur des captures dignes de vraies histoires de pêche. Cependant, la construction du barrage d'Isle-Maligne sur la Grande Décharge en 1926 a transformé le lac Saint-Jean en réservoir hydroélectrique. Les ouvrages sur la rivière Péribonka et le flottage du bois ont provoqué également des perturbations majeures dans l'habitat de la ouananiche au cours du xx^e siècle. En outre, le développement de la villégiature, qui a vu passer le nombre de résidences de 300 à plus de 4 500, conjugué à une plus grande popularité de la pêche à la ouananiche, a entraîné l'augmentation du nombre de pêcheurs sportifs sur le lac.

En 1985, il fallait en moyenne 11 heures pour capturer une seule ouananiche. Cette même année, le faible nombre de géniteurs qui ont remonté les rivières a inquiété les responsables de la faune. En 1986, il fallait environ 20 heures pour capturer une seule ouananiche. Dès lors, plusieurs solutions ont été mises de l'avant pour sauver les populations de ouananiche. La situation s'est grandement améliorée à la fin des années 1980. Cependant, une chute dramatique des stocks est survenue de nouveau au début des années 1990. L'ensemencement est alors devenu la solution privilégiée. Chaque année, les cours d'eau ont étéensemencés de ouananiches juvéniles et le nombre de géniteurs remontant les rivières a augmenté de façon spectaculaire à la fin des années 1990. Malgré cela, les stocks se sont effondrés de nouveau au début des années 2000 et l'inquiétude a grandi. En 1996, la Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean (CLAP) a été créée afin d'assurer un meilleur suivi de l'exploitation et de la protection de la ouananiche.

Avec la création de la CLAP, les intervenants du milieu se sont dotés du premier plan de gestion de la ouananiche et de la pêche dans l'aire faunique communautaire (AFC) du lac Saint-Jean. En 2006, un diagnostic du plan de gestion a été posé. Tous les intervenants impliqués dans la gestion ont participé à ce diagnostic sous la responsabilité de la Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean (CRÉ-02). Après dix ans, tous les acteurs du

milieu ont convenu qu'il fallait réviser le plan de gestion de la ouananiche en tenant compte, particulièrement, de l'important écart qui existe entre les attentes du plan original et les résultats obtenus.

Pendant ces dix années de gestion, de suivi et de recherche, les connaissances sur la ouananiche, l'éperlan arc-en-ciel, leur habitat et leur relation ont beaucoup évolué, mais elles ont été peu intégrées à la gestion. Lors des états généraux sur la gestion des ressources halieutiques de l'AFC, tenus les 12 et 13 avril 2007, il a été recommandé de faire une synthèse des nouvelles connaissances sur la ouananiche et l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean afin d'en assurer l'intégration pour établir les bases du prochain plan de gestion.

Pour réaliser cette synthèse, un comité scientifique a été formé et la CRÉ a été mandatée pour coordonner ses activités au cours de l'année 2007-2008. Voici la synthèse des connaissances qui servira d'assise scientifique pour la gestion de la ouananiche du lac Saint-Jean.

Bonne lecture et bonne pêche!

Ursula Larouche

Conférence régionale des élus-02/CRRNT

Les membres du comité scientifique sont, par ordre alphabétique :

M. Marc Archer, biologiste Directeur	Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean
M. François Caron, biologiste Directeur	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
M. David Cleary, biologiste Représentant	Conseil des Montagnais de Mashteuiatsh
Mme Suzanne Dupuis, M. Sc. Biologiste	Rio Tinto Alcan
Mme Karine Gagnon, M. Sc. Biologiste	Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean
Mme Ursula Larouche, biologiste Responsable du comité scientifique	Conférence régionale des élus-02/CRRNT
M. Michel Legault, M. Sc. Biologiste	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
M. Pascal Sirois, Ph. D. Professeur	Université du Québec à Chicoutimi

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	iii
TABLE DES MATIÈRES	vii
LISTE DES FIGURES	ix
LISTE DES TABLEAUX	xiii
1. INTRODUCTION	1
2. DESCRIPTION DU MILIEU	3
2.1 Caractéristiques du lac Saint-Jean et de son bassin versant.....	3
2.1.1 Lac Saint-Jean.....	3
2.1.2 Bassin versant	5
2.1.3 Paramètres physiques et physico-chimiques.....	10
2.2 Le phytoplancton, le zooplancton et le zoobenthos	14
2.3 Les poissons	16
3. LA OUANANICHE DU LAC SAINT-JEAN.....	19
3.1 Structure des populations.....	19
3.1.1 Structure génétique des populations.....	19
3.1.2 Description des tributaires utilisés pour la reproduction.....	23
3.2 Cycle vital	39
3.2.1 La fraie	40
3.2.2 L'incubation et l'éclosion des œufs	41
3.2.3 La vie en rivière	41
3.2.4 La dévalaison vers le lac	42
3.2.5 La vie en lac	43
3.2.6 Le retour en rivière	45
3.3 Abondance et caractéristiques des géniteurs	47
3.4 Facteurs influençant l'abondance des ouananiches	51
3.4.1 De l'œuf au smolt	51
3.4.2 Du smolt à l'adulte.....	53

3.4.3	Ensemencement.....	57
3.4.4	Lessivage de ouananiches vers la rivière Saguenay.....	58
3.4.5	Parasite.....	60
4.	L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL DU LAC SAINT-JEAN.....	62
4.1	Structure des populations.....	62
4.1.1	Structure génétique des populations.....	62
4.1.2	Localisation des sites utilisés pour la reproduction.....	63
4.2	Cycle vital.....	65
4.2.1	La fraie.....	65
4.2.2	L'incubation des œufs.....	68
4.2.3	La dévalaison vers le lac.....	68
4.2.4	La vie en lac.....	68
4.3	Facteurs influençant l'abondance des éperlans arc-en-ciel.....	75
4.3.1	Stocks de géniteurs.....	75
4.3.2	Hydrologie.....	76
4.3.3	Dispersion.....	78
4.3.4	Prédation.....	79
4.3.5	Cannibalisme.....	83
4.3.6	Climat.....	85
4.3.7	Parasite.....	86
5.	L'INTERRELATION ENTRE LA OUANANICHE ET L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL DU LAC SAINT-JEAN.....	87
	REMERCIEMENTS.....	93
	RÉFÉRENCES.....	94
	ANNEXES.....	107

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Situation géographique et bathymétrie (m) du lac Saint-Jean au Québec.....	3
Figure 2. Niveau moyen au-dessus de la mer (m) des eaux du lac Saint-Jean de 1913 à 2006, au cours de trois périodes distinctes de gestion (Rio Tinto Alcan 2008).....	5
Figure 3. Superficie relative du bassin versant du lac Saint-Jean, divisé selon les principaux sous-bassins (modifié de Jones <i>et al.</i> 1979).....	6
Figure 4. Barrages et centrales hydroélectriques au lac Saint-Jean (modifié de Rio Tinto Alcan 2008).	10
Figure 5. Distribution et vitesse des courants de surface en lac en fonction des vents dominants en provenance (a) du nord-est, (b) du sud-ouest et (c) du nord-ouest (Leclerc 1985).....	12
Figure 6. Diagramme représentant les isothermes (°C) aux différentes profondeurs (m) en fonction des mois pour l'année 1979, au lac Saint-Jean (Ouellet et Jones 1988).....	12
Figure 7. Phénogramme regroupant les échantillons de ouananiche du lac Saint-Jean, selon la matrice de distance génétique de Shriver (D_{ce}). Les années de capture (1970 à 1981 et 1994) des ouananiches pour chaque rivière sont inscrites entre parenthèses et les nombres placés sur les lignes horizontales représentent le pourcentage de reclassification après 1 000 réplifications réalisées en rééchantillonnant aléatoirement les loci au sein des échantillons (Tessier et Bernatchez 1999).....	20
Figure 8. Carte du lac Saint-Jean illustrant les différents secteurs de pêche à la ouananiche échantillonnés dans les années 70, 80 et 90 (modifié de Potvin et Bernatchez 2001)....	22
Figure 9. La rivière Ashuapmushuan au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Lesage 1974).....	24
Figure 10. La rivière aux Saumons au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Talbot et Lapointe 1980).	27
Figure 11. Passes migratoires du zoo de Saint-Félicien sur la rivière aux Saumons au lac Saint-Jean de 1970 à aujourd'hui. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Talbot et Desjardins 1981).	28

Figure 12. La rivière Métabetchouane au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Gauthier 1990).....	30
Figure 13. La rivière Mistassini et ses affluents au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Brouard et Talbot 1979).	33
Figure 14. Habitat de reproduction disponible pour la ouananiche du lac Saint-Jean (modifié de Lapointe 1985).....	36
Figure 15. Emplacement des neuf passes migratoires pour la ouananiche dans les tributaires du lac Saint-Jean (modifié de Coulombe 1985).....	39
Figure 16. Cycle vital de la ouananiche du lac Saint-Jean (modifié d'une brochure publiée par le MRNF).....	40
Figure 17. Estimation annuelle de la montaison des géniteurs chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemscas), au lac Saint-Jean de 1970 à 2007 (données non publiées, MRNF).....	48
Figure 18. Fréquence relative cumulée de la montaison annuelle des géniteurs chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemscas), au lac Saint-Jean de 1997 à 2001 (données non publiées, MRNF).....	49
Figure 19. Taux de retour des géniteurs chez la ouananiche issus d'une cohorte en fonction du nombre de parents dans la rivière Mistassini, au lac Saint-Jean, pour la période de 1975 à 1998.....	53
Figure 20. Variations interannuelles de (a) la longueur à la fourche (mm) des géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini et de (b) l'âge moyen (en années de séjour en lac) des géniteurs issus d'une même cohorte (année de reproduction).....	55
Figure 21. Influence de l'abondance des éperlans arc-en-ciel (0+) au lac Saint-Jean sur (a) la longueur à la fourche (mm) des géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini ayant séjourné deux ans en lac de 1996 à 2005 et sur (b) la croissance absolue des écailles (mm) de ces géniteurs lors de leur première année en lac.	56
Figure 22. Relation entre le taux de retour et l'âge moyen en lac pour les cohortes de géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini de 1975 à 1998.....	57
Figure 23. Carte du lac Saint-Jean présentant les principaux sites de fraie de l'éperlan arc-en-ciel et les obstacles infranchissables. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés (modifié de Saint-Laurent <i>et al.</i> 2003).....	64

Figure 24. Abondance des éperlans arc-en-ciel (a) 0+ et (b) $\geq 1+$ au lac Saint-Jean en fonction des isobathes pour les années 2001 à 2007 (données non publiées, MRNF).	70
Figure 25. Abondance des éperlans arc-en-ciel (a) 0+ et (b) $\geq 1+$ au lac Saint-Jean de 1996 à 2007 (données non publiées, MRNF).	74
Figure 26. Relation entre l'abondance des éperlans arc-en-ciel 0+ et les stocks de géniteurs du lac Saint-Jean, de 1996 à 2007.	76
Figure 27. Relation entre l'abondance des éperlans arc-en-ciel 0+ et le débit moyen de la rivière Péribonka lors de la première semaine de juin au lac Saint-Jean, de 1984 à 2004.	77
Figure 28. Relation entre le débit de la rivière Péribonka et la distribution des dates d'éclosion des larves d'éperlan arc-en-ciel capturées au lac Saint-Jean en juin et août 2004 (données non publiées).	78
Figure 29. Succès d'alimentation moyen des éperlans arc-en-ciel de stades C et D en fonction de la densité des nauplii de copépodes et des <i>Diacyclops bicuspidatus thomasi</i> en 1998 (cercles blancs) et 1999 (cercles noirs), au lac Saint-Jean (Fortin 2002).	80
Figure 30. Consommation prédite, par le modèle bioénergétique, pour les ouananiches au lac Saint-Jean durant leurs quatre premières années de vie en lac, (a) lors d'une année de croissance favorable et (b) lors d'une année de croissance défavorable (Tremblay 2004).	81
Figure 31. (a) Fluctuations interannuelles de l'indice d'abondance des smolts et de l'abondance des éperlans arc-en-ciel 0+ et (b) relation entre l'abondance des éperlans et l'indice d'abondance des smolts au lac Saint-Jean, de 1984 à 2007. L'échelle de l'axe des y est logarithmique dans le graphique (b).	82
Figure 32. Longueur standard (mm) des éperlans arc-en-ciel contenus dans les estomacs de ouananiches, selon leur date de capture au lac Saint-Jean, de 1997 à 2002 (modifié de Lefebvre 2003).	84
Figure 33. Relation entre la survie des éperlans arc-en-ciel de 0+ à 1+ et l'abondance des éperlans 1+ au lac Saint-Jean, de 1996 à 2006. Les échelles des deux axes sont logarithmiques.	84
Figure 34. Modèle conceptuel du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean.	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Quelques caractéristiques des principaux tributaires du lac Saint-Jean et autres affluents importants de ceux-ci. Les valeurs soulignées de superficie du bassin versant sont incluses dans la superficie totale du bassin de la rivière principale (Jones <i>et al.</i> 1979; Belzile et Valentine 1992; Valentine <i>et al.</i> 1993; Lapointe 2002).	7
Tableau 2.	Liste des espèces de poissons recensées dans le lac Saint-Jean (Talbot et Lapointe 1978; Vaillancourt 1985; A. Lapointe, comm. pers.).	17
Tableau 3.	Contribution relative des tributaires du lac Saint-Jean à la récolte sportive de ouananiches lors de trois périodes d'échantillonnage différentes (Potvin et Bernatchez 2000).	21
Tableau 4.	Contribution relative des tributaires du lac Saint-Jean à la récolte sportive de ouananiches (1975, été 1976, 1986, 1987, 1994, 1995 et 1996), selon les secteurs de capture (Potvin et Bernatchez 2000).	22
Tableau 5.	Fréquence relative de l'âge en rivière des tacons chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).	43
Tableau 6.	Fréquence relative de l'âge en lac des géniteurs chez la ouananiche en montaison dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).	44
Tableau 7.	Caractéristiques des périodes de montaison des géniteurs chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).	46
Tableau 8.	Fréquence relative du nombre de frayes des géniteurs chez la ouananiche en montaison dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).	46
Tableau 9.	Masses moyennes (en g, mesurées de 1999 à 2006) et longueurs à la fourche (LF) moyennes (en mm, mesurées de 1975 à 2006) des géniteurs chez la ouananiche en montaison dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca) et d'individus capturés dans le lac Saint-Jean, selon leur âge en lac (données non publiées, MRNF).	50

Tableau 10. Coefficient de détermination (R^2) entre la croissance absolue de l'écaïlle des géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini et l'abondance des éperlans 0+ et 1+, selon l'année de leur séjour en lac. Calculé à partir des données de 1996 à 2005 inclusivement.	56
Tableau 11. Classification (proportion et pourcentage) des ouananiches capturées dans le Saguenay (1996 et 1997), selon leur rivière d'origine du lac Saint-Jean (Bernatchez et Tessier 1998).	59
Tableau 12. Estimation des dates de fraie des éperlans arc-en-ciel, de la durée d'incubation des œufs et des dates d'éclosion, dans les rivières Péribonka, Ashuapmushuan et Mistassini en 1998 et 1999; et estimation des dates d'éclosion d'éperlans capturés au mois d'août au lac Saint-Jean en 1997, 1998 et 1999.	66
Tableau 13. Croissance journalière de l'éperlan arc-en-ciel au cours de sa première saison de croissance (0+), au lac Saint-Jean et au lac Michigan.	72
Tableau 14. Longueur totale moyenne d'éperlans arc-en-ciel matures, selon leur âge et leur morphé, capturés sur les sites de fraie de la rivière Péribonka et du secteur nord-ouest de 1998 à 2000 (données non publiées, MRNF).	73
Tableau 15. Comparaison de la longueur standard (LS) à la capture, et rétrocalculée à l'âge de 75 jours, et de l'accumulation des réserves lipidiques d'éperlans 0+ en fonction des caractéristiques climatiques des lacs Memphrémagog, Kénogami et Jacques-Cartier (Bérubé 2005).	85

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Définitions des différents termes employés concernant la ouananiche (Paulhus 1967; Scott et Crossman 1974; Blais et Legendre 1978; Legault et Gouin 1985; Caron <i>et al.</i> 2007).	109
Annexe 2. Description des principales passes migratoires et barrières de comptage utilisées par le MRNF au lac Saint-Jean pour évaluer la montaison des géniteurs chez la ouananiche et leurs années d’opération (L. Coulombe, comm. pers.).....	111
Annexe 3. Nombre de géniteurs estimés chez la ouananiche utilisant les différents tributaires du lac Saint-Jean lors de leur migration de reproduction.	113
Annexe 4. Historique desensemencements du lac Saint-Jean et de ses tributaires, de 1897 à 2007, avec de la ouananiche et du saumon atlantique anadrome (Lapointe 2001; A. Lapointe comm. pers.)	115
Annexe 5. Références consultées non citées.	118

1. INTRODUCTION

Le lac Saint-Jean est réputé pour héberger les plus importantes populations de ouananiche (*Salmo salar*) en Amérique du Nord (Legault et Gouin 1985). La pêche sportive de ce poisson emblématique génère une activité économique importante dans la région du Saguenay – Lac-Saint-Jean. Les populations de ouananiche ont beaucoup fluctué dans le lac Saint-Jean au cours des 30 dernières années. Dans le but d'enrayer les fluctuations des stocks de cette espèce et de soutenir l'activité économique liée à la pêche sportive, plusieurs mesures de gestion ont été prises pour protéger et préserver cette ressource. Cependant, cela n'a pas empêché la diminution dramatique des stocks de ouananiche durant les périodes 1992-1995 et 2001-2004, années également marquées par une réduction importante de la condition physique des poissons et de la récolte sportive. Une remise à l'eau obligatoire des prises a même été décrétée en 2003. En 1996, le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MRNF) a créé l'aire faunique communautaire (AFC) du lac Saint-Jean et a confié la gestion de la pêche sportive sur cet important plan d'eau à une corporation sans but lucratif, la Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean (CLAP).

La gestion de la ouananiche au lac Saint-Jean a été historiquement calquée sur la gestion du saumon atlantique anadrome puisqu'il s'agit de la même espèce. Ce mode de gestion est basé sur le concept voulant que le facteur limitant l'abondance d'une population soit sa capacité de reproduction. C'est pour cette raison que les gestionnaires privilégient toujours des mesures de gestion qui visent à favoriser la reproduction en rivière, comme la protection des géniteurs, l'ensemencement des rivières avec des œufs ou des tacons, ou l'ouverture de tronçons de rivière inaccessibles. Des observations récentes indiquent que ce qui peut être vrai pour le saumon atlantique anadrome ne l'est peut-être pas pour la ouananiche du lac Saint-Jean. Il semble que la production de ce saumon d'eau douce serait plutôt limitée par l'abondance des éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans le lac et non par sa capacité de reproduction. L'importance de ce poisson fourrage pour la ouananiche est bien documentée (Kircheis et Stanley 1981; Lefebvre 2003). En outre, la productivité du lac Saint-Jean est considérée comme faible (Jones *et al.* 1979; Côté *et al.* 2002) en

comparaison de l'immense potentiel de reproduction de la ouananiche dans les tributaires du lac Saint-Jean. Conséquemment, il est primordial de réviser le mode de gestion de la ouananiche en fonction de l'émergence d'un nouveau paradigme selon lequel le facteur limitant la production de ouananiches est la capacité de support du lac Saint-Jean.

Le principal objectif de cette synthèse est de rassembler dans un seul document l'information disponible sur la biologie de la ouananiche et de l'éperlan arc-en-ciel afin de mieux comprendre l'interrelation entre ces deux espèces au lac Saint-Jean. Ce travail de synthèse est justifié par l'émergence d'une nouvelle conception des facteurs qui limitent la production de ouananiches au lac Saint-Jean. Ce document permettra d'intégrer les fondements de ce nouveau paradigme dans le prochain plan de gestion de la ouananiche du lac Saint-Jean. Nous espérons que le regroupement de ces connaissances contribuera de façon importante à la conservation et à l'exploitation durable des populations de ouananiche du lac Saint-Jean.

2. DESCRIPTION DU MILIEU

2.1 Caractéristiques du lac Saint-Jean et de son bassin versant

2.1.1 Lac Saint-Jean

Le lac Saint-Jean est situé à $48^{\circ} 35' 40''$ de latitude Nord et à $72^{\circ} 1' 50''$ de longitude Ouest, soit au sud-est de la province de Québec, au Canada (Jones *et al.* 1979) (figure 1). Il est le cinquième plus grand plan d'eau au Québec, avec une superficie de $1\,053\text{ km}^2$, après le lac Mistassini, le réservoir Gouin, le lac à l'Eau Claire et le lac Bienville (Environnement Canada 1973).

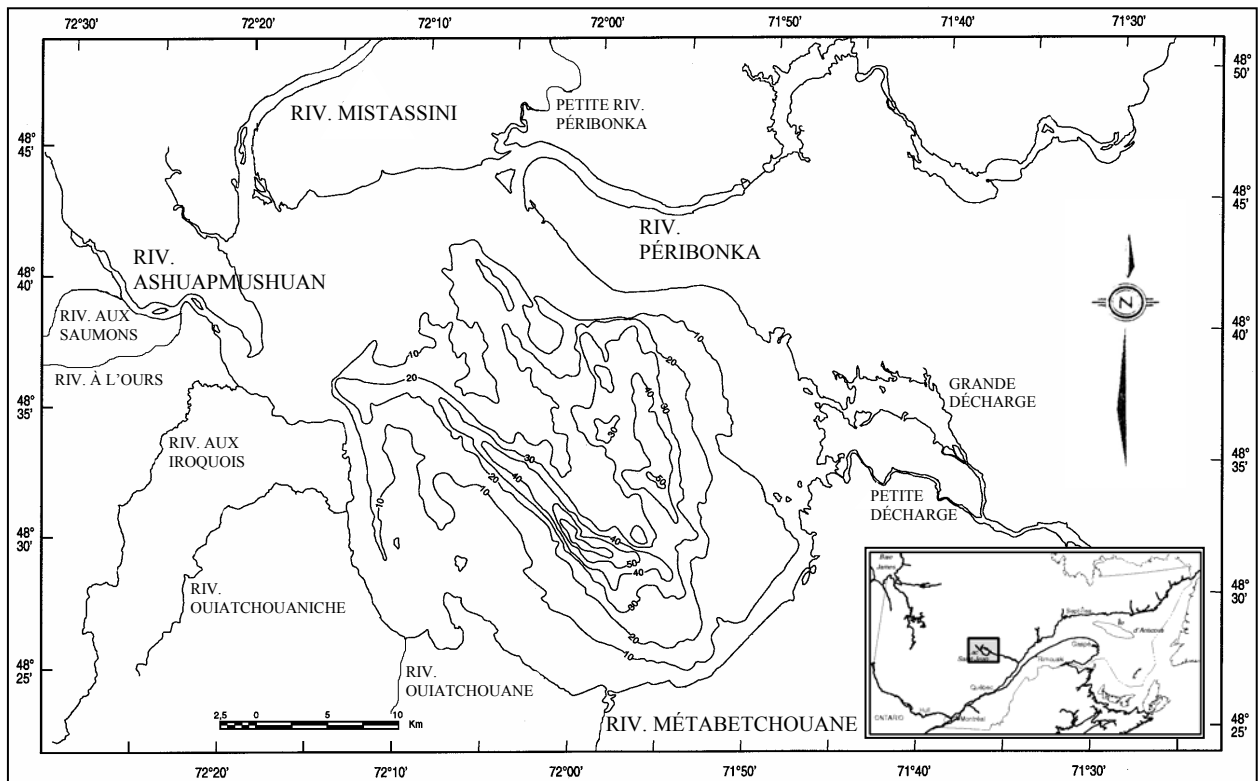


Figure 1. Situation géographique et bathymétrie (m) du lac Saint-Jean au Québec.

Toutefois, il est unique du fait de l'importance des activités humaines qui se déroulent sur ses eaux et sur ses berges depuis près d'un siècle et demi. Situé à une altitude de 97 mètres, le lac Saint-Jean s'est formé il y a environ 8 000 ans, après le retrait de la mer de

Laflamme. Il occupe un volume de 11,9 km³ et son eau est renouvelée en moyenne quatre fois par année (Jones *et al.* 1979). Il était anciennement nommé *Pea-Guawgomi* par les Amérindiens montagnais, ce qui signifie « lac dont le lit est peu profond » (Legendre 1967). En effet, sa profondeur moyenne est de 11 mètres tandis que sa profondeur maximale est de 63 mètres. Près de 25 % de sa superficie totale ne dépasse pas trois mètres et 40 % ne dépasse pas six mètres. Le lac Saint-Jean se couvre de glace du mois de décembre au mois de mai et s'en libère, en moyenne, vers le 8 mai (Jones *et al.* 1979).

Réservoir

Le lac Saint-Jean est un lac réservoir depuis 1926, année où les barrages situés dans les émissaires ont été mis en fonction. Le niveau du lac, mesuré au quai de la ville de Roberval, a alors augmenté de près de trois mètres, inondant les terres agricoles situées aux abords du lac (Tremblay 1979). La figure 2 représente les niveaux moyens des eaux du lac Saint-Jean au cours de trois périodes distinctes : de 1913 à 1925, de 1926 à 1985 et de 1986 à 2006. Les données historiques remontent jusqu'en 1913 et c'est à partir de 1986 qu'un décret gouvernemental pour une meilleure gestion des eaux du lac Saint-Jean a fixé le niveau maximum à 101,84 mètres. De plus, en 1991, la compagnie Alcan, gestionnaire des ouvrages hydroélectriques, a abaissé ce niveau maximum à 101,54 mètres. Également, du 24 juin au 1^{er} septembre, un niveau minimum de 100,78 mètres doit être maintenu (Rio Tinto Alcan 2008).

À la suite du rehaussement des eaux du lac Saint-Jean, de graves problèmes d'érosion des rives sont apparus. Des travaux de protection des berges ont débuté au cours des années 30. Toutefois, c'est à partir de 1986 qu'un vaste programme de stabilisation des berges a été instauré. Actuellement, sur les 210 km de rives (excluant les zones localisées dans la Grande Décharge et les tributaires), 125 km ont été protégés par divers ouvrages : perrés, épis, brise-lames, rechargement de plages et génie végétal (Alcan Aluminium Limitée 1996; S. Dupuis, comm. pers.¹).

¹ Rio Tinto Alcan.

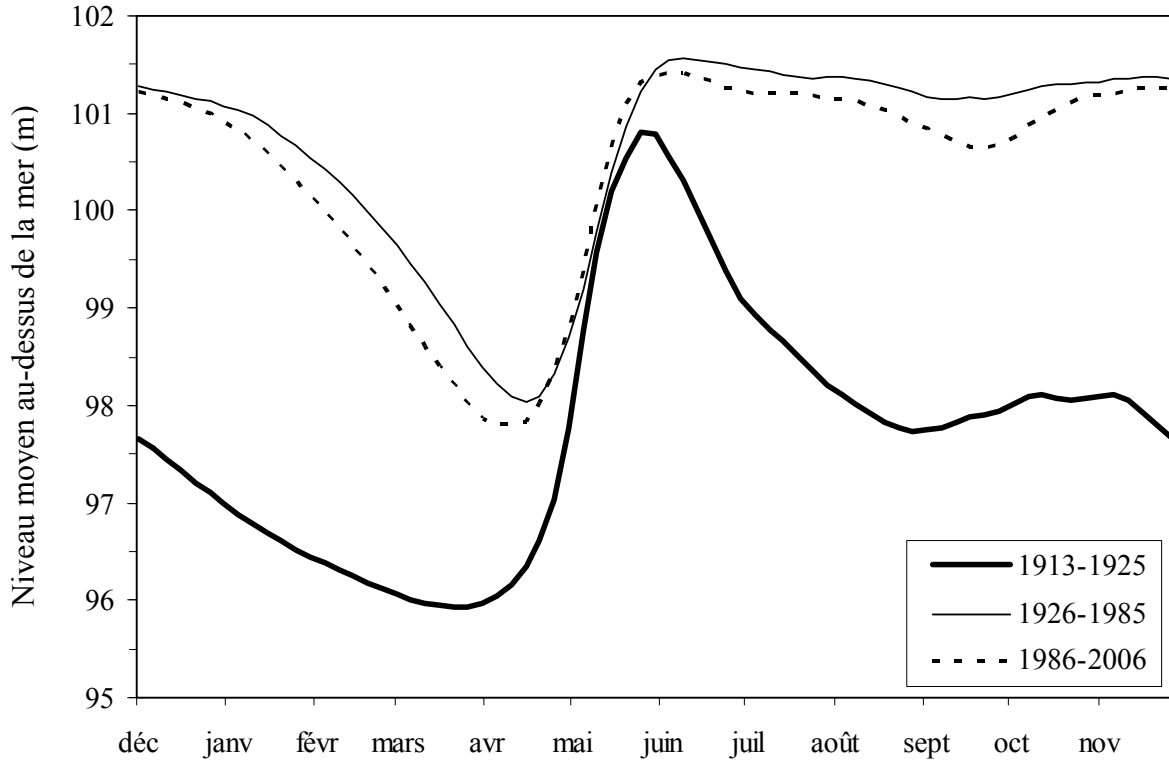


Figure 2. Niveau moyen au-dessus de la mer (m) des eaux du lac Saint-Jean de 1913 à 2006, au cours de trois périodes distinctes de gestion (Rio Tinto Alcan 2008).

2.1.2 Bassin versant

Le bassin versant du lac Saint-Jean a une superficie de 73 000 km², soit environ 70 fois la superficie du lac (Jones *et al.* 1979). Ce bassin se partage en deux zones topographiques principales : les basses terres du lac et les hautes terres du Bouclier canadien, et produit un ruissellement superficiel annuel moyen de 1 467 m³·s⁻¹. Le bassin versant du lac Saint-Jean est formé par l'assemblage de sept sous-bassins principaux : les bassins de la Petite rivière Péribonka, de la rivière Ashuapmushuan, de la rivière Métabetchouane, de la rivière Péribonka, de la rivière Mistassibi, de la rivière aux Rats et de la rivière Mistassini (figure 3). Le sous-bassin le plus important est celui de la rivière Péribonka, au nord du lac Saint-Jean, avec ses 26 925 km² de superficie (Jones *et al.* 1979).

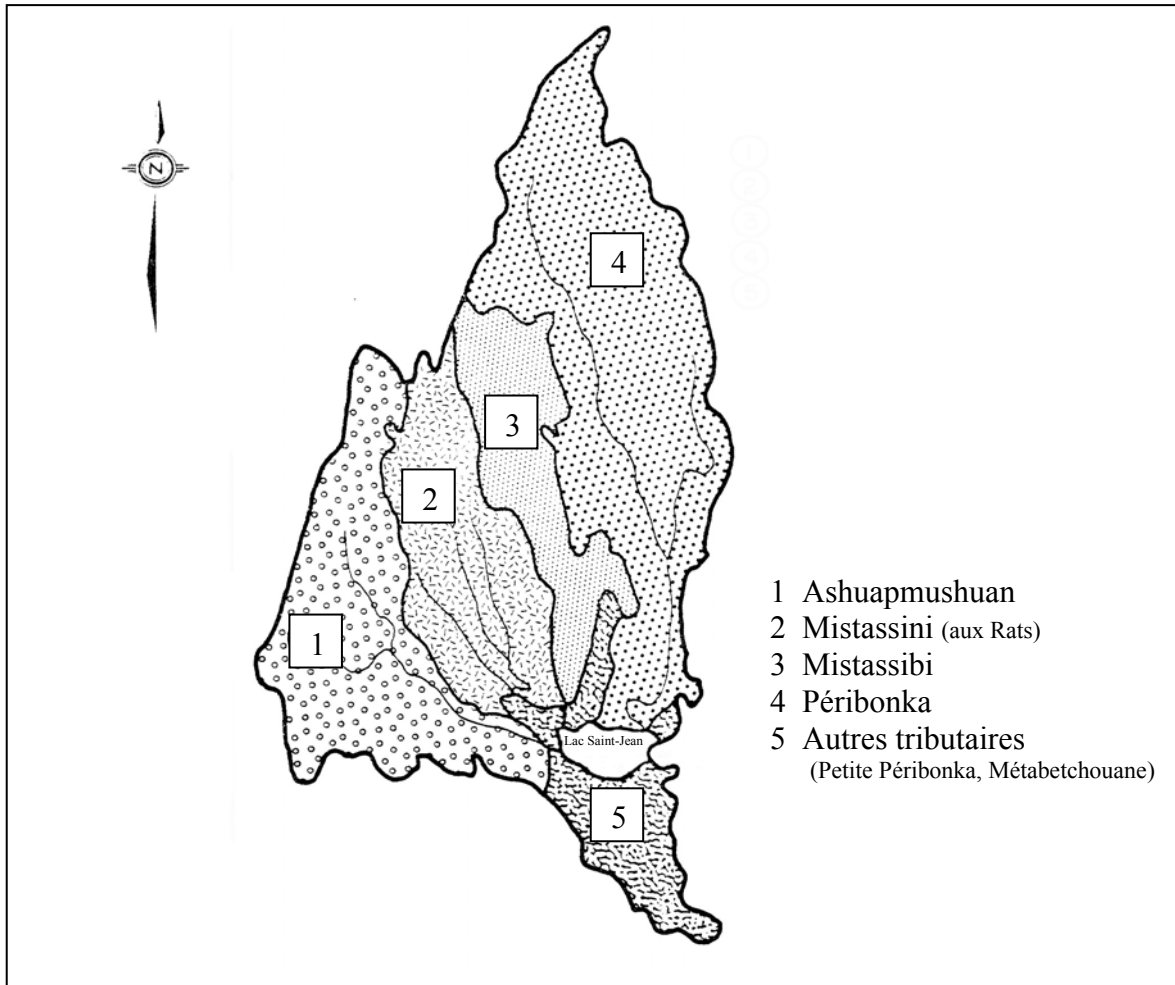


Figure 3. Superficie relative du bassin versant du lac Saint-Jean, divisé selon les principaux sous-bassins (modifié de Jones *et al.* 1979).

Tributaires

Le lac Saint-Jean possède 21 tributaires, les plus importants étant les rivières Péribonka, Mistassini et Ashuapmushuan (tableau 1). À elles seules, ces trois rivières contribuent à près de 75 % des apports en eau au lac. Elles prennent leur source loin au nord, près du 52^e parallèle. Quant aux tributaires du sud, ils sont de moindre importance, à l'exception de la rivière Métabetchouane (Jones *et al.* 1979).

Tableau 1. Quelques caractéristiques des principaux tributaires du lac Saint-Jean et autres affluents importants de ceux-ci. Les valeurs soulignées de superficie du bassin versant sont incluses dans la superficie totale du bassin de la rivière principale (Jones *et al.* 1979; Belzile et Valentine 1992; Valentine *et al.* 1993; Lapointe 2002).

Rivière	Longueur (km)	Superficie du bassin versant (km ²)	Débit moyen annuel (m ³ ·s ⁻¹)	Débit moyen de crue interannuelle (m ³ ·s ⁻¹)
Ashuapmushuan	180	15 740	301	918
aux Saumons	66	<u>585</u>	8	n/d
Mistassini	290	12 320	497	n/d
aux Rats	214	<u>3 080</u>	n/d	n/d
Mistassibi	300	9 320	n/d	n/d
Péribonka	480	26 925	605	n/d
Petite Péribonka	118	1 276	22	56
Métabetchouane	121	2 325	41	148
Autres tributaires	n/d	5 094	n/d	n/d

La rivière Péribonka est la rivière la plus importante du lac Saint-Jean (Jones *et al.* 1979). Les principaux cours d'eau qui l'alimentent sont la Petite rivière Péribonka, la rivière Alex, la rivière Manouane et la rivière au Serpent. La rivière Mistassini, deuxième tributaire en importance du lac Saint-Jean, prend sa source à la frontière du territoire de la Baie-James, entre les lacs à l'Eau Froide et DeVau (Jones *et al.* 1979; Belzile et Valentine 1992). La rivière Mistassini reçoit les eaux de quatre affluents majeurs, soit : de l'aval vers l'amont, des rivières Mistassibi, aux Rats, Ouasiemsca et Samaqua (Belzile et Valentine 1992). La rivière Ashuapmushuan vient, quant à l'importance, après la Mistassini et la Péribonka comme tributaire du lac Saint-Jean (Jones *et al.* 1979). Le couvert forestier occupe environ 91 % de son bassin versant et l'on y pratique des activités de coupe forestière. Les 9 % restants de la superficie totale de ce bassin sont occupés par des lacs et des cours d'eau (Valentine *et al.* 1993). Le plus important tributaire dans la partie en aval de la rivière Ashuapmushuan est la rivière aux Saumons. Cette dernière provient du lac Clairvaux et son bassin versant compte 98 plans d'eau (Belzile et Valentine 1992). Une route régionale, de

nombreuses routes rurales et des chemins forestiers traversent ou longent la rivière aux Saumons sur plus de la moitié de son parcours. Des activités d'exploitation forestière se déroulent en amont de ce cours d'eau, alors que la portion aval est à vocation agricole et touristique (Talbot et Lapointe 1980). La rivière Métabetchouane est la rivière qui draine la plus grande superficie de bassin versant au sud du lac (Jones *et al.* 1979). Elle prend naissance dans la réserve faunique des Laurentides. Elle est caractérisée par son milieu majoritairement forestier, sauf dans sa partie aval qui est de type agroforestier (Gauthier 1990; Belzile et Valentine 1992).

Activités humaines

C'est le jésuite Jean Dequen, en 1647, qui fut le premier Européen à contempler le lac Saint-Jean. Avant les explorations de cet ecclésiastique, le territoire autour du lac avait été uniquement occupé par des Amérindiens montagnais. Durant tout près de deux cents ans, la principale activité économique au lac Saint-Jean a reposé sur le commerce des fourrures. Les premiers colons se sont établis seulement à partir de 1850. Actuellement, le bassin versant du lac Saint-Jean soutient les activités humaines sur environ 8 % de sa superficie. Selon les statistiques de 2006, la population de ce bassin, estimée à 110 010 habitants, est considérée comme urbaine à 62 % (Institut de la statistique du Québec 2008a). L'agriculture constitue une activité économique de base importante autour du lac Saint-Jean, en particulier dans la zone des basses terres. Cette agriculture est surtout caractérisée par la production laitière : on dénombrait en 2007 un total de 280 fermes (Institut de la statistique du Québec 2008b). Toutefois, c'est l'exploitation des forêts et l'industrie du bois et de ses dérivés qui constituent le principal moteur de l'économie régionale. Selon les statistiques de 2003, la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean comptait 5 476 emplois liés directement à ce secteur (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec 2008a). En outre, on dénombre trois usines de pâtes et papiers au lac Saint-Jean : à Alma, Dolbeau-Mistassini et Saint-Félicien.

À la suite de l'industrialisation, la villégiature autour du lac Saint-Jean a pris son expansion de 1950 à 1970, avec de nombreux chalets construits le long des rives (S. Dupuis, comm.

pers.²). En 1995, 18 % des habitations étaient des résidences permanentes et, en 2006, cette proportion avait atteint 40 %. Sur les rives du lac Saint-Jean et dans la portion aval de ses principaux tributaires, l'occupation du sol a connu très peu de modification depuis 1983 et elle se répartit comme suit : récréative (39 %), forestière (32 %) agricole (22 %), urbaine (6 %), récréation extensive (1 %). Par ailleurs, depuis 1995, la capacité d'accueil des équipements de camping et des sites d'hébergement a connu une augmentation moyenne de 12 %, elle est passée de 2 662 à 3 032 places (S. Dupuis, comm. pers.²).

Potentiel hydroélectrique

Les eaux du bassin versant du lac Saint-Jean sont acheminées vers le lac en empruntant des vallées caractérisées par la présence d'une multitude de chutes et de rapides (Jones *et al.* 1979). Ainsi, le potentiel de production d'hydroélectricité est énorme (figure 4).

