

Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie

**État et avenir de la population
et de l'habitat du touladi au
lac Souris en Mauricie
(synthèse 1989-2007)**

Louis Houde, biologiste

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune - Faune Québec

Décembre 2007

Référence à citer

Houde, L. 2007. État et avenir de la population et de l'habitat du touladi au lac Souris en Mauricie (synthèse 1989-2007). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique. 25 pages.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec

ISBN : 978-2-550-51701-6 (version imprimée)
978-2-550-51702-3 (PDF)

Résumé

Le lac Souris a fait l'objet d'études biologiques depuis 1964. Des pêches normalisées pour le touladi ont eu lieu en 1989, 1993, 1998 et 2006, opérations au cours desquelles on a mesuré des paramètres physico-chimiques de la colonne d'eau. Les données d'acidité et de transparence de l'eau semblent contradictoires comme indicateurs de l'eutrophisation. Des prélèvements d'eau au retournement printanier de 2006 et 2007 ont montré une forte variabilité du phosphore total. Même si le lac Souris est toujours considéré oligotrophe, la concentration de phosphore total y serait plus élevée que dans la majorité des lacs à touladi au Québec. Des mesures d'oxygène dissous ont montré que sa concentration moyenne dans l'habitat estival du touladi à la mi-septembre est sous les valeurs recommandées pour l'espèce.

La communauté de poissons ne semble pas avoir changé depuis les années 1960, mais les eaux de surface n'ont pas fait l'objet d'un suivi permettant de l'affirmer pour les espèces qui les fréquentent. Le touladi est abondant et la population semble stable depuis 1998. L'âge moyen augmente cependant, de 7,3 ans en 1989 à 10,2 ans en 2006, des valeurs significativement différentes. En 2006, les poissons de 7 et 8 ans sont sous-représentés, probablement à cause d'une rareté de géniteurs non documentée en 1997 qui fut amplifiée par la pêche scientifique en 1998. En 1998 et 2006, la proportion des juvéniles est nettement plus faible (<4 % des captures) qu'en 1989 (22 %) alors que la densité totale était moindre. Le cannibalisme serait en cause, mais l'incidence de ce mécanisme régulateur des populations pourrait être augmentée par l'effet réducteur de l'eutrophisation sur le volume de l'habitat estival du touladi.

La croissance des touladis suit deux patrons distincts en fonction de l'alimentation piscivore ou planctonophage. La proportion des estomacs contenant du poisson a diminué de moitié depuis 1998, celle des estomacs vides a doublé. La bonne condition de certains touladis (taille de 25 à 40 cm) en 1998 appuie l'hypothèse d'une raréfaction des gros touladis en 1997, laquelle a pu avoir des effets temporaires sur le réseau trophique en 1998. La croissance des touladis n'est cependant pas différente globalement entre 1998 et 2006.

Les données de pêche sportive, obtenues par enquêtes en 1995 et 2000, corroborent les changements dans la population de touladi révélés par les pêches scientifiques de 1998 et 2006. Le succès de pêche était sensiblement le même en 1995 et 2000, mais la proportion des poissons remis à l'eau était plus grande en 2000, probablement parce que plus petits. Ceci indiquerait que les faibles cohortes de 1997 et 1998 sont dues à une diminution du nombre de géniteurs (i.e. des gros poissons) plutôt qu'à d'autres facteurs (environnementaux, par exemple). Si l'abondance du touladi au lac Souris est l'une des plus élevées de la Mauricie, cette population réagit fortement à la surexploitation et elle ne pourrait la soutenir pendant plusieurs années. L'habitat estival du touladi est essentiellement restreint au grand lac, dont la superficie totale est de moins de 150 hectares.

Il est à prévoir que les conditions de vie du touladi au lac Souris se dégradent en raison de l'eutrophisation et du réchauffement du climat. L'allongement de la saison chaude réduira le volume d'habitat estival du touladi, d'une part, et favorisera la croissance d'espèces compétitrices dans les eaux de surface, d'autre part.

Table des matières

Résumé	iii
Table des matières	iv
Liste des figures.....	iv
Liste des tableaux.....	iv
Introduction	1
Méthodologie	2
Paramètres physico-chimiques.....	2
Pêches scientifiques	2
Résultats.....	3
Habitat du touladi	3
Espèces capturées et abondance du touladi.....	6
Taille, âge et croissance des touladis	6
Alimentation	10
Contamination au mercure.....	11
Discussion	12
Physico-chimie de l'eau et qualité de l'habitat du touladi	12
Communauté de poissons du lac Souris	16
État de la population de touladis.....	17
Exploitation par la pêche sportive	22
Conclusion et recommandations	23
Bibliographie	24

Liste des figures

Figure 1. Distribution des tailles des touladis par campagne.....	8
Figure 2. Distribution des âges des touladis par campagne	9
Figure 3. Tailles (longueur totale) et âges des touladis par campagne	10
Figure 4. Taux de mercure selon la taille et le contenu stomacal	11
Carte 1. Aires potentielles de fraie du touladi au lac Souris (tiré de Archambault 1986). Les sites à potentiel bon et excellent sont encerclés.	14
Figure 5. Concentration d'oxygène dissous par campagne d'échantillonnage	15
Figure 6. Concentration d'oxygène dissous par mois en 2007	15
Figure 7. Relation âge-longueur totale des touladis selon le contenu stomacal.....	18
Figure 8. Longueurs moyennes rétrocalculées des touladis selon le contenu stomacal.....	20
Figure 9. Longueur rétrocalculée à l'âge des touladis avec plancton dans l'estomac	20
Figure 10. Condition des touladis en fonction de la taille, par campagne.....	21

Liste des tableaux

Tableau 1. Données physico-chimiques par année d'échantillonnage	3
Tableau 2. Température et oxygène dissous en août par année d'échantillonnage	4
Tableau 3. Température et oxygène dissous par mois en 2007	5
Tableau 4. Résultats des pêches au filet en profondeur par campagne.....	6
Tableau 5. Résultats de pêche en eau peu profonde par campagne	6
Tableau 6. Contenu stomacal des touladis par campagne	11
Tableau 7. Espèces capturées dans les pêches scientifiques de 1964 à 1976.....	16

Introduction

Le touladi est un des principaux poissons sportifs du Québec (Legault *et al.* 2001). C'est une espèce nordique, bien adaptée aux conditions austères des régions arctiques et boréales de l'Amérique du Nord (Gunn et Pitblado 2004). Ces auteurs rapportent que malgré des caractéristiques typiques d'un prédateur de haut niveau, telles grande taille et longévité, le touladi performe mieux en absence de compétiteurs. Dans le sud de son aire de distribution, la liste des menaces est longue : introduction d'espèces compétitrices, forte exploitation, modifications de l'habitat, contaminants toxiques, etc. À la fin des années 1980, un constat de surexploitation par la pêche sportive dans le sud du Québec a amené l'adoption de plusieurs mesures réglementaires pour en réduire la récolte (Legault *et al.* 2001).

Le territoire public de la Basse-Mauricie compte plusieurs lacs à touladi, dont les lacs du Missionnaire, aux Sables et Sacacomie sont les plus grands. La plupart ont fait l'objet d'un bilan plutôt pessimiste (Houde 2005 et 2006). Malgré sa taille modeste, le lac Souris compte près de 300 résidences permanentes ou saisonnières sur ses rives, ce qui en fait probablement le plan d'eau à touladi le plus développé de la région en rapport avec sa superficie. Cette situation a d'ailleurs encouragé l'association des propriétaires à surveiller la qualité de l'eau du lac. Les travaux d'Archambault (1984 et 1986) au lac Souris ont conclu que les conditions physico-chimiques ne présentaient pas de facteurs limitants pour les espèces d'eau froide comme le touladi. D'autre part, l'existence d'un certain nombre de frayères jugées excellentes laissait supposer que le succès de reproduction du touladi n'était pas limité par ce facteur.

Pour surveiller l'évolution des populations de touladi suite aux mesures réglementaires qui ont été adoptées en 1989 et 1990, le gouvernement a mis sur pied un réseau de suivi pour cette espèce. Le lac Souris a d'abord été considéré pour en faire partie, mais plusieurs raisons ont justifié son abandon, dont la présence d'une autre espèce sportive (omble de fontaine), une portion substantielle du lac peu profonde et donc peu propice au touladi et le braconnage des pêches scientifiques de 1993. Si les données précédentes indiquaient une population de touladi équilibrée, la densité d'occupation des rives risquait de l'affecter, de sorte que des pêches scientifiques ont tout de même été réalisées en 1998 et 2006 pour en suivre l'évolution. Ce rapport présente les tendances qui se dessinent à l'analyse des données scientifiques et à la lumière des connaissances actuelles sur le touladi.

Méthodologie

Paramètres physico-chimiques

La station d'échantillonnage doit être localisée dans la partie la plus profonde du lac, mais celle-ci varie d'une campagne à l'autre comme en font foi les profondeurs maximales enregistrées. Sauf exception, tous les tests sont réalisés sur place avec des appareils électroniques. L'oxygène dissous et la température de l'eau furent mesurés dans toute la colonne d'eau avec un appareil YSI modèle 51B ou 50B. L'acidité fut mesurée sur un échantillon intégré (de 0 à 5 mètres de profondeur) avec des appareils Hanna, modèle HI8424 en 1989 et 1993, HI9025 en 1998 et 991001 en 2006. La conductivité fut mesurée à 0,5 mètre de la surface avec un appareil Hanna modèle HI8333. La transparence a été mesurée avec un disque de secchi et un bathyscope en 1989, 1993 et 2006. Ces tests sont effectués au mois d'août, selon les normes en vigueur pour l'évaluation des populations de touladi (MEF 1994).

En 2007, des relevés d'oxygène dissous et de température sur toute la colonne d'eau ont été effectués à tous les mois, de la mi-juin à la mi-septembre. Des échantillons pour le phosphore ont été prélevés en 1998, 2006 et 2007. Pour ce paramètre, un échantillon intégré et un autre à un mètre du fond ont été prélevés lors de la diagnose en 1998. Aux printemps 2006 et 2007, ce sont deux échantillons intégrés (5 premiers mètres de la surface) qui ont été prélevés, un dans le grand lac, l'autre près de l'émissaire. Les analyses ont été réalisées par le laboratoire du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

Pêches scientifiques

La diagnose des populations de touladi est normalisée depuis 1994 seulement, mais toutes les campagnes de terrain, de 1989 à 2006, ont eu lieu en fin du mois d'août avec les mêmes types d'engins de pêche. Les filets font 60 mètres et comptent huit panneaux de maille étirée 25 mm, 38 mm, 51 mm, 64 mm, 76 mm, 102 mm, 127 mm et 152 mm. Les profondeurs d'installation ont été sensiblement les mêmes, dans l'habitat préférentiel du touladi. Ces détails sont décrits dans le *Guide des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF* (MEF 1994). L'habitat préférentiel du touladi, au moment où les conditions sont les plus critiques, est compris entre la profondeur où la température est de 12 °C et 40 mètres ou la profondeur où l'oxygène dissous est de plus de 5 parties par million.

L'échantillonnage des poissons dans les eaux de faible profondeur a été complété par des bourrolles en 1993 et des filets à petites mailles (63,5 mm et 127 mm) en 1998 et 2006.

Le contenu stomacal, déterminé sur le terrain, est noté selon les grands groupes suivants : poissons, plancton ou vide. L'espèce de poisson ingérée est notée lorsqu'elle est identifiable. Des échantillons de chair ont été prélevés pour analyse du mercure par le laboratoire du MDDEP.

L'âge a été lu sur les otolithes à la loupe binoculaire et les annuli ont été dessinés à la chambre claire. Les otolithes plus gros et opaques ont fait l'objet d'un sablage pour révéler les premières années. La forme, le centre et les marques de croissance annuelles ont été dessinés sur papier pour chaque otolithe. La longueur totale de l'otolithe à partir du centre, la marge du noyau et les distances entre les marques de croissance ont été mesurées à l'aide d'une tablette graphique. Les mesures des campagnes antérieures à 2006 ont été reprises de la même manière pour fins de comparaison.

