



**FONDATION DE LA FAUNE
DU QUÉBEC**

RAPPORT FINAL

Recrutement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans le lac Saint-Jean

Par

Pascal Sirois, Ph. D.

Laboratoire d'écologie aquatique
Département des sciences fondamentales



Université du Québec à Chicoutimi

Janvier 2005

Référence à citer :

Sirois, P. (2005) Recrutement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans le lac Saint-Jean. Rapport final présenté à la Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean (CLAP), vii + 18 p.

AVANT-PROPOS

Les travaux de recherche présentés dans ce rapport ont été menés dans le cadre d'un protocole d'entente qui a été conclu en 2002 entre l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et la Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean (CLAP) qui visait à mieux comprendre les facteurs abiotiques et biotiques qui déterminent les fluctuations du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean. Plus de 85% des sommes versées par la CLAP ont servi à supporter financièrement deux étudiantes à la maîtrise en ressources renouvelables et deux étudiants du baccalauréat en biologie de l'UQAC qui oeuvraient à titre d'assistants de recherche.

Plusieurs résultats présentés dans ce rapport ont déjà été diffusés ou le seront prochainement. Le mémoire de maîtrise de Geneviève Tremblay intitulé *Impact de la prédation sur le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean* a été publié en janvier 2004. Le mémoire de maîtrise d'Amélie Bérubé intitulé *Mortalité hivernale de l'éperlan arc-en-ciel d'eau douce* sera déposé au cours de l'hiver 2005. Les résultats de recherche ont également fait l'objet de 5 communications dans des congrès scientifiques dont la Conférence canadienne de la recherche sur les pêches en janvier 2003 à Ottawa (ON) et en janvier 2005 à Windsor (ON), ainsi que le congrès annuel de l'*American Fisheries Society* en août 2003 à Québec. Enfin, deux articles scientifiques seront soumis à des périodiques avec comité de lecture au cours des prochains mois.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
REMERCIEMENTS.....	vii
1. INTRODUCTION.....	1
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	3
2.1. Impact de la prédation.....	3
2.2. Impact de l'hydrologie.....	5
2.3. Impact du climat.....	5
2.4. Importance du stock reproducteur et du cannibalisme.....	6
3. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	7
3.1. Impact de la prédation.....	7
3.2. Impact de l'hydrologie.....	9
3.3. Impact du climat.....	10
3.4. Importance du stock reproducteur et du cannibalisme.....	12
4. CONCLUSIONS.....	14
5. BIBLIOGRAPHIE.....	17

LISTE DES TABLEAUX

Tab. 1. Comparaison de la croissance et de l'accumulation de réserves lipidiques des éperlans 0+ en fonction des caractéristiques climatiques des lacs Memphrémagog, Kénogami et Jacques-Cartier.	11
--	----

LISTE DES FIGURES

Fig. 1. Relation entre l'abondance des éperlans 0+ et la croissance de l'écaille durant la première année en lac de la ouananiche (à gauche) et fluctuations de l'abondance des éperlans 0+ (à droite) de 1984 à 1994 (estimée) et de 1995 à 2002 (observée).....	4
Fig. 2. Fluctuation de l'indice d'abondance des saumoneaux de 1984 à 2004.....	5
Fig. 3. Consommation prédite par le modèle bioénergétique pour les ouananiches du lac Saint-Jean durant leurs quatre premières années de vie en lac pour a) une année de croissance favorable et b) une année de croissance défavorable.....	8
Fig. 4. Relation entre l'abondance des éperlans 0+ et l'indice d'abondance des saumoneaux dans le lac Saint-Jean de 1984 à 2004.....	8
Fig. 5. Relation entre l'abondance des éperlans 0+ et le débit moyen de la rivière Péribonka lors de la première semaine de juin de 1984 à 2004.....	9
Fig. 6. Relation stock – recrutement chez l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean entre 1996 et 2004 inclusivement.....	12
Fig. 7. Relation entre la survie des jeunes éperlans de 0+ à 1+ en pourcentage et l'abondance des éperlans 1+ entre 1996 et 2004.....	13
Fig. 8. Modèle conceptuel du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean.....	14

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier la Corporation LACTivité Pêche Lac Saint-Jean (CLAP) qui a rendu possible la réalisation de ces travaux de recherche. Je souhaiterais également remercier les étudiants de l'UQAC, les stagiaires et tout le personnel de Faune Québec (FQ) qui ont participé à l'échantillonnage et à la récolte des données qui constituent les bases de ce travail de recherche. Plus particulièrement, Bruno Baillargeon (FQ-DRF), Laurier Coulombe (FQ-02), Omer Gauthier (FQ-02) et Gilles Mercier (FQ-DRF). Enfin, je remercie les personnes qui ont contribué substantiellement à articuler la réflexion autour des résultats obtenus : Amélie Bérubé et Geneviève Tremblay, étudiantes à la maîtrise à l'UQAC, et Michel Legault de la Direction de la recherche sur la faune (DRF) à Faune Québec.

