



UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**MÉMOIRE**

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN RESSOURCES RENOUVELABLES

**PAR**

YAN BHÉRER

B. SC.

**ALIMENTATION ET CROISSANCE DE L'OMBLE MOULAC ET DE L'OMBLE LACMOU DANS  
LA RÉSERVE FAUNIQUE DE PORTNEUF**

DÉCEMBRE 2015

## RÉSUMÉ

Au Québec, la pêche sportive est une activité de très grande importance économique. La principale espèce exploitée est sans équivoque l'omble de fontaine, *Salvelinus fontinalis*. Depuis plusieurs années, une diminution de l'abondance de ces poissons dans certains plans d'eau a été constatée. Celle-ci serait occasionnée, entre autres, par l'introduction d'espèces compétitrices. L'introduction d'un hybride entre l'omble de fontaine et le touladi (*Salvelinus namaycush*) a été effectuée dans le but de contrer ces espèces compétitrices. Tout dépendamment du croisement réalisé, il a donné naissance à deux types d'hybride : l'omble moulac et l'omble lacmou. Toutefois un problème persiste, les connaissances concernant les habitudes alimentaires et la croissance de l'omble moulac sont très limitées, alors que ce n'est pas le cas pour l'hybride lacmou.

Dans cette étude, l'objectif principal était de comparer (1) le régime alimentaire et (2) le taux de croissance des deux types d'hybride. Pour effectuer ces analyses, quatre lacs ont été échantillonnés de mai à octobre 2006 et 2007 dans la Réserve faunique de Portneuf, suite à desensemencements d'hybrides réalisés en 2005 et 2006. L'alimentation a été comparée à l'aide des contenus stomacaux provenant des poissons capturés dans le lac des Aulnes. La croissance a quant à elle été mesurée à partir de la masse, de la longueur et des accroissements annuels des otolithes d'individus âgés de un, deux ou trois ans.

L'analyse des contenus stomacaux des poissons provenant du lac des Aulnes a démontré que l'alimentation change en fonction de l'âge des individus et de la période de l'été, mais qu'elle est similaire entre les deux types d'hybride. Les comparaisons de la croissance montrent que l'omble moulac semble avoir un léger avantage sur l'omble lacmou des points de vue de la longueur et de la masse corporelle, mais pas au niveau de l'indice de condition de Fulton.

L'introduction d'un hybride ne constitue pas une panacée contre les espèces compétitrices, mais plutôt un outil de mise en valeur de plus à la disposition des gestionnaires. Cet outil de mise en valeur permet d'augmenter l'offre de pêche dans certains lacs proposant jadis de piètres rendements, en plus d'offrir aux pêcheurs un poisson de taille intéressante.

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mon directeur, M. Pascal Sirois, qui m'a donné l'opportunité de faire partie de son laboratoire et d'effectuer cette maîtrise en ressources renouvelables. Je remercie également M. Martin Arvisais qui m'a été d'une grande aide pour bien comprendre le projet et me faire connaître les deux hybrides étudiés.

Un gros merci aux gens qui m'ont aidé lors des périodes d'échantillonnages aux filets ; aux gens du MRNF : Bruno Baillargeon, Gilles Mercier, Alain Vallière, Jean-Guy Frenette, Cécile Auclair, Gilbert Rondeau, Mélissa Chatelain et à Véronique Gravel, technicienne au laboratoire des sciences aquatiques.

Je remercie les gens du laboratoire des sciences aquatiques pour m'avoir offert un bon soutien au niveau de leurs connaissances. Cependant, je remercie davantage Anne-Lise Fortin, pour ses grandes connaissances générales qui ont été d'une très grande aide. Merci à Isabelle Poirier pour son aide précieuse pour l'identification du contenu stomacal. Merci à Véronique Leclerc et Pascal Sirois, pour m'avoir expliqué plusieurs notions de statistiques.

Un très gros merci au personnel de la Réserve faunique de Portneuf, qui m'a fourni toute l'aide dont j'avais besoin. Un merci particulier aux gens de l'accueil avec lesquels j'ai eu plusieurs heures de discussions. Michel Coulombe, directeur de la réserve, était toujours très positif et très compréhensif aux besoins du projet. Lilianne Cauchon, merci pour le support, ta bonne humeur de tous les jours et principalement pour toute l'aide que tu m'as apportée durant mon séjour dans la Réserve.

Mes sincères remerciements à Pascal Sirois, qui sut être disponible pour répondre à mes questionnements et aussi me diriger tout au long de ma maîtrise. Il ne faut certainement pas oublier la famille qui m'a soutenu tout au long de mes études.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ .....	ii
REMERCIEMENTS .....	iii
TABLE DES MATIÈRES .....	iv
LISTE DES FIGURES .....	v
LISTE DES TABLEAUX .....	vi
LISTE DES ANNEXES .....	vii
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATÉRIEL ET MÉTHODES .....</b>	<b>11</b>
2.1 Zone d'étude .....	12
2.2 Échantillonnage .....	14
2.3 Traitement des échantillons en laboratoire.....	17
2.3.1 Alimentation .....	17
2.3.2 Condition et croissance .....	18
2.4 Analyses des données.....	19
2.4.1 Alimentation .....	19
2.4.2 Condition et croissance .....	20
<b>3 RÉSULTATS .....</b>	<b>21</b>
3.1 Alimentation dans le lac des Aulnes.....	22
3.2 Condition et croissance .....	27
<b>4 DISCUSSION .....</b>	<b>37</b>
4.1 Alimentation .....	38
4.2 Condition et croissance .....	40
<b>5 IMPLICATION POUR LA GESTION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES .....</b>	<b>44</b>
<b>6 RÉFÉRENCES .....</b>	<b>46</b>

## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Touladis, ombles de fontaine et ombles lacmou, a- femelle touladi. b- mâle touladi. c- femelle lacmou. d-mâle lacmou. e- femelle omble de fontaine. f- mâle omble de fontaine. Tiré de Berst et al. 1980 .....	6
Figure 2	Trois principaux critères de distinction entre l'omble lacmou (en haut) et l'omble de fontaine (en bas) .....	7
Figure 3	Représentation cartographique de la Réserve faunique de Portneuf. ....	13
Figure 4	Paire d'otolithes <i>sagittae</i> d'un omble moulac de 3 ans .....	19
Figure 5	Nombre moyen de proies retrouvées dans l'estomac des deux types d'hybride de 1+, 2+ et 3+ (a) et le volume moyen total des proies ingérées par les deux types d'hybride de 1+, 2+ et 3+ (b) dans le lacs des Aulnes. Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes selon un test de Student ( $p < 0,05$ ). ....	23
Figure 6	Relation entre la masse et la longueur des hybrides âgés de 1 à 3 ans, capturés dans l'ensemble des lacs (a) et dans le lac des Aulnes (b) au cours de l'été 2006 et 2007. Les régressions linéaires ont été réalisées sur les données de masse et longueur transformées en logarithme naturel (ln) et les probabilités étaient dans tous les cas $p < 0,0001$ . ....	27
Figure 7	Longueur (mm) moyenne en fonction de l'âge des deux types d'hybride pour l'ensemble des lacs (a) et le lac des Aulnes (b) pour les années 2006 et 2007. Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes (t de Student, $p < 0,05$ ) entre les âges seulement. Les barres d'erreurs représentent l'écart type.....	29
Figure 8	Masse moyenne (g) en fonction de l'âge des deux types d'hybride pour l'ensemble des plans d'eau (a) et pour le lac des Aulnes (b). Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes (t de Student, $p < 0,05$ ). Les barres d'erreurs représentent l'écart type. ....	31
Figure 9	Indice de condition de Fulton moyen pour l'ensemble des hybrides en fonction de leur âge pour l'ensemble des plans d'eau (a) pour le lac des Aulnes (b). Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes (t de Student, $p < 0,05$ ). Les barres d'erreurs représentent l'écart type. .	34
Figure 10	La longueur à la fourche (LF en mm) rétrocalculée en fonction de l'âge pour les 3 classes d'âge de poissons pour l'ensemble des lacs échantillonnés. La probabilité représente le résultat d'un test ANOVA qui compare la longueur à l'âge entre le type d'hybride.....	36

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Caractéristiques des lacs et nombre de poissonsensemencés en 2005 et 2007. La prise de données s'est effectuée sous la thermocline. ....	13
Tableau 2	Liste des espèces de poissons présentes dans les lacs étudiés. ....	14
Tableau 3	Caractéristiques des filets expérimentaux. ....	16
Tableau 4	Le nombre d'omble moulac et lacmou capturés durant les différentes périodes d'inventaires (2006 et 2007). ....	17
Tableau 5	Tableau ANOVA du nombre de proies dénombrées dans les estomacs en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons, de la période d'échantillonnage et leurs interactions dans le lac des Aulnes. ....	23
Tableau 6	Test de comparaisons multiples (t de Student) pour le nombre moyen de proies retrouvées dans l'estomac des hybrides selon l'âge et la période de capture dans le lac des Aulnes. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $\alpha < 0,05$ ). ....	24
Tableau 7	Tableau ANOVA du volume de proies dénombrées dans les estomacs en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons, de la période d'échantillonnage et leurs interactions dans le lac des Aulnes. ....	25
Tableau 8	Test de comparaisons multiples (t de Student) pour le volume moyen de proies capturées selon la période de capture. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ). ....	25
Tableau 9	Test de comparaisons multiples (t de Student) pour le volume moyen de proies selon l'âge des hybrides et la période de capture. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ). ....	25
Tableau 10	Nombre total de proies identifiées dans le contenu stomacal des différents hybrides pour le lac des Aulnes. ....	26
Tableau 11	Volume (ml) total de proies identifiées dans le contenu stomacal des différents hybrides pour le lac des Aulnes. ....	26
Tableau 12	Tableau ANOVA de la longueur (mm) moyenne des hybrides en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons et de son interaction dans l'ensemble des lacs et dans le lac des Aulnes exclusivement. ....	29
Tableau 13	Test de comparaisons multiples (t de Student) pour la longueur (mm) moyenne des hybrides capturés selon le lieu de capture et l'âge des hybrides. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ). ....	30
Tableau 14	Tableau ANOVA de la masse (g) moyenne des hybrides en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons et de son interaction dans l'ensemble des lacs et dans le lac des Aulnes exclusivement. ....	32
Tableau 15	Test de comparaisons multiples (t de Student) pour la masse moyenne (g) des hybrides, de l'ensemble des lacs, capturés selon le type d'hybride et l'âge de ceux-ci. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ). ....	32

Tableau 16	Test de comparaisons multiples (t de Student) pour la masse moyenne (g) des hybrides, du lac des Aulnes, capturés selon le type d'hybride et l'âge de ceux-ci. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ). .....	33
Tableau 17	Tableau ANOVA de l'indice de condition de Fulton (K) des hybrides en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons et de son interaction dans l'ensemble des lacs et dans le lac des Aulnes exclusivement. ....	34
Tableau 18	Longueur moyenne des ombles moulac et lacmou selon différentes études. ....	41

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1a	Fréquence d'occurrence (f.o.) en pourcentage, le pourcentage de proies (% proie) et le pourcentage de volume (% volume) des proies qui ont été consommées par les deux types d'hybride de 1+ pour le lac des Aulnes. ....	51
Annexe 1b	Fréquence d'occurrence (f.o.) en pourcentage, le pourcentage de proies (% proie) et le pourcentage de volume (% volume) des proies qui ont été consommées par les deux types d'hybride de 2+ pour le lac des Aulnes. ....	52
Annexe 1c	Fréquence d'occurrence (f.o.) en pourcentage, le pourcentage de proies (% proie) et le pourcentage de volume (% volume) des proies qui ont été consommées par les deux types d'hybride de 3+ pour le lac des Aulnes. ....	53
Annexe 2	Pourcentage du nombre de proies retrouvées dans l'estomac des ombles moulac et lacmou de différents âges (1+, 2+, 3+) selon la période (juin, août, octobre) pour le lac des Aulnes. Le nombre (N=) représente la quantité d'estomacs qui ont servi à l'analyse. ....	54
Annexe 3	La quantité volumétrique de chaque type de proies dans l'estomac des ombles moulac et lacmou de différents âges (1+, 2+, 3+) selon la période (juin, août et octobre) pour le lac des Aulnes uniquement. Le nombre (N=) représente la quantité d'estomacs qui ont servi à l'analyse. ....	55

# 1 INTRODUCTION

Au Québec, la pêche est une activité économique très importante. Elle est pratiquée par plus de 711 000 adeptes qui dépensent plus de 473 265 983 \$ (Pêches et Océans Canada 2012) annuellement dans la province, faisant de cette activité un important moteur économique de développement régional. La grande majorité de ces retombées provient de la pêche au doré, à l'omble de fontaine (truite mouchetée) et au groupe brochet-perchaude-achigan. L'omble de fontaine est la deuxième espèce la plus recherchée par les pêcheurs sur le territoire québécois (ÉcoTec 2014). Cependant, depuis plus de 25 ans, les gestionnaires de la faune sont confrontés à un problème de diminution des rendements d'omble de fontaine de l'ordre de 30 à 70 % dans certains lacs (Magnan et al. 1990).

Ce problème de diminution des rendements est souvent relié à l'introduction d'espèces compétitrices dans les lacs où l'on retrouvait l'omble de fontaine en allopatrie. Ces espèces forcent l'omble de fontaine à changer de niche alimentaire pour aller vers des ressources moins optimales pour sa croissance, causant un impact direct et majeur sur les populations. La chute des rendements a un effet direct sur le potentiel de pêche sportive de cette espèce. Les espèces compétitrices font partie des trois groupes suivants : les Percidés, les Centrarchidés et les Catostomidés. Lorsque l'une de ces espèces compétitrices est présente dans un plan d'eau qui abritait une population allopatrique d'omble de fontaine, le rendement de ce dernier diminue respectivement de 90 %, 50 % et 30 % (Therrien et Lachance 1997).

Pour restaurer une population allopatrique d'omble de fontaine dans ces lacs, il faut éliminer l'ensemble des poissons d'un même plan d'eau. Pour y arriver, on utilise la roténone, qui est extraite des racines de légumineuses provenant des régions tropicales et subtropicales. Il s'agit du produit le plus utilisé pour la restauration des populations d'omble de fontaine (Blais et Beaulieu 1992 et Bujold, J. N. et al 2013). La roténone est une molécule organique toxique pour les organismes à branchies et plus particulièrement pour les poissons. Elle agit au niveau de la mitochondrie en inhibant le transport des électrons dans le processus de respiration cellulaire. Ce traitement chimique est suivi d'un repeuplement d'omble de fontaine de la lignée indigène,

permettant de rétablir à moyen terme une population d'omble de fontaine en allopatric dans le lac et ainsi une qualité de pêche comparable à la période pré-introduction des espèces compétitrices. Cette méthode a donné de très bons résultats dans le passé, mais elle s'avère très coûteuse (Laurin 1996).

