

Reproduction de l'alse savoureuse *Alosa sapidissima* dans le Saint-Laurent :

Répartition et croissance des larves et des juvéniles

J.A. Robitaille¹, M. Legault², P. Bilodeau², H. Massé², V. Boivin²



Québec, juin 2008

¹ Bureau d'écologie appliquée

² Ressources naturelles et Faune Québec

Référence à citer :

Robitaille, J.A., M. Legault, P. Bilodeau, H. Massé, V. Boivin. 2008. Reproduction de l'alose savoureuse *Alosa sapidissima* dans le Saint-Laurent : répartition et croissance des larves et des juvéniles. Rapport du Bureau d'écologie appliquée et du Ministère des ressources naturelles et de la Faune présenté à la Fondation de la faune du Québec, à la Fondation Héritage Faune et à la Société Hydro-Québec. 60 p.

RÉSUMÉ

Cette étude des premiers stades de développement de l'alose savoureuse *Alosa sapidissima* dans le Saint-Laurent répond à des actions prescrites dans le plan rétablissement de ce poisson, auquel on a attribué, au Québec, le statut d'espèce *vulnérable*. Elle visait à vérifier si ses deux frayères connues, situées dans le cours inférieur de l'Outaouais, à Carillon, et dans la partie aval de la rivière des Prairies, étaient vraiment les seuls lieux de reproduction. Elle devait aussi permettre d'améliorer les connaissances sur la biologie de ses premiers stades de développement dans le Saint-Laurent, sur les habitats fréquentés pendant la croissance en eau douce et sur la chronologie de la descente vers la mer.

Des pêches expérimentales ont été effectuées pendant sept semaines au cours de l'été 2006 dans des stations réparties entre Montréal et l'île d'Orléans. Les stations ont été positionnées à des carrefours des voies de descente, de manière à pouvoir déterminer d'où proviendraient les aloses. On a couvert en priorité les portions du fleuve pour lesquels des mentions historiques de la présence de géniteurs ou de juvéniles rendaient plausible l'existence de frayères. Le programme d'échantillonnage a été conçu de façon à pouvoir visiter toutes les stations à l'intérieur d'une même semaine et de pouvoir y revenir à plusieurs reprises entre la mi-juin et le début de septembre. Pendant les trois premières semaines d'échantillonnage, on a employé concurremment un chalut à plancton en milieu pélagique et une seine de rivage. Pour les quatre autres visites, seule la seine a été utilisée.

L'effort de pêche déployé a permis la capture de près de 57 000 alevins et juvéniles de moins de 100 mm de longueur, appartenant à 73 espèces de poissons, dont 2500 jeunes clupéidés. L'identification des espèces de clupéidés repose surtout sur des critères morphologiques pour environ 75% des spécimens, qui avaient 30 mm ou plus de longueur. Pour les individus plus petits, on a procédé à une détermination génétique de l'espèce dans un sous-échantillon. Un critère d'assignation à l'espèce basé sur un modèle logistique multivarié a ainsi pu être développé. Il permet d'estimer la probabilité qu'un spécimen soit ou non une alose savoureuse, compte tenu de sa longueur, de la

date et du lieu de sa capture. L'application de ce critère a permis d'établir que 97,4% des 2500 clupéidés capturés en 2006 à la seine et au chalut étaient des aloses savoureuses.

L'analyse de la répartition des captures faites au chalut à plancton, de leur taille et de leur âge depuis l'éclosion donne des indices que l'alse fraie dans diverses portions du Saint-Laurent, à des dates différentes. On a capturé des larves à 3 km en aval de la frayère de rivière des Prairies, déjà connue, mais aussi à la sortie du lac Saint-Pierre, près de Batiscan et dans le bras sud de l'île d'Orléans. La récurrence des captures aux mêmes endroits pendant trois semaines consécutives suggère l'existence d'un mécanisme de rétention des larves, qui s'accorde avec les observations faites sur d'autres rivières de la côte est nord-américaine. Leur présence pourrait être un indice de la proximité d'une aire de fraie.

Les données recueillies au chalut et à la seine dans le voisinage de l'île d'Orléans montrent que le passage vers le milieu riverain se produit à la fin de juin ou au début de juillet, quand les aloses atteignent 15 à 20 mm de longueur. L'abondance d'alses juvéniles dans les habitats riverains atteint un maximum au début de juillet, pour ensuite décroître au rythme de 4% par jour jusqu'à la fin de septembre. Les captures à la seine dans l'ensemble de l'aire d'étude montrent aussi ce pic d'abondance en juillet et la baisse consécutive, qui s'amorce d'abord en amont puis se propage vers l'aval, suggérant que les aloses dévalent alors vers la mer.

Les captures de juvéniles à la seine à Varennes et à Tracy, sur la rive sud, laissent croire que l'alse fraie aussi dans les eaux vertes provenant des Grands Lacs. Dans ces cas cependant, la couverture spatiale et temporelle des données ne permet pas de déterminer si ces individus se trouvaient encore à proximité des sites de fraie.

L'analyse des mentions passées de captures de clupéidés, de 1941 à 2005, montre que l'alse frayait autrefois dans les rivières Richelieu et Nicolet, et peut-être aussi dans la rivière Rigaud. La campagne d'échantillonnage de 2006 n'a permis aucune capture d'alse dans le Richelieu. Il est possible que les frayères de cette rivière ne soient plus utilisées.

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	III
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES TABLEAUX	VI
LISTE DES FIGURES.....	VII
1. INTRODUCTION.....	1
2. METHODES	4
2.1. Stations et effort de pêche	4
2.2. Traitement des spécimens	7
2.3. Por de Saint-Laurent, île d'Orléans	7
2.4. Longueur des clupéidés à l'état frais.....	8
3. RESULTATS ET DISCUSSION.....	10
3.1. Captures de clupéidés et d'autres poissons.....	10
3.2. Identification des espèces de clupéidés.....	12
3.3. Indices de reproduction de l'alose dans les secteurs échantillonnés	15
3.4. Chronologie des captures d'alose	22
3.4.1. Île d'Orléans	22
3.4.2. Ensemble de l'aire d'étude.....	26
3.5. Croissance apparente	29
3.6. Habitats et espèces de poissons associés à l'alose	33
3.7. Interprétation des données historiques	38
4. CONCLUSION	40
5. REMERCIEMENTS.....	43
6. BIBLIOGRAPHIE.....	44
7. ANNEXES	47
7.1. Stations d'échantillonnage par secteur	47
7.2. Fiche de prise de données	48
7.3. Conversion des mesures de longueur.....	49
7.4. Identification des aloses savoureuses	50
7.5. Croissance quotidienne	52
7.6. Sommation thermique (degrés-jours).....	53
7.7. Détails des traits de seine et des captures d'aloses par site et par semaine	57
7.8. Captures d'aloses par trait de seine selon le substrat et la végétation.....	58
7.8.1. Substrat.....	58
7.8.2. Recouvrement de la végétation	58
7.9. Assignation à l'espèce, mentions de clupéidés, 1941-2005	59
7.10. Espèces d'intérêt capturées	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Effort de pêche (traits de chalut et de seine) exercé aux stations au cours de l'été 2006.....	6
Tableau 2. Nombre de clupéidés et de poissons d'autres familles capturés au chalut et à la seine, par site et par semaine d'échantillonnage.....	11
Tableau 3. Répartition des clupéidés capturés au chalut et à la seine, selon leur identification génétique et leur assignation par le modèle logistique.	13
Tableau 4. Répartition des clupéidés capturés au port de Saint-Laurent, selon leur identification par la morphologie et leur assignation par le modèle logistique.	14
Tableau 5. Comparaisons multiples des dates d'éclosion entre secteurs, avec le S de Scheffé.....	21
Tableau 6. Estimation des dates de fraie par secteur et masse d'eau à partir des dates d'éclosion et des temps d'incubation des œufs.....	21
Tableau 7. Analyse de variance de la longueur des aloses capturées à la seine et au chalut pendant les trois premières semaines d'échantillonnage, à l'île d'Orléans.....	24
Tableau 8. Régression multiple par étape (méthode progressive) modélisant la longueur des aloses à la capture.	30
Tableau 9. Régression multiple par étape, méthode progressive, modélisant le nombre d'aloges capturées par trait de seine (log 1+alose).....	34
Tableau 10. Analyse de variance de la diversité H de Shannon des traits de seine, pour les cinq secteurs, semaines 26 à 36.....	34
Tableau 11. Valeurs de p (probabilité d'erreur de type I) résultant du test de U de Mann-Whitney : comparaison de la diversité (H de Shannon) entre les stations avec ou sans capture d'alose.	35
Tableau 12. Analyse de corrélation non paramétrique (Kendall) du nombre de spécimens par trait de seine, par paires d'espèces.....	36
Tableau 13. Régression multiple par étape (méthode progressive) modélisant la variable binaire "Alose" (1 alose; 0 clupéidé indéterminé) en fonction de cinq variables prédictives.	50
Tableau 14. Source de relevés de température.....	53
Tableau 15. Régression des températures mesurées lors des relevés en fonction de celles enregistrées aux stations fixes.	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Frayères de l'alose savoureuse connues en 2006 et lieux où ont été rapportées des captures de juvéniles, de 1941 à 2005.....	4
Figure 2. Secteurs et stations d'échantillonnage, campagne de 2006.	5
Figure 3. Por de pêche, Parc maritime de Saint-Laurent, île d'Orléans.	8
Figure 4. Stations où ont été capturés des clupéidés et des poissons d'autres familles.....	12
Figure 5. Longueur à l'état frais des clupéidés capturés en 2006 au chalut, à la seine et dans le por de Saint-Laurent, en fonction de la date de capture, selon l'espèce.	14
Figure 6. Stations à Montréal où ont été capturées des aloses au chalut, le 14 juin.	16
Figure 7. Longueur des aloses savoureuses capturées au chalut à deux stations de Montréal, le 14 juin 2006. Moyenne $\pm$ erreur-type.	16
Figure 8. Captures d'alose au chalut, par semaine d'échantillonnage.	18
Figure 9. Longueur des aloses capturées au chalut en fonction de la date de capture, par secteur.	19
Figure 10. Date d'éclosion selon le secteur et la masse d'eau pour des aloses savoureuses de moins de 29 jours, capturées au chalut ou à la seine. Moyenne $\pm$ erreur-type.	20
Figure 11. Nombre d'aloses capturées par trait de chalut et de seine aux stations de l'île d'Orléans, par semaine d'échantillonnage. Moyenne $\pm$ erreur type.	22
Figure 12. Longueur des aloses capturées au chalut et à la seine en fonction de la date, stations de l'île d'Orléans.	23
Figure 13. Longueur des aloses capturées à la seine et au chalut pendant les trois premières semaines d'échantillonnage, à l'île d'Orléans. Moyenne $\pm$ erreur type.	24
Figure 14. Dénombrement des captures quotidiennes de clupéidés dans le por de Saint-Laurent, île d'Orléans, été 2006.....	25
Figure 15. Aloses capturées par trait de seine (log N+1) : moyenne par secteur, masse d'eau et semaine, Richelieu exclu.....	26
Figure 16. Captures de clupéidés par trait de seine et par semaine d'échantillonnage.	27
Figure 17. Longueur des aloses en fonction de leur date de capture, par secteur.	29
Figure 18. Température des eaux de l'Outaouais, du Richelieu et du Saint-Laurent en 2006.....	32
Figure 19. Abondance dans les traits de seine de l'alose savoureuse et de sept autres espèces communes en fonction de la longitude.....	37
Figure 20. Identification des aloses parmi les clupéidés figurant dans les bases de données du MRNF.	39
Figure 21. Variable binaire espèce : valeurs estimées par le modèle, en fonction des valeurs réelles selon l'analyse génétique.....	51
Figure 22. Longueur des aloses savoureuses en fonction de leur âge, pendant le premier mois de croissance.....	52
Figure 23. Température de l'eau dans le cours inférieur de la rivière des Prairies. Moyenne quotidienne estimée (trait continu rouge) et valeurs réelles notées lors des essais de pêche.	54
Figure 24. Sommation thermique selon le secteur et la portion de cours d'eau. Cumul des degrés-jours au-dessus de 10 °C entre le 1 juin et le 30 septembre.	55

1. INTRODUCTION

L'aloise savoureuse *Alosa sapidissima* est un poisson anadrome dont les populations indigènes croissent dans l'Atlantique et se reproduisent dans plusieurs rivières de la côte est nord-américaine. Cette espèce a été en grande demande comme poisson de table au cours du 19^e siècle au Québec et ailleurs dans son aire de distribution. Les captures d'aloise ont commencé à décliner au 20^e siècle dans plusieurs grandes rivières en réponse, semble-t-il, à la détérioration des aires de fraie ou à la réduction de leur accessibilité.

Les connaissances sur l'aloise du Saint-Laurent sont limitées. Les études qu'on lui a consacrées ont été réalisées surtout dans la région de Montréal et se sont intéressées à la fréquentation des aires de fraie ou aux problèmes d'accès vers celles-ci.

À la suite d'une évaluation de sa situation (Robitaille 1997), on a attribué à l'aloise savoureuse du Saint-Laurent le statut *d'espèce vulnérable* en vertu de la *Loi sur les espèces menacées et vulnérables* du Québec, parce qu'on ne lui connaissait alors qu'une seule frayère, d'accès difficile, à Carillon (Beauvais et al. 1979). De nouveaux éléments se sont ajoutés aux connaissances par la suite. Une recherche de frayères a été faite par l'écoute des clapotements et par des pêches expérimentales à certains endroits où la présence d'aloses avait été rapportée. Un second lieu de fraie a pu être localisé en 2002 dans la rivière des Prairies, en milieu urbain (Bilodeau et Massé 2005). Cette découverte permettait de croire que d'autres frayères pouvaient aussi être restées inaperçues.

Le rapport de statut et le plan de rétablissement de l'aloise (Équipe de rétablissement de l'aloise savoureuse 2001) soulignent que le manque de connaissances sur ce poisson entrave les démarches de conservation. En dehors de l'archipel de Montréal, où elle fait l'objet d'une saison brève mais intense de pêche sportive, l'espèce a un intérêt halieutique limité. En aval de la métropole, on ne dispose sur ce poisson que de données fragmentaires, obtenues accessoirement au fil des ans lors d'études diverses en milieu aquatique.

Certaines observations laissent croire que l'alose fraie, ou du moins a déjà frayé, ailleurs que dans les environs de Montréal. En 1980, des pêches expérimentales au filet maillant ont été effectuées à intervalle régulier, de la fin d'avril à la fin de juin, dans une série de rapides et de bassins de la rivière Batiscan, à une vingtaine de kilomètres en amont de sa confluence avec le fleuve. Entre le 22 mai et le 18 juin, on a capturé là 83 aloses dont les gonades étaient aux derniers stades de maturation ou prêtes pour la fraie (Mailhot et Scrosati 1983 ; Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche 1983).

D'autres faits étayaient la possibilité de fraie dans l'estuaire, en aval de Trois-Rivières. Jusqu'au milieu des années 1960, les pêcheurs sportifs de bar rayé utilisaient des petites seines pour capturer, dans les anses de l'île d'Orléans, des aloses juvéniles, qu'ils appelaient *sardines* et utilisaient comme appâts. Ces gens avaient observé que la "sardine arrivait à la Saint-Pierre et Saint-Paul" (29 juin), mais qu'elle était encore trop petite pour garnir un hameçon (O. Labbé, comm. pers.). Un suivi des captures au por de Saint-Laurent, depuis 2002, confirme ces observations. Dès la mise en fonction de l'engin, à la fin de juin, on y prend des petits clupéidés, que l'on peut identifier comme aloses savoureuses par un examen détaillé de leur morphologie (Grondin, en prép.) ou par une analyse génétique (Martin 2003). Au tout début de la saison, il arrive qu'on prenne à l'occasion des spécimens qui ont entre 12 et 20 mm de longueur et n'ont pas encore entièrement complété leur métamorphose en juvéniles. Par ailleurs, les aloses juvéniles capturées à l'île d'Orléans tout au long de l'été sont plus petites, à même date, que celles prises dans les environs de Montréal (MRNF, données non publiées).

Enfin, les données historiques recueillies depuis 1941 font état de captures de clupéidés juvéniles, dont plusieurs ont été positivement identifiés comme aloses par des ichtyologistes chevronnés, dans certains tributaires tels que les rivières Nicolet, Richelieu, Rigaud et du Bois Blanc.

Une analyse des caractères morphométriques et méristiques d'aloses adultes capturées à divers endroits le long du Saint-Laurent a mis en évidence des différences significatives, ce qui suggère l'existence de populations distinctes (Provost 1987). Selon cette étude, "le niveau de différenciation trouvé à l'échelle du couloir fluvial est d'une

amplitude comparable, voire même supérieure aux différences observées entre certains tributaires de la côte atlantique" (op. cit.). Ce serait le régime thermique auquel sont soumis les premiers stades de développement qui déterminerait le phénotype des différentes populations. Au terme d'une comparaison statistique des caractéristiques de ces aloses en fonction du lieu de leur capture, cet auteur émet l'hypothèse que la majorité de celles pêchées à Trois-Rivières et à l'Isle-Verte ne proviendraient pas de l'archipel de Montréal ou du Richelieu, mais plutôt de régions "latitudinalement supérieures" (op. cit.). Ces frayères étaient alors inconnues, mais on estimait que plusieurs sites dans des tributaires ou dans le fleuve même pouvaient offrir des conditions propices à la reproduction de l'aloise (Provost et al. 1984).

La présente étude a été conçue afin de répondre à des lacunes dans les connaissances identifiées au rapport de statut (Robitaille 1997) et au plan de rétablissement (Équipe de rétablissement de l'aloise savoureuse 2001). L'approche retenue pour identifier les zones de reproduction le long du Saint-Laurent est de rechercher systématiquement les jeunes aloses aux tout premiers stades de leur développement. En capturant ces poissons le plus tôt possible après leur éclosion et en positionnant les stations aussi près que possible des sites de fraie présumés, on compte obtenir l'information permettant d'identifier les portions de cours d'eau dont ils proviennent et de confirmer que l'aloise s'y reproduit.

La capture des jeunes aloses tout au long de l'été devrait aussi permettre d'améliorer les connaissances sur leur biologie, les habitats fréquentés et la chronologie de leur dévalaison vers la mer, ce qui devrait servir ultérieurement à développer un indicateur du recrutement de l'espèce dans le Saint-Laurent.

2. MÉTHODES

2.1. Stations et effort de pêche

Les stations d'échantillonnage de cette campagne ont été réparties le long du Saint-Laurent dans la majeure partie du tronçon que l'on sait accessible aux aloses savoureuses reproductrices. On désirait couvrir le plus grand nombre possible d'endroits où la présence d'aloses juvéniles (figure 1) ou adultes avait été rapportée, ce qui rendait plausible l'existence d'un lieu de reproduction. Quand on jugeait qu'un tributaire pouvait abriter une frayère, on établissait des stations dans son cours inférieur et dans le Saint-Laurent, en amont et en aval du point de confluence.

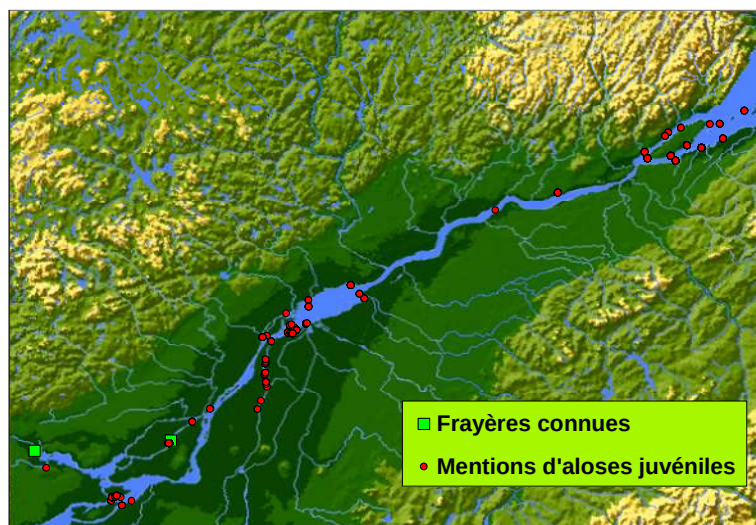


Figure 1. Frayères de l'alose savoureuse connues en 2006 et lieux où ont été rapportées des captures de juvéniles, de 1941 à 2005. Seules sont illustrées les mentions de spécimens mesurés individuellement et dont l'identification a été validée par du personnel expérimenté. Sources: Données non publiées du MRNF, Direction Montérégie et Direction du développement de la faune; Robitaille 2005.