Résultats

Habitat du touladi

Les eaux du lac Souris sont claires et peu acides. Le tableau 1 montre les résultats des tests physico-chimiques à chaque campagne de terrain. Ils indiquent une légère diminution à la fois du pH, de la conductivité et de la transparence au cours des années. Les données de phosphore total de 1998 ne sont pas comparables à celles de 2006 et 2007 à cause du moment du prélèvement. Celles des printemps 2006 et 2007, peu après le brassage des eaux, indiquent que cet élément est en concentration relativement faible au lac Souris. Mais l'écart entre les valeurs observées en 2006 et en 2007 est important : +61 % dans le grand lac et +124 % près de l'émissaire.

Tableau 1. Données physico-chimiques par année d'échantillonnage

Année	Date	pH (0 – 5 m)	Conductivité (μ S)	Transparence (m)
1989	31 août	6,9	29,4	N.D.
1993	9 septembre	7,18	28,5	7,6
1998	26 août	6,93	26,4	7,15
2006	29 août	6,63	20,9	6,6

Année	Date	Station et type d'échantillon	Phosphore total (μ g/l)
1998	26 août	Grand lac (intégré)	3,0
		Grand lac (fond)	3,5
2006	23 avril	Grand lac	4,4
		Près de l'émissaire	4,9
2007	10 mai	Grand lac	7,1
		Près de l'émissaire	11,0

Les données historiques d'oxygène dissous ne sont pas toutes considérées fiables parce que celles de 1993 et de 2006 sont peu vraisemblables (tableau 2). Selon l'altitude du lac Souris (183 m) et la température des couches d'eau supérieures, la saturation en oxygène dissous des eaux de surface aurait été de moins de 80 % en 1993 et de plus de 125 % en 2006. Les données de 1989 et de 1998, par contre, indiquent des valeurs près de la saturation pour les couches superficielles. Ces années-là, à la fin août au moment où la stratification thermique atteint son maximum, la concentration d'oxygène dissous était d'environ 6 ppm à 20 mètres de profondeur.

Les mesures mensuelles de 2007 ont permis de suivre l'évolution estivale de la concentration d'oxygène dissous en profondeur (tableau 3). À la mi-août, date qui précède de peu les mesures réalisées en 1989 et 1998, la concentration était encore d'environ 6 ppm à 20 mètres. Toutefois, la concentration chutait sous 6 ppm entre 10 et 11 mètres de profondeur à la mi-septembre. À première vue, ces données ne permettent pas de conclure si la concentration d'oxygène dissous en profondeur a diminué entre 1989, 1998 et 2007.

Tableau 2. Température et oxygène dissous en août par année d'échantillonnage

Prof. (m)	1989			1993			1998			2006			2007		
	Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous	
	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat
0,5	18,0	8,6	97,9	19,0	6,8	79,0	20,8	8,7	104,7	-	-	-	22,5	8,9	102,7
1	18,0	8,8	100,2	19,0	6,8	79,0	20,8	8,7	104,7	19,0	11,0	127,8	22,6	8,8	102,2
2	18,0	8,8	100,2	19,0	6,8	79,0	20,8	8,7	104,2	19,0	10,6	123,1	22,7	8,8	101,7
3	18,0	9,0	102,4	19,0	6,6	76,7	20,8	8,6	103,9	19,0	10,7	124,3	22,7	8,8	101,6
4	18,0	9,0	102,4	19,0	6,6	76,7	20,8	8,7	104,5	18,5	10,4	119,6	22,7	8,7	101,5
5	18,0	9,0	102,4	19,0	6,6	76,7	19,7	8,8	104,0	18,5	10,5	120,8	22,7	8,7	101,3
6	15,5	10,0	108,0	18,0	6,8	77,4	14,4	11,0	116,1	16,0	11,8	128,8	18,5	10,8	111,2
7	10,0	12,0	114,6	12,0	5,6	56,0	11,0	8,3	80,8	11,5	9,4	92,9	11,8	11,0	103,0
8	8,0	10,5	95,6	9,0	5,2	48,5	8,6	7,1	65,6	8,5	9,6	88,5	9,0	8,8	76,8
9	6,0	9,6	83,2	7,5	5,2	46,8	7,3	6,9	61,8	7,0	9,4	83,5	7,5	7,9	65,8
10	5,0	9,4	79,4	7,0	5,0	44,4	6,5	6,8	60,0	6,5	9,4	82,5	6,8	7,3	59,8
11	5,0	9,0	76,0	6,0	5,0	43,3	6,2	6,8	58,9	6,0	9,2	79,7	6,3	7,2	58,0
12	4,0	8,0	65,8	6,0	5,0	43,3	6,0	6,7	57,6	6,0	9,0	78,0	6,1	7,1	57,1
13	4,0	8,0	65,8	6,0	5,0	43,3	5,8	6,6	57,1	6,0	8,8	76,2	6,0	6,9	56,1
14	4,0	7,8	64,2	6,0	4,8	41,6	5,7	6,5	56,1	5,0	9,0	76,0	5,8	6,8	54,0
16	4,0	7,8	64,2	6,0	4,8	41,6	5,7	6,3	54,1	5,0	8,8	74,3	5,7	6,8	54,3
18	4,0	7,6	62,5	5,5	4,6	39,3	5,6	6,3	53,9	4,5	8,6	71,7	5,6	6,5	51,9
20	4,0	6,1	50,2	5,5	4,6	39,3	5,5	6,0	51,1	4,0	8,6	70,7	5,5	5,9	47,2
21	4,0	5,4	44,4												
22							5,5	5,6	48,2	4,0	8,1	66,6	5,4	5,7	45,3
24				5,5	4,0	34,2				4,0	7,6	62,5	5,4	4,9	38,7
25				5,5	2,8	23,9				4,0	4,0	32,9			
26										4,0	1,7	14,0			

Tableau 3. Température et oxygène dissous par mois en 2007

Prof. (m)	Mi-juin			Mi-juillet			Mi-août			Mi-septembre		
	Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous		Temp	Oxygène dissous	
	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat	(°C)	(ppm)	%sat
0	23,1	9,2	107,6	22,2	9,0	103,3	22,5	8,9	102,7	18,3	9,4	100,5
1	22,4	9,4	108,7	22,7	9,1	103,3	22,6	8,8	102,2	18,0	9,8	103,5
2	21,5	9,6	108,0	21,2	9,2	103,5	22,7	8,8	101,7	17,9	9,9	104,3
3	18,3	10,3	110,3	21,2	9,2	103,4	22,7	8,8	101,6	17,8	9,9	104,3
4	16,2	10,8	111,2	21,0	9,2	103,3	22,7	8,7	101,5	17,8	9,9	104,0
5	12,2	12,1	113,2	18,8	9,6	103,8	22,7	8,7	101,3	17,5	10,1	104,0
6	9,8	11,7	101,2	11,7	10,2	94,0	18,5	10,8	111,2	17,1	10,0	105,0
7	7,6	11,0	91,7	10,1	9,7	86,2	11,8	11,0	103,0	15,0	10,7	103,5
8	6,9	10,5	86,5	8,6	9,1	81,1	9,0	8,8	76,8	11,1	7,7	69,1
9	6,3	10,2	82,6	6,9	9,3	76,0	7,5	7,9	65,8	8,7	6,8	55,1
10	6,0	10,2	82,0	6,2	8,6	69,6	6,8	7,3	59,8	6,8	6,1	50,8
11	5,8	10,2	80,2	6,0	8,5	68,2	6,3	7,2	58,0	6,5	5,9	49,4
12	5,6	10,0	79,0	5,9	8,1	65,1	6,1	7,1	57,1	6,1	5,9	47,2
13	5,5	9,9	78,8	5,7	8,1	64,4	6,0	6,9	56,1	6,0	5,8	45,6
14	5,5	9,8	77,5	5,6	8,2	65,0	5,8	6,8	54,0	5,9	5,4	43,3
16	5,4	9,8	77,4	5,6	8,2	65,0	5,7	6,8	54,3	5,8	5,4	42,9
18	5,4	9,8	77,2	5,5	8,0	63,6	5,6	6,5	51,9	5,7	5,4	42,6
20	5,3	9,5	75,2	5,4	7,9	62,5	5,5	5,9	47,2	5,6	5,2	41,5
22	5,2	9,5	74,1	5,4	7,7	61,3	5,4	5,7	45,3	5,6	4,7	36,7
24	5,2	9,0	70,8	5,3	7,5	59,3	5,4	4,9	38,7	5,5	3,7	27,7
25	5,2	8,6	67,6							5,5	2,6	15,5
25,5	5,2	8,3	64,0							5,5	1,5	6,0

Espèces capturées et abondance du touladi

Les pêches au filet expérimental sont réalisées dans l'habitat profond (tableau 4) et les zones peu profondes sont échantillonnées à l'aide de bourrolles ou de filets à très petites mailles (tableau 5). Ces engins donnent une représentation très différente de la communauté de poissons. En 1993, certains filets de pêche ont été dérangés et dépouillés d'une partie de leurs captures, de sorte que les résultats de la campagne n'ont pas été retenus pour analyse. Les captures par unité d'effort (CPUE) sont exprimées par nuit-filet et par heures-filet. Il n'y a pas de différences significatives entre les campagnes quant au nombre de touladis par filet. La variabilité est très grande. Le nombre de touladis capturés par filet varie entre 1 et 10 en 1989, entre 0 et 33 en 1998 et entre 1 et 17 en 2006.

Tableau 4. Résultats des pêches au filet en profondeur par campagne

	1989	1998	2006
Nombre de stations	4	6	6
Effort total (heures)	81,12	131,28	121,53
Captures			
• Touladi	27	54	52
• Meunier noir	10	3	6
• Omble de fontaine	-	-	1
CPUE (touladi)			
• Par nuit-filet	6,75	9,00	8,67
• Par heures-filet	0,33	0,41	0,43

Tableau 5. Résultats de pêche en eau peu profonde par campagne

	1989	1998	2006
Nombre de stations	20	4	4
Type d'engins	Bourrolles	Filets	Filets
Captures			
• Crapet de roche	33	1	4
• Perchaude	-	35	72
• Fondule barré	2	3	-
• Meunier noir	--	-	1
• Méné jaune	-	1	8
• Méné à nageoires rouges	-	8	7
• Mulet à cornes	-	1	-
• Museau noir	-	1	-
• (Indéterminé)	-	-	1

La plus grande efficacité des filets, par rapport aux bourrolles utilisées en 1989, expliquerait le plus grand nombre d'espèces observées en 1998 et 2006. Pour ces deux campagnes, les données ne permettent pas de conclure à une augmentation de l'abondance de la perchaude même si le nombre de captures a doublé, due à la grande variabilité en 1998.

Taille, âge et croissance des touladis

La figure 1 montre qu'on a capturé des touladis de toutes tailles à chaque campagne de pêche. La taille moyenne est sensiblement la même (test de Kruskal-Wallis sur les médianes; $P=0,91$), environ 401 mm de longueur totale. Les poissons de 400 à 450 mm semblent plus abondants en

1998 et 2006 qu'en 1989. La proportion des touladis de plus de 450 mm était de 48 % en 1989, de 32 % en 1998 et de 38 % en 2006. Rappelons que les effectifs sont faibles à chaque campagne : 27, 54 et 52 poissons respectivement en 1989, 1998 et 2006. Ceci affecte particulièrement les représentations des figures 1 et 2, où il y a de nombreuses classes.

Les distributions d'âge sont illustrées à la figure 2. L'âge moyen des touladis capturés a augmenté, passant de 7,3 ans en 1989 à 8,4 ans en 1998 et à 10,2 ans en 2006. Les poissons de 2006 sont significativement plus âgés que ceux de la campagne 1989 (test de comparaison multiple de Kruskal-Wallis, $Z_{\alpha,0.05}=2,394$; $Z_{obs}=2,8655$). La cohorte de 1991 était la plus fortement représentée dans les captures de 1998 (classe d'âge 7 ans); son importance relative en 2006 (classe d'âge 15 ans) n'est pas supérieure aux cohortes voisines (classes d'âges 14 et 16 ans). Les touladis de 2 et 3 ans formaient 22 % des captures en 1989; leur proportion diminue à 4 % en 1998 et 2006.