Le retrait massif des espèces compétitrices est une méthode alternative qui a été expérimentée pour augmenter les rendements de l'omble de fontaine dans les lacs où il se retrouve en compétition avec le meunier noir (Brodeur et al. 2001, Saint-Laurent et al. 2002). Cette méthode consiste à capturer de grandes quantités de l'espèce compétitrice lors de leur rassemblement sur les sites de fraie. Cependant, cette méthode serait peu efficace à long terme, étant donné qu'elle doit être effectuée périodiquement sans interruption. Lorsque les travaux de retrait ne s'effectuent plus, l'abondance de l'espèce de poisson visée par cette mesure tend à revenir à la situation initiale.

Il existe également des cas d'introduction d'espèces de poissons piscivores pour contrer la prolifération des espèces compétitrices. Par exemple, dans la région de la Capitale-Nationale, il y a eu desensemencements de touladis (*Salvelinus namaycush*) dans les lacs Jacques-Cartier, Lapeyrère, Travers, Long, Bellevue, Hamel et Vierge; de maskinongés (*Esox maskinongy*) dans les lacs Dusseau, Ducont, Desrochers, Tarbell, Saint-Malo et Sergent; et de grands brochets (*Esox lucius*) dans le lac Saint-Charles (Arvisais et al. 2003). Dans quelques cas, ces introductions se sont avérées défavorables aux populations d'omble de fontaine, car les nouveaux prédateurs n'ont pas fait la distinction entre les ombles indigènes et les espèces compétitrices.

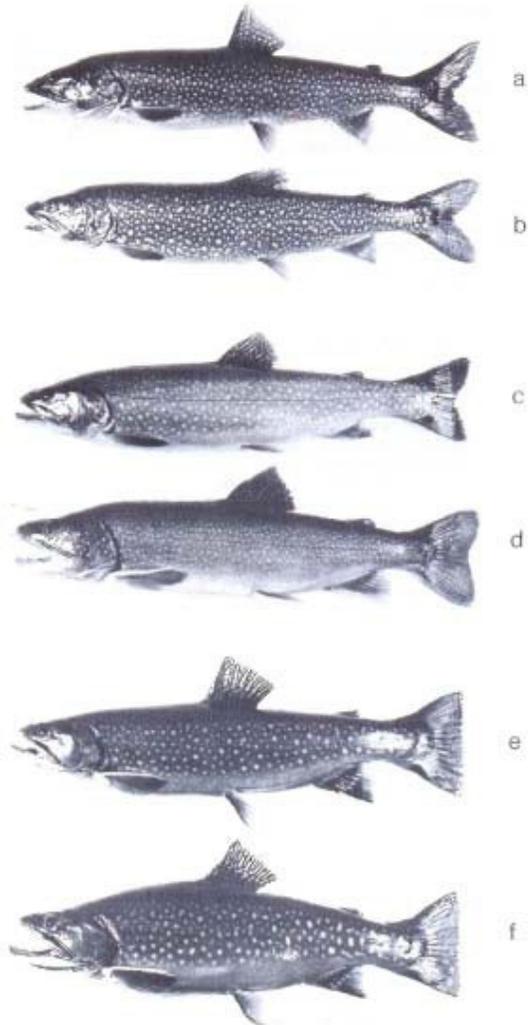
Une autre solution pour contrer les compétiteurs consiste à introduire l'omble moulac, un hybride entre le touladi (*Salvelinus namaycush*) et l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), qui est fertile et recherché par les pêcheurs sportifs. Le nom de « moulac » a été proposé pour la première fois par Vianney Legendre vers 1950 (Legendre et al. 1980). Le terme **mou** fait référence à la truite **mouchetée** et **lac**, à la truite de **lac** (touladi). En anglais, son nom est « splake », dérivé de « **spekled trout** » et « **lake trout** ». La première syllabe du nom de l'hybride est employée pour

désigner la femelle du croisement. Le croisement inverse existe également et se nomme l'omble lacmou, ou « brookinaw » en anglais (Wagner et al. 2002).

La production d'hybrides issus du croisement entre l'omble de fontaine et le touladi a commencé vers 1870 dans certaines piscicultures de l'Amérique du Nord (Spangler et Berst 1978). L'intérêt pour cet hybride s'est grandement accentué en Ontario au milieu des années cinquante suite au déclin drastique des populations de touladis des Grands Lacs, causé par l'invasion de la lamproie marine (*Petromyzon marinus*). Ce sont environ 2 339 millions d'ombles lacmou qui ont été ensemencés en 1995-96 en Amérique du Nord (Heidinger 1999). Toutefois, au Québec, cet hybride a été très peu utilisé. Une étude réalisée dans la Réserve faunique de Portneuf, où il y a eu ensemencement des ombles lacmou et moulac, a démontré que l'utilisation de ces hybrides permet la restauration d'une certaine qualité de pêche dans les plans d'eau à communauté multispécifique (Vallières et al. 2003). Plusieurs études ont établi que la production d'ombles moulac, qui sont issus des œufs d'ombles de fontaine, s'avère plus difficile à réaliser en raison de la petite taille des œufs (Stenton 1952; Buss et Wright 1956; Wagner et al. 2002). Cette caractéristique entraîne une déformation de la nageoire caudale des embryons, ce qui occasionne un taux de mortalité de l'ordre de 30 à 50 % en pisciculture. Aux États-Unis et en Ontario, l'omble lacmou est le plus utilisé, car il ne présente pas les complications d'élevage en pisciculture de la moulac. Au Québec, par contre, il y a eu ensemencement d'environ 70 000 ombles moulac au cours des années 2003 et 2004 (Adams 2004). L'approvisionnement en œufs de touladi constitue toutefois la grande difficulté dans cette province, car ils doivent être récoltés en nature et que la densité de cette espèce en lac n'est pas aussi élevée que celle de l'omble de fontaine.

Les caractéristiques phénotypiques et morphologiques des deux hybrides semblent intermédiaires aux espèces parentales (Figure 1; Berst et al. 1980). Néanmoins, les hybrides ressemblent davantage au touladi qu'à l'omble de fontaine. Il existe trois caractéristiques externes et une interne pour faire la distinction entre les hybrides et les espèces parentales. La première est la présence de tachetures sur les opercules chez l'hybride et le touladi uniquement (Figure 2).

Deuxièmement, les points rouges présents sur le corps de l'omble de fontaine sont entourés de halos bleutés, tandis que sur les hybrides, les halos bleutés sont absents (Figure 2). Le troisième caractère distinctif est la nageoire caudale très fourchue chez le touladi, qui n'est que légèrement fourchue chez l'hybride et ne l'est pas du tout chez l'omble de fontaine (Figure 2). La dernière caractéristique distinctive est le nombre de caeca pyloriques. Ils varient de 30 à 40 chez l'omble de fontaine, de 120 à 140 pour le touladi et de 60 à 80 chez l'hybride (Berst et al. 1980).



**Figure 1** Touladis, ombles de fontaine et ombles lacmou, a- femelle touladi. b- mâle touladi. c- femelle lacmou. d-mâle lacmou. e- femelle omble de fontaine. f- mâle omble de fontaine. Tiré de Berst et al. 1980

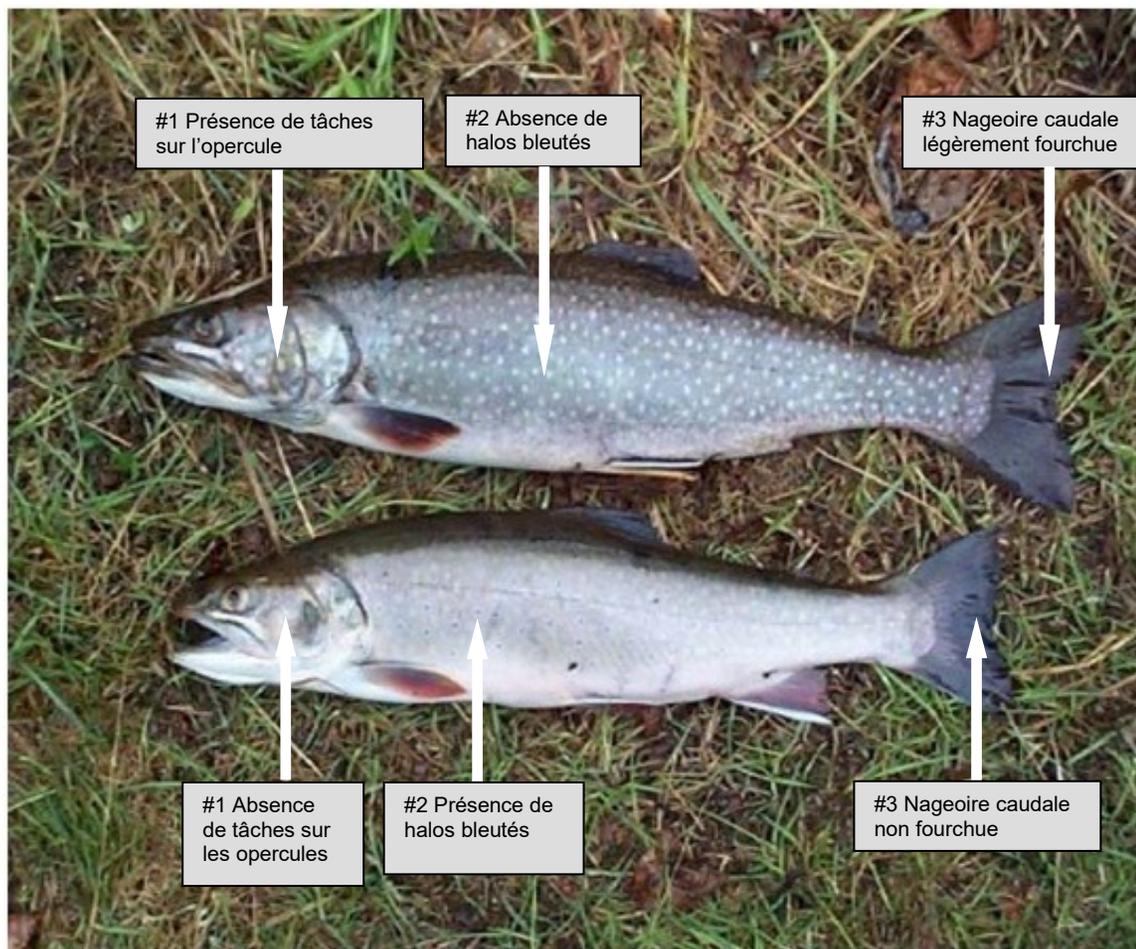


Photo Alain Vallière ( MRNF)

**Figure 2** Trois principaux critères de distinction entre l'omble lacmou (en haut) et l'omble de fontaine (en bas)

L'alimentation de l'omble lacmou s'apparente davantage à celle du touladi qu'à celle de l'omble de fontaine (Berst et al. 1980) et varie au cours de la croissance de l'hybride. Lorsqu'ils sont âgés de moins de deux ans, les hybrides se nourrissent principalement d'invertébrés (Kerr 2000), alors que dès la seconde année, leur diète s'oriente davantage vers une alimentation piscivore (Berst et al. 1980). Par contre, l'omble lacmou a la capacité de se nourrir de plusieurs types de proies et la diète des individus est souvent le reflet de la disponibilité relative des proies présentes dans le lac. Les principaux organismes présents dans l'alimentation de l'omble lacmou sont les suivants : zooplancton (cladocères, copépodes), œufs de poissons, insectes aquatiques et

terrestres, sangsues, écrevisses, amphibiens et poissons. Parmi les espèces de poissons qui font l'objet de prédation par l'omble lacmou, il y a la perchaude (*Perca flavescens*), les *Cyprinidae*, le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*), l'épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*), l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*), le chabot de profondeur (*Myoxocephalus quadricornis*) et l'omisco (*Percopsis omiscomaycus*). Bien que la présence de poissons-fourrage soit relativement importante pour l'omble lacmou (Kerr 2000), en leur absence, il se rabattra sur les invertébrés (insectes, écrevisses, sangsues). Le régime alimentaire peut varier en fonction des périodes de l'année. Martin et Baldwin (1960) ont observé dans certains lacs du Parc Algonquin (Ontario) que durant les mois printaniers et automnaux, la diète des ombles lacmou était très variée (plancton, insectes, amphipodes, sangsues, écrevisses, salamandres, grenouilles, souris, poissons) avec une forte prédominance de larves d'éphémères. Durant les mois chauds d'été, par contre, la diète des individus était plus limitée (insectes, poissons, et écrevisses) et le nombre d'estomacs vides était plus élevé, les individus étant forcés d'aller se réfugier dans les couches thermiques plus froides. La compétition interspécifique trop intense peut également modifier le régime alimentaire de ces hybrides.

L'omble lacmou a un taux de croissance nettement supérieur à celui des espèces parentales, ce qui serait attribuable au phénomène de la vigueur hybride, aussi appelé hétérosis (Berst et al. 1980). Plusieurs facteurs peuvent être responsables de la variation de ce taux de croissance, tels que la génétique de la lignée parentale, les interactions intra et interspécifiques et les conditions environnementales (Berst et al. 1980). Grâce à trois études où les ensemencements de lacmou ont été un succès, il a été possible de déterminer une longueur totale moyenne des individus de  $344 \pm 36$  mm à 2 ans,  $453 \pm 44$  mm à 3 ans et  $533 \pm 46$  mm à 4 ans (Budd 1959; Martin et Baldwin 1960; Berst et Spangler 1970).

Les deux types d'hybride atteignent généralement leur maturité sexuelle vers l'âge de 2 ans (Spangler et Berst 1976) ou 3 ans (Martin et Baldwin 1960; Burkhard 1962), alors que leur espérance de vie serait d'environ 9 ans (Scott et Crossman 1974).

L'hybridation naturelle entre différentes espèces piscicoles est un phénomène peu commun, mais peut tout de même survenir. Des croisements occasionnels inter-génériques (c.-à-d. hybridation entre deux genres différents) ont pu être observés chez les truites aussi bien en nature qu'en pisciculture. L'hybridation entre même genre a aussi été observée en nature entre la truite fardée (*Oncorhynchus clarki*) indigène et la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*)ensemencée, appartenant toutes les deux au genre *Oncorhynchus* (Hubbs 1955). Les ombles lacmou et moulac sont des hybrides génétiquement stables et fertiles (Adams 2004). Hansen (1972) étudia, dans le lac Redrock (Ontario), les interactions reproductives entre l'omble lacmou et l'omble de fontaine utilisant le même site de reproduction. Des évidences (décomptes des caecums pyloriques et des vertèbres) ont dévoilé qu'il y avait, par le passé, la présence d'individus hybridés (omble lacmou x omble de fontaine) dans ce lac. De plus, selon M. Michel Legault, du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (communication personnelle), la présence de juvéniles issus d'un croisement entre omble de fontaine et omble moulac a été validée dans le lac des Aulnes de la Réserve faunique de Portneuf au Québec.

Les lacs dans lesquels ces hybrides peuvent être introduits doivent répondre à plusieurs caractéristiques d'habitat : une superficie d'au moins 100 ha, une profondeur maximum de 24 m, une eau claire (secchi  $\geq 6$  m) dont la température se situe entre 12 et 16 °C et une concentration minimale d'oxygène dissous de 5 mg/l sous la thermocline (Kerr 2000). Cependant, l'omble lacmou serait moins exigeant que le touladi et l'omble de fontaine en regard des caractéristiques d'habitat (Kerr 2000). Par exemple, selon le Guide d'ensemencement de l'Ontario (Ontario Ministry of Natural Resources 2002), l'omble lacmou préfère les lacs inférieurs à 100 ha (Adams 2004).