Pour obtenir une couverture spatiale et temporelle optimale, la rapidité d'exécution des relevés était cruciale. Les deux équipes de terrain devaient être en mesure d'échantillonner toutes les stations en moins d'une semaine et de les visiter sept fois au cours de l'été. Pour y parvenir, il a été nécessaire de regrouper les stations qu'on voulait visiter la même journée à proximité d'un seul point de mise à l'eau des embarcations, établissant ainsi cinq secteurs d'échantillonnage (figure 2).



Figure 2. Secteurs et stations d'échantillonnage, campagne de 2006.
Cartes détaillées par secteur à l'annexe 7.1.

Deux équipes, travaillant à partir de Longueuil et de Québec, ont procédé aux relevés au cours de sept semaines. La visite de chaque station comprenait la prise de données sur les conditions d'échantillonnage et une description sommaire de l'habitat (annexe 7.2).

Deux engins de pêche, un filet à plancton utilisé comme chalut et une seine de rivage à mailles fines, ont été utilisés pour capturer le poisson aux stades de larves et de juvéniles. Le chalut, à mailles de 500 μ , avait une ouverture circulaire de 75 cm. Les traits de chalut, faits horizontalement à moins de 2 m de la surface, duraient environ 10 minutes. L'engin était muni d'un débitmètre (*General Oceanics, modèle 2030*) afin de mesurer le déplacement horizontal et de pouvoir calculer le volume d'eau filtrée.

La seine de rivage avait un maillage de 2 mm. Longue de 10 m et haute de 2 m, elle était lestée d'une chaîne ou d'une ralingue plombée et munie, à chaque extrémité, de câbles de halage de 10 m. L'engin était toujours utilisé de la même façon: un équipier tirait un des câbles à pied ou en embarcation aussi loin que possible vers le large, se déplaçait ensuite parallèlement à la rive sur environ 10 m pour déployer l'engin et revenait au rivage. À mesure que la seine était tirée sur la grève, on la fermait en ramenant ensemble les câbles, puis les ralingues.

Tableau 1. Effort de pêche (traits de chalut et de seine) exercé aux stations au cours de l'été 2006.

Secteur	Cours d'eau	Station	Engin	Semaines													Total
				11 juin	18 juin	25 juin	02 juil	09 juil	16 juil	23 juil	30 juil	06 août	13 août	20 août	27 août	03 sept	
				24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1 Montréal	Fleuve	1BFG11	Chalut	1	1	1	1										4
			Seine	1	3	1	4	3		1			3			3	19
		1VFD12	Chalut				1										1
			Seine				3	1		2			2			3	11
	Mille-Îles	1BMD6	Seine				1										1
		1BMD8	Seine				1	2		1		1			1		6
		1BMG10	Seine							2		2				2	6
		1BMG7	Seine				1	1									2
	Prairies	1BPC4	Seine			2	1	1		1			3			3	11
		1BPD5	Seine				1										1
		1BPG2	Chalut	1	1												2
			Seine	3	3	1											7
		1BPG3	Chalut		1	1											2
			Seine		1	1											2
2 Sorel	Fleuve	2BFC13	Seine				1	3		3			3			3	13
		2VFD14	Chalut			1											1
			Seine			1	1	1		1			3			3	10
	Richelieu	2TRD16	Seine				2	1		1			2			1	7
		2TRD18	Seine			2											2
		2TRG15	Seine				1	1								2	4
		2TRG17	Seine					1		2			2				5
		2TRG19	Chalut			1											1
3 Trois-Rivières	Fleuve	3MFD20	Chalut		1	1	1										3
			Seine		2	2	1	1		3			3			2	14
		3MFD22	Chalut		1	1	1										3
			Seine		1	3	3	4		3			3			2	19
		3MFG21	Chalut		1	1	1										3
			Seine		2	1	1	1	1		2			2			2
		3MFG23	Chalut		1	1	1										3
4 Batiscan	Batiscan Fleuve	4TBC24	Chalut		1	2	2										5
		4MFD25	Chalut		1	1	1										3
			Seine		1	2	1	3		3			4			2	16
		4MFD28	Chalut		1	1	1										3
			Seine		1	3	3	1		3			3			2	16
		4MFG26	Chalut		1	1	1										3
			Seine		2	1	1	2		2			3			2	13
		4MFG27	Chalut		1	1	1										3
			Seine		1	1	2	2		2			2			1	11
5 Île d'Orléans	Fleuve	5MFC29	Chalut		1	1	1										3
			Seine		3	2	2	2		3			2			2	16
		5MFC30	Chalut		1	1	1										3
			Seine		4	1	2	2		3			1			1	14
		5MFC32	Chalut		1	1	1										3
			Seine		1	2	2	3		1			4			3	16
		5MFD31	Chalut		1	1	1										3
			Seine		2	2	1	3		3			3			3	17
		5MFD33	Chalut		1	1	1										3
			Seine		2	2	2	3		3			3			3	18
Total chalut				2	17	19	17									55	
Total seine				4	31	31	39	46		48			56			48	303

Les deux engins, chalut et seine, ont été utilisés à chaque station pendant les premières semaines de campagne. On a cessé l'emploi du chalut après le 8 juillet. Au total, on a effectué 55 traits de chalut et 303 traits de seine à 31 stations, entre le 14 juin et le 6 septembre (tableau 1). D'autres méthodes de capture, en l'occurrence la pêche électrique et l'épuisette, ont été utilisées ponctuellement à titre expérimental; cependant, les prises de ces engins sont exclues des calculs de captures par unité d'effort.

2.2. Traitement des spécimens

Presque tous les clupéidés ont été conservés dans l'éthanol à 95%. Les poissons d'autres espèces ont été fixés dans une solution tamponnée de formol à 10%, puis transférés dans l'éthanol à 70% deux semaines plus tard. Jusqu'à la mi-juillet, l'abondance d'alevins de diverses espèces et leur petite taille rendaient difficile l'identification des clupéidés sur le terrain. Ces premiers lots d'alevins ont été conservés dans l'éthanol jusqu'au tri en laboratoire.

Les clupéidés ont été identifiés à l'espèce à partir de critères morphologiques (Jones et al. 1978; Grondin, en prép.) et mesurés. Certains des plus petits spécimens, capturés en juin et juillet, ont fait l'objet d'une identification génétique (E. Maltais, com. pers.) avec une technique basée sur le polymorphisme des longueurs de fragments de restriction de l'ADN mitochondrial (Martin 2003). On a par ailleurs procédé à un décompte des marques journalières de croissance sur les otolithes d'un peu plus de 300 clupéidés (E. Maltais, com. pers.).

Les poissons d'autres familles ont été identifiés à l'espèce et mesurés. Lorsque les spécimens d'une espèce étaient abondants dans un lot, on les dénombrait d'abord et on en mesurait ensuite une trentaine d'individus pris au hasard.

2.3. Por de Saint-Laurent, île d'Orléans

Un engin de pêche fixe de type *por à anguille*, posé sur l'estran rocheux dans l'estuaire, à Saint-Laurent de l'île d'Orléans (figure 3), a permis de suivre quotidiennement l'abondance des clupéidés au cours de l'été 2006. Ce dispositif comprend une aile de

chasse de 5 m de hauteur s'éloignant perpendiculairement de la rive sur 90 m. L'engin possède deux enclos grillagés à mailles de 2 cm ; celui de l'extrémité est muni de deux coffres fermés où sont emprisonnées les captures.

Le por est mis en fonction à chaque année, du début juillet à la mi-septembre, par la *Corporation pour la restauration de la pêche à l'île d'Orléans (CRPIO)*¹, à des fins éducatives et pour faire un suivi des ressources ichtyologiques de l'endroit. Les poissons capturés dans l'engin sont identifiés, comptés et remis à l'eau. Depuis 2002, les captures de clupéidés sont dénombrées à chaque jour dans les coffres. Des spécimens sont aussi recueillis périodiquement, fixés dans le formol 10% tamponné pendant 48 heures et ensuite transférés dans l'éthanol 70% pour être identifiés et mesurés en laboratoire, en fin de saison.



Figure 3. Por de pêche, Parc maritime de Saint-Laurent, île d'Orléans.

Photo: Corporation pour la restauration de la pêche à l'île d'Orléans.

2.4. Longueur des clupéidés à l'état frais

Une des variables importantes pour l'analyse est la longueur des clupéidés au moment de leur capture. Tous les spécimens n'étant pas conservés dans le même produit, il a été nécessaire d'évaluer l'effet des modes de conservation sur leur longueur. Entre le 6 juillet et le 5 septembre, des aloses provenant du por de Saint-Laurent ont été mesurées à l'état frais puis réparties également entre les deux produits de conservation, éthanol et formol. Au total, 140 spécimens ont été prélevés à douze dates différentes au

¹ <http://crpio.iquebec.com/por.htm>

cours de l'été. Ils ont été mesurés à plusieurs reprises au cours des mois suivants et on a utilisé ces données pour évaluer l'effet de chacun des liquides sur la longueur des poissons. Des facteurs de correction tenant compte du liquide de conservation ont ainsi pu être appliqués à toutes les mesures de clupéidés faites en laboratoire (annexe 7.3). On a aussi établi, à partir de paires de mesures prises sur certains spécimens, une correction tenant compte de l'instrument utilisé (règle, vernier ou mesure sur image). Ainsi, il a été possible d'estimer la longueur qu'auraient eue ces poissons si on les avait mesurés à l'état frais avec une règle.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Captures de clupéidés et d'autres poissons

Entre le 14 juin et le 6 septembre, 56 969 poissons appartenant à 73 espèces ont été capturés aux stations d'échantillonnage; les prises ont été faites à la seine (56 443), au chalut (436), à la pêche électrique (64) ou à l'épuisette (24). Compte tenu de la sélectivité des deux principaux engins employés, le chalut à plancton et la seine à maille fine, la presque totalité (98%) des spécimens conservés mesuraient moins de 100 mm. Il s'agissait de larves ou des juvéniles de plusieurs espèces qui étaient rapportés en laboratoire pour être identifiés². Les spécimens plus grands étaient seulement mesurés et remis à l'eau, à moins de présenter un intérêt particulier.

La seine et le chalut ont été utilisés concurremment pendant les premières semaines d'échantillonnage. Dès les premiers jours de juillet, les clupéidés et les autres poissons étaient devenus assez gros pour qu'on puisse les distinguer parmi les prises; le chalut ne capturait alors presque plus de poissons et on a donc cessé de l'utiliser.

Parmi tous les poissons capturés à la seine ou au chalut, 2500 étaient des clupéidés, aisément identifiables à certains traits propres à cette famille, tels que la forme typique du corps, comprimé latéralement, et une carène ventrale mince, couverte d'écailles en chevrons. Des clupéidés ont été capturés à plusieurs endroits, à un moment ou l'autre au cours de la saison (figure 4). Quelques stations font exception; bien que visitées à trois reprises ou davantage, on n'y a pris aucun représentant de cette famille, tandis que les poissons d'autres espèces y étaient attrapés par centaines (tableau 2).

² Les captures de poissons autres que des clupéidés ne font pas l'objet d'analyse dans ce document, hormis la recherche d'une éventuelle relation entre leur présence et celle de l'alse. Cependant, cette information est conservée pour d'autres études.

Tableau 2. Nombre de clupéidés et de poissons d'autres familles capturés au chalut et à la seine, par site et par semaine d'échantillonnage.

Masse d'eau	Cours d'eau	Site	Engin	Semaines																Total		
				11 juin		18 juin		25 juin		02 juil		09 juil		23 juil		13 août		03 sept				
				Clup	Autres	Clup	Autres	Clup	Autres	Clup	Autres	Clup	Autres	Clup	Autres	Clup	Autres	Clup	Autres			
1 Montréal	Brune	Fleuve	1BFG11	Chalut	25	164	0	22	0	11	0	1								25	198	
			Seine	0	381	7	9360	2	1595	32	772	28	882	10	132	0	307	0	983	79	14412	
		Mille-îles	1BMD6	Seine							0	44								0	44	
			1BMD8	Seine							3	20	1	73	1	38	0	35	0	8	5	174
			1BMG10	Seine											18	70	0	312	0	444	18	826
			1BMG7	Seine							2	145	2	70						4	215	
		Prairies	1BPC4	Seine					23	56	34	12	62	68	29	34	0	118	0	15	148	303
			1BPD5	Seine							0	8								0	8	
			1BPG2	Chalut	9	0	0	5												9	5	
			Seine	0	242	0	2074	0	553											0	2869	
	1BPG3	Chalut			0	6	0	3										0	9			
	Seine			0	5210	0	124											0	5334			
Verte	Fleuve	1VFD12	Chalut						0	6									0	6		
		Seine							32	737	118	424	26	63	0	17	9	21	185	1262		
2 Sorel	Brune	Fleuve	2BFC13	Seine						27	427	21	397	12	1811	3	342	0	84	63	3061	
			2TRD16	Seine						0	209	0	558	0	139	5	802	3	844	8	2552	
			2TRD18	Seine				0	336										0	336		
			2TRG15	Seine						0	183	0	72					2	363	2	618	
			2TRG17	Seine								0	1386	0	324	2	600			2	2310	
			2TRG19	Chalut				0	1											0	1	
			Seine				0	4												0	4	
	Verte	Fleuve	2VFD14	Chalut					26	715	30	164	37	143	25	58	2	69	3	76	123	1225
			Seine					0	2	6	7									7	15	
			3MFD20	Seine		0	369	0	103	28	218	0	142	0	64	0	977	0	497	28	2370	
3 Trois-Rivières	Mélangée	Fleuve	3MFD22	Chalut			0	40	0	0	7								0	47		
			Seine			7	33	0	149	9	174	50	410	15	153	0	16	0	32	81	967	
			3MFG21	Chalut		2	3	1	1	0	0									3	4	
			Seine		0	159	1	215	28	363	6	502	0	223	0	137	0	247	35	1846		
			3MFG23	Chalut			0	5	0	1	0	0								0	6	
			Seine		3	327	42	89	9	2590	50	502	13	78	0	32	1	139	118	3757		
	Mélangée	Fleuve	4MFD25	Chalut		3	4	0	0	0	0								3	4		
			Seine		0	424	1	176	0	267	0	33	15	98	3	114	0	38	19	1150		
			4MFD28	Chalut		7	7	2	1	2	3								11	11		
			Seine		45	905	15	124	51	146	50	23	37	56	3	27	0	39	201	1320		
Tributaire	Batiscan	4MFG26	Chalut		1	1	0	2	0	2								1	5			
		Seine		36	1153	0	309	0	330	0	147	76	63	6	28	0	82	118	2112			
		4MFG27	Chalut		6	3	0	0	0	1								6	4			
		Seine		0	509	0	444	0	247	0	155	0	224	0	71	0	577	0	2227			
5 île d'Orléans	Mélangée	Fleuve	4TBC24	Chalut		0	6	0	3	0	0								0	9		
			Seine		0	0	0	3	0	0									0	3		
	Mélangée	Fleuve	5MFC29	Chalut			0	6	52	43	50	88	52	31	45	3	64	27	1	119	264	317
			Seine			0	0	0	0	1										0	1	
			5MFC30	Chalut		1	18	51	32	19	110	142	53	30	115	1	49	1	129	245	506	
			Seine		1	0	0	0	0	0									1	0		
			5MFC32	Chalut		0	1	10	146	45	217	52	138	81	0	7	8	3	119	198	629	
			Seine		31	0	5	0	0	0									36	0		
			5MFD31	Chalut		19	117	4	85	4	475	44	85	57	64	21	29	0	0	149	855	
			Seine		0	0	0	0	2	0									2	0		
5MFD33	Chalut			50	99	50	99	56	112	49	8	72	5	24	86	2	114	303	442			
Seine																						
Total				Chalut	34	164	52	108	8	32	10	28							104	332		
				Seine	0	623	168	20683	277	5393	459	8058	764	6302	562	3815	141	4203	25	4970	2396	54047

Il n'a pas été possible d'échantillonner adéquatement le cours inférieur de la rivière Batiscan. Ce tributaire est soumis à la marée, qui y cause un renversement de l'écoulement jusqu'aux premiers rapides, à une vingtaine de kilomètres de l'embouchure. Les berges abruptes et la végétation arbustive dense ne permettent pas le seinage. On peut utiliser le chalut à marée haute seulement, mais la masse d'eau qu'on échantillonne alors vient du fleuve. Pour capturer des poissons qui pourraient provenir de la rivière, il faudrait pêcher à la fin du jusant; la profondeur d'eau est alors inférieure à un mètre, ce qui est insuffisant pour utiliser le chalut.

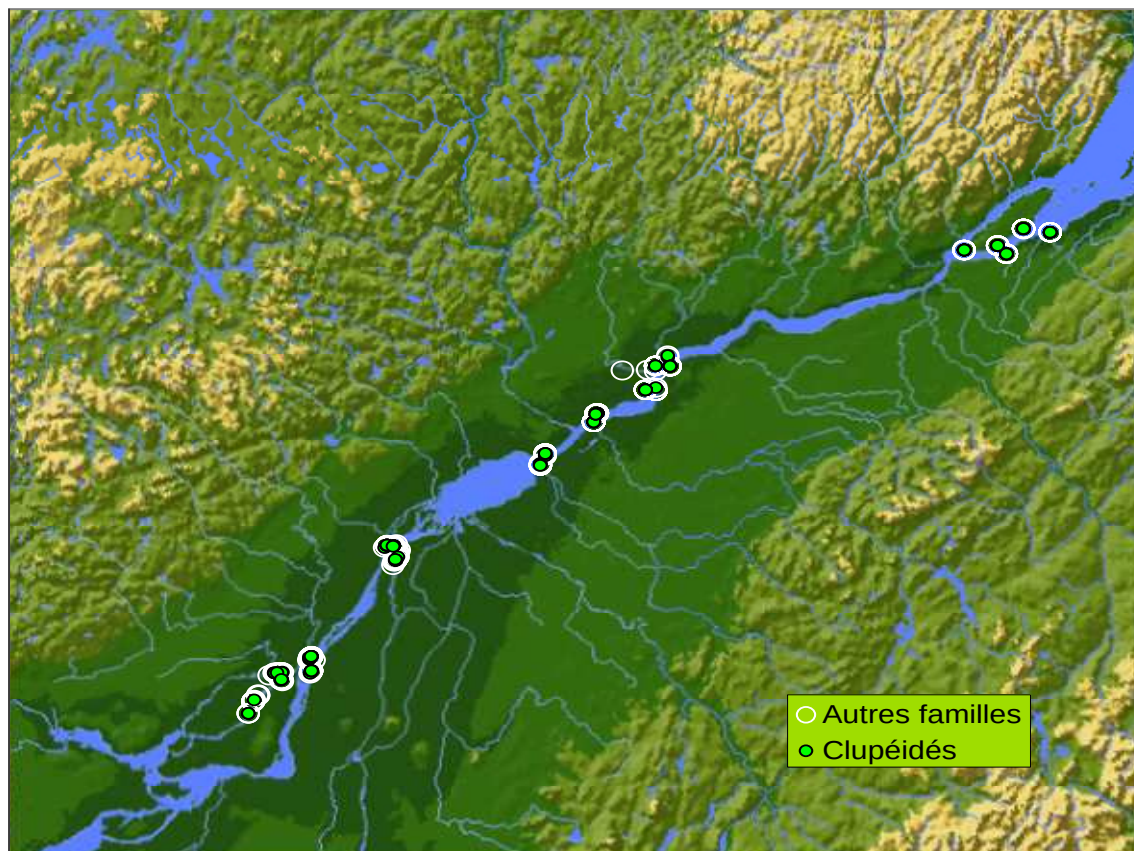


Figure 4. Stations où ont été capturés des clupéidés et des poissons d'autres familles.

3.2. Identification des espèces de clupéidés

L'identification des clupéidés de 30 mm ou plus, faite à l'aide de clés basées sur la morphologie (Jones et al. 1978 ; Provost et al. 1984 ; Grondin, en prép.), a permis d'établir que trois espèces étaient présentes dans les échantillons : le gaspareau *Alosa pseudoharengus*, l'alse à gésier *Dorosoma cepedianum* et surtout l'alse savoureuse *Alosa sapidissima*, de loin la plus abondante : plus de 95% des spécimens ainsi identifiés appartenaient à cette dernière espèce.