La distribution d'âge est particulière en 2006 : les touladis de 7 et 8 ans y sont nettement sous-représentés, ce qui laisse soupçonner une difficulté de recrutement en 1999 et 1998. Le recrutement semble s'améliorer par la suite, puisque les touladis de 6, 5 et 4 ans sont progressivement plus nombreux dans l'échantillon. La cohorte la plus faible (poissons de 7 ans en 2006) est celle de 1999. Ces touladis nés en 1999 sont le résultat de la fraye de l'automne 1998, immédiatement après la campagne de pêche scientifique. On peut présumer que le prélèvement par la pêche scientifique au lac Souris a fortement affecté le segment reproducteur de la population de touladis.

Figure 1. Distribution des tailles des touladis par campagne

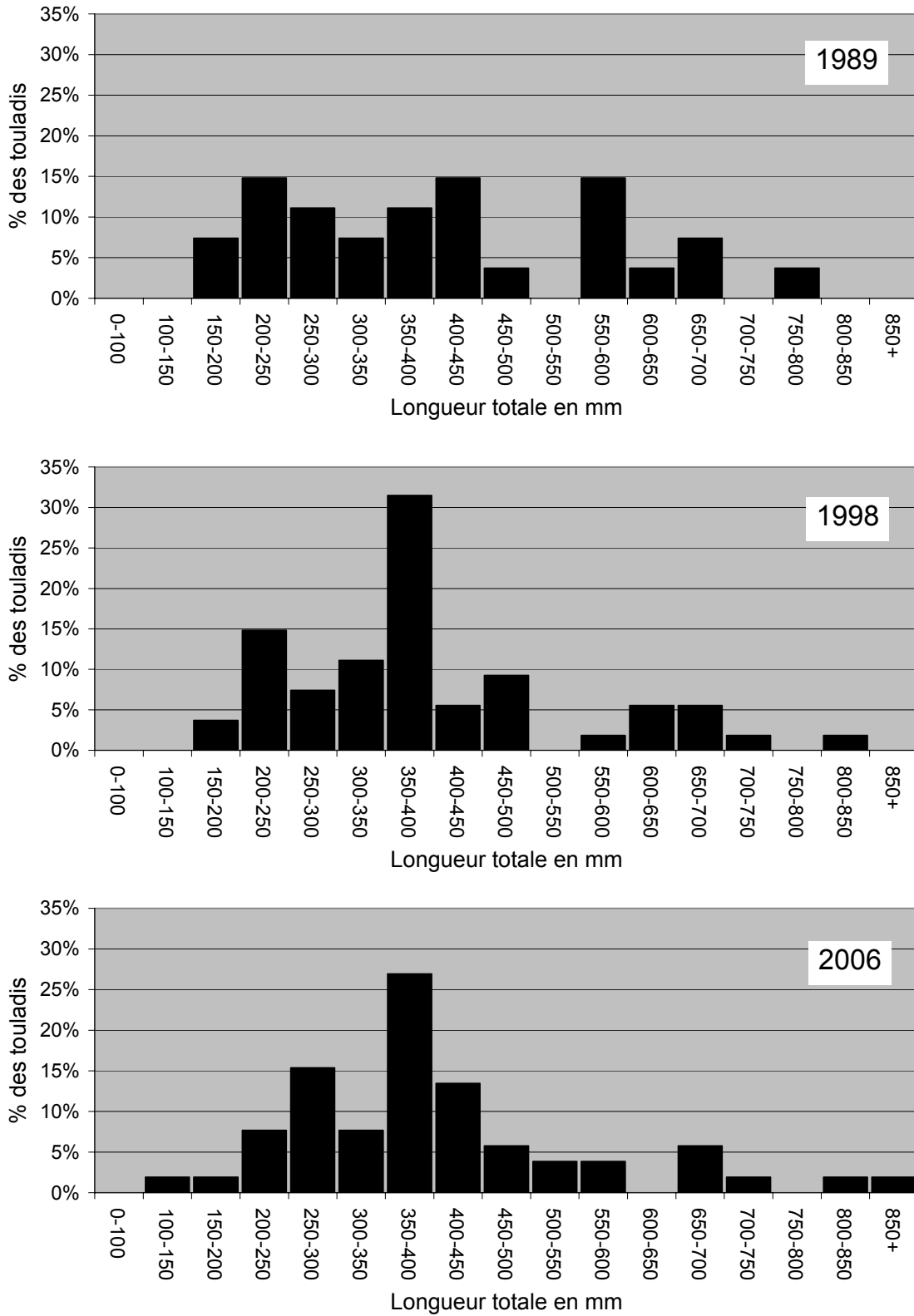
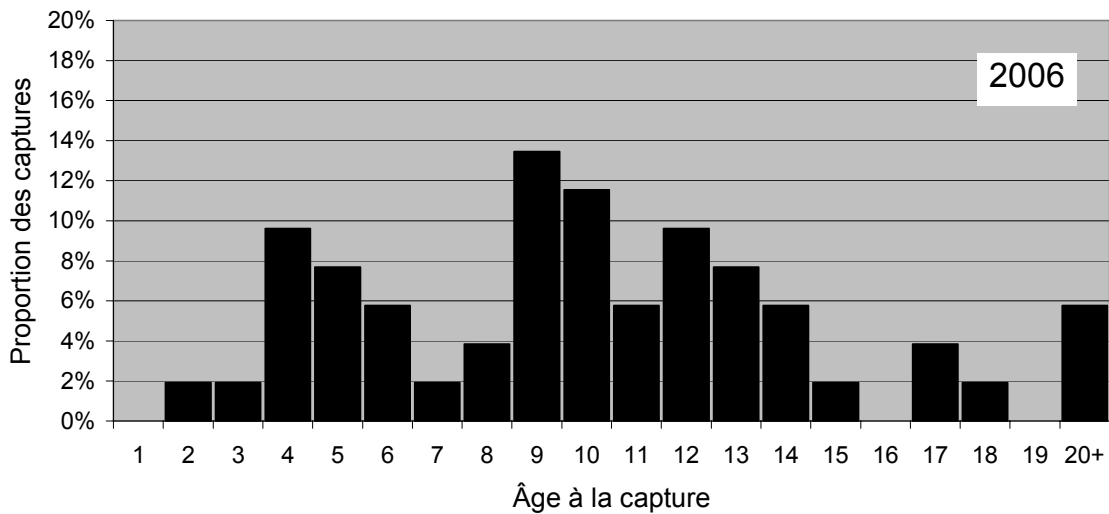
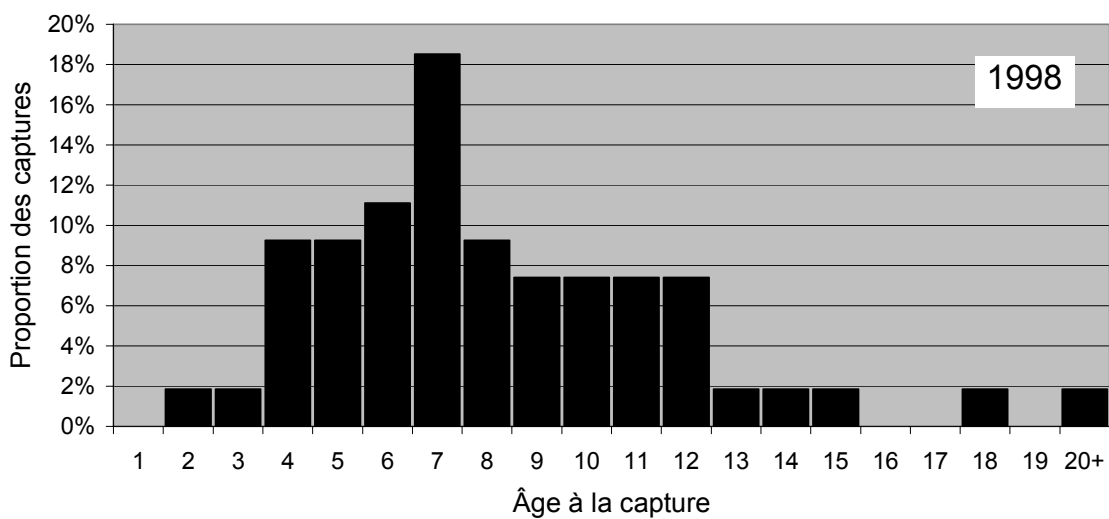
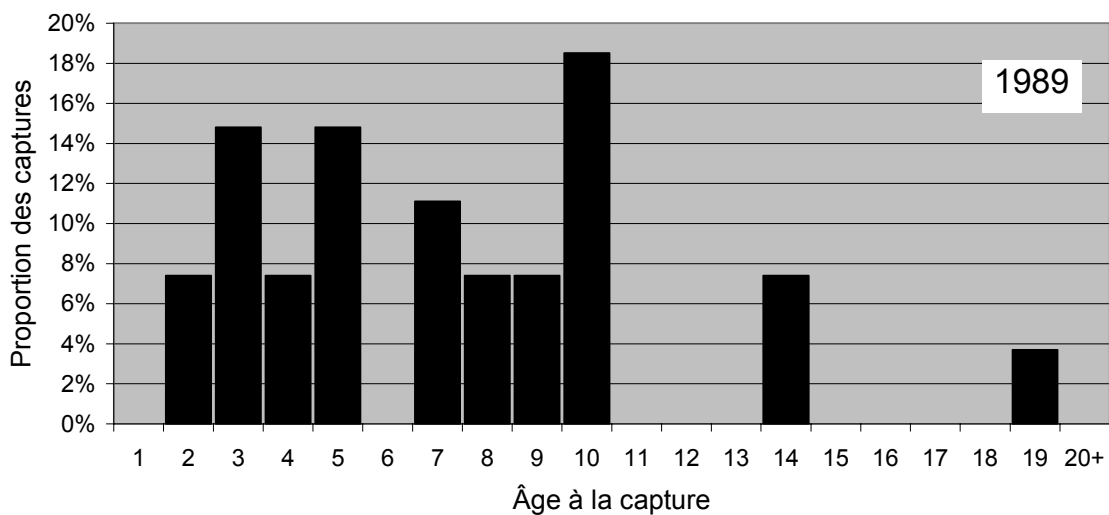
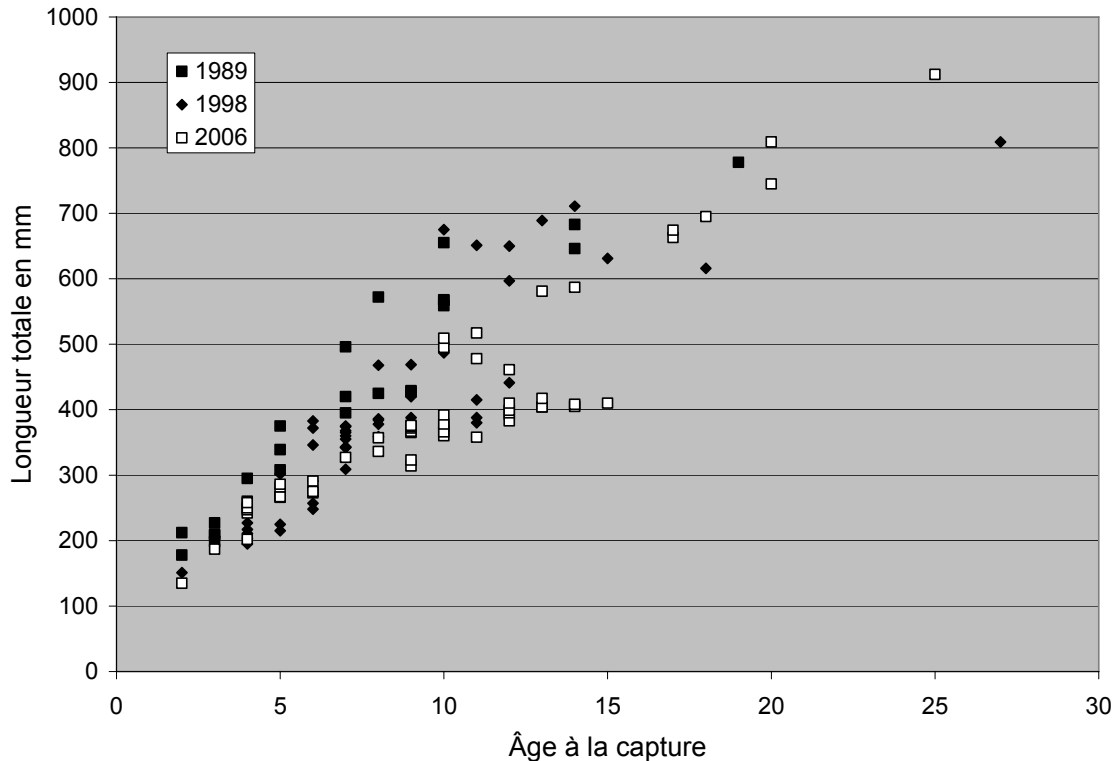


Figure 2. Distribution des âges des touladis par campagne



La croissance est figurée par la longueur totale en fonction de l'âge des touladis et elle montre une très grande variabilité au lac Souris (figure 3). L'amplitude augmente avec l'âge; à 10 ans, la taille varie entre 360 mm et 675 mm, soit près du simple au double. Les touladis en 2006 semblent présenter une croissance plus faible; les points qui représentent ces poissons sont nettement sous les valeurs observées aux campagnes précédentes, aux mêmes âges.