Au Québec, il est plus facile de produire de l'omble moulac que de l'omble lacmou, en raison de la disponibilité des œufs d'omble de fontaine par rapport à ceux du touladi. Un programme de recherche a été mis sur pied en 2005 dans la Réserve faunique de Portneuf par le Ministère des Ressources naturelles et de la Faune afin d'évaluer l'utilisation de l'omble moulac comme outil de mise en valeur dans certains plans d'eau où les espèces compétitrices sont très

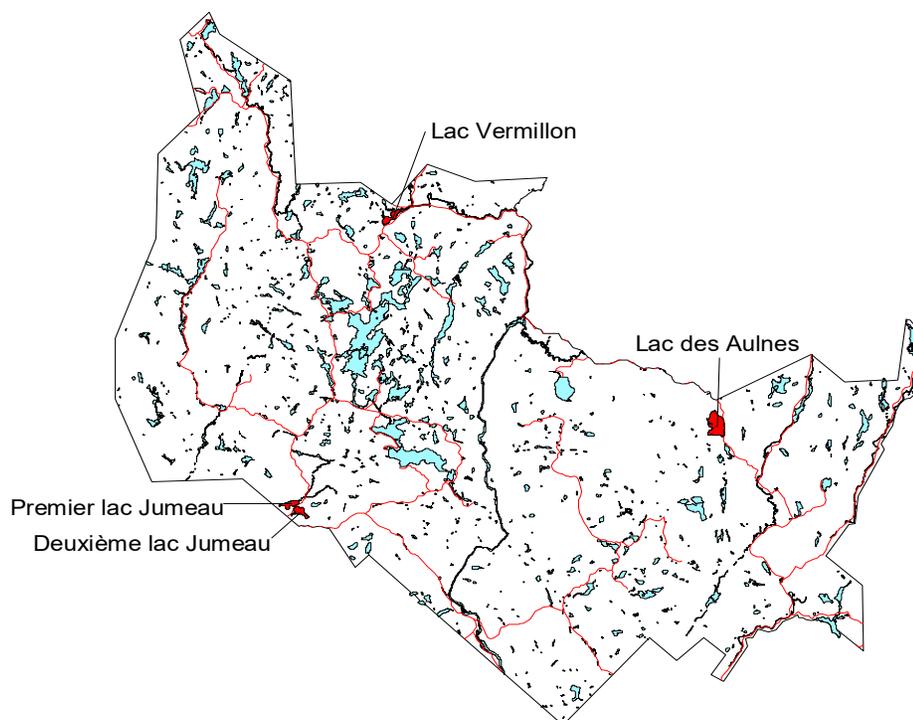
bien implantées. Un volet de cette étude consiste à comparer l'alimentation et la croissance après ensemencement de l'omble moulac et de l'omble lacmou dans différents lacs afin d'évaluer la performance de l'un par rapport à l'autre. Par conséquent, le premier objectif de la présente étude est de comparer le régime alimentaire en milieu naturel des deux types d'hybride. Le second objectif est de comparer la croissance et la condition des deux hybrides après les ensemencements. Pour atteindre ces objectifs, des individus âgés d'un an des deux types d'hybride ont été ensemencés en 2005 et 2007 dans quatre lacs de la Réserve faunique de Portneuf. La comparaison de l'alimentation et de la croissance en lac des deux types d'hybride se fera sur trois classes d'âge (1+, 2+ et 3+).

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

## 2.1 Zone d'étude

L'étude s'est déroulée dans la Réserve faunique de Portneuf, située à 100 km au nord-ouest de la ville de Québec (47°00'23.22"N, 72°10'07.65"O). Son territoire s'étend sur une superficie de 775 km<sup>2</sup>. La Réserve est composée de 375 lacs et 11 rivières qui offrent une grande diversité d'espèces de poissons, dont les plus connues sont l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), le touladi (*Salvelinus namaycush*), l'omble moulac, l'omble lacmou, l'omble chevalier (*Salvelinus alpinus*) et le maskinongé (*Esox masquinongy*). Aux fins de l'étude, seuls les quatre lacs dans lesquels il y a eu ensemencement des deux types d'hybride au printemps 2005 et 2007 ont été échantillonnés. Un ensemencement d'une biomasse égale des deux types d'hybride âgés de un an a été effectué dans les lacs Vermillon, des Aulnes, Jumeau 1 et Jumeau 2 (Figure 3 et Tableau 1). Le nombre d'ombles lacmou a été plus important que celui d'ombles moulac au printemps 2007, en raison d'une masse moyenne inférieure. La masse moyenne des ombles lacmou ensemencés était de 86 grammes, tandis que celle des ombles moulac était de 109 grammes.

Dans chacun des lacs où il y a eu ensemencement, la présence d'au moins une espèce compétitrice à l'omble de fontaine était présente. Parmi celles-ci, il y avait le meunier noir (*Catostomus commersonii*), le meunier rouge (*Catostomus catostomus*) et diverses espèces de cyprinidés dans tous les lacs (Tableau 2). De plus, dans le lac Vermillon se trouvait une importante population de perchaudes (*Perca flavescens*).



**Figure 3** Représentation cartographique de la Réserve faunique de Portneuf.

**Tableau 1** Caractéristiques des lacs et nombre de poissonsensemencés en 2005 et 2007. La prise de données s'est effectuée sous la thermocline.

Plan d'eau	Latitude N	Longitude O	Superficie (ha)	Profondeur totale (m)	Oxygène dissous (mg/l) (7 juin 2007)	Température moyenne (°C) (7 juin 2007)	Ensemencement			
							2005	2005	2007	2007
							Moulac	Lacmou	Moulac	Lacmou
Aulnes	47°09'52,0"	72°07'33,9"	91,5	23	7,9	7,8	939	1190	1229	2048
Jumeau 1	47°07'52,4"	72°25'12,6"	24,7	13	7,1	6,4	333	422	436	727
Jumeau 2	47°07'30,1"	72°25'14,3"	23,8	17	7,7	5,5	457	579	598	997
Vermillon	47°16'38,2"	72°20'36,2"	34,3	22	5,3	5,4	604	766	791	1318

**Tableau 2** Liste des espèces de poissons présentes dans les lacs étudiés.

Espèces*	SAFO	CACO	CACA	COPL	SECO	PEFL	LEGI	COAR	SEAT	MAMA	LUCO	Cyprins sp.
Lac												
Aulnes	X	X	X	X								
Jumeau 1	X	X							X	X	X	X
Jumeau 2	X	X							X	X	X	X
Vermillon	X	X	X	X		X	X			X	X	X

\* Abréviations des espèces de poisson : SAFO : Omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), CACO : Meunier noir (*Catostomus commersonii*), CACA : Meunier rouge (*Catostomus catostomus*), COPL : méné de lac (*Couesius plumbeus*), SECO : Ouitouche (*Semotilus corporalis*), PEFL : Perchaude (*Perca flavescens*), LEGI : Crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*), COAR : Cisco de lac (*Coregonus artedii*), SEAT : Mulet à cornes (*Semotilus atromaculatus*), MAMA : Mulet perlé (*Margariscus margarita*), LUCO : Méné à nageoires rouges (*Luxilus cornutus*).

## 2.2 Échantillonnage

L'étude a été effectuée sur une période de deux ans, soit du 1er mai au 31 octobre 2006 et 2007. Afin de comparer l'alimentation et le taux de croissance, la saison de collecte de données a été divisée en trois périodes de deux mois :

- Période 1 : 1<sup>er</sup> mai au 30 juin (2006 et 2007);
- Période 2 : 1<sup>er</sup> juillet au 31 août (2006 et 2007);
- Période 3 : 1 septembre au 31 octobre (2006 et 2007).

Le nombre de poissons visé par l'échantillonnage était de dix ombles moulac et dix ombles lacmou par lac et par période, pour chaque classe d'âge. L'échantillonnage planifiait donc la capture de 720 hybrides. Différentes classes d'âge étaient nécessaires pour le déroulement de l'étude. Pour cette raison, la période d'échantillonnage s'est déroulée sur deux années différentes, soit en 2006 et 2007. Les poissons capturés en 2006 étaient tous âgés de deux ans (2+), tandis que ceux de 2007 avaient soit trois ans (3+) ou bien une seule année (1+). Deux approches différentes ont été utilisées pour obtenir les échantillons de poissons. La première a été réalisée en collaboration avec des pêcheurs sportifs de la Réserve faunique. Ces derniers, ayant accès aux

lacsensemencés, ont été invités sur une base volontaire à fournir des informations sur les ombles moulac ou lacmou qu'ils capturaient. Un coffre contenant tout le matériel nécessaire pour les prélèvements et des instructions leur a été fourni. Les participants devaient noter la date de capture, la longueur à la fourche et la masse humide des poissons. La longueur à la fourche était mesurée au millimètre près et la masse était prise avec une balance de marque Pesola d'une capacité de 2,5 kg, graduée au 20 g. Ils devaient aussi conserver les viscères et la tête du poisson à l'intérieur de contenants d'éthanol à 95 %, également fournis. L'organe recherché dans les viscères était l'estomac, car il était essentiel pour faire l'analyse du bol alimentaire. La tête des poissons a été récoltée pour en retirer les otolithes afin d'estimer la croissance de chaque spécimen.

Lorsque la quantité de poissons capturés par les pêcheurs était insuffisante par rapport à la cible de 10 poissons par hybride par lac et par période, des pêches expérimentales ont été réalisées. Entre cinq et dix filets expérimentaux à omble de fontaine et à touladi ont été posés dans chacun des lacs. Le filet à omble de fontaine, constitué de multifilaments de nylon vert foncé, était composé de six panneaux de 3,8 m de longueur par 1,8 mètre de hauteur disposés en ordre croissant de grandeur de maille (Tableau 3). Le filet maillant expérimental pour le touladi, constitué d'un monofilament de nylon transparent, possédait huit panneaux, chacun ayant 7,6 m de longueur par 1,8 m de hauteur, disposés en ordre croissant de grandeur de maille (Tableau 3). Les filets étaient posés en après-midi sur le lac et relevés le lendemain matin. Toutefois, si le nombre de poissons prévus n'était pas atteint suite à la première nuit de pêche, les filets étaient de nouveau tendus dans le lac pour une deuxième et dernière nuit. Le lieu de la pose des filets était décidé lorsque l'équipe se présentait sur le plan d'eau. Les zones plus profondes des plans d'eau étaient recherchées en premier lieu à l'été, lorsque l'eau de surface était rendue plus chaude, tandis que les zones moins profondes étaient recherchées lors des périodes où l'eau était plus froide (printemps et automne). Cependant, lors du refroidissement des eaux, ces ombles utilisent l'ensemble du plan d'eau (Larochelle et al. 2012). Comme pour les échantillons obtenus des pêcheurs sportifs, les spécimens

capturés aux filets ont été identifiés, mesurés, pesés et le matériel biologique a été conservé dans de l'éthanol à 95 %.

**Tableau 3**      **Caractéristiques des filets expérimentaux.**

Maille étirée (mm)	
Omble de fontaine	Touladi
25	25
32	38
38	51
51	64
64	76
76	102
-	127
-	152

Tous les poissons capturés en 2006 et 2007 ont été mesurés et pesés (Tableau 4). Par contre, la caractérisation du contenu stomacal n'a été réalisée que sur les spécimens capturés dans le lac des Aulnes. Cette décision résulte du nombre insuffisant de spécimens capturés par âge dans les autres lacs (Jumeau 1, Jumeau 2 et Vermillon), comparativement au lac des Aulnes, dans lequel le nombre de poissons 1+, 2+ ,3+ était assez élevé pour effectuer des analyses comparatives (Tableau 4).

**Tableau 4** Le nombre d'omble moulac et lacmou capturés durant les différentes périodes d'inventaires (2006 et 2007).

Plan d'eau	Âge (an)	Moulac			Lacmou			Grand total
		Juin	Août	Octobre	Juin	Août	Octobre	
<b>Aulnes</b>	1+	9	6	13	8	6	10	<b>52</b>
	2+	11	8	14	12	9	25	<b>79</b>
	3+	23	9	8	19	2	15	<b>76</b>
<b>Jumeau 1</b>	1+	8	0	1	8	0	0	<b>17</b>
	2+	2	1	3	5	2	5	<b>18</b>
	3+	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
<b>Jumeau 2</b>	1+	8	4	16	8	11	19	<b>66</b>
	2+	8	3	13	5	7	10	<b>46</b>
	3+	0	2	1	5	0	1	<b>9</b>
<b>Vermillon</b>	1+	12	4	10	8	0	2	<b>36</b>
	2+	1	1	1	5	3	0	<b>11</b>
	3+	2	1	1	8	2	1	<b>15</b>
<b>Total</b>		<b>84</b>	<b>39</b>	<b>81</b>	<b>91</b>	<b>42</b>	<b>88</b>	<b>425</b>

## 2.3 Traitement des échantillons en laboratoire

### 2.3.1 Alimentation

L'analyse des contenus stomacaux a été réalisée sur les 207 poissons récoltés dans le lac des Aulnes (Tableau 4) uniquement. L'estomac a été ouvert afin de mesurer le volume total du bol alimentaire. Ce volume a été obtenu en soustrayant le volume de l'estomac plein par son volume vide. Le tout a été exécuté à l'aide dans un cylindre gradué rempli avec un volume déterminé d'eau. Ensuite, le dénombrement des proies et l'identification taxonomique à la famille de celles-ci ont été effectués sous stéréomicroscope. Le degré de digestion des spécimens dans l'estomac les rendait souvent très difficilement identifiables. Ainsi, le niveau taxonomique le plus précis possible a été utilisé, bien qu'il ait fallu rester conservateur dans plusieurs cas, notamment pour les poissons. Les ouvrages suivants ont été utilisés pour identifier le contenu des estomacs : Edmondson (1959) pour

l'identification générale des invertébrés, Smith & Fernando (1978) et Czaika (1982) pour les copépodes, Hebert et Finston (1996, 1997) pour les *Daphnia* spp. et Merritt et Cummins (1996) pour les insectes aquatiques. Les proies ont été classées en quatre catégories différentes :

- Le zooplancton;
- les insectes aquatiques et terrestres;
- les poissons;
- autres (oiseaux, tortues, salamandres, grenouilles, rongeurs, etc.).

Enfin, le volume des proies de mêmes taxons a été mesuré afin d'évaluer leur contribution au volume total ingéré par les hybrides. Ce volume a été obtenu en incorporant les proies dans un cylindre gradué rempli d'eau d'un volume connu.