1. INTRODUCTION

La pêche sportive à la ouananiche et au doré dans le lac Saint Jean génère une activité économique régionale significative. Ce plan d'eau héberge les plus importantes populations de ouananiche en Amérique du Nord (Legault 1985). En 1992-1994 et en 2000-2002, on a observé des diminutions drastiques de l'abondance des reproducteurs de ce saumon d'eau douce remontant les rivières ainsi qu'une diminution marquée de la récolte sportive. La saison de pêche 2003 a été marquée par l'obligation de remettre les prises à l'eau.

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) qui constitue près de 75% du régime alimentaire de la ouananiche au lac Saint-Jean (Mahy 1975, Nadon 1991, Tremblay 2004) est le principal facteur limitant la productivité de la ouananiche durant sa phase lacustre. L'importance de ce poisson fourrage pour la ouananiche (*Salmo salar*) est connue depuis la fin du XIX^e siècle (Havey & Warner 1970). L'abondance de l'éperlan arc-en-ciel influence la croissance de la ouananiche et indirectement sa survie et sa fécondité (Havey 1973).

Chez les poissons, les fluctuations de l'abondance sont largement attribuables aux variations du recrutement annuel des jeunes poissons dans la population. Les populations d'éperlan arc-en-ciel sont reconnues pour présenter de fortes variations du recrutement d'une année à l'autre (Schaefer et al. 1981, Henderson & Nepszy 1989). La connaissance des principaux facteurs abiotiques et biotiques qui contrôlent la variation du recrutement est une question fondamentale en écologie (Begon et al. 1996) et aussi une question primordiale pour une gestion durable des populations de ouananiche au lac Saint-Jean.

L'objectif général de ce projet de recherche est de déterminer les facteurs abiotiques et biotiques qui contrôlent les fluctuations du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean. Pour y arriver, trois objectifs spécifiques ont

été définis dans le but de mieux comprendre les fluctuations du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean :

- 1) Évaluer l'impact de la prédation par la ouananiche et le doré.
- 2) Évaluer l'impact de l'hydrologie (débits des principaux tributaires et niveaux d'eau du lac Saint-Jean).
- 3) Évaluer l'impact des facteurs climatiques, plus particulièrement la mortalité hivernale.

En outre, l'importance de facteurs dépendants de la densité comme le niveau du stock reproducteur et la prédation par cannibalisme ont été examinés dans le cadre de ce travail de recherche pour mieux comprendre les fluctuations du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Impact de la prédation

L'impact de la prédation sur le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean a été étudié selon trois approches différentes : (1) l'analyse des contenus stomacaux, (2) la modélisation bioénergétique et (3) l'analyse des abondances historiques d'éperlans 0+ et de saumoneaux de ouananiche. Premièrement, des estomacs de ouananiche (1997 à 2002) et de doré (2001 et 2002) ont été récoltés par les pêcheurs sportifs du lac Saint-Jean dans le cadre des *opérations ouananiches*. Tous les estomacs ont été analysés dans les laboratoires de Faune Québec 02 et de l'UQAC afin d'identifier, dénombrer et mesurer le volume des proies observées (voir Tremblay 2004 pour les détails). Les résultats ont été comparés à des études similaires menées en 1972 et 1988 (Mahy 1975, Desjardins 1989).

Deuxièmement, des modèles bioénergétiques ont été utilisés pour quantifier la consommation annuelle d'éperlans par la ouananiche dans le lac Saint-Jean. Ces modèles sont basés sur le principe de conservation de la masse et de l'énergie (*rien ne se perd, rien ne se crée*). Ils peuvent être présentés sous la forme suivante:

$$C = G + SMR + HI + A + F + U$$

où l'énergie gagnée par la consommation de nourriture (C) est mise en équation avec l'énergie assimilée dans les tissus (croissance G), l'énergie dépensée pour le maintien de l'animal (métabolisme standard SMR; digestion HI; activité A) et l'énergie perdue dans les fèces (F) et l'urine (U). Les différentes composantes du modèle ont été estimées à partir d'équations provenant de la littérature (voir Tremblay 2004).

Enfin, une analyse de corrélation a été réalisée entre l'abondance des éperlans 0+ et l'abondance des saumoneaux de ouananiche. L'abondance des éperlans 0+ a été mesurée dans le lac Saint-Jean de 1995 à 2004 dans le cadre d'un

sondage annuel réalisé au début du mois d'août par Faune Québec (Legault 1998). Dans le but d'augmenter la puissance de l'analyse de corrélation, une rétro-prédiction de l'abondance des éperlans 0+ dans le lac Saint-Jean entre 1984 et 1994 a été réalisée. Cette estimation a été calculée à partir de l'équation de la relation entre l'abondance observée des 0+ de 1995 à 2001 et la croissance de l'écaïlle au cours de sa première année en lac correspondante des ouananiches capturées sur la rivière Mistassini lors de la montaison (fig. 1). Un indice d'abondance des saumoneaux variant de 0 à 1 a été développé pour la période 1984 – 2004 en considérant cinq paramètres : (1) Le nombre de reproducteurs observés dans les rivières Mistassini et aux Saumons, (2) un ratio des sexes de 1 : 1, (3) la fécondité moyenne des femelles en fonction de l'âge pondérée par le nombre de reproducteurs observés dans chacune des classes d'âge, (4) un taux de survie de 2,5% du stade oeuf au stade saumoneau et (5) une dévalaison de 23% et 64% des saumoneaux après 2 ans et 77% et 64% après 3 ans dans les rivières Mistassini et aux Saumons respectivement (fig. 2).