Figure 3. Tailles (longueur totale) et âges des touladis par campagne



La biomasse de touladi par filet suit la tendance à la hausse de l'âge moyen. Elle était de 6,7 kg en 1989, de 7,9 kg en 1998 et de 8,8 kg en 2006. Le facteur de condition, qui rend compte du rapport entre la masse et la longueur des poissons, permet de comparer les poissons entre eux. Le facteur de condition de Fulton était de 0,847 en 1989, 0,920 en 1998 et 0,831 en 2006. Comme la forme générale du poisson peut changer au cours de sa vie (le touladi est plus élancé quand il est jeune et plus trapu quand il est vieux), la comparaison doit se faire avec des poissons de tailles comparables, sinon en tenant compte du coefficient d'allométrie (Lima *et al.* 2002). La condition moyenne avec ce coefficient (3,2371) suit les mêmes tendances : 0,207 en 1989, 0,226 en 1998 et 0,202 en 2006.

Alimentation

Le tableau 6 rend compte de la fréquence des estomacs des touladis capturés à chaque campagne de pêche qui contenaient du plancton, du poisson ou étaient vides. En 2006, la catégorie « plancton » était essentiellement composée de larves de diptères (chaoborus). On n'a pu identifier les restes de poissons en 2006; en 1998, on a noté un crapet de roche dans un cas et un meunier noir dans un autre. En 1989, un estomac contenait deux crapets de roche.

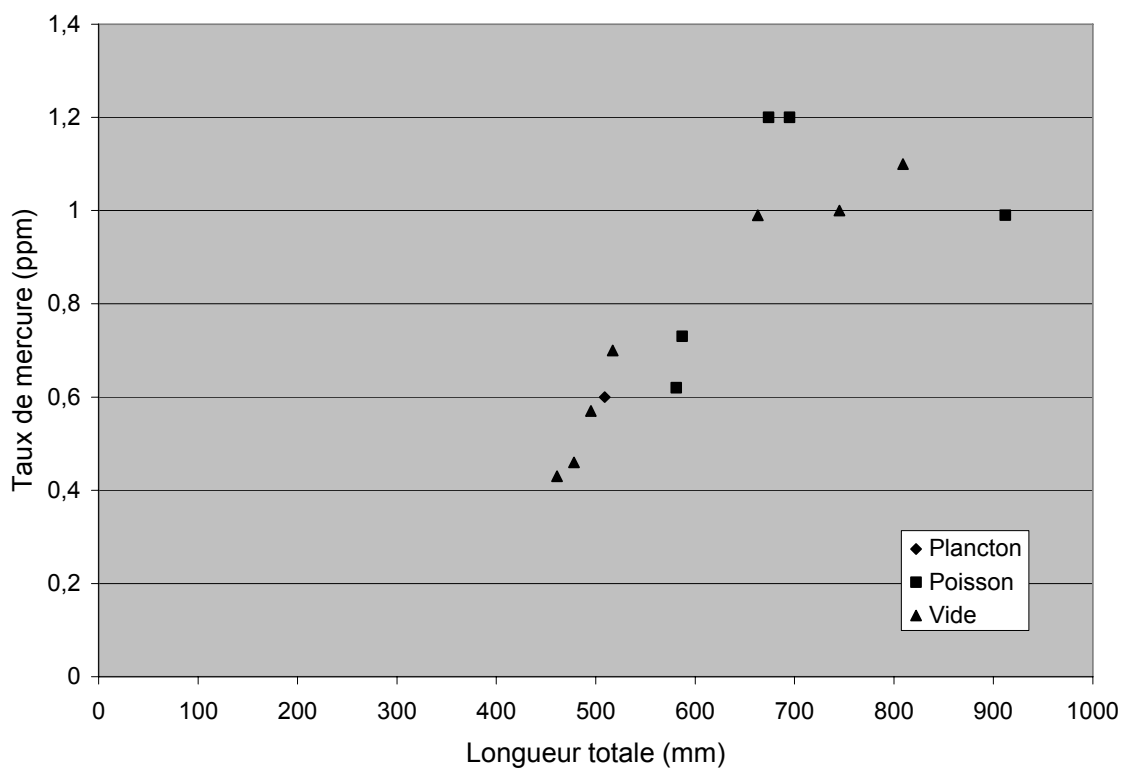
Tableau 6. Contenu stomacal des touladis par campagne

Estomac	Proportion des estomacs		
	1989 N=27	1998 N=54	2006 N=52
Plancton	7,4 %	66,0 %	63,5 %
Poisson	3,7 %	22,6 %	9,6 %
Vide	88,9 %	11,3 %	26,9 %

Contamination au mercure

Le taux moyen de mercure dans la chair était de 0,55 mg/kg chez les touladis de petite taille (45 à 55 cm), de 0,95 mg/kg chez ceux de taille moyenne (55 à 70 cm) et de 1,0 mg/kg chez ceux de grande taille. Seulement 13 des 52 touladis capturés faisaient partie de ces classes de longueur retenues par le MDDEP. Les valeurs individuelles varient entre 0,4 et 1,2 mg/kg (figure 4). Le nombre de données est insuffisant pour calculer la relation entre la taille et le taux de mercure (figure 4), laquelle peut varier en fonction du mode d'alimentation (piscivore ou planctonophage).

Figure 4. Taux de mercure selon la taille et le contenu stomacal



Discussion

Physico-chimie de l'eau et qualité de l'habitat du touladi

Les résultats indiquent une diminution sensible de 1989 à 2006 des paramètres de pH, de conductivité et de transparence de l'eau, des résultats qui sont considérés contradictoires comme indicateurs d'eutrophisation du lac. L'assimilation du CO₂ disponible par les plantes et végétaux planctoniques entraîne une élévation du pH (Dussart 1966), alors que l'abondance du plancton réduit la transparence de l'eau. La conductivité, qui mesure les solides inorganiques dissous dans l'eau, est typiquement faible sur le bouclier canadien. Les différences observées entre les campagnes d'échantillonnage sont minimales et la différence la plus grande de 2006 (-25 % par rapport à la moyenne des campagnes antérieures) peut être partiellement attribuée à l'emploi d'un nouvel appareil de mesure.

En 2006, la valeur mesurée du pH est 6,63 par rapport à une valeur moyenne de 7,0 des campagnes précédentes. La mesure de l'acidité, même avec des appareils électroniques, est une opération délicate dans des eaux faiblement tamponnées comme le lac Souris. La différence observée représente cependant une valeur 2,3 fois plus élevée de la concentration d'ions hydrogène dans l'eau, car l'échelle est logarithmique. D'autre part, les valeurs mesurées d'oxygène dissous dans les couches d'eau supérieures n'ont jamais été aussi élevées qu'en 2006 (127,8 % de saturation à 1 m). En général, l'activité de photosynthèse produit de l'oxygène tout en utilisant du dioxyde de carbone. Comme ce processus augmente le pH (Ruttner 1963), alors qu'il a diminué au lac Souris en 2006, la photosynthèse ne peut expliquer la sursaturation en oxygène dissous. Les vents forts peuvent favoriser l'oxygénation des masses d'eau, mais ils permettent aussi la libération de l'oxygène dissous en sursaturation. Les vents étaient plutôt faibles la semaine précédant l'échantillonnage en 2006; ils n'ont pas dépassé 20 km/heure (Environnement Canada 2006), soit une petite brise (3 sur l'échelle de Beaufort).

Le phosphore est considéré le principal facteur limitant la biomasse des algues dans les lacs à touladi (Dillon *et al.* 2004). Les valeurs mesurées en 2006 et 2007, après le brassage printanier quand sa concentration dans la masse d'eau est théoriquement égale, sont relativement faibles (4,4 et 7,1 µg/l dans le grand lac) et typiques des lacs oligotrophes (i.e. peu productif, concentration de phosphore total inférieure à 10 µg/l; Dillon *et al.* 2004). Clark et Hutchinson (1992) rapportent cependant que les mesures de phosphore total au printemps peuvent présenter de fortes variations d'une année à l'autre et que plusieurs années de mesure (de une à quatre) peuvent être nécessaires pour produire une estimation à moins de 20 % (P=95 %) de la vraie valeur. L'importance des écarts observés entre 2006 et 2007 (+61 % dans le grand lac et +124 % près de l'émissaire) suggère que la vraie valeur pourrait être entre les deux, mais une autre série de mesures devrait être réalisée pour le confirmer. Les valeurs systématiquement plus élevées près de l'émissaire (4,9 µg/l en 2006; 11,0 µg/l en 2007) étaient attendues à cause de la plus forte densité d'habitations qu'on y retrouve et elles valident aussi la qualité des mesures effectuées. Environ 50 % des lacs à touladi au Québec ont une concentration de phosphore total de moins de 6 µg/l et 86 % en ont une concentration inférieure à 10 µg/l (Dillon *et al.* 2004). Les concentrations observées au lac Souris sont donc au-delà de celles de la majorité des lacs à touladi du Québec. Sans connaître la concentration originale de phosphore total, il est cependant probable qu'elle ait augmenté significativement par apports artificiels. La diminution de la transparence (un mètre par rapport à 1993) pourrait donc être due à une augmentation de la productivité biologique, mais aussi à un apport de sédiments fins. Des travaux de développement dans la partie sud du grand lac, à proximité de la station de mesure, pourraient en être responsables. Notons qu'en juin 1976, la transparence était de 4,6 mètres (Archambault 1984), soit deux mètres de moins que celle mesurée en 2006. Il n'y a pas d'explication à cette donnée apparemment contradictoire.

L'ensemble de ces considérations indique que les données d'oxygène dissous recueillies en 2006 sont peu vraisemblables et mettent plutôt en cause l'appareil utilisé. Il en est de même des données de 1993 qui présentent une saturation sous la normale du même ordre de grandeur. La sonde de ce type d'appareil et la prise de données nécessitent une attention particulière (installation de la membrane, calibration, délai suffisant pour la stabilisation de la sonde, etc.). Un facteur de correction linéaire a été calculé pour chaque campagne d'échantillonnage en ramenant les lectures à un mètre de profondeur à 100 % de saturation. Ce facteur a ensuite été appliqué à l'ensemble des lectures. Ces corrections n'ont pour but que de valider la baisse d'oxygène dissous observée entre 1989 et 1998 par la mise en évidence d'une tendance appuyée par les données de 1993 et 2006. Les résultats corrigés sont présentés à la figure 5 et n'indiquent pas une tendance à une diminution de l'oxygène dissous, puisque les concentrations de 2006 et 2007 (mi-août) en profondeur sont plus élevées que celles de 1993 et 1998. La concentration de l'oxygène dissous dépasserait 5 mg/l dans l'ensemble des eaux profondes, sauf à 24 mètres en 2007. Au Québec, cette valeur (5 mg/l) est la limite de l'habitat préférentiel du touladi (MEF 1994). Notons qu'en 1993, une station a capturé 4 touladis entre 20 m et 21 m de profondeur alors que la concentration d'oxygène dissous mesurée était de 4,6 mg/l. Dans ce cas, la valeur corrigée (5,9 mg/l) est plus vraisemblable, quoiqu'une minorité de touladis peuvent fréquenter des eaux moins oxygénées (entre 5 et 6 mg/l; Sellers *et al.* 1998).