### **2.3.2 Condition et croissance**

La masse et la longueur à la fourche de tous les individus capturés ont été compilées pour le calcul du facteur de condition. En laboratoire, la paire d'otolithes sagittae (Figure 4) de 330 poissons sur les 425 capturés, provenant de l'ensemble des plans d'eau, a été extraite. Une mauvaise conservation de 95 spécimens rendait la recherche des otolithes très difficile et il a donc été convenu de ne pas les utiliser. La paire de sagittae (droite et gauche) d'un même individu a été nettoyée et conservée au sec dans une enveloppe de papier. Par la suite, la fixation de l'otolithe a été faite sur une lamelle de verre sur laquelle une petite gouttelette de colle de type Crystal bond™ a été déposée. Une fois l'otolithe bien fixé sur la lamelle de verre, il était entièrement recouvert de colle (Crystal bond™). Cette colle a dû être préalablement réchauffée pour la liquéfier et faciliter la manipulation. Lorsque l'otolithe était solidement fixé, il a été sablé avec un papier sablé ayant un grain de 3 à 5 µm. Ensuite, les otolithes ont été mesurés à partir d'un système d'analyse d'images muni du logiciel SigmaScanPro 5.0 qui était connecté à un stéréomicroscope ayant un pouvoir de

grossissement de 400 à 1000x. Les mesures qui ont été prises sur les otolithes sont la largeur des accroissements annuels et la longueur du rayon du cœur du noyau à la marge du rostre.



Figure 4 Paire d'otolithes *sagittae* d'un omble moulac de 3 ans

## 2.4 Analyses des données

### 2.4.1 Alimentation

La comparaison du régime alimentaire entre les deux types d'hybride a été réalisée à partir de deux variables : le nombre de proies et le volume des proies. Une analyse de variance (ANOVA à trois facteurs fixes) a été utilisée pour vérifier la variation entre (1) les deux types d'hybride, (2) la classe d'âge, (3) la période de la saison de croissance, ainsi que les interactions entre ces facteurs. Le test t de Student a été utilisé pour les comparaisons *a posteriori* ( $\alpha=0,05$ ). L'homoscédasticité et la normalité ont été vérifiées par la distribution des résidus, comme suggéré par Quinn et Keough (2002). Aucune transformation n'a été nécessaire.

## 2.4.2 Condition et croissance

L'indice de condition de Fulton (Bowen 1996) a été employé afin de comparer la condition générale de chaque hybride.

$$K = \frac{\text{Masse (g)}}{\text{Longueur (mm)}^3} \times 100\,000$$

La longueur à la fourche, la masse et le facteur de condition de Fulton ont été comparés avec des ANOVAs à trois facteurs fixes: (1) les deux types d'hybride, (2) la classe d'âge, (3) le lac, ainsi que les interactions entre ces facteurs. Le test t de Student a été utilisé pour les comparaisons *a posteriori* ( $\alpha=0,05$ ). L'homoscédasticité et la normalité ont été vérifiées par la distribution des résidus, comme suggéré par Quinn et Keough (2002). Aucune transformation n'a été nécessaire. Pour comparer la croissance, chez les hybrides, la longueur à la fourche des poissons a été rétrocalculée en utilisant les mesures des accroissements annuels des otolithes (Panfili et al. 2002). Les longueurs à l'âge (Li) ont été rétrocalculées avec la méthode de l'hypothèse de taille du corps proportionnelle (body proportional hypothesis BPH) selon l'équation suivante (Panfili et al. 2002) :

$$Li = [(c + dSi) / (c + dSc)]Lc$$

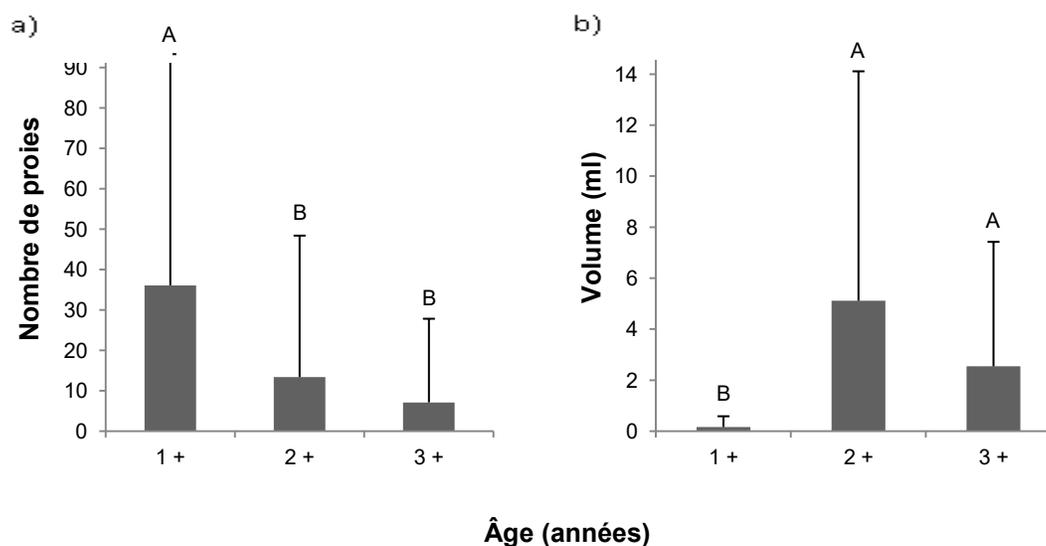
où c et d sont respectivement l'ordonnée à l'origine et la pente de la relation entre la longueur totale des poissons et leur rayon de l'otolithe, Lc est la longueur du poisson à la capture, Sc est le rayon de l'otolithe à la capture et Si est le rayon de l'otolithe au moment de sa formation à l'âge i. Une analyse ANOVA a été utilisée afin de comparer les différentes longueurs rétrocalculées (Li) en fonction du type d'hybride à un âge donné.

### 3 RÉSULTATS

### 3.1 Alimentation dans le lac des Aulnes

Les analyses de l'alimentation ont été réalisées uniquement avec les individus capturés dans le lac des Aulnes. La figure 5 présente le nombre moyen de proies ingérées et le volume moyen du contenu stomacal selon l'âge des hybrides. Les résultats détaillés de l'ensemble des proies identifiées chez les différents hybrides se retrouvent aux annexes 1 à 3.

Le nombre moyen de proies ingérées diminue en fonction de l'âge des hybrides (Tableau 5). En fait, le nombre moyen de proies présentes dans l'estomac des hybrides est significativement plus élevé chez les poissons d'un an, tandis que le nombre de proies est semblable entre les individus de deux et trois ans (Figure 5). Par contre, il n'existe aucune différence significative entre le nombre moyen de proies ingérées par les deux types d'hybride (Tableau 5). Il y a une différence significative de l'interaction entre l'âge des hybrides et la période à laquelle ils ont été capturés. Le résultat de l'analyse *a posteriori* est présenté au tableau 6.



**Figure 5** Nombre moyen de proies retrouvées dans l'estomac des deux types d'hybride de 1+, 2+ et 3+ (a) et le volume moyen total des proies ingérées par les deux types d'hybride de 1+, 2+ et 3+ (b) dans le lac des Aulnes. Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes selon un test de Student ( $p < 0,05$ ).

**Tableau 5** Tableau ANOVA du nombre de proies dénombrées dans les estomacs en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons, de la période d'échantillonnage et leurs interactions dans le lac des Aulnes.

Source	Degrés de liberté	Somme des carrés	Rapport F	Prob > F
Type d'hybride	1	98,43	0,07	0,7957
Âge	2	27512,02	9,39	0,0001*
Période	2	640,96	0,20	0,8162
Type d'hybride*Âge	2	335,64	0,11	0,8918
Type d'hybride*Période	2	6319,18	2,04	0,1326
Âge*Période	4	29280,11	5,05	0,0007*
Type d'hybride*Âge*Période	4	4003,35	0,64	0,6378

\* Valeurs significatives

**Tableau 6** Test de comparaisons multiples (t de Student) pour le nombre moyen de proies retrouvées dans l'estomac des hybrides selon l'âge et la période de capture dans le lac des Aulnes. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $\alpha < 0,05$ ).

Niveau	Comparaison		Moyennes des moindres carrés
1 an, Automne	A		47,07
3 ans, Été	A	B	41,61
1 an, Printemps	A	B	35,79
2 ans, Été		B C	22,69
2 ans, Printemps		B C	16,39
1 an, Été		B C	14,00
2 ans, Automne		C	8,20
3 ans, Printemps		C	6,08
3 ans, Automne		C	0,72

Comme pour le nombre de proies, il existe une différence significative entre le volume moyen de proies ingérées en fonction de l'âge des hybrides (Tableau 7), et similairement, il n'existe aucune différence significative entre le volume moyen de proies retrouvées chez les deux types d'hybride (Tableau 7). Le plus grand volume moyen de proies est observé à l'automne, tandis que le plus faible est au printemps (Tableau 8). Le volume moyen de proies observé en été est intermédiaire entre la période printanière et automnale (Tableau 8). Bien que les hybrides 1+ semblent ingérer plus de proies, l'analyse *a posteriori* (t de Student) a démontré que le volume de proies ingérées au cours des trois périodes est significativement plus faible chez ces individus (Figure 5 et Tableau 9).

**Tableau 7** Tableau ANOVA du volume de proies dénombrées dans les estomacs en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons, de la période d'échantillonnage et leurs interactions dans le lac des Aulnes

Source	Degrés de liberté	Somme des carrés	Rapport F	Prob > F
Type d'hybride	1	26,81	0,74	0,3923
Âge	2	531,14	7,28	0,0009*
Période	2	239,10	3,28	0,0399*
Type d'hybride*Âge	2	122,83	1,68	0,1884
Type d'hybride *Période	2	12,34	0,17	0,8444
Âge*Période	4	717,10	4,92	0,0009*
Type d'hybride*Âge*Période	4	75,11	0,51	0,7249

\* Valeurs significatives

**Tableau 8** Test de comparaisons multiples (t de Student) pour le volume moyen de proies capturées selon la période de capture. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Niveau	Comparaison		Moyennes des moindres carrés
Automne	A		3,45
Été	A	B	3,39
Printemps	B		1,06

**Tableau 9** Test de comparaisons multiples (t de Student) pour le volume moyen de proies selon l'âge des hybrides et la période de capture. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Niveau	Comparaison		Moyennes des moindres carrés
2 ans, Automne	A		8,65
3 ans, Été	A	B	6,15
2 ans, Été	B		3,93
3 ans, Printemps	B		2,27
3 ans, Automne	B		1,46
2 ans, Printemps	C		0,77
1 an, Automne	C		0,24
1 an, Printemps	C		0,14
1 an, Été	C		0,08

Le zooplancton, les insectes et les poissons sont les trois principales catégories de proies qui ont été retrouvées dans les estomacs des hybrides du lac des Aulnes. Comme la figure 5a l'indique, ce sont les hybrides de 1 an qui mangent le plus de proies. Quant au tableau 10, il indique que le zooplancton est le type de proie qui est la plus fréquemment ingérée chez ces hybrides. Ce type de proie représente 89,98 % du nombre total de proies retrouvées chez les individus de 1 an. Par contre, ce grand nombre de proies constitue un très faible volume en comparaison des poissons comme type de proie (Tableau 11). Par exemple, les 1688 organismes zooplanctoniques ingérés par les poissons de 1 an ne représentent que 29 % (2,8 ml) d'un volume total consommé de 9,5 ml. Inversement, les quatre poissons ingérés par les hybrides de 1+ correspondent à 36 % (3,4 ml) du volume total.

**Tableau 10** Nombre total de proies identifiées dans le contenu stomacal des différents hybrides pour le lac des Aulnes.

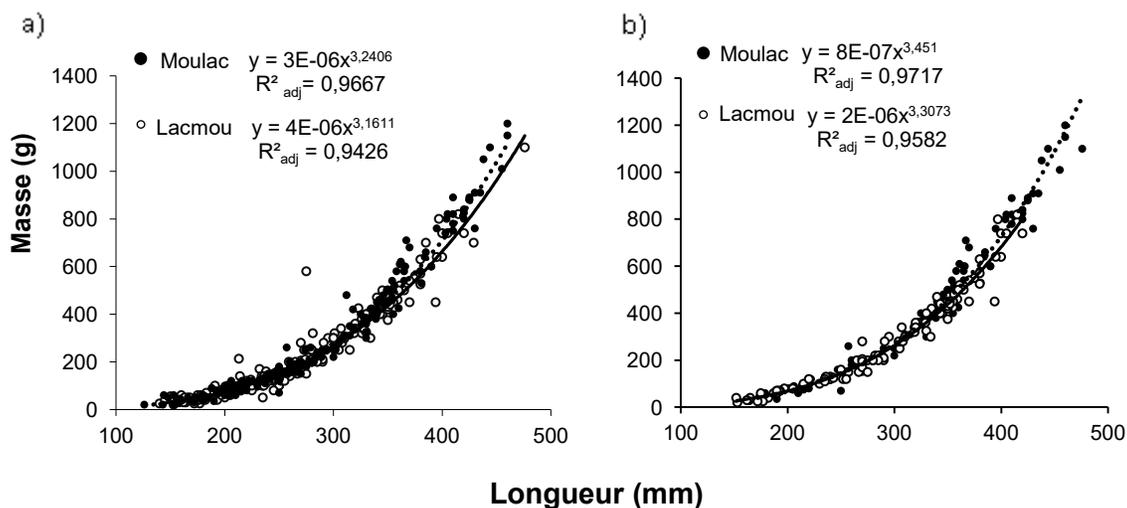
Proies	Lacmou	Moulac	Lacmou	Moulac	Lacmou	Moulac
	1 an		2 ans		3 ans	
Zooplancton	806	882	526	258	138	100
Insectes	56	69	125	33	60	156
Poisson	2	2	43	51	38	35
Autres	5	54	13	6	6	11
<b>Total</b>	<b>869</b>	<b>1007</b>	<b>707</b>	<b>348</b>	<b>242</b>	<b>302</b>

**Tableau 11** Volume (ml) total de proies identifiées dans le contenu stomacal des différents hybrides pour le lac des Aulnes.

Proies	Lacmou	Moulac	Lacmou	Moulac	Lacmou	Moulac
	1 an		2 ans		3 ans	
Zooplancton	1,3	1,5	1,0	0,2	0,3	0,2
Insectes	1,0	1,2	2,9	0,4	1,7	9,9
Poisson	2,9	0,5	184,6	210,4	77,7	102,1
Autres	0,0	1,1	4,2	0,1	1,0	1,6
<b>Total</b>	<b>5,2</b>	<b>4,3</b>	<b>192,7</b>	<b>211,1</b>	<b>80,7</b>	<b>113,8</b>

### 3.2 Condition et croissance

Les résultats de croissance seront présentés selon la provenance des poissons : l'ensemble des lacs (incluant le lac des Aulnes) et les poissons du lac des Aulnes seulement. Sans surprise, la relation entre la masse et la longueur est fortement corrélée pour les deux types d'hybride (Figure 6). De plus, il n'existe aucune différence significative (analyse de covariance) entre la pente de la relation masse-longueur pour les deux hybrides pour l'ensemble des lacs ( $F_{1, 416} = 0,2428$ ) (Figure 6a) et pour le lac des Aulnes ( $F_{1, 203} = 0,1100$ ) (Figure 6b). Ces résultats indiquent que pour une longueur équivalente, les deux types d'hybride ont une masse équivalente. L'exposant de la relation allométrique étant supérieur à trois pour l'ensemble des hybrides indique que la condition des poissons est très bonne (masse des poissons importante par rapport à leur longueur).