Les premiers ouvrages hydroélectriques ont été construits en 1926, dans les émissaires du lac. Il s'agit des barrages érigés sur la Grande et la Petite Décharge ainsi que de la centrale hydroélectrique d'Isle-Maligne. Ensuite, la rivière Péribonka a été harnachée une première fois en 1941, formant le réservoir des Passes-Dangereuses. Les barrages de Chute-du-Diable et de Chute-à-la-Savane se sont ajoutés respectivement en 1952 et 1953, et en 1959, la centrale hydroélectrique souterraine de Chute-des-Passes à vue le jour. Finalement, la centrale Péribonka IV a été construite en 2007 par Hydro-Québec, tout près de l'embouchure de la rivière Manouane. Sur cette dernière rivière, un seul barrage est présent, il est situé en amont et forme le réservoir du lac Manouane depuis 1941 (Rio Tinto Alcan 2008).

Les principales infrastructures, érigées avant les années 60, ont été construites afin de fournir de l'énergie à l'aluminerie Alcan. Ainsi, les débits dans les rivières du lac Saint-Jean sont fortement influencés mensuellement par l'exploitation de ces nombreux ouvrages (Jones *et al.* 1979). Toutefois, il ne faut pas oublier qu'il existe plusieurs autres barrages et centrales, de moindre importance, mais qui influencent également le régime hydrique du lac et de son bassin.

² Rio Tinto Alcan.

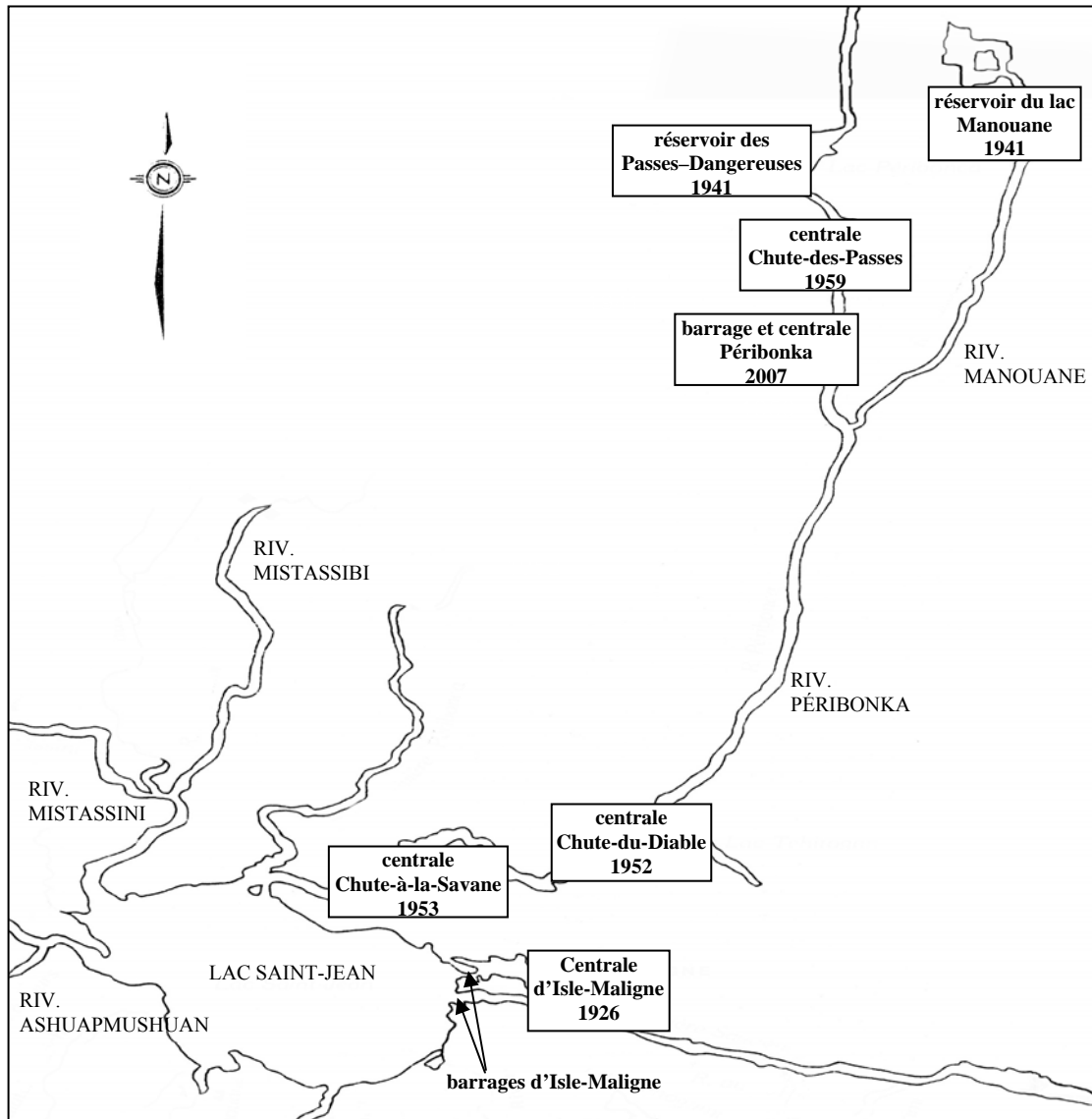


Figure 4. Barrages et centrales hydroélectriques au lac Saint-Jean (modifié de Rio Tinto Alcan 2008).

2.1.3 Paramètres physiques et physico-chimiques

Les études les plus exhaustives réalisées sur la limnologie du lac Saint-Jean ont été réalisées dans les années 1970 et 1980 (Bisson *et al.* 1978; Jones *et al.* 1979, 1980; Geoffrion et Michaud 1980; Visser *et al.* 1981; Ouellet 1984; Ouellet et Jones 1988).

Circulation

L'équipe de Jones (1979) a déterminé, à la suite d'une compilation de 16 ans de données sur la fréquence des vents à la station météorologique de Roberval, que la circulation des eaux du lac Saint-Jean est sous l'influence des vents dominants provenant du nord-ouest (sur une base annuelle). Cependant, durant la période estivale, ce sont les vents du sud-ouest qui prédominent. Depuis, Leclerc (1985) a établi un modèle de circulation des eaux basé sur la direction des vents dominants (figure 5). En général, la direction des écoulements de surface est semblable à celle du vent; les courants les plus forts sont en zone littorale, en zone peu profonde, et ils convergent vers un point opposé à la direction du vent appelé « point de convergence superficielle ». Par exemple, des vents de $23 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($6,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) produisent des courants de dérive dans la zone littorale du lac Saint-Jean d'une vitesse variant de $0,36$ à $0,72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($0,1$ et $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Actuellement, les données de la station météorologique de Roberval constituent la meilleure source d'information pour établir la circulation historique des eaux du lac Saint-Jean. Ce choix est justifié par la longueur de la série historique, l'information sur l'orientation des vents en 16 directions, le caractère de la station (station météorologique plutôt que station climatique) et la proximité du lac (Alcan Aluminium Limitée 1983a).

Température et oxygène dissous

Ouellet et Jones (1988) ont présenté les isothermes ($^{\circ}\text{C}$) du lac Saint-Jean, aux différentes profondeurs (m), en fonction des mois pour l'année 1979 (figure 6). La température des eaux de surface en milieu pélagique atteint un maximum de $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ à la fin de juillet et diminue graduellement au cours de l'année. En juillet et août, en raison des conditions climatiques chaudes et calmes, la colonne d'eau est fortement stratifiée. La thermocline se situe entre 11 et 25 mètres, de juillet à septembre. Vers la fin de septembre, le brassage automnal est causé par l'air froid et les vents dominants d'ouest. À ce moment-là, tout le lac affiche une température uniforme de $12 \text{ }^{\circ}\text{C}$. L'oxygène dissous dans le lac Saint-Jean ne tombe jamais en dessous de $7,0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$, même en profondeur. La surface du lac gèle au début décembre et forme un couvert de glace d'une épaisseur de 1,2 mètre en avril. En général, le départ des glaces s'effectue dans les deux premières semaines du mois de mai (Jones *et al.* 1979).

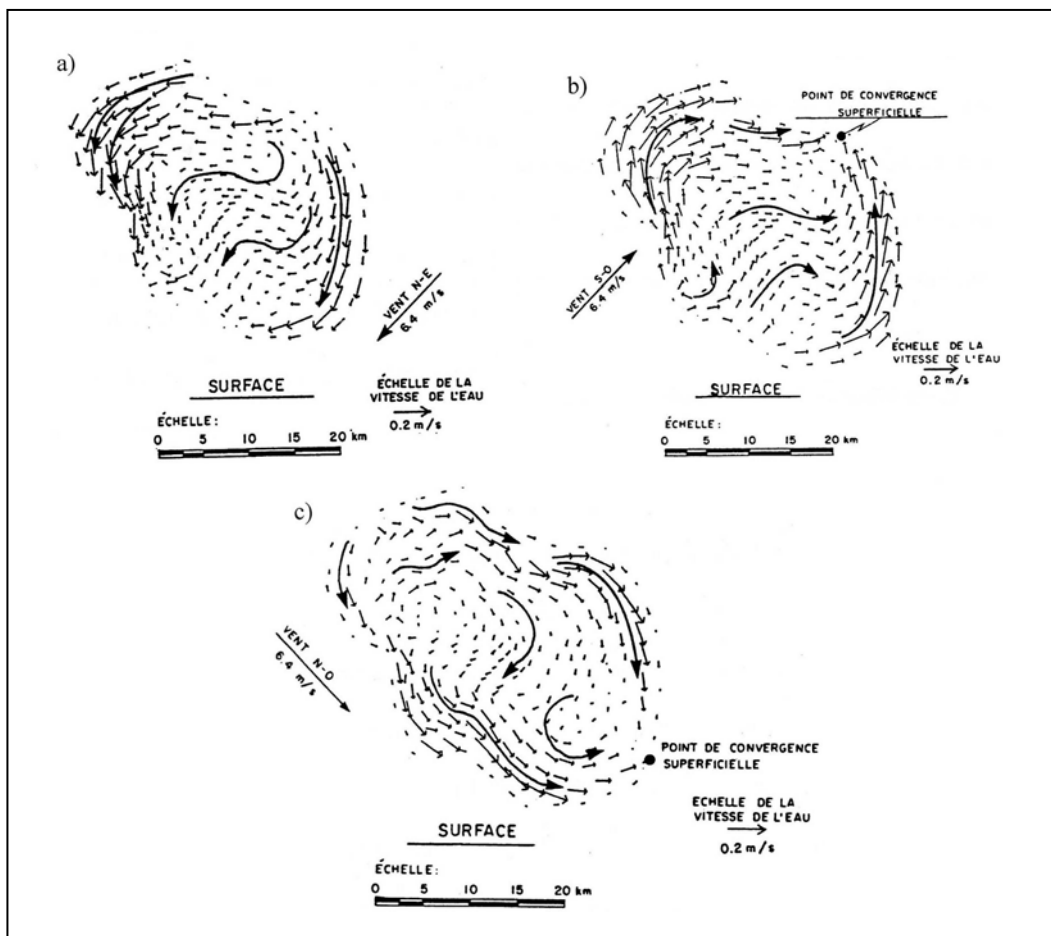


Figure 5. Distribution et vitesse des courants de surface en lac en fonction des vents dominants en provenance (a) du nord-est, (b) du sud-ouest et (c) du nord-ouest (Leclerc 1985).

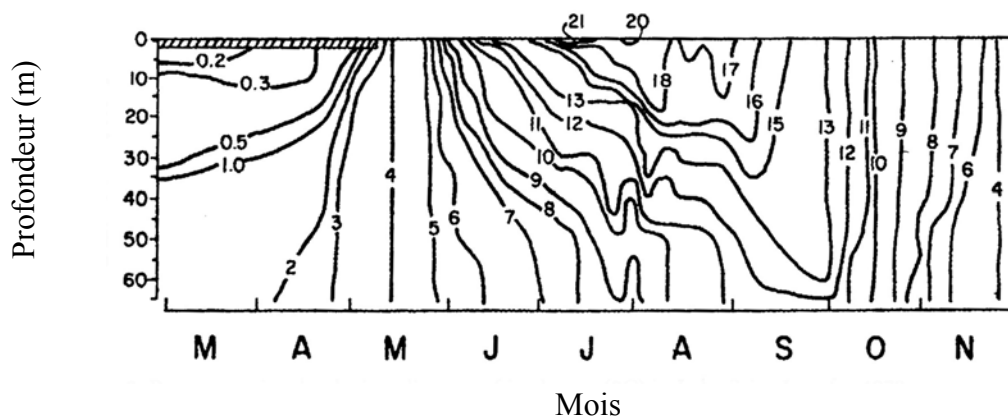


Figure 6. Diagramme représentant les isothermes ($^{\circ}\text{C}$) aux différentes profondeurs (m) en fonction des mois pour l'année 1979, au lac Saint-Jean (Ouellet et Jones 1988).

Conductivité, chlorophylle-a et éléments nutritifs

La connaissance de l'utilisation du territoire sur le bassin versant du lac Saint-Jean permet de distinguer deux grands groupes de sous-bassins : les tributaires forestiers (rivières Péribonka, Mistassini, Ashuapmushan, Petite Péribonka, Métabetchouane, Ouatouchouane et Ouatouchouaniche) et les rivières agricoles (rivières Ticouapé, Mistouc, des Chicots, Moreau et Couchepaganiche). L'échantillonnage effectué par l'INRS-Eau en 1974 et 1975 dans ces différents tributaires et dans le lac Saint-Jean a permis de déterminer leur conductivité et leur concentration respectives en chlorophylle-a (Couture *et al.* 1980). Ainsi, les principales caractéristiques ioniques des rivières forestières du nord sont très différentes de celles des petites rivières agricoles des basses terres. La conductivité des rivières forestières se situe en moyenne à $37,7 \mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ tandis que celle dans les secteurs agricoles est trois fois plus élevée ($116,2 \mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$). Pour la zone pélagique du lac, la conductivité de $21,2 \mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$ est assez similaire à celle observée dans les grandes rivières qui drainent les hautes terres du Bouclier laurentien (Ouellet et Jones 1988). La concentration moyenne de la chlorophylle-a totale est beaucoup plus élevée ($4,7 \pm 2,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) dans les rivières perturbées par l'agriculture que dans les grandes rivières du Bouclier canadien ($1,3 \pm 0,4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$). Dans la zone pélagique du lac, la valeur moyenne de la chlorophylle-a est de $1,2 \pm 0,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$. Cette valeur est très près de celle observée dans les grands tributaires (Ouellet et Jones 1988). Une autre étude réalisée en 1997 a également mesuré des valeurs similaires pour les concentrations de chlorophylle-a dans la zone pélagique du lac, avec une concentration moyenne de $1,3 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ et des valeurs maximales variant de 3 à $4 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ (Côté *et al.* 2002).

L'étude de Visser *et al.* (1981) a été réalisée sur la qualité des eaux du lac Saint-Jean et de son bassin versant. En tout, 50 stations d'échantillonnage furent choisies sur toute la superficie du lac et elles furent échantillonnées 11 fois de la mi-juin à la fin septembre 1977. Parmi les 22 paramètres mesurés, on observe : une température moyenne de $18,3 \text{ }^\circ\text{C}$, un pH moyen de 6,99, une conductivité moyenne de $27,8 \mu\text{mho cm}^{-1}$, un phosphore total moyen de $0,047 \mu\text{g PO}_4\cdot\text{l}^{-1}$, un azote kjeldahl moyen (incluant l'azote organique et ammoniacal) de $0,33 \text{ mg N}\cdot\text{l}^{-1}$ et une concentration de chlorophylle-a moyenne de $0,92 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.

Statut trophique

Le statut trophique du lac Saint-Jean a été déterminé quantitativement en utilisant une méthode mise au point par le ministère des Richesses naturelles qui nécessite la détermination des paramètres suivants : le pourcentage de saturation en oxygène dissous au fond du lac, la transparence des eaux en mètres, le poids sec de seston ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) et la profondeur moyenne du lac en mètres (Mathieu *et al.* 1978). Ainsi, le lac Saint-Jean se situe à un stade préliminaire de l'état mésotrophe. En effet, la partie la plus profonde du lac correspond à un état oligotrophe, tandis que le reste possède des caractéristiques mésotrophes, attribuables essentiellement à des profondeurs moyennes relativement faibles (Geoffrion et Michaud 1980). Toutefois, selon l'équipe de Jones (1979), il pourrait manifester localement des symptômes eutrophes reflétant l'influence de certains tributaires riches en éléments nutritifs.

2.2 Le phytoplancton, le zooplancton et le zoobenthos

Au lac Saint-Jean, les variations saisonnières des vents, du débit des principaux tributaires et du climat influencent la température, le brassage des eaux et l'apport en nutriments. L'hydrodynamisme de cet écosystème influence ainsi la distribution spatio-temporelle des organismes du lac ainsi que leur biomasse (Côté *et al.* 2002). Parmi ces êtres vivants, les organismes phytoplanctoniques, zooplanctoniques et zoobenthiques sont fondamentaux dans les réseaux trophiques d'un lac. Très peu d'études ont été réalisées sur les producteurs primaires et secondaires du lac Saint-Jean. Cependant, quelques travaux ont décrit la composition taxonomique et la distribution de ces organismes.

Phytoplancton

Lors de leurs travaux sur la taxonomie du phytoplancton, Contant et Duthie (1978) ont identifié plus de 244 taxons. Cependant, la communauté phytoplanctonique du lac Saint-Jean (pour la zone située au-dessus de 20 mètres) est constituée majoritairement par une vingtaine d'espèces et est dominée par les diatomées. Les deux espèces suivantes, *Asterionella formosa* et *Tabellaria flocculosa*, représentent plus de 90 % de tous les organismes de cette communauté entre juin et octobre (Côté *et al.* 2002).

Zooplankton

La communauté zooplanctonique du lac Saint-Jean est constituée, quant à elle, de rotifères, de cladocères et de copépodes. On a dénombré plus de 90 taxons jusqu'à présent (données non publiées³). L'abondance de chacune des espèces fluctue en fonction du secteur du lac et de la période de l'année. En regroupant des observations faites en 2006 et 2007, de mai à octobre, *Synchaeta* sp., *Kellicottia longispina* et *Polyarthra* sp. dominaient chez les rotifères; *Bosmina* sp., *Holopedium gibberum* et *Daphnia longiremis*, chez les cladocères; et *Leptodiptomus ashlandi* (calanoïde) ainsi que *Diacyclops bicuspidatus thomasi* (cyclopoïde), chez les copépodes.

Côté *et al.* (2002) avaient observé les mêmes espèces dominantes en 1997⁴. Finalement, des mesures de biomasses du zooplancton au lac Saint-Jean en 2006 ont montré des valeurs plus élevées au mois de juillet dans le secteur sud-ouest du lac, près de la pointe de Chambord (données non publiées⁵).

Zoobenthos

Les seules études réalisées sur les organismes zoobenthiques du lac Saint-Jean visaient à évaluer l'impact des aménagements de stabilisation des berges, effectués par la compagnie Rio Tinto Alcan, sur leur abondance et leur biomasse. Ainsi, l'étude réalisée par Alcan Aluminium Limitée (1983b) explique que la densité du zoobenthos dans la zone littorale du lac Saint-Jean est faible en raison des conditions de faible fertilité de l'eau, de la granulométrie des sédiments dominés par le sable fin et, enfin, à cause des effets du marnage durant les mois d'hiver. Selon cette étude, le secteur nord-ouest du lac est le plus productif en raison des apports en éléments nutritifs des rivières Ashuapmushuan, Ticouapé, Mistassini et Péribonka, dont les décharges tamponnent les effets adverses du marnage hivernal. L'étude conclut qu'aucun effet significatif des structures ou des

³ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques.

⁴ Il est important de noter que les noms des organismes zooplanctoniques cités dans Côté *et al.* (2002) doivent être remplacés par ceux-ci : *Polyarthra vulgaris* devient *P.* sp., *Keratella cochlearis* devient *K.* sp., *Bosmina longispina* devient *B.* sp., *Cyclops scutifer* devient *Diacyclops bicuspidatus thomasi* et *Diaptomus minutus* devient *Leptodiptomus ashlandi*. Ces changements font suite à une réidentification réalisée au Laboratoire des sciences aquatiques à l'Université du Québec à Chicoutimi.

⁵ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques, Larouche (2007), dans le cadre du cours Diffusion des résultats de recherche (1GBI126) du baccalauréat en biologie.

interventions de contrôle de l'érosion sur la biomasse du zoobenthos n'a pu être détecté. Par contre, si des effets existent, ils seraient d'une importance marginale par rapport à ceux des affluents du lac (Alcan Aluminium Limitée 1983b).

L'étude de Valentine (1989) fournit la liste la plus exhaustive à ce jour des organismes zoobenthiques du lac Saint-Jean et présente 20 taxons (tubellarié, nématode, oligochète, gastéropode, pélécy-pode, etc.). L'auteur rapporte que la richesse de la faune zoobenthique du lac Saint-Jean diffère selon la zone du lac et que la zone de marnage est également pauvre en benthos compte tenu du décapage par les glaces, de l'action du gel et du déferlement des vagues. Ainsi, l'effet des ouvrages est non apparent dans cette zone. Par contre, contrairement à l'étude d'Alcan Aluminium Limitée, Valentine rapporte qu'en dehors de la zone de marnage, la densité du zoobenthos est significativement plus faible aux endroits où des ouvrages récents de stabilisation ont été exécutés.

2.3 Les poissons

La première mention de la présence de ouananiches (*Salmo salar*) dans le lac Saint-Jean fut faite par le prêtre Dequen en 1647 (Lapointe 1985). Beaucoup plus tard, en 1978 (Talbot et Lapointe), une liste des poissons du lac Saint-Jean fut publiée, elle contenait 25 espèces. Par la suite, deux poissons furent ajoutés à la liste par Vaillancourt (1985) : le mulot à cornes (*Semotilus atromaculatus*) et la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*). Le touladi (*Salvelinus namaycush*) n'a jamais été capturé lors d'une pêche scientifique, mais quelques spécimens ont été rapportés par des pêcheurs (A. Lapointe, comm. pers.⁶). Ainsi, le lac Saint-Jean compte un total de 28 espèces de poissons (tableau 2). De plus, cinq autres espèces sont présentes dans le bassin versant du lac Saint-Jean et elles seraient susceptibles de se trouver un jour dans le lac : le ménomi rond (*Prosopium cylindraceum*), le méné ventre citron (*Phoxinus neogaeus*), le méné ventre rouge (*Phoxinus eos*), le méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*) et l'épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*) (A. Lapointe, comm. pers.⁶).

⁶ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Tableau 2. Liste des espèces de poissons⁷ recensées dans le lac Saint-Jean (Talbot et Lapointe 1978; Vaillancourt 1985; A. Lapointe, comm. pers.⁸).

Famille	Nom latin	Nom français	Nom anglais
Catostomidae	<i>Catostomus catostomus</i>	meunier rouge	longnose sucker
Catostomidae	<i>Catostomus commersoni</i>	meunier noir	white sucker
Cottidae	<i>Cottus bairdii</i>	chabot tacheté	mottled sculpin
Cottidae	<i>Cottus cognatus</i>	chabot visqueux	slimy sculpin
Cyprinidae	<i>Couesius plumbeus</i>	méné de lac	lake chub
Cyprinidae	<i>Margariscus margarita</i>	mulet perlé	pearl dace
Cyprinidae	<i>Notropis artherinoides</i>	méné émeraude	emerald shiner
Cyprinidae	<i>Luxilus cornutus</i>	méné à nageoires rouges	common shiner
Cyprinidae	<i>Notropis hudsonius</i>	queue à tache noire	spottail shiner
Cyprinidae	<i>Rhinichtys cataractae</i>	naseux des rapides	longnose dace
Cyprinidae	<i>Semotilus atromaculatus</i>	mulet à cornes	creek chub
Cyprinidae	<i>Semotilus corporalis</i>	ouitouche	fallfish
Esocidae	<i>Esox lucius</i>	grand brochet	northern pike
Gadidae	<i>Lota lota</i>	lotte	burbot
Gadidae	<i>Microgadus tomcod</i>	poulamon atlantique	Atlantic tomcod
Gasterosteidae	<i>Culaea inconstans</i>	épine à cinq épines	brook stickleback
Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	épine à trois épines	threespine stickleback
Ictaluridae	<i>Ameiurus nebulosus</i>	barbotte brune	brown bullhead
Osmeridae	<i>Osmerus mordax</i>	éperlan arc-en-ciel	rainbow smelt
Percidae	<i>Perca flavescens</i>	perchaude	yellow perch
Percidae	<i>Percina caprodes</i>	fouille-roche zébré	logperch
Percidae	<i>Sander vitreum</i>	doré jaune	walleye
Percopsidae	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	omisco	trout-perch
Salmonidae	<i>Coregonus artedi</i>	cisco de lac	cisco
Salmonidae	<i>Coregonus clupeaformis</i>	grand corégone	lake whitefish
Salmonidae	<i>Salmo salar</i>	ouananiche	landlocked salmon
Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>	omble de fontaine	brook trout
Salmonidae	<i>Salvelinus namaycush</i>	touladi	lake trout

Parmi les poissons du lac Saint-Jean, on trouve quatre principaux piscivores : le doré jaune, le grand brochet, la lotte et la ouananiche. La majorité des autres espèces servent de proies

⁷ Nomenclature conforme à la liste de la faune vertébrée du Québec (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec 2008b).

⁸ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

(poissons fourrages). Historiquement, la ouananiche, l'épinoche à trois épines, le poulamon atlantique et l'omble de fontaine ont pu coloniser le lac Saint-Jean, en y accédant par la mer de Laflamme, grâce à leur tolérance à la salinité. Une seule espèce de poisson a été récemment introduite dans le lac Saint-Jean : il s'agit de la barbotte brune. Le premier spécimen a été capturé par un pêcheur sportif en 1982. Toutefois, l'introduction de cette espèce aurait été effectuée au cours des années 50 dans le bassin versant de la rivière Ashuapmushuan, dans le secteur du lac Pémonca (Vaillancourt 1985; Larose et Bouchard 1999).

Mercur

Lebrun et Lalancette (1979) ont révélé que les taux de mercure contenus dans la chair des poissons du lac Saint-Jean n'étaient pas alarmants. Les recommandations récentes formulées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2008) sont actuellement en vigueur pour le lac Saint-Jean. Ainsi, selon la taille du poisson et l'espèce (doré jaune, grand brochet, grand corégone, lotte et ouananiche), il est conseillé de consommer de un à huit repas par mois. Un doré jaune de plus de 50 cm contiendrait dans sa chair $2,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de mercure, tandis qu'une ouananiche de même taille en contiendrait $0,26 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (MDDEP 2008).

3. LA OUANANICHE DU LAC SAINT-JEAN

3.1 Structure des populations

3.1.1 *Structure génétique des populations*

Paulhus (1968) a été le premier à soumettre l'hypothèse qu'il existerait plusieurs populations de ouananiche dans le lac Saint-Jean. Depuis ce temps, de nombreux travaux ont été réalisés par l'équipe de Louis Bernatchez sur la génétique des ouananiches du lac Saint-Jean (Tessier *et al.* 1997; Tessier et Bernatchez 1999; Potvin et Bernatchez 2000, 2001). Leurs travaux ont permis d'identifier quatre populations de ouananiche dans le lac : la population de la rivière Mistassini (aussi appelée Ouasiemsca, d'après le nom du tributaire où se déroule la fraie), de la rivière Ashuapmushuan, de la rivière aux Saumons et de la rivière Métabetchouane.

À partir de l'ADN des poissons capturés en rivière, le phénogramme de la figure 7 illustre, de façon graphique, la différenciation entre les populations de ouananiche au lac Saint-Jean. On constate que la population de la rivière Métabetchouane est la plus éloignée génétiquement des populations des autres rivières, et ce, pour les deux périodes étudiées (1970 à 1981 et 1994). Les populations des rivières Ashuapmushuan et Mistassini (Ouasiemsca) sont les plus rapprochées et celle de la rivière aux Saumons est intermédiaire. On note aussi que les deux cohortes d'une même rivière sont toujours regroupées l'une près de l'autre. La différence de longueur des branches séparant les cohortes, notamment pour les rivières aux Saumons, Ashuapmushuan et Métabetchouane, illustre néanmoins certains changements temporels dans la composition génétique de ces populations, changements qui pourraient être liés aux ensemencements effectués avec des ouananiches étrangères à ces rivières (Tessier et Bernatchez 1999).

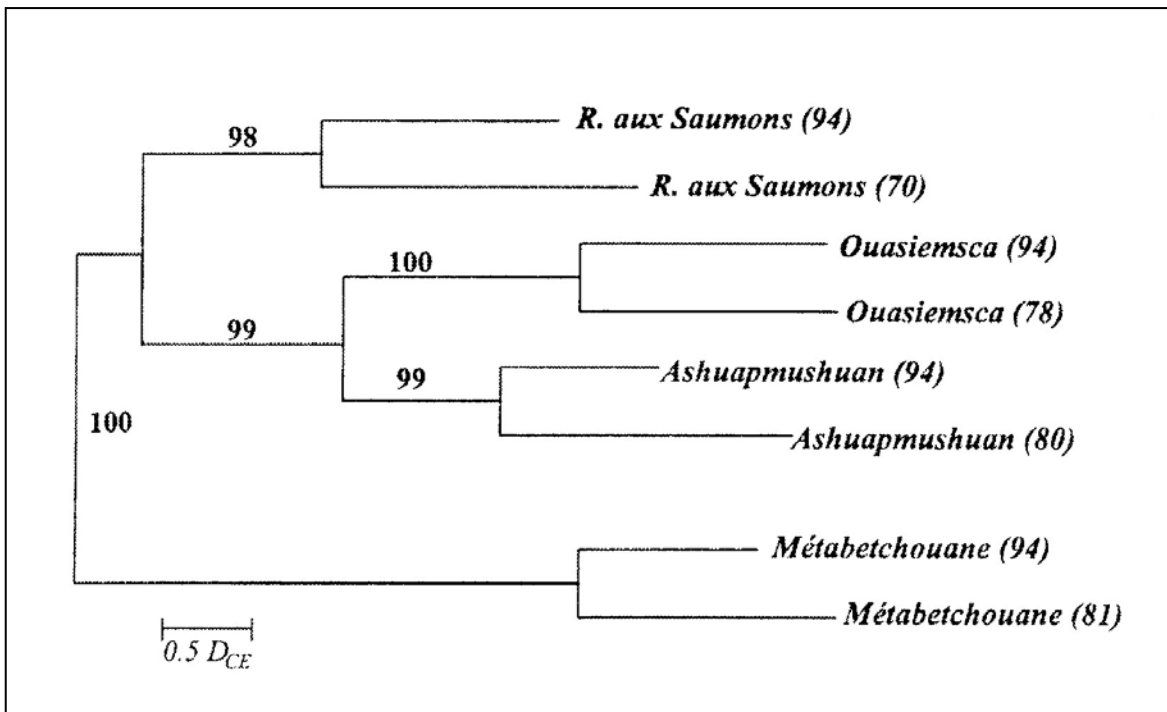


Figure 7. Phénogramme regroupant les échantillons de ouananiches du lac Saint-Jean, selon la matrice de distance génétique de Shriver (D_{ce}). Les années de capture (1970 à 1981 et 1994) des ouananiches pour chaque rivière sont inscrites entre parenthèses et les nombres placés sur les lignes horizontales représentent le pourcentage de reclassification après 1 000 répliques réalisées en rééchantillonnant aléatoirement les loci au sein des échantillons (Tessier et Bernatchez 1999).

Contribution à la pêche

À partir de l'ADN des poissons enregistrés par les pêcheurs (1975, été 1976, 1986, 1987, 1994, 1995 et 1996), il a été démontré que les ouananiches provenant des quatre principaux tributaires contribuaient différemment à la pêche sportive (tableau 3). Dans la majorité des cas, les poissons provenant de la rivière Ashuapmushuan sont ceux qui contribuent le plus à la récolte en lac, suivis de ceux de la rivière Mistassini (Ouasiemsca), puis des poissons de la rivière aux Saumons et, finalement, de ceux de la rivière Métabetchouane (Potvin et Bernatchez 2000, 2001).

Tableau 3. Contribution relative des tributaires du lac Saint-Jean à la récolte sportive de ouananiches lors de trois périodes d'échantillonnage différentes (Potvin et Bernatchez 2000).

Rivière	Période						Total	
	1975-1976		1986-1987		1994-1996 ^a			
	n	%	n	%	n	%	n	%
Ashuapmushuan	214	59,7	130	39,8	76	44,7	420	49,1
aux Saumons	40	11,2	68	20,8	21	12,4	129	15,1
Métabetchouane	11	3,1	36	11,0	24	14,1	71	8,3
Mistassini (Ouasiemsca)	93	26,0	93	28,4	49	28,8	235	27,5
Total	358	100	327	100	170	100	855	100

^a Excluant les prises issues des ensemencements en rivière de 1991 à 1999, c'est-à-dire 93 spécimens sur 263 pour 35,4 %.

Distribution spatio-temporelle en lac

Potvin et Bernatchez (2000, 2001) affirment qu'il existe une certaine ségrégation spatiale des populations quant à leur séjour en lac (figure 8). Les ouananiches de la rivière Ashuapmushuan utilisent préférentiellement le secteur nord, alors que celles de la rivière Métabetchouane évitent ce secteur (tableau 4). La population de la rivière aux Saumons est aussi très peu présente dans le secteur nord. De plus, les poissons des rivières aux Saumons et Métabetchouane semblent se distribuer de façon similaire. En effet, ils dominent notamment dans la zone centrale et dans la baie de Desbiens. Le fait que les ouananiches des rivières Ashuapmushuan et aux Saumons semblent exploiter différentes parties du lac montre que la distribution en lac n'est pas liée à la distance par rapport à la rivière d'origine. L'importante abondance des ouananiches de la rivière Mistassini (Ouasiemsca) dans le secteur sud-est du lac corrobore cette observation. Ainsi, la distribution spatiale des ouananiches dans le lac Saint-Jean suggère que les patrons de migration des ouananiches des diverses populations sont différents, non aléatoires et complexes. Enfin, la comparaison intra-annuelle effectuée sur les prises de 1976 suggère une répartition saisonnière qui varie pour les quatre populations. Par exemple, la contribution des ouananiches de la rivière Ashuapmushuan augmente tout au long de la saison de pêche, alors que celle de la rivière aux Saumons diminue (Potvin et Bernatchez 2000, 2001).

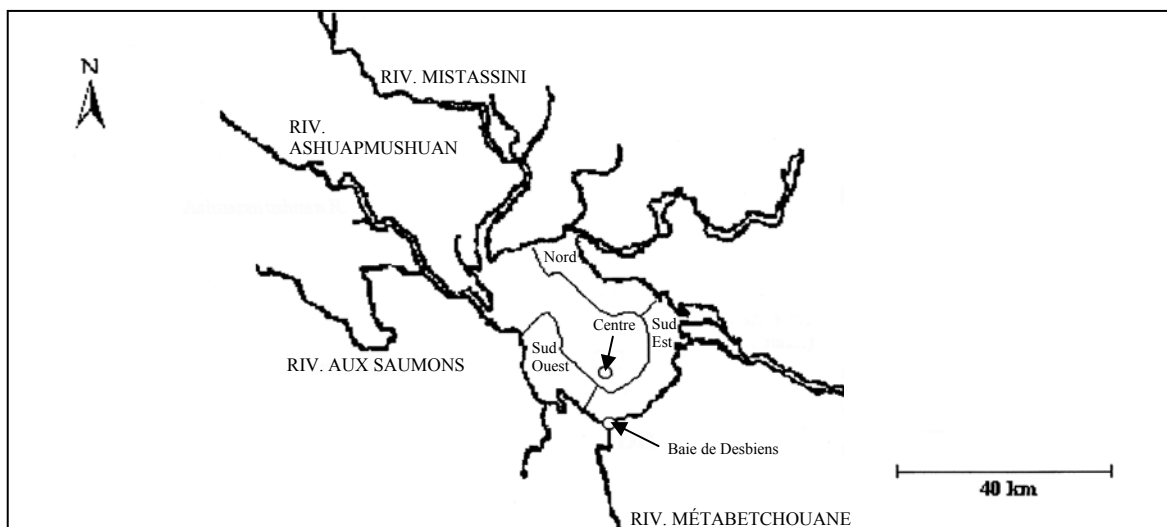


Figure 8. Carte du lac Saint-Jean illustrant les différents secteurs de pêche à la ouananiche échantillonnés dans les années 70, 80 et 90 (modifié de Potvin et Bernatchez 2001).

Tableau 4. Contribution relative des tributaires du lac Saint-Jean à la récolte sportive de ouananiches (1975, été 1976, 1986, 1987, 1994, 1995 et 1996), selon les secteurs de capture (Potvin et Bernatchez 2000).

Rivière	Secteur de capture										Total ^b	
	Nord		Sud-Est		Sud-Ouest		Baie de Desbiens		Centre ^a			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ashuapmushuan	180	69,8	113	37,6	128	43,1	17	16,6	5	13,9	438	45,7
aux Saumons	12	4,6	54	18,0	63	21,2	33	32,0	17	47,2	162	16,9
Métabetchouane	7	2,7	32	10,7	31	10,4	35	33,9	11	30,6	105	11,0
Mistassini (Ouasiemsca)	59	22,9	101	33,7	75	25,3	18	17,5	3	8,3	253	26,4
Total	258	100	300	100	297	100	103	100	36	100	958	100

^a Échantillonné seulement en 1999.

^b Secteur « Centre » exclu.

3.1.2 Description des tributaires utilisés pour la reproduction

Actuellement, la ouananiche du lac Saint-Jean utilise quatre tributaires pour sa fraie annuelle : les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca).

Rivière Ashuapmushuan

La rivière Ashuapmushuan (figure 9) prend sa source dans le lac Ashuapmushuan, situé à 180 km du lac Saint-Jean, à l'intérieur des limites de la réserve de Chibougamau (Chatelain 1972). La section de la rivière accessible à la ouananiche s'étend sur 89 km, de l'embouchure jusqu'aux chutes de la Chaudière (Lapointe 1985). Cette rivière avait été exempte de barrages et d'usines jusqu'à l'implantation, en 1978, de la papetière Donohue à Saint-Félicien (Gauthier 1999). En 1985, l'Ashuapmushuan était considérée comme étant la rivière la plus importante pour la production de ouananiches au lac Saint-Jean (Lapointe 1985), ce qui est encore le cas de nos jours.

Tout près de l'embouchure de l'Ashuapmushuan, on rencontre la rivière à l'Ours. À 19,3 km en amont de l'embouchure de la rivière à l'Ours il y a un barrage, construit par la Ville de Saint-Félicien, qui limite l'accès de la ouananiche. C'est une rivière fortement polluée par l'exploitation agricole dans la partie située en aval (Lapointe 1985). De plus, son fond de boue et de roche se prête mal à la fraie de la ouananiche (Chatelain 1972; Lapointe 1985). On note par contre la capture de quelques tacons en aval du barrage (Lapointe 1985). Toutefois, cette rivière n'est pas utilisée par la ouananiche pour la fraie, si ce n'est que de façon très marginale (M. Archer, comm. pers.⁹).

À 16 km du lac, la ouananiche rencontre la chute à Michel (aussi appelée chute aux Saumons). Elle est d'une hauteur de trois mètres et d'une largeur d'environ 183 mètres. Au pied de cette chute, plusieurs grands bassins servent de refuge à ce saumon d'eau douce (Chatelain 1972). Une passe migratoire y a été construite de 1967 à 1969 et devint

⁹ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

opérationnelle pour la première fois en 1970 (Gonthier 1970). La chute à Michel n'est pas considérée comme un obstacle à la migration de la ouananiche (Coulombe 1985).