Evans *et al.* (1991) ont cependant limité l'habitat *optimal* du touladi à des concentrations d'oxygène dissous de 6 mg/l et plus, et l'habitat *utilisable* à des concentrations de 4 mg/l et plus. La concentration d'oxygène dissous n'était inférieure à 6 mg/l qu'à partir de 18 m en 1993 et de 20 m en 1998. Des travaux plus récents (Evans 2005), se basent sur l'énergie nécessaire au touladi pour effectuer ses activités vitales, en sus de son métabolisme de base (au repos) : capture de proies, évitement des prédateurs, mouvements verticaux dans la masse d'eau, migration pour la reproduction, comportement agressif, etc. Une concentration réduite d'oxygène dissous limite l'activité métabolique des cellules, ce qui inhibe les activités vitales de tout l'organisme. Evans (2005) a déterminé que des conditions d'oxygène dissous qui permettraient d'atteindre 75 % des besoins énergétiques maximaux des touladis juvéniles permettraient une protection et une conservation à long terme des habitats et populations de touladi. Ces besoins seraient atteints avec une concentration moyenne de $7,13 (\pm 0,27)^1$ mg/l d'oxygène dissous dans l'ensemble de l'habitat estival des touladis juvéniles. Ce seuil est validé par l'observation d'effets négatifs sur la croissance et la reproduction quand la concentration moyenne dans le volume d'habitat est sous 7 mg/l d'oxygène dissous.

Les données nécessaires pour calculer la concentration moyenne d'oxygène dissous dans l'hypolimnion sont les données de bathymétrie et les profils de température et d'oxygène dissous au point le plus profond du lac à la période critique de fin d'été, soit à plus ou moins deux semaines du 31 août (Evans 2005). L'hypolimnion, défini comme la profondeur à partir de laquelle la baisse de température est de moins d'un degré par mètre, débute à environ 10 mètres de profondeur à chaque campagne de terrain. Les concentrations moyennes d'oxygène dissous pondérées par le volume (CMODPV) étaient respectivement de 7,7 mg/l en 1989, 5,9 mg/l en 1993, 6,0 mg/l en 1998 et 6,7 mg/l en 2006, toutes en valeurs corrigées. L'oxygène dissous de l'hypolimnion n'étant pas renouvelé après le brassage printanier, sa concentration moyenne diminue au cours de l'été à cause des processus de respiration et de décomposition de la matière organique. La CMODPV la plus basse (1993) est celle qui fut mesurée le plus tard en saison, soit le 9 septembre. La CMODPV la plus élevée, en 1989, est aussi la plus ancienne. De plus, la densité de touladis était plus faible à cette époque. À la date de référence du 15 septembre, suggérée par Evans (2005), la CMODPV était de 5,45 mg/l en 2007, nettement sous la limite recommandée de 7 mg/l. Il est probable que la concentration d'oxygène dissous soit à la baisse dans l'habitat du touladi. Ce pourrait être dû à l'augmentation de la densité des touladis et à l'enrichissement des eaux par le phosphore.

¹ Écart-type : mesure de la variation autour de la moyenne.

Carte 1. Aires potentielles de fraie du touladi au lac Souris (tiré de Archambault 1986). Les sites à potentiel bon et excellent sont encadrés.

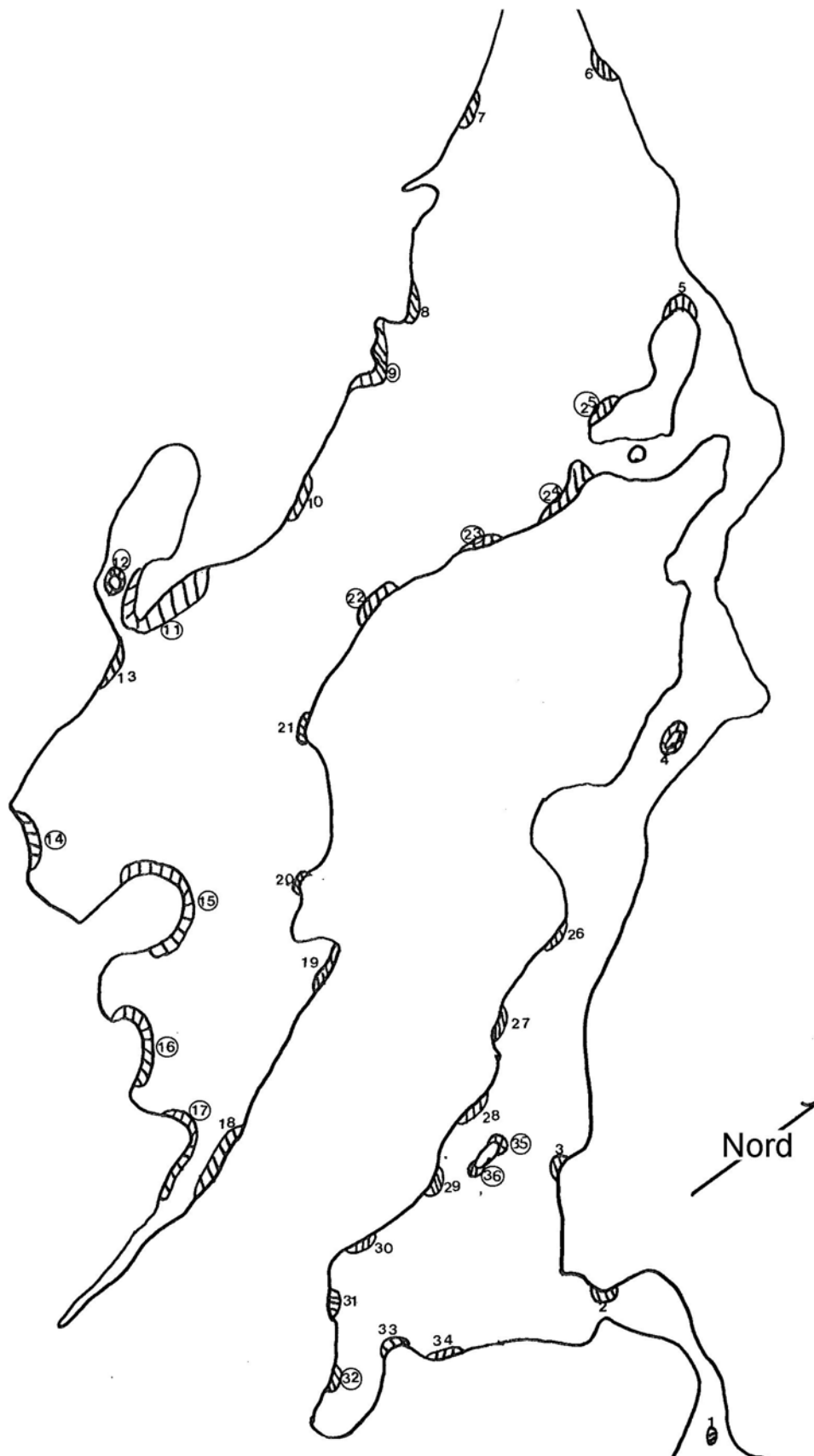


Figure 5. Concentration d'oxygène dissous par campagne d'échantillonnage

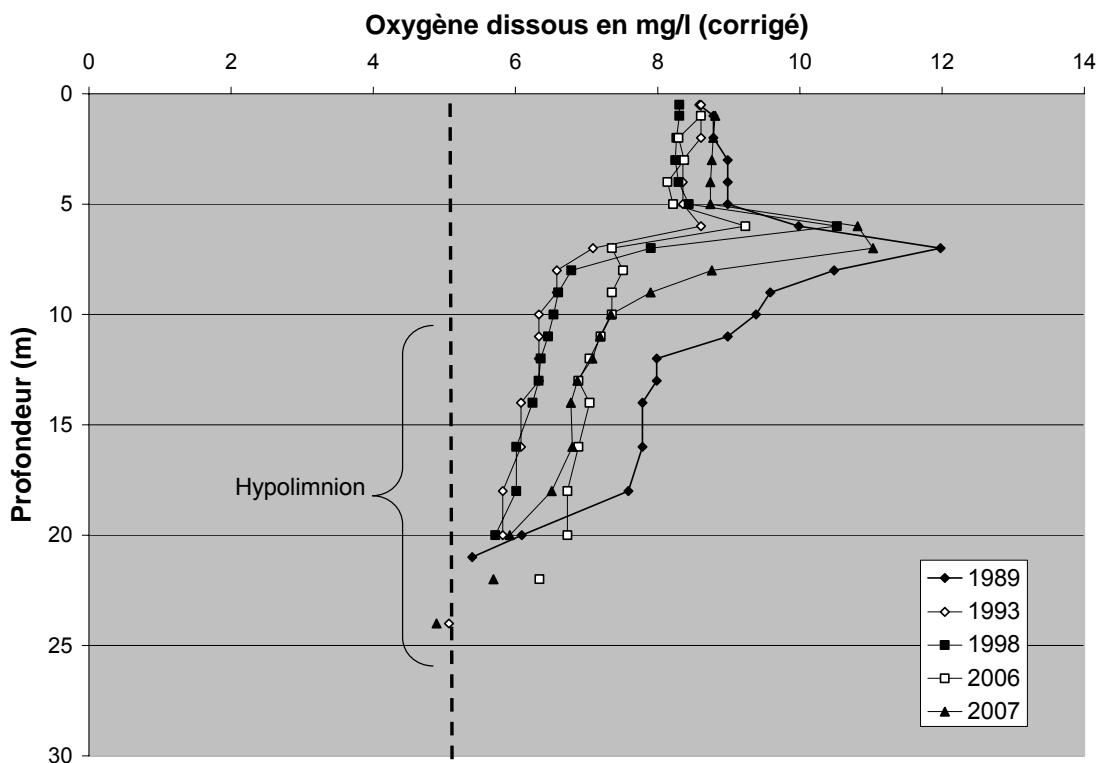
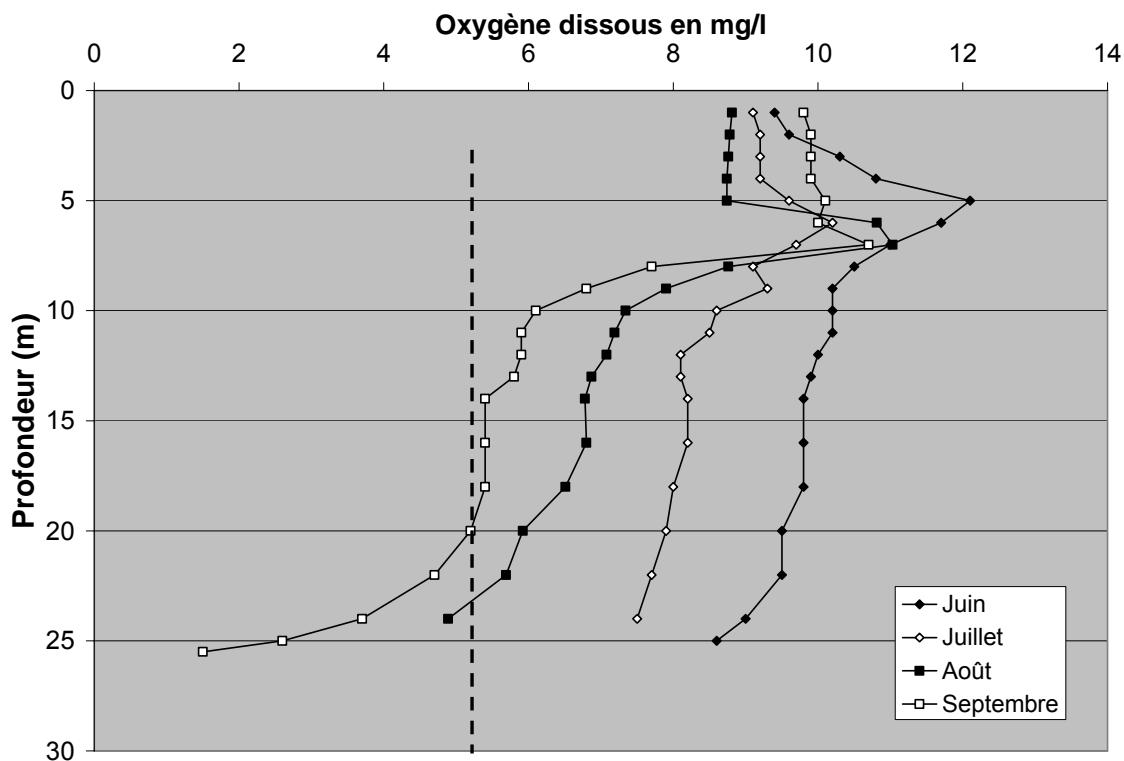


Figure 6. Concentration d'oxygène dissous par mois en 2007



Evans (2005) mentionne l'importance critique de l'oxygène dissous dans les petits lacs (cas du lac Souris) dans une perspective de développement, à cause de l'influence potentielle des activités liées à l'utilisation des terres sur l'écologie des lacs. Le lien entre l'utilisation des terres et l'oxygène dissous se fait par les apports en phosphore, dus par exemple aux eaux d'égouts municipaux, aux installations septiques des chalets et au ruissellement de surface. Le phosphore contrôle la production annuelle des algues, dont la décomposition entraîne une ponction significative sur la réserve fixe d'oxygène dissous dans l'hypolimnion. Un approvisionnement adéquat d'oxygène dissous est critique pour le touladi parce que son habilité à extraire l'oxygène de l'eau est fortement dépendante de sa concentration. La capacité des touladis à réaliser leurs activités vitales est progressivement limitée quand la concentration d'oxygène diminue, avec des impacts significatifs sur la croissance, le recrutement et la survie (Evans 2005).