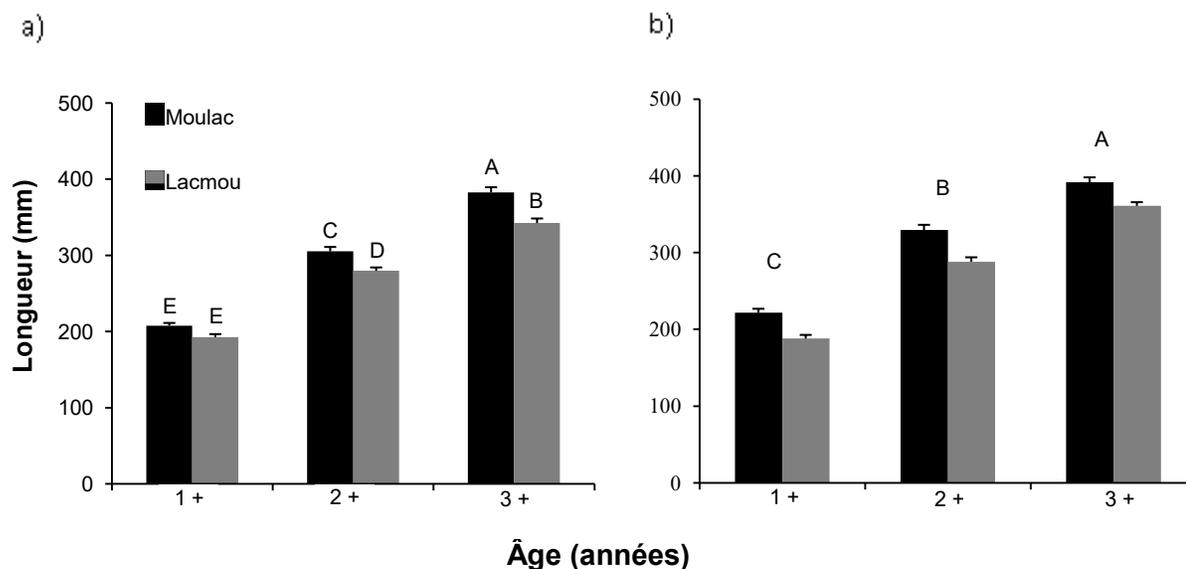


**Figure 6** Relation entre la masse et la longueur des hybrides âgés de 1 à 3 ans, capturés dans l'ensemble des lacs (a) et dans le lac des Aulnes (b) au cours de l'été 2006 et 2007. Les régressions linéaires ont été réalisées sur les données de masse et longueur transformées en logarithme naturel (ln) et les probabilités étaient dans tous les cas  $p < 0,0001$ .

Les analyses effectuées pour l'ensemble des lacs démontrent qu'il existe une différence significative de la longueur à la fourche entre les deux types d'hybride (Tableau 12). Les ombles moulacs ont donc une longueur moyenne plus élevée que celles des ombles lacmou. Il existe aussi une différence significative de la longueur à la fourche des hybrides en fonction de l'âge de ceux-ci (Figure 7 et Tableau 12). De plus, une différence de longueur est obtenue entre les différents lacs échantillonnés ( $F_{3, 419} = 36,8872$ ,  $p < 0,0001$ ). Les hybrides du lac des Aulnes ont une longueur moyenne plus grande que ceux du lac Jumeau 1 ( $F_{1, 242} = 28,918$ ,  $p < 0,0001$ ), du Jumeau 2 ( $F_{1, 323} = 74,256$ ,  $p < 0,0001$ ) et du lac Vermillon ( $F_{1, 267} = 40,599$ ,  $p < 0,0001$ ). Tandis que la longueur des poissons capturés dans les lacs Jumeau 1 est similaire entre le lac Jumeau 2 ( $F_{1, 151} = 0,0549$ ,  $p = 0,8151$ ) et le lac Vermillon ( $F_{1, 95} = 0,1169$ ,  $p = 0,7332$ ). Similairement, il n'existe aucune différence significative entre le lac Vermillon et le lac Jumeau 2 ( $F_{1, 177} = 0,0362$ ,  $p = 0,8494$ ).

Il existe une interaction de la longueur moyenne entre le type d'hybride et l'âge de celui-ci (Tableau 12). Une analyse *a posteriori* (t de Student) a permis de démontrer que les moulac de 3+ et 2+ ont une longueur moyenne plus élevée que celle des ombles lacmou de la même année (Figure 7 et Tableau 13). Cependant, les ombles moulac et ombles lacmou âgés d'un an, ont une longueur similaire (Figure 7 et Tableau 13).

Les résultats obtenus pour les poissons capturés dans le lac des Aulnes démontrent qu'il existe une différence significative de la longueur à la fourche entre les deux types d'hybride (Tableau 12). Les ombles moulacs ont donc une longueur moyenne plus élevée que les ombles lacmou. Il existe aussi une différence significative de la longueur à la fourche des hybrides en fonction de leur âge (Figure 7 et Tableau 12). Malgré les différences citées précédemment, il n'existe aucune interaction entre l'âge et le type d'hybridation (Tableau 12).



**Figure 7** Longueur (mm) moyenne en fonction de l'âge des deux types d'hybride pour l'ensemble des lacs (a) et le lac des Aulnes (b) pour les années 2006 et 2007. Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes (t de Student,  $p < 0,05$ ) entre les âges seulement. Les barres d'erreurs représentent l'écart type.

**Tableau 12** Tableau ANOVA de la longueur (mm) moyenne des hybrides en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons et de son interaction dans l'ensemble des lacs et dans le lac des Aulnes exclusivement.

Source	Degrés de liberté	Somme des carrés	Rapport F	Prob.>F
Tous les lacs				
Type d'hybride	1	60254,30	35,0845	<0,0001*
Âge	2	1692986,60	492,8909	<0,0001*
Type d'hybride*Âge	2	11035,50	3,2128	0,0412*
Lacs des Aulnes				
Type d'hybride	1	51290,78	40,5853	<,0001*
Âge	2	887181,88	351,0041	<,0001*
Âge*Type d'hybride	2	2704,03	1,0698	0,3450

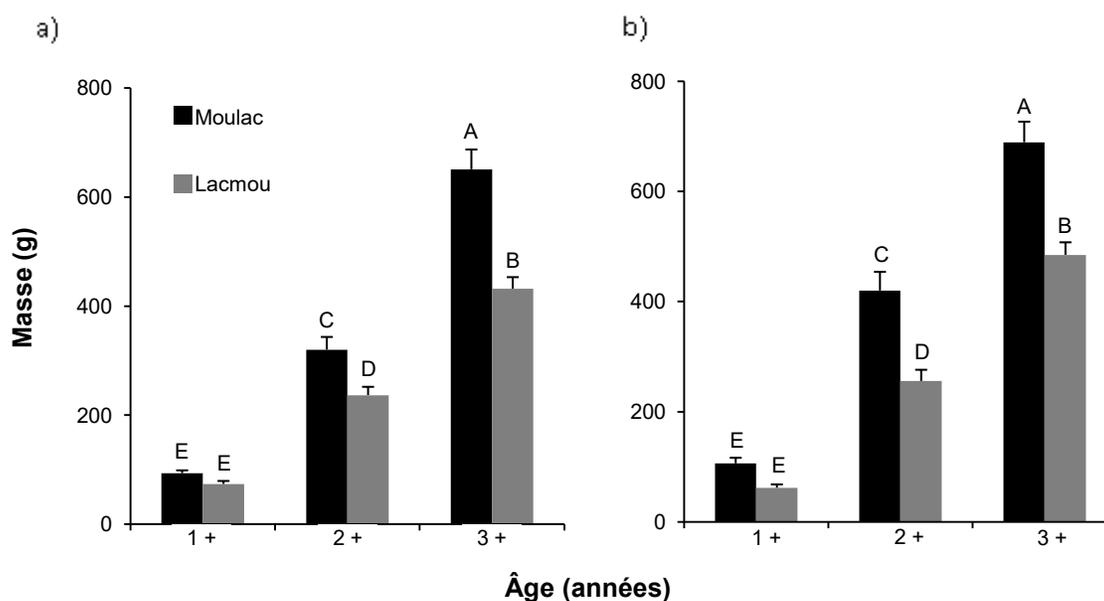
\* Valeurs significatives

**Tableau 13** Test de comparaisons multiples (t de Student) pour la longueur (mm) moyenne des hybrides capturés selon le lieu de capture et l'âge des hybrides. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Niveau	Comparaison	Moyennes des moindres carrés
Moulac, 3+	A	382,11
Lacmou, 3+	B	344,83
Moulac, 2+	C	305,34
Lacmou, 2+	D	279,72
Moulac, 1+	E	208,89
Lacmou, 1+	E	197,54

De façon similaire à la longueur à la fourche, les analyses effectuées dans l'ensemble des lacs démontrent que la masse moyenne est significativement plus grande chez les ombles moulac que les ombles lacmou. (Tableau 14, Figure 8). Il existe aussi une différence significative de la masse moyenne des hybrides en fonction de leur âge (Tableau 14). De plus, une différence de masse moyenne est obtenue entre les différents lacs échantillonnés ( $F_{3, 422} = 32,6520$ ,  $p < 0,0001$ ). Les hybrides du lac des Aulnes ont une masse moyenne plus grande que ceux du lac Jumeau 1 ( $F_{1, 240} = 22,2948$ ,  $p < 0,0001$ ), du Jumeau 2 ( $F_{1, 326} = 61,3254$ ,  $p < 0,0001$ ) et du lac Vermillon ( $F_{1, 266} = 30,1348$ ,  $p < 0,0001$ ). Tandis que la masse moyenne des poissons capturés dans les lacs Jumeau 1 est similaire entre le lac Jumeau 2 ( $F_{1, 155} = 0,2828$ ,  $p = 0,5956$ ) et le lac Vermillon ( $F_{1, 95} = 0,4289$ ,  $p = 0,5142$ ). Similairement, il n'existe aucune différence significative entre lac Vermillon et le lac Jumeau 2 ( $F_{1, 181} = 0,0942$ ,  $p = 0,7593$ ). Il existe une interaction de la masse moyenne entre le type d'hybride et l'âge de celui-ci (Tableau 14). Une analyse *a posteriori* (t de Student) a permis de démontrer que les ombles moulac de 3+ et 2+ ont une masse moyenne plus élevée que celle des ombles lacmou de la même année (Figure 8 et Tableau 15). Cependant, les moulac et lacmou âgés d'un an, ont une masse moyenne similaire (Figure 8 et Tableau 15).

Les résultats obtenus pour les poissons capturés dans le lac des Aulnes démontrent qu'il existe une différence significative de la masse moyenne entre les deux types d'hybride (Tableau 14). Les ombles moulac ont donc une masse moyenne plus élevée que les ombles lacmou. Il existe aussi une différence significative de la masse moyenne des hybrides en fonction de leur âge (Tableau 14). À même le lac des Aulnes, il existe une interaction de la masse moyenne entre le type d'hybride et l'âge de celui-ci (Tableau 14). Une analyse *a posteriori* (t de Student) a permis de démontrer que les ombles moulac de 3+ et 2+ ont une masse moyenne plus élevée que celle des lacmou du même âge (Figure 8 et Tableau 16). Cependant, les moulac et lacmou âgés d'un an ont une masse moyenne similaire.



**Figure 8** Masse moyenne (g) en fonction de l'âge des deux types d'hybride pour l'ensemble des plans d'eau (a) et pour le lac des Aulnes (b). Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes (t de Student,  $p < 0,05$ ). Les barres d'erreurs représentent l'écart type.

**Tableau 14** Tableau ANOVA de la masse (g) moyenne des hybrides en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons et de son interaction dans l'ensemble des lacs et dans le lac des Aulnes exclusivement.

Source	Degrés de liberté	Somme des carrés	Rapport F	Prob.>F
Tous les lacs				
Type d'hybride	1	1003014	46,1488	0,0037*
Âge	2	13083711	300,9916	<,0001*
Type d'hybride*Âge	2	579712	13,3363	<,0001*
Lac des Aulnes				
Type d'hybride	1	759625,8	28,6371	<,0001*
Âge	2	7885888,3	148,6448	<,0001*
Type d'hybride*Âge	2	163217,7	3,0766	0,0483*

\* Valeurs significatives

**Tableau 15** Test de comparaisons multiples (t de Student) pour la masse moyenne (g) des hybrides, de l'ensemble des lacs, capturés selon le type d'hybride et l'âge de ceux-ci. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

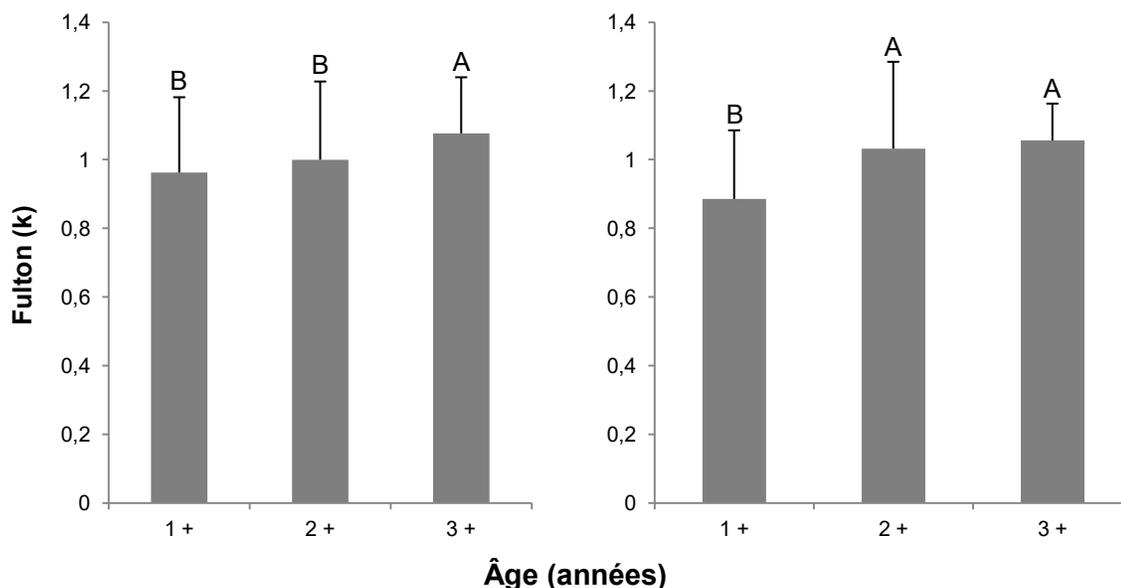
Niveau	Comparaison	Moyennes des moindres carrés
Moulac, 3+	A	648,72
Lacmou, 3+	B	443,33
Moulac, 2+	C	320,00
Lacmou, 2+	D	236,49
Moulac, 1+	E	95,66
Lacmou, 1+	E	82,88

**Tableau 16** Test de comparaisons multiples (t de Student) pour la masse moyenne (g) des hybrides, du lac des Aulnes, capturés selon le type d'hybride et l'âge de ceux-ci. Les lettres différentes montrent des moyennes significativement différentes ( $p < 0,05$ ).