Cependant, le quart des clupéidés capturés mesuraient moins de 30 mm, ce qui les rendait difficiles à identifier à l'aide de clés morphologiques. La forte représentation des spécimens de petite taille découle directement de l'approche retenue pour localiser les aires de reproduction de l'alse, soit de capturer les jeunes de l'année le plus tôt et le plus près possible des lieux d'éclosion. Elle a pour conséquence que les aloses les plus

jeunes pourraient être confondues avec des gaspareaux. Le gaspareau juvénile est en général plus petit que l'alose, à la même date, mais les distributions de longueurs des deux espèces se recoupent en partie. Par ailleurs, il peut être difficile de distinguer ces poissons aux premiers stades de leur développement. Ne pas tenir compte de la présence du gaspareau aurait pu brouiller l'interprétation de certaines données et laisser croire, par exemple, en l'existence de frayères d'alose en des lieux où ce serait plutôt cet autre clupéidé qui se reproduirait.

Afin de pouvoir classer les petits individus, on a développé un modèle de régression logistique (annexe 7.4) basé sur les déterminations génétiques de 333 spécimens pris en 2002 et en 2006 (Martin 2003 ; E. Maltais, com. pers.). L'application d'un critère de classification basé sur ce modèle permet de répartir les 2500 clupéidés capturés à la seine et au chalut dans deux catégories: alose ou clupéidé indéterminé. Les aloses comptent pour 97,4% des spécimens et les clupéidés indéterminés, pour 2,6% (tableau 3).

Tableau 3. Répartition des clupéidés capturés au chalut et à la seine, selon leur identification génétique et leur assignation par le modèle logistique.

Identification génétique	Assignation par le modèle logistique		Total
	Alose	Clupéidé indét.	
Alose	136	0	136
Gaspareau	0	26	26
Non testé	2299	39	2338
Total	2435	65	2500

Pour tester la validité de ce critère, on a comparé l'assignation des clupéidés qu'il permet d'obtenir avec l'identification par la morphologie effectuée par une personne expérimentée sur un grand nombre de spécimens capturés dans le por de Saint-Laurent en 2006 (tableau 4). Les deux classements concordent à 99% (1225 cas sur 1236), ce qui justifie d'élargir l'application du critère à tous les clupéidés capturés dans l'aire d'étude en 2006 (figure 5).

Tableau 4. Répartition des clupéidés capturés au por de Saint-Laurent, selon leur identification par la morphologie et leur assignation par le modèle logistique.

Identification morphologie	Assignation par le modèle logistique		Total
	Alose	Clupéidé indét.	
Alose	1221	10	1231
Gaspareau	1	4	5
Total	1222	14	1236

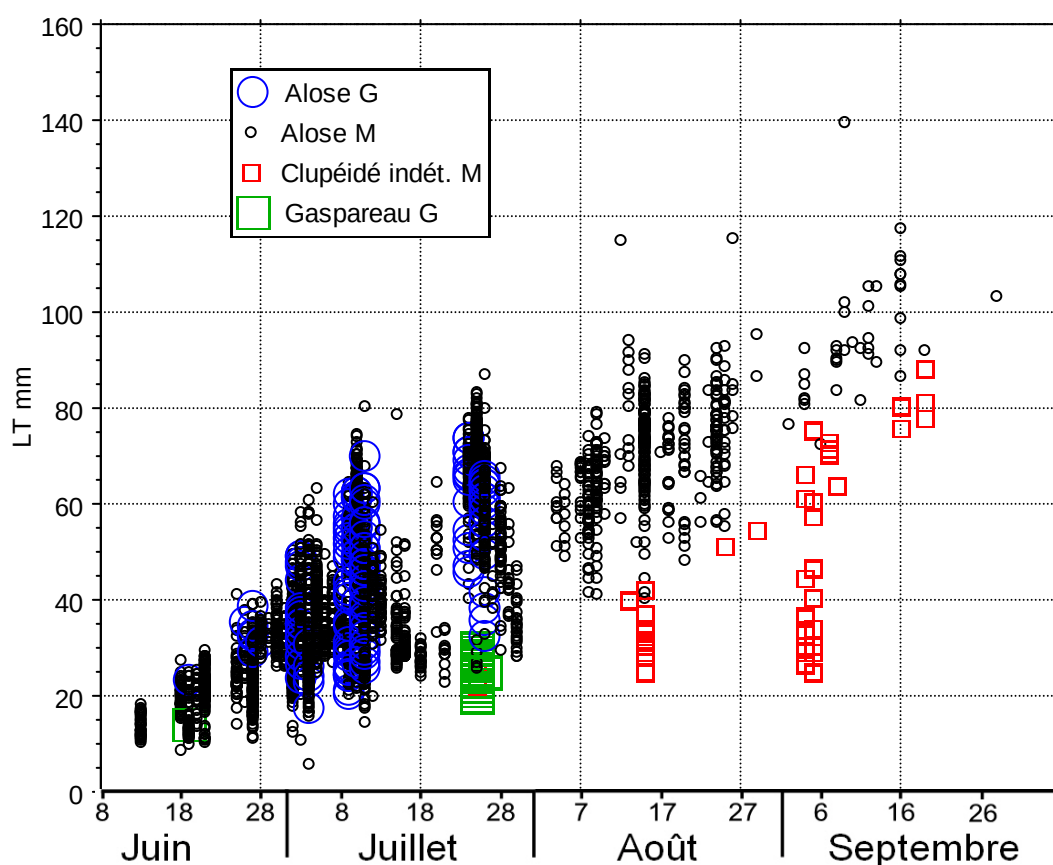


Figure 5. Longueur à l'état frais des clupéidés capturés en 2006 au chalut, à la seine et dans le por de Saint-Laurent, en fonction de la date de capture, selon l'espèce.

Alose G et Gaspareau G: aloses et gaspareaux identifiés par la génétique; Alose M et Clupéidé indét. M: aloses et clupéidés indéterminés, selon le critère composite (annexe 7.4).

3.3. Indices de reproduction de l'alose dans les secteurs échantillonnés

Lors de la campagne d'échantillonnage de 2006, des aloses juvéniles ont été capturées, à un moment ou l'autre de la saison, dans plusieurs des stations tout le long du Saint-Laurent. Si on ne tenait pas compte de leur âge et de la date, leur présence ne signifierait pas nécessairement que ces poissons soient nés près du lieu de leur capture, car le cycle vital de l'alose est caractérisé par des déplacements de grande amplitude dès la première année. L'espèce doit dévaler en mer pour y passer son premier hiver. Cependant, cette descente ne s'effectue qu'après un séjour de quelques semaines en eau douce. À mesure que ce poisson croît, sa capacité natatoire et sa mobilité augmentent rapidement.

Selon la documentation scientifique sur l'espèce, les tout premiers stades de développement - œufs ou larves – ne sont pas transportés passivement sur de longues distances, mais plutôt retenus dans le voisinage des aires de fraie. Les œufs d'alose tendent à se déposer sur le fond et s'y logent dans les interstices, ce qui limite leur transport par le courant (Marcy 1976; Jones *et al.* 1978). Les larves vésiculées qui se libèrent des œufs au terme de leur incubation ont une capacité natatoire limitée; elles restent près du substrat et s'y cachent dans les anfractuosités (Mitchell *et al.* 1925). Lorsqu'elles atteignent 12 à 14 mm de longueur, les petites aloses, dont la vésicule vitelline est alors presque entièrement résorbée, migrent peu à peu vers le milieu riverain (Crecco *et al.* 1983).

Les données recueillies en 2006 dans le cadre de la présente étude semblent concorder avec cette description du déroulement des premiers stades de développement. Dès les premiers essais de pêche, le 14 juin, des larves d'alose ont été prises au chalut à deux stations en eau brune³, près de Montréal (figure 6). Le premier

³ On peut facilement distinguer, à leur couleur brune, les eaux turbides et faiblement minéralisées provenant de la rivière des Outaouais. À partir de la confluence des deux cours d'eau, à Montréal, elles s'écoulent parallèlement aux eaux vertes, provenant des Grands Lacs, jusqu'à la sortie du lac Saint-Pierre, où l'action des marées achève de les mélanger.

site (1BPG2) se trouve dans le cours inférieur de la rivière des Prairies, à moins de 3 km en aval d'une frayère découverte en 2002 (Bilodeau et Massé 2005).



Figure 6. Stations à Montréal où ont été capturées des aloses au chalut, le 14 juin. Les points noirs indiquent la position des stations et le cercle jaune, le nombre d'individus par m^3 .

Selon toute vraisemblance, les larves capturées proviennent d'une fraie qui aurait eu lieu à cet endroit, car les aloses reproductrices n'ont pas accès à la rivière des Prairies au-delà de la centrale hydroélectrique, à 1,4 km en amont de la frayère. La descente de larves à partir de Carillon, à l'entrée du lac Des Deux-Montagnes, est improbable : cela demanderait qu'elles aient traversé environ 45 km d'habitat lacustre, où les vitesses d'écoulement sont très lentes, puis dévalé la rivière Des Prairies sur plus de 20 km pour finalement transiter par la centrale hydroélectrique ou par son évacuateur de crue.

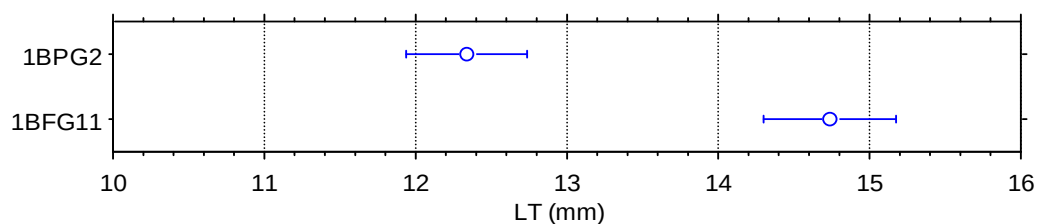


Figure 7. Longueur des aloses savoureuses capturées au chalut à deux stations de Montréal, le 14 juin 2006. Moyenne $\pm$ erreur-type.
ANOVA $F : 9,540$; d.l. : 1 ; 32 ; $p : 0,0041$

La seconde station (1BFG11) où des aloses ont été capturées le même jour se trouve à une vingtaine de kilomètres en aval, dans le fleuve Saint-Laurent, mais dans le panache d'eaux brunes des rivières des Mille Îles et des Prairies. Il y a une différence

significative de longueur entre les individus capturés aux deux sites (figure 7) : ceux de la station de rivière des Prairies (1BPG2) étant en moyenne plus petits de 2,4 mm que ceux pris à la station située dans le fleuve (1BPG11). Comme les deux stations se trouvent dans la même masse d'eau et que les conditions y sont assez semblables, l'écart de longueur entre les deux groupes suggère que ceux-ci ont éclos à des dates différentes ; la longueur des larves est en effet étroitement corrélée à leur âge au cours du premier mois (annexe 7.5). Selon les déterminations d'âge faites à partir des otolithes, les larves de la station 1BFG11 étaient écloses depuis 10,4 jours, en moyenne. L'âge de celles provenant de la station 1BPG2 n'est pas disponible, mais compte tenu de leur longueur, elles seraient plus jeunes de deux jours environ. Si ces dernières proviennent bien de la frayère de rivière des Prairies, le fait que l'on puisse les capturer huit jours après leur éclosion à seulement 3 km en aval du site de fraie suggère l'existence d'un mécanisme de rétention. La vitesse du courant près de la surface, sur le site de fraie, varie entre 0,4 et 1,2 m/sec (Bilodeau et Massé 2005). Si les œufs et les larves avaient été transportés passivement par le courant, même à une vitesse moindre, elles auraient parcouru plusieurs dizaines de kilomètres en une semaine.

Au cours des trois semaines suivantes (18 et 25 juin, 2 juillet), aucune alose n'a été prise au chalut près de Montréal. Par contre, les traits effectués plus en aval permettaient d'en attraper dans trois parties de l'estuaire : à l'exutoire du lac Saint-Pierre, à la hauteur de Batiscan et dans le bras sud de l'île d'Orléans (figure 8). Les prises se sont répétées aux mêmes endroits pendant trois semaines consécutives. Entre ces stations s'en intercalaient d'autres qui, elles, n'ont donné aucune capture lors des mêmes tournées d'échantillonnage. Cette partie du Saint-Laurent est soumise aux marées ; si le mouvement des larves avait été uniquement dû aux courants, on aurait pu s'attendre à ce que ceux-ci dispersent les aloses, rendant plus homogène le patron de leurs captures. Il ne semble pas que ce soit le cas. Cette autre observation semble aussi indiquer une rétention des larves lors des premiers stades de développement.

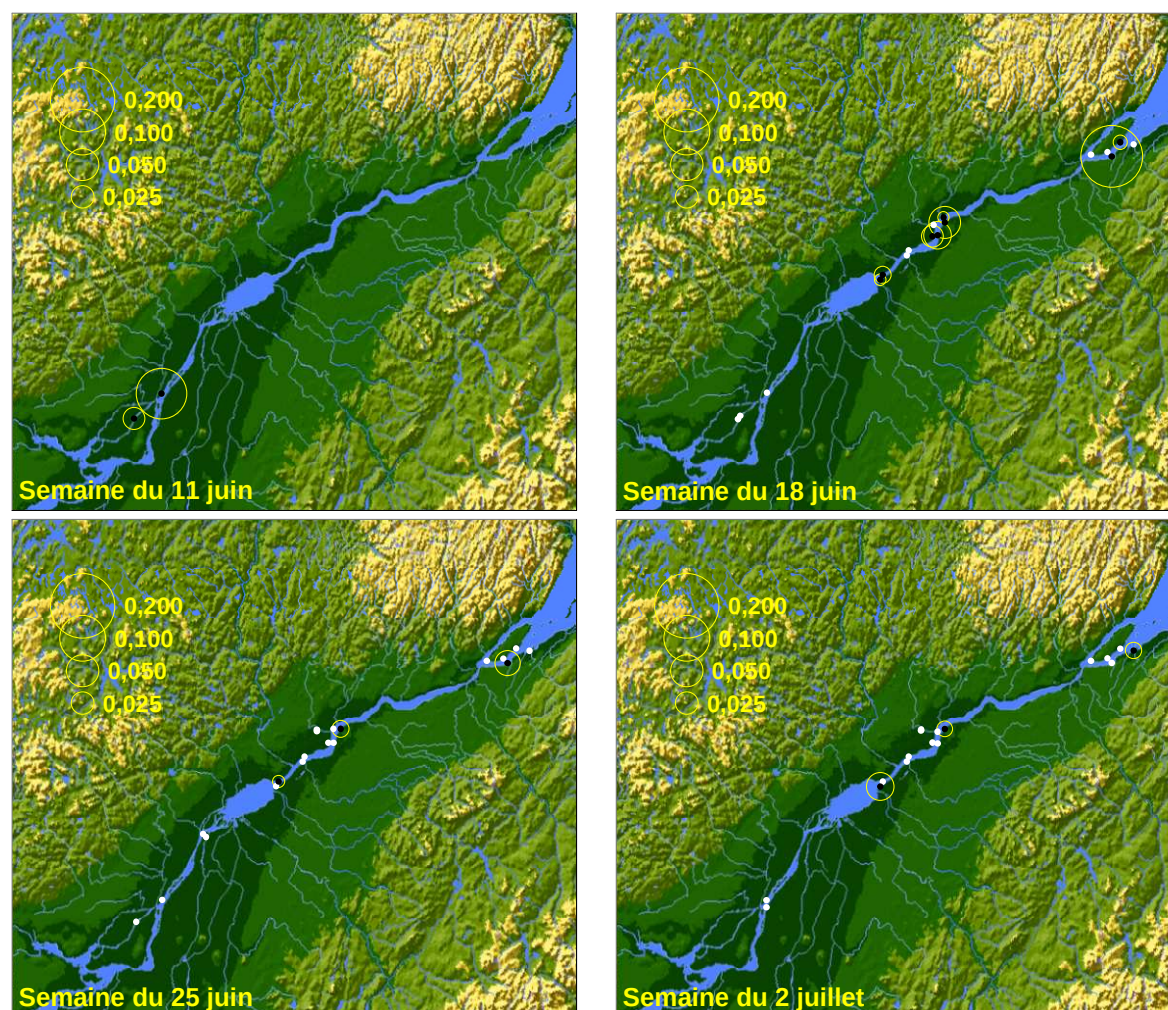


Figure 8. Captures d'alse au chalut, par semaine d'échantillonnage. Les points noirs indiquent la position des stations avec captures et le cercle jaune, le nombre d'individus par m^3 . Les points blancs donnent la position des stations sans capture d'alse.

La distribution des longueurs des aloses prises au chalut en fonction de la date (figure 9) montre des discontinuités qu'on n'attendrait pas de la dispersion passive d'un seul groupe né au même endroit et à la même date. Par exemple, les spécimens pris à l'île d'Orléans le 20 juin sont significativement plus petits⁴ que ceux pris à Montréal six jours auparavant, alors que leur transport passif d'un endroit à l'autre par le courant le plus rapide, qui prévaut dans le chenal, demanderait au minimum dix jours (Paquet 1993).

⁴ ANOVA F: 5,554 ; d.l.: 1; 64 ; p: 0,0215

Cela suggère que les larves prises près de l'île d'Orléans proviennent d'un site d'éclosion plus rapproché que ceux déjà connus, à Carillon et à rivière des Prairies.

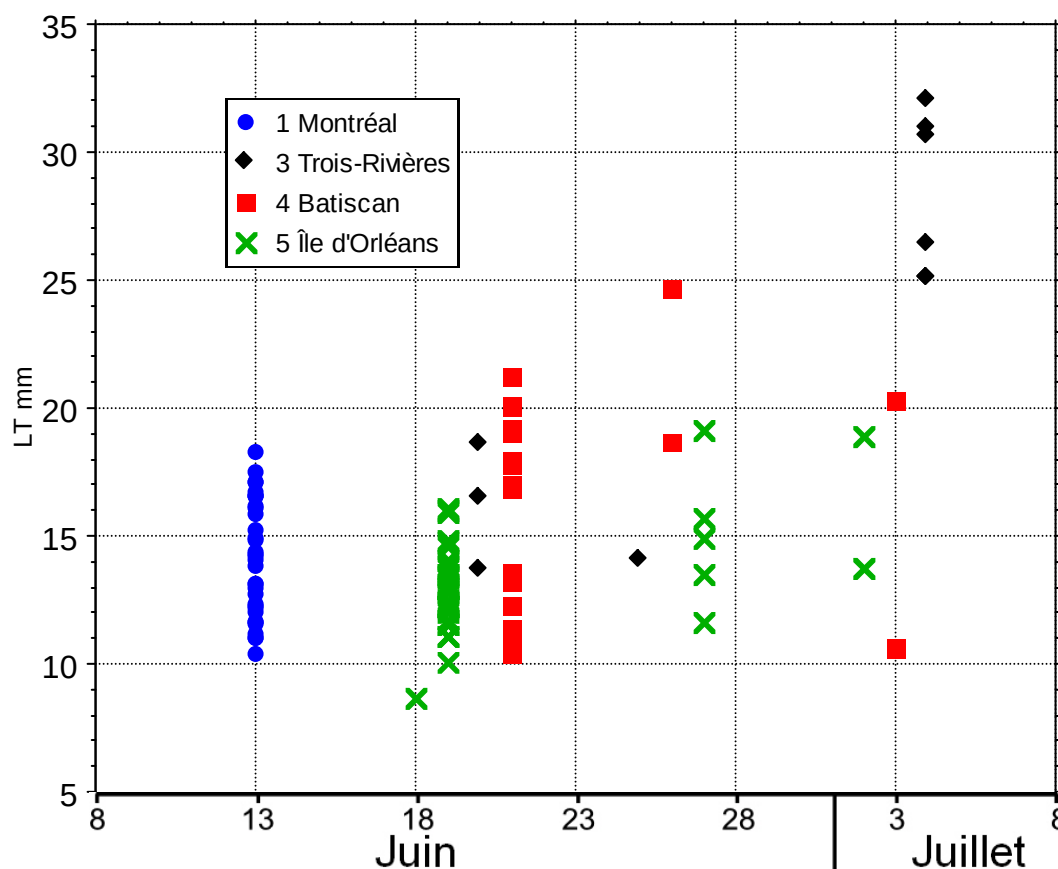


Figure 9. Longueur des aloses capturées au chalut en fonction de la date de capture, par secteur.