Le recrutement du touladi est aussi dépendant de la qualité et de la quantité des sites de reproduction. Archambault (1986) a caractérisé les rives du lac Souris en fonction de la qualité du substrat pour cette espèce. Plus d'une douzaine de sites jugés excellents ont été identifiés, presque exclusivement dans le grand lac. Ce constat laissait supposer que les sites propices ne constituaient pas un facteur limitant pour la reproduction du touladi au lac Souris. Dans l'optique où le développement riverain se poursuit au lac Souris, une attention particulière devrait être portée à l'intégrité des rives dans ces secteurs (carte 1).

Communauté de poissons du lac Souris

Selon Archambault (1984), le lac Souris a fait l'objet d'ensemencements d'ombles de fontaine (1939 et 1943), de touladis (1969 et 1970) et de truites arc-en-ciel (1982). Cette dernière espèce ne s'est pas implantée, car le lac Souris ne présente pas d'habitats de reproduction qui lui sont propices.

Des pêches scientifiques ont eu lieu en juillet 1964, en mai 1974 et en juin 1976 (tableau 7). Même si les filets de pêche utilisés avaient des mailles semblables (5 cm ou 7,5 cm), le moment de la pêche et la profondeur de pose ont une grande influence sur les résultats. Depuis 1989, les filets multimailles sont installés à la fin d'août dans la zone profonde seulement; l'évolution de la communauté de poissons en eau peu profonde ne peut être évaluée par leurs résultats.

Tableau 7. Espèces capturées dans les pêches scientifiques de 1964 à 1976

	Juillet 1964	Mai 1974	Juin 1976
Effort de pêche			
• Nombre de filets	9	9	6
• Heures de pêche	N.D.	29,25	92,5
Profondeurs de pose			
• Début	N.D.	2 m	4,6 m à 10,1 m
• Fin		6 m à 13 m	9,1 m à 19,8 m
Captures			
• Crapets	212	-	65
• Meunier noir	102	2	63
• Perchaude	-	28	76
• Omble de fontaine	4	1	5
• Touladi	1	1	17

Les petites espèces ne peuvent être capturées par les mailles de 5 cm et plus utilisées entre 1964 et 1976. Néanmoins, si on ne considère que les espèces susceptibles d'être capturées par ces filets, toutes les espèces capturées en 2006 étaient déjà présentes dans les années 1970.

De celles-ci, le crapet de roche, dont l'alimentation est très diversifiée chez les adultes, peut réduire la disponibilité des petites espèces pour le touladi en eaux peu profondes. En effet, le touladi se nourrit en partie de ces espèces quand celles d'eaux profondes qu'il préfère (éperlan arc-en-ciel, cisco de lac, grand corégone) sont absentes comme c'est le cas au lac Souris (Vander Zanden *et al.* 2004). Par contre, le crapet de roche est présent depuis longtemps au lac Souris et semblait abondant en 1964. Il est probable que la taille des crapets, et donc celle des proies dont il peut se nourrir, soit limitée par la courte saison de croissance, comme c'est le cas pour l'achigan et la perchaude (Vander Zanden *et al.* 2004). Ces auteurs rapportent que le réchauffement attendu des eaux (en réponse aux changements climatiques) causerait une extension de l'aire de distribution des achigans et crapets; il aura aussi pour conséquence d'allonger la saison de croissance dans les lacs où ces poissons sont déjà présents. La croissance du crapet de roche sera favorisée, augmentant la compétition alimentaire et forçant le touladi à se nourrir de moins en moins de petits poissons des zones peu profondes. Des données non publiées semblent indiquer que l'introduction du crapet de roche est plus dévastatrice pour le touladi que celle de l'achigan à petite bouche (*ibid.*).

Les données sur l'alimentation du touladi sont fragmentaires, en particulier celles de 1989 où 89 % des estomacs ont été notés comme vides, alors que la densité du touladi était relativement faible au lac Souris. En 1998 et 2006, à des niveaux de densité comparables, la proportion des estomacs qui contenaient du plancton est restée sensiblement la même. Par contre, la proportion des estomacs contenant du poisson a chuté de plus de 50 % en 2006, au profit de celle des estomacs vides qui a plus que doublé. En absence de poissons fourrage dans les zones profondes, ces résultats appuient l'hypothèse d'une compétition accrue pour les petits poissons des zones peu profondes, comme mentionné plus haut.

État de la population de touladis

Les captures par unité d'effort (CPUE) à la pêche scientifique indiquent que la densité du touladi au lac Souris est la plus élevée des lacs de la Basse-Mauricie et qu'elle semble se maintenir pour le moment. L'âge moyen des touladis était significativement plus élevé en 2006 qu'en 1989 et 1998. Ce serait dû à la sous-représentation des jeunes groupes d'âges, particulièrement ceux de 7 ans, la cohorte qui suit le prélèvement de touladis par la pêche scientifique en 1998.

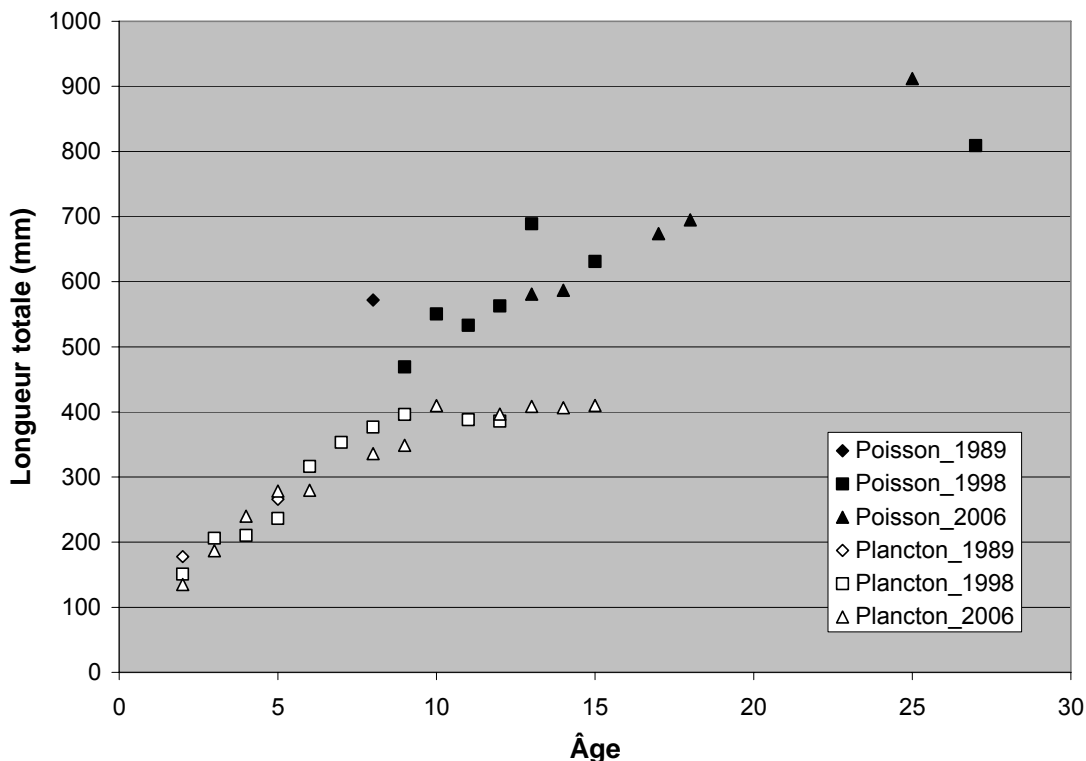
Cependant, le recrutement aurait été aussi particulièrement faible pour la cohorte précédente (1998), résultat de la fraye de l'année 1997. D'après le secrétaire de l'association des propriétaires, M. Ricard, les pluies torrentielles de l'été 1996, qui ont emporté les ponts des ruisseaux Melançon et Goulet et introduit beaucoup de sédiments dans le lac, sont le seul élément notable ayant affecté le lac Souris dans cette période. Comme la cohorte de 1997 semble normale, on doit présumer que la faible cohorte de 1998 est le résultat, soit d'une diminution de touladis sexuellement matures ou d'un faible succès de reproduction en 1997, soit dû au hasard de l'échantillonnage en 2006, soit enfin à des erreurs de détermination de l'âge des poissons. Dans les premiers cas, le prélèvement par la pêche scientifique en 1998 se serait ajouté à la problématique de 1997 et expliquerait la très faible cohorte de 1999. Les lectures d'âge sont considérées fiables, la distribution observée en 2006 (figure 2) n'aurait pu être obtenue qu'avec une sous-estimation des poissons de 8 ans et une surestimation systématique des poissons de plus de 8 ans. Dans tous les cas, l'augmentation graduelle des cohortes 2000 et suivantes dans les captures est probablement le résultat d'une augmentation graduelle du nombre de touladis en âge de se reproduire dans la population. Notons que si la faiblesse apparente de la cohorte de 1997 n'est pas due au hasard de l'échantillonnage en 2006 mais à un déficit de touladis matures en 1997, le portrait de la population lors de la campagne de 1998 en serait affecté. La proportion des touladis sexuellement matures n'a pas beaucoup changé malgré le vieillissement de la population; elle était de 52 % en 1989, de 57 % et 58 % en 1998 et 2006. Le fait que la proportion de touladis sexuellement matures dans la population soit la même en 1998 et 2006 tendrait à infirmer l'hypothèse d'une rareté des géniteurs en 1997. Quoiqu'il en soit, il semble donc que la situation se soit rétablie en 2006 quant à la problématique de recrutement.

Il ne semble pas y avoir de lien entre les fortes classes d'âge observées en 1989 et 1998, et celles issues des mêmes cohortes en 1998 et 2006. Par exemple, la cohorte de 1979, abondante à l'âge de 10 ans en 1989, n'était plus représentée en 1998 à 17 ans. Celle de 1991, abondante à 7 ans en 1998, était beaucoup plus faible qu'attendue à 15 ans en 2006. Les effectifs sont trop faibles pour calculer la mortalité, c'est-à-dire le taux de disparition des poissons.

Malgré une augmentation de l'abondance par rapport à 1989, la proportion des jeunes touladis (2 et 3 ans) est passée de 22 % à moins de 4 % des captures en 1998 et 2006. Selon Evans *et al.* (1991), le cannibalisme serait un important mécanisme régulateur des populations chez le touladi, d'autant plus important au lac Souris qu'il n'y a pas d'espèces considérées comme poissons fourrage dans son habitat estival. Evans *et al.* (1991) ont relevé de nombreuses observations dans la littérature scientifique à l'effet que le domaine vital des juvéniles est plus profond que celui des adultes, et que les conditions qui y prévalent (température de l'eau et oxygène dissous) sont inférieures à celles qu'ils préfèrent. L'eutrophisation, en diminuant l'oxygène dissous dans l'hypolimnion, réduit le volume d'habitat utilisable par les touladis et forcerait les juvéniles dans les eaux moins profondes fréquentées par les adultes, les rendant ainsi plus vulnérables au cannibalisme (*ibid.*).