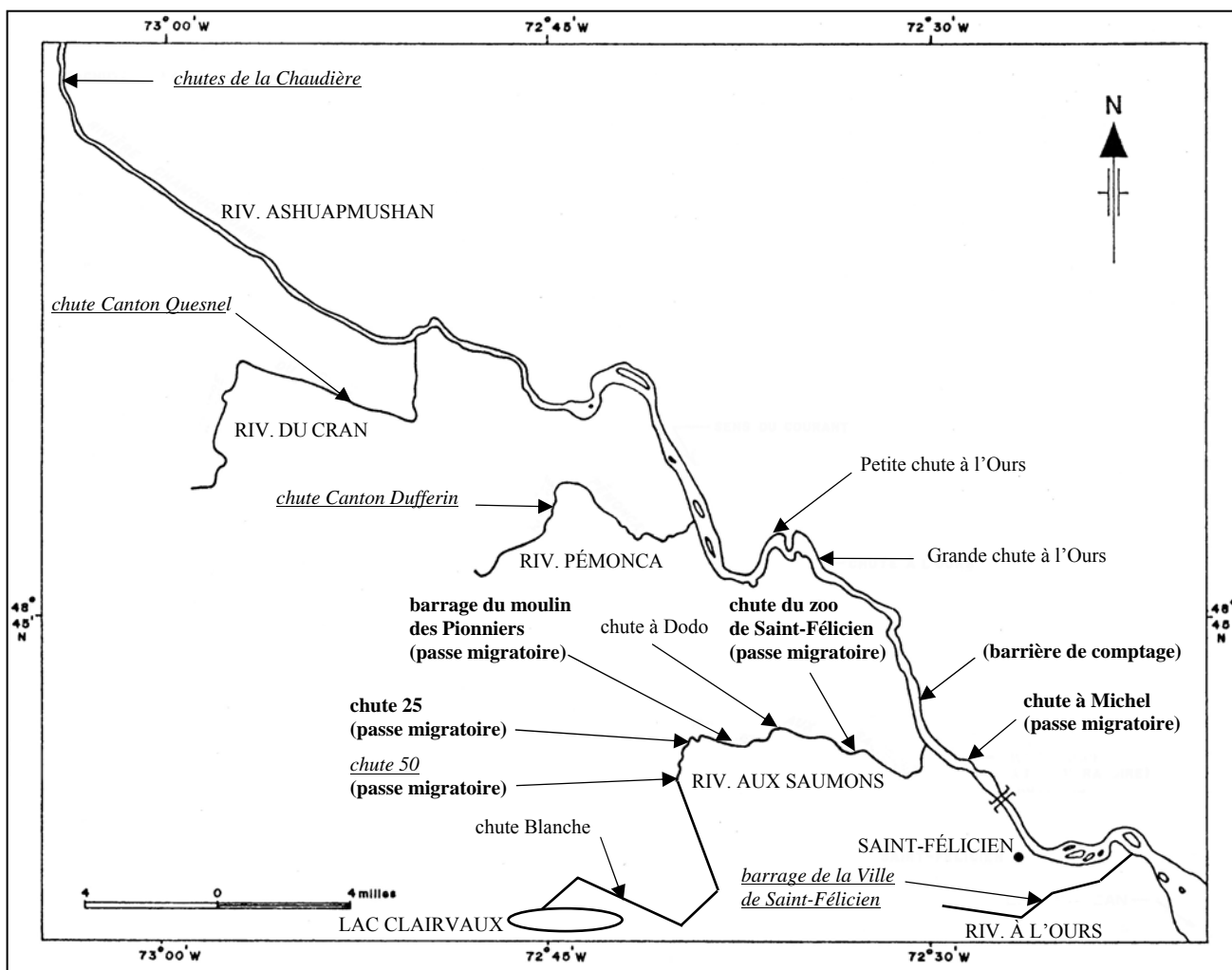


Figure 9. La rivière Ashuapmushuan au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Lesage 1974).

La rivière aux Saumons se trouve à environ 1,6 km en amont de la chute à Michel (Lesage 1974). La description de cette rivière est présentée plus loin dans cette section.

La Grande chute à l'Ours est située sur l'Ashuapmushuan, entre les embouchures des rivières aux Saumons et Pémonca. Elle représente un obstacle important, mais non limitant

pour la montaison de la ouananiche, tout comme la Petite chute à l'Ours située un peu plus en amont (M. Archer, comm. pers.¹⁰).

Ensuite, on rencontre, sur la rivière Ashuapmushuan, la rivière Pémonca. Sur cette rivière, on trouve la chute Canton Dufferin, située à 13,4 km de l'embouchure, qui limite l'accès de la ouananiche (Lapointe 1985). Toutefois, la rivière Pémonca n'est pas utilisée par la ouananiche pour la fraie, si ce n'est que de façon très marginale (M. Archer, comm. pers.¹¹).

À 45 km de l'embouchure de la rivière Ashuapmushuan se jette la rivière du Cran (Lesage 1974). On y trouve la chute Canton Quesnel, à 13,7 km de l'embouchure, qui empêche la ouananiche de remonter plus loin. La portion accessible de la rivière du Cran n'est toutefois pas reconnue comme étant un des sites de fraie important pour ce salmonidé. Cependant, son embouchure dans l'Ashuapmushuan est une des principales fosses de la rivière et même de la région où séjourne la ouananiche (M. Archer, comm. pers.¹¹).

Les chutes de la Chaudière, situées à 89 km du lac, ont une hauteur de 12 mètres et arrêtent complètement la migration de la ouananiche sur la rivière Ashuapmushuan (Lesage 1974; Lapointe 1985).

Rivière aux Saumons

Un des principaux affluents de la rivière Ashuapmushuan est la rivière aux Saumons (figure 10) qui supporte une quantité importante de géniteurs chaque année (Lesage 1974).

Le premier obstacle que la ouananiche rencontre sur la rivière aux Saumons est situé à 1,3 km de l'embouchure. C'est la chute du zoo de Saint-Félicien (appelée également « chute à Bernard ») qui est divisée en deux par une île. Cette section de rivière a connu de nombreux changements d'infrastructure et de morphologie depuis les années 1960 (figure 11). La première passe migratoire sur ce tronçon de rivière fut construite de 1967 à 1969 et

¹⁰ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

¹¹ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

devint opérationnelle pour la première fois en 1970 (Gonthier 1970). Elle était installée sur le bras sud et il y avait un barrage temporaire sur le bras nord. Cela avait pour effet de dévier le plus d'eau possible dans la passe migratoire et d'attirer d'avantage le poisson vers le bras sud (Lesage 1974). En période d'étiage, la chute du zoo de Saint-Félicien empêchait le déplacement de la ouananiche (Talbot et Lapointe 1980). Actuellement, la passe migratoire du bras sud n'existe plus, elle a été démantelée en 2006. Par contre, la chute et la digue demeurent franchissables en tout temps grâce à une échancrure (porte) aménagée dans la digue. En ce qui concerne le bras nord, une passe migratoire a été construite en

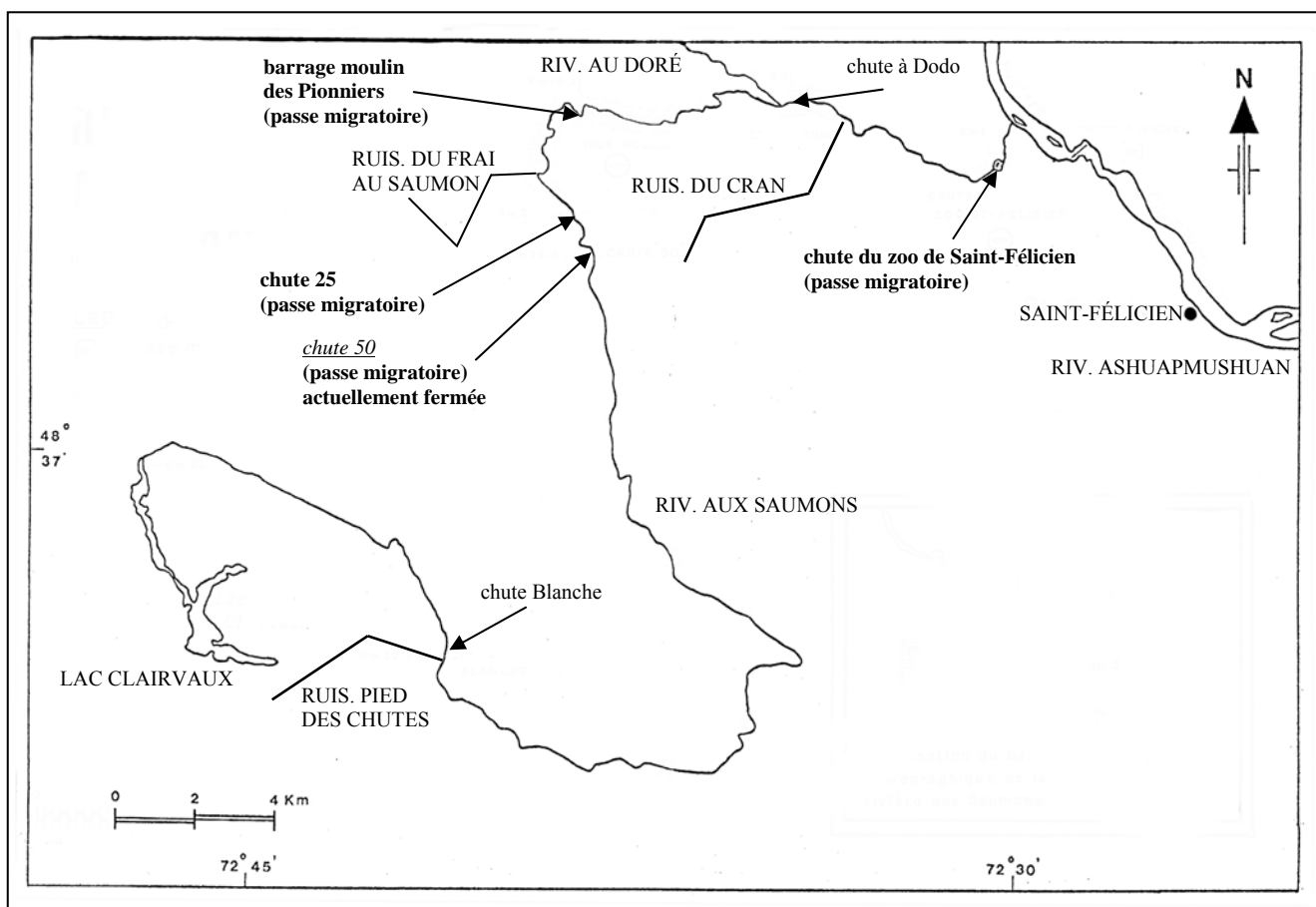


Figure 10. La rivière aux Saumons au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Talbot et Lapointe 1980).

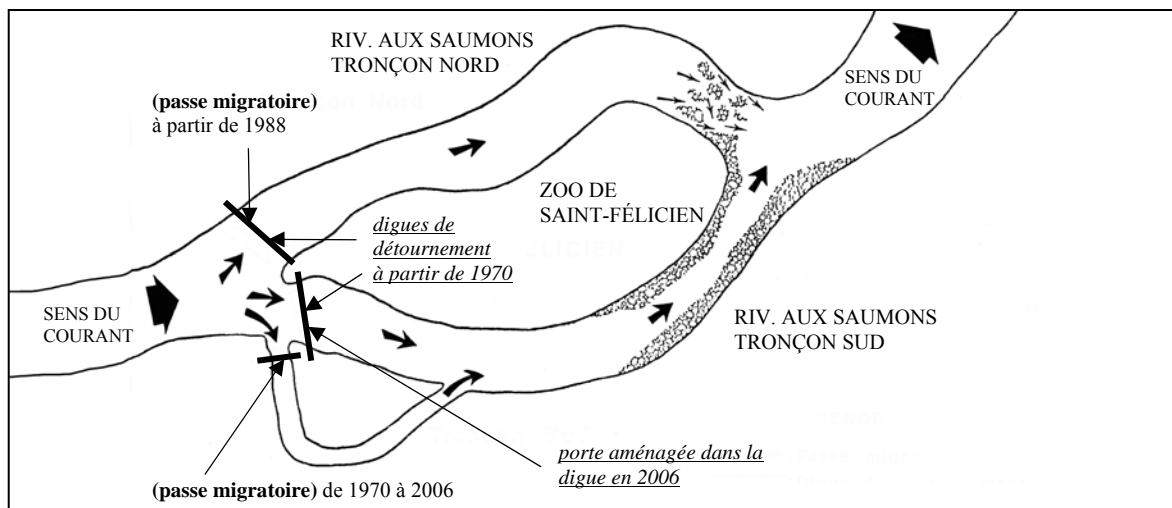


Figure 11. Passes migratoires du zoo de Saint-Félicien sur la rivière aux Saumons au lac Saint-Jean de 1970 à aujourd'hui. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Talbot et Desjardins 1981).

1988 par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune qui rend également la chute franchissable pour ce saumon d'eau douce, même en période d'étiage (L. Coulombe, comm. pers.¹²).

Un peu plus loin, à 8,3 km de l'embouchure, on rencontre la chute à Dodo, qui n'est pas considérée comme un obstacle infranchissable pour la ouananiche (Talbot et Lapointe 1980; M. Archer, comm. pers.¹³).

À 15,2 km de l'embouchure de la rivière aux Saumons, on trouve un barrage artificiel qui servait à amener l'eau à une scierie, le moulin des Pionniers (aussi appelé vieux Moulin ou moulin Poirier). D'une hauteur de quatre mètres, il a été construit en 1889 et rendait la chute infranchissable durant les périodes d'étiage. Une passe migratoire y a été construite en 1974 par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP) (Lesage 1974; Talbot et Lapointe 1980; Lapointe 1985).

¹² Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

¹³ Corporation de L'Activité Pêche Lac-Saint-Jean.

En novembre 1992, la passe migratoire de la chute 25 fut complétée (O. Gauthier, comm. pers.¹⁴). Jusqu'à cette date, cette chute, d'une hauteur de six mètres et située au kilomètre 21,8, était considérée comme un obstacle insurmontable (Talbot et Lapointe 1980).

Au kilomètre 23,8, on rencontre le dernier obstacle sur la rivière aux Saumons, la chute 50. D'une hauteur de 15 mètres, elle est toujours considérée comme un obstacle infranchissable (Talbot et Lapointe 1980). En effet, en novembre 1992, la passe migratoire de la chute 50 fut complétée, mais elle est actuellement fermée, empêchant la ouananiche de remonter (O. Gauthier, comm. pers.¹⁴). Toutefois, il semblerait que, même lorsqu'elle est ouverte, il y a peu ou pas de ouananiche en amont de cette chute, mais cette affirmation n'est supportée que par une seule période d'observation. En effet, la passe migratoire fut mise en activité du 2 septembre au 22 octobre 1998 et l'on y répertoria 12 ouananiches (O. Gauthier, comm. pers.¹⁴). À titre comparatif, cette même année, on avait estimé que 2 385 ouananiches avaient migré dans la rivière aux Saumons (annexe 3).

Finalement, la chute Blanche, située beaucoup plus en amont de la chute 50, est le dernier obstacle que la ouananiche rencontre avant d'arriver au lac Clairvaux (Lapointe 1985).

Rivière Métabetchouane

La population de ouananiches de la rivière Métabetchouane (figure 12) est le résultat de la mise en production de seulement quelques kilomètres de rivière.

En effet, la chute du Dynamo de 22 mètres de haut, où l'on trouve le barrage du Trou de la Fée, et la chute Martine limite l'accès des géniteurs aux sept premiers kilomètres de la rivière (Lapointe 1985; Gauthier 1990; A. Lapointe, comm. pers.¹⁴).

Toutefois, des ensemencements réalisés par le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, en 1983 et 1984, ont agrandi le territoire d'occupation de la ouananiche sur un tronçon de 23 km, en amont du barrage du Trou de la Fée jusqu'au village de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean (Lapointe 1985; Gauthier 1990). De plus, dans les années 90, d'autres

¹⁴ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

ensemencements ont eu lieu dans la rivière Prudent et dans le tronçon de la rivière Métabetchouane situé entre le barrage du Trou de la Fée et la chute Blanche, permettant à ce salmonidé de passer la chute Saint-André qui est infranchissable.

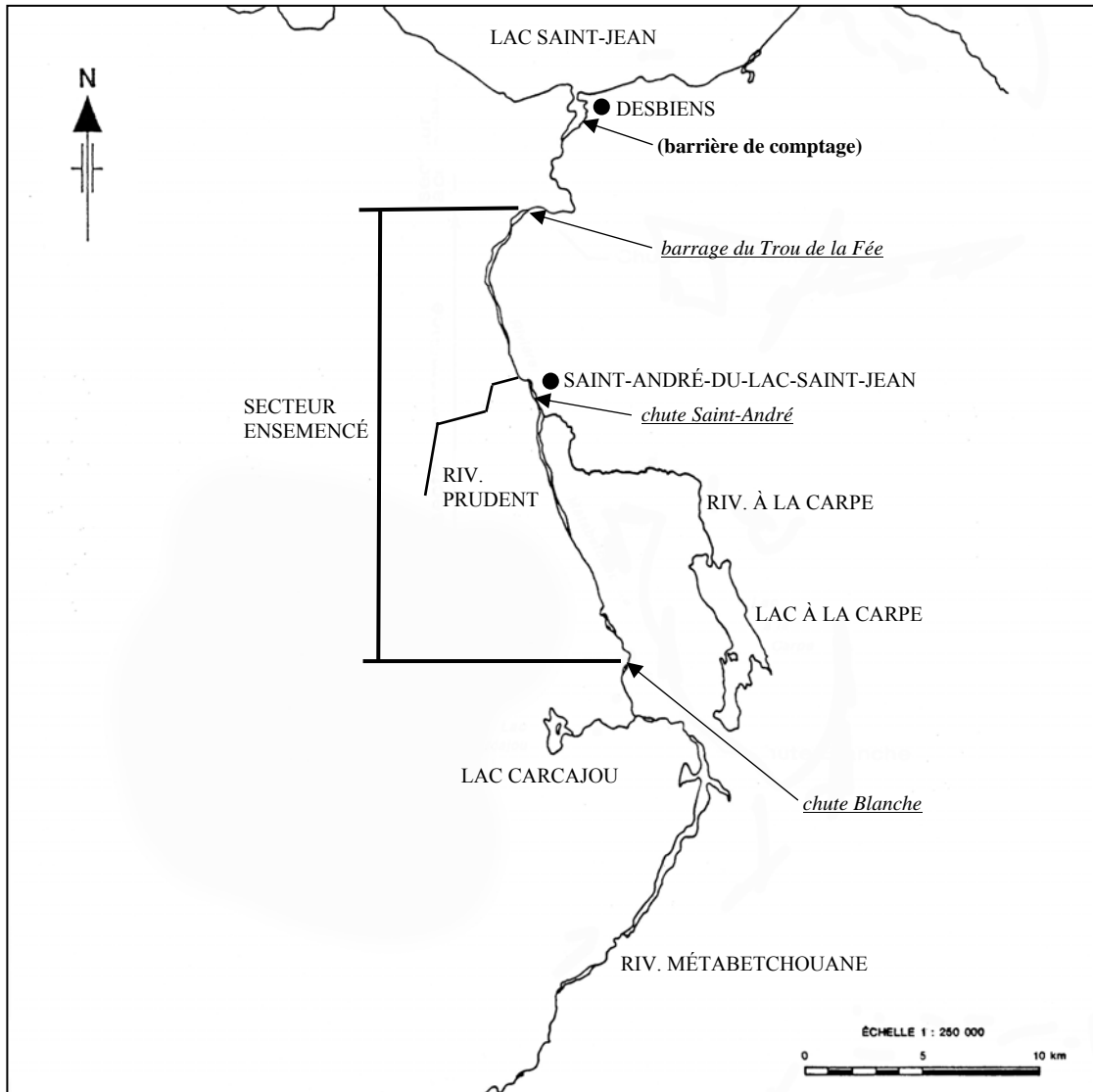


Figure 12. La rivière Métabetchouane au lac Saint-Jean. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés, les obstacles franchissables sont en caractères normaux et les passes et les barrières migratoires sont indiquées en caractères gras entre parenthèses (modifié de Gauthier 1990).

Notons que la chute Blanche, mesurant neuf mètres de haut, est infranchissable pour la ouananiche. Elle est située à 30 km de l'embouchure de la rivière Métabetchouane et à 14,3 km du village de Saint-André-du-Lac-Saint-Jean (Gauthier 1990; Gagnon 2002a). Depuis 2000, il n'y a plus aucun géniteur qui est déplacé ni d'ensemencements qui sont effectués en amont du barrage du Trou de la Fée.

Rivière Mistassini

La rivière Mistassini comporte quatre affluents importants susceptibles d'être utilisés lors de la reproduction de la ouananiche : de l'aval vers l'amont, les rivières Mistassibi, aux Rats, Ouasiemsca et Micosas (figure 13) (Lapointe 1993).

Du lac Saint-Jean jusqu'à sa source, la rivière Mistassini parcourt une distance de 290 km et comprend 15 chutes (Chatelain 1972; Belzile et Valentine 1992). Tout porte à croire que la portion de la rivière Mistassini, comprise entre son embouchure et la 11^e chute (58 km), sert exclusivement de couloir migratoire donnant accès à des sites de fraie situés principalement dans les rivières Ouasiemsca et Micosas (Lapointe 2006). La 11^e chute a une dénivellation d'environ neuf mètres et est reconnue comme étant infranchissable pour les ouananiches. Toutefois, un chenal naturel en forme d'escalier rudimentaire permettrait l'ascension de quelques géniteurs (Chatelain 1972; M. Archer, comm. pers.¹⁵). Le territoire accessible en amont de la 11^e chute couvre une distance de 129 km dans la rivière Mistassini, jusqu'à la 12^e chute (nommée également chute Blanche) qui est infranchissable, en plus de donner accès à plus de 113 km dans la rivière Samaqua (Chatelain 1972; M. Archer, comm. pers.¹⁵).

Le premier affluent que l'on croise en remontant la rivière Mistassini est l'un des plus importants : la rivière Mistassibi. Bien que cette rivière présente des conditions idéales pour la reproduction de la ouananiche, trois obstacles successifs près de l'embouchure, concentrés dans les huit premiers kilomètres, empêchent toute migration vers l'amont. À 1,6 km de l'embouchure, la chute des Pères offre le premier obstacle infranchissable (L.

¹⁵ Corporation LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

Coulombe, comm. pers.¹⁶). Ensuite, environ un kilomètre plus loin, une chute d'environ six mètres de haut fait obstacle à la migration de la ouananiche et, quatre kilomètres en amont, il y a un autre rapide (Chatelain 1972). Depuis la description de Chatelain (1972), un barrage a été construit sur la deuxième chute en 2000, le barrage de la centrale Hydro-Ilnu. Ce barrage possède une passe migratoire, mais elle n'est pas fonctionnelle (L. Coulombe, comm. pers.¹⁶). Lapointe (1993) a noté la présence de ouananiches en amont de cette série de chutes et de rapides et l'examen de spécimens a révélé un patron de croissance typique de rivière. Il conclut également qu'il est fort probable que les chutes situées près de l'embouchure soient infranchissables par la ouananiche provenant du lac Saint-Jean (Lapointe 2006). Finalement, à environ 61 km de l'embouchure de la rivière Mistassibi, une chute infranchissable empêche toute progression de ce saumon plus en amont (Lapointe 1993).

Ensuite, on rencontre sur la rivière Mistassini l'embouchure de la rivière aux Rats. Cette rivière est la décharge du lac aux Rats et présente dix obstacles plus ou moins importants répartis sur 31,4 km, tous franchissables par la ouananiche (Lapointe 2006). Cependant, la compagnie Domtar y a effectué le flottage du bois de 1934 à 1974 et a construit un barrage en amont de la rivière, l'asséchant l'été (Chatelain 1972). Selon Chatelain (1972), la ouananiche n'y avait aucun intérêt pour ses activités de reproduction. Le barrage a été détruit en 1974, mais à la suite de 40 années de flottage de bois, il reste une quantité impressionnante de bois sur les rives et dans le fond du lac et de la rivière, soit 136 000 tonnes métriques (Lapointe 1985, 2006). Actuellement, on note la capture de quelques ouananiches dans le lac aux Rats et, à un kilomètre de l'embouchure de la rivière aux Rats, on trouve la chute à Charisse où des géniteurs ont été capturés. Il semblerait donc qu'il y ait des ouananiches dans ce lac et cette rivière, mais très peu (M. Archer, comm. pers.¹⁷).

¹⁶ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

¹⁷ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

La 5^e chute est située à 32 km de l'embouchure de la rivière Mistassini et a une hauteur de six mètres (Chatelain 1972). La construction de la passe migratoire à la 5^e chute en 1974 (utilisée à partir de 1975), en plus de faciliter la montaison des ouananiches, a permis de réduire considérablement le braconnage à cet endroit (Lapointe 1985).

Après son passage à la hauteur de Girardville, la ouananiche quitte la rivière Mistassini, la 11^e chute étant infranchissable, pour emprunter la rivière Ouasiemsca. Cette dernière est accessible à l'espèce sur plus de 118 km et offre de nombreuses zones de fraie et d'élevage pour la ouananiche du lac Saint-Jean (Lapointe 2006). Toutefois, il semblerait que peu de ouananiches remontent en amont de la cascade 93, située à 93 km de l'embouchure, même si elle est considérée comme franchissable (M. Archer, comm. pers.¹⁷). En 1979, le barrage de Sault-au-Crapaud, situé à 25 km de l'embouchure, a été détruit. Construit en 1965, ce barrage, même s'il était doté d'une passe migratoire, a nui considérablement à la migration de la ouananiche puisque cette passe était pratiquement inefficace (Lapointe 1993, 2006).

Enfin, la rivière Micosas, qui est un tributaire du lac à Jim, offre 37 km d'habitat, mais seuls les dix premiers kilomètres sont utilisés par la ouananiche, soit jusqu'à la rencontre d'un obstacle infranchissable, le rapide Cyprès. Les frayères de cette rivière peuvent être utilisées simultanément par les ouananiches migratrices en provenance du lac Saint-Jean ainsi que par celles provenant du lac à Jim (Lapointe 2006). Toutefois, il y aurait très peu de géniteurs dans les frayères (M. Archer, comm. pers.¹⁸). Des ouananiches résident en permanence au lac à Jim (Chatelain 1972). Il semblerait que plus de 75 % des ouananiches ayant emprunté la rivière Mistassini, pour frayer dans les rivières Ouasiemsca ou Micosas, auraient tendance à demeurer au lac à Jim plutôt que de revenir au lac Saint-Jean l'année suivante ou immédiatement après la fraie (Lapointe 1985). Ainsi, le lac à Jim serait majoritairement alimenté par les ouananiches en provenance du lac Saint-Jean (M. Archer, comm. pers.¹⁸).

¹⁸ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

Autres rivières

De nos jours, bien que moins importantes pour la reproduction de la ouananiche, on observe la présence de quelques géniteurs à l'embouchure des rivières Péribonka et Ouiatchouane (figure 14).

Jusqu'en 1952, la rivière Péribonka offrait à la ouananiche plus de 200 km d'habitat, comprenant des chutes, des cascades et des fosses. À partir de cette date, deux barrages infranchissables pour ce saumon d'eau douce ont été érigés, celui de Chute-du-Diable et celui de Chute-à-la-Savane. Ce dernier est situé à 22,7 km du lac Saint-Jean, mais cette zone située en aval du barrage offre peu d'habitats propices à la reproduction et à l'élevage de ce salmonidé (Lapointe 1985). Par contre, en amont des barrages et au lac Tchitogama, on capture encore des spécimens de ouananiche, ce qui implique que ces poissons ont trouvé de nouvelles frayères et se sont habitués à leur nouvel habitat, tout en demeurant indépendants de la population du lac Saint-Jean. D'ailleurs, on observe des retours substantiels de géniteurs au pied du barrage de Chute-à-la-Savane (Chatelain 1972; M. Archer, comm. pers.¹⁸).

La Petite rivière Péribonka se jette dans la rivière Péribonka à 3,2 km de l'embouchure (Chatelain 1972). On rencontre deux passes migratoires sur la Petite rivière Péribonka. La première est celle de la chute Blanche (construite en 1998), qui permet à la ouananiche de franchir le barrage hydroélectrique Hydro-Morin inc. Ce barrage est situé à 18 km de l'embouchure de la Petite rivière Péribonka. L'autre passe migratoire (construite en 1995) permet de franchir le barrage du vieux moulin de Sainte-Jeanne-d'Arc (barrage construit en 1911). Ce barrage est situé à environ sept kilomètres en amont de la chute Blanche. Il semblerait que ces deux passes migratoires soient fonctionnelles (L. Coulombe, comm. pers.¹⁹). Toutefois, le suivi de la montaison de la ouananiche n'a été réalisé qu'à la fin des années 90 et, lors de celui-ci, le retour de géniteurs s'est avéré faible. Ces deux passes migratoires ont été construites à la suite du programme d'ensemencement de 1990 à 1994 afin de suivre le retour des adultes. En effet, des smolts et des tacons ont été implantés en amont du village de Sainte-Jeanne-d'Arc. Actuellement, aucune information n'est disponible sur l'utilisation potentielle de ces passes migratoires par des géniteurs (Valentine 1991; M. Archer, comm. pers.²⁰).

Dans la rivière Ouiatchouane, la ouananiche se distribue de l'embouchure jusqu'au premier rapide, soit à 0,3 km. Cette zone est considérée comme étant un site important de rassemblement printanier pour la ouananiche du lac Saint-Jean. Cependant, ce saumon d'eau douce n'utilise pas cette portion de la rivière comme site de fraie. De plus, située à 1,6 km de l'embouchure de la rivière Ouiatchouane, la chute de Val-Jalbert représente un obstacle infranchissable avec sa hauteur de 79 mètres (Chatelain 1972; Lapointe 1985).

Les portions de rivières accessibles à la ouananiche du lac Saint-Jean sont indiquées dans la figure 14. Il est à noter qu'à l'exception de la chute 25 de la rivière aux Saumons, qui est devenue franchissable grâce à une passe migratoire, l'ensemble des obstacles infranchissables rencontrés par la ouananiche en 1985 demeurent les mêmes en 2009. De plus, la ouananiche n'occupe plus la portion de la rivière Métabetchouane située en amont du barrage du Trou de la Fée et la portion de la rivière aux Saumons située en amont de la

¹⁹ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

²⁰ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

chute 50, puisqu'il n'y a plus d'introduction effectuée depuis 2000 (L. Coulombe, comm. pers.¹⁹).

Actuellement, il existe neuf passes migratoires dans les tributaires du lac Saint-Jean (figure 15). Parmi celles-ci, cinq se trouvent dans le bassin de la rivière Ashuapmushuan : la passe migratoire de la chute à Michel sur la rivière Ashuapmushuan et les passes migratoires du zoo de Saint-Félicien, du moulin des Pionniers, de la chute 25 et de la chute 50 sur la rivière aux Saumons. Dans le bassin de la rivière Mistassini, on trouve deux passes migratoires, celle de la 5^e chute sur la rivière Mistassini et celle d'Hydro-Ilnu sur la rivière Mistassibi. Finalement, sur la Petite rivière Péribonka, il y a deux passes migratoires, celle de la chute Blanche et celle du vieux moulin de Sainte-Jeanne-d'Arc. La passe migratoire de la 5^e chute de la rivière Mistassini est mise en fonction chaque année pour le décompte des géniteurs depuis 1975, celle de la chute 50 est fermée depuis quelques années tandis que les sept autres passes demeurent fonctionnelles, à l'exception de celle d'Hydro-Ilnu (L. Coulombe, comm. pers.²¹; M. Archer, comm. pers.²²).

²¹ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

²² Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

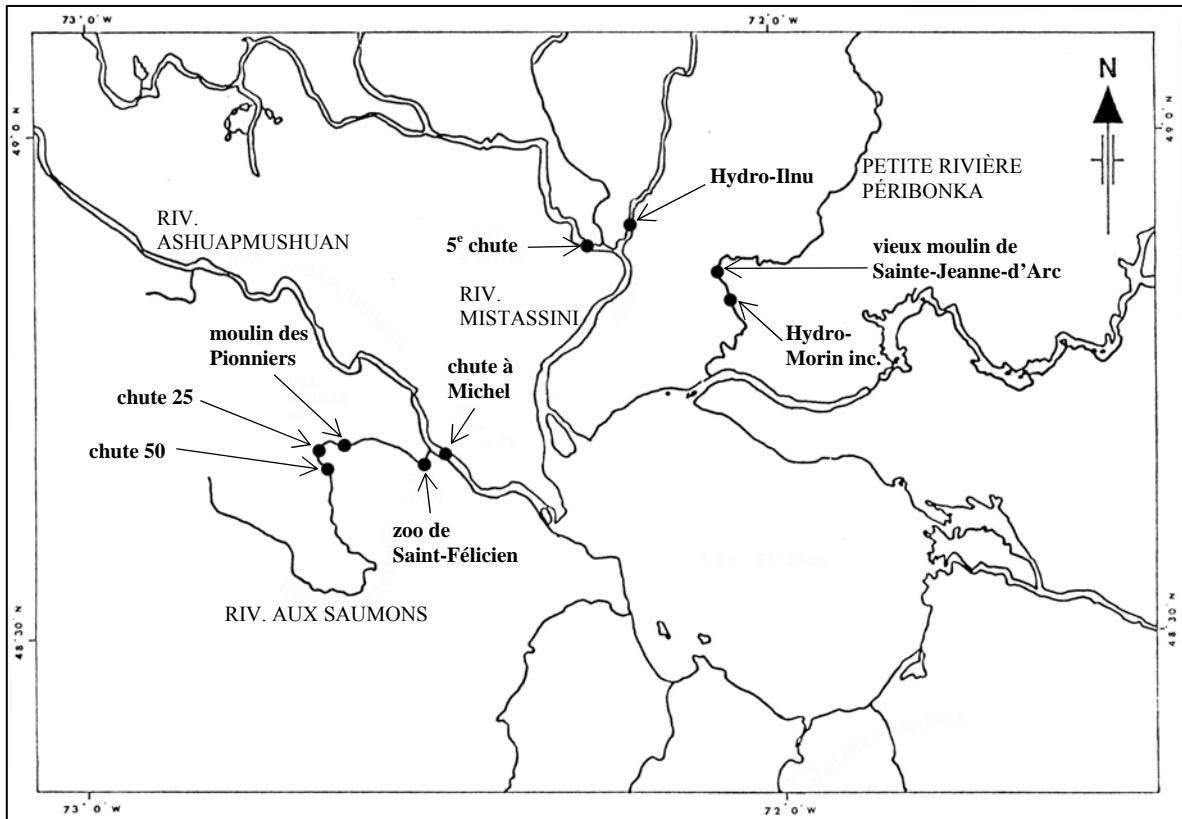


Figure 15. Emplacement des neuf passes migratoires pour la ouananiche dans les tributaires du lac Saint-Jean (modifié de Coulombe 1985).

3.2 Cycle vital

La ouananiche, aussi appelée saumon d'eau douce, est un saumon atlantique (*Salmo salar*) de la famille des salmonidés dont le cycle vital se déroule strictement en eau douce. Elle est habituellement de plus petite taille que le saumon atlantique anadrome. Le mot ouananiche serait une déformation de « aonanch », un mot montagnais qui signifie « celui qui va partout, qui est partout » (Legendre 1967). Afin de bien comprendre le cycle vital de la ouananiche du lac Saint-Jean (figure 16), on trouve à l'annexe 1 la définition des termes utilisés dans la littérature et dans les sections suivantes.

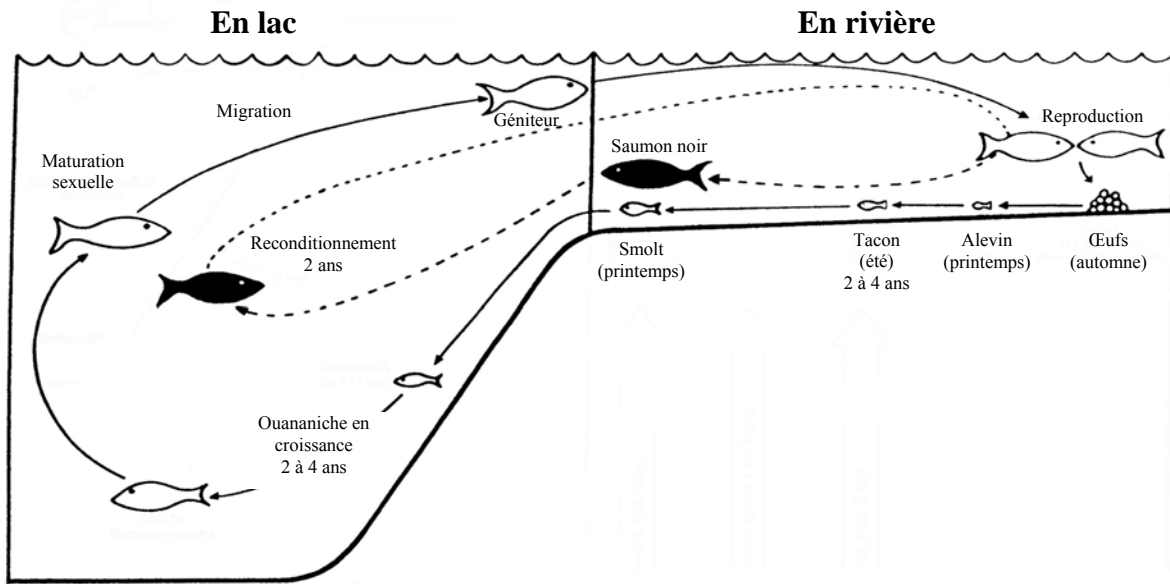


Figure 16. Cycle vital de la ouananiche du lac Saint-Jean (modifié d'une brochure publiée par le MRNF).

3.2.1 La fraie

La reproduction de la ouananiche du lac Saint-Jean a lieu vers le milieu d'octobre, lorsque l'eau atteint une température située entre 5 et 7 °C (Legault et Gouin 1985). Plus précisément, vers la troisième semaine d'octobre dans les rivières Ashuapmushuan, Métabetchouane et aux Saumons, et environ dix jours plus tôt dans la rivière Mistassini (Ouaisiemsca) (M. Archer, comm. pers.²³). À cette période, l'apparence du mâle a considérablement changé; sa tête est plus allongée et sa mâchoire inférieure présente une excroissance en forme de crochet, recourbée vers le haut (Legault et Gouin 1985).

Les frayères sont généralement situées en eau peu profonde, où le courant est rapide (Legault et Gouin 1985). Ces frayères sont constituées de gravier dont les dimensions varient de 1 à 15 cm. Ces gravières procurent aux œufs qu'elles abritent une bonne oxygénation, tout en leur assurant une protection adéquate contre les prédateurs (Legault et Gouin 1985).

²³ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

C'est la femelle qui creuse le nid en agitant sa queue dans le gravier de la frayère (Legault et Gouin 1985). Par la suite, le mâle se place à côté d'elle et, à l'aide d'une contraction violente, répand sa laitance. Simultanément, la femelle libère ses œufs qui entrent alors en contact avec la laitance du mâle. La femelle recouvre par la suite ses œufs fécondés d'une couche de gravier, toujours à l'aide de sa queue. Après la fraie, une partie des géniteurs redescendent immédiatement vers le lac, tandis que le reste passe l'hiver dans les fosses de la rivière pour ne redescendre qu'au printemps. Dans les deux cas, les ouananiches auront séjourné plusieurs mois, voire jusqu'à près d'un an en rivière, sans s'alimenter. Ces poissons sont très amaigris et d'une couleur très foncée. On les appelle « saumons noirs », cela étant attribuable sans doute à leur apparence (Legault et Gouin 1985).

3.2.2 L'incubation et l'éclosion des œufs

La période d'incubation des œufs dans les zones de gravier des rivières dépend de la température de l'eau (Legault et Gouin 1985). Au lac Saint-Jean, l'éclosion survient au mois de mai, après une période d'incubation de près de sept mois. Après l'éclosion de l'œuf, l'alevin demeure enfoui dans le gravier pendant trois ou quatre semaines, subsistant à l'aide des réserves nutritives contenues dans son sac vitellin. Une fois ces réserves épuisées, le jeune poisson émerge du gravier et commence à se nourrir de petits organismes. On le nomme alors tacon et il mesure environ 2,5 cm de longueur (Legault et Gouin 1985).

3.2.3 La vie en rivière

Au cours de l'été, les tacons s'alimentent principalement de larves d'insectes aquatiques : plécoptères, éphémères, trichoptères et chironomides (Legault et Gouin 1985). Ils peuvent ainsi atteindre à l'automne une longueur variant de 4 à 7 cm. À ce stade de la croissance, les jeunes ouananiches présentent sur chaque flanc de 8 à 11 barres verticales foncées et pigmentées, alternant avec des points rouges disposés en rang, le long de la ligne latérale. Les tacons préfèrent les secteurs d'eau vive, dont le fond est composé de gravier de différentes grosseurs. Ils se délimitent un territoire à même ce fond hétérogène et le défendent avec acharnement, délogeant les jeunes ombles de fontaine et tout autre intrus

voulant s'y installer. La durée du séjour en rivière dépend de la température moyenne de l'eau, de la densité des tacons, de la nourriture disponible, de la longueur des saisons de croissance, de la génétique et du sexe du tacon (Legault et Gouin 1985).