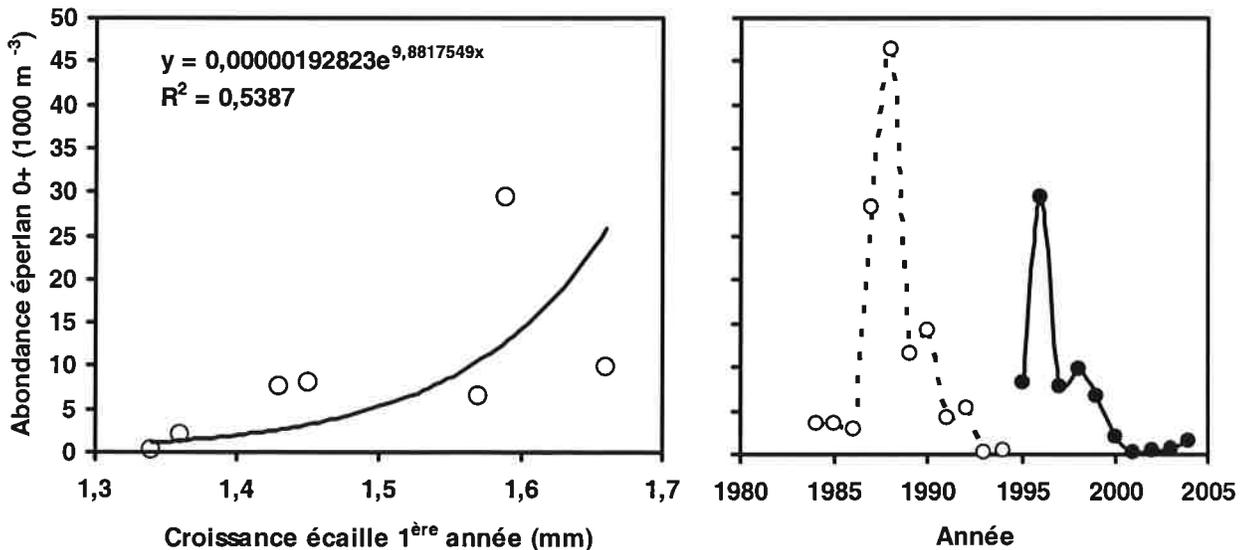


Fig. 1. Relation entre l'abondance des éperlans 0+ et la croissance de l'écaïlle durant la première année en lac de la ouananiche (à gauche) et fluctuations de l'abondance des éperlans 0+ (à droite) de 1984 à 1994 (estimée) et de 1995 à 2002 (observée).

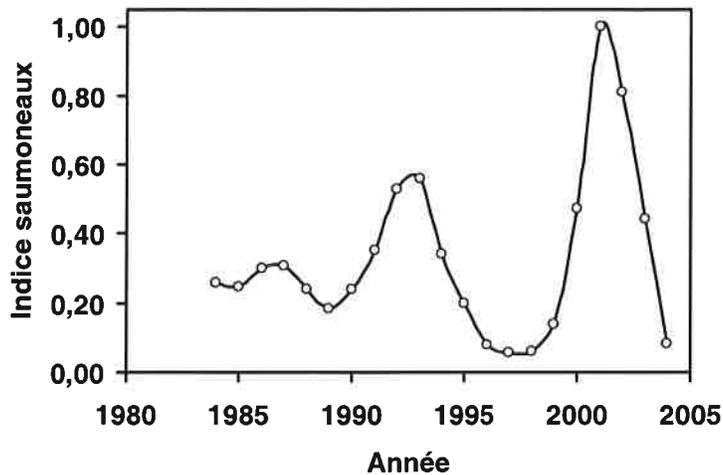


Fig. 2. Fluctuation de l'indice d'abondance des saumoneaux de 1984 à 2004.

2.2. Impact de l'hydrologie

Pour vérifier l'impact des facteurs hydrologiques sur le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean, l'abondance des éperlans 0+ (fig. 1) a été mise en relation avec les débits des rivières Péribonka et Ashuapmushuan, la température de l'eau et le niveau du lac Saint-Jean observés à différentes périodes de l'année de 1984 à 2004. Ces variables sont mesurées quotidiennement par le ministère de l'Environnement, la société Alcan ou la ville de Roberval. Les rivières Péribonka et Ashuapmushuan représentent les deux sites connus de reproduction des éperlans du lac Saint-Jean.

2.3. Impact du climat

L'impact de la mortalité hivernale sur le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel a été étudié en comparant trois lacs présentant des conditions climatiques variées : le lac Memphrémagog, le lac Jacques-Cartier et le lac Kénogami. Il est à noter que dans le cadre de ce projet, les éperlans du lac Saint-Jean n'ont pu être capturés en quantité suffisante pour fins d'analyses. Ainsi, les résultats obtenus au lac Kénogami ont été utilisés pour illustrer la situation du lac Saint-Jean car les conditions climatiques entre ces deux plans d'eau sont très similaires.