Enfin, la détermination de l'âge de certains des plus jeunes spécimens montre que les dates d'éclosion varient d'un secteur à l'autre (figure 10). Des écarts statistiquement significatifs des dates d'éclosion sont observés entre les aloses prises dans les eaux brunes à Montréal et celles prises dans les secteurs de Trois-Rivières, de Batiscan et de l'île d'Orléans (tableau 5).

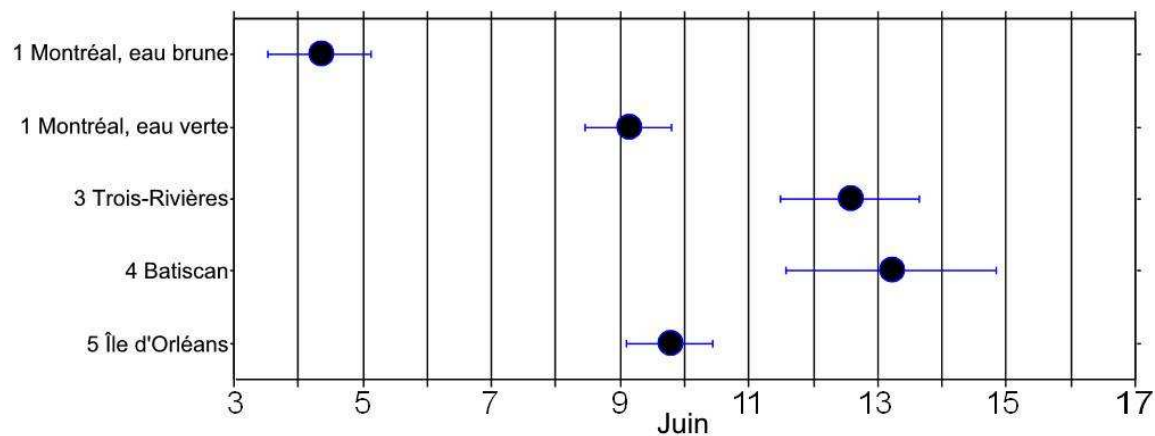


Figure 10. Date d'éclosion selon le secteur et la masse d'eau pour des aloses savoureuses de moins de 29 jours, capturées au chalut ou à la seine. Moyenne $\pm$ erreur-type.

ANOVA F: 7,621 ; d.l.: 4; 163 ; $p < 0,0001$

Dans tous les secteurs, l'engin de capture n'a pas d'effet significatif sur l'estimation de la date d'éclosion.

La distribution irrégulière des captures d'alose au chalut, l'hétérogénéité des longueurs des spécimens et les écarts dans leurs dates d'éclosion selon le secteur suggèrent que des sites de fraie, autres que ceux déjà connus, sont fréquentés par l'alose. Si la capture au chalut d'aloses de moins de 20 mm s'avère être un indice de la proximité de leur lieu d'éclosion, comme les données permettent de le croire, certaines des zones de reproduction de ce poisson dans le Saint-Laurent se trouveraient à proximité de l'exutoire du lac Saint-Pierre, dans les environs de Batiscan et dans le bras sud de l'île d'Orléans. L'existence de frayères dans ces diverses portions du fleuve viendrait confirmer la déduction de Provost (1987) selon laquelle la majorité des aloses pêchées à Trois-Rivières et à l'Isle-Verte proviendraient de frayères situées en aval de l'embouchure de la rivière Richelieu.

Enfin, la distribution des mentions historiques de captures d'aloses adultes ou juvéniles, en particulier dans certains tributaires à plusieurs kilomètres en amont de leur confluence avec le fleuve, suggère que d'autres frayères pourraient exister dans les portions du réseau qui n'étaient pas couvertes par les stations d'échantillonnage de la campagne de 2006.

Tableau 5. Comparaisons multiples des dates d'éclosion entre secteurs, avec le S de Scheffé. Les différences significatives sont identifiées par une trame grise.

Secteurs comparés	Différence moyenne	Valeur critique	p
1 Montréal, eau brune & 1 Montréal, eau verte	-4,792	7,813	0,4579
1 Montréal, eau brune & 3 Trois-Rivières	-8,225	5,006	<0,0001
1 Montréal, eau brune & 4 Batiscan	-8,881	6,488	0,0017
1 Montréal, eau brune & 5 Île d'Orléans	-5,435	4,599	0,0108
1 Montréal, eau verte & 3 Trois-Rivières	-3,433	7,241	0,7024
1 Montréal, eau verte & 4 Batiscan	-4,089	8,334	0,6744
1 Montréal, eau verte & 5 Île d'Orléans	-0,643	6,965	0,9992
3 Trois-Rivières & 4 Batiscan	-0,656	5,786	0,9981
3 Trois-Rivières & 5 Île d'Orléans	2,790	3,541	0,2025
4 Batiscan & 5 Île d'Orléans	3,446	5,438	0,4230

Les données indiquent donc que l'alose s'est reproduite dans certaines sections du Saint-Laurent. Pour localiser plus précisément les sites où se déroule la fraie, on devra recourir à des méthodes complémentaires, comme l'écoute des clapotements et des pêches expérimentales pour trouver des adultes en fraie ou des œufs fécondés.

Tableau 6. Estimation des dates de fraie par secteur et masse d'eau à partir des dates d'éclosion et des temps d'incubation des œufs.

Le temps d'incubation est calculé à partir de la régression basée sur des données expérimentales tirées de FishBase (<http://www.fishbase.org>) et de Limburg (1996):

$\ln(\text{temps d'incubation}) = 4,129 - (0,133 \times \text{Température})$;

$F=191,906$; d.l.: 1; 6; $R^2 = 0,970$; $p<0,0001$

La température utilisée pour ce calcul est la moyenne pour la masse d'eau pendant la semaine précédant l'éclosion.

Secteur et masse d'eau	Éclosion (jour de l'année)			Date d'éclosion	Incubation		Date de fraie
	Moyenne	Écart type	N		T (°C)	Temps d'incubation (jours)	
1 Montréal, brune	155,333	3,665	21	4 juin	19,6	4,6	31 mai
1 Montréal, verte	160,125	1,885	8	9 juin	21,2	3,7	5 juin
3 Trois-Rivières	163,558	7,106	43	13 juin	16,0	7,4	5 juin
4 Batiscan	164,214	6,142	14	13 juin	16,2	7,2	6 juin
5 Île d'Orléans	160,768	6,119	82	10 juin	17,9	5,7	4 juin

La date de fraie calculée pour le secteur de Batiscan (tableau 6) coïncide avec la période pendant laquelle des aloses reproductrices ont été capturées dans ce tributaire, lors de pêches expérimentales au filet maillant, en 1980 (Mailhot et Scrosati 1983; MLCP 1983). Dans le cas des larves prises dans la rivière des Prairies, la date estimée

de leur fraie en 2006 (31 mai) survient quelques jours avant la période où le maximum de clapotements a été observé en 2003 (10 juin). L'écart pourrait s'expliquer par un réchauffement plus tardif de l'eau cette année-là, comme le suggère une comparaison des températures mesurées sur le site de fraie en 2003 (Bilodeau et Massé 2005) avec celles de 2006 (annexe 7.6, figure 22).

3.4. Chronologie des captures d'alose

3.4.1. Île d'Orléans

De tous les secteurs d'échantillonnage, c'est celui de l'île d'Orléans qui offre le plus grand nombre de captures d'alose, tant au chalut qu'à la seine. Par ailleurs, les données recueillies au port de Saint-Laurent permettent de compléter la description des changements d'abondance qui surviennent au cours de l'été.

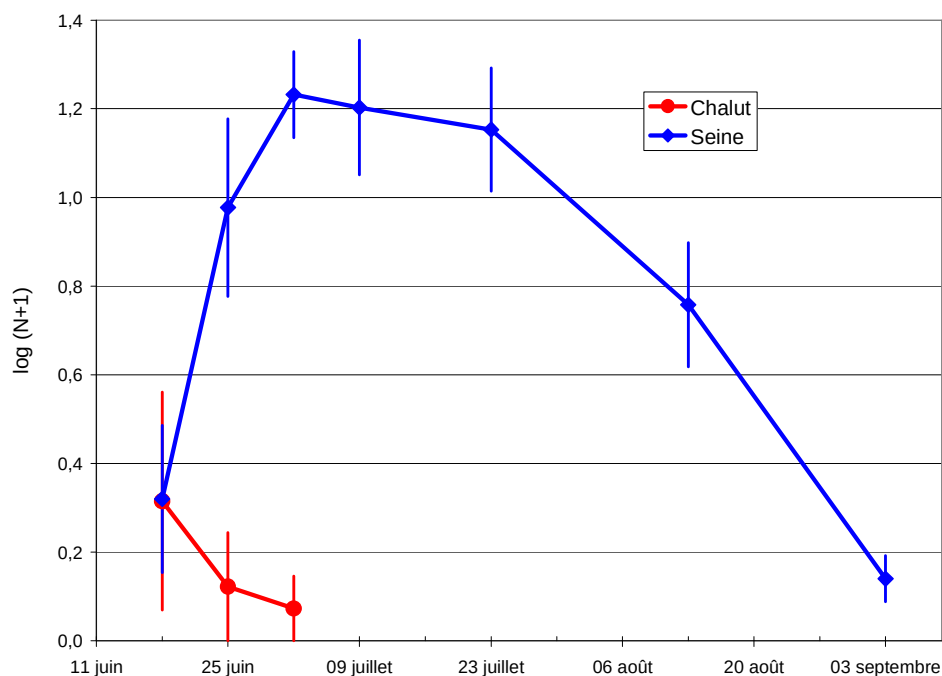


Figure 11. Nombre d'aloses capturées par trait de chalut et de seine aux stations de l'île d'Orléans, par semaine d'échantillonnage. Moyenne $\pm$ erreur type. Les captures au chalut comportent une correction pour les ramener à un volume standard de 150 m^3 , valeur médiane pour les traits effectués dans le secteur de l'île d'Orléans.

Au cours des trois premières semaines pendant lesquelles le chalut et la seine ont été utilisés concurremment dans les cinq stations avoisinant l'île d'Orléans, on observe une

baisse du nombre d'aloses capturées par trait de chalut et une augmentation de celles prises par trait de seine (figure 11).

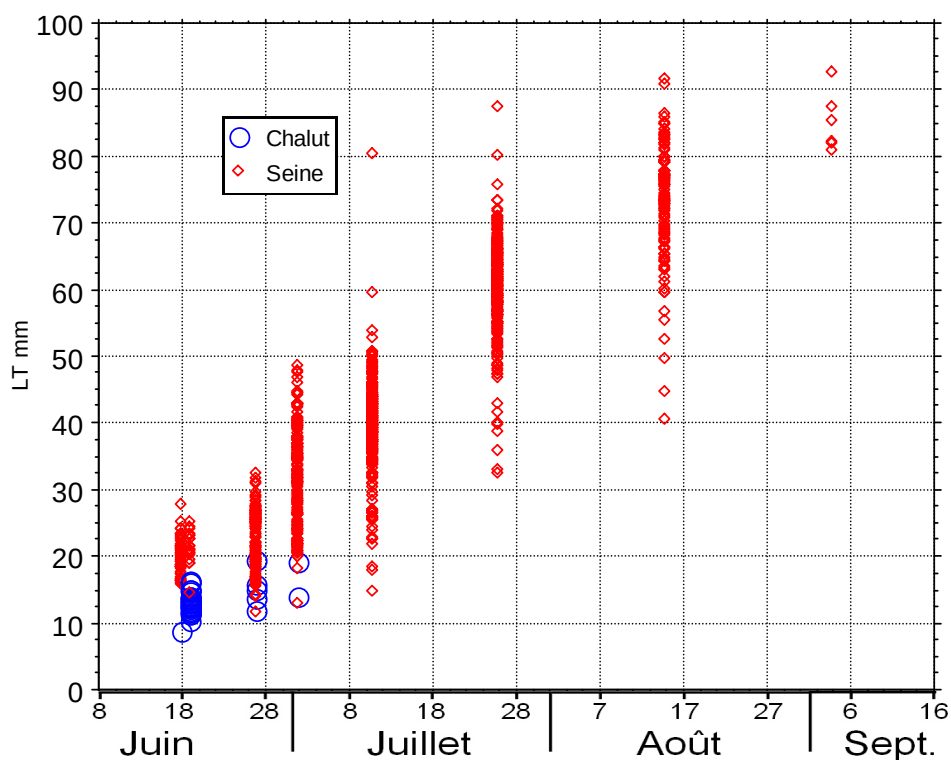


Figure 12. Longueur des aloses capturées au chalut et à la seine en fonction de la date, stations de l'île d'Orléans.

La taille des aloses capturées dans les deux engins croît avec le temps, tout en maintenant un écart significatif de longueur (figures 12 et 13, tableau 7). S'il existe un effet de l'engin sur la taille des captures, il s'exerce davantage par l'intermédiaire des milieux que chacun échantillonne, plutôt que par la possibilité d'échappement des aloses, faible chez des individus de 20 mm (Crecco et al. 1983). Pendant tout l'été, la seine a permis de capturer des poissons de diverses espèces dans des longueurs comparables ou inférieures à celle des aloses prises en début de saison. Les deux changements – d'abondance et de taille – se produisant en même temps suggèrent que les jeunes aloses passent du milieu pélagique vers les habitats riverains lorsqu'elles atteignent 15 à 20 mm de longueur, au début de juillet. Parmi les spécimens dont l'âge

a été déterminé, on ne trouve pas de différence dans les dates d'éclosion entre ceux pris au chalut et à la seine⁵.

Tableau 7. Analyse de variance de la longueur des aloses capturées à la seine et au chalut pendant les trois premières semaines d'échantillonnage, à l'île d'Orléans.

Facteur	D.L.	Somme des carrés	Carré moyen	F	p
Engin	1	1233,496	1233,496	42,486	<,0001
Semaine	2	464,603	232,301	8,001	0,0004
Engin x Semaine	2	125,004	62,502	2,153	0,1174
Résidus	443	12861,729	29,033		

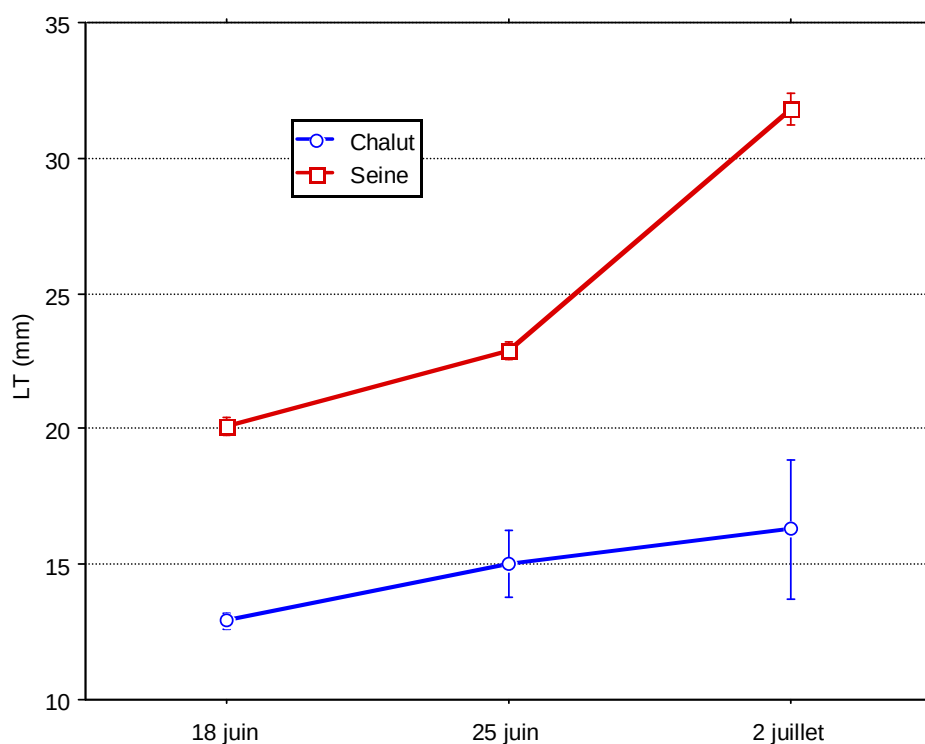


Figure 13. Longueur des aloses capturées à la seine et au chalut pendant les trois premières semaines d'échantillonnage, à l'île d'Orléans. Moyenne $\pm$ erreur type.

Les captures à la seine atteignent un maximum d'abondance vers la première semaine de juillet (figure 11), après quoi elles s'abaissent progressivement jusqu'à la dernière semaine d'échantillonnage. Les décomptes quotidiens de clupéidés dans le por de Saint-Laurent montrent aussi cette baisse d'abondance (figure 14). À cet endroit, l'effectif d'aloses juvéniles qu'échantillonne l'engin diminuerait de 4,06% à chaque jour,

⁵ ANOVA F: 0,134 ; d.l.: 1; 79 ; p : 0,7157

du début de juillet à la fin de septembre. Divers processus peuvent contribuer à ce changement: bilan migratoire, mortalité ou baisse de susceptibilité à la capture dans le por; les données ne permettent pas d'évaluer leur importance relative. Les mesures d'abondance en fonction de la date présentent la même allure générale que ce qu'on a rapporté pour les aloses savoureuses juvéniles de la rivière Connecticut (Crecco et al. 1983). Dans cette rivière, la mortalité des juvéniles a été estimée entre 1,8 et 2,0% par jour, au cours de la même phase de leur développement.

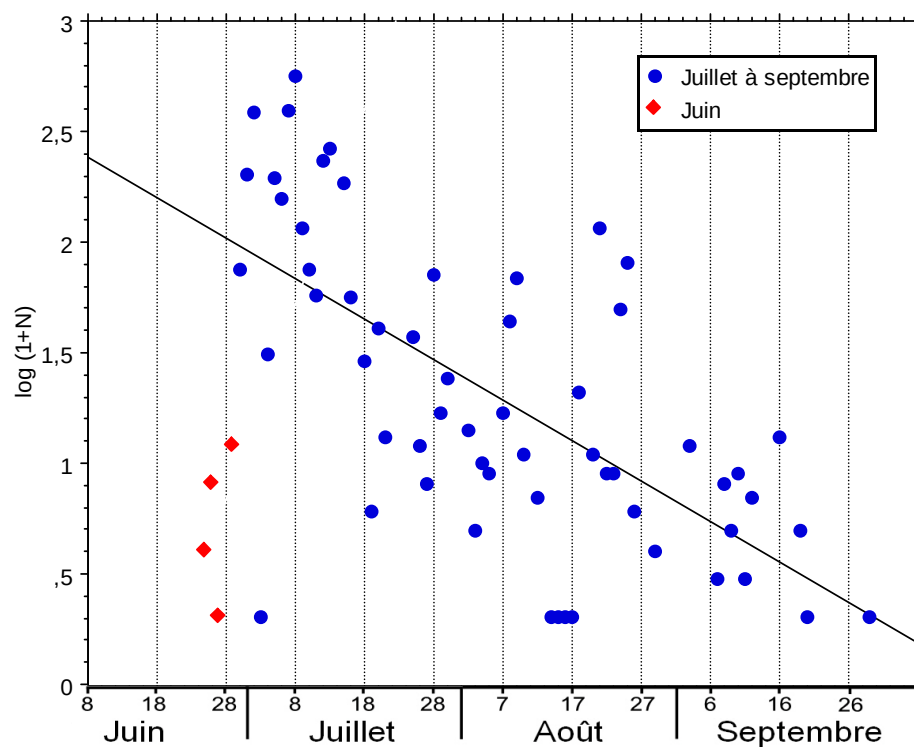


Figure 14. Dénombrement des captures quotidiennes de clupéidés dans le por de Saint-Laurent, île d'Orléans, été 2006.

Régression pour la période du 1^{er} juillet au 30 septembre:

$\text{Log}(1+N) = 5,303 - 0,018 \cdot \text{Jour de l'année}$; $r^2 = 0,435$; $n: 59$

Les dénombrements ne font pas la distinction entre les espèces de clupéidés; cependant, l'examen détaillé de spécimens recueillis au même site en 2006 (tableau 4) montre que 99% d'entre eux étaient des aloses savoureuses.

3.4.2. Ensemble de l'aire d'étude

On retrouve dans l'ensemble des stations d'échantillonnage de toute l'aire d'étude le même aspect des changements temporels d'abondance des captures d'aloses, à cette différence près qu'on observe un décalage des courbes de l'amont vers l'aval.