Au lac Saint-Jean, la plupart des tacons passent de deux à trois ans (moyenne de 2,7 ans) dans les rivières avant de dévaler vers le lac (tableau 5). Par exemple, dans la rivière aux Saumons, près de 61 % des tacons demeurent seulement un ou deux ans en rivière. À titre comparatif, les tacons du saumon atlantique de la rivière Trinité, sur la Côte-Nord, passent en moyenne de trois à sept ans en rivière (F. Caron, comm. pers.²⁴). Les données du lac Saint-Jean proviennent de l'interprétation de l'âge des géniteurs de retour en rivière, qui découle de la lecture de leurs écailles.

3.2.4 La dévalaison vers le lac

Durant leurs dernières semaines de vie en rivière, les jeunes ouananiches acquièrent l'empreinte des caractéristiques du cours d'eau qui les a vues naître et c'est cette empreinte qui les fera revenir ultérieurement dans cette même rivière pour s'y reproduire (Legault et Gouin 1985). Les tacons connaissent alors des transformations physiques et physiologiques importantes : leur corps s'allonge, leurs écailles se recouvrent d'une sécrétion argentée (guanine), qui vient masquer presque complètement leurs marques de tacon, et leurs nageoires foncent. On les désigne alors par l'appellation « smolt » et ils peuvent désormais affronter la vie en lac (Legault et Gouin 1985).

²⁴ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Tableau 5. Fréquence relative de l'âge en rivière des tacons chez la ouananiche^a des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).

Rivière	Période	% des tacons selon leur âge (ans) en rivière					Âge (ans) moyen à la smoltification	
		1+	2+	3+	4+	5+ et plus	n	ans
Ashuapmushuan	1975-2003 ^b	1,2	45,9	50,1	1,8	0,9	762	2,6
aux Saumons	1975-2006 ^c	2,2	58,7	38,2	0,8	0,2	2 377	2,4
Métabetchouane	1975-2006 ^d	4,1	40,7	52,0	3,3	0,0	1 220	2,5
Mistassini (Ouasiemsca)	1975-2006 ^e	0,1	22,8	71,8	4,4	1,0	4 701	2,8
Moyenne		1,3	36,6	58,5	3,1	0,6	9 060	2,7

^a L'âge en rivière des tacons a été obtenu à partir de l'interprétation de l'âge des géniteurs de retour en rivière, qui découle de la lecture de leurs écailles.

^b Excluant les années 1981, 1983-1986, 1988-1992 et 1994.

^c Excluant les années 2004-2005.

^d Excluant les années 1981-1985, 1988, 2004-2005.

^e Excluant l'année 1985.

Au lac Saint-Jean, c'est lors de la crue printanière que les smolts, ayant atteint une longueur de 12 à 18 cm, migrent vers le lac (Legault et Gouin 1985). En 2001, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune a étudié la dévalaison de smolts sauvages et ensemencés dans la Petite rivière Péribonka, au pied du barrage de la chute Blanche. La prise de données s'est déroulée du 14 mai au 1^{er} juin et le plus grand nombre d'individus en dévalaison a été observé le 30 mai et le 1^{er} juin. En tout, 42 smolts ensemencés ont été capturés contre 10 sauvages. Les résultats obtenus sont toutefois très sommaires, mais on constate que les jeunes ouananiches ensemencées sont plus grandes (LT; 2+ : 194,9 mm, 3+ : 208,0 mm) que les sauvages (LT; 2+ : 189,5 mm, 3+ : 203,0 mm) (données non publiées, MRNF).

3.2.5 La vie en lac

La durée de vie totale des ouananiches du lac Saint-Jean est de l'ordre de huit ou neuf ans et la maturité sexuelle est atteinte vers l'âge de cinq ou six ans (Legault et Gouin 1985). La majorité des ouananiches remontent en rivière après avoir séjourné de deux à trois ans en

lac (tableau 6). La rivière Mistassini (Ouasiemsca) est celle qui présente la plus grande proportion de géniteurs ayant séjourné seulement deux ans en lac avant la montaison (58,4 %).

Tableau 6. Fréquence relative de l'âge en lac des géniteurs chez la ouananiche en montaison dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).

Rivière	Période	% des ouananiches selon leur âge (ans) en lac							Âge (ans) moyen en lac	
		1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	n	ans
Ashuapmushuan	1975-2003 ^a	10,6	23,9	41,5	17,6	4,7	1,6	0,1	836	2,9
aux Saumons	1975-2006 ^b	1,4	20,2	45,7	26,3	5,3	1,1	0,0	2 544	3,2
Métabetchouane	1975-2006 ^c	7,7	17,4	43,5	20,9	8,1	2,1	0,3	1 652	3,1
Mistassini (Ouasiemsca)	1975-2006 ^d	1,4	58,4	33,8	5,1	1,2	0,1	0,0	4 784	2,5
Moyenne		3,2	38,7	39,2	14,3	3,7	0,8	0,1	9 816	2,8

^a Excluant les années 1981, 1983-1986, 1988-1992 et 1994.

^b Excluant les années 2004-2005.

^c Excluant les années 1981-1985, 1988, 2003-2005

^d Excluant l'année 1985.

Les ouananiches adultes affichent, durant l'été, une coloration généralement vert foncé sur le dos et sur la tête, avec des variations selon les spécimens, allant du vert olive au noir. Les flancs sont argentés, le ventre est blanc et le haut du corps montre de nombreuses taches noires en forme de « X » (Legault et Gouin 1985).

Durant l'été, les poissons encore immatures auraient tendance à se réfugier dans les eaux profondes du lac Saint-Jean, au fur et à mesure que les eaux de surface se réchauffent. Cependant, les ouananiches matures au printemps, après avoir passé l'hiver dans les grandes fosses du lac Saint-Jean, se concentreraient aux embouchures des rivières Métabetchouane et Ouiatchouane (Legault et Gouin 1985). Potvin et Bernatchez (2000, 2001) ont démontré une répartition spécifique des ouananiches en lac en fonction de leur rivière d'origine. Les résultats sur la distribution spatiale en lac sont présentés dans la section 3.1.1.

3.2.6 *Le retour en rivière*

Au début de l'été, les ouananiches matures quittent le lac Saint-Jean et migrent vers leur rivière d'origine. Durant la migration, la ouananiche cesse de s'alimenter. Elle peut parcourir plusieurs kilomètres par jour ou, au contraire, se reposer plusieurs jours dans une fosse (Legault et Gouin 1985). Selon Trépannier *et al.* (1996), le débit, la température et la turbidité de l'eau de la rivière influencent la migration des saumons.

La montaison des géniteurs chez la ouananiche du lac Saint-Jean se déroule à différentes dates selon la rivière (tableau 7). La montaison débute dans la Mistassini le 16 juin, ensuite dans l'Ashuapmushuan le 27 juin, dans la rivière aux Saumons le 8 juillet et, finalement, dans la Métabetchouane le 18 juillet. Les dates auxquelles 50 % ou plus des géniteurs ont remonté dans les rivières et celles indiquant la fin des montaisons sont également observées dans ce même ordre, à l'exception des rivières Ashuapmushuan et aux Saumons où l'ordre est inversé.

Au lac Saint-Jean, la majorité des géniteurs (91,7 %) frayent pour la première fois (tableau 8). On observe seulement 7,9 % de multifrayeurs, c'est-à-dire, des ouananiches ayant frayé une première fois et qui reviennent frayer une seconde fois après reconditionnement en lac durant deux années (Legault et Gouin 1985).

Tableau 7. Caractéristiques des périodes de montaison des géniteurs chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).

Rivière	Période d'échantillonnage	Période de montaison	Date de montaison		
			La plus hâtive	Moyenne	La plus tardive
Ashuapmushuan	1987, 1997-2001	Début	15 juin	27 juin	8 juill.
		≥ 50%	23 juill.	4 août	17 août
		Fin	20 août	5 sept.	12 sept.
aux Saumons	1976-1977, 1980-2003, 2006	Début	27 juin	8 juill.	4 août
		≥ 50%	23 juill.	3 août	25 août
		Fin	10 août	1 sept.	20 sept.
Métabetchouane	1989, 1994-2001	Début	8 juill.	18 juill.	1 août
		≥ 50%	29 juill.	27 août	16 sept.
		Fin	24 sept.	30 sept.	12 oct.
Mistassini (Ouasiemsca)	1976-2006	Début	6 juin	16 juin	4 juill.
		≥ 50%	6 juill.	13 juill.	2 août
		Fin	9 août	17 août	10 sept.

Tableau 8. Fréquence relative du nombre de frayes des géniteurs chez la ouananiche en montaison dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemsca), au lac Saint-Jean pour différentes périodes d'échantillonnage (données non publiées, MRNF).

Rivière	Période	Nombre de géniteurs	Nombre de frayes		
			0	1	2
Ashuapmushuan	1975-2003 ^a	1 023	85,9	12,9	1,2
aux Saumons	1975-2006 ^b	3 222	89,8	9,8	0,4
Métabetchouane	1975-2006 ^c	2 555	93,9	5,6	0,5
Mistassini (Ouasiemsca)	1975-2006 ^d	5 529	92,9	6,8	0,3
Moyenne		12 329	91,7	7,9	0,4

^a Excluant les années 1981, 1985-1986 et 1988-1990.

^b Excluant les années 2004-2005.

^c Excluant les années 1983-1985, 1988, 2004-2005.

^d Excluant l'année 1985.

3.3 Abondance et caractéristiques des géniteurs

Le principal outil utilisé pour évaluer la montaison des géniteurs est le suivi à partir des passes migratoires ou des barrières de comptage, avec des filets-trappes. Il existe, tel qu'elles sont représentées dans la figure 15, neuf passes migratoires réparties dans les rivières du nord-ouest du lac Saint-Jean. Pour le suivi des géniteurs, trois d'entre elles (chute à Michel, zoo de Saint-Félicien et 5^e chute) ont été principalement utilisées, en plus de certaines barrières de comptage (annexe 2). Les nombres de géniteurs estimés dans les différents tributaires [rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiumsca)] de 1970 à 2007 proviennent principalement de divers rapports du ministère des Ressources naturelles et de la Faune et sont présentés à l'annexe 3.

Il est important de noter que les données de montaison sont assujetties à plusieurs sources de biais, mais les grandes tendances d'abondance des géniteurs sont bien représentées. Dans la plupart des cas, ce n'est pas l'ensemble des géniteurs qui empruntent les engins de capture. En effet, les dates de mise en marche des installations ne couvrent pas toujours l'ensemble de la période de montaison et une portion des ouananiches évitent les installations. De plus, selon les années et les rivières, certaines installations ont été déplacées ou ont subi des bris, remettant en cause leur efficacité et l'uniformité des données. Également, certains géniteurs ayant franchi les installations redescendent par la suite en aval de celles-ci pour les franchir un peu plus tard une deuxième fois (recirculation). Selon les années et les rivières, il est possible d'obtenir une estimation de cette recirculation. Aussi, il existe un faible pourcentage de mortalité attribuable aux installations et un certain transfert des géniteurs vers des piscicultures ou d'autres rivières. Finalement, dans certains cas, la méthode *Petersen* de capture-marquage-recapture a été utilisée afin d'évaluer la montaison des ouananiches.

En consultant les bases de données sur les montaisons des géniteurs, il semble qu'il serait important de procéder à un exercice minutieux de révision et de validation de celles-ci. Il serait utile d'extraire d'une telle analyse trois données de montaison par année et par

rivière : le nombre de géniteurs dénombrés, le nombre de géniteurs estimés et le nombre de géniteurs potentiels pour la reproduction.

De 1970 à 2007, l'abondance des géniteurs en montaison a connu de grandes variations dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouaisiemsca) (figure 17). Ces fluctuations semblent suivre un cycle de huit à dix ans et l'ensemble de ces rivières affiche un patron similaire. On remarque également que les nombres de géniteurs estimés les plus élevés ont été obtenus de 1997 à 1999, et ce, dans les quatre rivières.

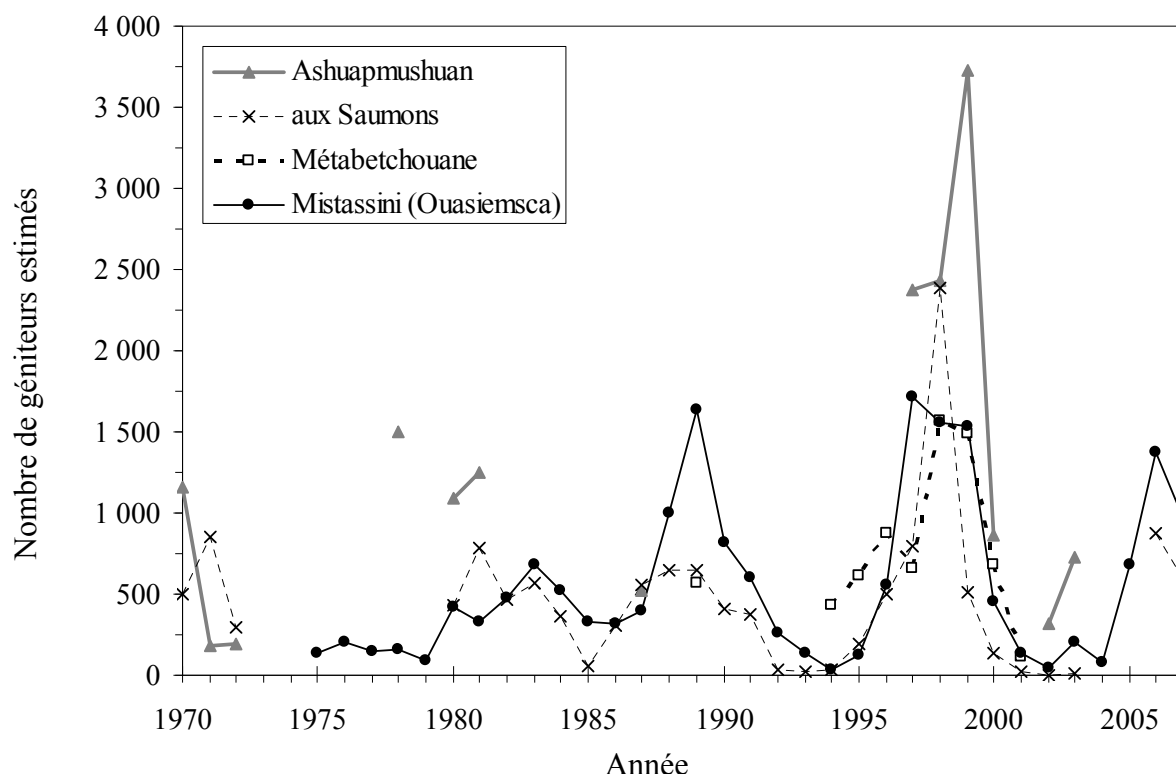


Figure 17. Estimation annuelle de la montaison des géniteurs chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouaisiemsca), au lac Saint-Jean de 1970 à 2007 (données non publiées, MRNF).

Lors de leur migration, les géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini sont les plus hâtifs, suivis de ceux des rivières Ashuapmushuan et aux Saumons et, finalement, de ceux de la rivière Métabetchouane (figure 18). Une fois que les ouananiches de la rivière

Mistassini ont terminé leur montaison, seulement 65 % des géniteurs de la rivière Métabetchouane l'ont complétée. Cette observation démontre bien le décalage qui existe dans la synchronisation de la montaison des ouananiches entre les quatre sites de reproduction.

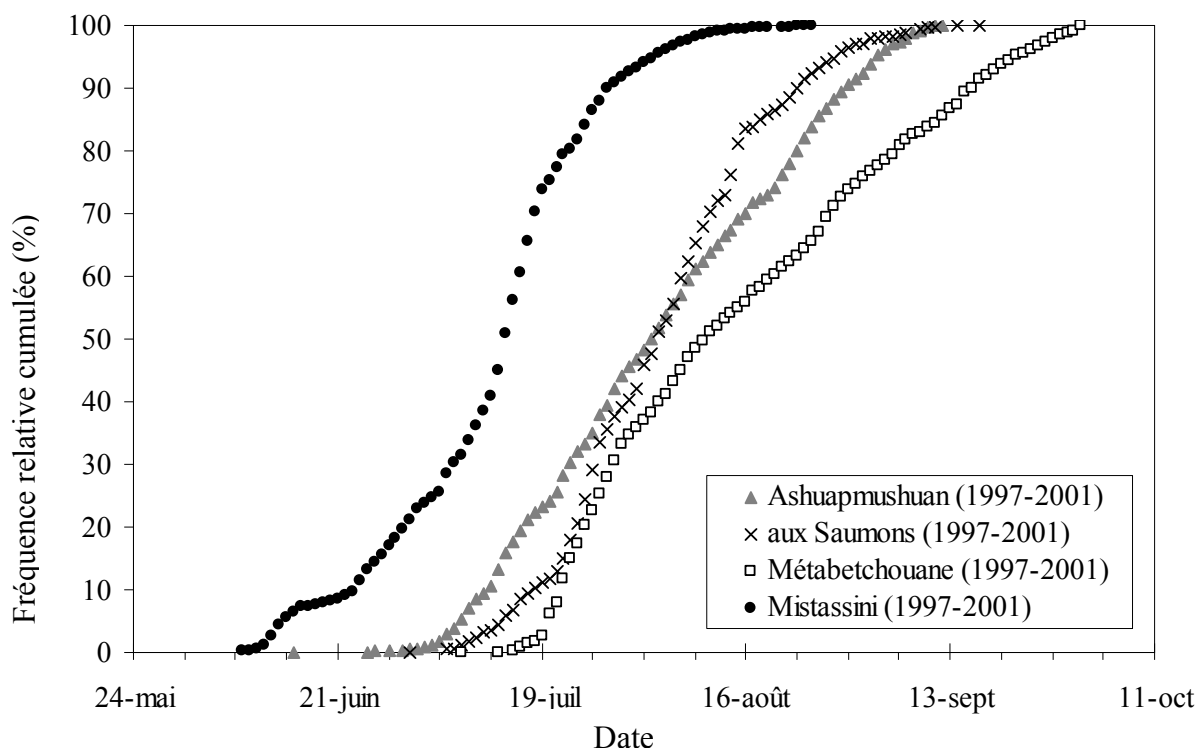


Figure 18. Fréquence relative cumulée de la montaison annuelle des géniteurs chez la ouananiche des rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouasiemscas), au lac Saint-Jean de 1997 à 2001 (données non publiées, MRNF).

À leur arrivée en lac, les ouananiches croissent d'une façon relativement rapide. D'un poids de quelques grammes au stade smolt, elles peuvent atteindre jusqu'à 4 kg au stade adulte (Legault et Gouin 1985).

Globalement, les ouananiches âgées en lac de 1+ pèsent en moyenne 860 g et leur poids double à 4+ pour atteindre 1 726 g (tableau 9). Les ouananiches les plus lourdes, âgées en lac de 1+ et 2+ ont été pesées dans la rivière aux Saumons, celles de 3+ et 4+, dans la rivière Métabetchouane et celles de 5+ et 6+, dans la rivière Ashuapmushuan. Les

ouananiches âgées en lac de 1+ mesurent en moyenne 380 mm et atteignent à 4+ 552 mm, soit un gain de 172 mm.

Tableau 9. Masses moyennes (en g, mesurées de 1999 à 2006) et longueurs à la fourche (LF) moyennes (en mm, mesurées de 1975 à 2006) des géniteurs chez la ouananiche en montaison dans les rivières Ashuapmushuan, aux Saumons, Métabetchouane et Mistassini (Ouaisiemsca) et d'individus capturés dans le lac Saint-Jean, selon leur âge en lac (données non publiées, MRNF).

Âge en lac (ans)	Variable	Ashuapmushuan ^a	aux Saumons ^b	Métabetchouane ^c	Mistassini (Ouaisiemsca) ^d	Lac Saint-Jean ^e (Pêche sportive)	Moyenne
1+	Masse (g)	825	1 180	994	898	723	860
	n	58	5	35	12	35	145
	LF (mm)	395	464	383	424	379	380
	n	87	35	126	67	5 703	6 018
2+	Masse (g)	1 286	1 461	1 243	1 155	1 184	1 249
	n	77	144	47	287	101	656
	LF (mm)	482	488	463	478	472	475
	n	193	510	276	2 791	5 461	9 231
3+	Masse (g)	1 478	1 644	1 987	1 180	1 377	1 560
	n	110	186	267	305	26	894
	LF (mm)	524	529	521	513	531	525
	n	337	1 161	703	1 617	2 624	6 442
4+	Masse (g)	1 785	1 913	1 974	1 290	1 658	1 726
	n	57	101	59	83	7	307
	LF (mm)	558	550	544	523	565	552
	n	144	670	335	246	884	2 279
5+	Masse (g)	2 189	1 721	1 965	1 385	1 858	1 882
	n	27	22	33	15	3	100
	LF (mm)	583	560	565	543	576	567
	n	37	134	128	56	207	562
6+	Masse (g)	2 494	1 671	2 213	1 825	1 021	2 098
	n	8	7	15	3	1	34
	LF (mm)	596	563	578	546	582	577
	n	12	28	34	4	37	115
7+	Masse (g)	2 650		2 425			2 500
	n	1		2			3
	LF (mm)	600	618	588		574	586
	n	1	1	5		5	12
8+	Masse (g)						
	n						
	LF (mm)					670	670
	n				1	1	

^a Données non disponibles pour le calcul : Masse (2004-06), LF (1981, 1983-86, 1988-92, 1994 et 2004-06).

^b Données non disponibles pour le calcul : Masse (2004-05), LF (2004-05).

^c Données non disponibles pour le calcul : Masse (2002-06), LF (1980-85, 1988, 2003-05).

^d Données non disponibles pour le calcul : Masse (1999-2001), LF (1985).

^e Données non disponibles pour le calcul : Masse (2003), LF (2003).

3.4 Facteurs influençant l'abondance des ouananiches

Tel que décrit dans la section précédente, la ouananiche du lac Saint-Jean connaît de grandes fluctuations d'abondance qui se reflètent sur la quantité de géniteurs en montaison dans les tributaires (figure 17). Au cours des 30 dernières années, on a observé des périodes de forte abondance de géniteurs dans les rivières, suivies généralement d'un effondrement des stocks de géniteurs. Ces fluctuations sont bien synchronisées entre les quatre principaux tributaires utilisés par la ouananiche pour se reproduire.

La dynamique des populations de ouananiche dépend des facteurs de régulation que l'on trouve en rivière (potentiel de production spécifique de chaque rivière) et également dans le lac Saint-Jean (facteurs de régulation qui semblent être semblables pour l'ensemble des populations). Ce dernier agit comme un goulot d'étranglement majeur du système de production de la ouananiche. Il en résulte des fluctuations synchronisées de l'abondance des géniteurs, de la croissance en lac, de l'âge à la maturité et, conséquemment, du recrutement des quatre populations de ouananiche.

Pour bien comprendre les facteurs qui influencent l'abondance des ouananiches, il faut diviser le cycle de vie en deux phases : la phase des juvéniles en rivière et celle des adultes en lac.

3.4.1 De l'œuf au smolt

Legault (1985a, 1985b, 1985c, 1985d) a étudié quelques-uns des stades de vie en rivière de la ouananiche du lac Saint-Jean. Il a estimé la survie estivale (de juillet à septembre) des tacons 1+ sauvages de la rivière aux Saumons à 44,3 %. Ce pourcentage semble très élevé, mais il a été obtenu sur une courte période. En comparaison, les travaux de Caron *et al.* (2007), menés sur le saumon atlantique anadrome des rivières Saint-Jean (en Gaspésie) et Trinité (sur la Côte-Nord), ont présenté des taux de survie moyens du stade de l'œuf au smolt de 2,86 % et 2,31 % respectivement, de 1984 à 2006.

Il existe une abondante littérature sur le saumon atlantique anadrome. Il est raisonnable de considérer que les facteurs qui influencent l'abondance des ouananiches durant la période de vie en rivière sont semblables à ceux qui régissent l'abondance des saumons atlantiques anadromes. Ainsi, la production de smolts dépend principalement du nombre de géniteurs en rivière. Par contre, la survie de l'œuf jusqu'au smolt est en partie dépendante de la densité (Jonsson *et al.* 1998). Cela a été démontré dans les rivières témoins du Québec (Caron 1992), mais aussi dans de nombreuses rivières à saumon au Canada (Chaput *et al.* 1998) et partout dans le monde (Kennedy et Crozier 1993). L'explication principale réside dans le fait que des mécanismes compensatoires entrent en ligne de compte. La compétition intra- et interspécifique, la prédation, la transmission de parasites et de maladies sont les principaux mécanismes généralement invoqués.

En rivière, les juvéniles, tant de la ouananiche que chez le saumon atlantique anadrome, sont territoriaux. La rivière offre une quantité limitée d'habitats favorables aux tacons et, lorsque la densité de juvéniles s'accroît au-delà de la capacité de support des habitats, la compétition intraspécifique et la mortalité augmentent alors que le taux de croissance diminue (Gibson et Dickson 1984; Gibson *et al.* 1990). La survie des alevins serait liée à la densité de tacons d'âge plus avancé présents en rivière (Peress 1996; Gibson *et al.* 1990). La prédation est aussi un autre facteur qui peut influencer la survie des jeunes ouananiches, et généralement les individus qui occupent des habitats marginaux sont les plus vulnérables.

La compétition interspécifique est reconnue comme une contrainte à la survie de plusieurs espèces de poissons. Toutefois, il est difficile de démontrer l'effet de ce type de compétition sur les populations de ouananiche. En effet, on trouve souvent des espèces potentiellement compétitrices dans d'excellentes rivières à ouananiche qui supportent des densités élevées de juvéniles, comme c'est le cas dans les tributaires du lac Saint-Jean. Dans ces derniers, parmi les espèces compétitrices, on trouve le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*), le meunier noir (*Catostomus commersoni*), le chabot (*Cottus* sp.) et l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*).

3.4.2 Du smolt à l'adulte

Au lac Saint-Jean, la survie de la ouananiche est en partie dépendante de sa densité. Plus le nombre de géniteurs est important, moins la survie des individus produits est élevée, ce qui se traduit par un taux de retour d'adultes en rivière plus faible (figure 19).

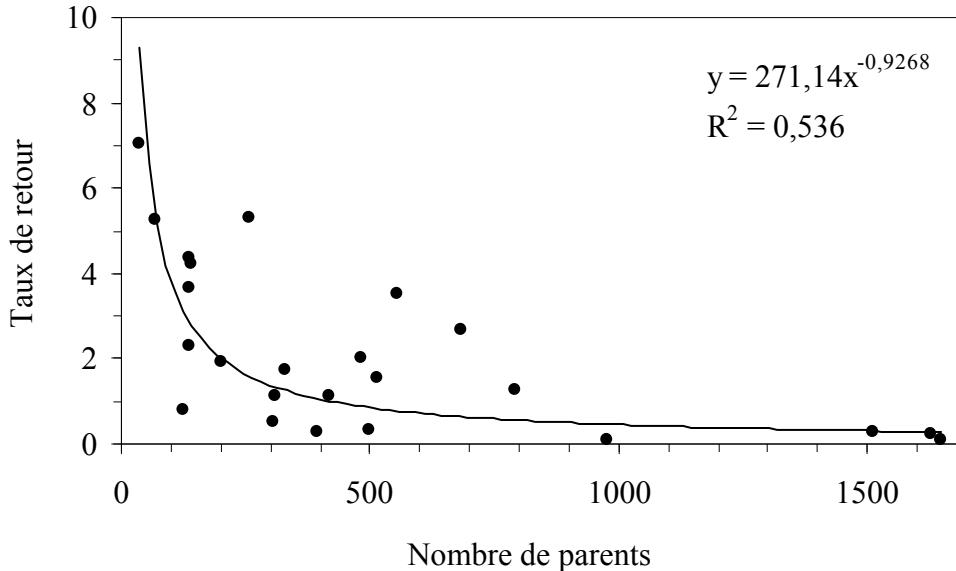
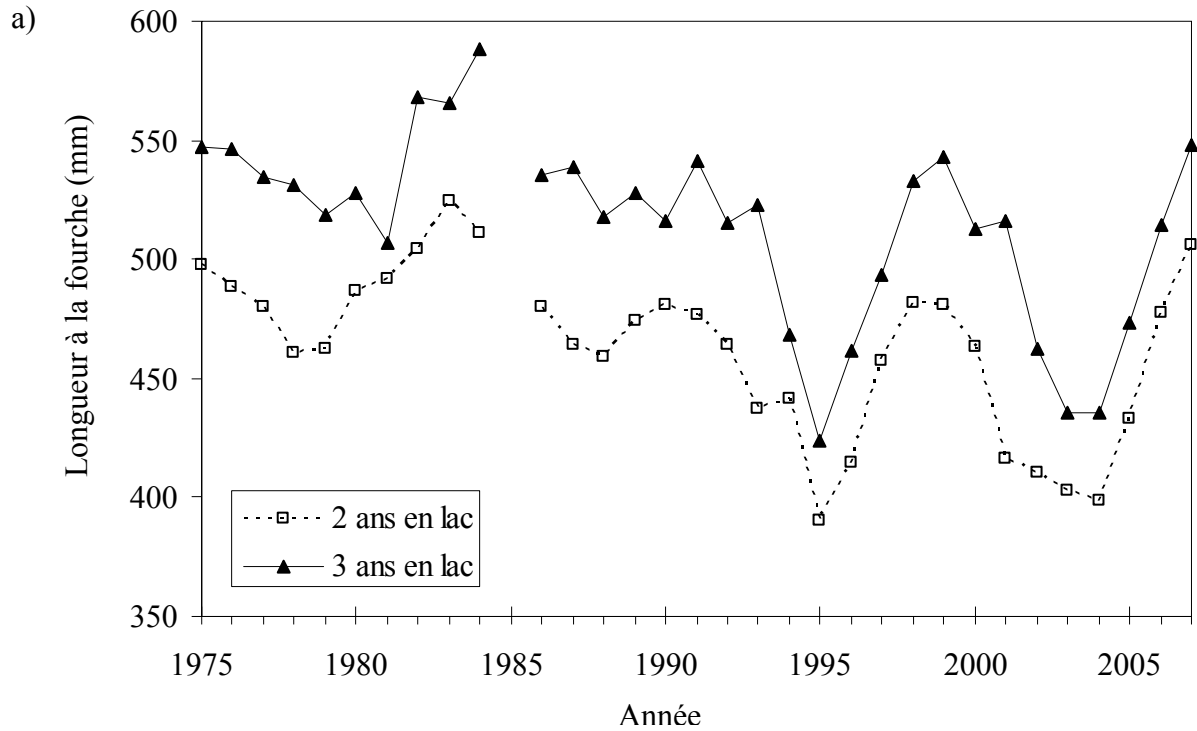


Figure 19. Taux de retour des géniteurs chez la ouananiche issus d'une cohorte en fonction du nombre de parents dans la rivière Mistassini, au lac Saint-Jean, pour la période de 1975 à 1998.

Les fluctuations d'abondance des ouananiches sont accompagnées de variations importantes dans la taille (figure 20a) et l'âge (figure 20b) des géniteurs. Il a été démontré que la taille des géniteurs et la croissance de la ouananiche durant sa phase lacustre sont liées essentiellement à l'abondance des jeunes éperlans arc-en-ciel, sa proie favorite (figure 21). L'abondance des éperlans influencerait la croissance en lac de la ouananiche, principalement durant sa première année de vie en lac (tableau 10). Ce sont essentiellement les éperlans de l'année (0+) qui auraient le plus d'influence sur la croissance de ce salmonidé durant sa phase lacustre (tableau 10).

La maturation des poissons est en premier lieu fonction de la taille (Policansky 1983). Une diminution de la croissance a donc des répercussions directes sur l'âge auquel les individus deviennent matures. Dans le cas de la ouananiche du lac Saint-Jean, une diminution de sa

croissance en lac a pour conséquence d'y prolonger le temps de séjour jusqu'à 1,7 an (figure 20b). Cette période additionnelle de séjour en lac, durant laquelle la ouananiche continue d'être soumise aux pressions découlant de la mortalité naturelle et de la pêche, réduit ses chances de survie jusqu'au moment de la reproduction (figure 22).



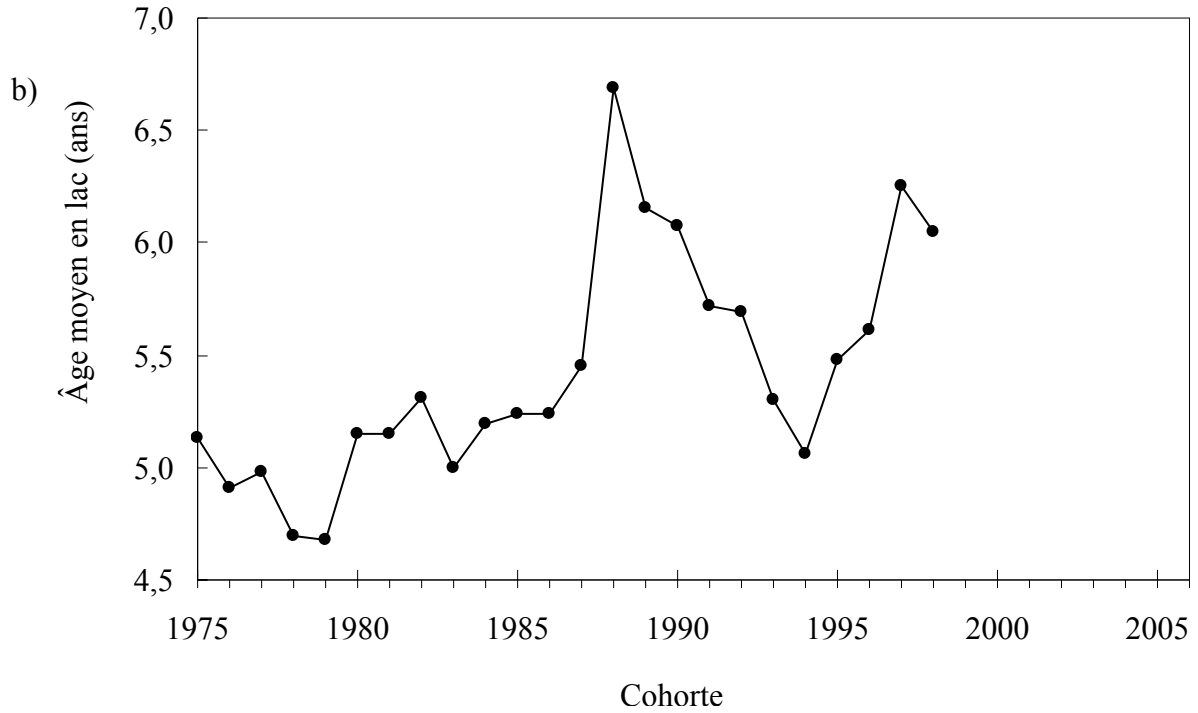
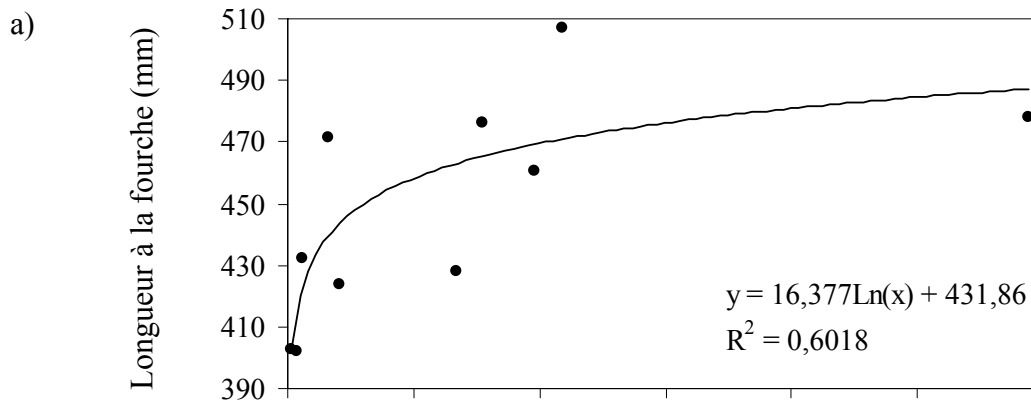


Figure 20. Variations interannuelles de (a) la longueur à la fourche (mm) des géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini et de (b) l'âge moyen (en années de séjour en lac) des géniteurs issus d'une même cohorte (année de reproduction).



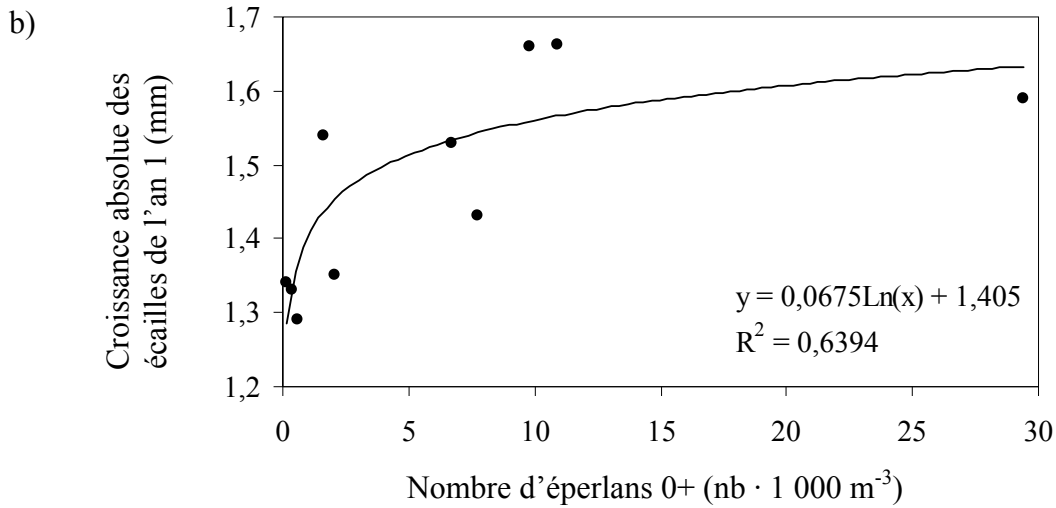


Figure 21. Influence de l'abondance des éperlans arc-en-ciel (0+) au lac Saint-Jean sur (a) la longueur à la fourche (mm) des géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini ayant séjourné deux ans en lac de 1996 à 2005 et sur (b) la croissance absolue des écaïlles (mm) de ces géniteurs lors de leur première année en lac.

Tableau 10. Coefficient de détermination (R^2) entre la croissance absolue de l'écaïlle des géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini et l'abondance des éperlans 0+ et 1+, selon l'année de leur séjour en lac. Calculé à partir des données de 1996 à 2005 inclusivement.

Croissance de l'écaïlle	Nombre d'éperlans (1 000 m ⁻³)	
	0+	1+
Année en lac		
1 ^{re}	0,64	0,31
2 ^e	0,15	0,10
3 ^e	0,00	0,25

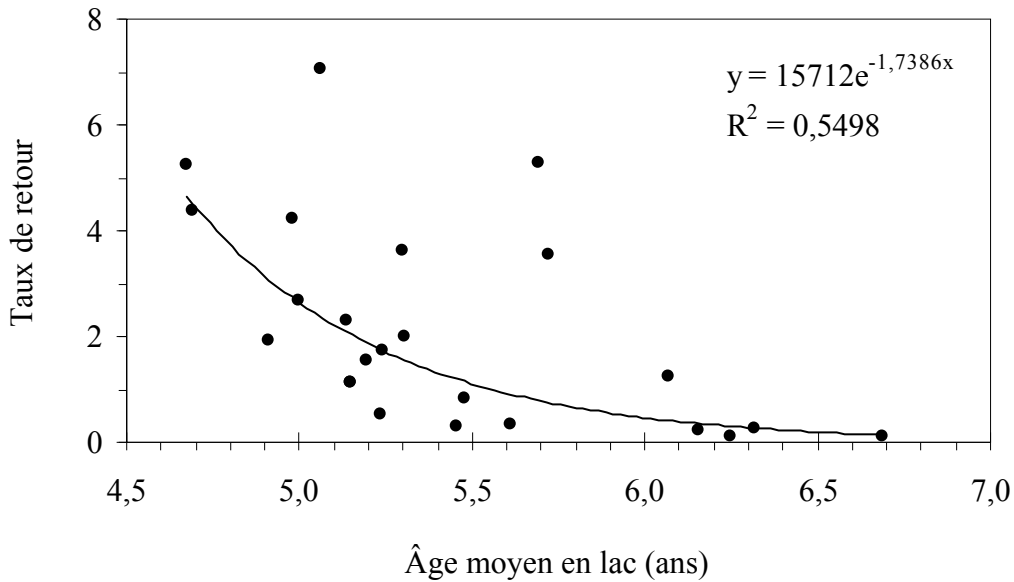


Figure 22. Relation entre le taux de retour et l'âge moyen en lac pour les cohortes de géniteurs chez la ouananiche de la rivière Mistassini de 1975 à 1998.