Niveau	Comparaison	Moyennes des moindres carrés
Moulac, 3+	A	678,88
Lacmou, 3+	B	501,67
Moulac, 2+	C	419,84
Lacmou, 2+	D	262,63
Moulac, 1+	E	106,07
Lacmou, 1+	E	67,50

Les analyses effectuées pour l'ensemble des lacs démontrent qu'il existe aucune différence significative du facteur de condition de Fulton (K) entre les deux types d'hybride (Tableau 17). Il existe une différence significative de la condition des hybrides en fonction de leur âge (Figure 9 et Tableau 17). Les hybrides 1+ ont un facteur de condition semblable aux hybrides 2+ ( $F_{1, 320} = 1,6229$ ,  $p = 0,2036$ ). Les hybrides de 3+ ont une meilleure condition que ceux de 1+ et 2+ ( $F_{1, 269} = 16,6555$ ,  $p < 0,0001$  et  $F_{1, 248} = 8,2565$ ,  $p < 0,0044$  respectivement). L'indice de condition des hybrides n'est pas différent entre les lacs ( $F_{3, 419} = 1,6616$ ,  $p = 0,1747$ ). Il n'existe aucune interaction, de l'indice de condition, entre le type d'hybride et l'âge de celui-ci (Tableau 17).

Les analyses effectuées pour le lac des Aulnes, démontrent, aussi, qu'il n'existe aucune différence significative du facteur de condition de Fulton (K) entre les deux types d'hybride (Tableau 17). Néanmoins, il existe une différence significative de la condition des hybrides en fonction de leur âge (Figure 9 et Tableau 17). Les hybrides 1+ ont un facteur de condition moyen plus petit que les hybrides 2+ ( $F_{1, 130} = 10,3646$ ,  $p = 0,0016$ ) et que les hybrides 3+ ( $F_{1, 127} = 39,3609$ ,  $p < 0,0001$ ). Par contre, les hybrides de 2+ et 3+ ont un indice de condition similaire ( $F_{1, 154} = 0,6710$ ,  $p = 0,4140$ ). Il n'existe aucune interaction, de l'indice de condition, entre le type d'hybride et l'âge de celui-ci (Tableau 17).



**Figure 9** Indice de condition de Fulton moyen pour l'ensemble des hybrides en fonction de leur âge pour l'ensemble des plans d'eau (a) pour le lac des Aulnes (b). Les lettres différentes au-dessus des barres montrent des moyennes significativement différentes (t de Student,  $p < 0,05$ ). Les barres d'erreurs représentent l'écart type.

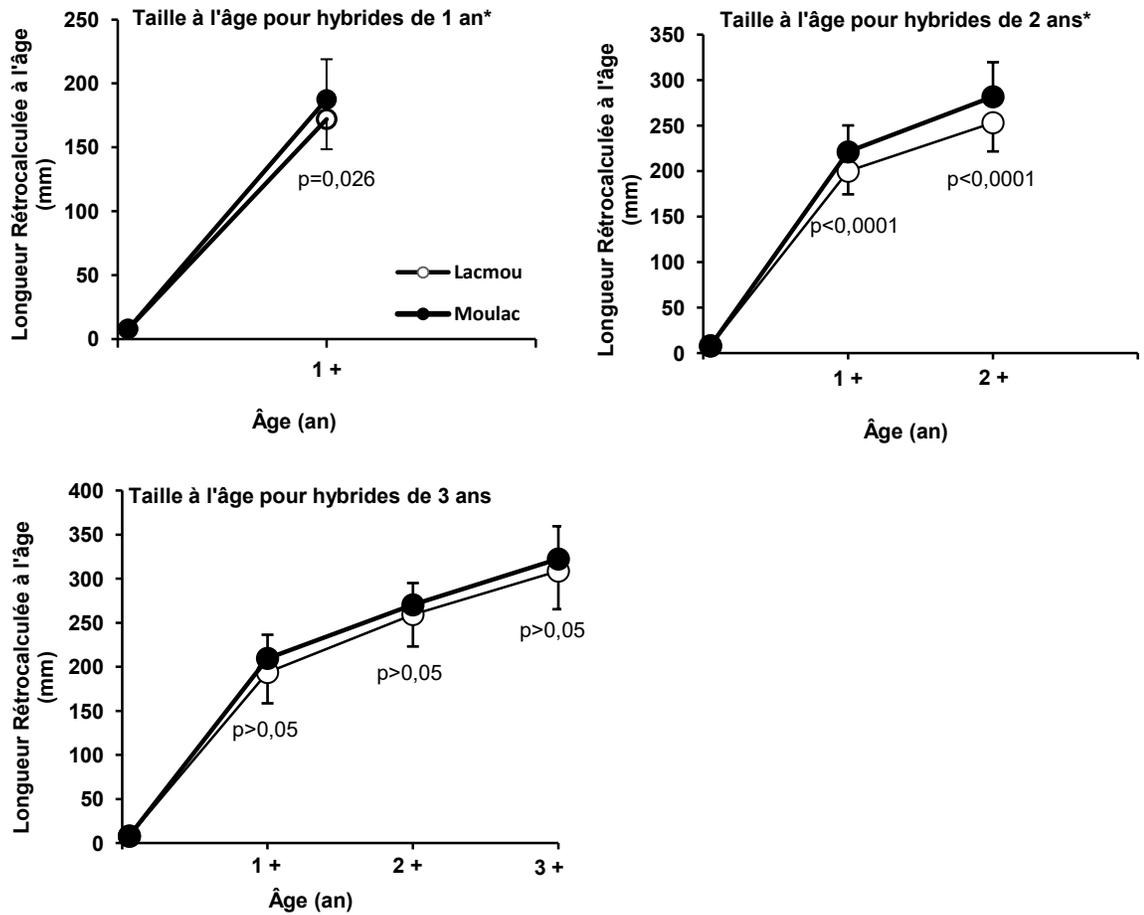
**Tableau 17** Tableau ANOVA de l'indice de condition de Fulton (K) des hybrides en fonction du type d'hybride, de l'âge des poissons et de son interaction dans l'ensemble des lacs et dans le lac des Aulnes exclusivement.

Source	Degrés de liberté	Somme des carrés	Rapport F	Prob.>F
Tous les lacs				
Type d'hybride	1	0,014	3,2087	0,0748
Âge	2	0,992	11,4734	<,0001*
Type d'hybride*Âge	2	0,059	0,6821	0,5067
Lac des Aulnes				
Type d'hybride	1	0,113	2,3429	0,1266
Âge	2	0,798	11,4734	0,0002*
Type d'hybride*Âge	2	0,039	0,4146	0,6609

\* Valeurs significatives

La figure 10 illustre la longueur rétrocalculée à l'âge à partir des annuli de croissance sur les sagittae des ombles moulac et lacmou de 1+, 2+ et 3+. Pour les 1+, les ombles moulac ont une

taille rétrocalculée à un an significativement plus grande que les ombles lacmou. De façon similaire, pour les 2+, les ombles moulac ont une taille rétrocalculée à un an significativement plus grande que les ombles lacmou. La taille rétrocalculée à deux ans est également plus grande pour ce groupe d'âge. Pour les 3+, il n'y a pas de différence significative entre les ombles moulac et lacmou. Cependant, les tailles rétrocalculées des ombles moulac sont systématiquement plus grandes que celles des ombles lacmou et la probabilité est très près du seuil statistique de 0,05.



**Figure 10** La longueur à la fourche (LF en mm) rétrocalculée en fonction de l'âge pour les 3 classes d'âge de poissons pour l'ensemble des lacs échantillonnés. La probabilité représente le résultat d'un test ANOVA qui compare la longueur à l'âge entre le type d'hybride.

## 4 DISCUSSION

Cette étude a permis de comparer l'alimentation et la croissance après ensemencement de l'omble moulac et de l'omble lacmou dans quatre lacs de la Réserve faunique de Portneuf. Le nombre de proies ingérées par les hybrides n'est pas différent entre les ombles lacmou et moulac. Par contre, l'âge des hybrides et la période de l'année sont des facteurs qui expliquent significativement le changement d'alimentation chez les hybrides. Les analyses statistiques concernant la croissance des individus ont démontré que l'omble moulac était généralement plus lourd et plus long que l'omble lacmou à partir de l'année suivant leur ensemencement.

## 4.1 Alimentation

Les habitudes alimentaires des hybrides s'apparentent de très près à celles du touladi, qui est majoritairement piscivore (Kerr et Grant 2000). L'omble lacmou est capable d'utiliser plusieurs types de proies et sa diète est souvent le reflet de ce qui se trouve en plus grande concentration dans un plan d'eau (Kerr 2000). Par contre, la diversité de proies diminue grandement pour le prédateur s'il est contraint de se rendre dans une zone plus profonde du plan d'eau afin de rester en eaux froides, l'obligeant à remonter en surface la nuit pour se nourrir (Larochelle et al. 2012). Les habitudes prédatrices de l'omble moulac ressemblent plus à celles du touladi qu'à celles de l'omble de fontaine. Brynildson et Kempinger (1970) ont rapporté que les ombles moulac de 3-4 ans capturés dans le lac Palette, au Wisconsin, avaient une diète composée presque qu'exclusivement de poissons. Pareillement, l'étude de Potter (1995) a démontré que les gros ombles moulac, capturés dans le parc Algonquin, mangeaient principalement de la perchaude et des écrevisses, tandis que les petits hybrides préféraient le zooplancton. Dans la présente étude, les ombles moulac et lacmou âgés d'un an avaient une alimentation composée presque exclusivement de zooplancton et d'insectes. Chez ces hybrides, le zooplancton représente 89,98 % du nombre de proies et 29,4 % du volume total du contenu stomacal. Par contre, à mesure que les hybrides grandissent, il semble y avoir une diminution du pourcentage de zooplancton au profit d'insectes et

de poissons (Tableau 10 et 11). Le nombre de poissons ingérés n'est pas très élevé chez l'ensemble des hybrides, mais correspond à un fort volume comparativement à l'ensemble des autres types de proies. Ces résultats corroborent ceux de Martin et Baldwin (1960) qui ont déterminé, à partir de 18 estomacs d'ombles lacmou capturés pendant l'hiver, que les cyprinidés (poissons) constituaient la majeure partie de leur alimentation.

La compétition entre deux espèces peut également influencer les autres constituants des réseaux trophiques, qu'ils soient situés plus haut ou plus bas dans la chaîne alimentaire (Carpenter et al. 1985, Colby et al. 1987). Selon Adams (2004), une compétition interspécifique trop intense peut provoquer une modification dans le régime alimentaire de l'omble lacmou. Ce fait s'appuie sur une étude menée par Fraser (1978), qui étudia les effets de l'introduction de la perchaude sur la survie et la croissance de l'omble lacmou dans un petit lac du Parc Algonquin (Ontario). Or, l'analyse de contenus stomacaux sur un groupe d'omble lacmou (où 82 % des individus mesuraient entre 200-350 mm) a révélé qu'avant l'introduction de la perchaude, les individus se nourrissaient principalement de poissons et de sangsues. Quelques années plus tard, alors que la population introduite de perchaudes était bien établie dans le lac, une seconde analyse de contenus stomacaux (où 77 % des individus mesuraient entre 200-350 mm) révéla que l'omble lacmou avait changé sa diète pour des larves de trichoptères. De plus, le taux de croissance des individus avait significativement diminué. La compétition alimentaire pourrait être retenue pour expliquer le faible nombre de captures d'hybride dans le lac Vermillon, où neuf espèces de poissons y sont présentes. Cette compétition pourrait être plus forte lors de la première année d'ensemencement des hybrides, mais aucune étude n'a été réalisée sur ce sujet.

## 4.2 Condition et croissance

À l'instar des résultats obtenus dans d'autres études (Budd 1959 ; Martin et Baldwin 1960 ; Berst et Spangler 1970), celle-ci démontre que la croissance des deux hybrides a été très rapide. Le produit issu du croisement entre l'omble de fontaine et le touladi semble bénéficier de la « vigueur hybride » (Fraser 1980), lui procurant une croissance très rapide. La présente étude illustre très bien la vitesse de croissance des spécimens (Tableau 18). Selon Scott et Crossman (1974), la longueur moyenne des ombles de fontaine de 1 à 3 ans capturés dans le lac Matamek, au Québec, est en moyenne respectivement de 88 mm, 124 mm et 172 mm, alors que celle des touladis de 1+, 2+ et 3+ pêchés dans le lac Louisa, en Ontario, est en moyenne de 104 mm, 175 mm et 196 mm respectivement. Le taux de croissance est donc d'environ 28 mm par année pour l'omble de fontaine et de 46 mm pour le touladi, comparativement à un taux d'environ 87 mm par année pour l'omble lacmou. Cela représente un taux de croissance environ 310 % plus élevé que celui de l'omble de fontaine et de 189 % plus élevé que celui du touladi.

En se basant sur les études de Budd (1959), Martin et Baldwin (1960), ainsi que Berst et Spangler (1970), dont les ensemencements ont bien fonctionné, les ombles lacmou peuvent généralement atteindre une longueur moyenne de 453 mm à l'âge de 3 ans. Cette donnée est supérieure aux tailles moyennes observées dans la Réserve faunique de Portneuf, qui sont pour l'omble lacmou et l'omble moulac de 348 mm et 382 mm respectivement (Tableau 18). Selon l'étude de Vallières et al. (2003), des spécimens capturés au filet en 1999 dans les lacs Gérald et de la Rivière (Réserve faunique de Portneuf) ont affiché une croissance plus qu'intéressante, certains individus dépassant les 400 g, représentant un gain en masse supérieur à 300 g pour une année de croissance.

**Tableau 18** Longueur moyenne des ombles moulac et lacmou selon différentes études.

Âge	Études antérieures		
	Budd 1959; Martin et Baldwin 1960; Berst et Spangler 1970		Portneuf
	Ombles lacmou	Ombles lacmou	Ombles moulac
1 +	-	195 ± 37 mm	208 ± 35 mm
2 +	344 ± 36 mm	280 ± 42 mm	305 ± 46 mm
3 +	453 ± 44 mm	348 ± 53 mm	382 ± 46 mm
Taux de croissance moyen	109 mm / année	76,5 mm / année	87 mm / année

Lors d'une étude comparant la survie et la performance de l'omble lacmou et de l'omble moulac dans le réservoir Causey, en Utah, aucune différence significative ne fut observée pour le taux de croissance spécifique des deux hybrides entre le début et la fin de l'été de la première année de croissance en milieu naturel (Wagner et al. 2002). Ce fait a été validé lors de cette étude pour le lac des Aulnes. Cependant, les moulac 1+ présentaient une longueur moyenne à la fourche légèrement plus grande que celle des lacmou 1+.