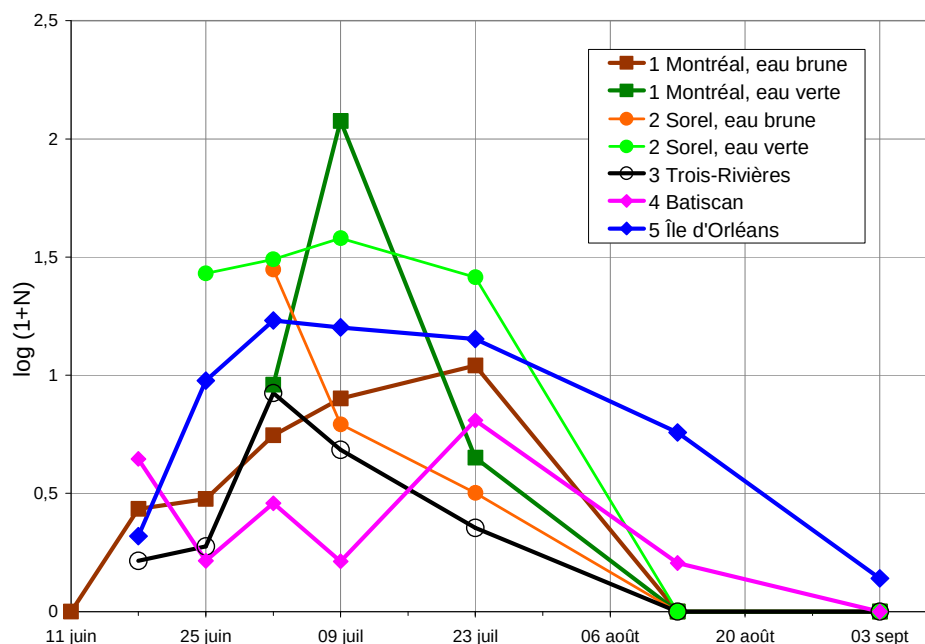


Figure 15. Aloses capturées par trait de seine ($\log N+1$) : moyenne par secteur, masse d'eau et semaine, Richelieu exclu.

Détails à l'annexe 7.7.

La majorité des traits de seine effectués lors de la première semaine (11 juin, à Montréal ; 18 juin pour les autres secteurs) ne se traduisent par aucune prise d'alose. Cependant, on observe dès les semaines suivantes une augmentation de la proportion des traits de seine avec aloses et du nombre de celles-ci dans les traits (figure 15). Les semaines d'échantillonnage du 9 et du 23 juillet correspondent à la période de plus grande abondance. Les captures par trait de seine commencent ensuite à décliner, d'abord dans les secteurs les plus en amont (figures 15 et 16), puis dans l'estuaire. Cette diminution graduelle des captures après la mi-juillet, de l'amont vers l'aval, pourrait refléter l'amorce d'une migration vers l'estuaire. L'absence complète d'aloses dans l'ensemble des stations situées dans les secteurs de Montréal, Sorel et Trois-Rivières durant la semaine du 13 août, puis dans le secteur de Batiscan lors de la semaine du 3 septembre, semble confirmer le phénomène.

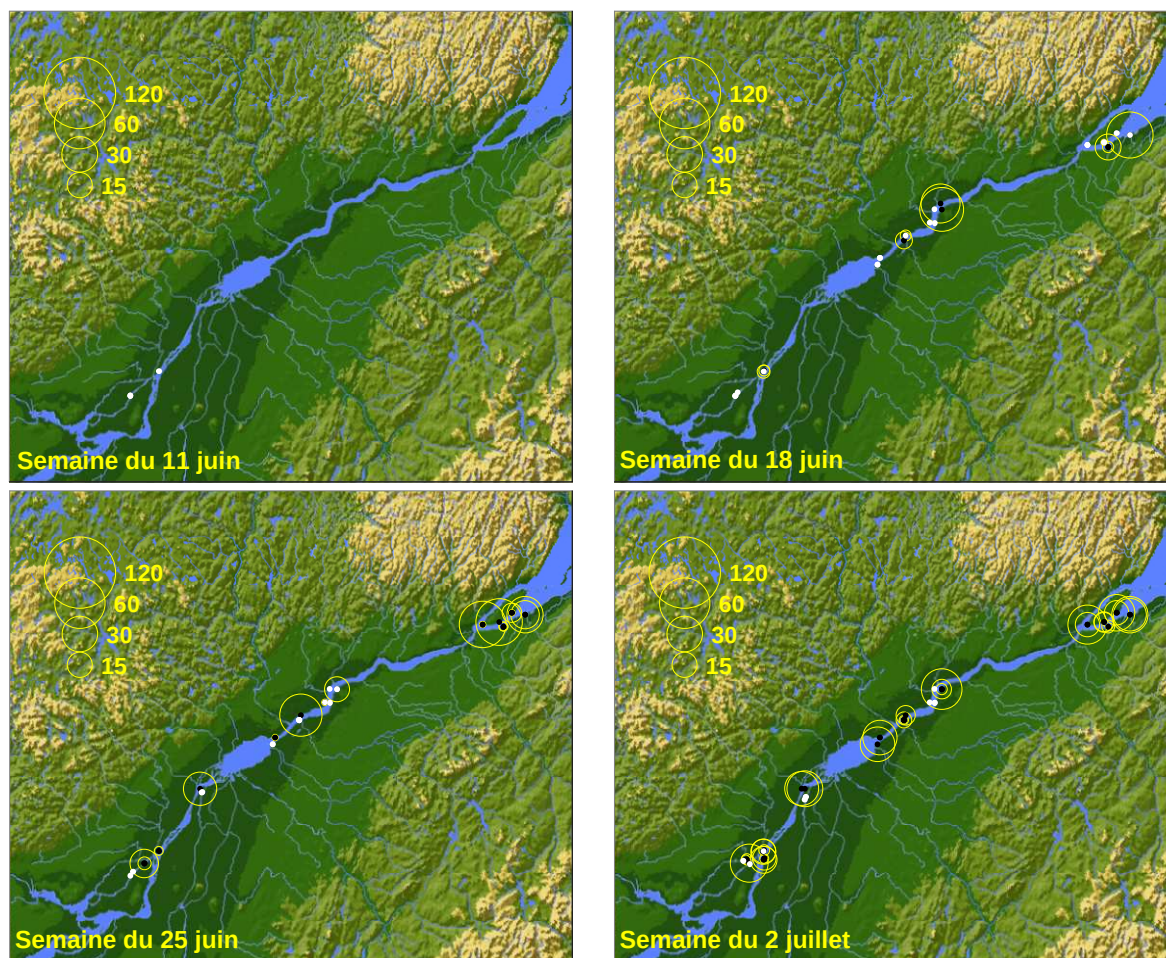


Figure 16. Captures de clupéidés par trait de seine et par semaine d'échantillonnage. Les points noirs indiquent la position des stations avec captures de clupéidés, les cercles jaunes, le nombre d'aloses, et les cercles rouges, le nombre de clupéidés indéterminés. Les points blancs donnent la position des stations sans capture de clupéidés.

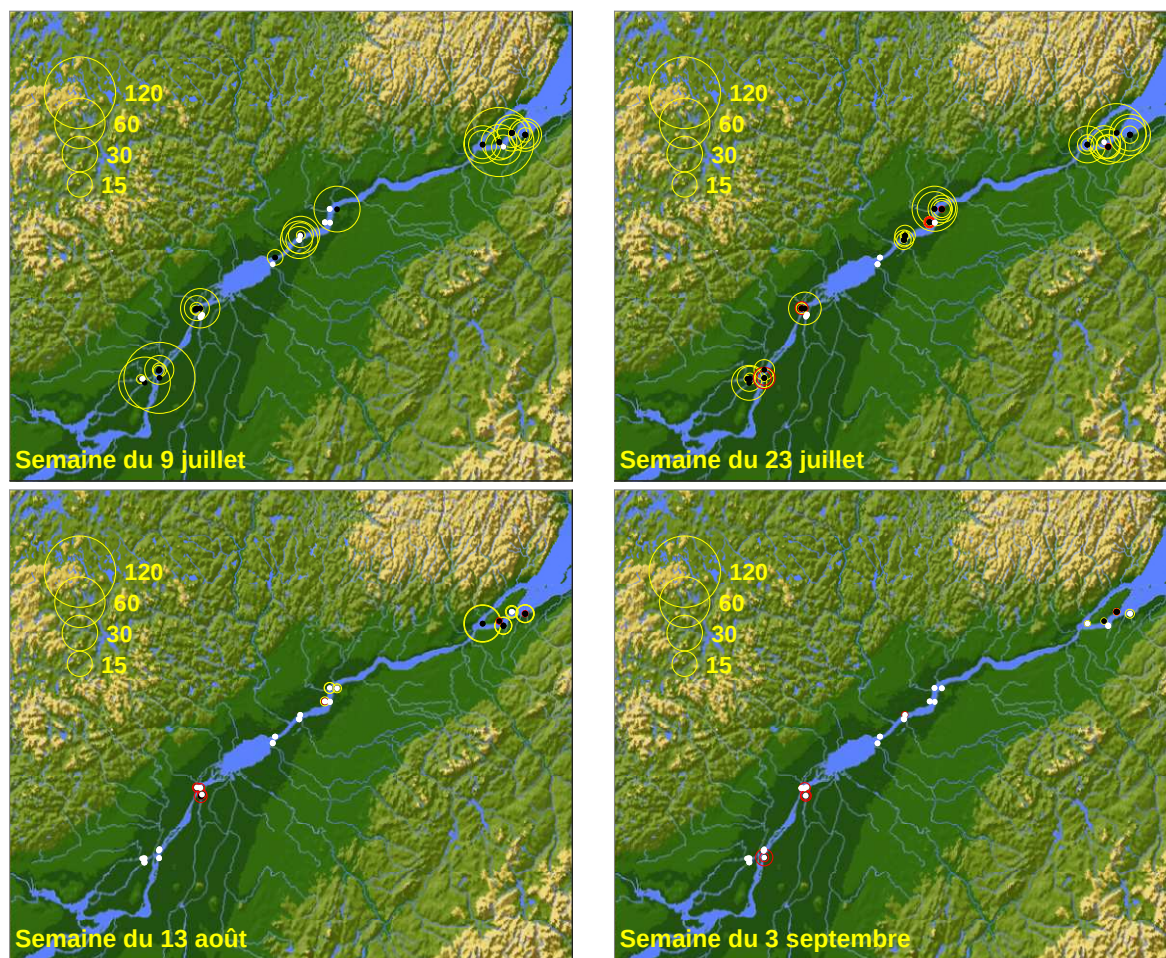


Figure 16, suite.

À partir de la semaine du 23 juillet, on observe dans les captures une augmentation de l'abondance de *clupéidés indéterminés*, qui sont pour la plupart des gaspareaux.

Le passage des aloses juvéniles partant en mer est détecté en septembre et octobre dans l'estuaire salin (Robitaille 1997 ; Données non publiées du MRNF, Bas Saint-Laurent, pour 2006 et 2007).

3.5. Croissance apparente

À mesure que la saison avance, on observe une augmentation de longueur des aloses capturées qui reflète en partie l'accroissement de taille de chaque individu. D'autres phénomènes peuvent aussi avoir un effet sur la courbe de croissance apparente, comme par exemple une mortalité qui dépendrait en partie de la taille des poissons, la présence d'immigration et d'émigration ou encore la sélectivité des engins de pêche.

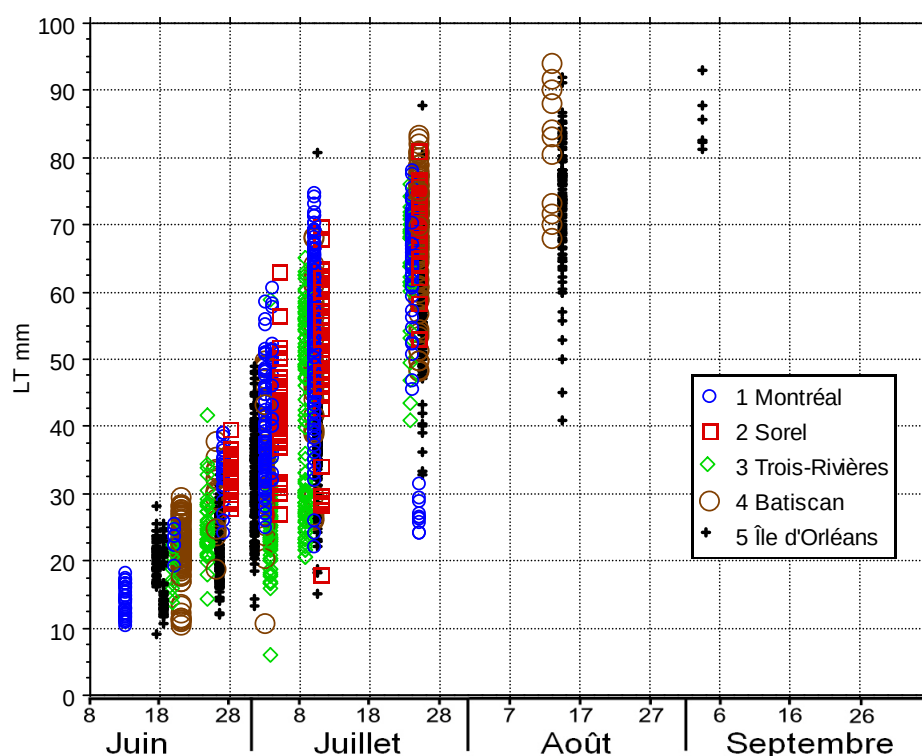


Figure 17. Longueur des aloses en fonction de leur date de capture, par secteur. Captures au chalut et à la seine combinées.

La longueur des aloses capturées au chalut et à la seine dans toute l'aire d'étude en 2006 montre un décalage dans la croissance apparente (figure 17) : celles provenant de Montréal, par exemple, sont plus grandes que celles de l'estuaire à la même date. Une analyse par régression multiple fait ressortir que la longueur des aloses capturées est corrélée à plusieurs variables (tableau 8). L'engin de pêche, la date, la longitude, le secteur et la sommation thermique de la masse d'eau (degrés-jours de croissance, annexe 7.6) permettent d'expliquer 77% de la variance observée dans les longueurs.

Tableau 8. Régression multiple par étape (méthode progressive) modélisant la longueur des aloses à la capture.

8a. Modèle excluant l'âge

F: 1592,716; $p < 0,0001$; N : 2435; r^2 : 0,766

Variables intégrées au modèle	Coefficient	Écart-type	F
Intersection	-818,490	70,788	133,692
Secteur	4,478	0,827	29,307
Longitude	-9,591	1,062	81,628
Jour de l'année	0,660	0,092	51,716
Sommation thermique	0,036	0,007	24,739
Engin de pêche (1 chalut; 2 seine)	6,951	0,954	53,141
Variable rejetée: aucune			

8b. Modèle incluant l'âge

F: 209,183; $p < 0,0001$; N : 172; r^2 : 0,880

Variables intégrées au modèle	Coefficient	Écart-type	F
Intersection	-390,202	83,201	21,995
Secteur	4,122	0,865	22,716
Longitude	-6,345	1,237	26,324
Jour de l'année	-0,514	0,091	31,884
Sommation thermique	0,052	0,008	47,102
Engin de pêche (1 chalut; 2 seine)	4,300	0,659	42,564
Âge	0,754	0,046	263,639
Variable rejetée: aucune			

Si on ajoute aux variables explicatives l'âge depuis l'éclosion, on réduit *de facto* la taille de l'échantillon aux 172 spécimens de moins d'un mois pour lesquels cette donnée supplémentaire est disponible. En dépit de cette réduction, la proportion de la variance expliquée par le modèle s'accroît pour atteindre 88%. L'âge est alors la variable indépendante qui a la valeur prédictive la plus grande sur la longueur, du moins au cours du premier mois, mais l'effet des cinq autres variables est encore très significatif.

Cela indique que le fait d'éclore plus tôt (figure 10) confère un avantage, en termes de taille, aux aloses produites par les frayères situées dans les eaux brunes de l'archipel de Montréal. La chronologie des captures au chalut et à la seine pourrait aussi refléter ce décalage d'amont en aval dans la phénologie de la reproduction, sous forme d'une baisse d'abondance des aloses en fin d'été qui se propage d'amont en aval. Dans les eaux de Montréal, tout laisse croire que les aloses commencent à dévaler plus tôt, ce

qui est cohérent avec le fait qu'elles atteignent plus rapidement la taille requise pour migrer.

L'éclosion survient plus hâtivement dans les eaux brunes provenant de l'Outaouais et la croissance des aloses y demeure pendant tout l'été plus rapide que dans les sites plus en aval. Ce décalage est probablement causé par les différences de températures entre les masses d'eau que rencontrent au printemps les premières aloses reproductrices à remonter le fleuve (figure 18). Les eaux de l'Outaouais se réchauffent plus tôt que celles des Grands Lacs, l'écart de température entre cette rivière et le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de Montréal, atteignant quatre degrés à la fin de mai 2006. Elles restent pendant tout l'été un peu plus chaudes.

Une température plus élevée permet d'accélérer la maturation finale des gonades et déclenche le comportement reproducteur (Walburg et Nichols 1967; Williams et Daborn 1984). Elle réduit aussi le temps d'incubation (Limburg 1996). Enfin, elle se traduit par un écart de la sommation thermique (annexe 7.6), permettant une croissance plus rapide des poissons qui se trouvent dans ces eaux.

Une fraie plus hâtive, une brève période d'incubation et une croissance plus rapide dans cette masse d'eau pourraient expliquer que les aloses juvéniles capturées dans la partie amont de l'aire d'étude soient plus grandes, à même date, que celles prises dans les environs de l'île d'Orléans. La persistance, au cours des premières semaines de croissance, de cet écart de longueur entre aloses capturées dans différents secteurs accreditte l'hypothèse d'une période de rétention des juvéniles dans les habitats riverains. Si les jeunes aloses commençaient à dévaler vers l'estuaire dès leur éclosion, on ne pourrait pas détecter, pendant l'été, de différence de taille en fonction de leur lieu de capture.

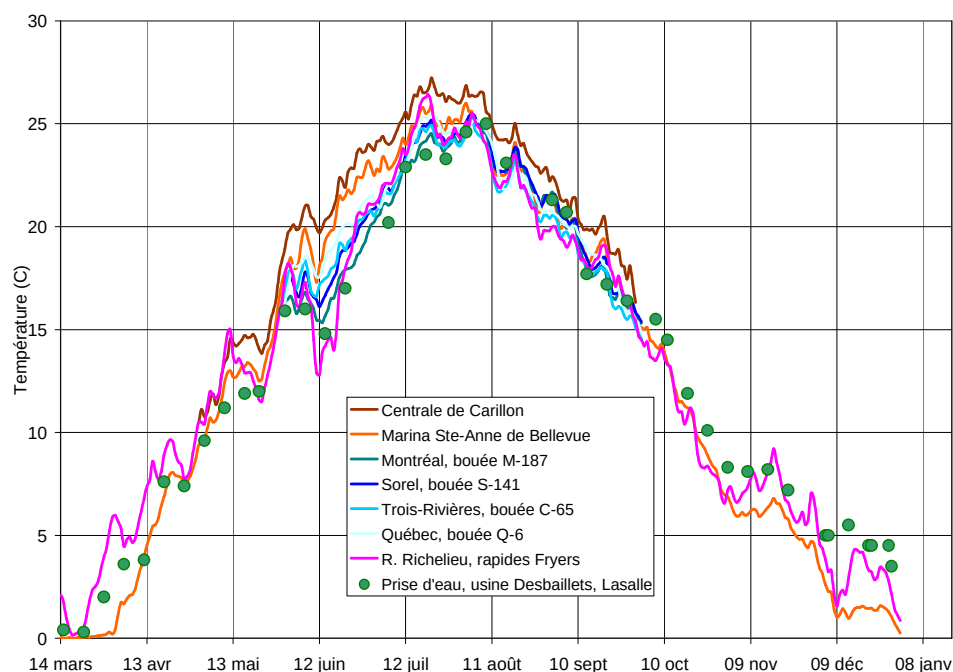


Figure 18. Température des eaux de l'Outaouais, du Richelieu et du Saint-Laurent en 2006. Coordonnées des stations à l'annexe 7.6. Sources: J. Caumartin, Hydro-Québec; C. Hudon et G. Morin, Centre Saint-Laurent; M. Savard, Pêches et Océans Canada.