Des échantillons de jeunes éperlans 0+ ont déjà été récoltés à l'aide d'un chalut pélagique en octobre 2002 et en mai 2003 au lac Memphrémagog. Des échantillons ont également été récoltés dans le même plan d'eau et dans les lacs Kénogami et Jacques-Cartier en octobre 2003 et en mai 2004. Trente individus par échantillon ont été analysés en laboratoire pour déterminer les réserves lipidiques à l'automne et au printemps. Enfin, dix individus par échantillon ont été examinés pour mesurer la croissance larvaire et pré-juvénile à partir de la microstructure des otolithes (plus de détails dans Bérubé 2005).

2.4. Importance du stock reproducteur et du cannibalisme

L'importance du stock reproducteur (relation parents-recrues) et du cannibalisme a été examinée en utilisant les données d'abondance de toutes les classes d'âge d'éperlans obtenues par le sondage annuel réalisé par Faune Québec au début du mois d'août de 1996 à 2004.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Impact de la prédation

L'analyse des contenus stomacaux a montré que l'éperlan arc-en-ciel représente une proportion importante de la diète de la ouananiche, même lorsque les stocks d'éperlan sont bas en 2000, 2001 et 2002 (Tremblay 2004). Cependant, on ne retrouve presque pas d'éperlan arc-en-ciel dans la diète des dorés en 2001 et 2002, contrairement aux études précédentes réalisées en 1972 et 1988 (Tremblay 2004). On retrouve beaucoup d'insectes dans la diète du doré au printemps et au début de l'été (Tremblay 2004). Néanmoins, les poissons dominent la diète du doré à la fin de l'été (Tremblay 2004).

Les résultats indiquent que le doré est moins sélectif dans son alimentation que la ouananiche qui dépend beaucoup de l'éperlan arc-en-ciel. Les résultats suggèrent que le doré aurait peu d'impact sur les jeunes éperlans arc-en-ciel lorsque ceux-ci sont peu abondants. L'importance des insectes dans la diète des dorés en 2001-2002 est conforme au déclin des populations d'éperlan observé depuis 1996 mais suggère également une faible abondance de la plupart des stocks de poissons fourrages dans le lac Saint-Jean.

L'analyse par modélisation bioénergétique a montré que c'est lors de leur première année en lac que les ouananiches auraient le plus d'impact sur les jeunes éperlans 0+ (Tremblay 2004). Ainsi, les saumoneaux ingéreraient plus de 69% de la quantité d'éperlans consommés annuellement dans le lac Saint-Jean par l'ensemble des ouananiches (fig. 3).

Les résultats de l'analyse des abondances historiques démontrent une forte relation négative entre l'abondance des éperlans 0+ et l'indice d'abondance des saumoneaux (fig. 4). Les fluctuations inverses observées de 1984 à 2004 (fig. 4) suggèrent que les saumoneaux sont fréquemment limités par la quantité d'éperlans 0+ disponible, dépassant ainsi la capacité de support du lac St-Jean.

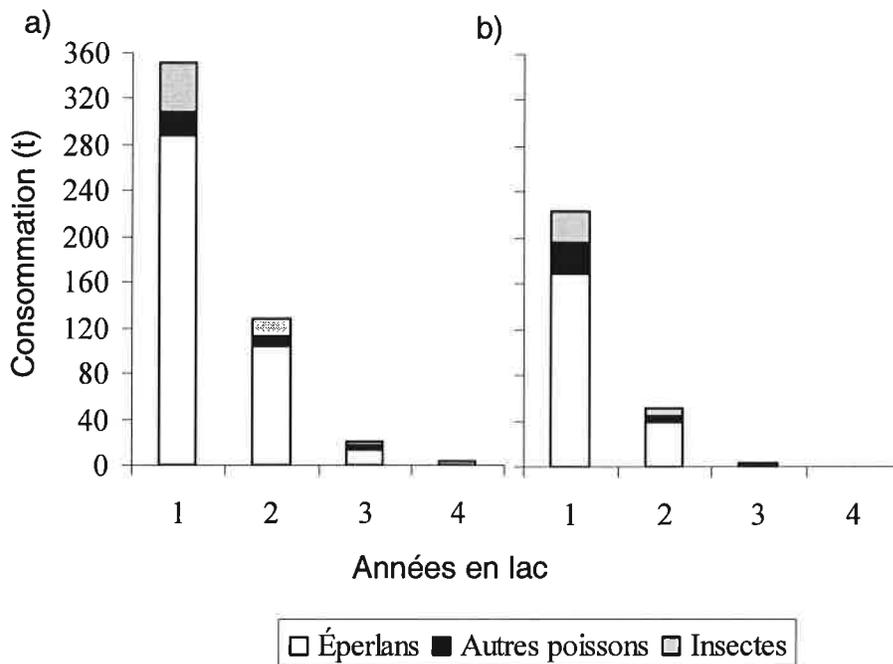


Fig. 3. Consommation prédite par le modèle bioénergétique pour les ouananiches du lac Saint-Jean durant leurs quatre premières années de vie en lac pour a) une année de croissance favorable et b) une année de croissance défavorable (tiré de Tremblay 2004).