La masse moyenne et la longueur moyenne des ombles moulac sont significativement plus élevées pour l'ensemble des lacs échantillonnés. Par contre, la masse des ombles moulac de 2+ et 3+ est significativement supérieure à celle des ombles lacmou de la même année. Gunn et al (1987) ont réalisé une étude qui a démontré que les ombles lacmou qui étaientensemencés plus gros avaient tendance à conserver leur avantage les années subséquentes. Cependant, dans la présente étude, aucune différence significative n'a été obtenue suite à la comparaison des paramètres morphologiques (masse, longueur et Fulton) chez les hybrides 1+. Toutefois, il semble y avoir une légère tendance favorisant l'omble moulac, même si elle n'est pas significative. Cela expliquerait en partie pourquoi l'omble moulac semble avoir un léger avantage sur l'omble lacmou. Les ombles moulac avaient une longueur significativement plus élevée que les ombles lacmou lors

de leur première année en lac. Par contre, la masse et l'indice de condition de Fulton (K) des individus à l'ensemencement n'étaient pas différents.

Au cours d'une étude précédente effectuée dans la Réserve faunique de Portneuf (Vallières et al. 2003), 33 ombles moulac ont été mesurés et pesés. L'indice de condition de Fulton (K) calculé sur ces individus variait entre 0,59 à 1,7. De façon générale, un bon facteur de condition pour l'omble moulac se situe entre 1,14 et 1,23 (Ihssen et al. 1982). Dans la présente étude, l'indice de condition des poissons était en moyenne de 1,02 chez l'omble moulac et de 0,99 chez l'omble lacmou. Ces valeurs ne semblent pas différentes de celles calculées par Vallières et al. (2003), mais paraissent plus faibles que les valeurs présentées par Ihssen et al. (1982).

La compétition inter et intraspécifique peut entraîner des modifications de certains stades du cycle de vie d'une espèce et en modifier certains caractères phénotypiques, tels que la croissance, la fécondité et l'âge à maturité (Robinson et Wilson 1994, Skulason et Smith 1995, Stoks et al. 1999). La compétition peut aussi modifier l'utilisation de l'habitat et la démographie des espèces (Magnan, 1988, L'abée-Lund et al. 1993). La présente étude dévoile que le lac des Aulnes possède la plus faible diversité d'espèces de poissons (Tableau 2), ne détenant que quatre espèces différentes qui ont le potentiel d'entrer en compétition avec les deux hybrides. Les lacs Jumeau 1, Jumeau 2 et Vermillon renferment quant à eux 6, 6 et 9 différentes espèces respectivement. Selon Fraser (1978), lorsque l'omble lacmou est ensemencé en présence d'une population trop grande de perchaudes, il est possible que l'omble lacmou puisse difficilement supporter la compétition alimentaire et, par conséquent, voir son taux de croissance diminuer de façon drastique (Fraser 1978). Cependant, les poissons capturés dans lac Vermillon, dans lequel une population de perchaudes semble bien établie, n'ont pas démontré une plus faible croissance que ceux capturés dans les lacs Jumeau1 et Jumeau 2, où il n'y a aucune perchaude.

La température de l'eau joue aussi un rôle très important dans la croissance des hybrides. Selon une étude réalisée par Leik (1960), les ombles lacmou ensemencés sont retrouvés près de la thermocline ou dans une eau avoisinant les 12 à 14°C. Il est possible que les deux types d'hybride

ne fréquentent pas le même type d'habitat thermique et que la différence de température puisse expliquer la meilleure croissance observée chez l'omble moulac. Toutefois, un suivi télémétrique réalisé au lac des Aulnes parallèlement à la présente étude a démontré que la profondeur fréquentée et l'habitat thermique sont semblables entre l'omble moulac et l'omble lacmou (Larochelle et al. 2012). Les données concernant les profondeurs et les températures où se tiennent les hybrides montrent qu'ils ont des comportements qui se situent entre ceux de l'omble de fontaine et ceux du touladi (Larochelle et al. 2012). Ces données indiquent que les deux hybrides utilisent un habitat semblable à celui de l'omble de fontaine et du touladi au printemps. Par contre, au cours de l'été, ils fréquentent la zone pélagique comme le touladi, mais à des profondeurs moins importantes (Larochelle et al. 2012). Tous les lacs à l'étude présentaient un profil de température adéquat pour l'ensemble du cycle de vie des hybrides (Tableau 1). La température n'est donc pas un facteur limitatif au développement des hybrides présents dans les lacs des Aulnes, Jumeau 1, Jumeau 2 et Vermillon.

## **5 IMPLICATION POUR LA GESTION DES RESSOURCES HALIEUTIQUES**

La capture d'omble moulac et d'omble lacmou à l'intérieur de quatre plans d'eau (lacs des Aulnes, Jumeau 1, Jumeau 2 et Vermillon) ont permis de présenter des résultats différenciant l'alimentation et la croissance chez les deux types d'hybride. Ce projet se voulait une étape cruciale pour le choix du type d'hybride comme espèce de mise en valeur lorsqu'un plan d'eau est occupé par des espèces compétitrices.

L'analyse de l'alimentation démontre que l'omble moulac et l'omble lacmou se nourrissaient sensiblement des mêmes proies pour une classe d'âge donnée. Les proies identifiées chez les hybrides 1+ étaient principalement du zooplancton et des insectes, tandis que la consommation de poisson allait en augmentant à partir de deux ans.

Pour ce qui est de la croissance des hybrides, aucune différence significative ne permet de présumer que l'omble moulac est plus performant lors de sa première année de vie en lac, par contre, lors de la deuxième et troisième année, l'omble moulac semble avoir un léger avantage de croissance sur l'omble lacmou. Toutefois, pour les trois premières années de vie des hybrides, la croissance de l'omble moulac n'est que légèrement supérieure à celle de l'omble lacmou.

En conclusion, il s'avère que l'omble moulac pourrait être un moyen intéressant pour la mise en valeur d'un plan d'eau lorsque celui-ci est habité par une forte population de compétiteurs qui diminue grandement le succès de pêche à l'omble de fontaine dans le plan d'eau. De plus, au Québec, il est plus facile d'obtenir des oeufs d'omble de fontaine que de touladi, car l'omble de fontaine se retrouve dans une grande proportion de plans d'eau du Québec. Il est ainsi très facile et moins coûteux d'utiliser des oeufs d'omble de fontaine même si le taux de survie embryonnaire est plus faible que celui de la lacmou. Et puisque l'omble moulac ne semble pas défavorisé en milieu naturel (au contraire), il pourrait être utilisé.

## 6 RÉFÉRENCES

- Adams, Julie. 2004. Revue de la littérature sur l'omble lacmou et l'omble moulac. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. Direction générale du développement et de l'aménagement de la faune. Québec. 43 p.
- Anonyme. 2002. Guidelines for stocking fish in inland water of Ontario, Ministry of Natural Resources, Fish and Wildlife Branch, Ontario, 37 p.
- Berst, A. H. et G. R. Spangler. 1970. Population dynamics of F1 splake (*Salvelinus namaycush* x *S. fontinalis*) in Lake Huron. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 27(6) : 1017-1032.
- Berst, A. H., P. E. Ihssen, G. R. Spangler, G. B. Ayles et G. W. Martin. 1980. The splake a hybrid charr (*Salvelinus namaycush* x *Salvelinus fontinalis*). p. 841-887. In E. K. Balon (ed.). Charrs : Salmonid Fishes of the Genus *Salvelinus*. The Hague, Netherlands.
- Bowen, S. H. 1996. Quantitative description of diet. Pages 513-532 in Fisheries techniques edited by B.R. Murphy and D.W. Willis, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Brodeur P, Magnan P, Legault M (2001) Response of fish communities to different levels of white sucker (*Catostomus commersoni*) biomanipulation in five temperate lakes Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58:1998-2010
- Brynildson, O. M. et J. J. Kempinger. 1970. The food and growth of splake. Research Report 59, Wisconsin Department of Natural Resources, Madison, Wisconsin. 41 p.
- Budd, J. C. 1959. The use of the hybrid between the eastern brook trout and lake trout in fishery management. Transactions of the Northeast Wildlife Conference 10 : 115-116.
- Bujold, J. N., M. Lemieux, M. Arvisais et A. Massé (2013). Bilan des projets de restauration à la roténone de populations allopatriques d'omble de fontaine au Québec – Version synthèse. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec, 15 p.
- Burkhard, W. T. 1962. A study of the splake trout in Parvin Lake, Colorado. M. Sc. Thesis, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.

- Buss, K. et J. E. Wright. 1956. Results of species hybridization within the family Salmonidae. *Progressive Fish Culturist* 18 : 149-158.
- Cantin, Michel. 2000. Situation de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) dans la région de la Capitale-Nationale. Société de la faune et des parcs du Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la Capitale-Nationale. Québec. 76 p.
- Carpenter, S.R., J.F. Kitchell et J.R. Hodson, 1985. Cascading trophic interactions and lake productivity, *Bioscience* 35 : 634-639.
- Colby, P.J., P.A. Ryan, D.H. Schupp et S.L. Serns, 1987. Interactions in north-temperate lake fish communities. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 44 : 104-128.
- Communication personnelle. 2015. Michel Legault, Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.
- ÉcoTec. 2014. Une étude ventilant par espèce et par région les retombées économiques engendrées par les chasseurs, les pêcheurs et les piégeurs québécois en 2012. L'industrie faunique comme moteur économique régional. Préparé pour le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 81 p.
- Fraser, J. M. 1978. The effect of competition with yellow perch on the survival and growth of planted brook trout, splake, and rainbow trout in a small Ontario lake. *Transactions of the American Fisheries Society* 107 : 505-517.
- Fraser, J. M. 1980. Survival, growth and food habits of brook trout and F1 splake planted in precambrian shield lakes. *Transactions of the American Fisheries Society* 109 : 491-501.
- Gunn, J.M., Mcmurtry, M.J et Bowlby, J.N. 1987. Survival and Growth of Stocked Lake Trout in Relation to Body Size, Stocking Season, Lake Acidity, and Biomass of Competitors. *Transactions of the American Fisheries Society*. Volume 116 : 618-627.
- Hansen, D. W. M. 1972. Reproductive interactions between the brook trout and splake of Redrock Lake. M. Sc. Mémoire, University of Toronto.
- Heidinger, R.C. 1999. Stocking for sport fisheries enhancement. p. 375-401 In C.C. Kolher and W. A. Hubert (eds.). *Inland Fisheries Management in North America*, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

- Ihssen, P.E., M.J. Powell et M. Miller. 1982. Survival and growth of matched plantings of lake trout (*Salvelinus namaycush*), brook trout (*Salvelinus fontinalis*), and lake X brook F1 splake hybrids and backcrosses in northeast Ontario lakes. Ontario Fisheries, technical report series no. 6, Ministry of Natural Resources. 12 p.
- Kerr, S. J. 2000. F1 Splake : An annotated bibliography and literature review. Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural Resources. Peterborough, Ontario. 79 p. + appendices.
- Kerr, S. J. and R. E. Grant. 2000. Potential interactions and impacts of splake stocking. p. 247 In Ecological Impacts of Fish Introductions: Evaluating the Risk. Fish and Wildlife Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario. 473 p.
- Larochelle, Mélissa, D. Hatin, M. Legeault et P. Sirois. 2012, La science au service des pêcheurs sportifs, Annuel de pêche, p 133-138
- L'Abée-Lund, J. H., A. Langeland, B. Jonsson et O. Ugedal, 1993. Spatial segregation by age and size in Arctic charr : a trade-off between feeding possibility and risk of predation, 1. *Ani. Ecol*, 62 : 160-168.
- Laurin, Virginie. 1996. Évaluation de la toxicité de la roténone sur les jeunes stades de développement du meunier noir, *catostomus commersoni*, en eau courante. Mémoire. Trois-Rivières, Université du Québec à Trois-Rivières, 71 p.
- Legendre, V., J. R. Mongeau, J. Leclerc et J. Brisebois. 1980. Les Salmonidés de la plaine de Montréal. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rapport technique no. 06-27. 280 p.
- Leik, T. H. 1960. Immature splake trout in a lentic environment. M. Sc. Thesis, Colorado State University, Fort Collins, Colorado.
- Magnan, P. 1988. Interactions between brook charr, *Salvelinus fontinalis*, and nonsalmonid species : ecological shift, morphological shift and their impact on zooplankton communities. *Cano J. Fish. Aquat. Sci.* 45 : 999-1009.
- Magnan, P., P. East et M. Lapointe. 1990. Modes de contrôle des poissons indésirables: revue et analyse critique de la littérature. Université du Québec à Trois-Rivières, pour le ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche du Québec et la Fondation de la faune du Québec. *Rapp. tech.* 198 p.

- Martin, N. V. et N. S. Baldwin. 1960. Observations on the life history of the hybrid between eastern brook trout and lake trout in Algonquin Park, Ontario. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 17(4) : 541-551.
- Ministère des ressources naturelles de l'Ontario. 2002. Regulatory guidelines for managing the F1 splake sport fishery in Ontario. Fisheries Section, Fish and Wildlife Branch. 5 p.
- Panfili, J., H. de Pontual, H. Troadec, and P. J. Wright, Éditeurs. 2002. Manuel de sclérochronologie des poissons. Ifremer-IRD, Brest, France
- Pêches et Océans Canada. 2012. Enquête sur la pêche récréative au Canada 2010. Analyses économiques et statistiques. Politiques stratégiques. Gestion des ressources. Gestion des écosystèmes et des pêches. Ottawa. 34 p.
- Potter, B., A. 1995. F1 Splake-bass interactions. File memo, Aquatic Ecosystems Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto, Ontario. 2 p.
- Quinn, G. P. et M. J. Keough. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, Cambridge. 537 p.
- Robinson, B.W. et D.S. Wilson, 1994. Character release and displacement in fishes : a neglected literature. *Amer. Nat.* 144,596-627.
- Scott, W.B. and E.J. Crossman, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 184:1026 p. 84.
- Skulason, S. et T.B. Smith, 1995. Ressource polymorphism in vertebrate, *Trends Ecol. Evol.* 10: 366-370.
- Spangler, G. R. et A. H. Berst. 1976. Performance of lake trout (*Salvelinus namaycush*) backcrosses, F1 splake (*S. fontinalis* x *S. namaycush*) and lake trout in Lake Huron. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33 : 2402- 2407.
- Spangler, G. R. et A. H. Berst. 1978. Questions and answers on splake. *Ontario Fish and Wildlife Review* 17(2) : 3-8.
- St-Laurent, Martin-Hugues (2002). *Impacts de cinq à sept ans de biomanipulation du meunier noir (catostomus commersoni) sur les communautés piscicoles de cinq lacs du Québec.* Mémoire. Trois-Rivières, Université du Québec à Trois-Rivières, 117 p.

- Stenton, J. E. 1952. Additional information on eastern brook trout-lake trout hybrids. Canadian Fish Culturist 13 : 1-7.
- Stoks, R., M. DeBlock, H. Van Gossum et L. De Bruyn, 1999. Phenotypic shifts caused by predation: selection or life-history shifts ? *Evol. Ecol*, 13 : 115-129.
- Therrien, J. et S. Lachance. 1997. Outil diagnostique décrivant la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine en rivière au Québec - Phase I : Revue de la documentation et choix des variables. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 63 p.
- Vallières, A., J. Boivin et M. Arvisais. 2003. Bilan préliminaire de quatre ans (1998-2001) d'ensemencements de l'omble moulac dans trois lacs de la réserve faunique de Portneuf. Société de la faune et des parcs du Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la Capitale-Nationale. Québec. 33 p.
- Wagner, E., R. Arndt, M. Brough et C. Wilson. 2002. Survival, performance, and resistance to *Myxobolus cerebralis* infection of lake trout x brook trout hybrids. *North American Journal of Fisheries Management* 22 : 760-769.