La plus forte mortalité en lac se traduit par une diminution du nombre de géniteurs retournant en rivière, chaque individu ayant une taille et une masse inférieures à ce qu'elles auraient été sous l'influence de conditions de croissance favorables. Lors de périodes de faible abondance d'éperlans, la taille moyenne des géniteurs peut être inférieure de 20 % à celle observée lorsque les éperlans sont nombreux, alors que la masse moyenne peut diminuer jusqu'à 50 %. Le nombre d'œufs produits par une femelle étant fonction de sa masse, le tout se traduit par une baisse de déposition d'œufs en rivière et de recrutement.

En résumé, l'abondance des éperlans arc-en-ciel, la principale source alimentaire de la ouananiche, est le facteur primordial qui influence sa survie lors de son séjour en lac. Plus spécifiquement, la croissance, l'âge à la maturité et la survie en lac de la ouananiche varieront en fonction de l'abondance des éperlans arc-en-ciel.

3.4.3 *Ensemencement*

Selon des écrits historiques, la production de jeunes ouananiches dans les tributaires du lac Saint-Jean et dans son émissaire déclina fortement après l'harnachement du lac (barrage d'Isle-Maligne sur la Grande Décharge en 1926) et de la rivière Péribonka (barrage Chute-

du-Diable en 1952 et barrage Chute-à-la-Savane en 1953). Dès lors, la production se retrouva surtout concentrée dans la rivière Ashuapmushuan et l'un de ses affluents, la rivière aux Saumons. Ces deux rivières produisaient et produisent toujours la majeure partie des jeunes ouananiches au lac Saint-Jean. Afin de contrer la chute des stocks de ouananiches observées en 1985 et d'augmenter sa production, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune instaura, de 1990 à 1999, un vaste programme d'ensemencement.

L'idée d'ensemencer les cours d'eau afin de restaurer ou d'augmenter les stocks de ouananiches ne date pas d'hier. On a ensemencé les tributaires du lac Saint-Jean depuis plus de 100 ans avec du saumon atlantique anadrome et de la ouananiche (annexe 4). En effet, l'élevage du saumon d'eau douce a fait son apparition en 1897, avec l'établissement de la pisciculture de H. J. Beemer à Roberval (Paulhus 1968). Par la suite, une série d'ensemencements ont eu lieu jusqu'en 1950 et de 1980 à 1984. Il faut attendre les années 1990 pour observer les plus importants ensemencements réalisés jusqu'à ce jour dans les tributaires du lac Saint-Jean.

Selon diverses études, le pool génétique des ouananiches du lac est stable depuis des décennies. Les ensemencements semblent donc avoir fourni du poisson pour la pêche, mais ne semble pas avoir augmenté ou restauré les populations déjà établies (Bernatchez et Tessier 1998).

3.4.4 *Lessivage de ouananiches vers la rivière Saguenay*

Diverses observations ont montré qu'il existe un certain lessivage de ouananiches du lac Saint-Jean vers la rivière Saguenay. La ouananiche peut alors se retrouver captive entre les ouvrages d'Isle-Maligne (Alma), localisés à l'embouchure du lac, et ceux de Chute-à-Caron (Shipshaw), ou poursuivre sa course en aval de ces derniers. Conséquemment, il est probable qu'une proportion importante des ouananiches trouvées dans ce secteur provienne du lac (Bernatchez et Tessier 1998). De plus, Bouchard et Plourde (1996) rapportent avoir observé dans ce secteur des indices qui laisseraient présager que la ouananiche fraye, juste en bas de l'évacuateur n° 4. Ces observations ont été effectuées en 1993 (le 15 octobre), en 1994 (le 21 octobre) et en 1995 (du 31 octobre au 8 novembre).

Afin de répondre à ces interrogations, 78 spécimens ont été récoltés dans le secteur compris entre les installations d'Isle-Maligne et de Chute-à-Caron, du 15 août 1996 au 4 novembre 1997, et analysés. De ce nombre, 73 ont pu être reclassifiés comme appartenant à l'une ou l'autre des quatre populations de ouananiche du lac Saint-Jean (tableau 11). De jeunes ouananiches des différents tributaires du lac Saint-Jean semblent être lessivées dès leur première migration vers le lac. Ces résultats supportent l'hypothèse voulant que la production naturelle de ouananiches dans le secteur compris entre les installations d'Isle-Maligne et de Chute-à-Caron soit faible comparativement à l'apport de ouananiches en provenance du lac Saint-Jean. Ceci n'exclut pas complètement la possibilité d'une faible production locale (Bernatchez et Tessier 1998).

Tableau 11. Classification (proportion et pourcentage) des ouananiches capturées dans le Saguenay (1996 et 1997), selon leur rivière d'origine du lac Saint-Jean (Bernatchez et Tessier 1998).

Rivière d'origine	Nombre total	%
Ashuapmushuan	28	38
aux Saumons	8	11
Métabetchouane	10	14
Mistassini (Ouasiemsca)	27	37

Le nombre de ouananiches, entre les installations d'Isle-Maligne et de Chute-à-Caron, a été estimé en 1998 à quelques centaines d'individus seulement (Bolduc *et al.* 1999). D'autre part, les données recueillies depuis 1992 mettent en évidence des variations interannuelles relativement importantes du nombre de ouananiches capturées en aval des ouvrages d'Alcan sur le Haut-Saguenay. Les débits transités par les évacuateurs, très variables d'une année à l'autre, pourraient expliquer en partie les résultats en ce qui a trait aux captures de ouananiches.

Finalement, des suivis télémétriques ont été effectués de 1996 à 1998 et ont démontré que les ouananiches peuvent séjourner dans le Haut-Saguenay pour des périodes relativement longues (plus de 300 jours). Il y aurait donc des habitats intéressants sur le plan de

l'alimentation pour cette espèce, notamment dans le secteur situé en aval de la centrale d'Isle-Maligne. Par contre, comme les habitats propices à la reproduction sont presque inexistants, le renouvellement de la population est assuré par la dévalaison de poissons du lac Saint-Jean à partir des ouvrages de régularisation (Bolduc *et al.* 1999).

3.4.5 Parasite

Juvenile

On ne connaît pas bien le rôle régulateur des parasites sur les populations de ouananiche. Un cas extrême a toutefois été rapporté en Norvège alors que l'introduction par inadvertance d'un parasite, *Gyrodactylis salaris*, lors de l'ensemencement d'un cours d'eau avec des juvéniles issus d'une station piscicole, a décimé des dizaines de populations de saumons (Johnsen and Jensen 1986). Bien que l'on sache que la propagation de maladies en station piscicole peut être dévastatrice, il n'y a pas de cas importants rapportés quant aux saumons juvéniles en rivière.

Adulte

Les parasites du saumon atlantique sont nombreux. Ils comprennent des nématodes, des cestodes, des trématodes, des acanthocéphales et des copépodes parasites comme le pou du poisson (*Argulus* sp.) (Scott et Crossman 1974).

Au lac Saint-Jean, des observations de copépodes parasites ont été rapportées de 1997 à 1999 à la barrière de comptage de la rivière Métabetchouane. Il s'agit d'*Argulus* sp. et de *Salmincola* sp. Toutefois, ces observations semblent négligeables, il s'agit de moins de cinq ouananiches parasitées par année (Gagnon 2002a, 2002b, 2002c). Dans les rivières Ashuapmushuan et aux Saumons, de 5 à 20 géniteurs sont parasités par *Argulus* sp. chaque année. On trouve ce copépoede parasite plus fréquemment sur les poissons franchissant la passe migratoire de la 5^e chute, sur la rivière Mistassini. On y décompte de 20 à 90 géniteurs parasités par année (données non publiées, MRNF).

Également, de nombreux pêcheurs ont rapporté la forte prévalence d'un cestode dans l'intestin des ouananiches. Toutefois, la présence de ce cestode semble varier selon les années (K. Gagnon, comm. pers.²⁵).

²⁵ Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean.

4. L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL DU LAC SAINT-JEAN

4.1 Structure des populations

4.1.1 Structure génétique des populations

On trouve quatre populations distinctes d'éperlan dans le lac Saint-Jean (Saint-Laurent *et al.* 2003²⁶), soit les populations naine et normale de la rivière Péribonka et les populations naine et normale du secteur nord-ouest du lac (figure 23). Les morphes nain et normal sont très peu distincts génétiquement, mais ils démontrent des différences importantes de croissance (longueur totale de moins de 105 mm pour le morphe nain) et de morphologie. Le morphe nain a des yeux et un angle du maxillaire plus grands que le morphe normal, alors que la longueur du maxillaire et l'espacement entre les arcs branchiaux est moindre chez les éperlans nains que chez les normaux. Finalement, on décompte chez les éperlans de morphe nain 32 arcs branchiaux contre 31 pour ceux de morphe normal (Saint-Laurent *et al.* 2003). De telles différences entre des morphes sympatriques de poissons sont généralement associées à une alimentation différente et à l'utilisation d'habitats distincts (Bernatchez et Saint-Laurent 2003).

La caractérisation de l'abondance, de la reproduction, des structures d'âge et de taille des éperlans arc-en-ciel du lac Saint-Jean tient compte principalement de l'ensemble des stocks d'éperlan et non de chaque population. Cependant, selon les observations de Gagnon (2005), les populations d'éperlan de la rivière Péribonka semblent être les plus importantes quant à la production de larves. En outre, Bernatchez et Saint-Laurent (2003) ont démontré que les éperlans 1+ consommés par les ouananiches étaient essentiellement des nains de la rivière Péribonka. Toutefois, on ne connaît pas la provenance des éperlans 0+ consommés par la ouananiche, ceux-ci constituant la majeure partie de la diète du prédateur.

²⁶ Les populations naine et normale de la rivière Ashuapmushan, décrites dans Saint-Laurent *et al.* (2003) ont été renommées « secteur nord-ouest », à la suite des études menées sur la distribution des larves vésiculées.

4.1.2 Localisation des sites utilisés pour la reproduction

Des relevés de dérive larvaire effectués dans plusieurs cours d'eau par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune ont permis de confirmer les secteurs où la fraie de l'éperlan se produit au lac Saint-Jean : la rivière Péribonka et le secteur nord-ouest (ce que certains qualifient de reproduction en lac) (figure 23). Cependant, le site exact des frayères demeure inconnu puisqu'aucun œuf d'éperlan n'a été observé jusqu'à ce jour.

Par contre, dans la rivière Péribonka, la reproduction a eu lieu en 1998 entre le sixième et le huitième kilomètre à partir de l'embouchure (Gagnon 2005). Dans le secteur nord-ouest, la fraie a eu lieu en 1998 et 1999 dans la rivière Ashuapmushuan, entre son embouchure et le huitième kilomètre, et en 1999, dans l'embouchure de la rivière Mistassini. Ainsi, d'une année à l'autre, les sites de la fraie semble varier légèrement dans les deux principaux secteurs (Gagnon 2005).

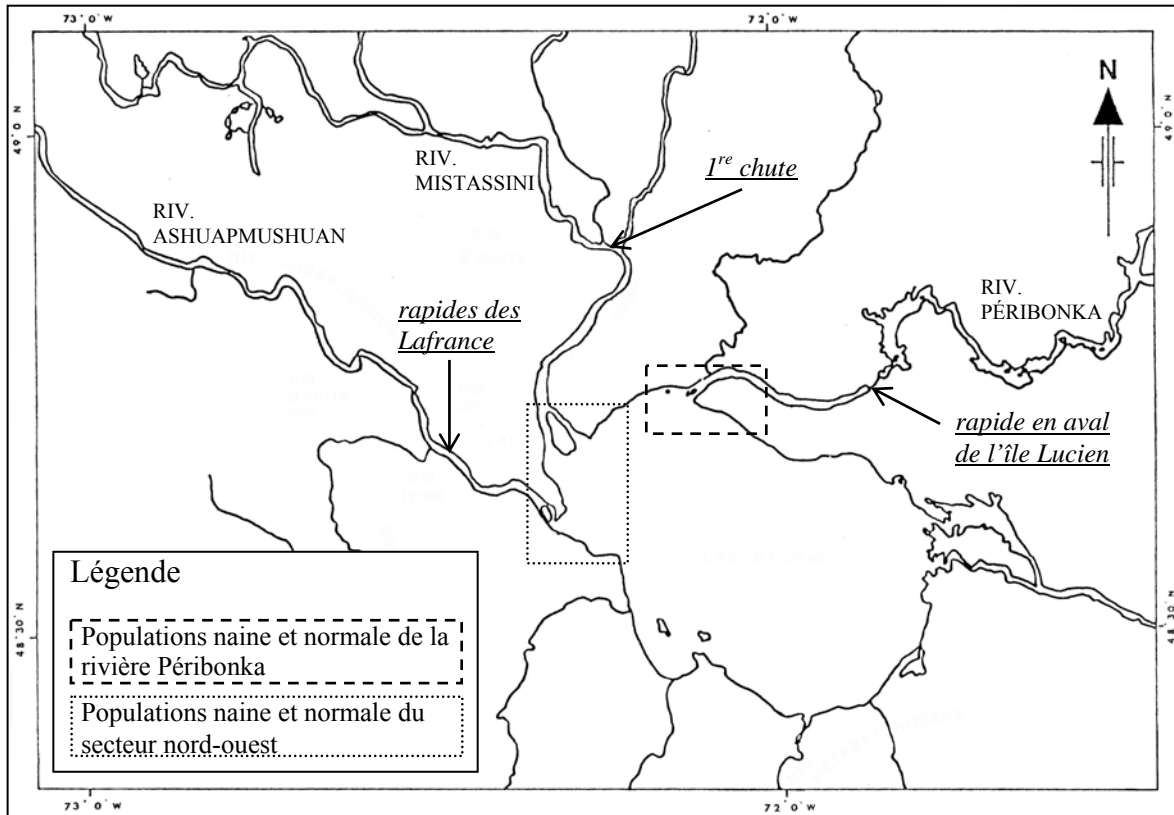


Figure 23. Carte du lac Saint-Jean présentant les principaux sites de fraie de l'éperlan arc-en-ciel et les obstacles infranchissables. Les obstacles infranchissables sont indiqués en italique et soulignés (modifié de Saint-Laurent *et al.* 2003).

Fait intéressant, en 1997, des géniteurs ont été capturés près de l'embouchure de la rivière Ouiatchouane (MRNF). La présence de ces individus n'est toujours pas expliquée, on suppose qu'il s'agirait d'une frayère occasionnelle.

Autour du lac Saint-Jean, il existe de nombreux ruisseaux propices à la fraie selon les critères de la littérature. Cependant, ils ne sont pas utilisés par les éperlans arc-en-ciel (Coulombe 1985; M. Archer, comm. pers.²⁷). En effet, cet osmériidé se concentre dans le secteur des rivières Ashuapmushuan, Mistassini et Péribonka.

²⁷ Corporation de L'Activité Pêche Lac-Saint-Jean.

On rencontre sur la rivière Ashuapmushuan les rapides Lafrance (figure 23), à 16,8 km de l'embouchure, qui empêchent toute ascension plus en amont. Sur la rivière Mistassini, la 1^{re} chute, à 25,3 km de l'embouchure, remplit ce même rôle. Finalement, dans la rivière Péribonka, où l'éperlan semble remonter le plus en amont, un rapide en aval de l'île Lucien, à environ 19 km de son embouchure, ne peut être franchi par ce poisson.

4.2 Cycle vital

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) fait partie de la famille des osmériidés. C'est un poisson au corps allongé et mince de couleur argentée, vert pâle sur le dos et avec des reflets irisés sur les flancs. Sa longueur varie habituellement de 18 à 20 cm. Il possède une nageoire adipeuse et sa grande bouche est munie de dents bien développées (Bernatchez et Giroux 1991). On le trouve dans le bassin côtier de l'Atlantique, depuis le New Jersey jusqu'au Labrador. En plus des populations anadromes, des populations indigènes dulcicoles sont très répandues, comme celles trouvées au lac Saint-Jean (Scott et Crossman 1974). D'ailleurs, ces populations sont situées près de la limite nord (48^e parallèle) de distribution des éperlans dulcicoles (Delisle et Veilleux 1969).

4.2.1 La fraie

Les éperlans matures commencent à remonter les cours d'eau pour frayer peu après le départ des glaces (Scott et Crossman 1974). Ce qui correspond généralement au mois de mai pour le lac Saint-Jean. En 1985, une étude a été réalisée au lac Saint-Jean afin de repérer les frayères d'éperlan. Aucun de ces sites n'avait alors été trouvé, par contre, selon l'évaluation faite en fonction des adultes capturés en lac et de leur maturité sexuelle, la fraie au lac Saint-Jean a lieu entre le 16 et le 30 mai (Coulombe et Francoeur 1985). Depuis, Gagnon (2005) a estimé les dates de fraie et la durée d'incubation des œufs d'éperlan dans la rivière Péribonka et les rivières Ashuapmushuan et Mistassini (secteur nord-ouest), à partir de larves capturées dans ces rivières (tableau 12). Également, d'autres travaux (données non publiées²⁸) ont permis de déterminer les dates d'éclosion d'éperlans capturés

²⁸ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques.

au début du mois d'août dans le lac Saint-Jean à partir de l'âge estimé par la microstructure des otolithes (tableau 12).

Tableau 12. Estimation des dates de fraie des éperlans arc-en-ciel, de la durée d'incubation des œufs et des dates d'éclosion, dans les rivières Péribonka, Ashuapmushuan et Mistassini en 1998 et 1999; et estimation des dates d'éclosion d'éperlans capturés au mois d'août au lac Saint-Jean en 1997, 1998 et 1999.

Rivière	Année de capture	Température de l'eau (°C)	Nombre de degrés-jour	Date de fraie	Durée d'incubation (jour)	Date d'éclosion
Péribonka ¹	1998	8-12	153,5	11 mai	14	25 mai
Ashuapmushuan ¹	1998	13-18	150,3	10 mai	9	19 mai
Ashuapmushuan ¹	1999	13-14	160,0	18 mai	11	29 mai
Mistassini ¹	1999	12-15	156,6	19 mai	11	30 mai
Lac Saint-Jean ²	1997	-	-	-	-	17 juin
Lac Saint-Jean ²	1998	-	-	-	-	30 mai
Lac Saint-Jean ²	1999	-	-	-	-	1 ^{er} juin

¹ Gagnon 2005.

² Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques.

À défaut de pouvoir décrire les frayères d'éperlans au lac Saint-Jean, on reconnaît que la fraie a lieu sur un fond de sable instable (secteur nord-ouest) et dans une grande rivière à fort débit (rivière Péribonka).

Brassard et Tardif (1994) ont caractérisé la frayère à éperlans de la rivière Ouelle, située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, comme étant un banc uniforme de gravier et de cailloux, légèrement surélevé. De plus, il est préférable que le site soit dépourvu d'algues et de particules fines (Brassard et Verreault 1995). Dans la région des Grands Lacs, la fraie a ordinairement lieu dans les cours d'eau (Scott et Crossman 1974). Toutefois, il semblerait que, par temps exceptionnellement orageux, les éperlans frayent au large sur des hauts-fonds graveleux. Rupp (1965) affirme que la fraie près des rives peut se produire et peut représenter une contribution importante pour la population. De la fraie en lac a été observée au lac Champlain et au lac Kénogami (Bourrasa et Lesage 1973; Plosila 1984).

Selon Brassard et Verreault (1995), c'est la structure des obstacles (longueur et forme) et la distance entre ceux-ci qui freinent la progression de l'éperlan dans les cours d'eau. Lawton *et al.* (1999) ont mesuré la vitesse du courant dans la rivière Jones (au Massachusetts) où viennent frayer les éperlans. Les vitesses étaient de 1,2 à 1,8 m·s⁻¹. Le ruisseau de l'Écluse qui se jette dans la rivière aux Rats a affiché des vitesses de courant variant de 1,27 à 1,31 m·s⁻¹ pendant la période de la fraie de l'éperlan (Lapointe 2002).

La fraie de l'éperlan arc-en-ciel a habituellement lieu la nuit (Bernatchez et Giroux 1991). En général, les montaisons ne se produisent que lorsque la température de l'eau atteint au moins 8,9 °C, dans les cours d'eau les plus hâtifs, et cessent après que la température a dépassé 18,3 °C, dans les rivières tardives (Scott et Crossman 1974). La fraie peut s'étendre sur une période de trois semaines, mais la période de pointe ne dure pas plus d'une semaine (Scott et Crossman 1974). La température de l'eau durant la fraie varie de 4 à 12 °C, dans la rivière Saguenay et au ruisseau de l'Église (rivière située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent) (Lesueur et Bouchard 1995; Larose et Bouchard 1997). En 2003, au ruisseau de l'Écluse, les premières activités de reproduction ont débuté à une température de 9,2 °C (Gagnon 2003). Par la suite, elle a varié de 12,5 à 13,3 °C tout au long de la fraie (Gagnon 2003). Bailey (1964) et McKenzie (1964) ont tous deux noté que la longueur des poissons des deux sexes diminue à mesure que la période de fraie avance.

Lors de la fécondation, deux ou plusieurs mâles tuberculés (présence de petits tubercules, rappelant le papier de verre au toucher, beaucoup plus développés sur la tête, le corps et les nageoires) se placent contre une femelle, dans le courant (Scott et Crossman 1974; McKenzie 1964; Cooper 1978). Les œufs sont alors libérés en grappes et l'on présume que la laitance est expulsée en même temps. Les œufs deviennent adhésifs peu après la ponte (15 à 20 secondes) et se fixent aussitôt sur le substrat. L'enveloppe est ensuite enlevée par l'action du courant, sauf à un point d'attache. Ceci permet à l'œuf de se balancer dans l'eau, comme un ballon, fixé au substrat par le crampon (ou pédoncule) formé par ce qui reste de l'enveloppe (Scott et Crossman 1974; McKenzie 1964; Cooper 1978).

4.2.2 *L'incubation des œufs*

Les œufs mesurent de 0,9 à 1 mm de diamètre et, selon la température, éclosent après deux à trois semaines. L'éclosion se déroule surtout à la tombée de la nuit (Ouellet et Dodson 1985). La durée de l'incubation dans la rivière Miramichi, telle que l'a indiquée McKenzie (1964), est de 29 jours à 6-7 °C, de 25 jours à 7,1-8,0 °C et de 19 jours à 9-10 °C. Larose et Bouchard (1997) ont mesuré une période de 12 à 18 jours au ruisseau de l'Église, tandis que Cooper (1978) a mesuré huit jours en laboratoire à une température moyenne de 16,5 °C. En 1998, l'estimation de la durée de l'incubation dans la rivière Ashuapmushuan a été de neuf jours, comparativement à une durée de 14 jours dans la rivière Péribonka (tableau 12) (Gagnon 2005).

À l'éclosion, les larves mesurent de 5 à 7 mm (Scott et Crossman 1974; Larose et Bouchard 1997). Gagnon (2005) a mesuré des larves nouvellement écloses en 1998 et 1999, capturées dans le lac Saint-Jean et dans les rivières Ashuapmushuan, Mistassini et Péribonka; leur longueur variait de 5,2 à 6,5 mm.

4.2.3 *La dévalaison vers le lac*

Une fois les œufs éclos, les larves d'éperlan arc-en-ciel dérivent avec le courant vers le lac (Scott et Crossman 1974). Au lac Saint-Jean, les premières larves d'éperlan ont été capturées en lac à partir du 18 mai en 1998 et à partir du 29 mai en 1999, soit un à deux jours après le début de l'éclosion (Gagnon 2005).

4.2.4 *La vie en lac*

L'éperlan est un poisson essentiellement pélagique en lac. Il vit en banc entre deux eaux et ne fréquente pas les rivières, sauf au temps de la fraie. Il est également sensible à la température et à la lumière (Scott et Crossman 1974). Lorsque l'éperlan mesure moins de 20 mm (stade larvaire), il a une capacité natatoire très limitée. Les larves se déplacent alors dans la colonne d'eau (répartition verticale) et se laissent porter par les courants (répartition horizontale).

Répartition verticale

Des travaux réalisés par Legault (1998) ont démontré la même distribution verticale des éperlans arc-en-ciel au lac Saint-Jean que celle décrite au lac Champlain par Kirn et LaBar (1991). En résumé, on trouve les éperlans de l'année (0+) en surface, ceux de 1+ au niveau de la thermocline et ceux de plus de 1+ sous la thermocline.

Une étude plus précise sur la répartition verticale des larves d'éperlan de l'année a eu lieu en 1998 (Gagnon 2005). Des chalutages ont été effectués au lac Saint-Jean à trois profondeurs différentes dans la zone de surface, soit à 0,25 mètre, 1,5 mètre et 3,5 mètres. En conclusion, la plus grande abondance de larves a été observée à 1,5 mètre de la surface (Gagnon 2005).

Répartition horizontale

La figure 24 présente la répartition horizontale des éperlans arc-en-ciel au lac Saint-Jean en fonction des isobathes, de 2001 à 2007. L'emplacement des isobathes est présenté dans la figure 1. On constate que les éperlans 0+ se situent principalement à des isobathes de cinq mètres ou moins (figure 24a), alors que les éperlans âgés de 1+ et plus se trouvent à des isobathes de plus de 20 mètres (figure 24b).

Alimentation

Fortin (2002) a analysé le contenu de tubes digestifs d'éperlans 0+ du lac Saint-Jean, capturés de mai à octobre en 1998 et 1999. Les résultats démontrent que les jeunes éperlans se nourrissent principalement de nauplii de copépodes, des copépodes *Diacyclops bicuspidatus thomasi* (cyclopoïde) et *Leptodiptomus ashlandi* (calanoïde) et du cladocère

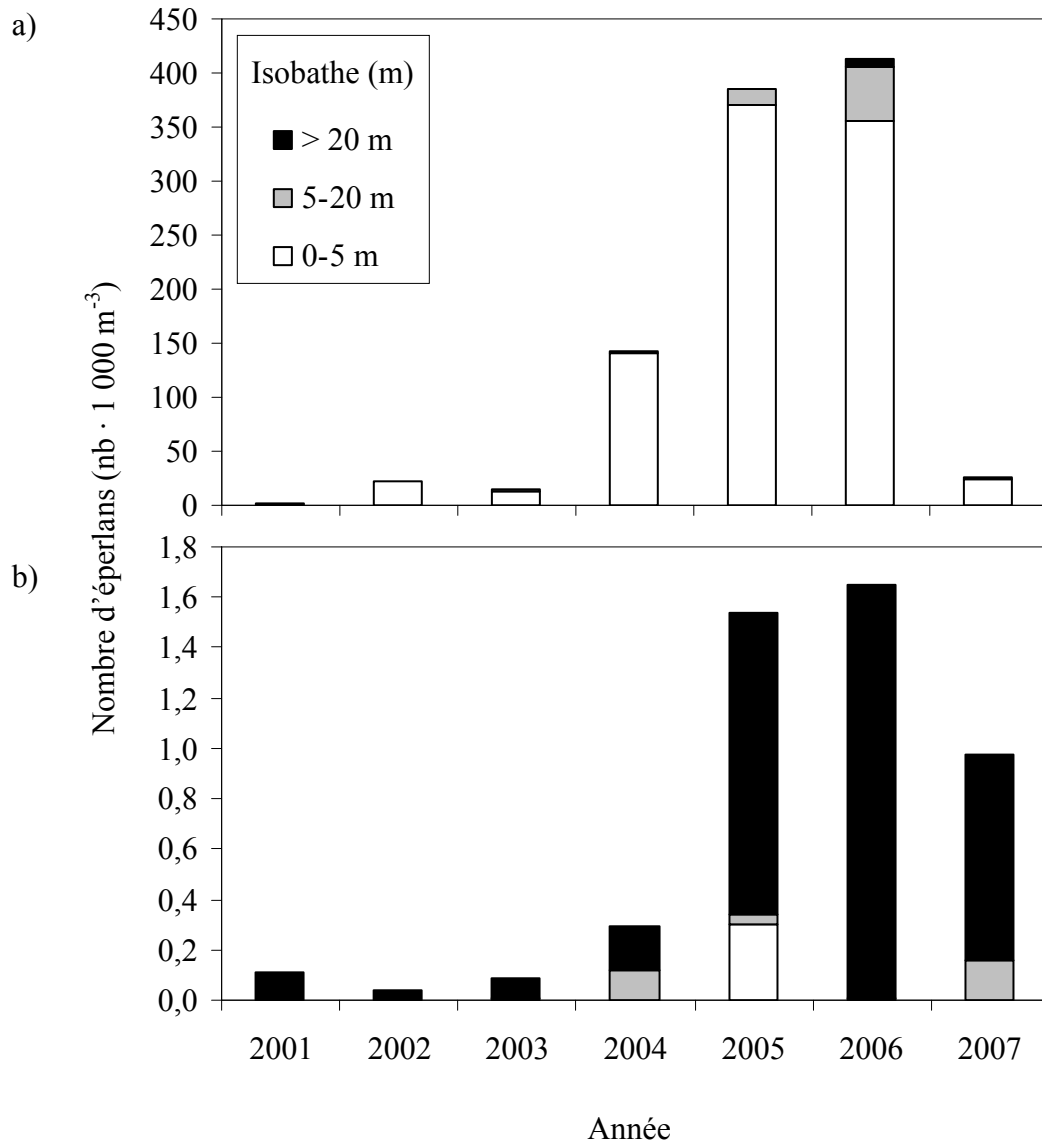


Figure 24. Abondance des éperlans arc-en-ciel (a) 0+ et (b) $\geq 1+$ au lac Saint-Jean en fonction des isobathes pour les années 2001 à 2007 (données non publiées, MRNF).

Bosmina sp.²⁹. Le régime alimentaire des éperlans au lac Saint-Jean, au cours de leur premier été, est strictement composé d'organismes zooplanctoniques. Fortin (2002) souligne que l'alimentation des éperlans 0+ est diurne et évolue en fonction de leur

²⁹ Il est important de noter que les noms des organismes zooplanctoniques cités dans Fortin (2002) doivent être remplacés par ceux-ci : *Bosmina longispina* devient *B. sp.*, *Cyclops scutifer* devient *Diacyclops bicuspidatus thomasi* et *Diaptomus minutus* devient *Leptodiaptomus ashlandi*. Ces changements font suite à une réidentification réalisée au Laboratoire des sciences aquatiques à l'Université du Québec à Chicoutimi.

développement. De plus, leur consommation est influencée par la disponibilité, la taille et le type de proies.

Il n'y a pas de données concernant la diète des éperlans 1+ et adultes du lac Saint-Jean. Par contre, des recherches effectuées dans les Grands Lacs démontrent que *Mysis relicta* (un crustacé qu'on ne trouve pas au lac Saint-Jean) est l'aliment favori des éperlans (Scott et Crossman 1974). Les autres invertébrés consommés incluent les amphipodes, les ostracodes, les larves d'insectes et les vers aquatiques. Les chabots et les petits éperlans (cannibalisme) sont également communément consommés (Scott et Crossman 1974).

Croissance larvaire

Au lac Saint-Jean, la croissance des éperlans 0+ semble être très rapide (tableau 13). La lecture d'otolithes (sagittae) d'éperlans, capturés au cours de la première semaine du mois d'août en 1997, 1998 et 1999, montre une croissance journalière qui varie de 0,42 à 0,47 mm jour⁻¹ (données non publiées³⁰). Tin et Jude (1983) ont mesuré au lac Michigan une croissance journalière variant de 0,31 à 0,36 mm·jour⁻¹, et ce, malgré que leur méthode (croissance observée) a tendance à surestimer la croissance journalière, telle qu'elle a été décrite par Sirois et Dodson (2000a).

Croissance adulte

La détermination de l'âge des éperlans arc-en-ciel adultes se fait à l'aide d'un rétrocalcul à partir des écailles. Au lac Saint-Jean, des éperlans matures ont été capturés sur les sites de fraie de la rivière Péribonka et du secteur nord-ouest, de 1998 à 2000 (tableau 14) (données non publiées, MRNF). La majorité des géniteurs y étaient âgés de deux à quatre ans et leur longueur totale variait de 85 à 262 mm. Les éperlans matures 2+ trouvés sur ces mêmes

³⁰ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques.

Tableau 13. Croissance journalière de l'éperlan arc-en-ciel au cours de sa première saison de croissance (0+), au lac Saint-Jean et au lac Michigan.

Lieu	Latitude nord	Altitude (m)	Croissance moyenne (mm·jour ⁻¹)	Longueur standard moyenne (mm)	Âge moyen (jour)	Date de capture
Lac Saint-Jean ¹	48° 35'	97	0,47	29,44	50	Août 1997
			0,42	33,83	67	Août 1998
			0,43	38,18	64	Août 1999
Lac Michigan ²	44° 00'	175	0,31-0,36	36,5-41,1 (longueur totale)	90	Août (1978-1981)

¹ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques.

² Tin et Jude 1983.

L'ensemble de ces données est comparable aux résultats de Taylor et Bentzen (1993). Ces derniers ont étudié les éperlans arc-en-ciel dans 16 lacs de la côte nord-est de l'Amérique du Nord. Ils ont obtenu pour le morphe nain une longueur totale moyenne de moins de 110 mm et, pour le morphe normal, des longueurs totales variant de 180 à 243 mm. Il ne faut pas oublier également que les femelles croissent plus rapidement, atteignent une taille plus grande et vivent plus longtemps que les mâles (Scott et Crossman 1974).

Tableau 14. Longueur totale moyenne d'éperlans arc-en-ciel matures, selon leur âge et leur morphe, capturés sur les sites de fraie de la rivière Péribonka et du secteur nord-ouest de 1998 à 2000 (données non publiées, MRNF).

Morphe	Longueur totale (mm)	Âge (ans)					Total
		2+	3+	4+	5+	6+	
Nain	Moyenne	94,6	-	-	-	-	94,6
	Valeur min.-max.	85-105	-	-	-	-	85-105
	n	65	-	-	-	-	65
Normal	Moyenne	157,1	195,5	214,7	241,7	245,0	192,3
	Valeur min.-max.	109-190	100-262	130-262	219-261	235-255	100-262
	n	66	133	49	14	2	264

Survie et abondance

Un suivi annuel de l'abondance des éperlans arc-en-ciel est effectué au lac Saint-Jean depuis 1996 (Legault 1998). La méthode développée par le MRNF est basée sur la répartition spatiale de l'éperlan dans un lac (Kirn et LaBar 1991). Cette technique consiste à chaluter la nuit, par palier et en continu, une partie de la colonne d'eau associée à la thermocline. Elle permet d'évaluer l'abondance relative des différentes classes d'âge de l'éperlan.

Ce suivi a permis de constater la très grande variabilité de l'abondance des éperlans arc-en-ciel du lac Saint-Jean selon les années (figure 25). Les fluctuations suivent les mêmes tendances pour les éperlans de l'année (figure 25a) et pour ceux âgés de un an et plus (figure 25b). Les jeunes de l'année ont connu leur plus grande abondance en 2006 (39,83 éperlans par 1 000 m⁻³) et 1996 (29,42 éperlans par 1 000 m⁻³) et leur plus faible abondance en 2001 (0,17 éperlan par 1 000 m⁻³).

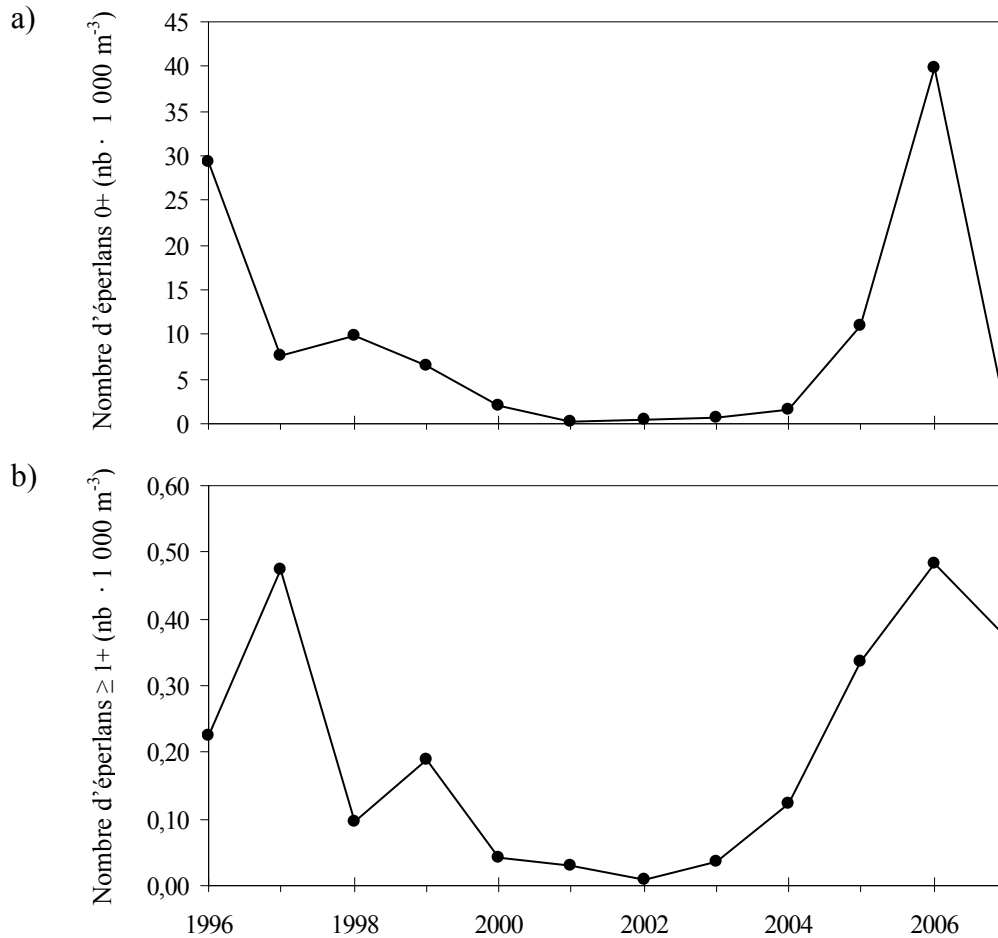


Figure 25. Abondance des éperlans arc-en-ciel (a) 0+ et (b) $\geq 1+$ au lac Saint-Jean de 1996 à 2007 (données non publiées, MRNF).

Âge à la reproduction

Comme décrit précédemment (tableau 14), des éperlans du lac Saint-Jean ont été capturés sur les frayères (rivière Péribonka et secteur nord-ouest) de 1998 à 2000 (données non publiées³¹). Ils étaient tous âgés de deux à six ans. Pour les individus de morphe normal, l'âge variait de deux à trois ans dans 75 % des cas, alors que l'ensemble des éperlans de morphe nain avaient deux ans.

Par ailleurs, dans les stocks d'éperlan du lac Supérieur, Bailey (1964) n'observe aucun individu mature après une saison de croissance, quelques-uns après deux ans et tous après

³¹ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques, Pedneau (2001), dans le cadre du cours d'Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat en biologie.

trois saisons. Également, dans les stocks d'éperlan de la rivière Miramichi, McKenzie (1964) note que 66 % des géniteurs sont âgés de deux ans, 30 % ont trois ans et les autres ont de quatre à six ans.