Plus spécifiquement, les données indiquent que les stocks d'éperlan diminuent de façon importante lorsque l'indice d'abondance des saumoneaux dépasse la

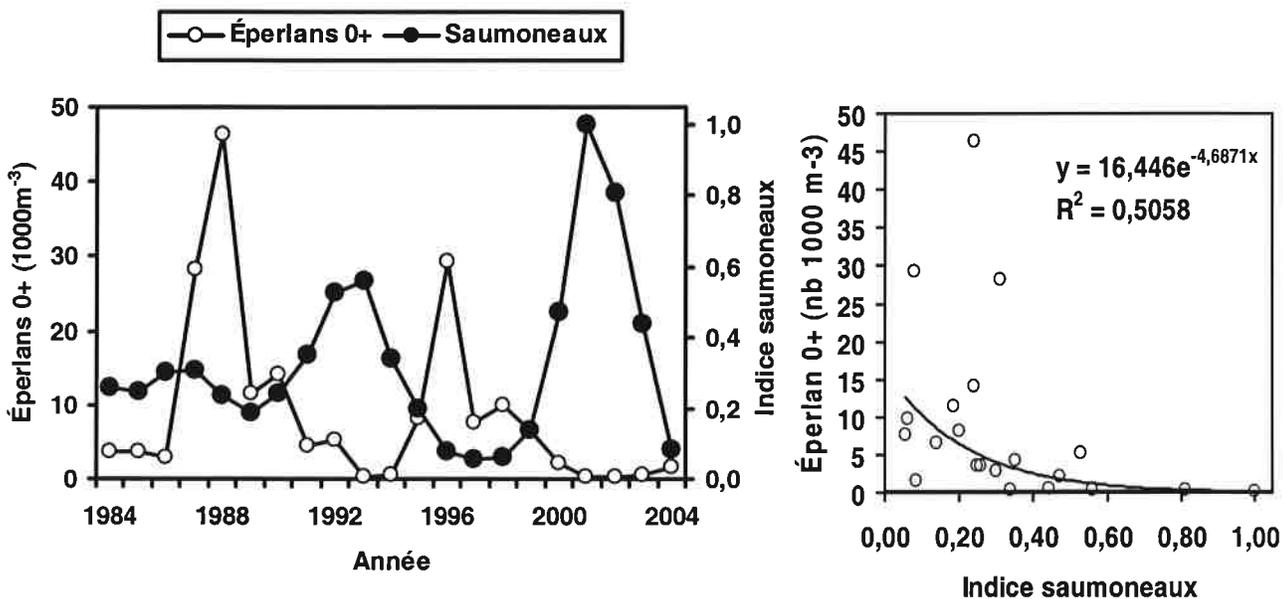


Fig. 4. Relation entre l'abondance des éperlans 0+ et l'indice d'abondance des saumoneaux dans le lac Saint-Jean de 1984 à 2004.

valeur de 0,3. À ce niveau, la quantité d'éperlan 0+ prédite par la relation exponentielle obtenue (fig. 4) est de 4 individus par 1000 m⁻³ au début du mois d'août. Ce résultat procure un ordre de grandeur du niveau des stocks d'éperlans nécessaires à soutenir une productivité acceptable et durable des populations de ouananiche dans les conditions actuelles au lac Saint-Jean. Enfin, une implication de ces résultats est que l'ensemencement de tacons ou de saumoneaux de ouananiche dans les rivières au cours des années 90 aurait augmenté la pression de prédation, contribuant ainsi à l'effondrement des stocks d'éperlans et, par la suite, à ceux de la ouananiche.

3.2. Impact de l'hydrologie

Les analyses n'ont pas révélé d'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 observe une relation statistiquement significative entre l'abondance d'éperlans 0+ et le débit moyen de la rivière Péribonka lors de la première semaine du mois de juin (fig. 5). 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

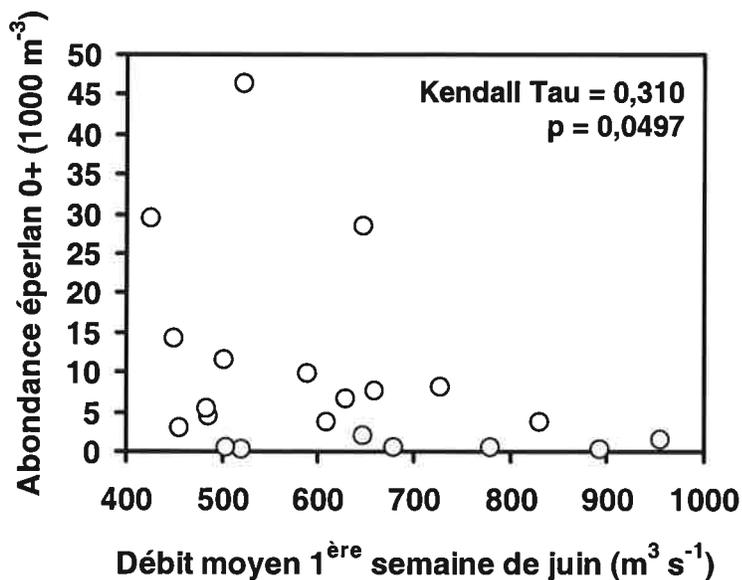


Fig. 5. Relation entre l'abondance des éperlans 0+ et le débit moyen de la rivière Péribonka lors de la première semaine de juin de 1984 à 2004.

peu élevés ($< 700 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), l'hydrologie joue un rôle mineur sur la survie des jeunes éperlans car on observe des années de fort et faible recrutement. Cependant, lorsque les débits sont élevés ($>700 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), 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 lors de la première semaine de juin depuis 1984 avec $955 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. On prévoyait un recrutement beaucoup plus important de l'éperlan en 2004 étant donné la faible pression de prédation par les saumoneaux. 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.