Le touladi est un prédateur qui se nourrit d'une grande variété d'organismes et il est connu depuis longtemps que les individus qui se nourrissent de plancton croissent plus lentement (Martin et Olver 1980). Traditionnellement, les études sur le régime permettaient de caractériser l'alimentation au niveau des populations seulement, négligeant qu'elles sont composées d'individus pouvant avoir des comportements différents (Vander Zanden *et al.* 2000). Une population était alors considérée piscivore ou planctonophage selon la croissance générale et les proies disponibles. La figure 7 met en relation la longueur et l'âge des touladis capturés à chaque campagne selon le contenu de leur estomac au moment de la capture.

Figure 7. Relation âge-longueur totale des touladis selon le contenu stomacal



Cette figure montre que les poissons sont consommés par les touladis de grande taille, soit 450 mm et plus dans le cas présent. Les jeunes touladis, de 7 ans et moins, n'avaient que du plancton dans l'estomac. Selon Martin et Olver (1980), les touladis s'alimentent principalement en invertébrés dans leurs premières années de vie, ces derniers diminuant en importance au profit des poissons quand les touladis grossissent et vieillissent. La figure 7 montre qu'aux mêmes âges, la longueur des touladis qui avaient du plancton dans l'estomac était systématiquement plus faible que ceux qui avaient consommé du poisson, et que la taille des premiers semble plafonner aux environs de 400 mm. Ces résultats indiquent, en autant qu'on puisse attribuer une alimentation principalement planctonophage ou piscivore aux touladis sur la seule foi de leur contenu stomacal au moment de leur capture, que les deux formes coexistent au lac Souris. Ce phénomène a été observé dans au moins un autre lac de la Mauricie (Houde 2005). Il n'y a pas de différence entre les proportions des touladis de plus ou moins 450 mm dans les échantillons de 1989, 1998 et 2006 ($\chi^2_{\text{obs}}=0,685$; $P=0,710$).

La technique du rétrocalcul, qui met en relation la longueur d'un poisson et celle d'une structure osseuse (l'otolithe dans le cas présent), permet d'estimer la longueur totale d'un poisson à chaque âge de sa vie à partir de mesures effectuées sur la structure osseuse. Comme l'otolithe est une structure irrégulière, sa croissance diffère dans ses différents axes. Pour la figure 8, qui montre la longueur moyenne à l'âge des poissons utilisés dans la figure 7, seuls les touladis dont les mesures sur les otolithes ont été prises dans le plus grand axe ont été retenus. Les échantillons sont insuffisants pour considérer les touladis capturés en 1989. La figure 8 montre que la croissance des touladis présumés piscivores est plus rapide que celle des touladis présumés planctonophages, un phénomène reconnu (Martin et Olver 1980). La taille rétrocalculée moyenne des premiers est significativement plus grande que celle des seconds à tous les âges, indiquant la présence des deux formes dans le lac Souris.

La taille moyenne aux âges 6 à 9 ans des touladis qui avaient du plancton dans l'estomac semblait plus grande en 1998 qu'en 2006, selon la figure 8. Basée sur des longueurs rétrocalculées, cette comparaison intègre toute l'histoire de vie de poissons d'âges différents, ce qui peut occulter certains phénomènes. Les effectifs sont suffisants pour une analyse de la croissance des poissons de ce groupe, dont les valeurs individuelles sont illustrées sur la figure 9. Pour éliminer l'effet de la saison de croissance en cours (1998 ou 2006), on a rétrocalculé la longueur totale à la dernière marque annuelle.

L'analyse de variance rejette l'égalité des moyennes entre 1998 et 2006 pour les poissons de 4 ans ($P=0,04896$) et celle des médianes pour ceux de 5 ans (test de Kruskal-Wallis, $P=0,0495$), mais les probabilités sont très près du seuil d'acceptation ($P=0,05$). Les cohortes de 2002 et 2001 (touladis de 4 et 5 ans) ont suivi de peu les faibles cohortes de 1998 et 1999, résultat d'une rareté probable d'adultes en 1997 et 1998. Ces changements ont peut-être eu une influence sur l'ensemble du réseau trophique du lac Souris et sont complexes à interpréter. Considérant le caractère approximatif du type planctonophage sur la foi du contenu stomacal à la capture, on ne considère pas que la croissance des touladis est différente en 2006 qu'en 1998.

Figure 8. Longueurs moyennes rétrocalculées des touladis selon le contenu stomacal

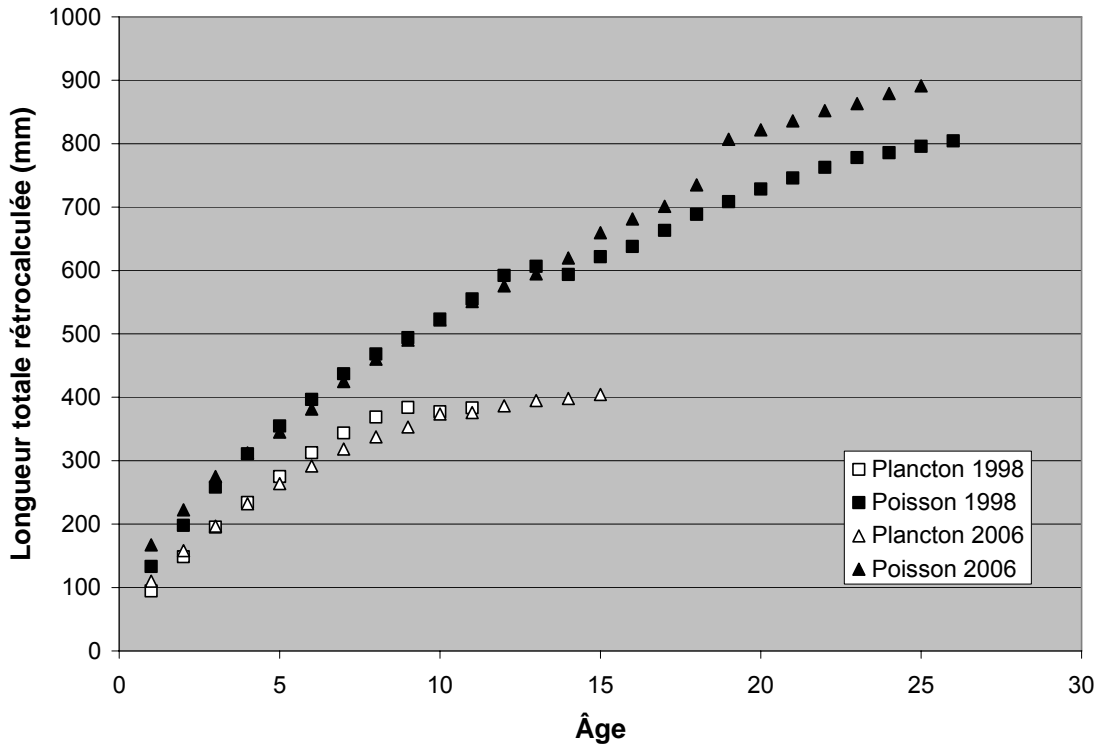
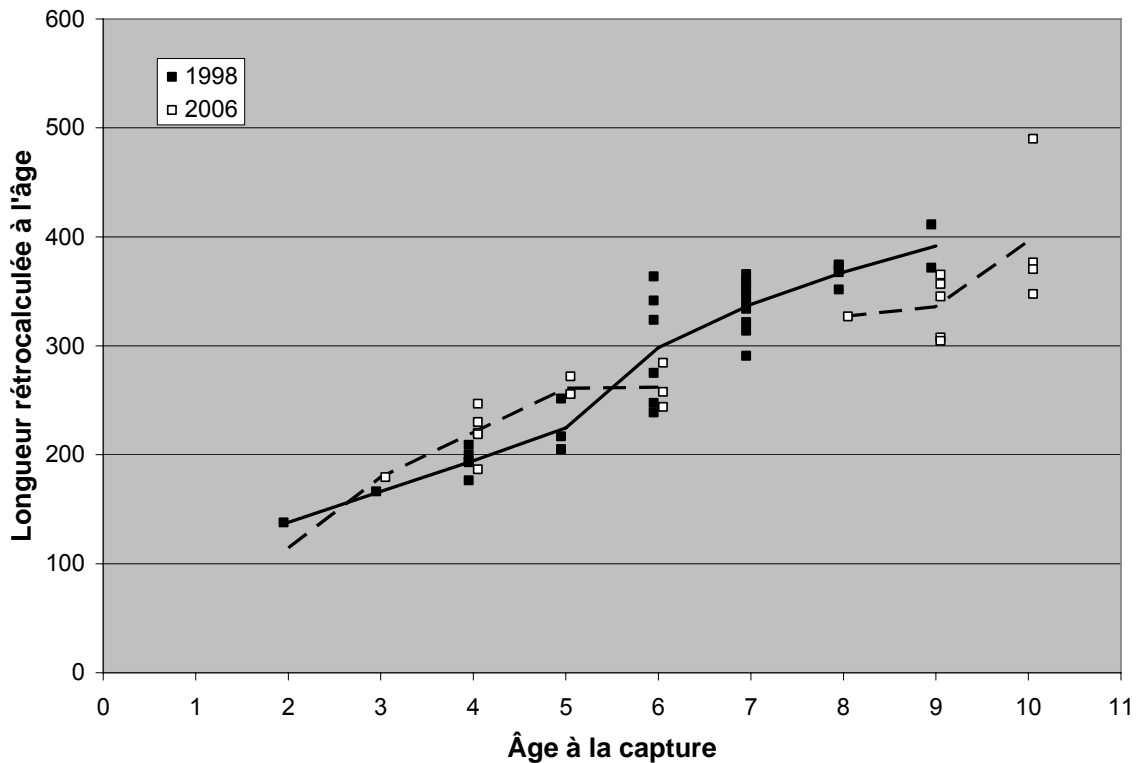
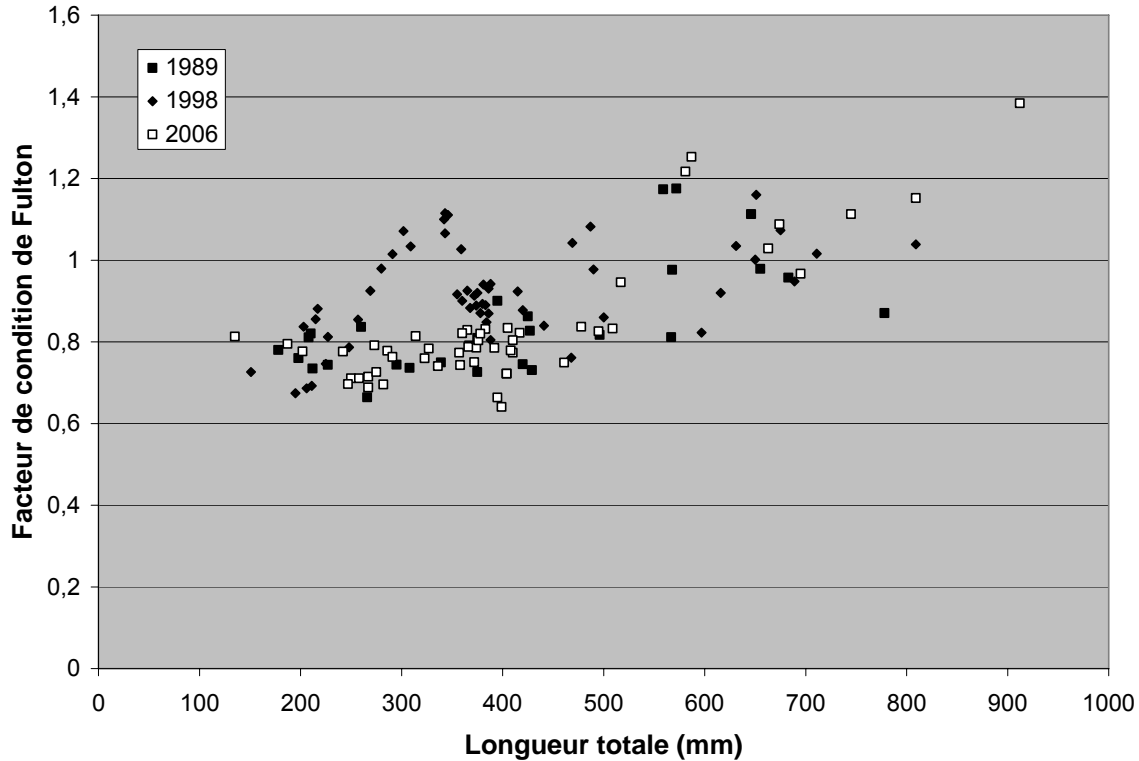


Figure 9. Longueur rétrocalculée à l'âge des touladis avec plancton dans l'estomac



La condition, qui est le rapport entre la masse et la taille des poissons, est un autre indice de l'abondance des ressources alimentaires. La figure 10 distingue les touladis par campagne de pêche selon le facteur de condition de Fulton en fonction de la longueur totale à la capture.