Ce gradient amont-aval des longueurs va à l'inverse de ce qui est observé dans la rivière Hudson (Limburg 1996), un cours d'eau qui, à la différence du Saint-Laurent, coule vers le sud. Une taille plus grande des aloses nées dans l'archipel de Montréal constituerait un avantage indéniable au moment d'entreprendre la migration marine. Mais en contrepartie, ces individus devraient parcourir 200 km de plus que les aloses qui auraient éclos près de l'île d'Orléans pour parvenir en eau salée.

Pour l'instant, on ne peut pas déterminer laquelle des deux stratégies serait la plus efficace. Pour cela, il faudrait être en mesure d'établir la contribution des diverses aires de fraie au contingent d'aloses qui partent en mer, en ayant recours par exemple à une signature géochimique identifiant les masses d'eau d'origine.

3.6. Habitats et espèces de poissons associés à l'alose

Quelques descripteurs des habitats échantillonnés ont été notés afin de pouvoir identifier, si possible, une relation entre ceux-ci et la présence de l'alose. Certaines variables, comme le type de substrat et l'abondance de la végétation, ne se prêtent pas à une telle analyse en raison de la similitude des conditions entre stations (annexe 7.8). Cette limitation provient surtout de l'utilisation de la seine, un engin qui requiert des surfaces en pente douce, exemptes d'obstructions et un substrat ferme. La végétation ne doit pas être trop dense pour ne pas soulever la ralingue inférieure lors du halage. Les stations présentent donc, à l'égard de ces deux descripteurs, des conditions plutôt uniformes, qui ne permettent pas de mettre en évidence une relation avec l'abondance d'aloses.

D'autres variables peuvent toutefois être prises en compte. On a vérifié si le nombre d'aloses capturées dans les traits de seine pouvait être affecté par quatre descripteurs des stations: la transparence de l'eau, sa température, l'abondance de poissons d'autres espèces et le numéro de l'essai, utilisé ici comme indice d'un dérangement (tableau 9). Une seule de ces variables prédictives, l'abondance d'autres poissons, exerce un effet négatif faible, mais néanmoins significatif, sur le nombre d'aloses capturées.

Par ailleurs, on ne détecte pas de différence significative dans la diversité⁶ des espèces de poissons capturés entre les stations avec ou sans alose. Un premier test, réalisé sur l'ensemble des données de tous les secteurs, pour les semaines du 25 juin au 3 septembre, n'a pas mis en évidence de différence significative⁷. Dans l'aire d'étude, la diversité des espèces représentées dans les traits de seine, tout comme les captures d'aloses, varient non seulement entre les secteurs, mais aussi selon les semaines dans chaque secteur (tableau 10).

⁶ La diversité a été estimée avec l'indice d'entropie H de Shannon..

⁷ Test de U de Mann-Whitney: $Z_{cor} = -1,130$; $p = 0,2585$

Tableau 9. Régression multiple par étape, méthode progressive, modélisant le nombre d'aloses capturées par trait de seine ($\log 1 + \text{alose}$).

Variables prédictives: abondance des spécimens d'autres espèces ($\log 1 + N$), température de l'eau ($^{\circ}\text{C}$), transparence (cm) et rang de l'essai, comme indice de dérangement. Données des trois secteurs de l'estuaire (Trois-Rivières, Batiscan et île d'Orléans), semaines du 2, 9 et 23 juillet.

Analyse de variance

	D.L.	Somme des carrés	Carrés moyens	F	P
Régression	1	2,151	2,151	5,908	0,0172
Résidus	84	30,580	0,364		
Total	85	32,731			

Modèle

Variables intégrées	Coefficient	Écart-type	F
Intersection	1,184	0,158	56,175
$\log (1 + N \text{ spécimens autres espèces})$	-0,235	0,096	5,908

Variables rejetées

Transparence	0,367
Température	0,535
Numéro d'essai	0,769

Tableau 10. Analyse de variance de la diversité H de Shannon des traits de seine, pour les cinq secteurs, semaines 26 à 36.

L'indice H présente une distribution approximativement normale (Cochran 1977).

Facteur	D.L.	Somme des carrés	Carré moyen	F	p
Secteur	4	3,411	0,853	22,801	<0,0001
Semaine	5	1,847	0,369	9,877	<0,0001
Secteur x Semaine	20	1,728	0,086	2,31	0,0017
Résidus	216	8,079	0,037		

Pour limiter ces effets de secteur et de semaine sur l'abondance de l'alose et mieux détecter celui de la diversité, il faut scinder les données par cellules (secteur x semaine). Là encore, dans tous les cas où le test est applicable, on ne décèle pas de différence dans la diversité entre les stations avec ou sans aloses (tableau 11).

Tableau 11. Valeurs de p (probabilité d'erreur de type I) résultant du test de U de Mann-Whitney : comparaison de la diversité (H de Shannon) entre les stations avec ou sans capture d'alose.

Les cases vides indiquent que le test n'est pas applicable dans une cellule, tous les traits de seine se retrouvant dans la même catégorie, avec ou sans alose.

Secteur	Semaine					
	26	27	28	30	33	36
	25 juin	02 juil	09 juil	23 juil	13 août	03 sept
Montréal	0,0833	0,4795	0,1266			
Sorel	0,2227	0,0833	0,0771	0,4795		
Trois-Rivières	0,2453		0,6698	0,8551		
Batiscan	0,2453	0,4795	0,3173	0,9999	0,1011	
Île d'Orléans			0,4689	0,5271	0,7518	0,0500

Pour vérifier si l'abondance de l'alose pouvait être corrélée à celle d'un autre poisson, on a retenu les sept espèces les plus abondantes et les plus largement distribuées dans l'aire d'étude. Ces poissons, représentés dans plus de 100 traits de seine dans les cinq secteurs et capturés en nombre supérieur à 1000 individus au cours de la saison, sont les suivants:

Queue à tache noire	<i>Notropis hudsonius</i>	NOHU
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	FUDI
Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedii</i>	ETOL
Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>	NOAT
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	PECA
Perchaude	<i>Perca flavescens</i>	PEFL
Omisco	<i>Percopsis omiscomaycus</i>	PEOM

On a vérifié, par paire d'espèces, s'il existait une corrélation entre les nombres de ces poissons pris dans les traits de seine. Dans certains cas, on a trouvé de telles corrélations. Par exemple, le nombre d'omiscos dans un trait de seine est fortement corrélé à celui des raseux-de-terre gris, des ménés émeraude, des queues à tache noire ou des fouilles-roche zébrés (tableau 12). Cependant, ces corrélations n'indiquent pas nécessairement qu'il existe une relation directe entre les espèces. Un examen de leur abondance en fonction de la longitude suggère que cette apparence de lien est plutôt un artéfact résultant d'un gradient amont-aval de distribution qui est commun aux cinq espèces (figure 19). Lorsqu'on recherche la même corrélation d'abondance entre

paires d'espèces à l'intérieur de cellules plus petites (semaine x secteur), on ne la retrouve nulle part.

L'abondance d'aucune de ces espèces ne paraît reliée à celle de l'alose. Que cette dernière soit capturée dans les mêmes traits de seine que ces poissons, très communs dans l'aire d'étude, semble n'être que l'effet du hasard.

Tableau 12. Analyse de corrélation non paramétrique (Kendall) du nombre de spécimens par trait de seine, par paires d'espèces.

A. Paires de dénombrements: nombre de traits de seine où les deux espèces d'une paire sont présentes

	ALSA	ETOL	FUDI	NOAT	NOHU	PECA	PEFL	PEOM
ALSA	143							
ETOL	48	110						
FUDI	48	31	119					
NOAT	63	75	44	132				
NOHU	66	65	56	84	137			
PECA	77	73	51	80	85	144		
PEFL	61	67	69	73	91	98	142	
PEOM	50	67	34	78	77	78	77	104

B. Matrice des valeurs de p . Les cases ombragées identifient les cas où il existe une corrélation significative de l'abondance de deux espèces.

	ALSA	ETOL	FUDI	NOAT	NOHU	PECA	PEFL	PEOM
ALSA								
ETOL	0,3092							
FUDI	0,3951	0,8047						
NOAT	0,8712	0,0005	0,3141					
NOHU	0,6624	0,2933	0,1986	0,1213				
PECA	0,7207	0,2183	0,3705	0,7717	0,0466			
PEFL	0,8710	0,4607	0,8085	0,7452	0,0221	0,0071		
PEOM	0,1789	0,0049	0,9360	0,0383	0,0069	0,0169	0,1210	

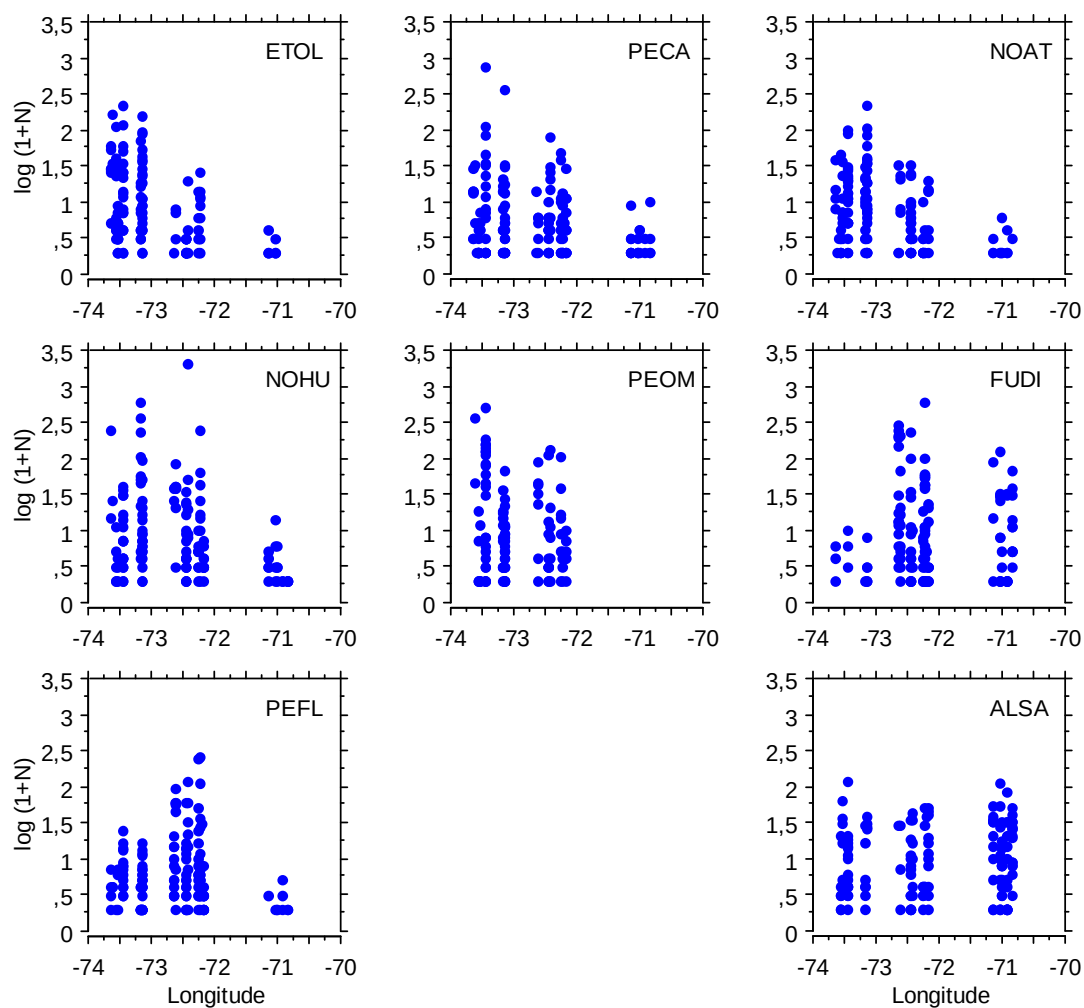


Figure 19. Abondance dans les traits de seine de l'alse savoureuse et de sept autres espèces communes en fonction de la longitude.

ETOL: raseux-de-terre gris; PECA: fouille-roche zébré; NOAT: méné émeraude;
 NOHU: queue à tache noire; PEOM: omisco; PEFL: perchaude FUDI: fondule barré;
 ALSA: alose savoureuse.

3.7. Interprétation des données historiques

Le modèle logistique développé pour distinguer les aloses savoureuses des autres clupéidés (annexe 7.4) peut être mis à contribution pour réinterpréter les mentions historiques de captures de juvéniles, de 1941 à 2005.

Les données sur les spécimens les plus anciens proviennent de la collection du MRNF à Longueuil. L'identification d'un grand nombre de ces poissons a été faite ou confirmée par des taxonomistes chevronnés, ce qui n'est toutefois le cas pour toutes les mentions regroupées ici. Pour certaines autres données, on ne peut pas réexaminer les spécimens, pour diverses raisons, par exemple parce qu'ils ont été abîmés, perdus ou qu'on ne les a jamais eu en main.

Mais si on connaît leur longueur, le lieu et la date de leur capture, il est possible de calculer, pour chacun de ces clupéidés, la probabilité qu'il s'agisse d'alse savoureuse (figure 20). La répartition de certaines de ces mentions historiques présente un intérêt pour l'évaluation du statut de l'espèce. Par exemple, les captures d'aloses dans le cours inférieur des rivières Richelieu (1970), Rigaud (1972), du Bois Blanc (1971) et Nicolet (1941) pourraient constituer des indices de la proximité de frayères, dont on ignore cependant si elles existent encore aujourd'hui. En mai 2002, une pêche expérimentale au filet maillant dans la rivière Rigaud n'a permis de capturer aucune alose adulte ; aucun clapotement de géniteurs en fraie n'y a été entendu.

La présence passée de jeunes aloses dans le Richelieu constitue une autre information intéressante. En juillet et août 1970, on a rapporté la capture de 27 aloses juvéniles dans une douzaine de stations jusqu'à 37 km en amont de l'embouchure. Compte tenu de la petite taille de certains spécimens et de la date de leur capture⁸, il est peu plausible que ces poissons aient remonté la rivière à partir du Saint-Laurent. En 2006, on a effectué dans le Richelieu 18 traits de seine et capturé plus de 5800 poissons, dont 11 clupéidés, qui se sont avérés être tous des gaspareaux. Si l'alse savoureuse

se reproduisait autrefois dans le Richelieu, les relevés de 2006 ne permettent pas de confirmer qu'elle le fasse encore aujourd'hui, bien que des adultes soient encore régulièrement capturés au barrage de Saint-Ours.

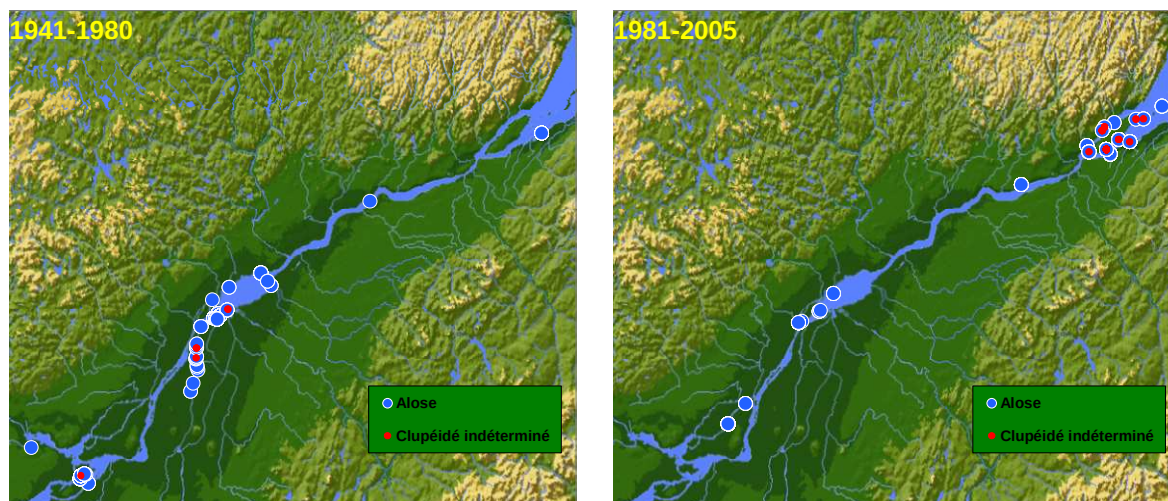


Figure 20. Identification des aloses parmi les clupéidés figurant dans les bases de données du MRNF.

Ces données proviennent de divers projets et les captures de clupéidés étaient accessoires. Les cercles indiquent les mentions, sans égard au nombre de spécimens. Détails à l'annexe 7.9.

Les captures d'aloses juvéniles près de Beauharnois (1937 et 1948), à la confluence des eaux brunes de l'Outaouais avec celles des Grands Lacs présentent aussi un intérêt. Sans que l'on puisse exclure totalement que ces poissons proviennent de la fraie dans le lac Des Deux-Montagnes, leur présence à Beauharnois pourrait aussi être un indice que l'alose se reproduit dans les environs. Cette information concorde avec les mentions de captures d'aloses reproductrices à Sainte-Catherine (Provost 1987) et dans le bassin de Pointe-des-Cascades (J. Caumartin, com. pers.). En 2006, des aloses juvéniles ont été capturées à la seine près de Varennes et, plus en aval, à Tracy.

⁸ Par exemple, deux spécimens mesurant 48 et 52 mm ont été pris à 37 km en amont de l'embouchure le 14 juillet 1970.

4. CONCLUSION

Les données recueillies au cours de l'été 2006 permettent de croire que l'alose savoureuse se reproduit dans plusieurs parties du réseau Saint-Laurent, et non pas seulement à Carillon et dans la rivière des Prairies, dans les eaux brunes provenant de l'Outaouais.

La présence, à plusieurs endroits, de larves de 8 à 14 mm, vraisemblablement en transit d'un lieu d'éclosion aux habitats riverains, semble constituer un indice de la proximité de frayères. Il y aurait des lieux de fraie de l'alose près de l'exutoire du lac Saint-Pierre, à la hauteur de Batiscan et dans le bras sud de l'île d'Orléans.

Les relevés faits dans le voisinage de l'île d'Orléans suggèrent que l'arrivée des jeunes aloses dans les habitats riverains se concentre surtout au moment où celles-ci atteignent 15 à 20 mm de longueur, au début de juillet. L'abondance d'aloses dans ces milieux atteint alors son maximum, pour décroître ensuite de 4% par jour jusqu'à la fin de septembre.

Selon les données recueillies en 2006, la fraie, l'éclosion et le passage des alevins du milieu pélagique aux habitats riverains semblent survenir dans les eaux brunes de la rivière des Outaouais plus tôt qu'ailleurs dans le réseau. L'alose pourrait frayer d'abord là parce que cette masse d'eau se réchauffe plus rapidement au printemps et demeure pendant tout l'été quelques degrés au-dessus des températures qui prévalent dans le Saint-Laurent. Une fraie plus hâtive, une incubation plus courte et des conditions plus favorables à la croissance, pourraient expliquer pourquoi les aloses juvéniles capturées le plus en amont dans l'aire d'étude sont plus grandes à une date donnée que celles prises en aval, dans l'estuaire.

Les tendances observées au cours de la saison dans l'abondance et dans la taille des aloses capturées à la seine suggèrent que celles-ci restent dans le secteur où elles sont nées pour le début de leur croissance en eau douce. On observe à la fin de l'été une raréfaction des captures à la seine, qui s'amorce d'abord dans les secteurs amont, puis

se propage graduellement vers l'aval, reflétant vraisemblablement la dévalaison vers l'estuaire des aloses juvéniles en préparation de leur migration marine.

Les particularités des engins de pêche utilisés font que les données recueillies ne permettent pas d'associer l'alse juvénile à un type d'habitat particulier ou à la présence d'une autre espèce de poisson.

L'analyse des mentions historiques accumulées depuis 1941 permet de croire que ce poisson frayait autrefois dans certains tributaires, comme les rivières Rigaud, Nicolet et Richelieu. L'échantillonnage effectué en 2006 dans ce dernier cours d'eau n'a pas permis de confirmer que l'alse s'y reproduisait encore. Les lieux de fraie de l'alse savoureuse semblent avoir été plus nombreux dans le passé mais on dispose désormais d'indices à l'effet que ce poisson se reproduit encore à plusieurs endroits dans le Saint-Laurent.