3.3. Impact du climat

Malgré un hiver nettement plus rigoureux et une saison de croissance moins longue, les jeunes éperlans 0+ des lacs Kénogami et Jacques-Cartier atteignent une taille similaire à l'automne que ceux du lac Memphrémagog (Tab. 1). Aussi, les individus des lacs Kénogami et Jacques-Cartier présentent une croissance plus rapide et accumulent plus de lipides que ceux du lac Memphrémagog (Tab. 1).

Ces résultats suggèrent qu'une sélection environnementale en fonction du climat est possible au lac Memphrémagog. Lors d'un hiver doux, plusieurs individus pourraient survivre alors qu'ils ne posséderaient pas les réserves suffisantes pour affronter un hiver plus ou moins rigoureux. Ce caractère peut se maintenir dans cette population en raison d'une occurrence probablement assez élevée des hivers doux sur ce plan d'eau.

Par ailleurs, les résultats indiquent que dans les lacs Kénogami et Jacques-Cartier, et par extension dans le lac Saint-Jean, les éperlans sont génétiquement *programmés* pour subir une courte saison de croissance et un hiver rigoureux. Cette adaptation aurait été développée au cours des générations alors que la

faible occurrence d'hivers doux n'a pas permis l'établissement d'individus à faible potentiel énergétique. Ainsi, ces populations seraient peu influencées par les fluctuations climatiques normales. On ne retrouve pas dans les lacs nordiques à l'automne des individus qui sont mal adaptés à traverser l'hiver. Cette hypothèse est supportée par l'observation d'éperlans 0+ capturés à l'automne 2004 dans le

Tab. 1. Comparaison de la croissance et de l'accumulation de réserves lipidiques des éperlans 0+ en fonction des caractéristiques climatiques des lacs Memphrémagog, Kénogami et Jacques-Cartier (tiré de Bérubé 2005).

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

lac Saint-Jean. Ceux-ci avaient atteint une longueur similaire à celles présentées dans le Tab. 1, malgré une taille moyenne observée lors du sondage annuel du mois d'août inférieure de près de 12% par rapport aux valeurs observées de 1996 à 2003 dans le même plan d'eau.

3.4. Importance du stock reproducteur et du cannibalisme

Deux autres variables ont été examinées afin de mieux comprendre les facteurs responsables des fluctuations du recrutement chez l'éperlan arc-en-ciel au lac Saint-Jean. Premièrement, la relation stock – recrutement a été établie en utilisant l'abondance des éperlans 0+ (=recrues) et celle des classes d'âges 2+ et plus (=stock reproducteur) évaluées lors du sondage annuel réalisé au début du mois d'août de 1996 à 2004 inclusivement. La relation démontre clairement que le recrutement de jeunes éperlans au lac Saint-Jean dépend du niveau du stock reproducteur (fig. 6).

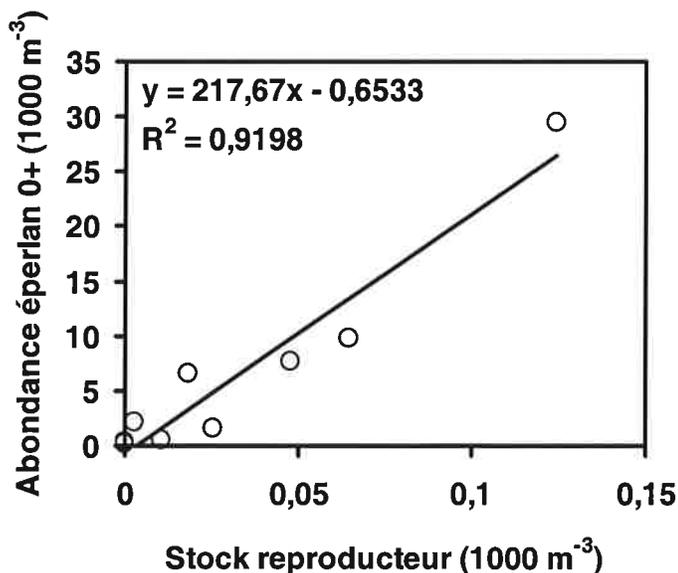


Fig. 6. Relation stock – recrutement chez l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean entre 1996 et 2004 inclusivement.

Deuxièmement, des travaux de modélisation 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 & LaBar 1994, Lantry & Stewart 2000). La relation entre la survie des jeunes éperlans 0+ jusqu'à 1+ et l'abondance des éperlans 1+ supporte cette hypothèse (fig. 7). La classe d'âge des 1+ est la plus susceptible de côtoyer celle des 0+ étant donné que l'éperlan arc-en-ciel se distribue spatialement en fonction de son âge (Legault 1998).