Figure 10. Condition des touladis en fonction de la taille, par campagne



La comparaison des relations entre la masse et la taille pour les trois campagnes a été faite par analyse de covariance. Les données ont été transformées en logarithme pour obtenir des relations linéaires ($R^2 > 0,99$). Les pentes de 1998 et 2006 sont significativement différentes ($P=0,032$). La figure 10 montre que cette différence est due aux touladis de 25 à 40 cm, lesquels étaient en meilleure condition en 1998 qu'en 1989 et 2006. Cette situation particulière pourrait être due à une disponibilité accrue de ressources alimentaires en 1998, suite à un prélèvement important de touladis l'année précédente. La plus grande disponibilité de nourriture n'aurait augmenté la condition que des touladis de taille intermédiaire, et non de l'ensemble des touladis. Le touladi se nourrit principalement d'invertébrés dans ses premières années de vie et les poissons prennent plus d'importance par la suite (Martin et Olver 1980) quand ils sont disponibles. Tant en 1998 qu'en 2006, on remarque un nombre important de touladis de taille 35 à 40 cm, ce qui correspond à la taille maximale des touladis présumés planctonophages (figure 10). Il est probable que la plus grande disponibilité de poissons dans l'alimentation de ces touladis se soit traduite par un gain en masse plutôt qu'en taille, du moins dans l'intervalle d'une seule année d'abondance (1998). Ce changement dans la condition des poissons appuie l'hypothèse d'une diminution du nombre de touladis matures en 1997, entraînant une diminution de la compétition alimentaire pour les poissons qui leur servent de proies.

Exploitation par la pêche sportive

Le lac Souris a fait l'objet de deux enquêtes de pêche, en 1995 et en 2000 (Houde 2002). Le prélèvement de touladis aurait diminué de 15 % entre 1995 et 2000, ce qui est dû à la proportion des poissons conservés par les pêcheurs (61 % vs 52 %) puisque les captures totales avaient légèrement augmenté. Les résultats en 2000 sont conséquents avec la structure d'âge de la population après le prélèvement suffisamment important de 1998 (et la diminution présumée des géniteurs en 1997) pour affecter le recrutement les années suivantes. En 2000, les plus gros touladis sont encore jeunes et de plus petite taille que lors de l'enquête de 1995, ce qui explique la plus faible proportion de touladis conservés par les pêcheurs. La réglementation en 1995 et 2000 obligeait la remise à l'eau des touladis de 35 à 50 cm. Cependant, comme le succès de pêche était sensiblement le même d'une enquête à l'autre, on considère que l'abondance des touladis l'était aussi.

Une partie du lac Souris, soit la baie peu profonde au nord-est, n'est pas considérée propice comme habitat estival du touladi. En effet, on n'a capturé qu'un seul touladi en deux campagnes de pêche dans la seule fosse qu'on y retrouve. Calculé sur la superficie du lac qui est propice au touladi (142 ha), le prélèvement était de 2,6 touladis à l'hectare en 1995 et de 2,2 en 2000. Il s'agit du prélèvement à l'hectare le plus élevé des plans d'eau qui ont fait l'objet de suivis dans la région (lacs Clair, Manouane, du Missionnaire, Mondonac, aux Sables et Sacacomie). Comme la taille moyenne des prises est présumée plus grande en 1995 qu'en 2000 (voir plus haut), il est probable que la masse moyenne des prises le soit aussi et que la différence de biomasse récoltée entre 1995 et 2000 soit plus grande que le rapport de 2,6 kg/ha à 2,2 kg/ha. La biomasse récoltée par les pêches scientifiques en 1998 (79 kg) n'est pas négligeable lorsque considérée sur les 142 hectares de superficie propice au touladi.

La pression de pêche est considérée très élevée selon un modèle de simulation pour la gestion du touladi (Korver 1992). Dans la zone propice au touladi (142 ha), elle était respectivement de 23,1 et 20,5 heures de pêche à l'hectare en 1995 et 2000, ce qui est près de la pression de 23,2 heures de pêche à l'hectare considérée maximale par le modèle de simulation². Si la diminution des poissons matures de 1997 est dû à la pêche sportive, on ignore s'il s'agit d'une augmentation de la pression de pêche, dont les résidents n'ont pas souvenir (M. Ricard, comm. pers.), ou de la présence temporaire de pêcheurs plus habiles.

² Les données originales de ces simulations ne sont plus disponibles.

Conclusion et recommandations

Le lac Souris est un plan d'eau relativement petit pour une espèce longévive et de grande taille comme le touladi. Un prélèvement important en 1998 par la pêche scientifique, peut-être précédé d'une rareté des géniteurs en 1997, a affecté le recrutement de la population pendant plusieurs années. Néanmoins, la population est toujours abondante et semble avoir récupéré de ces épisodes.

Malgré que le peu de touladis récoltés dans les six stations de pêche scientifique en 1998 et 2006, environ 50, ne permettent pas de calculer certains indices (mortalité, âge à la maturité sexuelle), ces échantillons permettent tout de même de qualifier la population et d'expliquer les résultats de la pêche sportive documentée par les enquêtes de 1995 et 2000. Par exemple, la proportion des touladis piscivores et planctonophages ne semble pas avoir changé entre 1989, 1998 et 2006.

Les concentrations de phosphore total observées en 2006 et 2007 sont supérieures à celles de la majorité des lacs à touladi au Québec, même si le lac Souris est toujours considéré oligotrophe. Cependant la variabilité entre les mesures est grande et d'autres sont nécessaires pour une meilleure précision. D'autre part, les données d'oxygène dissous dans l'habitat estival du touladi sont sous le seuil recommandé. C'est un indice que la production et la décomposition de la matière organique affecteront éventuellement cette espèce.

- Il est donc important de limiter le développement dans le bassin versant immédiat du lac Souris, qui est le plan d'eau à touladi où le nombre d'unités d'habitation par hectare d'eau est le plus important de la Mauricie.
- Selon la fiabilité des résultats de phosphore total obtenus lors des échantillonnages réalisés au cours de l'été 2007, une autre série de mesures (dans le grand lac et près de l'émissaire) pourrait être réalisée au retournement printanier.
- Un suivi récurrent de l'oxygène dissous est recommandé. Une attention particulière devra être portée aux équipements de mesure.

La pression de pêche, mesurée lors des enquêtes de 1995 et 2000, était jugée très forte pour un lac de petite taille comme le lac Souris. Si la rareté présumée des géniteurs en 1997 est due à la pêche sportive sans que cela soit notable chez les résidents, c'est un indice que la pêche est à la limite de ce que la population de touladi peut supporter, malgré sa densité élevée.

Les changements observés dans la population de touladi au cours des différentes campagnes de pêche montrent des réactions fortes et rapides. Les changements dans les conditions de son habitat entraîneront des changements similaires. À plus ou moins long terme, l'eutrophisation et le réchauffement du climat diminueront le volume d'habitat estival utilisable par l'espèce, favorisant le cannibalisme. L'allongement de la saison de croissance profitera aux espèces d'eaux peu profondes, en particulier le crapet de roche, augmentant la compétition pour les petits poissons. Il est probable que la proportion de gros touladis piscivores diminue à la longue, mais ceci n'a pas encore été observé au lac Souris.

Bibliographie

Archambault, J. 1984. *Synthèse des données biologiques et physico-chimiques du lac Souris*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, district de Trois-Rivières. Rapport interne. 20 pages et annexes.

Archambault, J. 1986. *Étude des activités de fraye du touladi au lac Souris*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, district de Trois-Rivières. Rapport interne. 8 pages.

Clark, B. et N.J. Hutchinson. 1992. *Measuring the trophic status of lakes sampling protocols*. Ontario Ministry of the Environment, Water Resources Branch, Dorset, On. 35 pages.

Dillon, P.J., B.J. Clark et H.E. Evans. 2004. *The effects of phosphorus and nitrogen on lake trout (salvelinus namaycush) production and habitat*. In: Boreal shields watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. Lewis publishers, Boca Raton. Pages 119-131.

Dussart, B. 1966. *Limnologie. L'étude des eaux continentales*. Gauthier-Villars, éditeurs. 618 pages et annexe.

Environnement Canada. 2006. *Rapport de données quotidiennes pour 2006* (Station Trois-Rivières). http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climateData/canada_f.html

Evans, D.O., J.M. Casselman et C.C. Wilcox. 1991. *Effects of exploitation, loss of nursery habitat and stocking on the dynamics and productivity of lake trout populations in Ontario lakes*. Lake Trout Synthesis, Ontario Ministry of Natural Resources. 193 pages.

Evans, D.O. 2005. *Effects of hypoxia on scope-for-activity of lake trout : definig a new dissolved oxygen criterion for protection of lake trout habitat*. Ministry of Natural resources. Applied Research and development branch. Technical report 2005-01. 19 pages.

Gunn, J.M. et R. Pitblado. 2004. *Lake trout, the boreal shield, and the factors that shape lake trout ecosystems*. In: Boreal shields watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. Lewis publishers, Boca Raton. Pages 3-19.

Houde, L. 2002. *Évolution de l'activité de pêche sportive au touladi sur trois lacs de la Mauricie*. Société de la Faune et des Parcs. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique. 37 pages et annexe.

Houde, L. 2003. *Le touladi au réservoir Mondonac. État de la population et bilan des mesures de conservation*. Société de la Faune et des Parcs. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique. 25 pages.

Houde, L. 2005. *Situation du touladi au lac du Missionnaire après ensemencements*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune – Faune Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique. 30 pages et annexe.

Houde, L. 2006. *Bilan des études et perspectives du touladi au lac aux Sables*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune – Faune Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique. 21 pages et annexe.

Korver, R. 1992. *Lake Trout Management Support System User's Guide*. Ontario Ministry of Natural Resources. 57 pages.

Legault, M., H. Fournier, D. Nadeau et J. Benoît. 2001. *Bilan de la gamme de taille protégée pour le touladi 1993-1997. Bilan de situation pour le Québec*. Société de la faune et des parcs du Québec. Document de travail. 42 pages et annexes.

Lima, S.E. junior, I.B. Cardone et R. Goitein. 2002. Determination of a method for calculation of allometric condition factor of fish. *Maringa* 24(2): 397-400.

Martin, N.V., et C.H. Olver. 1980. *The lake charr, Salvelinus namaycush*. In: Charrs, salmonid fishes of the genus *Salvelinus*, E. K. Balon et D. W. Junk, éditeurs. La Haie. Pages 205-277

MEF. 1994. *Guide des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction de la faune et des habitats. Québec. 32 pages et annexes.

Sellers, T.J., B.R. Parker, D.W. Schindler et W.M. Tonn. 1998. *Pelagic distribution of lake trout (salvelinus namaycush) in small canadian shield lakes with respect to temperature, dissolved oxygen, and light*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55 : 170-179.

Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Environnement Canada, Service des pêches et des sciences de la mer. Ottawa. 1026 pages.

Vander Zanden, J., B.J. Shuter, N.P. Lester et J.B. Rasmussen. *Within- and among-population variation in the trophic position of a pelagic predator, lake trout (Salvelinus namaycush)*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 725-731.

Vander Zanden, J., K.A. Wilson, J.M. Casselman et N.D. Yan. 2004. *Species introduction and their impacts in north american shields lakes*. In: Boreal shields watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. Lewis publishers, Boca Raton. Pages 219-238.