L'alse savoureuse s'est vue attribué le statut d'espèce vulnérable parce qu'une seule frayère était alors connue et que celle-ci était difficile d'accès (Robitaille 1997). La découverte d'indices de fraie dans diverses sections du Saint-Laurent constitue donc un élément à prendre en considération dans une réévaluation du statut de l'espèce, mais il n'est pas le seul. La localisation exacte des frayères n'est pas encore connue et on ignore l'importance relative de chacune d'entre elles. Il sera nécessaire de déterminer si les divers lieux de fraie sont fréquentés par une seule population, dont les individus pourraient répartir en quelques jours le dépôt d'œufs à différents endroits (Olney et al. 2001) ou si les diverses portions du Saint-Laurent servent à la reproduction de groupes distincts.

L'alse reste plus exposée que la majorité des autres espèces de poisson à des problèmes d'accès, en raison des particularités de son cycle de reproduction. À l'intérieur d'une période de quelques semaines, de juin à octobre, les reproducteurs doivent pouvoir remonter jusqu'aux frayères et leur progéniture doit dévaler jusqu'à la mer. Une modification d'habitat peut avoir des conséquences importantes. Si un obstacle vient, par exemple, limiter l'accès des géniteurs aux frayères ou modifier les habitats riverains de croissance et de transit des juvéniles, les conséquences risquent

de se faire sentir non seulement à l'échelle locale, mais dans une grande partie du réseau. Des personnes qui pêchent commercialement dans l'estuaire du Saint-Laurent depuis plusieurs décennies ont observé une baisse radicale d'abondance de ce poisson au milieu des années 1960, suivie d'un rétablissement graduel. Le phénomène n'a jamais été expliqué.

Enfin, l'alose pourrait être un élément important du fonctionnement des écosystèmes aquatiques du réseau Saint-Laurent, dans sa portion accessible de la mer.

5. REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes et organismes ont contribué à la réalisation de ce travail et les auteurs tiennent à leur manifester leur reconnaissance. Nous tenons à remercier la Fondation de la faune du Québec pour le soutien financier au projet et Ghislaine St-André, pour son intérêt et son appui.

Notre reconnaissance va aussi à Pascal Alarie, de la Fondation Héritage faune, à Alain Cossette, de La Fédération québécoise des chasseurs et pêcheurs, et à Jean Caumartin, de la Société Hydro-Québec.

La Corporation pour la restauration de la pêche à l'île d'Orléans assure le fonctionnement du port de pêche de Saint-Laurent, à l'île d'Orléans. Cet organisme à but non lucratif a procédé au décompte quotidien des clupéidés dans l'engin de pêche et a facilité l'accès au site pour l'échantillonnage de spécimens. Un grand merci à Normand Robitaille, Benoît Caron, Sophie Houplain et aux membres de la Corporation.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers toutes les personnes qui ont participé aux relevés sur le terrain et aux analyses en laboratoire : Mathieu Audet, Bruno Baillargeon, Pierre-Olivier Côté, Sylvain Desloges, Pierre East, Hélène Gouin, Paul Grondin, David Langevin, Roxane Langlois, Jean Leclerc, Gilles Mercier, Julie Moisan, Jean Novotni, Pedro Nilo, Simon Pineault et Marie-Claude Vézina.

Les clupéidés capturés au cours de ce projet ont été remis à Emmanuel Maltais, de l'Université Laval, pour qu'il les utilise dans le cadre de son projet de maîtrise. En contrepartie, celui-ci nous a fourni les données de longueur, l'identification génétique et les décomptes de marques journalières sur les otolithes de certains spécimens.

Les données de températures ont été aimablement fournies par Christiane Hudon et Guy Morin, du Centre Saint-Laurent, et par Marc Savard, du Ministère des Pêches et Océans.

6. BIBLIOGRAPHIE

- Beauvais, D., M. Giguère et R. Morneau. 1979. Projet Carillon - Surveillance bio-écologique. Hydro-Québec, Direction de l'Environnement. 15 p.
- Bilodeau, P. et H. Massé 2005. Étude de la reproduction de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*) du Saint-Laurent par l'écoute des clapotements. Longueuil, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 33 p.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques. John Wiley and Sons.
- Crecco, V.A., T. Savoy, and L. Gunn. 1983. Daily mortality rates of larval and juvenile American shad (*Alosa sapidissima*) in the Connecticut River with changes in year-class strength. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 1719-1728.
- Équipe de rétablissement de l'alose savoureuse. 2001. Plan d'action pour le rétablissement de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima* Wilson) au Québec. Québec, Société de la Faune et des Parcs du Québec. 27 p.
- Grondin, P. (en prép.). Des informations sur l'identification des clupéidés provenant d'échantillons de Saint-Laurent à l'île d'Orléans. Ministère des Richesses naturelles, de la Faune et des Parcs. 37 p.
- Hosmer, D.W., and S. Lemeshow. 1989. Applied Logistic Regression. John Wiley & Sons, New York.
- Jones, P.W., F.D. Martin, and J.D. Hardy, Jr. 1978. Development of fishes of the Mid-Atlantic Bight. An atlas of eggs, larval and juvenile stages. Vol. 1. Acipenseridae through Ictaluridae. U.S. Fish Wildl. Ser. Biol. Serv. Program FWS/OBS-78/12. 336 p.
- Limburg, K. E. 1996. Growth and migration of 0-year American shad (*Alosa sapidissima*) in the Hudson River estuary - Otolith microstructural analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53 (1): 220-238.
- Mailhot, Y. et J. Scrosati. 1983. Utilisation annuelle du secteur du sanctuaire de pêche de la rivière Batiscan par les poissons pour la reproduction. 51^e congrès de l'ACFAS, Université du Québec à Trois-Rivières.

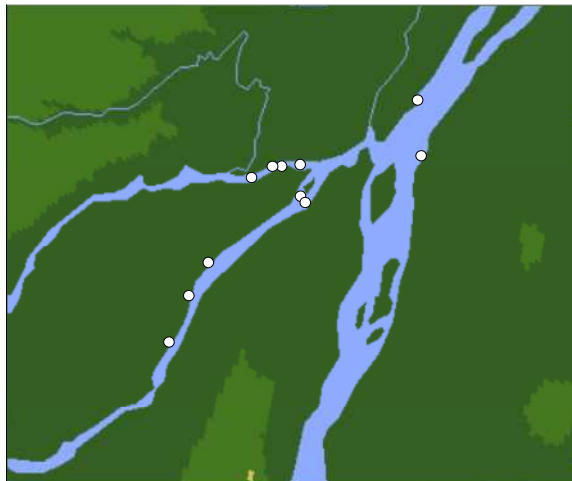
- Marcy, B.C. 1976. Early life history studies of American shad in the lower Connecticut River and the effects of the Connecticut Yankee Plant. P. 141-168
In: Merriman, D., and L.M. Thorpe (eds.). 1976. The Connecticut River Ecological Study: the impact of a nuclear power plant. Am. Fish. Soc. Monograph 1.
- Martin, F. 2003. Dévalaison des juvéniles de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima* W.) et des juvéniles du gaspareau (*Alosa pseudoharengus* W.) dans le fleuve Saint-Laurent. Québec, Université Laval. 29 p.
- Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 1983. La fraye des poissons dans le sanctuaire de pêche de la rivière Batiscan. Dépliant.
- Mitchell, P.H., and staff. 1925. A report of investigations concerning shad in the rivers of Connecticut. Connecticut Board of Fish and Game Report (Part 1): 7-44.
- Neuheimer, A. B., and C. T. Taggart. 2007. The growing degree-day and fish size-at-age: the overlooked metric. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 64: 375-385.
- Olney, J.E., S.C. Denny, and J.M. Hoenig. 2001. Criteria for determining maturity stage in female American shad, *Alosa sapidissima*, and a proposed reproductive cycle. Bull. Fr. Pêche Piscic. 362/363: 881-901.
- Paquet, M. 1993. Transport du calcium et du magnésium dans le système lac Ontario/Fleuve Saint-Laurent. Mémoire de Maîtrise. Université Laval, Québec.
- Provost, J. 1987. L'alose savoureuse (*Alosa sapidissima* Wilson) du fleuve Saint-Laurent: étude comparative des phénotypes morphologiques et de certains aspects de la biologie de quelques populations. Université du Québec à Montréal. Mémoire de maîtrise. 193 p.
- Provost, J., L. Verret et P. Dumont 1984. L'alose savoureuse au Québec: synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement des habitats. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 1793: 114 p.
- Robitaille, J. A. 1997. Rapport sur la situation de l'alose savoureuse (*Alosa sapidissima* Wilson) au Québec. Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 93 p.

- Robitaille, J.A. 2005. Caractérisation de l'habitat des juvéniles de la population disparue de bar rayé (*Morone saxatilis*) du Saint-Laurent à partir de spécimens en collection. Bureau d'écologie appliquée/ FAPAQ/ Fondation de la faune du Québec/ Fédération québécoise de la faune/ Fondation Héritage Faune. 65 p.
- Sokal, R.F., and F.J. Rohlf. 1981. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 2nd ed., New York, W.H. Freeman and Company.
- Walburg, C. H., and P. R. Nichols 1967. Biology and management of the American shad, and status of the fisheries, Atlantic Coast of the United States, 1960. US Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rep. Fish. 550: 105 p
- Williams, R. R. G., and G. R. Daborn 1984. Spawning of the American shad (*Alosa sapidissima*) in the Annapolis River, Nova Scotia. Proc. N.S. Inst. Sci. 34: 9-14.

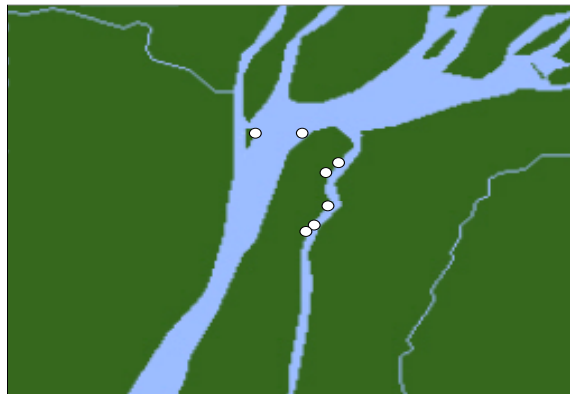
7. ANNEXES

7.1. Stations d'échantillonnage par secteur

1. Montréal



2. Sorel

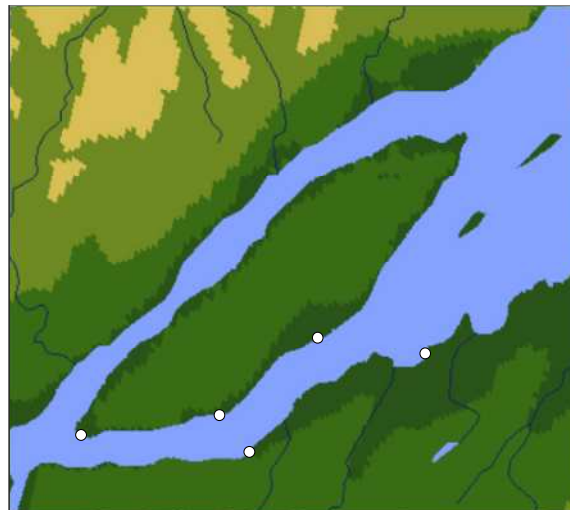


3. Trois-Rivières



4. Batiscan

5. Île d'Orléans



Recto

1	Date		
2	Station		
3	Longitude		
4	Latitude		
5	Visite	Heure arrivée	
6			
7	Conditions	Description	
8	météo	Nuages (%)	
9		Vent (nul; léger; moyen; fort)	
10		Temp. air C	
11			
12	Eau	Temp. eau C	
13		Transparence	
14		Vagues (cm)	
15		État marée	
16			
17	Chalut		
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

32	Seine		
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			

Verso

[illegible]

7.3. Conversion des mesures de longueur

Conversion	Équation de conversion
LT mesurée sur un spécimen conservé dans l'alcool ou le formol en LT mesurée à l'état frais	$LT_{\text{frais}} = 1,198 + (1,004 \times LT_{\text{conservé}}) + (0,418 \times \text{Solution})$ N: 140; r^2: 0,999; $p < 0,0001$ Solution: 1: éthanol 95%; 2: formol 10% tamponné
LT mesurée au vernier d'un spécimen conservé dans l'alcool en LT mesurée à la règle à l'état frais	$LT_{\text{règle frais}} = 0,736 + (1,023 \times LT_{\text{vernier alcool}})$ N:38; r^2= 0,999; $p < 0,0001$
LT mesurée sur image en LT mesurée au vernier	$LT_{\text{vernier}} = 0,111 + (0,995 \times LT_{\text{image}})$ N: 662 ; r^2: 0,999 ; $p < 0,001$

7.4. Identification des aloses savoureuses

Pour estimer une variable dépendante binaire représentant l'espèce (1: alose; 0: clupéidé indéterminé), la valeur prédictive de cinq variables indépendantes a été calculée par une régression multiple par étape⁹ (Sokal et Rohlf 1981). Ces variables sont la longueur totale du spécimen frais, le jour julien, l'année, le secteur et la longitude de sa capture (tableau 13).

*Tableau 13. Régression multiple par étape (méthode progressive) modélisant la variable binaire "Alose" (1 alose; 0 clupéidé indéterminé) en fonction de cinq variables prédictives.
N : 332; r^2 : 0,640*

Variables intégrées au modèle	Coefficient	Écart-type	F
Intersection	34,065	6,932	24,147
Longueur totale	0,022	0,001	433,272
Jour de l'année	-0,031	0,001	429,328
Longitude	0,381	0,092	17,287
Secteur	-0,168	0,058	8,522
Variable rejetée			
Année			1,334

Un critère d'assignation des clupéidés peut être établi à partir des valeurs individuelles de la variable "Espèce binaire" (zALSA) calculée avec le modèle (figure 21) et de la probabilité (pALSA) qui lui est associée¹⁰. Il permet de reclasser correctement 94,3% des individus identifiés par le test génétique. Ce critère aurait pu être appliqué intégralement à l'ensemble des clupéidés si les identifications par analyse génétique avaient été faites sur des spécimens prélevés aléatoirement, mais ce n'est pas le cas. Ces sous-échantillons comportent un biais vers les spécimens les plus petits (Martin 2003; E. Maltais, com. pers.), parce que pour eux, la détermination d'espèce par la morphologie est plus difficile. Cela a pour conséquence d'augmenter la représentation de gaspareaux parmi les individus testés génétiquement. L'application intégrale d'une

⁹ Le modèle solutionne la régression par les moindres carrés. Cependant, la méthode de réduction itérative de la fonction de vraisemblance (Hosmer et Lemeshow 1989) donne un résultat équivalent.

valeur critère déduite de ce jeu de données amènerait donc à surestimer l'abondance de clupéidés indéterminés.

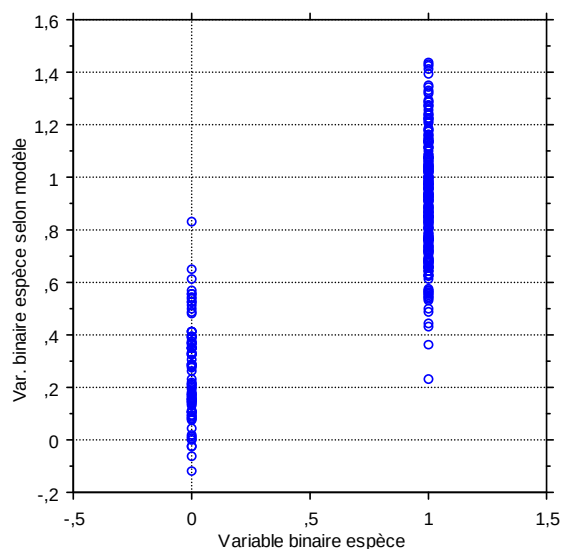


Figure 21. Variable binaire espèce : valeurs estimées par le modèle, en fonction des valeurs réelles selon l'analyse génétique.

1: Alose savoureuse; 0 : Clupéidé indéterminé

Pour contourner ce problème, on utilise un critère composite. Les spécimens plus petits que 30 mm sont assignés à l'espèce alose si les paramètres de leur capture (longueur, date, longitude, secteur) leur confèrent une probabilité pALSA supérieure à 0,5. Pour les spécimens plus grands, on donne plus de poids à l'identification par la morphologie: les individus ayant une probabilité pALSA supérieure à 0,5 sont classés comme alose savoureuse à moins qu'ils ne présentent clairement des traits morphologiques propres au gaspareau.

¹⁰ $pALSA = e^{zALSA} / (1 + e^{zALSA})$

7.5. Croissance quotidienne

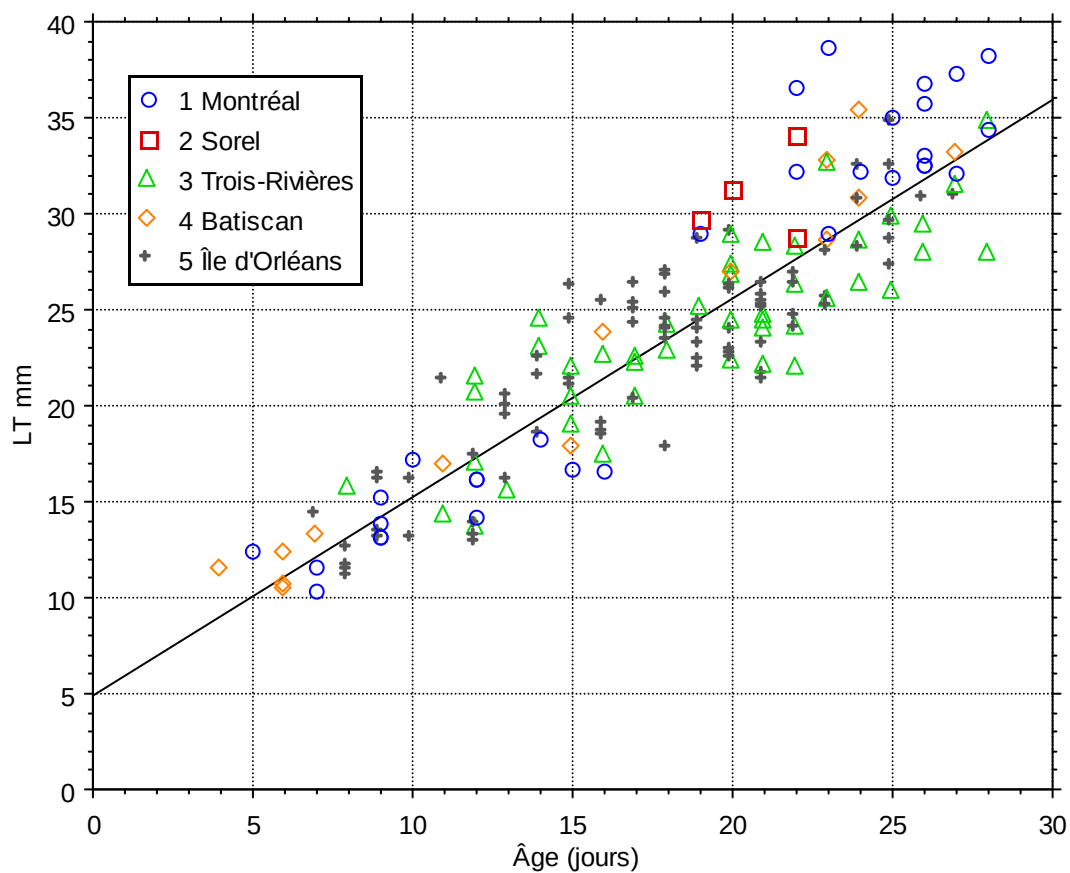


Figure 22. Longueur des aloses savoureuses en fonction de leur âge, pendant le premier mois de croissance.

$$LT \text{ mm} = 4,928 + 1,035 * \text{Age}; r^2 = 0,815; n = 176$$

Les spécimens de plus de 28 jours ou plus longs que 40 m sont exclus. Données: E. Maltais, com. pers.

7.6. Sommation thermique (degrés-jours)

La sommation thermique, calculée en degrés-jours, est depuis longtemps utilisée en agriculture comme indice des conditions de croissance. Depuis quelques années, ce paramètre est aussi utilisé en biologie animale. Chez les organismes ectothermes, ou à *sang froid*, les phénomènes physiologiques qui règlent la croissance sont sous l'influence directe de la température ambiante. Une revue des données de croissance apparente (LaD, ou *length at date*) chez des poissons marins ou dulcicoles a démontré que la sommation thermique explique plus de 92% de la variance observée dans les courbes de croissance apparente pendant la phase pré-reproductrice (Neuheimer et Taggart 2007). Compte tenu de l'écart important de longueur entre les aloses juvéniles capturées à une date donnée aux limites amont et aval de l'aire d'étude, une estimation de la sommation thermique au sein des principales masses d'eau a été faite afin de tester si cette variable expliquait une partie de la variance observée (section 3.5).