Fécondité

La fécondité des femelles chez l'éperlan arc-en-ciel n'a pas été mesurée au lac Saint-Jean. Par contre, dans la rivière Miramichi, des femelles éperlans mesurant de 127 à 209 mm ont pondu de 8 500 à 69 600 œufs (McKenzie 1964). Également, dans le lac Huron, Baldwin (1950) a mesuré de 9 650 à 26 800 œufs pour des femelles mesurant de 140 à 190 mm. Enfin, Bailey (1964) a mesuré une moyenne de 30 705 œufs pour des éperlans femelles mesurant en moyenne 206 mm.

4.3 Facteurs influençant l'abondance des éperlans arc-en-ciel

4.3.1 Stocks de géniteurs

Afin de mieux comprendre les facteurs responsables des fluctuations d'abondance chez l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean, la relation entre le recrutement et les stocks de géniteurs a été examinée. Cette relation a été établie en utilisant l'abondance des éperlans 0+ (recrutement) et celle des éperlans d'âge 2+ et plus (stocks de géniteurs) de 1996 à 2004. Ces données proviennent de l'évaluation de l'abondance relative et des différentes classes d'âge d'éperlan, réalisée par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune au début du mois d'août depuis 1996. La relation démontre que le recrutement des jeunes éperlans du lac Saint-Jean n'est pas indépendant de la taille des stocks de géniteurs (figure 26), c'est-à-dire plus les stocks de géniteurs sont élevés et plus le nombre des éperlans de l'année (0+) est élevé, avec une exception en 2007. En effet, très peu de recrues ont été issues de cette forte abondance des stocks de géniteurs (0,25 géniteur par 1 000 m⁻³). Cette observation pourrait suggérer la présence de mécanismes compensatoires (Ricker 1954).

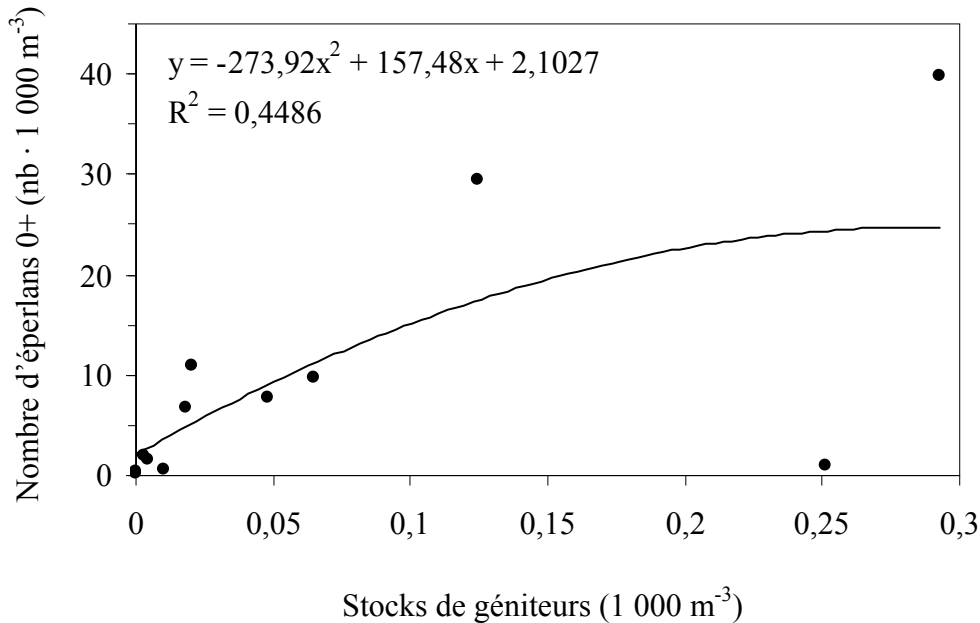


Figure 26. Relation entre l'abondance des éperlans arc-en-ciel 0+ et les stocks de géniteurs du lac Saint-Jean, de 1996 à 2007.

4.3.2 Hydrologie

Les analyses n'ont révélé aucune influence notable de la température de l'eau, du niveau du lac Saint-Jean ou du débit de la rivière Ashuapmushuan sur l'abondance des éperlans 0+. Cependant, on peut observer une relation statistiquement significative entre l'abondance des éperlans 0+ et le débit moyen de la rivière Péribonka (l'hydrologie) durant la première semaine du mois de juin (figure 27).

Cette période de l'année correspond à l'incubation des œufs d'éperlan dans la rivière Péribonka. Bien que la relation soit faible, elle suggère qu'en période de débits peu élevés ($< 750 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) l'hydrologie joue un rôle mineur dans la survie des jeunes éperlans, car on observe des années de fort et de faible recrutement. Cependant, lorsque les débits sont élevés ($> 750 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), l'hydrologie peut devenir un facteur déterminant, car on observe seulement des années de faible recrutement. À titre d'exemple, l'année 2004 correspond au débit moyen le plus élevé durant la première semaine de juin depuis 1984 avec $955 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. On prévoyait un recrutement beaucoup plus important de l'éperlan en 2004 (figure 25) par

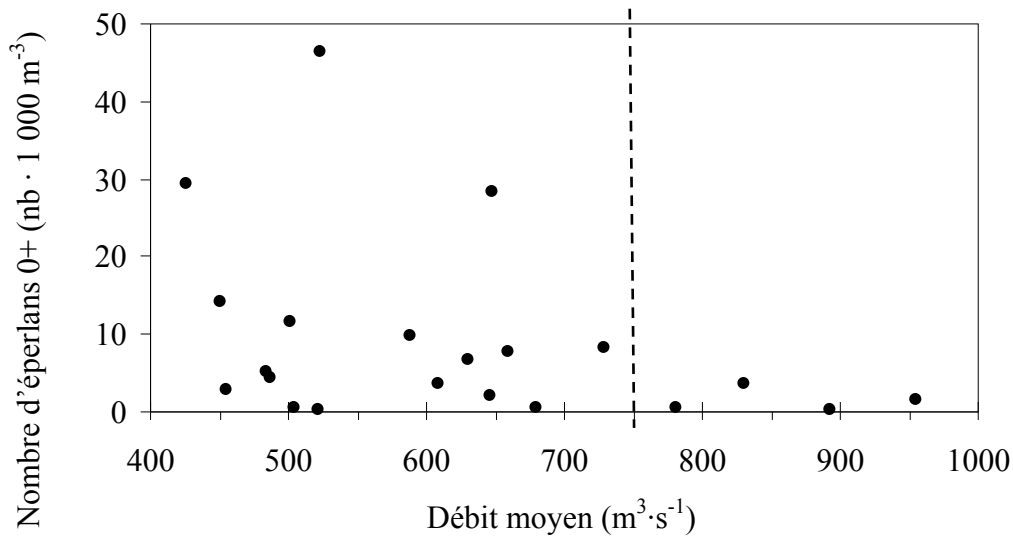


Figure 27. Relation entre l'abondance des éperlans arc-en-ciel 0+ et le débit moyen de la rivière Péribonka lors de la première semaine de juin au lac Saint-Jean, de 1984 à 2004.

rapport à ce qui a été observé (1,59 éperlan 0+ par 1000 m^{-3}), étant donné la faible pression de prédation par les smolts. Ainsi, cette observation supporte la prépondérance de la variable hydrologique lorsque des valeurs extrêmes sont observées au moment de la période d'incubation des œufs d'éperlan.

L'effet du débit est également appuyé par l'observation de la survie intra-annuelle des éperlans 0+ dans la rivière Péribonka en 2004. La comparaison des distributions des dates d'éclosion des larves capturées au mois de juin avec celles récoltées au mois d'août montre que les survivantes du mois d'août sont en grande partie issues de la période d'éclosion s'échelonnant du 12 au 21 juin, alors que le débit de la rivière Péribonka a diminué sous la valeur seuil de $750 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (figure 28).

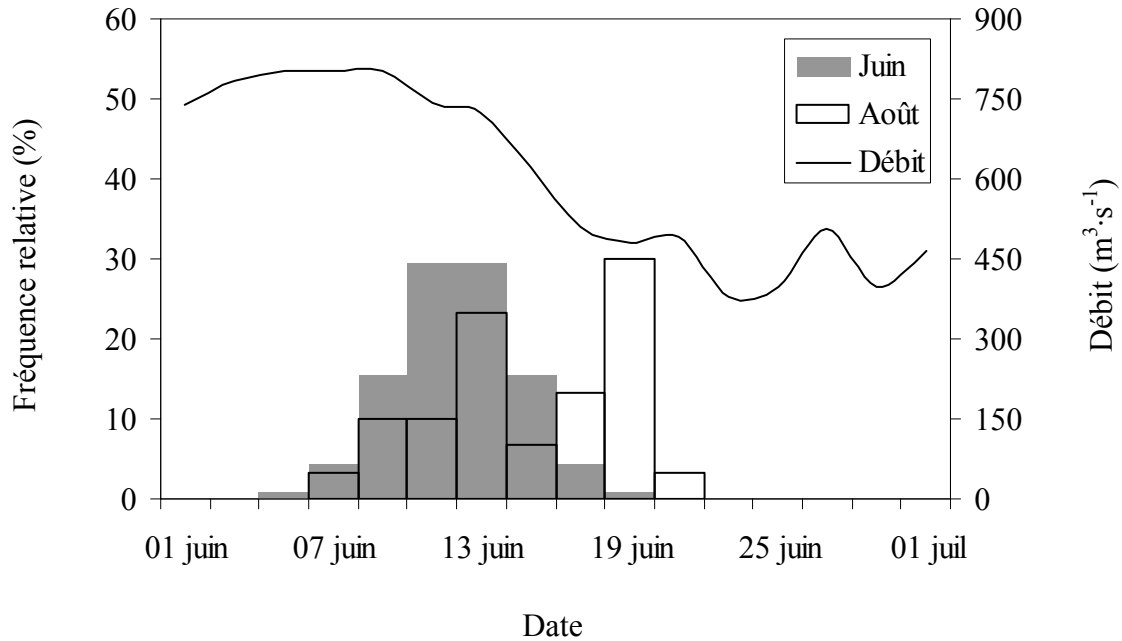


Figure 28. Relation entre le débit de la rivière Péribonka et la distribution des dates d'éclosion des larves d'éperlan arc-en-ciel capturées au lac Saint-Jean en juin et août 2004 (données non publiées³²).

4.3.3 Dispersion

Les jeunes larves d'éperlan du lac Saint-Jean, ayant une capacité natatoire limitée, sont déplacées rapidement du site de déposition des œufs jusqu'au lac. Ensuite, elles sont déplacées latéralement par les courants (Gagnon 2005) qui, eux, sont régis par les vents dominants (Leclerc 1985). En 1998, une dominance des vents du nord-ouest a rapidement dispersé les larves de leurs sites de production situés au nord vers le sud du lac, alors qu'en 1999 les vents du sud-est dominaient, confinant les larves au nord du lac. Cette même année, les vents ont par la suite dominé de l'ouest et du nord-ouest, dispersant rapidement les larves vers le sud, et ce, sur toute la superficie du lac. On constate donc qu'au lac Saint-Jean les vents dominants jouent un rôle important dans la dispersion des larves d'éperlan (Gagnon 2005).

Fortin (2002) a démontré par une relation fonctionnelle d'Ivlev que pour assurer un bon succès d'alimentation aux larves d'éperlan des stades C³³ et D³⁴, en début d'alimentation

³² Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques, Lévesque (2006), dans le cadre du cours Diffusion des résultats de recherche (1GBI126) du baccalauréat en biologie.

exogène, il doit y avoir au minimum une concentration de deux proies par litre (figure 29). Ces résultats, combinés à ceux de Gagnon (2005) sur la dispersion des larves, suggèrent que les vents peuvent jouer un rôle important dans la survie de l'éperlan arc-en-ciel durant la période critique du passage de l'alimentation endogène à l'alimentation exogène.

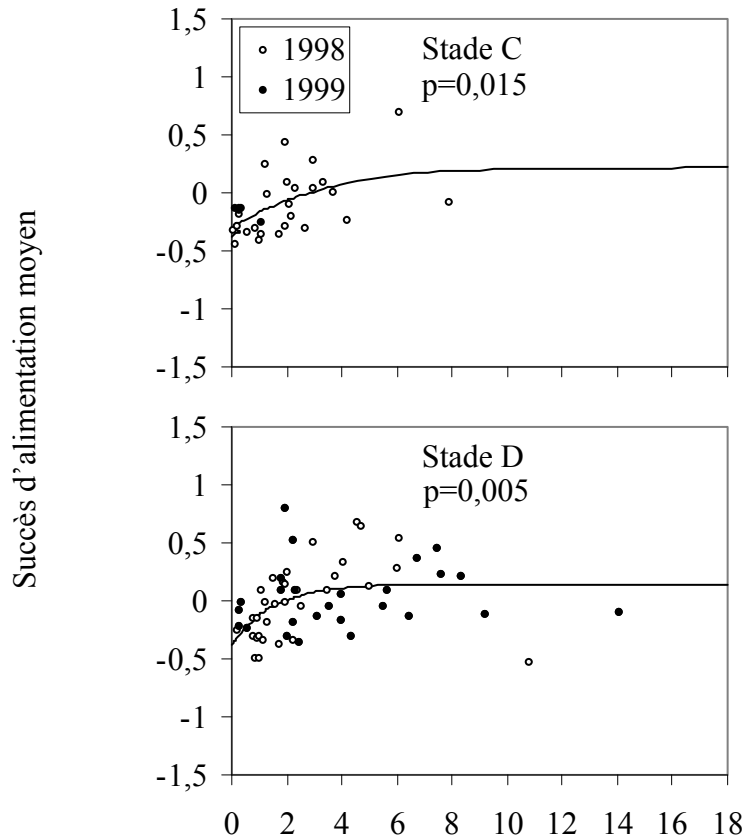
4.3.4 Prédation

L'importance de l'éperlan arc-en-ciel comme poisson fourrage pour la ouananiche n'est plus à démontrer (Kircheis et Stanley 1981). Plusieurs études menées au lac Saint-Jean ont démontré qu'il est la proie favorite de la ouananiche (Mahy 1975; Desjardins 1989; Nadon 1991; Lefevbre 2003; Tremblay 2004).

Tremblay (2004) a analysé des contenus stomacaux de ouananiches (capturées de 1997 à 2002) et de dorés jaunes (capturés de 2001 à 2002) lorsque les stocks d'éperlan arc-en-ciel 0+ au lac Saint-Jean étaient bas. Ces résultats ont indiqué que, même en faible abondance, les éperlans représentent une proportion importante dans la diète de la ouananiche tandis qu'ils ne sont presque pas consommés par le doré. Ce qui est contraire aux résultats obtenus en 1972 (Mahy 1975) et 1988 (Desjardins 1989), où cet osmériidé jouait un rôle important dans la diète du doré. En effet, Tremblay (2004) a trouvé beaucoup d'insectes dans la diète du doré au printemps ainsi qu'au début de l'été, et les poissons ont dominé à la fin de l'été. En résumé, Tremblay (2004) suggère que le doré est moins sélectif quant à son alimentation que la ouananiche qui dépend beaucoup de l'éperlan arc-en-ciel. Le doré engendrerait moins de répercussions sur les populations de jeunes éperlans arc-en-ciel lorsque l'abondance de ce poisson fourrage est faible. Une analyse par modélisation bioénergétique (figure 30) a montré que c'est durant leur première année en lac que les ouananiches engendreraient le plus de répercussions sur les populations de jeunes éperlans 0+ (Tremblay 2004). Ainsi, les smolts ingéreraient plus de 69 % de la quantité des éperlans consommés annuellement dans le lac Saint-Jean par l'ensemble des ouananiches.

³³ Larve d'éperlan âgée de deux à quatre jours, dont la longueur totale varie de 5,3 à 6,0 mm et ayant des vestiges de sac vitellin (Cooper 1978).

³⁴ Larve d'éperlan âgée de trois à cinq jours, dont la longueur totale varie de 5,8 à 7,1 mm et n'ayant plus de sac vitellin (Cooper 1978).



Densité des nauplii de copépodes et des *Diacyclops bicuspidatus thomasi* (Nombre d'individus · L⁻¹)

Figure 29. Succès d'alimentation moyen des éperlans arc-en-ciel de stades C et D en fonction de la densité des nauplii de copépodes et des *Diacyclops bicuspidatus thomasi* en 1998 (cercles blancs) et 1999 (cercles noirs), au lac Saint-Jean (Fortin 2002³⁵).

³⁵ Il est important de noter que le nom de l'organisme zooplanctonique cité dans Fortin (2002) doit être remplacé par celui-ci : *Cyclops scutifer* devient *Diacyclops bicuspidatus thomasi*. Ce changement fait suite à une réidentification réalisée au Laboratoire des sciences aquatiques de l'Université du Québec à Chicoutimi.

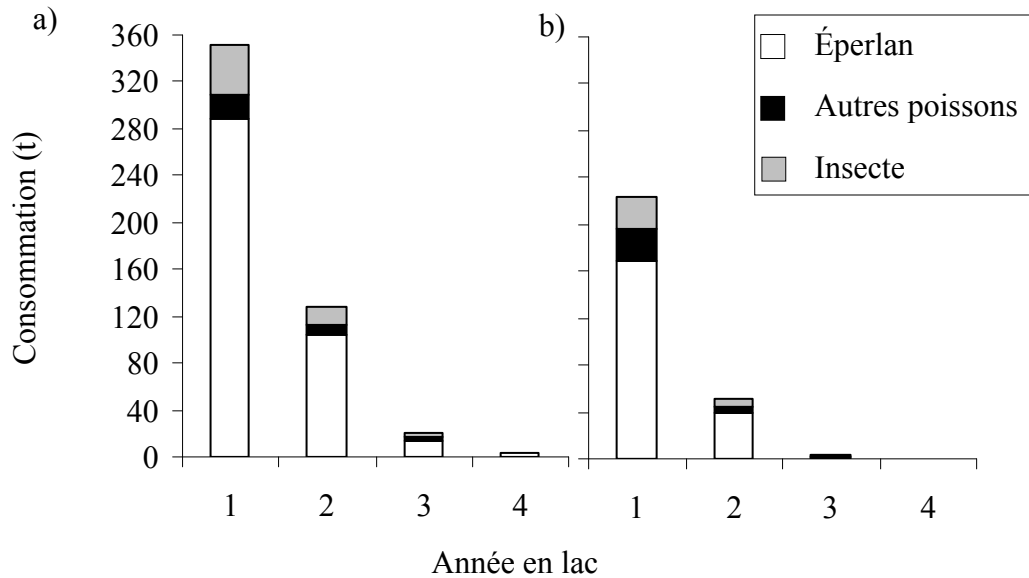


Figure 30. Consommation prédite, par le modèle bioénergétique, pour les ouananiches au lac Saint-Jean durant leurs quatre premières années de vie en lac, (a) lors d'une année de croissance favorable et (b) lors d'une année de croissance défavorable (Tremblay 2004).

Afin d'examiner la relation étroite qui existe entre les smolts et les éperlans 0+, une analyse rétrospective a été réalisée quant à l'abondance de ces deux groupes de poissons (figure 31). Pour y arriver, un indice d'abondance des smolts variant de 0 à 1 a été calculé à partir de trois paramètres : le nombre de géniteurs observés dans les rivières aux Saumons et Mistassini, la fécondité moyenne des femelles du lac Saint-Jean et le taux de survie de 2,5 % durant le stade de l'œuf au smolt (voir section 3.4.1). L'abondance des éperlans 0+ a été rétrocalculée jusqu'en 1984 en utilisant la relation obtenue avec la croissance absolue des écailles de ouananiches de la rivière Mistassini durant leur première année en lac (figure 21b).

Les résultats de cette analyse montrent des fluctuations inverses de 1984 à 2004, analogues à un cycle prédateur-proie (figure 31a). Ainsi, il y a une relation négative entre l'abondance des éperlans 0+ et celle des smolts (figure 31b). Plus spécifiquement, les données indiquent que les stocks d'éperlan diminuent de façon importante lorsque l'indice d'abondance des smolts dépasse 0,3. À cette valeur, la quantité d'éperlans 0+ prédite par la relation

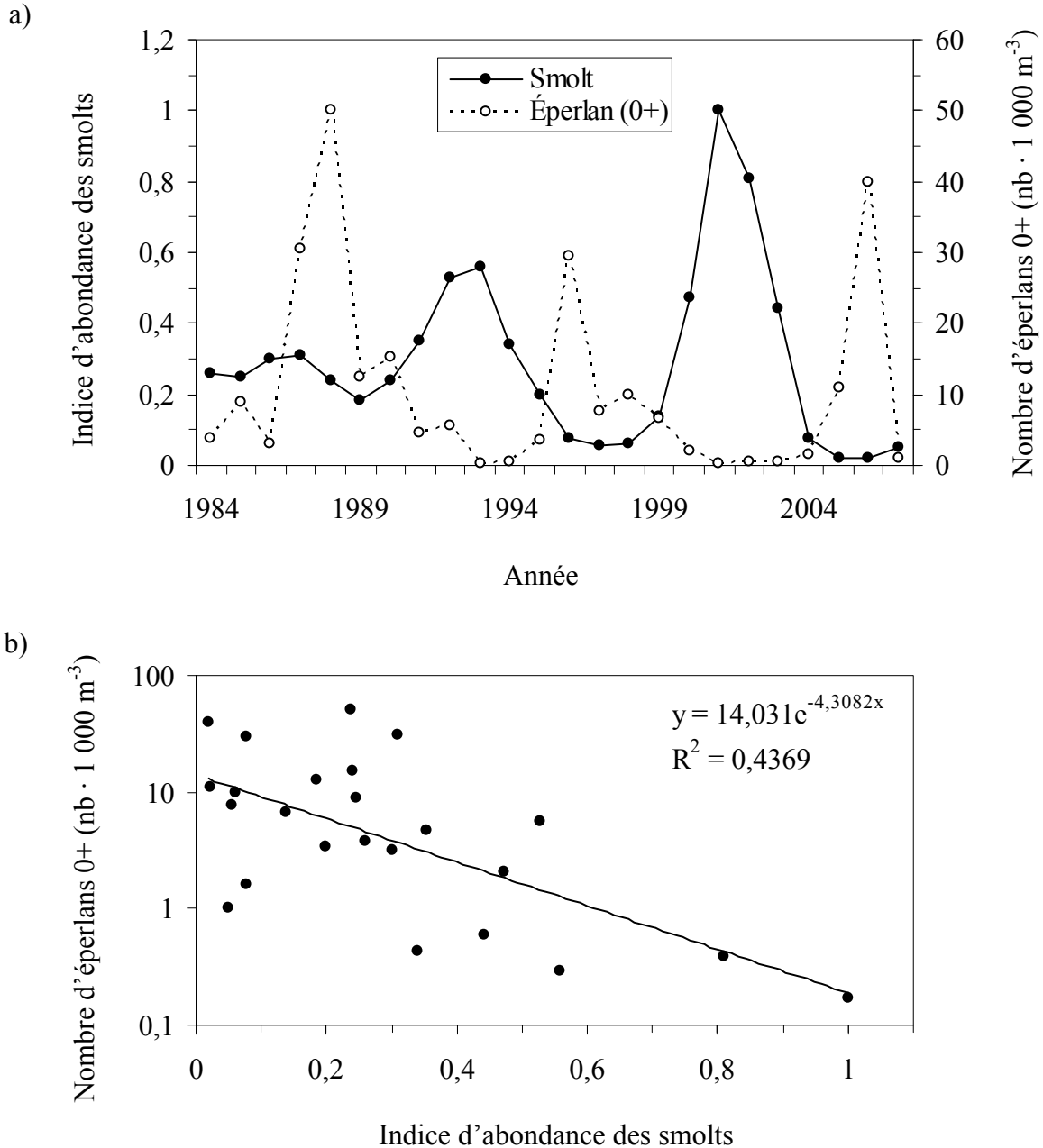


Figure 31. (a) Fluctuations interannuelles de l'indice d'abondance des smolts et de l'abondance des éperlans arc-en-ciel 0+ et (b) relation entre l'abondance des éperlans et l'indice d'abondance des smolts au lac Saint-Jean, de 1984 à 2007. L'échelle de l'axe des y est logarithmique dans le graphique (b).

exponentielle obtenue est environ de quatre individus par 1 000 m⁻³ au début du mois d'août. Ce résultat procure un ordre de grandeur du niveau des stocks d'éperlan nécessaire

pour soutenir une productivité acceptable et durable des populations de ouananiche dans les conditions actuelles du lac Saint-Jean. En outre, ces résultats suggèrent que l'ensemencement des rivières avec des tacons et des smolts au cours des années 1990 aurait augmenté la pression de prédation sur les éperlans. Cela aurait ainsi contribué au déclin des stocks d'éperlan et, par la suite, à l'effondrement des stocks de ouananiche.

Jusqu'à présent l'étude la plus détaillée et couvrant la plus longue série temporelle sur le régime alimentaire de la ouananiche du lac Saint-Jean a été effectuée par Lefebvre (2003). Il a étudié les contenus stomacaux de spécimens fournis par des pêcheurs sportifs de 1997 à 2002, au cours de la saison de pêche (soit environ du début juin jusqu'à la fin août), en plus de ceux de ouananiches capturées au filet par des pêcheurs autochtones en mai, de 2000 à 2002. Son étude confirme que la ouananiche est principalement piscivore et qu'elle a une préférence pour l'éperlan arc-en-ciel. Les années où l'éperlan est abondant, les poissons constituent 75 % de son volume alimentaire, dont 65 % au minimum est composé d'éperlans. Par contre, les années où l'abondance des éperlans est très faible, comme en 2001, la ouananiche consomme davantage d'insectes. De plus, cette baisse de poissons et d'éperlans, au profit des insectes, semble affecter plus particulièrement les ouananiches capturées au nord du lac Saint-Jean et les individus de petite taille (longueur à la fourche inférieure ou égale à 45 cm). Cette étude démontre également la très grande sélection des ouananiches pour les éperlans 0+ et 1+ (figure 32).

4.3.5 *Cannibalisme*

Des travaux de modélisation bioénergétique réalisés sur les lacs Champlain, Ontario et Érié ont déjà indiqué que le cannibalisme pourrait être un facteur déterminant pour le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel (He et Labar 1994; Lantry et Stewart 2000). La relation entre la survie des jeunes éperlans 0+ jusqu'à 1+ et l'abondance des éperlans 1+ supporte cette hypothèse au lac Saint-Jean (figure 33). L'analyse a été effectuée avec les 1+, car c'est cette classe d'âge qui est la plus susceptible de côtoyer celle des 0+ en raison de leur répartition spatiale dans le lac (voir section 4.2.4). Cependant, aucune analyse de contenus stomacaux d'éperlans 1+ n'a encore été faite afin de démontrer directement le cannibalisme au lac Saint-Jean, ou ailleurs.

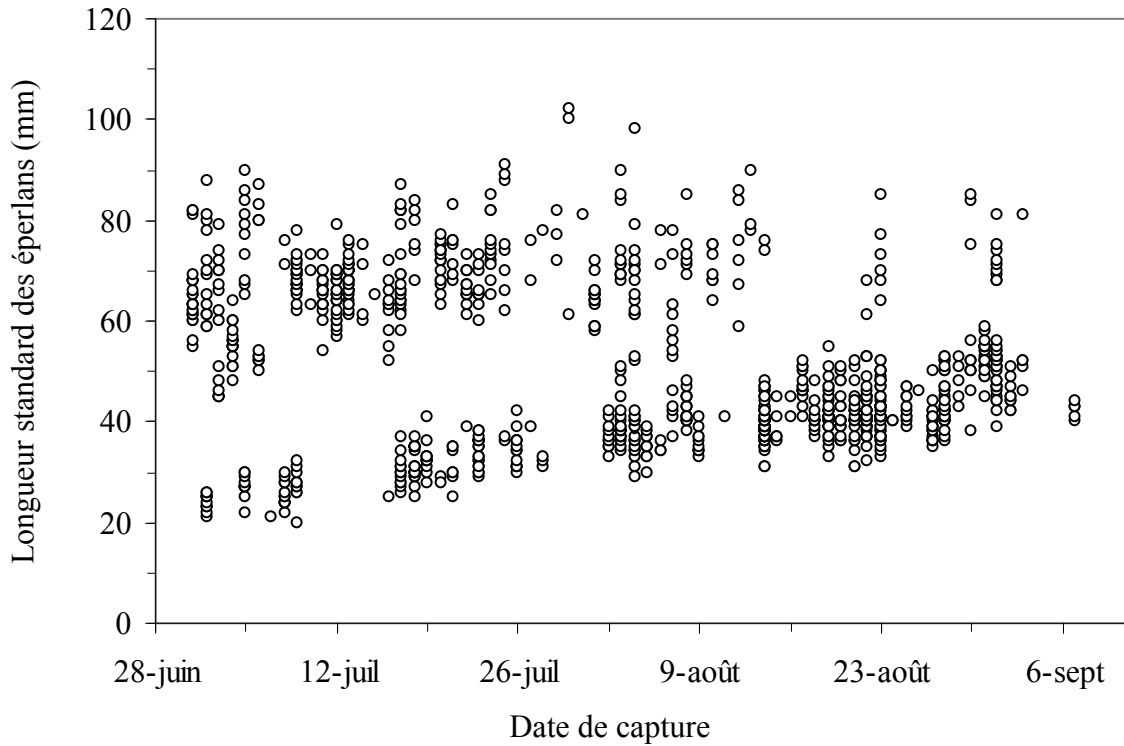


Figure 32. Longueur standard (mm) des éperlans arc-en-ciel contenus dans les estomacs de ouananiches, selon leur date de capture au lac Saint-Jean, de 1997 à 2002 (modifié de Lefebvre 2003).

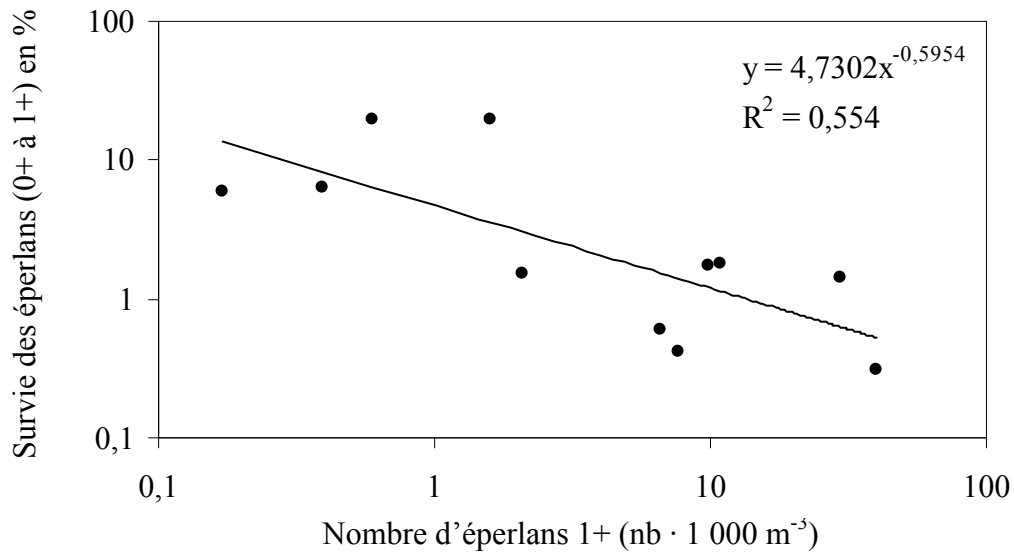


Figure 33. Relation entre la survie des éperlans arc-en-ciel de 0+ à 1+ et l'abondance des éperlans 1+ au lac Saint-Jean, de 1996 à 2006. Les échelles des deux axes sont logarithmiques.

4.3.6 Climat

Comme mentionné précédemment, l'éperlan du lac Saint-Jean évolue près de la limite nord (48° parallèle) de son aire de distribution (Delisle et Veilleux 1969), d'où l'intérêt de considérer le climat comme un facteur pouvant influencer son abondance au lac Saint-Jean. Pour ce faire, Bérubé (2005) a réalisé une étude sur les jeunes éperlans des lacs Memphrémagog, Kénogami et Jacques-Cartier. Les résultats démontrent que, malgré un hiver nettement plus rigoureux et une saison de croissance moins longue, les jeunes éperlans 0+ des lacs Kénogami et Jacques-Cartier atteignent à l'automne une taille similaire à celle de ceux du lac Memphrémagog (tableau 15). Aussi, les individus des lacs Kénogami et Jacques-Cartier présentent une croissance plus rapide et accumulent plus de lipides que ceux du lac Memphrémagog.

Tableau 15. Comparaison de la longueur standard (LS) à la capture, et rétrocalculée à l'âge de 75 jours, et de l'accumulation des réserves lipidiques d'éperlans 0+ en fonction des caractéristiques climatiques des lacs Memphrémagog, Kénogami et Jacques-Cartier (Bérubé 2005).

Année	Memphrémagog		Kénogami	Jacques-Cartier
	2002-03	2003-04	2003-04	2003-04
Latitude nord	45° 07'		48° 25'	47° 33'
Altitude (m)	267		128	791
Durée de l'hiver (nb de jours < 0 °C)	133	113	140	178
Chaleur estivale (degrés-jour)	1785	1982	1587	986
LS (mm) à l'automne (écart-type)	63,8 (1,98)	60,2 (1,52)	62,9 (0,90)	63,5 (1,04)
LS (mm) à l'âge de 75 j (écart-type)	34,7 (1,38)	39,9 (1,40)	46,3 (1,59)	49,3 (2,28)
Lipides à l'automne (%) (erreur-type)	2,6 (0,23)	3,7 (0,33)	10,9 (0,81)	8,2 (0,70)

Ces résultats indiquent que dans les lacs Kénogami et Jacques-Cartier, et *a fortiori* dans le lac Saint-Jean, les éperlans sont adaptés pour subir une courte saison de croissance et des hivers rigoureux. Cette adaptation aurait été développée par sélection alors que la faible fréquence des hivers doux n'aurait pas permis l'établissement d'individus à faible potentiel énergétique. Ainsi, ces populations seraient peu influencées par les fluctuations climatiques normales.

4.3.7 Parasite

Un parasite commun chez l'éperlan arc-en-ciel est le protozoaire *Glugea hertwigi* Weissenberg. Ce parasite a été observé chez 17 % des éperlans du lac Saint-Jean, capturés au printemps 1999 à l'aide de filets (A. Lapointe, comm. pers.³⁶). De plus, la présence d'un cestode dans l'intestin des éperlans 0+ a été observée de 1997 à 2007 (données non publiées³⁷). Il pourrait s'agir de *Proteocephalus* sp., mais l'identification reste à confirmer (Scholz *et al.* 2004). Il a été démontré dans l'estuaire du Saint-Laurent que ce cestode diminuait le taux de consommation des jeunes éperlans, pouvant ainsi affecter leur croissance et leur survie (Sirois et Dodson 2000b).

³⁶ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

³⁷ Université du Québec à Chicoutimi, Laboratoire des sciences aquatiques.

5. L'INTERRELATION ENTRE LA OUANANICHE ET L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL DU LAC SAINT-JEAN

Ouananiche

Actuellement, il semble que les fluctuations annuelles de l'éperlan arc-en-ciel expliquent en grande partie les variations de croissance et d'abondance des ouananiches au cours des 30 dernières années. Ceci est causé par la grande sélectivité de la ouananiche pour ce poisson fourrage. Ainsi, une bonne compréhension des facteurs régissant les populations d'éperlan permettrait de conserver la ouananiche du lac Saint-Jean.

Toutefois, il ne faudrait pas négliger certains facteurs qui pourraient nuire ou même mettre en péril la pérennité de la ouananiche du lac Saint-Jean. Dans la première moitié du siècle, le harnachement de la Grande Décharge et de la rivière Péribonka a éliminé deux importantes frayères à ouananiches (Lapointe 1985). Il est donc primordial de prendre les mesures nécessaires pour préserver les sites de reproduction résiduels. Avec la création de l'aire faunique communautaire et de la CLAP, plusieurs mesures ont été mises en place afin de limiter le braconnage sur les sites de fraie et de favoriser de bonnes pratiques de pêche en lac.

Actuellement, les modèles prédictifs du recrutement (nombre de smolts) de la ouananiche sont basés sur la montaison des géniteurs. Ils s'inspirent de résultats obtenus dans la littérature sur le saumon atlantique pour évaluer le potentiel productif des rivières et les taux de survie en rivière au stade de l'œuf au smolt. Aucune étude n'a encore été réalisée sur l'un ou l'autre des paramètres qui peuvent influencer la survie de ce poisson en rivière aux stades œuf, alevin et tacon, tels que le débit des rivières, l'étiage hivernal, la pollution, la compétition intra- et interspécifique, la prédation, la disponibilité de la nourriture et le régime alimentaire.

Également, aucune étude n'a porté sur l'alimentation des smolts. Au cours de leur première année en lac, ces derniers croissent de 10 à 30 cm. Or, des corrélations indiquent qu'ils se nourrissent principalement d'éperlans 0+ et qu'ils exercent une pression énorme sur les stocks de l'année de ce poisson fourrage. Il serait donc important de vérifier cette

hypothèse. Le niveau des connaissances actuelles sur la ouananiche du lac Saint-Jean permet d'affirmer que le lac est le facteur limitant pour l'expansion du nombre de ouananiches. Il est donc primordial de connaître la capacité de support du lac afin de mieux gérer la ouananiche. Conséquemment, il est important d'examiner la production des organismes planctoniques et de vérifier si l'éperlan arc-en-ciel est également limité par sa nourriture. Si tel n'est pas le cas, des mesures qui favoriseraient l'augmentation des populations d'éperlan pourraient être envisagées, ce qui pourrait stimuler la production de ouananiches dans le lac Saint-Jean.

Éperlan arc-en-ciel

Les résultats des recherches indiquent que le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean est régi par un ensemble complexe de facteurs abiotiques et biotiques. La figure 34 présente un modèle conceptuel du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean, dont le but est de synthétiser la complexité du système en tirant parti des connaissances acquises jusqu'à maintenant sur cette espèce.

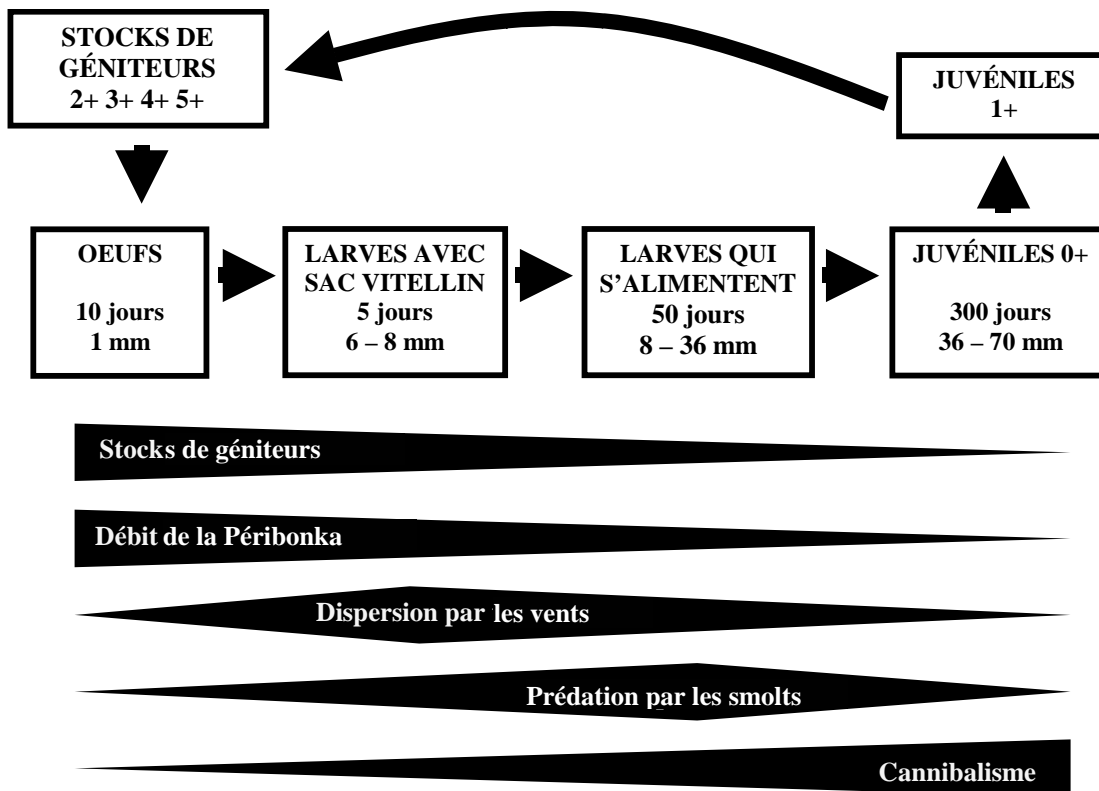


Figure 34. Modèle conceptuel du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean.