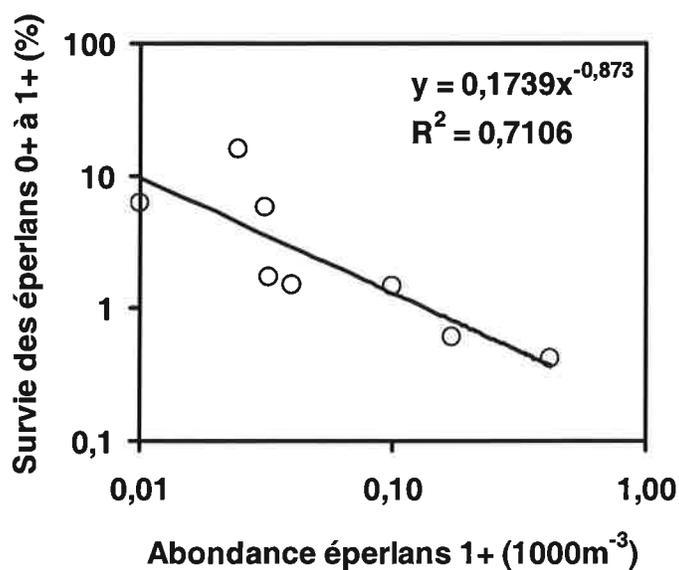


Fig. 7. Relation entre la survie des jeunes éperlans de 0+ à 1+ en pourcentage et l'abondance des éperlans 1+ entre 1996 et 2004.

4. CONCLUSIONS

Les résultats des recherches menées à l'UQAC depuis 2002 démontrent que le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean est contrôlé par un ensemble complexe de facteurs abiotiques et biotiques. Un modèle conceptuel du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean est proposé dans le but synthétiser la complexité du système en tirant partie des connaissances acquises jusqu'à maintenant sur cette espèce (fig. 8).

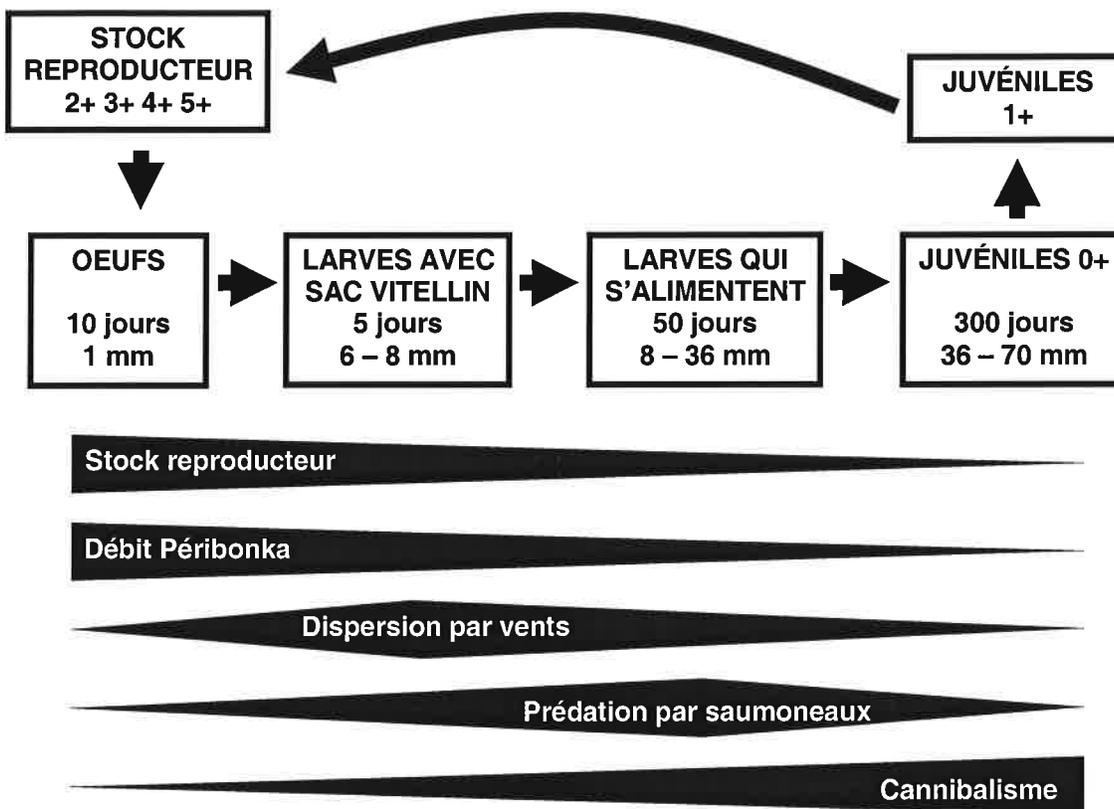


Fig. 8. Modèle conceptuel du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel dans le lac Saint-Jean.

Le développement de l'éperlan arc-en-ciel lors de la première année peut être divisé en quatre stades : le stade œuf avec une incubation moyenne de 10 jours, le stade larvaire avec sac vitellin qui persiste 5 jours après l'éclosion, le stade larvaire avec alimentation planctonique qui dure en moyenne un peu moins de 2 mois et le stade juvénile 0+ qui prend place pour le reste de la première année.