Tableau 14. Source de relevés de température.

Lieu des relevés	Coordonnées	Source
Centrale de Carillon	-74,383727° 45,568418°	J. Cau martin, Hydro-Québec
Sainte-Anne-de-Bellevue	-73,948952° 45,402188°	G. Morin, Centre Saint-Laurent
Lasalle (rive)	-73,623213° 45,414915°	G. Morin, Centre Saint-Laurent
Prise d'eau, rapides de Lachine	-73,634288° 45,4124 37°	C. Hudon, Centre Saint-Laurent
Rapides Fryers, rivière Richelieu	-73,258333° 45,39 8333°	G. Morin, Centre Saint-Laurent
Bouée M-187, Montréal	-73,521000° 45,547806°	M. Savard, Pêches et Océans Canada
Bouée S-141, Sorel	-73,083194° 46,059750°	M. Savard, Pêches et Océans Canada
Bouée C-65, Trois-Rivières	-72,552306° 46,313528°	M. Savard, Pêches et Océans Canada
Bouée Q-6, Québec	-71,224250° 46,786694°	M. Savard, Pêches et Océans Canada

On utilise ici la sommation des degrés-jours au dessus de 10°C à partir du 1^{er} juin. Cette date a été choisie parce qu'elle précède la fraie de l'aloise dans le Saint-Laurent (Bilodeau et Massé 2005). Elle permet aussi d'utiliser les enregistrements de plusieurs stations de mesure de la température, dont celles des bouées de navigation, qui débutent à chaque année vers la fin de mai (M. Allard, comm. pers.). Le calcul de la sommation thermique a été effectué comme suit. On a d'abord identifié, parmi les stations de relevés (tableau 14), celle qui avait, pour chacune des masses d'eau, la meilleure valeur prédictive à l'endroit des températures enregistrées lors des visites aux stations de pêche (tableau 15). La meilleure régression a été ensuite utilisée pour

calculer la température à chaque jour dans les masses d'eau (figure 23). Enfin, on calcule l'écart quotidien par rapport à 10°C et on cumule les valeurs pour obtenir l'estimation de la sommation thermique propre à chaque masse d'eau (figure 24).

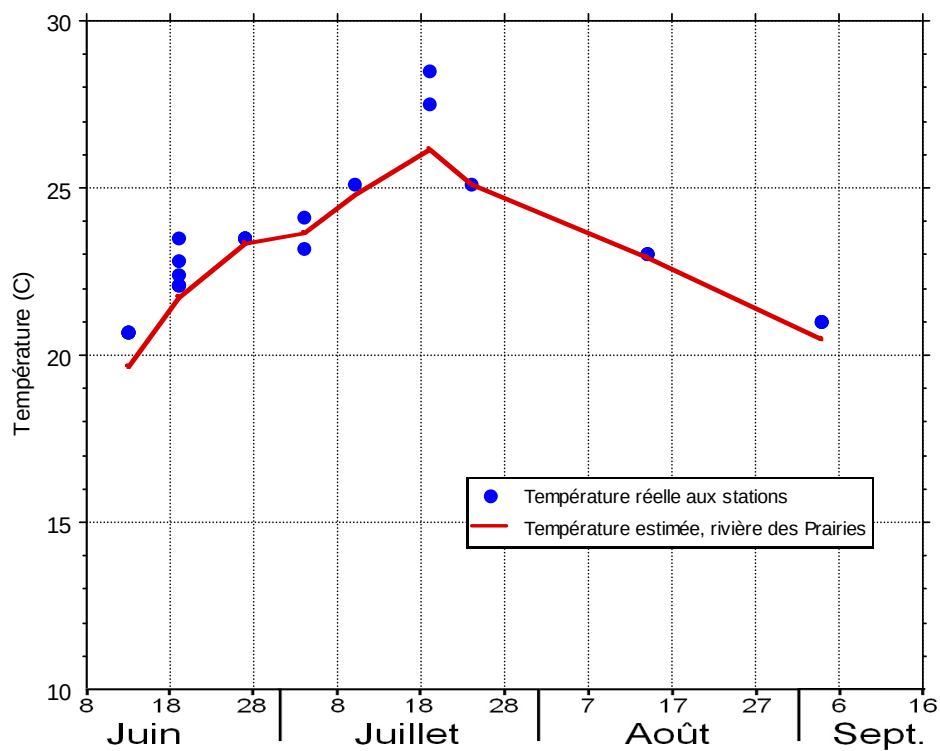


Figure 23. Température de l'eau dans le cours inférieur de la rivière des Prairies. Moyenne quotidienne estimée (trait continu rouge) et valeurs réelles notées lors des essais de pêche.

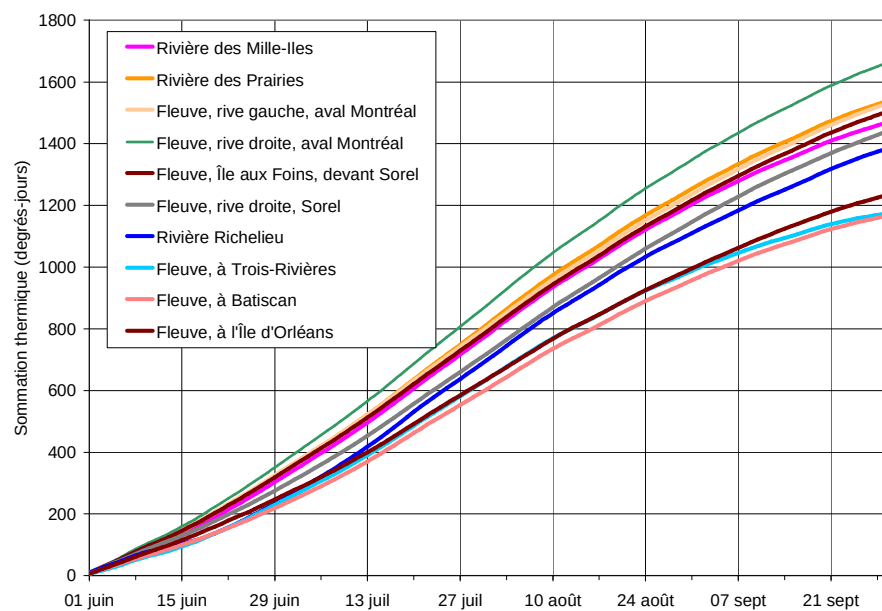


Figure 24. Sommation thermique selon le secteur et la portion de cours d'eau. Cumul des degrés-jours au-dessus de 10 °C entre le 1 juin et le 30 septembre.

Tableau 15. Régression des températures mesurées lors des relevés en fonction de celles enregistrées aux stations fixes.

Données de pêche	Relevés de température	A	B	r ²	n	p
Montréal, eaux brunes, rive gauche du fleuve	Carillon	5,535	0,755	0,654	22	**
	Marina Ste-Anne	3,679	0,873	0,748	22	**
	Bouée M-187	14,575	0,421	0,348	22	NS
	Bouée S-141	12,075	0,530	0,425	22	*
	Bouée C-65	8,655	0,699	0,553	22	**
	Bouée Q-6	3,921	0,910	0,632	22	**
Montréal, eaux brunes, r. des Mille Îles	Carillon	0,277	0,953	0,952	15	**
	Marina Ste-Anne	-0,193	1,028	0,950	15	**
	Bouée M-187	-1,849	1,144	0,733	15	**
	Bouée S-141	-4,246	1,231	0,863	15	**
	Bouée C-65	-2,466	1,178	0,935	15	**
	Bouée Q-6	-0,696	1,083	0,886	15	**
Montréal, eaux brunes, r. des Prairies	Carillon	1,380	0,937	0,862	27	**
	Marina Ste-Anne	1,035	0,998	0,900	27	**
	Bouée M-187	12,214	0,547	0,574	27	**
	Bouée S-141	9,737	0,648	0,666	27	**
	Bouée C-65	5,907	0,836	0,801	27	**
	Bouée Q-6	3,088	0,946	0,865	27	**
Montréal, eaux vertes, rive droite du fleuve	Carillon	2,479	0,931	0,620	12	*
	Marina Ste-Anne	1,967	1,002	0,713	12	**
	Bouée M-187	7,358	0,802	0,283	12	NS
	Bouée S-141	3,362	0,973	0,375	12	NS
	Bouée C-65	1,197	1,090	0,569	12	*
	Bouée Q-6	3,963	0,956	0,485	12	NS
Sorel, eaux brunes, Île aux Foins	Carillon	1,547	0,900	0,623	13	*
	Marina Ste-Anne	3,413	0,875	0,589	13	*
	Bouée M-187	3,311	0,905	0,381	13	NS
	Bouée S-141	-1,072	1,083	0,535	13	*
	Bouée C-65	0,878	1,016	0,572	13	*
	Bouée Q-6	4,354	0,852	0,435	13	NS
Rivière Richelieu	Rapides Fryers	2,234	0,934	0,805	19	**
Sorel, eaux vertes, devant Tracy	Carillon	7,986	0,617	0,670	11	*
	Marina Ste-Anne	10,590	0,537	0,523	11	NS
	Bouée M-187	6,842	0,737	0,810	11	**
	Bouée S-141	5,068	0,803	0,806	11	**
	Bouée C-65	6,342	0,759	0,720	11	**
	Bouée Q-6	7,804	0,683	0,542	11	NS
Trois-Rivières, fleuve	Carillon	-2,251	0,961	0,792	29	**
	Marina Ste-Anne	-4,412	1,111	0,816	29	**
	Bouée M-187	7,766	0,617	0,474	29	**
	Bouée S-141	3,967	0,775	0,583	29	**
	Bouée C-65	1,030	0,923	0,706	29	**
	Bouée Q-6	-1,247	1,108	0,740	29	**
Batiscan, fleuve	Carillon	-1,958	0,929	0,795	29	**
	Marina Ste-Anne	-2,816	1,012	0,790	29	**
	Bouée M-187	7,883	0,587	0,515	29	**
	Bouée S-141	3,705	0,769	0,639	29	**
	Bouée C-65	0,532	0,926	0,780	29	**
	Bouée Q-6	-0,798	0,969	0,759	29	**
Batiscan, rivière Batiscan	Carillon	31,834	-0,482	0,143	5	NS
	Marina Ste-Anne	32,816	-0,549	0,179	5	NS
	Bouée M-187	25,956	-0,283	0,183	5	NS
	Bouée S-141	27,375	-0,340	0,161	5	NS
	Bouée C-65	28,145	-0,376	0,157	5	NS
	Bouée Q-6	31,683	-0,538	0,075	5	NS
Île d'Orléans, fleuve	Carillon	4,884	0,655	0,502	37	**
	Marina Ste-Anne	4,817	0,693	0,504	37	**
	Bouée M-187	9,014	0,553	0,590	37	**
	Bouée S-141	7,020	0,630	0,613	37	**
	Bouée C-65	5,285	0,716	0,665	37	**
	Bouée Q-6	3,300	0,798	0,681	37	**

7.7. Détails des traits de seine et des captures d'aloses par site et par semaine

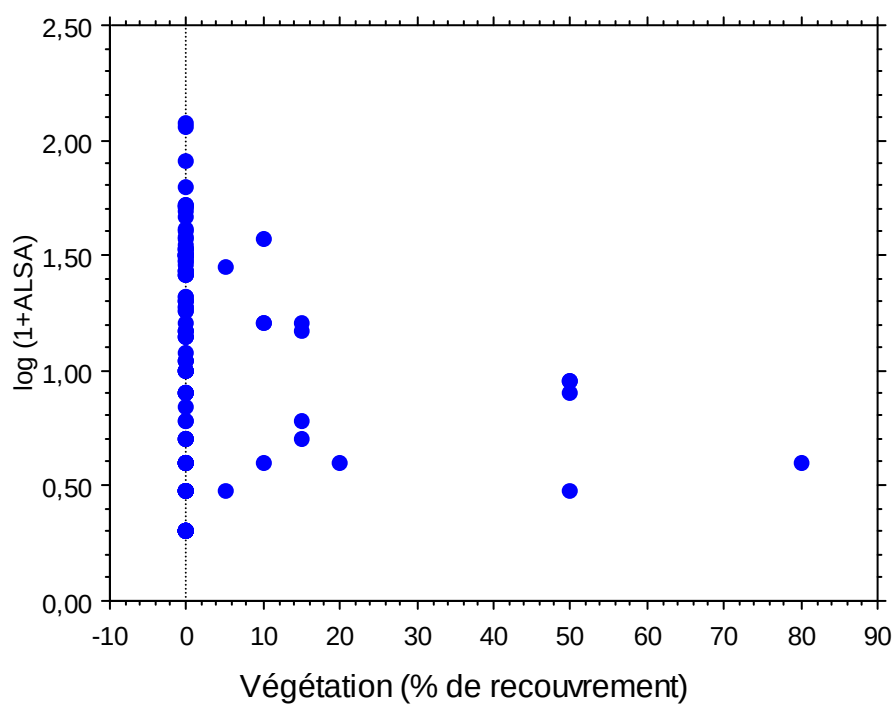
Secteur	Masse d'eau	Cours d'eau	Site	Semaines																Total	
				11 juin	18 juin	25 juin	02 juil	09 juil	23 juil	13 août	03 sept										
				Traits	ALSA	Traits	ALSA	Traits	ALSA	Traits	ALSA	Traits	ALSA	Traits	ALSA	Traits	ALSA	Traits	ALSA		
1 Montréal	Brune	Fleuve	1BFG11	1	0	3	7	1	2	4	32	3	28	1	10	3	0	3	0	19	79
		Mille-Îles	1BMD6							1	0								1	0	
			1BMD8							1	3	2	1	1	1	0	1	0	6	5	
			1BMG10											2	18	2	0	2	0	6	18
			1BMG7							1	2	1	2						2	4	
2 Sorel	Verte	Prairies	1BPC4			2	23	1	34	1	62	1	29	3	0	3	0	11	148		
			1BPD5							1	0							1	0		
			1BPG2	3	0	3	0	1	0										7	0	
			1BPG3			1	0	1	0										2	0	
		Fleuve	1VFD12							3	32	1	118	2	10	2	0	3	0	11	160
3 Trois-Rivières	Verte	Fleuve	2BFC13							1	27	3	21	3	7	3	0	3	0	13	55
		Fleuve	2TRD16							2	0	1	0	1	0	2	0	1	0	7	0
		Richelieu	2TRD18							2	0								2	0	
			2TRG15							1	0	1	0					2	0	4	0
			2TRG17									1	0	1	0					5	0
4 Batiscan	Mélangée	Fleuve	2VFD14					1	26	1	30	1	37	1	25	3	0	3	0	10	118
		Fleuve	3MFD20			2	0	2	0	1	28	1	0	3	0	3	0	2	0	14	28
			3MFD22			1	7	3	0	3	9	4	50	3	15	3	0	2	0	19	81
			3MFG21			2	0	1	1	1	28	1	6	2	0	2	0	2	0	11	35
			3MFG23			2	3	1	42	1	9	4	50	3	13	2	0	2	0	15	117
5 Ile d'Orléans	Mélangée	Fleuve	4MFD25			1	0	2	1	1	0	3	0	3	8	4	2	2	0	16	11
			4MFD28			1	45	3	15	3	51	1	50	3	36	3	3	2	0	16	200
			4MFG26			2	36	1	0	1	0	2	0	2	76	3	6	2	0	13	118
			4MFG27			1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	11	0
		Fleuve	5MFC29			3	0	2	52	2	50	2	52	3	45	2	64	2	1	16	264
Total			5MFC30			4	1	1	51	2	19	2	142	3	30	1	0	1	1	14	244
			5MFC32			1	0	2	10	2	45	3	52	1	81	4	7	3	2	16	197
			5MFD31			2	19	2	4	1	4	3	44	3	56	3	21	3	0	17	148
			5MFD33			2	50	2	50	2	56	3	49	3	72	3	23	3	2	18	302
				4	0	31	168	31	277	39	459	46	764	48	532	56	126	48	6	303	2332

7.8. Captures d'aloses par trait de seine selon le substrat et la végétation

7.8.1. Substrat

Substrat dominant	Aloses par trait (log 1+ALSA)		
	Moyenne	Écart type	N
Roc	0,651	0,069	2
Bloc	0,301		1
Galet	1,113	0,703	3
Caillou	0,878	0,479	3
Gravier	1,123	0,434	52
Sable	0,973	0,463	43
Argile	1,009	0,62	13
Limon	0,834	0,445	26

7.8.2. Recouvrement de la végétation



7.9. Assignment à l'espèce, mentions de clupéidés, 1941-2005

Année	Longitude	Latitude	Alose	Clup. indé.	Total
1941	-73,9333	45,3564	4		4
1942	-73,9578	45,3492	38	1	39
1944	-72,9306	46,1189		2	2
	-72,9228	46,2200	3		3
	-72,7000	46,2861	15		15
	-72,6531	46,2481	3		3
	-72,6283	46,2278	3		3
1949	-69,3333	48,0333	2		2
1952	-73,9333	45,3564	9		9
1968	-73,9228	45,3553	1		1
1969	-73,9056	45,3136	4		4
1970	-73,9628	45,3347	7		7
	-73,9622	45,3350	2		2
	-73,1911	45,7389	2		2
	-73,1731	45,7764	1		1
	-73,1544	45,8886	2		2
	-73,1525	45,8936	2	1	3
	-73,1500	45,9000	2		2
		45,9394	1	3	4
		45,9397	1		1
	-73,1486	45,9475	1		1
	-73,1483	45,9583	2		2
	-73,1461	45,8583	2		2
	-73,1456	45,8500	1		1
	-73,1403	45,8375	1		1
	-73,1186	46,0383	5		5
1971	-73,0400	46,1622	1		1
	-73,0294	46,0781	38		38
	-73,0161	46,0758	54		54
	-73,0067	46,0731	25		25
	-72,9981	46,0975	50		50
	-72,9853	46,0883	18		18
	-72,9361	46,1158	6		6
1972	-74,3033	45,4792	1		1
1974	-70,7394	46,9333	20		20
1975	-71,9383	46,6181	1		1
1976	-72,9361	46,1158	1		1
1983	-73,6569	45,5886	47		47
	-73,6553	45,5881	14		14
1989	-73,6578	45,5886	53		53
	-73,6553	45,5881	165		165
	-73,5350	45,6828	9		9
2001	-73,1647	46,0569	2		2
	-73,1644	46,0567	48		48
	-73,1414	46,0631	1		1
	-73,0203	46,1092	6		6
	-73,0117	46,1133	1		1
	-72,9211	46,1914	6		6
2002	-71,0141	46,8579	419	1	420
2003	-71,0141	46,8579	1303	33	1336
2004	-71,6092	46,6951	25		25
	-71,1512	46,8748	8		8
	-71,1367	46,8463	137	1	138
	-71,0438	46,9451	3	4	7
	-71,0277	46,9612	3	6	9
	-71,0141	46,8579	1097	35	1132
	-70,9886	46,8361	85		85
	-70,9604	46,9813	3		3
	-70,9286	46,9038	114	3	117
	-70,8524	46,8933	123	1	124
	-70,8080	46,9976	2	2	4
	-70,7558	46,9989	5	1	6
	-70,6260	47,0573	7		7
2005	-71,0141	46,8579	8		8
Total			4023	94	4117

7.10. Espèces d'intérêt capturées

Nom français	Nom scientifique	LT mm	Date	Longitude	Latitude
Esturgeon jaune	<i>Acipenser fulvescens</i>	41,8	4 juillet 2006	-72,2234	46,5322
Esturgeon jaune	<i>Acipenser fulvescens</i>	51,8	4 juillet 2006	-72,1723	46,5307
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	46,2	16 août 2006	-73,1685	46,0456
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	42,2	6 septembre 2006	-73,1379	46,0050
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	42,2	6 septembre 2006	-73,1379	46,0050
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	34,2	6 septembre 2006	-73,1379	46,0050
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	36,2	6 septembre 2006	-73,1379	46,0050
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	34,2	6 septembre 2006	-73,1379	46,0050
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	37,2	6 septembre 2006	-73,1379	46,0050
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	38,7	6 septembre 2006	-73,1396	46,0067
Chevalier cuivré	<i>Moxostoma hubbsi</i>	35,2	6 septembre 2006	-73,1399	46,0065
Barbotte des rapides	<i>Noturus flavus</i>	79,3	6 septembre 2006	-72,4413	46,3798