**Annexe 1a Fréquence d'occurrence (f.o.) en pourcentage, le pourcentage de proies (% proie) et le pourcentage de volume (% volume) des proies qui ont été consommées par les deux types d'hybride de 1+ pour le lac des Aulnes.**

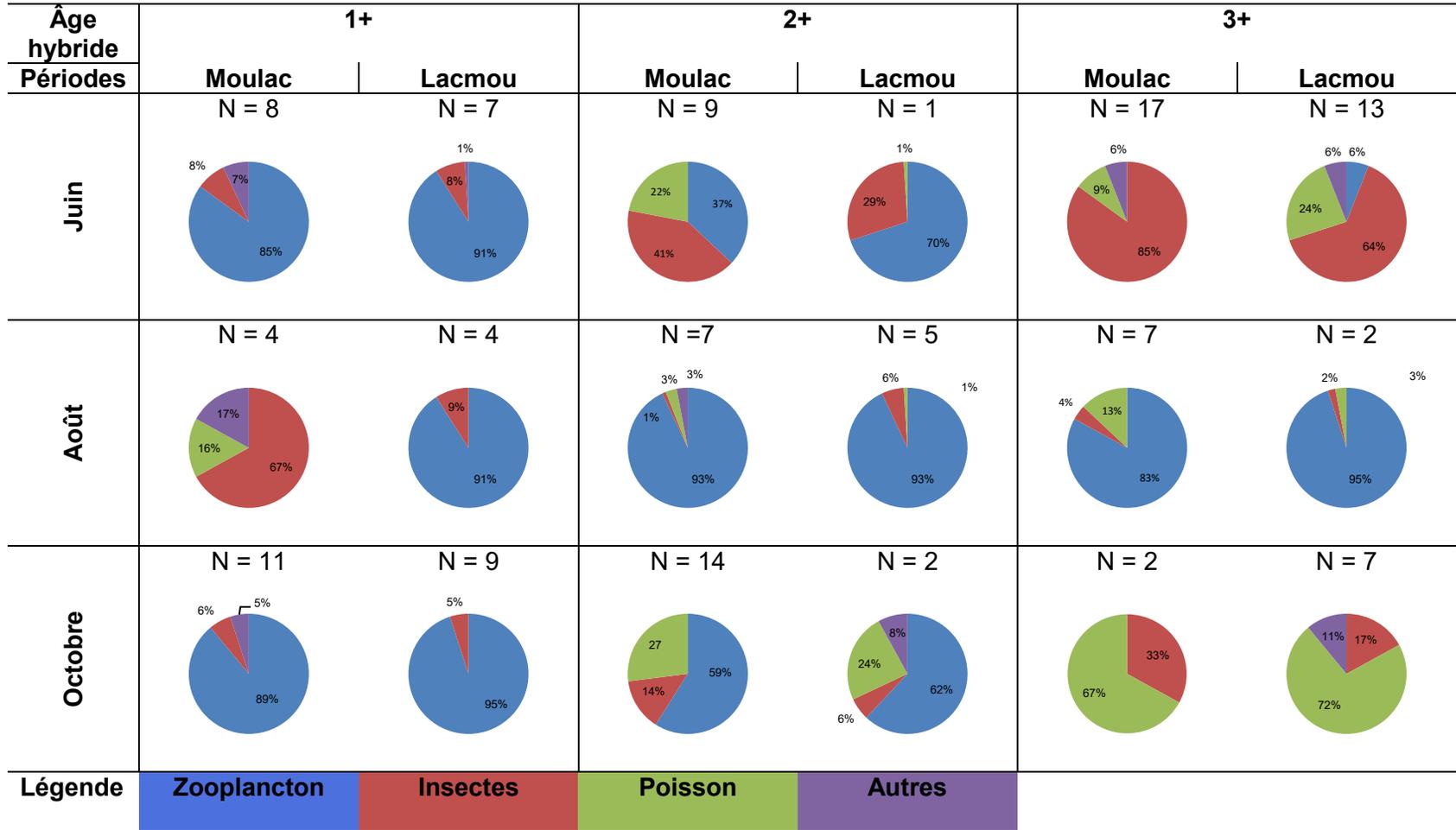
Classe	Famille	lacmou	moulac	lacmou	moulac	lacmou	moulac
		f.o. (%)	f.o. (%)	N.b proie (%)	N.b proie (%)	Volume (%)	Volume (%)
Branchiopoda	Daphnidae	8,33	17,86	0,35	27,31	-	4,65
	Holopedidae	20,83	7,14	12,77	0,30	1,92	-
	Leptodoridae	41,67	32,14	79,52	59,98	23,08	30,23
Maxillipoda	Cyclopoida	4,17	-	0,12	-	-	-
Insecta	Choaborus	16,67	17,86	1,84	1,79	3,84	2,33
	Diptera	20,83	14,29	1,15	1,49	3,87	2,33
	Chironominae	29,17	14,29	2,07	1,89	1,91	2,33
	Tanypodinae	-	3,57	-	0,10	-	1,91
	Procladius sp.	4,17	-	0,23	-	-	-
	Ephemeroptera	8,33	-	0,23	-	-	-
	Hexagenia	4,17	17,86	0,69	0,99	5,77	16,28
	Hemiptera	4,17	-	0,12	-	-	-
	Hemiptera	-	7,14	-	0,60	-	-
	Hymenoptera	-	-	-	-	-	2,33
Odonata	4,17	-	0,12	-	3,85	-	
Actinopterygii	Autres poissons	8,33	7,14	0,23	0,20	53,85	11,63
Autres	Acariforme	4,17	10,71	0,23	0,99	-	-
	Autres	4,17	17,86	0,35	4,37	-	27,91
		<b>lacmou</b>	<b>moulac</b>				
<b>Nb. Hybrides</b>		24,	28				
<b>Nb. Estomac vide</b>		4	5				
<b>Nb. Total de proies</b>		869	1007				
<b>Volume total (ml)</b>		5,2	4,3				

**Annexe 1b Fréquence d'occurrence (f.o.) en pourcentage, le pourcentage de proies (% proie) et le pourcentage de volume (% volume) des proies qui ont été consommées par les deux types d'hybride de 2+ pour le lac des Aulnes.**

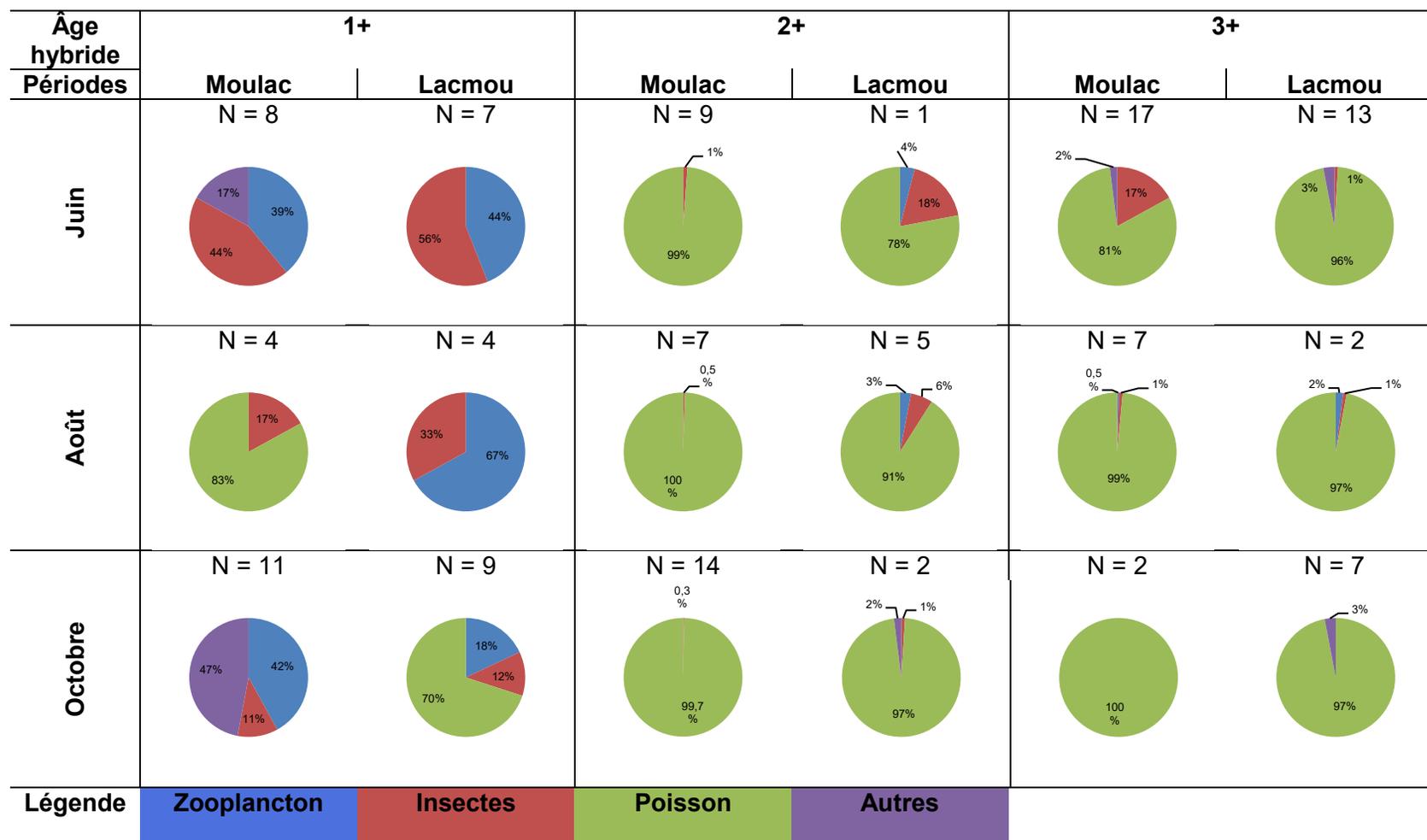
Classe	Famille	lacmou	moulac	lacmou	moulac	lacmou	moulac
		f.o. (%)	f.o. (%)	N.b proie (%)	N.b proie (%)	Volume (%)	Volume (%)
Branchiopoda	Daphnidae	4,35	3,03	0,85	0,29	-	-
	Holopedidae	6,52	-	4,38	-	-	-
	Leptodoridae	19,57	12,12	68,32	73,28	0,52	0,09
Maxillipoda	Cyclopoida	4,35	3,03	0,57	0,29	-	-
	Calanoida	2,17	3,03	0,28	0,29	-	-
Insecta	Hydropsychidae	2,17	-	0,28	-	0,10	-
	Choaborus	13,04	3,03	5,80	0,29	0,10	-
	Diptera	4,35	6,06	0,71	5,75	-	0,05
	Chironominae	2,17	9,09	0,42	0,86	0,05	-
	Procladius sp.	2,17	3,03	0,14	0,29	-	-
	Ephemeroptera	6,52	-	1,98	-	0,05	-
	Ephemeridae	2,17	3,03	0,28	0,29	0,31	0,09
	Hexagenia	17,39	3,03	3,54	1,44	0,73	0,05
	Ephemerellidae	-	3,03	-	0,29	-	-
	Hemiptera	4,35	-	4,53	-	0,16	-
Actinopterygii	Hymenoptera	-	3,03	-	0,29	-	-
	Cyprinidae	19,57	24,24	2,55	4,60	-	-
	Catostomidae	2,17	3,03	0,14	0,29	-	-
	Autres poissons	36,96	63,64	3,39	9,77	95,80	99,67
Autres	Acariforme	-	3,03	-	1,44	-	-
	Gastropoda	2,17	-	1,27	-	0,05	-
	Écrevisse	4,35	3,03	0,42	0,29	0,05	0,05
	Amphibien	2,17	-	0,14	-	2,08	-
		<b>Lacmou</b>	<b>Moulac</b>				
<b>Nb. Hybrides</b>		46	33				
<b>Nb. Estomac vide</b>		8	3				
<b>Nb. Total de proies</b>		707	348				
<b>Volume total (ml)</b>		192,7	211,1				

**Annexe 1c** Fréquence d'occurrence (f.o.) en pourcentage, le pourcentage de proies (% proie) et le pourcentage de volume (% volume) des proies qui ont été consommées par les deux types d'hybride de 3+ pour le lac des Aulnes.

Classe	Famille	lacmou	moulac	lacmou	moulac	lacmou	moulac
		f.o. (%)	f.o. (%)	N.b proie (%)	N.b proie (%)	% vol	% vol
Branchiopoda	Holopedidae	-	2,50	-	1,32	-	-
	Leptodoridae	5,56	2,50	57,02	31,79	0,37	0,18
Insecta	Tipulidae	-	5,00	-	0,66	-	-
	Choaborus	2,78	-	0,41	-	-	-
	Diptera	5,56	7,50	2,07	1,66	-	0,35
	Chironominae	8,33	12,50	2,07	5,96	-	-
	Ephemeroptera	5,56	7,50	1,24	2,32	-	0,26
	Ephemeridae	-	2,50	-	0,33	-	0,09
	Hexagenia	19,44	22,50	5,79	13,91	-	3,43
	Ephemerellidae	-	2,50	-	0,33	-	-
	Siphonuridae	2,78	5,00	12,81	24,50	0,12	3,34
	Lumbriculida	2,78	-	0,41	-	1,24	-
	Odonata	-	5,00	-	0,99	-	1,23
	Phryganeidae	-	2,50	-	0,99	-	-
Actinopterygii	Salmonidae	5,56	5,00	1,24	0,66	14,25	6,56
	Cyprinidae	13,89	20,00	6,20	5,96	24,29	58,45
	Autres Poissons	30,56	27,50	8,26	4,97	57,74	25,14
Autres	Gastropoda	-	2,50	-	0,33	-	-
	Écrevisse	8,33	7,50	1,24	1,66	0,99	-
	Autres	8,33	12,50	1,24	1,66	0,25	1,05
		<b>lacmou</b>	<b>moulac</b>				
<b>Nb. Hybrides</b>		36	40				
<b>Nb. Estomac vide</b>		14	14				
<b>Nb. Total de proies</b>		242	302				
<b>Volume total (ml)</b>		80,7	113,8				



Annexe 2 Pourcentage du nombre de proies retrouvées dans l'estomac des ombles moulac et lacmou de différents âges (1+, 2+, 3+) selon la période (juin, août, octobre) pour le lac des Aulnes. Le nombre (N=) représente la quantité d'estomacs qui ont servi à l'analyse.



Annexe 3 La quantité volumétrique de chaque type de proies dans l'estomac des ombles moulac et lacmou de différents âges ( 1+, 2+ ,3+) selon la période ( juin, août et octobre) pour le lac des Aulnes uniquement. Le nombre (N=) représente la quantité d'estomacs qui ont servi à l'analyse