Le développement de l'éperlan arc-en-ciel durant sa première année de vie peut être divisé en quatre stades: le stade œuf avec une incubation moyenne de 10 jours, le stade larvaire avec un sac vitellin qui persiste cinq jours après l'éclosion, le stade larvaire avec une alimentation planctonique qui dure en moyenne un peu moins de deux mois et le stade juvénile (0+) qui complète l'année. La régulation de l'abondance pour chacun de ces stades de développement sera influencée par différents facteurs abiotiques et biotiques. Les résultats obtenus au lac Saint-Jean montrent que la quantité de larves d'éperlan produites, à la suite de l'incubation des œufs, sera déterminée par le niveau des stocks de géniteurs et par le débit de la rivière Péribonka. Le nombre de larves qui survivront au passage de l'alimentation endogène à l'alimentation exogène sera fixé par la dispersion des larves causée par les vents vers des conditions d'alimentation favorables, tel que l'ont documenté les travaux de maîtrise de Fortin (2002) et Gagnon (2005). La pression de prédation par les smolts aura une influence déterminante sur la survie larvaire. Enfin, la survie des juvéniles 0+ jusqu'à l'été suivant serait tributaire de la prédation de leurs aînés, c'est-à-dire du cannibalisme des juvéniles 1+.

Parmi l'ensemble de ces facteurs abiotiques et biotiques, y en a-t-il un ou plusieurs qui influencent davantage les fluctuations du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean? Les résultats de recherche montrent que la contribution relative de chacun des facteurs varie d'une année à l'autre. La contribution de chacun des facteurs est fixée par les valeurs extrêmes observées pour chacun d'eux. Par exemple, lorsque l'abondance des smolts est faible, la prédation par ceux-ci contribue peu à fixer le recrutement et l'on observe des années de fort et de faible recrutement de l'éperlan. Cependant, lorsque l'abondance des smolts est élevée, la prédation devient un facteur dominant et le recrutement de l'éperlan est toujours faible. On peut faire exactement la même observation avec le débit de la rivière Péribonka durant la période d'incubation des œufs. Autrement dit, lorsqu'un facteur présente une valeur extrême, sa contribution relative prendra de l'importance quant aux autres facteurs. Toutefois, si un facteur présente une valeur moyenne, sa contribution relative peut devenir presque nulle.

Le modèle conceptuel proposé est une première tentative pour prédire l'abondance des éperlans arc-en-ciel et, par la suite, la production de ouananiches dans le lac Saint-Jean. Éventuellement, le modèle conceptuel pourrait devenir un modèle prédictif quantitatif et permettre d'estimer l'abondance des éperlans arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean avec une marge d'erreur connue. Néanmoins, le modèle dans sa forme actuelle représente un nouvel outil de gestion qui peut permettre de prendre des décisions appuyées sur des bases scientifiques quant à la ressource et à l'activité de la pêche à la ouananiche au lac Saint-Jean. Connaître le recrutement ou le niveau de production de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean est une chose, augmenter celui-ci en est une autre. Les connaissances actuelles suggèrent des pistes d'intervention pour l'augmenter. Par exemple, on pourrait éviter les débits extrêmes sur la rivière Péribonka durant la période d'incubation des œufs, restreindre la pression de prédation exercée par les smolts ou encore ensemercer le lac avec des éperlans afin d'augmenter les stocks de géniteurs. Cependant, il est actuellement impossible de conclure que le lac Saint-Jean a la capacité de support nécessaire, c'est-à-dire un niveau de production primaire et secondaire suffisant pour recevoir une production moyenne d'éperlans plus importante que celle observée au cours des dix dernières années. Il faut se rappeler que l'environnement physique de ce plan d'eau a été passablement modifié au cours du XX^e siècle et que son niveau de production passé n'est pas garant de celui de l'avenir.

Enfin, il reste encore plusieurs interrogations à résoudre entourant les éperlans arc-en-ciel du lac Saint-Jean, c'est-à-dire l'importance de chaque population d'éperlans dans l'écosystème qu'est le lac Saint-Jean. On connaît actuellement quatre populations d'éperlan au lac Saint-Jean (naine Péribonka, normale Péribonka, naine nord-ouest, normale nord-ouest). Il serait important à l'avenir de discriminer efficacement ces populations d'éperlan afin d'évaluer leur contribution relative aux stocks du lac Saint-Jean et de vérifier la réponse de ces populations aux différents facteurs du modèle conceptuel. Également, il faudrait étudier le cannibalisme des éperlans 1+ sur les jeunes de l'année, en plus de la description de l'alimentation chez les éperlans 1+ et plus du lac Saint-Jean. Par ailleurs, on devrait évaluer le taux de croissance, l'âge auquel les poissons frayent, leur fécondité et la

structure d'âge des différentes populations. Finalement, il serait important de déterminer les sites de fraie de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier la Conférence régionale des élus du Saguenay–Lac-Saint-Jean, la Corporation de LACTivité Pêche Lac-Saint-Jean et la Direction régionale de l'aménagement de la faune du ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF-02) pour leur contribution financière qui a permis la réalisation de ce document. Nous remercions également tous les membres du Comité scientifique sur la pêche au lac Saint-Jean (voir page v) pour leur participation active à la rédaction du document. Nous souhaitons également remercier Marjolaine Bouchard, Éline Desgagné Carrier, Laurier Coulombe, Omer Gauthier et Renald Lefebvre du MRNF-02 pour leur collaboration lors de la collecte des données. Enfin, nous remercions Alain Lapointe et Marc Valentine du MRNF-02 et Véronique Leclerc du Laboratoire des sciences aquatiques pour la révision du document.

RÉFÉRENCES

- ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1996. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean. Annexe 3; suivi environnemental des travaux, 1986-1996. Québec. 33 p.
- ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1983a. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Annexe 1; Régime des vents. Québec. 32 p.
- ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1983b. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Annexe 8; Effets des interventions de contrôle de l'érosion sur les organismes benthiques. Québec. 60 p.
- BAILEY, M.M. 1964. Age, growth, maturity, and sex composition of the American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of Western Lake Superior. Transactions of the American Fisheries Society 93: 382-395.
- BALWIN, N.S.M. 1950. The American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of south Bay, Manitoulin Island, Lake Huron. Transactions of the American Fisheries Society 78: 176-180.
- BELZILE, L. et M. VALENTINE. 1992. Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan. Avant-projet, phase 1. Études complémentaires, Faune ichtyenne. Évaluation du potentiel salmonicole et halieutique des rivières du lac Saint-Jean. Le Groupe Environnement Shooner inc. et le Centre Écologique du lac St-Jean inc. 89 p. + 11 annexes + 8 cartes.
- BERNATCHEZ, L. et M. GIROUX. 1991. Guide des poissons d'eau douce du Québec et leur distribution dans l'Est du Canada. Broquet inc., Québec. 304 p.
- BERNATCHEZ, L. et R. SAINT-LAURENT. 2003. Détermination de l'importance relative des populations d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax* Mitchill) dans l'alimentation de la ouananiche du Lac Saint-Jean. Université Laval, Québec. 36 p.
- BERNATCHEZ, L., et N. TESSIER. 1998. Caractérisation génétique des populations de ouananiches (*Salmo salar*) de la rivière Saguenay, de la Grande Décharge et de Petite Décharge. Université Laval, Québec. 12 p.
- BÉRUBÉ, A. 2005. Mortalité hivernale de l'éperlan arc-en-ciel d'eau douce. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 45 p.
- BISSON, M., P. COUTURE et S.A. VISSER. 1978. Étude de la qualité du milieu aquatique du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. INRS-Eau, Québec. 163 p.

- BLAIS, J.-P., et V. LEGENDRE. 1978. Tentatives de création d'eaux à ouananiches: les introductions des saumons atlantiques (*Salmo salar*) marins et dulcicoles dans les eaux douces du Québec, 1867-1977. Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Montréal. 124 p.
- BOLDUC, F., M. LAROSE, P. EAST et L. BOUCHARD. 1999. Étude sur la ouananiche en aval des ouvrages de régularisation d'Alcan localisés sur la rivière Saguenay, la Grande Décharge et la Petite Décharge: Programme 1998. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 28 p. + 1 annexe.
- BOUCHARD, L. et Y. PLOURDE. 1996. Étude de la population de ouananiches en aval des installations d'Alcan à Isle-Maligne en 1993, 1994, et 1995 et à Chute-à-Caron en 1994. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 39 p. + 5 annexes.
- BOURASSA, J.-J. et R. LESAGE. 1973. Visites des frayères d'éperlans (*Osmerus mordax*) lac Kénogami 1973. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Jonquière. 23 p.
- BRASSARD, C. et R. TARDIF. 1994. Observations sur les sites de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) des rivières Ouelle et Fouquette. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Rivière-du-Loup. 20 p.
- BRASSARD, C. et G. VERREAULT. 1995. Indice de qualité de l'habitat de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire sud du Saint-Laurent. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Rivière-du-Loup. 26 p.
- BROUARD, D. et J. TALBOT. 1979. Dénombrement des ouananiches (*Salmo salar*) adultes en migration dans la rivière Mistassini de 1975 à 1979. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 26 p.
- CARON, F. 1992. Relation entre le nombre d'œufs déposés et la production de saumoneaux dans les rivières de la Trinité et Bec-Scie. Canadian Atlantic Fisheries Scientific Advisory Committee Res. Doc. 92/125.
- CARON, F., D. FOURNIER et V. CAUCHON. 2007. Travaux de recherche sur le saumon des rivières Saint-Jean et de la Trinité en 2006. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de la recherche sur la faune, Québec. 73 p.

- CHAPUT, G., J. ALLARD, F. CARON, J.B. DEMPSON, C.C. MULLINS and M.F. O'CONNELL. 1998. River-specific target spawning requirements for Atlantic salmon (*Salmo salar*) based on a generalized smolt production model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55:246-261.
- CHATELAIN, R. 1972. Inventaire des obstacles aux migrations de la ouananiche dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1966 et 1967 et recommandations concernant leur aménagement. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de la faune, Jonquière. 17-41 p.
- CONTANT, H. and H. DUTHIE. 1978. The phytoplankton of Lac St-Jean. *Bibliotheca phycologica* 40: 1-82.
- COOPER, J. E. 1978. Identification of eggs, larvae, and juveniles of the rainbow smelt, *Osmerus mordax*, with comparisons to larval alewife, *Alosa pseudoharengus*, and gizzard shad, *Dorosoma cepedianum*. *Transactions of the American Fisheries Society* 107(1): 56-62.
- CÔTÉ, R., D. BUSSIÈRE et P. DESGAGNÉ. 2002. Distribution spatio-temporelle du phytoplancton et du zooplancton dans le lac Saint-Jean (Québec), un réservoir hydroélectrique. *Revue des sciences de l'eau* 15(3): 605-622.
- COULOMBE, L. 1985. Aménagements réalisés dans les tributaires du lac Saint-Jean en rapport avec la ouananiche. In Gouin, H., et L. E. Hansen, 1985 : Colloque sur la ouananiche du lac Saint-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Saint-Félicien. 280 p.
- COULOMBE, L. et N. FRANCOEUR. 1985. Localisation des frayères à éperlan du lac Saint-Jean en 1985. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 28 p. + 5 annexes.
- COUTURE, P., D. CLUIS et L. POTVIN. 1980. Étude limnologique du bassin versant du lac Saint-Jean (Québec, Canada). Correspondance entre production et biodisponibilité d'éléments nutritifs. *Annales de Limnologie* 16(2): 103-117.
- DELISLE, C. et C. VEILLEUX. 1969. Répartition géographique de l'éperlan arc-en-ciel *Osmerus eperlanus mordax* et de *Glugea hertwigi* (sporozoa: microsporidia) en eau douce, au Québec. *Naturaliste Canadien* 96: 337-358.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 1973. Direction générale des eaux intérieures. Inventaires des lacs d'eau douce du Canada, Ottawa.

- FORTIN, A.-L. 2002. Régime alimentaire et principaux facteurs influençant l'alimentation des jeunes éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 107 p.
- GAGNON, K. 2002a. Résultats des opérations de la barrière de comptage des ouananiches (*Salmo salar*) sur la rivière Métabetchouane en 1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 18 p. + 9 annexes.
- GAGNON, K. 2002b. Résultats des opérations à la barrière de comptage des ouananiches (*Salmo salar*) en migration dans la rivière Métabetchouane en 1998. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 23 p. + annexes.
- GAGNON, K. 2002c. Résultats des opérations à la barrière de comptage des ouananiches (*Salmo salar*) en migration dans la rivière Métabetchouane en 1999. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 29 p. + 7 annexes.
- GAGNON, K. 2003. Production d'éperlan arc-en-ciel au lac Saint-Jean en 2003 au moyen d'incubateurs. Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 21 p. + annexes.
- GAGNON, K. 2005. Distribution et abondance des larves d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 98 p.
- GAUTHIER, O. 1999. Comportement de la ouananiche en migration dans la rivière Ashuapmushuan lors du déversement de l'effluent de la papetière Donohue Saint-Félicien inc. Société de la faune et des parcs du Québec, Service de la faune et du milieu naturel, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 51 p. + annexes.
- GAUTHIER, O. 2001. Évaluation du nombre de ouananiches en migration dans la rivière Ashuapmushuan en 1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 32 p. + 7 annexes.
- GAUTHIER, O. 2007. Évolution des stocks de ouananiches et d'éperlans - lac Saint-Jean - 2006. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Faune aquatique - Lac Saint-Jean, Jonquière. 24 p. + 6 annexes.
- GEOFFRION, J. et J. MICHAUD. 1980. Évaluation numérique de l'état trophique du Lac Saint-Jean. INRS-Eau, Québec. 36 p.

- GAUTHIER, O. et L. COULOMBE. 1990. Dénombrement en 1987 des ouananiches (*Salmo salar*) adultes en montaison dans la rivière Ashuapmushuan, tributaire important du lac Saint-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 47 p.
- GIBSON, R.J. and T.A. DICKSON. 1984. The effects of competition on the growth of juvenile Atlantic salmon. *Naturaliste Canadien* 111:175-191.
- GIBSON, R.J., K.G. HILLIER, B.L. DOOLEY et D.E. STANSBURY. 1990. Étude des aires de fraie et d'élevage de juvéniles de saumon atlantique, des mécanismes de dispersion des jeunes poissons et de certains effets de la compétition, pp. 41-64. *In* N. Samson et J.P. le Bel (éd.). *Compte rendu de l'atelier sur le nombre de reproducteurs requis dans les rivières à saumon, île aux Coudres, février 1988*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la gestion des espèces et des habitats. 329 p.
- GONTHIER, S. 1970. Observations sur les migrations de ouananiches dans deux passes migratoires du bassin de la rivière Chamouchouane, comté de lac St-Jean Ouest. Service de la faune du Québec, District du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Québec. 38 p.
- HARVEY, G. et R. DESJARDINS. 1982. La montaison des ouananiches adultes dans les rivières Chamouchouane et aux Saumons en 1981. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 27 p.
- HARVEY, G. et H. GOUIN. 1985. Exploitation sportive de la ouananiche et caractéristiques biologiques des stocks, p. 1-14. *In* Gouin, H. et L.E. Hansen, 1985. *Colloque sur la ouananiche du lac Saint-Jean*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Saint-Félicien. 280 p.
- HE, X. and G.W. LABAR. 1994. Interactive effects of cannibalism, recruitment, and predation on rainbow smelt in lake Champlain: a modeling synthesis. *Journal of Great Lakes Research* 20(1): 289-298.
- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC. 2008a.- Recensement de la population, Profils des régions et des MRC [Réf. du 15 janvier 2008]. -Disponible sur le site Internet.- Accès : <www.stat.gouv.qc.ca>
- INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC. 2008b.- Industrie bioalimentaire, Profils des régions et des MRC [Réf. du 15 janvier 2008]. -Disponible sur le site Internet.- Accès : <www.stat.gouv.qc.ca>
- JOHNSEN, B.O. and A.J. JENSEN. 1986. Infestations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers. *Journal of Fish Biology* 29:233-241.

- JONES, H.G., M. LECLERC, M. OUELLET, L. POTVIN, P. COUTURE, D. CLUIS, W. SOCHANSKA et J. SOCHANSKI. 1979. Productivité biologique des eaux du lac Saint-Jean. INRS-eau, Québec. 568 p.
- JONES, H.G., G. MORIN, M. OUELLET, W. SOCHANSKA, et P. COUTURE. 1980. Étude physico-chimique et biologique des eaux du lac Saint-Jean: 1978. INRS-eau rédigé pour le Ministère de l'Environnement du Québec, Québec. 350 p.
- JONSSON N., B. JONSSON and L.P. HANSEN. 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* 67(5): 751-762.
- KENNEDY, G.J.A. and W.W. CROZIER. 1993. Juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) - production and prediction, p. 179-187. *In* Gibson R.J. and R.E. Cutting [ed.] Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*, in natural waters. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 118.
- KIRCHEIS, F.W. and J.G. STANLEY. 1981. Theory and practice of forage-fish management in New England. *Transactions of the American Fisheries Society* 110: 729-737.
- KIRN, R.A. and G. LABAR. 1991. Stepped-oblique midwater trawling as an assessment technique for rainbow smelt. *North American Journal of Fisheries Management* 11: 167-176.
- KIRN, R.A. and G. W. LABAR. 1996. Growth and survival of rainbow smelt, and their role as prey for stocked salmonids in Lake Champlain. *Transactions of the American Fisheries Society* 125: 87-96.
- LANTRY, B.F. and D.J. STEWART. 2000. Population dynamics of rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in Lake Ontario and Erie: a modeling analysis of cannibalism effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57:1594-1606.
- LAPOINTE, A. 1985. Situation de la ouananiche du lac Saint-Jean dans une perspective historique, p. 21-53. *In* Gouin, H. et L.E. Hansen, 1985. Colloque sur la ouananiche du lac Saint-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Saint-Félicien. 280 p.
- LAPOINTE, A. 1993. Suivi radiotéléométrique de ouananiches (*Salmo salar*) en montaison dans le bassin hydrographique de la rivière Mistassini en 1988 et 1989. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 71 p.

- LAPOINTE, A. 2001. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1999 et compilation actualisée des données relatives au programme d'ensemencement (1990-2000). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 29 p. + 5 annexes.
- LAPOINTE, A. 2002. Expérimentation d'un nouveau type de capteurs à œufs d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) et observation sur la migration printanière dans la rivière aux Rats en 2001. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 45 p. + 4 annexes.
- LAPOINTE, A. 2006. Suivi télémétrique de ouananiche (*Salmo salar* ouananiche) en montaison dans les rivières Mistassini et Ouasiemsa, été-automne 2000. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Secteur Faune, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 91 p.
- LAROSE, M. et L. BOUCHARD. 1999. Acquisition de connaissances sur la barbotte brune introduite dans le lac Saint-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 50 p. + 2 annexes.
- LAWTON, R.P., J. BOARDMAN, B. KELLY and V. MALKOSKI. 2000. Population structure and habitat characterization of spawning anadromous, rainbow smelt, *Osmerus mordax*, Western Cape Cod Bay, Massachusetts, p. 59-63. In Bouchard, L., F. Lecompte, et P. Bérubé (éd.). Compte rendu du premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, février 1999, Centre Écologique du lac St-Jean inc., Société de la faune et des parcs du Québec, Québec. 143 p.
- LEBRUN, A. et L.-M. LALANCETTE. 1979. Concentration en mercure des principaux poissons du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Eau du Québec 12: 187-191.
- LECLERC, M. 1985. Modélisation tridimensionnelle des écoulements à surface libre par éléments finis: application au lac Saint-Jean (Québec). Université de technologie de Compiègne, Mécanique appliquée à la construction, Thèse de doctorat. 294 p.
- LEFEBVRE, R. 2003. Régime alimentaire de la ouananiche (*Salmo salar*) du lac Saint-Jean (1997-2002). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Saguenay. 57 p.
- LEGAULT, M. 1985a. Inventaire des ouananiches juvéniles de la rivière aux Saumons, 1984. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 8 p. + 3 annexes.

- LEGAULT, M. 1985b. Inventaire des ouananiches juvéniles de la rivière aux Saumons, 1985. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 8 p. + 3 annexes.
- LEGAULT, M. 1985c. Production de saumoneaux de la rivière aux Saumons. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 16 p.
- LEGAULT, M. 1985d. Détermination des répercussions de l'élevage en pisciculture du saumon atlantique (*Salmo salar* L.) sur son comportement et ses performances dans une rivière naturelle. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 102 p.
- LEGAULT, M., et H. Gouin. 1985. La ouananiche: fierté du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Saguenay/Lac Saint-Jean. 19 p.
- LEGAULT, M. 1998. Élaboration d'une méthode d'évaluation de l'abondance relative de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) du lac Saint-Jean. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec. 26 p. + 11 annexes.
- LEGENDRE, V. 1967. Le saumon d'eau douce du Québec: le poisson d'intérêt sportif de l'avenir. Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de la faune, Québec. 39 p.
- LESAGE, R. 1974. Quelques statistiques vitales des populations de ouananiche (*Salmo salar* ouananiche) des rivières Chamouchouane et aux Saumons, lac Saint-Jean, Québec. Université Laval, Faculté des sciences, Thèse de doctorat, Québec. 110 p.
- LESUEUR, C. et L. BOUCHARD. 1995. Rapport des opérations de recherche des frayères à éperlans de la rivière Saguenay en 1995. Rapport de l'association de pêche blanche de l'Anse-aux-foins de St-Fulgence au Ministère des Pêches et Océans Canada et au Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. 51 p. + 3 annexes.
- MAHY, G. 1975. Contributions à la biologie de la ouananiche. Centre de Recherche du Moyen-Nord, Groupe biologie aquatique, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 143 p.
- MATHIEU, P., P. GENTÈS et J.-P. GAUTHIER. 1979. L'âge de nos lacs: méthode numérique d'évaluation de l'état trophique des lacs. Gouvernement du Québec, Ministère des Richesses naturelles, Direction générale des eaux. 57 p.

- MCKENZIE, R. A. 1964. Smelt life history and fishery in the Miramichi river, New Brunswick. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 77 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC. 2008. - Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce. [Réf. du 15 janvier 2008]. - Disponible sur le site Internet.- Accès : <www.mddep.gouv.qc.ca>
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC. 2008a.- Saguenay-Lac-Saint-Jean, L'industrie forestière [Réf. du 15 janvier 2008]. - Disponible sur le site Internet.- Accès : <www.mrn.gouv.qc.ca>
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC. 2008b.- Faune, Vertébrée, Index [Réf. du 15 janvier 2008]. - Disponible sur le site Internet.- Accès : <www.mrn.gouv.qc.ca>
- MURAWSKI, S.A. and C.F. COLE. 1978. Population dynamics of anadromous rainbow smelt, *Osmerus mordax*, in a Massachusetts river system. Transactions of the American Fisheries Society 107(4): 535-542.
- NADON, L. 1991. Régime alimentaire et croissance de la ouananiche (*Salmo salar* L.) du lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 97 p.
- OUELLET, M. 1984. Étude physico-chimique et phytoplanctonique des eaux du lac Saint-Jean: 1979. INRS-Eau, Sainte-Foy. 222 p.
- OUELLET, M. and H.G. JONES. 1988. Some physico-chemical aspects of Lake Saint-Jean, Québec, Canada. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung fuer Limnologie 23: 961-967.
- OUELLET, P. and J.J. DODSON. 1985. Tidal exchange of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae between a shallow spawning tributary and the St. Lawrence estuary. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42: 1352-1358.
- PAULHUS, P.-J. 1968. Quelques aspects de la biologie de la ouananiche, *Salmo salar* Linne. Université Laval, Thèse de doctorat, Québec. 120 p.
- PERESS, J. 1996. Mise en évidence de l'effet de la compétition intraspécifique entre alevins et tacons de saumon atlantique. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Direction de la faune et des habitats. 66 p.
- PLOSILA, D.S. 1984. Spatial distribution of rainbow smelt spawning in the New York waters of Lake Champlain. New York Fish and Game Journal 31:109-111.

- POLICANSKY, D. 1983. Size, age and demography of metamorphosis and sexual maturation in fishes. *American zoologist* 23:57-63.
- POTVIN, C. et L. BERNATCHEZ. 2000. Contribution des différentes populations de ouananiche à la pêche sportive au lac St-Jean de 1975 à 1996. Université Laval, Québec. 32 p.
- POTVIN, C. and L. BERNATCHEZ. 2001. Lacustrine spatial distribution of landlocked atlantic salmon populations assessed across generations by multilocus individual assignment and mixed-stock analyses. *Molecular Ecology* 10: 2375-2388.
- RIO TINTO ALCAN. 2008.- Les niveaux maximum et minimum du lac Saint-Jean [Réf. du 15 janvier 2008]. -Disponible sur le site Internet.- Accès : <www.energie.alcan.com>
- RICKER, W.E. 1954. Stock and recruitment. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 11: 559-623.
- RUPP, R.S. 1965. Shore-spawning and survival of eggs of the American smelt. *Transactions of the American Fisheries Society* 94: 160-168.
- SAINT-LAURENT, R., M. LEGAULT and L. BERNATCHEZ. 2003. Divergent selection maintains adaptive differentiation despite high gene flow between sympatric rainbow smelt ecotypes (*Osmerus mordax* Mitchill). *Molecular Ecology* 12(2): 315-330.
- SCHOLZ, T., D.J. MARCOGLIESE, J-F. BOURQUE, A. SKERIKOVA and J.J. DODSON. 2004. Occurrence of *Proteocephalus tetrastomus* (Rudolphi, 1810) (Cestoda: Proteocephalidea) in larval Rainbow Smelt (*Osmerus mordax*) in North America: Identification of a potential pathogen confirmed. *The Journal Of Parasitology* 90(2): 425-427.
- SCOTT, W.B. et E.J. CROSSMAN. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Ministère de l'Environnement du Canada, Services des pêches et des sciences de la mer, Ottawa. 1026 p.
- SIROIS, P. and J.J. DODSON. 2000a. Critical periods and growth-dependent survival of larvae of an estuarine fish, the rainbow smelt *Osmerus mordax*. *Marine Ecology Progress Series* 203: 233-245.
- SIROIS, P. and J.J. DODSON. 2000b. Influence of turbidity, food density and parasites on the ingestion and growth of larval rainbow smelt *Osmerus mordax* in an estuarine turbidity maximum. *Marine Ecology Progress Series* 193: 167-179.

- TALBOT, J. et A. LAPOINTE. 1978. Populations de poissons du lac Saint-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 51 p.
- TALBOT, J. et A. LAPOINTE. 1980. Situation et perspectives d'aménagement de la ouananiche de la rivière aux Saumons. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 31 p. + 4 annexes.
- TALBOT, J. et R. DESJARDINS. 1981. Dénombrement des ouananiches (*Salmo salar*) adultes en migration dans les rivières aux Saumons et Chamouchouane en 1980. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 19 p.
- TAYLOR, E.B. and P. BENTZEN. 1993. Evidence for multiple origins and sympatric divergence of trophic ecotypes of smelt (*Osmerus*) in northeastern north America. *Evolution* 47(3):813-832.
- TESSIER, N., L. BERNATCHEZ and J.M. WRIGHT. 1997. Population structure and impact of supportive breeding inferred from mitochondrial and microsatellite DNA analyses in land-locked Atlantic salmon *Salmo salar* L. *Molecular Ecology* 6: 735-750.
- TESSIER, N. and L. BERNATCHEZ. 1999. Stability of population structure and genetic diversity across generations assessed by microsatellites among sympatric populations of landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Molecular Ecology* 8: 169-179.
- TREMBLAY, G. 2004. Impact de la prédation sur le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au Lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 83 p.
- TRÉPANNIER, S., M.A. RODRIGUEZ and P. MAGNAN. 1996. Spawning migrations in landlocked Atlantic salmon: time series modelling of river discharge and water temperature effects. *Journal of Fish Biology* 48: 925-936.
- VAILLANCOURT, P.G. 1985. État de la situation de quelques espèces de poisson du lac Saint-Jean, p 77-111. In Gouin, H. et L.E. Hansen, 1985. Colloque sur la ouananiche du lac Saint-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Saint-Félicien. 280 p.
- VALENTINE, M. 1989. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichtyenne et benthique du lac St-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 49 p. + 5 annexes.

- VALENTINE, M. 1991. Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan. Avant-projet phase 1. Étude environnementale, faune ichtyenne. Volume 1 : Synthèse des connaissances sur la ouananiche et les autres espèces ichtyennes., Centre Écologique du Lac Saint-Jean inc. et Groupe Environnement Schooner Inc. 76 p.
- VALENTINE, M., C. VILLENEUVE, L. BOUCHARD, N. FRANCOEUR, C. BEAULIEU, F. GAUTHIER et C. GAGNON. 1993. Étude de faisabilité sur le développement et la gestion de la pêche sportive à la ouananiche en rivière. Centre Écologique du lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 103 p.
- VISSER, S.A., M. BRISSON et P. COUTURE. 1981. Le bassin versant du lac Saint-Jean (Québec): analyse et interprétation de la qualité des eaux. *Naturaliste canadien* 108: 279-288.

ANNEXES

ANNEXE 1

Annexe 1. Définitions des différents termes employés concernant la ouananiche (Paulhus 1967; Scott et Crossman 1974; Blais et Legendre 1978; Legault et Gouin 1985; Caron *et al.* 2007).

Terme	Définition
Ouananiche	Saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>) dont le cycle vital se déroule strictement en eau douce, aussi appelé saumon d'eau douce. Il est habituellement plus petit que le saumon anadrome, celui qui retourne en mer après avoir frayé en rivière. Le mot « ouananiche » serait une déformation de « aonanch », un mot montagnais qui signifie : « celui qui va partout, qui est partout ».
Alevin vésiculé	Stade après l'éclosion de l'œuf. L'alevin demeure enfoui dans le gravier pendant trois ou quatre semaines, subsistant à l'aide des réserves nutritives contenues dans son sac vitellin.
Alevin	Juvenile dans sa première année de vie, qui n'a pas encore développé les marques caractéristiques des tacons. Par conséquent, on attribue ce nom à tous les juvéniles d'âge 0+.
Tacon ou juvénile	Jeune ouananiche qui est toujours demeurée en rivière depuis sa naissance et ayant sur ses flancs de grandes taches foncées, de 6 à 12. Lorsque l'on veut spécifier l'âge, on utilise tacon 0+, tacon 1+, etc., pour désigner des poissons à leur 1 ^{re} , 2 ^e , etc. année de vie.
Smolt	Jeune ouananiche qui amorce sa première migration vers le lac, habituellement en mai ou juin. La couleur de sa peau, foncée, devient argentée, comme celle de l'adulte.
Madeleineau	Ouananiche qui revient en rivière pour frayer une première fois, après seulement un hiver en lac.
Saumon noir	Ouananiche adulte en dévalaison printanière. Poisson très amaigri et ayant une coloration très foncée. La ouananiche a séjourné plusieurs mois, voire jusqu'à près d'un an en rivière, sans s'alimenter.

ANNEXE 2

Annexe 2. Description des principales passes migratoires et barrières de comptage utilisées par le MRNF au lac Saint-Jean pour évaluer la montaison des géniteurs chez la ouananiche et leurs années d'opération (L. Coulombe, comm. pers.³⁸).

Rivière	Nom de la passe migratoire	État	Localisation	Année d'opération
Ashuapmushuan	barrière de comptage	Temporaire	À 17 et 19 km de l'embouchure	1987, 1992, 1997-2003
	chute à Michel	Permanente	À 16 km de l'embouchure	1969-1972, 1980-1981, 1999-2003
Aux Saumons	barrière de comptage	Temporaire	À 0,5 m de l'embouchure	1999-2003
	zoo de Saint-Félicien	Permanente	À 1,3 km de l'embouchure	1970-1972, 1976-1977, 1980-1998
	barrière de comptage	Temporaire	À 1,8 km de l'embouchure	2006-2007
	moulin des Pionniers	Permanente	À 15,2 km de l'embouchure	1976-1988, 1997
	chute 25	Permanente	À 21,8 km de l'embouchure	-
	chute 50	Permanente	À 23,8 km de l'embouchure	1998
Métabetchouane	barrière de comptage	Temporaire	À 1 km de l'embouchure	1989, 1994-2001
Mistassini	5 ^e chute	Permanente	À 32 km de l'embouchure	1975-2007

³⁸ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

ANNEXE 3

Annexe 3. Nombre de géniteurs estimés³⁹ chez la ouananiche utilisant les différents tributaires du lac Saint-Jean lors de leur migration de reproduction.

Années	Ashuapmushuan	aux Saumons	Métabetchouane	Mistassini (Ouasiemsca)
1970	1 158 ^a	501 ^g		
1971	180 ^a	852 ^g		
1972	192 ^a	294 ^g		
1973				
1974				
1975				135 ⁱ
1976				200 ⁱ
1977				144 ⁱ
1978	1 500 ^b			160 ⁱ
1979				95 ⁱ
1980	1 089 ^c	433 ^c		417 ⁱ
1981	1 248 ^c	785 ^c		326 ⁱ
1982		462 ^g		482 ⁱ
1983		564 ^g		682 ⁱ
1984		362 ^g		528 ⁱ
1985		62 ^g		334 ⁱ
1986		309 ^g		317 ⁱ
1987	520 ^d	554 ^g		397 ⁱ
1988		646 ^g		1 003 ⁱ
1989		653 ^g	570 ^h	1 634 ⁱ
1990		406 ^g		813 ⁱ
1991		378 ^g		597 ⁱ
1992		34 ^g		256 ⁱ
1993		22 ^g		137 ⁱ
1994		38 ^g	431 ^h	38 ⁱ
1995		194 ^g	612 ^h	124 ⁱ
1996		495 ^g	880 ^h	561 ⁱ
1997	2 370 ^e	797 ^g	654 ^h	1 721 ⁱ
1998	2 435 ^f	2 385 ^g	1 564 ^h	1 552 ⁱ
1999	3 722 ^f	515 ^g	1 485 ^h	1 530 ⁱ
2000	864 ^f	134 ^g	685 ^h	455 ⁱ
2001		28 ^g	119 ^h	132 ⁱ
2002	315 ^f	4 ^g		49 ⁱ
2003	730 ^f	14 ^g		209 ⁱ
2004				79 ⁱ
2005				679 ⁱ
2006		880 ^g		1 375 ⁱ
2007		591 ^g		962 ^g

^a Lesage 1974.

^b Talbot et Desjardins 1981.

^c Harvey et Desjardins 1982.

^d Gauthier et Coulombe 1990.

^e Gauthier 2001.

^f Gauthier 2007.

^g Données non publiées, MRNF.

^h Gagnon 2002c.

ⁱ Lapointe 2006.

³⁹ Le nombre de passages de ouananiches enregistrés à la passe migratoire moins le nombre de poissons en recirculation.

ANNEXE 4

Annexe 4. Historique des ensemencements du lac Saint-Jean et de ses tributaires, de 1897 à 2007, avec de la ouananiche et du saumon atlantique anadrome (Lapointe 2001; A. Lapointe, comm. pers.⁴⁰).

Année	Localisation	Ouananiche				Saumon atlantique anadrome			
		Alevin	Tacon 0+	Tacon 1+	Saumon	Alevin	Tacon 0+	Tacon 1+	Saumon
1897 ^a	tributaires					X			
1898 ^a	tributaires					100 000			
1902 ^a	riv. aux Iroquois					15 000			
1932 ^a	riv. aux Iroquois					80 000			
1932 ^a	ruisseau Pilote	20 000				30 000			
1932 ^a	lac Saint-Jean					30 000			
1932 ^a	riv. aux Saumons	20 000	44 250			70 000	3 225		
1932 ^a	tributaires	100 000				37 000			
1932 ^a	Petite rivière	5 000							
1932 ^a	tributaires	10 000				50 000			
1933 ^a	tributaires	150 000	50 000						
1933 ^a	riv. aux Iroquois	20 000				80 000			
1934 ^a	tributaires	220 000	125 300						
1934 ^a	riv. aux Saumons			1 055					
1935 ^a	riv. aux Saumons	50 000	18 000						
1935 ^a	riv. Ashuapmushuan		47 000						
1950 ^a	tributaires					50 000			
1980-1984 ^b	riv. aux Saumons		125 577						
1983 ^b	riv. Métabetchouane		2 978						
1984 ^b	riv. Métabetchouane		5 500						
1990	riv. Métabetchouane			5 487	2 000				
1990	riv. Ashuapmushuan			29 556	17 207				
1990	riv. aux Saumons		25 000	1 999	2 008				
1990	riv. Ouasiemsca				2 000				
1990	riv. Petite Péribonka				2 009				
1991	riv. Métabetchouane		40 953	8 552					
1991	riv. Ashuapmushuan		50 092	77 162	20 307				
1991	riv. aux Saumons			16 635	7 951				
1991	riv. Ouasiemsca				5 375				
1991	riv. Petite Péribonka			6 080					
1992	riv. Métabetchouane		15 451	4 276	7 217				
1992	riv. Prudent		21 000		2 963				
1992	riv. Ashuapmushuan		13 099	4 076	47 774				
1992	riv. aux Saumons		12 960	4 056	9 315				
1992	riv. Ouasiemsca		12 305						
1992	riv. Petite Péribonka		6 513						
1993	riv. Métabetchouane				1 107				
1993	riv. Prudent		18 256		2 004				
1993	riv. Ashuapmushuan		28 041		2 997				
1993	riv. aux Saumons		49 332		3 013				
1993	riv. Ouasiemsca				2 933				
1993	riv. Petite Péribonka				2 899				
1994	riv. Métabetchouane				911				
1994	riv. Prudent		21 080		2 027				
1994	riv. Ashuapmushuan		153 167		3 021				
1994	riv. aux Saumons		47 057		2 762				
1994	riv. Ouasiemsca				1 872				

⁴⁰ Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Annexe 4. Suite.

Année	Localisation	Ouananiche				Saumon atlantique anadrome			
		Alevin	Tacon 0+	Tacon 1+	Saumon	Alevin	Tacon 0+	Tacon 1+	Saumon
1995	riv. Métabetchouane		30 655		861				
1995	riv. Prudent		21 098		1 759				
1995	riv. Ashuapmushuan		33 950						
1995	riv. aux Saumons		17 760						
1995	riv. Micosas		6 082						
1996	riv. Métabetchouane		58 465		2 930				
1996	riv. Prudent		20 755						
1996	riv. Ashuapmushuan		78 104						
1996	riv. aux Saumons		58 435						
1997	riv. Métabetchouane		9 687						
1997	riv. Ashuapmushuan		117 171						
1997	riv. aux Saumons		84 300						
1997	riv. Ouasiemsca		17 160						
1997	riv. Petite Péribonka		17 160						
1998	riv. Ashuapmushuan		53 777						
1998	riv. aux Saumons		38 341						
1998	riv. Petite Péribonka		24 110	11 940					
1999	riv. Ashuapmushuan		46 999	3 180					
1999	riv. Ouasiemsca		58 708						
1999	riv. Petite Péribonka		34 336						
2001 ^c	riv. aux Saumons			3 628					
2001 ^c	riv. aux Saumons		11 119						
2002 ^c	riv. aux Saumons		7 017						
2003 ^c	riv. aux Saumons		2 500						
2004 ^c	riv. aux Saumons				750				
2006 ^c	riv. aux Saumons		2 307						
2007 ^c	lac Saint-Jean				33				
2007 ^c	riv. aux Saumons		8 500						

^a Blais et Legendre 1978.

^b Coulombe 1985; les tacons 0+ sont de souches domestique et sauvage.

^c Données non publiées, MRNF.

ANNEXE 5

Annexe 5. Références consultées non citées⁴¹.

ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1996. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean. Annexe 2; évolution des milieux humides et des communautés de poissons fourrages. Québec. 148 p.

ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1983. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Annexe 3; hydrologie et sédimentologie. Québec. 110 p.

ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1983. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Annexe 5; qualité des eaux littorales. Québec. 73 p.