La régulation de l'abondance à chacun de ces stades de développement sera influencée par différents facteurs abiotiques et biotiques.

Les résultats montrent que la quantité de larves d'éperlan produites suite à l'incubation des œufs sera déterminée par le niveau du stock reproducteur 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 due aux vents vers des conditions d'alimentation favorables tel que documenté par les travaux de maîtrise de Fortin (2002) et Gagnon (2005). La pression de prédation par les saumoneaux de ouananiche aura un impact déterminant sur la survie larvaire. Enfin, la survie des juvéniles 0+ jusqu'à l'été suivant est contrôlée par la prédation de leurs aînés, c'est-à-dire, le cannibalisme des juvéniles 1+.

Parmi l'ensemble de ces facteurs abiotiques et biotiques, y en a-t-il un ou plusieurs qui ont plus d'impact sur les fluctuations du recrutement de l'éperlan arc-en-ciel au 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 saumoneaux est faible, la prédation par ceux-ci contribue peu à fixer le recrutement et on observe des années de fort et de faible recrutement de l'éperlan. Cependant, lorsque l'abondance des saumoneaux 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 face aux autres facteurs. Toutefois, s'il présente une valeur moyenne, sa contribution relative peut devenir presque nulle.

Le modèle conceptuel proposé est une première tentative pour prédire l'abondance de l'éperlan arc-en-ciel et, éventuellement, la production de ouananiches dans le lac Saint-Jean. Il s'améliorera avec des observations supplémentaires, particulièrement des évaluations additionnelles de l'abondance annuelle des différentes classes d'âge d'éperlan assurées par le suivi du mois d'août de Faune Québec. Éventuellement, le modèle conceptuel pourrait devenir un modèle prédictif quantitatif et permettre d'estimer l'abondance d'éperlan 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 sur des bases scientifiques au sujet de la ressource et de 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 dans le 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 lors de la période d'incubation des œufs, restreindre la pression de prédation exercée par les saumoneaux ou encore ensemercer des éperlans afin d'augmenter le stock reproducteur. Cependant, il est impossible présentement 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'éperlan 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 XXe siècle et que son niveau de production passé n'est pas garant de celui du futur. Enfin, quels éperlans sont importants pour le lac Saint-Jean ? On connaît actuellement quatre populations d'éperlans arc-en-ciel au lac Saint-Jean (naine Péribonka, normale Péribonka, naine nord-ouest, normale nord-ouest). Il serait important dans le futur de discriminer efficacement ces populations d'éperlan afin d'évaluer leur contribution relative au stock du lac Saint-Jean et de vérifier la réponse de ces populations aux différents facteurs du modèle conceptuel.

5. BIBLIOGRAPHIE

- Begon M, Harper JL, Townsend CR (1996) Ecology. Blackwell Science, Londres
- Bérubé A (2005) Mortalité hivernale de l'éperlan arc-en-ciel d'eau douce. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, QC.
- Desjardins R (1989) Régime alimentaire de différentes espèces de poissons du lac Saint-Jean. Centre écologique du lac Saint-Jean inc. Rapport préliminaire, 54p.
- Fortin A-L (2002) Régime alimentaire et principaux facteurs influençant l'alimentation des jeunes éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) du lac Saint-Jean. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, QC.
- Gagnon K (2005) Distribution et abondance des larves d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) au lac Saint-Jean, en 1998 et 1999. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, QC.
- Havey KA (1973) Effects of smelt introduction on growth of landlocked salmon at Schoodic lake, Maine. Trans Am Fish Soc 102:392-397
- Havey KA, Warner K (1970) The landlocked atlantic salmon (*Salmo salar*): its life history and management in Maine. Sport Fishing Institute, Washington D.C. & Maine Dept. Inland Fish. and Game, 118p.
- He X, LaBar GW (1994) Interactive effects of cannibalism, recruitment, and predation on rainbow smelt in Lake Champlain: a modeling synthesis. J Gt Lakes Res 20:289-298
- Henderson BA, Nepszy SJ (1989) Factors affecting recruitment and mortality rates of rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in Lake Erie, 1963-85. J Gt Lakes Res 15:357-366
- Lantry BF, Stewart DJ (2000) Population dynamics of rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in Lakes Ontario and Erie: a modeling analysis of cannibalism effects. Can J Fish Aquat Sci 57:1594-1606
- Legault M (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 19p.
- 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. Direction de la recherche sur la faune, Société de la faune et des parcs du Québec.

Mahy G (1975) Étude comparée des régimes alimentaires de la ouananiche, du doré et du brochet. Centre de recherche du Moyen-Nord, contribution à la biologie de la ouananiche, rapport mimeographié, 143p.

Nadon L (1991) Évaluation du régime alimentaire et de la croissance de la ouananiche (*Salmo salar L.*) du lac Saint-Jean. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, QC.

Schaefer WF, Swenson WA, Heckman RA (1981) Postspawning mortality of rainbow smelt in western Lake Superior. *J Gt Lakes Res* 7:37-41

Tremblay G (2004) Impact de la prédation sur le recrutement de l'éperlan arc-en-ciel du lac Saint-Jean. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, QC.