ALCAN ALUMINIUM LIMITÉE. 1983. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Étude d'impact sur l'environnement et le milieu social. Annexe 7; ressources fauniques et répercussion des options de gestion du lac sur les habitats. Québec. 81 p.

ALCAN MÉTAL PRIMAIRE. 2001. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Rapport de suivi 2000. Québec. 39 p.

ALCAN MÉTAL PRIMAIRE. 2002. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Rapport de suivi 2001. Québec. 29 p.

ALCAN MÉTAL PRIMAIRE. 2003. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Rapport de suivi 2002. Québec. 32 p.

ALCAN MÉTAL PRIMAIRE. 2004. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Rapport de suivi 2003. Québec. 32 p.

ALCAN MÉTAL PRIMAIRE. 2005. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean: Rapport de suivi 2004. Québec. 33 p.

AUCLAIR, R.P. 1982. Mossehead Lake fishery management. Fisheries Research Bulletin No. 11: 1-175.

BABOS, I. 1976. Croissance et caractéristiques morphologiques des écailles de ouananiches (*Salmo salar* ouananiche) du lac Saint-Jean au cours de la montée reproductrice. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec. Service de la recherche biologique. 14 p. + annexes.

⁴¹ Ces références sont disponibles au Laboratoire des sciences aquatiques de l'Université du Québec à Chicoutimi.

- BAKKE, T.A. and P.D. HARRIS. 1998. Diseases and parasites in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55(Suppl. 1): 247-266.
- BARDONNET, A. and J.-L. BAGLINIÈRE. 2000. Freshwater habitat of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57: 497-506.
- BÉDARD, D. 1986. Étude dynamique de la population d'éperlans, *Osmerus mordax* (Mitchill), du lac Vert, en période de frai. Comté lac St-Jean. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec. 1-64 p.
- BÉDARD, R., J. CARON, J.-Y. DESCHÊNES, M. POMERLEAU et S. RIVERIN. 1999. Le lac Saint-Jean; Portrait d'une mer intérieure. Conseil du loisir scientifique du Saguenay-Lac-Saint-Jean et Le Groupe MADIE, Alma. 64 p.
- BELLEMARE, A.-A. 1982. La ouananiche: Menacée au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Sentier Chasse-Pêche 11(5): 51-54.
- BELZILE, L. et M. VALENTINE. 1991. Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan, avant-projet phase 1. Étude environnementale, faune ichtyenne. Volume 2; Évaluation des impacts du projet sur la ouananiche et les autres espèces de poissons. Groupe Environnement Schooner Inc. et le Centre Écologique du Lac Saint-Jean inc. Rédigé pour la Vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 161 p. + 8 annexes + 3 cartes.
- BELZILE, L., A. BOURGEOIS, J.-F. DOYON et M. VALENTINE. 1993. Aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan avant projet phase 1. Études environnementales, milieu biologique (faune ichtyenne). Évaluation des impacts sur la ouananiche de la modification du régime thermique de l'Ashuapmushuan. Le Centre Écologique du lac Saint-Jean inc. et le Groupe Environnement Shooner inc. Rapport présenté à la Vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 27 p. + 6 annexes.
- BERGERON, R. 1979. Rapport des manipulations pour l'implantation de radios émetteurs dans le cadre du projet de « télémétrie » à la rivière Mistassini. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 12 p. + 2 annexes.
- BERNATCHEZ, L. 1997. Mitochondrial DNA analysis confirms the existence of two glacial races of rainbow smelt *Osmerus mordax* and their reproductive isolation in the St Lawrence River estuary (Québec, Canada). Molecular Ecology 6: 73-83.
- BHÉRER, Y. 2006. Compétition pour les ressources alimentaires entre l'omisco et l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean. Rapport présenté dans le cadre du cours Diffusion des résultats de recherche (1GBI126) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 30 p.

- BISSON, M., P. COUTURE et S.A. VISSER. 1978. Étude de la qualité du milieu aquatique du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. Annexe I. INRS-Eau. Rapport rédigé pour les Services de protection de l'environnement du Québec, Québec. 64 p.
- BISSON, M., P. COUTURE et S.A. VISSER. 1978. Étude de la qualité du milieu aquatique du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. Annexe II. INRS-Eau. Rapport rédigé pour les Services de protection de l'environnement du Québec, Québec. 165 p.
- BISSON, M., P. COUTURE et S.A. VISSER. 1978. Étude de la qualité du milieu aquatique du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. Annexe III. INRS-Eau. Rapport rédigé pour les Services de protection de l'environnement du Québec, Québec. 640 p.
- BOUCHARD, L. et H. ROYER. 1997. Recherches de frayères à éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans le lac Saint-Jean en 1996. Ministère de l'Environnement du Canada, Ministère des Pêches et des Océans du Canada, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Saint-Félicien. 59 p. + 6 annexes.
- BOUCHARD, L., F. LECOMPTE et P. BÉRUBÉ. 2000. Compte rendu du premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, (21 février 1999). Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel., Québec. 143 p.
- BOUCHARD, P.-A. 1984. Évaluation de l'exploitation du Doré jaune (*Stizostedion vitreum*) du lac St-Jean à partir d'opercules fournis par les pêcheurs au cours de la saison 1983. Ecologex inc. Rapport réalisé pour le Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 15 p.
- BOUCHARD, V. 2003. Diète de la perchaude et son impact sur les stocks d'éperlans arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean. Rapport présenté dans le cadre du cours Initiation à la Recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 26 p.
- BOUCHER, D.P. 2004. Landlocked salmon management plan., Department of inland fisheries and wildlife, Division of fisheries and hatcheries. 35 p.
- BOULIANNE, A. et V. LÉVESQUE. 1999. Étude de l'influence de l'anesthésiant sur la migration des ouananiches (*Salmo salar*) dans la rivière Ashuapmushuan. Rapport présenté dans le cadre du cours Initiation à la Recherche (1BIO603) du Baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 21 p.
- BROUARD, D. 1978. Étude limnobiologique sommaire de la rivière et du lac aux Rats. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 55 p.

- BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. 1985. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean. Rapport d'enquête et d'audience publique. Gouvernement du Québec, Québec. Numérotation par section.
- BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT. 1985. Programme de stabilisation des berges du lac Saint-Jean. Rapport d'enquête et d'audience publique. Gouvernement du Québec, Québec. Numérotation par section.
- CARON, F., P.M. FONTAINE et S.E. PICARD. 1999. Seuil de conservation et cible de gestion pour les rivières à saumon (*Salmo salar*) du Québec. Faune et Parcs Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec. 48 p.
- CHAMBERS, E.T.D. 1896. The ouananiche and its canadian environment. Harper et Brother – Publishers, New York. 357 p.
- CHARBONNEAU, R., J.P. FORTIN, G. MORIN et W. SOCHANSKA. 1978. Étude du réseau météorologique et du réseau nivométrique de la région du lac Saint-Jean. INRS-Eau, rapport 91. 292 p. + 2 annexes.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 1996. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 26 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 1997. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 24 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 1998. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 21 p. + 5 annexes.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 1999. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 32 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 2000. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 23 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 2001. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 24 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 2003. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 31 p.

- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 2004. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation de l'activité de pêche du Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 24 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 2005. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation L'Activité Pêche Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 24 p.
- CORPORATION DE L'ACTIVITÉ PÊCHE LAC-SAINT-JEAN. 2006. La pêche sportive dans l'aire faunique communautaire du lac Saint-Jean. Corporation L'Activité Pêche Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 24 p.
- CLOUTIER, S. 1985. Croissance et structure d'âges des dorés jaunes (*Stizostedion vitreum*) capturés dans le lac St-Jean (Québec) en 1983 et 1984. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Chicoutimi. 36 p.
- CÔTÉ, C., D. BUSSIÈRE et E. ST-PIERRE. 1998. Compte rendu des activités, Forum Pêche Sportive 1998. Forum Pêche sportive 1998, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 54 p.
- COULOMBE, L. 1983. Les opérations ouananiche 1982. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 9 p.
- COULOMBE, L. et H. GOUIN. 1984. Résultats des opérations ouananiche en 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 16 p.
- DADSWELL, M.J. 1973. Distribution, ecology, and postglacial dispersal of certain crustaceans and fishes in Eastern North America. Department of Biology, Carleton University, Ottawa. 553 p.
- DELISLE, C. 1982. Le « Huananiche »: sa biologie. Sentier Chasse-Pêche 11(5): 41-44.
- DEMERS, A. 1980. Le doré: manne des soirs d'été au lac Saint-Jean. Sentier Chasse-Pêche 9(9): 90-91.
- DEMERS, A. 1981. L'éperlan, un met de choix pour les salmonidés. Chasse et Pêche 10(6): 56-57, 83-86.
- DEMERS, A. 1982. L'abc de la pêche à la ouananiche. Sentier Chasse-Pêche 11(5): 38-39; 47-50.

- DESGAGNÉ, P. 1999. Aspects de la productivité primaire et secondaire d'un réservoir hydroélectrique québécois, le lac Saint-Jean. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi. 111 p.
- DESJARDINS, R., B. NADEAU et N. FRANCOEUR. 1988. Inventaire biologique du petit marais de St-Gédéon. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 50 p. + 4 annexes + 2 cartes.
- DESJARDINS, R. 1989. Régime alimentaire de différentes espèces de poissons du lac St-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean Inc., Saint-Félicien. 16 p. + 13 annexes.
- DIONNE, M., K.M. MILLER, J.J. DODSON, F. CARON, and L. BERNATCHEZ. 2007. Clinal variation in MHC diversity with temperature: evidence for the role of host-pathogen interaction on local adaptation in Atlantic salmon. *Evolution* 61(9): 2154-2164.
- DOUCET, J. 2004. Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel dans la rivière Fouquette en 2004. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, Secteur Faune Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent, Québec. 20 p.
- DUMAS, A. et Y. OUELLET. 1999. Saguenay-Lac-Saint-Jean, Éditions du Trécaré Saint-Laurent. 159 p.
- DUPONT, C.J., F. RICHARD, M.T. VALLÉE, et R.L. GAGNON. 1977. Étude de la rivière Chamouchouane, effets prévisibles des déversements de l'usine Donohue St-Félicien Inc. sur les ressources eau et ouananiche. Environnement Québec, Recherches et Planification. 358 p.
- DUPUIS, S., L. BOUCAHRD, J. LEFEBVRE, M. BUREAU, M. LESSARD, D. VILLENEUVE, J. BÉCHARA, L. BERNATCHEZ, M. CANTIN, O. GAUTHIER, R. LEFEBVRE, M. LEGAULT et L. VILLEMURE. 1993. Programme d'acquisition de connaissances sur la ouananiche et son habitat (P.A.C.O.H.). Alcan, Centre Écologique du Lac-St-Jean inc., Hydro-Québec, INRS-eau, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Jonquière. 17 p.
- ENVIRONNEMENT ILLIMITÉ INC. 1998. Étude télémétrique de la ouananiche à l'aval des ouvrages de régularisation d'Alcan localisé sur la rivière Saguenay - Programme 1996 à 1998. Environnement illimité inc., Montréal. 19 p. + 2 annexes.
- FERGUSON, R.G. 1965. Bathymetric distribution of American smelt *Osmerus mordax* in Lake Erie. Great Lakes Research Division, The University of Michigan. 13: 47-60.

- FORTIN, A.-L. et V. PEDNEAULT. 1998. Variabilité spatio-temporelle de la productivité primaire et secondaire du lac Saint-Jean en 1997. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 45 p.
- FORTIN, J.P. et W. SOCHANSKA. 1979. Étude de la qualité du milieu aquatique du lac Saint-Jean durant l'été 1977 à l'aide de la télédétection. Service de protection de l'environnement du Québec, Sainte-Foy. 1-16 p.
- GAGNON, K. 1999. Analyse discriminante des écailles de ouananiches (*Salmo salar*) pour différencier les populations sauvages des populationsensemencées. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 20 p.
- GAGNON, K. 2004. Production d'éperlan arc-en-ciel au lac Saint-Jean en 2004 au moyen d'incubateurs. Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 18 p.
- GAGNON, K. 2005. Production d'éperlan arc-en-ciel au lac Saint-Jean en 2005 au moyen d'incubateurs. Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 17 p.
- GAGNON, K. 2006. Production d'éperlan arc-en-ciel au lac Saint-Jean au moyen d'incubateurs et suivi des retours à Desbiens en 2006. Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean, Dolbeau-Mistassini. 14 p.
- GAUQUELIN, M. 1977. Les petits problèmes d'un grand lac, un premier bilan scientifique de l'état de santé du lac Saint-Jean. Québec Science, Juin.
- GAUQUELIN, N.M. 1977. La seconde découverte du lac Saint-Jean. Réseau 9(1): 32-35.
- GAUTHIER, I. 1989. Étude comparative du plan de migration de quatre espèces de poissons du petit marais de St-Gédéon, lac Saint-Jean, pour les étés 1985, 1987 et 1988. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 75 p.
- GAUTHIER, O. 1990. Dénombrement en 1989 des ouananiches (*Salmo salar*) adultes en montaison dans la rivière Métabetchouane, tributaire du lac Saint-Jean. Jonquière, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean. 56 p.
- GAUTHIER, O. 1995. Programme d'ensemencements de jeunes ouananiches (*Salmo salar*) dans certains tributaires du lac Saint-Jean: Période 1990-1994 (bilan). Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 34 p.

- GAUTHIER, O. 1996. Rapport annuel du suivi des montaisons de reproducteurs - ouananiches rivière Métabetchouane à la barrière de comptage en 1994. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 27 p.
- GAUTHIER, O. 1996. Rapport annuel du suivi des montaisons de reproducteurs-ouananiches rivière Métabetchouane à la barrière de comptage en 1995. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 43 p.
- GAUTHIER, O. 1998. Évolution de la problématique de la ouananiche du Lac Saint-Jean. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Jonquière. 11 p.
- GAUTHIER, O. 1998. Rapport d'opération: montaison des reproducteurs ouananiches (*Salmo salar* ouananiche) sur la rivière Métabetchouane en 1996. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de la faune et du milieu naturel, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 50 p.
- GAUTHIER, O. 2000. Montaison des reproducteurs ouananiches en 1997, rapport des opérations - rivière Ashupmushuan. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 32 p. + 7 annexes.
- GAUTHIER, O. 2001. Évaluation du nombre de ouananiches en migration dans la rivière Ashupmushuan en 1998: Rapport des opérations. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 26 p. + 6 annexes.
- GAUTHIER, O. 2006. Montaisons filet-trappe rivière aux saumons - 2006: Compte rendu des opérations. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Jonquière. 9 p.
- GAUTHIER, O. 2006. Ouananiche du lac Saint-Jean; mode de gestion: proposition (document de travail). Faune aquatique - Lac Saint-Jean. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Jonquière. 17 p.
- GIBSON, J., B. HUBLEY, G. CHAPUT, J.B. DEMPSON, F. CARON et P. AMIRO 2006. Sommaire des tendances relatives à l'état et à l'abondance des populations de saumon atlantique (*Salmo salar*) de l'est du Canada, Pêches et Océans Canada, Sciences. 31 p.
- GIRARD, P. 1993. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1993. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 25 p.

- GIRARD, P. 1997. Suivi télémétrique du comportement de ouananiches adultes déplacés dans la rivière Métabetchouane à l'automne 1996. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 18 p. + 1 annexe.
- GOOD, S.P., J.J. DODSON, M.G. MEEKAN and D.A.J. RYAN. 2001. Annual variation in size-selective mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fry. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58: 1187-1195.
- GOUIN, H. et L.E. HANSEN. 1985. Colloque sur la ouananiche du lac Saint-Jean, du 30 octobre au 1^e novembre 1984. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Saint-Félicien. 280 p.
- GOUIN, H. 1987. Compte rendu sur l'expérimentation de radiotélémétrie sur des ouananiches. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 19 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 1995. Qualité des eaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec. 12 p.
- GRAVEL, Y. 1965. Inspection de tributaires du lac Saint-Jean en vue de l'aménagement de la ouananiche, été 1965. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de la faune, Québec. 227-233 p.
- GRAVEL, Y. 1970. Pêche commerciale expérimentale au lac Saint-Jean, été 1963. Ministère du Tourisme, de la Chasse, et de la Pêche du Québec, Service de la faune, Québec. 293-320 p.
- GRAVEL, Y. 1970. Inventaire préliminaire du lac à Jim et de son bassin hydrographique, compté de Roberval, 1963 et 1965. Ministère du Tourisme, de la Chasse, et de la Pêche du Québec, Service de la faune, Québec. 431-447 p.
- GUAY, G. et M. GENDRON. 1996. Programme de stabilisation des berges: Suivi et caractérisation des communautés ichtyennes des plages du lac Saint-Jean; synthèse 1989-1995. Rapport préliminaire d'Environnement illimité inc. présenté à la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ltée. 74 p.
- HARVEY, G. 1981. Caractéristiques générales et activités des pêcheurs de ouananiche du lac Saint-Jean en 1980. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 41 p.

- HARVEY, G. et M. ARCHER. 1981. Les ressources fauniques du lac St-Jean et leurs utilisateurs. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 41 p.
- HAVEY, K.A. 1973. Effects of a smelt introduction on growth of landlocked at Schoodic Lake, Maine. Transactions of the American Fisheries Society 2: 392-397.
- HAVEY, K.A. 1974. Population Dynamics of Landlocked Salmon, *Salmo salar*, in Love Lake, Maine. Transactions of the American Fisheries Society 3: 448-455.
- HAYEUR, G., G. SHOONER et J.A. ROBITAILLE. 1984. Les saumons du Koksoak. Québec, Hydro-Québec. 36 p.
- HÉBERT, S. 1995. Qualité des eaux du Saguenay-Lac-Saint-Jean 1979-1992, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction des écosystèmes aquatiques. 58 p. + 15.3 annexes.
- HJORT, J. 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe. Rapports et Procès verbaux du Conseil International de l'Exploration de la Mer 20: 202-228.
- HOFFMAN, G.L. 1967. Parasites of north american freshwater fishes. University of California Press, London. 486 p.
- HUARD, V.-A. 1900. La question du Saumon au lac Saint-Jean. Le Naturaliste Canadien 27(10): 145-149.
- HUARD, V.-A. 1927. Variations zoologiques. Le Naturaliste Canadien 54(4): 73-76.
- HYDRO-QUÉBEC. 1991. L'aménagement hydroélectrique de l'Ashuapmushuan, Hydro-Québec. 20 p.
- JONES, G., W. SOCHANSKA, J.-P. FORTIN et E.J. LANGHAM. 1977. Étude de la dynamique des eaux du lac Saint-Jean au Québec, à l'aide des satellites Landsat-1 et Landsat-2. The 4th Canadian Symposium on Remote sensing, Québec. 305-312 p.
- JONES, G.H., M. OUELLET, M. LECLERC, D. CLUIS, P. COUTURE, L. POTVIN et W. SOCHANSKA. 1978. Productivité biologique des eaux du lac Saint-Jean, rapport provisoire. Université du Québec, INRS-Eau.
- JONES, H.G., A. LEBLOND, M. OUELLET, G. SAINT-HILAIRE, W.S. CHAN YOU, E.J. LANGHAM, A. LEBRUN, M. LECLERC et A. ROUSSEAU. 1973. Étude évolutive des conditions physiques, chimiques et biologiques des eaux du Saguenay et du lac St-Jean. Institut national de la recherche scientifique (INRS-eau), Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 30 p. + 6 annexes.

- JONES, H.G., M. LECLERC, M. OUELLET, L. POTVIN, P. COUTURE, D. CLUIS, W. SOCHANSKA et J. SOCHANSKI. 1979. Productivité biologique des eaux du lac Saint-Jean, synthèse. INRS-eau, Québec. 46 p.
- JONSSON, B., N. JONSSON and L.P. HANSEN. 2007. Factors affecting river entry of adult atlantic salmon in a small river. *Journal of Fish Biology* 71: 943-956.
- JOUBERT, G. et S.M. BEAULIEU. 1978. Étude des problèmes de toxicité par les bioessais. Service de protection de l'environnement, Direction générale recherche et planification, Québec. 55 p.
- LACHANCE, S. 1995. L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*): facteurs influençant les populations et importance dans la communauté ichthyenne. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats, Québec. 35 p.
- LACKEY, R.T. 1969. Food interrelationships of salmon, trout, alewives, and smelt in a Maine lake. *Transactions of the American Fisheries Society* 98(4): 641-646.
- LALANCETTE, L. M. 1975. Croissance, reproduction et régime alimentaire de l'éperlan (*Osmerus mordax*) du lac Saint-Jean et de la morue (*Gadus morhua*) du Saguenay. Chicoutimi. 18 p.
- LALANCETTE, L.-M. 1984. Effet du drainage sur les sédiments, le plancton et les poissons, dans la région de Vauvert au lac St-Jean. *Archiv fur Hydrobiologie* 99(4): 463-477.
- LALANCETTE, L.-M. 1986. Croissance et régime alimentaire de l'éperlan, *Osmeus mordax* (Mitchill), de Vauvert au lac St-Jean. *Sciences et techniques de l'eau* 19(4): 313-320.
- LANDRY, J.-G., L. HANSEN et G. FILLION. 1985. Implantation d'un centre de recherche de formation et de production en aquiculture au lac Saint-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean inc. Ottawa. 440 p.
- LAPOINTE, A. 1982. Bilan des informations recueillies à la passe migratoire de la 5^e chute de la rivière Mistassini de 1975 à 1981. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 28 p.
- LAPOINTE, A. 1984. Pression de pêche exercée sur la ouananiche au lac Saint-Jean en 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 31 p.

- LAPOINTE, A. 1985. Reconnaissance du secteur de la rivière Mistassini compris entre la première et la onzième chute. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 6 p.
- LAPOINTE, A. 1988. Résultats des suivis télémétriques effectués sur la rivière aux saumons en 1987 et recommandations concernant le suivi à effectuer sur la rivière Mistassini. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 13 p. + 2 annexes.
- LAPOINTE, A. 1990. Compte rendu des déversements de ouananiches effectués dans la région 02 en 1990. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 25 p.
- LAPOINTE, A. 1991. Description des opérations d'ensemencement de ouananiches effectuées dans la rivière Ashupmushuan les 28 et 29 mai 1991. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 21 p.
- LAPOINTE, A. 1992. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans la région 02 en 1991., Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 36 p.
- LAPOINTE, A. 1992. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du Saguenay-Lac-Saint-Jean en 1992. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 41 p.
- LAPOINTE, A. 1995. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans la région 02 en 1994. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 20 p. + 4 annexes.
- LAPOINTE, A. 1996. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1995. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 34 p. + 4 annexes.
- LAPOINTE, A. 1997. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1996. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 23 p. + 3 annexes.

- LAPOINTE, A. 1998. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1997. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 14 p. + 5 annexes.
- LAPOINTE, A. 1999. Bilan des déversements de ouananiches effectués dans les tributaires du lac Saint-Jean en 1998. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'Aménagement de la Faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 12 p. + 6 annexes.
- LAPOINTE, A. 2006. Suivi télémétrique de ouananiche (*Salmo salar* ouananiche) en montaison dans les rivières Mistassini et Ouasiemsa, été-automne 2000. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Secteur Faune Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 91 p.
- LAROSE, M. et L. BOUCHARD. 1997. Incubation d'œufs d'éperlans arc-en-ciel en jarre, au ruisseau de l'Église, manuel d'opération. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 22 p. + 2 annexes.
- LAROSE, M. 1998. Présentation de projet: Bilan des modifications anthropiques survenues dans le bassin versant du lac Saint-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean inc., Saint-Félicien. 7 p.
- LAROUCHE, L. 2007. Répartition spatio-temporelle de la biomasse du zooplancton dans le lac St-Jean. Rapport présenté dans le cadre du cours Diffusion des résultats de recherche (1GBI126) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 19 p.
- LASALLE, P. 1965. Radiocarbon data from the Lake St. John area, Québec. *Science* 149: 860-862.
- LEBLANC, J. 2005. L'emblème en danger, les biologistes s'affairent pour empêcher la disparition de la ouananiche. *Québec Science* 43(8): 39.
- LEBLOND, A. 1976. Étude évolutive de la stratification thermique du lac St-Jean. Groupe spécialisé sur l'étude des lacs et des rivières, Ecophysique, Centre de recherche du Moyen-Nord, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 77 p.
- LECLERC, J. and G. POWER. 1980. Lack of movement of brook charr and ouananiche in the Caniapiscou River, northern Québec. *Environmental Biology of Fishes* 5(1): 71-74.
- LEFEBVRE, R. 1988. Utilisation de la zone de marnage du lac Saint-Jean par la faune aquatique en 1987. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 44 p.

- LEFEBVRE, R. 1988. Utilisation de la zone de marnage du lac Saint-Jean par la faune aquatique en 1987, annexes. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 8 annexes.
- LEFEBVRE, R. 1989. Utilisation de la zone de marnage du lac Saint-Jean par la faune aquatique en 1988. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 44 p.
- LEFEBVRE, R. 1989. Utilisation de la zone de marnage du lac Saint-Jean par la faune aquatique en 1988, annexes. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 8 annexes.
- LEFEBVRE, R. 1990. Étude des déplacements de poissons entre l'étang des Iles et le lac St-Jean en 1987 et 1988. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 42 p. + 2 annexes.
- LEFEBVRE, R. 2000. Enquête sur la pêche sportive au lac Saint-Jean. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 25 p. + 1 annexe.
- LEGAULT, M. 2002. Méthode d'évaluation de l'abondance relative en lac des jeunes de l'année de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*). Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, Québec. 23 p. + 2 annexes.
- LEGENDRE, V. et R. LAGUEUX. 1948. The tomcod (*Microgadus tomcod*) as a permanent fresh-water resident of Lake St. John, province of Quebec. The Canadian Field-Naturalist 62(5): 156-157.
- LESAGE, R. et A. MARTEL. 1976. Les opérations « Ouananiche » 1974-1975. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement de la faune, District Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 83 p. + 1 annexe.
- LÉVESQUE, S. 2005. Influence des facteurs hydrologiques et climatiques sur la survie des jeunes éperlans au lac Saint-Jean. Rapport présenté dans le cadre du cours Diffusion des résultats de recherche (IGBI126) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 40 p.
- MAGNIN, E. et G. BEAULIEU. 1965. Quelques données sur la biologie de l'éperlan *Osmerus eperlanus mordax* (Mitchill) du Saint-Laurent. Travaux sur les pêcheries du Québec 9: 81-105.

- MARCOTTE, A. 1947. Notes sur la biologie de l'éperlan de la Province de Québec. Université Laval, Faculté des sciences, Thèse de Doctorat, Québec. 131 p.
- MARTEL, A. et R. LESAGE. 1976. Projet d'études et d'inventaires en vue de l'aménagement de la ouananiche au lac Saint-Jean et dans le bassin de la rivière Chamouchouane et relation avec la réalisation du projet Donohue Saint-Félicien inc. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement de la faune, District Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 1-33 p.
- MARTEL, A. et R. LESAGE. 1976. Situation de la ouananiche au lac Saint-Jean. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement de la faune, District du Saguenay-Lac-Saint-Jean. 31 p.
- MCCORMICKS, S.D., L.P. HANSEN, P. QUINN et R.L. SAUNDERS. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 55(Suppl. 1): 77-92.
- McKENZIE, R.A. 1958. Age and growth of smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of the Miramichi River, New-Brunswick. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 15(6): 1313-1327.
- MÉLOCHE, D. et S. VEILLETTE. 1989. Caractérisation de la montaison de géniteurs (*Salmo salar* ouananiche), rivière Métabetchouane, été 1989. Centre Écologique du lac St-Jean inc. Rapport présenté au Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 50 p.
- NADON, L. 1988. La pêche d'alimentation pratiquée par les Montagnais de Pointe-Bleue dans le lac St-Jean en 1987. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 40 p. + 7 annexes.
- NELLBRING, S. 1989. The ecology of smelts (Genus *Osmerus*): A literature review. Nordic Journal of Freshwater Research 65: 116-145.
- OUELLET, M. 1978. Géochimie et granulométrie des sédiments superficiels du lac Saint-Jean et de la rivière Saguenay. INRS-Eau, Québec. 328 p.
- OUELLET, M. 1984. Étude physico-chimique et phytoplanctonique des eaux du lac Saint-Jean: 1979. Annexe A. INRS-Eau, Sainte-Foy. 69 p.
- OUELLET, M. 1984. Étude physico-chimique et phytoplanctonique des eaux du lac Saint-Jean: 1979. Annexe B. INRS-Eau, Sainte-Foy. 341 p.

- OUELLET, S. 1986. Une étude réalisée durant l'été 1985 sur les poissons du petit marais de St-Gédéon, lac St-Jean. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 104 p.
- PAQUET, J.L. 1981. La ouananiche au lac Saint-Jean. *Sentier Chasse-Pêche* 10(8): 36-41.
- PEDNEAU, J. 2001. Utilisation des mesures morphométriques et scalimétriques pour distinguer les éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) de forme naine et normale au Lac Saint-Jean. Rapport présenté dans le cadre du cours Initiation à la Recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 14 p.
- PELLERIN, J.C. 2001. Smelt management plan. Écoscience, Department of inland fisheries and wildlife division of fisheries and hatcheries. 31 p.
- PETTIGREW, P.R. TARDIF et G. VERREAULT. 2007. Suivi des juvéniles l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2006. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction régionale de l'aménagement de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Québec. 27 p.
- POTVIN, C. et L. BERNATCHEZ. 1999. Contribution des différentes populations de ouananiches à la pêche sportive en lac pour l'année 1976. Université Laval, Québec. 18 p.
- POUPART, H. 1976. Faites ce que je vous dis, pas ce que je fais! *Sentier Chasse-Pêche* 5(9): 6.
- POUPART, H. 1978. Désastre écologique évité au lac Saint-Jean. *Sentier Chasse-Pêche* 7(4): 4.
- PRÉVOST, G. 1974. Étude préliminaire des poissons de certains secteurs des rivières Péribonka et Manouane en 1974, Résumé-Résultats-Conclusion. Étude réalisée pour la compagnie Alcan. Volume 1.
- RATTÉ, D. 2000. Variabilité spatio-temporelle de la productivité primaire et secondaire du lac Saint-Jean en mai et juin 1999. Rapport présenté dans le cadre du cours Initiation à la Recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 34 p.
- RICKER, W.E. 1980. Calcul et interprétation des statistiques biologiques des populations de poissons. *Bulletin de l'Office des Recherches sur les Pêcheries du Canada*, 191F. 409 p.
- RILEY, S.C. et G. POWER. 1987. Age at maturity in landlocked and anadromous Atlantic salmon parr from two Québec rivers. *Environmental Biology of Fishes* 19(3): 223-228.

- ROBERTS, R.J. 1979. Pathologie du poisson. Maloine s.a., Paris. 317 p.
- RODRIGUEZ, M.A. 1995. Habitat-specific estimates of competition in stream salmonids: a field test of the isodar model of habitat selection. *Evolutionary Ecology* 9: 169-184.
- ROY, S.A. 2002. Volume and occurrence of food items in salmonid stomachs: Moosehead Lake, Maine. Maine department of Inland fisheries and wildlife, Fisheries and hatcheries division, Augusta. 44 p.
- SAYERS, E., J.R. MORING, P.R. JOHNSON and S.A. ROY. 1989. Importance of rainbow smelt in the winter diet of landlocked atlantic salmon in four maine lakes. *North American Journal of Fisheries Management* 9: 298-302.
- SCHAEFER, W.F., W.A. SWENSON and R.A. HECKMANN. 1980. Age, growth and total mortality of rainbow smelt in Western Lake Superior. *Wisconsin academy of sciences, arts and letters* 69: 15-20.
- SCHWARZ, C.J. and G.A.F. SEBER. 1999. Estimating animal abundance: review III. *Statistical Science* 14(4): 427-456.
- SCHWARZ, C.J. and C.G. TAYLOR. 1998. Use of the stratified-Pertersen estimator in fisheries management; estimating the number of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) spanners in the Fraser rives. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 281-296.
- SIROIS, P., F. LECOMPTE and J.J. DODSON. 1998. An otolith-based back-calculation method to account for time-varying growth rate in rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55: 2662-2671.
- ST-GELAIS, G. 1984. Lecture avec validation des spécimens de Dorés jaunes (*Stizostedion vitreum*) capturés au lac St-Jean au cours de l'été 1983. Ecologex inc., Rapport réalisé pour le Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Jonquière. 12 p.
- ST-LAURENT, R. et L. BERNATCHEZ. 2002. Caractérisation génétique du stock d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax* Mitchill) de la rivière aux Rats, lac Saint-Jean. Université Laval, Québec. 21 p.
- SYLVAIN, L. 1979. Apport de substances nutritives au lac Saint-Jean. Ministère des Richesses naturelles du Québec, Direction générale des eaux, Québec. 75 p.
- TALBOT, J. et R. DUMONT. 1979. Rapport des sexes, maturité sexuelle et alimentation des ouananiches adultes de la rivière Chamouchouane. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 9 p.

- TESSIER, N. 1999. Étude temporelle à l'aide de marqueurs moléculaires de la diversité génétique et de la conservation des populations de saumon atlantique, ouananiche (*Salmo salar* Linné) du lac Saint-Jean. Université Laval, Département de biologie, Thèse de doctorat, Québec. 155 p.
- TESSIER, N. et L. BERNATCHEZ. 1996. Caractérisation génétique des populations de ouananiche (*Salmo salar*) du lac Saint-Jean en vue de calculer leur contribution relative à la pêche en lac. Université Laval, Québec. 31 p.
- TESSIER, N. et L. BERNATCHEZ. 1997. Vérification de la stabilité temporelle de la différenciation génétique entre des populations de ouananiche (*Salmo salar*) du lac Saint-Jean. Université Laval, rapport présenté au Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Jonquière. 27 p.
- TESSIER, N. et L. BERNATCHEZ. 1998. Contribution des différentes populations de ouananiches à la pêche sportive en lac pour les années 1994 à 1996. Université Laval, Québec. 18 p.
- TESSIER, N. and L. BERNATCHEZ. 2000. A genetic assessment of single versus double origin of landlocked atlantic salmon (*Salmo salar*) from Lake Saint-Jean, Québec, Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57: 797-804.
- TIN, H.T., and D.J. JUDE. 1983. Distribution and growth of larval rainbow smelt in eastern lake Michigan, 1978-1981. Transactions of the American Fisheries Society 112: 517-524.
- TREMBLAY, A.-C. 1998. Analyse et comparaison des contenus stomacaux d'alevins d'éperlans arc-en-ciel du lac St-Jean. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 49 p.
- TREMBLAY, G. 2001. Mortalité sélective des juvéniles d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) due à la prédation par la ouananiche (*Salmo salar*) au lac Saint-Jean. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 14 p.
- TREMBLAY, G. 2002. Les modèles bioénergétiques. Rapport présenté dans le cadre du cours Sujet choisi (1MRR901) de la Maîtrise en Ressources renouvelables de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 14 p.
- TREMBLAY, H. 1989. Étude quantitative et qualitative des espèces de poissons empruntant le canal (ruisseau des Boivins) conduisant du lac St-Jean au petit marais de St-Gédéon, ainsi que des problèmes qui en découlent (Été 1987). Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Section Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 62 p.

- TREMBLAY, H. 1992. Effets des variations du niveau d'eau du lac Saint-Jean (P.Q.) sur la migration saisonnière de quelques espèces de poissons, en particulier de la perchaude (*Perca flavescens*) dans le petit marais de Saint-Gédéon. Université du Québec à Chicoutimi, Département des Sciences fondamentales, Mémoire de maîtrise, Chicoutimi, 61 p.
- TREMBLAY, H. 2001. Localisation des sites de reproduction de plusieurs espèces de poissons du lac Saint-Jean à partir de la dérive larvaire. Rapport réalisé dans le cadre du cours Initiation à la recherche (1BIO603) du baccalauréat de Biologie de l'Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi. 22 p.
- TREMBLAY, L., J. PERRON, S. PILOTTE, J. BILODEAU, R. GAGNON et S. BÉRUBÉ. 1994. Étude de faisabilité, développement et gestion de la pêche sportive à la ouananiche au lac Saint-Jean: I. État de la situation. Le groupe Leblond, Tremblay, Bouchard. Réalisé pour la municipalité régionale de comté: Lac Saint-Jean Est, Domaine du Roy et Maria-Chapdelaine. 54 p. +5 annexes.
- TREMBLAY, L., S. PILOTTE, J. BILODEAU, R. GAGNON, S. BÉRUBÉ, J. PERRON et C. TREMBLAY. 1994. Étude de faisabilité, développement et gestion de la pêche sportive à la ouananiche au lac Saint-Jean: II. Propositions d'intervention. Le groupe Leblond, Tremblay, Bouchard. Réalisé pour la municipalité régionale de comté: Lac Saint-Jean Est, Domaine du Roy et Maria-Chapdelaine. 67 p. + 4 annexes.
- TREMBLAY, V. 1979. La tragédie du lac Saint-Jean. Chicoutimi, Société historique du Saguenay, Chicoutimi. 231 p.
- VAILLANCOURT, P.G. 1982. Étude sur la fraie du Doré jaune, *Stizostedion vitreum vitreum* (Mitchill), de la Belle-Rivière au printemps 1981 et quelques informations sur la croissance et la maturité des spécimens capturés. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 29 p. + 4 annexes.
- VAILLANCOURT, P.G. et J.M. BESSERVE. 1984. Étude exploratoire sur la pêche sportive du doré jaune et des autres espèces du lac Saint-Jean : ce que 6 jours d'enquêtes au sol et d'inventaires aériens nous apprennent, Lac Saint-Jean. Saison 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de la conservation de la faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 64 p. + bibliographie + 8 annexes.
- VAILLANCOURT, P.G. 1985. Compte rendu des résultats de pêche du doré jaune enregistrés sur le lac Saint-Jean au cours de la saison 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 112 p.

- VAILLANCOURT, P. G. 1985. Résumé des travaux réalisés en 1983 et 1984 sur le doré jaune du lac St-Jean. Atelier du doré jaune, Station forestière de Duchesnay, les 11, 12 et 13 décembre 1985. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région Saguenay-Lac-Saint-Jean. 8 p.
- VALENTINE, M. 1986. Inventaire biophysique de 7 habitats ripariens du lac St-Jean. Centre Écologique du Lac St-Jean, Saint-Félicien. 107 p. + annexes.
- VALENTINE, M. 1989. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne et benthique du lac St-Jean. Saint-Félicien, Centre Écologique du Lac St-Jean inc. Rapport présenté à la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ltée, Saint-Félicien. 49 p. + 5 annexes.
- VALENTINE, M. 1990. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne et benthique du lac St-Jean. Saint-Félicien, Centre Écologique du Lac St-Jean inc. Rapport présenté à la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ltée, Saint-Félicien. 47 p. + 6 annexes.
- VALENTINE, M. 1991. Étude de la densité et de la répartition de la faune ichthyenne du lac Saint-Jean 1991. Centre Écologiques du Lac St-Jean inc. Rapport présenté à la Société d'électrolyse et de chimie Alcan ltée, Saint-Félicien. 39 p. + 7 annexes.
- VAN COILLIE, R., A. ROUSSEAU et G. VAN COILLIE. 1980. Inventaire ichthyologique partiel au lac Saint-Jean (1975). Pour les Services de la protection de l'environnement du Québec, Québec. 49 p.
- VIEN, R. 1955. Histoire de Roberval, coeur du lac Saint-Jean. Édition du Centenaire, Société historique du Saguenay, Chicoutimi. 369 p.
- VILLEDIEU, Y. 1973. Et le lac Saint-Jean comment va-t-il? Réseau 5(2): 74-75.
- VILLENEUVE, N. 1982. Rapport sur le fonctionnement de la passe migratoire de la 5^{ième} chute, rivière Mistassini, saison 1982. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière. 23 p.
- VLADYKOV, V. 1942. Biological observations on the ouananiche of the Peribonka during september 1942. Montréal. 22 p. + 3 annexes.
- WARNER, K. and K.A. HAVEY. 1985. Life history, ecology and management of maine landlocked salmon (*Salmo salar*). MacDonald College Library McGill University, Augusta. 127 p.
- WETZEL, R.G. 2001. Limnology; lake and river ecosystems. S.C. Publishing, Academic press, San Diego. 1006 p.



Ressources naturelles
et Faune

Québec 