

Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie

**Bilan des études et
perspectives du touladi
au lac aux Sables**

Par Louis Houde, biologiste

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune

Janvier 2006

Référence à citer

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 annexes.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec

ISBN : 2-550-46256-4

Résumé

Des pêches scientifiques, de 1989 à 2005, et une enquête de pêche sportive, en 1993, ont confirmé la faible densité du touladi au lac aux Sables. De 1980 à 1993, plus de 76 000 touladis d'un an ont étéensemencés dans ce lac pour restaurer la population. Parallèlement, des sites de fraye ont été aménagés pour assurer le recrutement et la pêche sportive fut fermée pendant deux ans. Malgré ces efforts, la densité du touladi était toujours la plus faible des lacs à touladi de la Mauricie en 1998.

L'analyse des résultats des pêches scientifiques en fonction des années où des touladis furentensemencés montre que lesensemencements ont eu un effet négatif sur les cohortes qui en ont profité. En 2002 et 2003, des jeunes touladis provenant d'un même lot ont étéensemencés à l'âge d'un an et de deux ans respectivement pour vérifier l'hypothèse d'une faible survie de ces classes d'âge. En 2005, on a réalisé une pêche scientifique systématique à partir du fond, refuge habituel des jeunes touladis, vers la surface avec cinq filets à tous les 20 pieds de profondeur. Les conditions physico-chimiques étaient excellentes, l'oxygène dissous est abondant jusqu'au fond en août. Aucun des 13 000 touladisensemencés n'a été capturé lors de cette pêche. Des 20 touladis capturés, un seul était âgé de 4 ans et un autre de 3 ans.

Pour 16 des 17 estomacs qui contenaient du poisson ou des débris de poissons, la seule espèce identifiée fut la perchaude. Les touladis ont été capturés majoritairement entre 10 et 15 mètres de profondeur, à proximité de cette ressource alimentaire. Il n'y a plus de poissons fourrage dans l'habitat pélagique du lac aux Sables depuis la disparition de l'éperlan arc-en-ciel. On présume donc que les jeunes touladis sont sujets au cannibalisme, et que leur très faible densité oblige les adultes à se nourrir dans les zones peu profondes. La longueur rétrocalculée à l'âge 1 est significativement plus petite en 1998-2005 qu'en 1989-1993. Les tendances sont les mêmes aux âges 2 et 3, mais les échantillons sont insuffisants pour le prouver. Ce ralentissement de la croissance est présumé relié à une plus grande rareté de poissons dans l'alimentation.

La grande taille et la maturité sexuelle des touladis du lac aux Sables indiquent que la population est encore de type piscivore. Les nombreuxensemencements de jeunes touladis, une pratique qui ne devrait pas être répétée au lac aux Sables, ont probablement soutenu une alimentation en poissons par cannibalisme. Le passage à une alimentation de type planctonophage, tel qu'observé aux lacs Missionnaire et Mondonac, permet le prélèvement d'un plus grand nombre de touladis, mais de plus petite taille. L'introduction d'une nouvelle espèce sportive n'est pas acceptable. La réintroduction de l'éperlan arc-en-ciel, comme poisson fourrage pour le touladi, est incertaine et n'est pas jugé avantageuse en l'absence de données historiques pour en juger.

Table des matières

Résumé	iii
Table des matières	iv
Liste des figures.....	iv
Liste des tableaux.....	iv
Introduction	1
Historique des actions	2
Pêches scientifiques	2
Ensemencements	2
Fermeture de la pêche sportive	2
Aménagement de frayères.....	3
Enquêtes de pêche sportive	3
Études sur l'éperlan arc-en-ciel	3
Méthodologie	4
Résultats	6
Oxygène dissous.....	6
Captures.....	6
Contenus stomacaux	7
Discussion sur les résultats	8
Apport des ensemencements	8
Distribution des touladis.....	11
Alimentation	11
Croissance	12
Maturité sexuelle	15
Bilan des résultats	16
Potentiel du lac aux Sables	17
Conclusion et recommandations	19
Bibliographie	20
Annexe 1. Résultat des pêches antérieures par station.....	22
Annexe 2. Calcul du potentiel de pêche au lac aux Sables	23

Liste des figures

Figure 1. Carte bathymétrique du lac aux Sables	5
Figure 2. CPUE des principaux lacs à touladi du territoire libre.....	8
Figure 3. Distribution en profondeur des touladis en fonction de leur taille	11
Figure 4. Longueur à la capture en fonction de l'âge des touladis.....	13
Figure 5. Longueur moyenne (rétrocalculée) à l'âge des touladis par campagne de pêche	13
Figure 6. Mesure du premier annulus sur les otolithes des touladis capturés à la pêche sportive et à la pêche expérimentale en 1993	15

Liste des tableaux

Tableau 1. Résultats des pêches scientifiques	2
Tableau 2. Nombre et tailles des touladis ensemencés.....	2
Tableau 3. Valeurs d'oxygène dissous selon les campagnes d'échantillonnage	6
Tableau 4. Captures de touladis par filet en 2005.....	7
Tableau 5. Proportion des touladis ensemencés par campagne selon les otolithes	9
Tableau 6. Touladis capturés en fonction de la présence de touladis ensemencés.....	10
Tableau 7. Comparaison des longueurs moyennes rétrocalculées (Lt rétro, en mm) par campagne de pêche.....	14
Tableau 8. Maturité sexuelle des touladis capturés de 1989 à 2005	16

Introduction

Le lac aux Sables est un plan d'eau de 531 hectares, situé en basse-Mauricie (46°53' de latitude nord et 72°22' de longitude ouest). Il a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques depuis 1965, année où une première diagnose y indiquait la présence de sept espèces de poissons dont le touladi. Le touladi étant la seule espèce sportive d'intérêt du plan d'eau, le lac aux Sables a été reconnu comme un des rares lacs à touladi de la basse-Mauricie. Toutefois la population de touladis n'y a jamais été florissante, selon une évaluation basée sur des pêches scientifiques. Les raisons présumées du déclin de l'espèce étaient une surexploitation par la pêche sportive et la faible qualité des sites de reproduction.

A ce titre, sous l'impulsion de la municipalité, de l'Association des résidents pour la protection du lac aux Sables et de l'Association des pêcheurs à touladi du lac aux Sables, de nombreuses actions ont été entreprises pour la restauration du touladi : fermeture de la pêche sportive, aménagement de sites de fraye, ensemencement de milliers de jeunes touladis.

Toutefois, malgré toutes ces actions, l'inventaire de la population de touladis en 1998 a révélé une densité beaucoup plus faible qu'attendue. La survie des poissons ensemencée, même provenant de géniteurs du lac aux Sables, était très faible. L'hypothèse d'une mortalité élevée des jeunes touladis a alors été soulevée. Le présent rapport fait la synthèse des études antérieures et des travaux qui ont été réalisés pour vérifier l'hypothèse de la mortalité excessive des jeunes touladis.

Historique des actions

De nombreuses actions ont été réalisées au lac aux Sables, soit pour fins de restauration de la population de touladis, soit dans le cadre du réseau de suivi provincial du touladi.

Pêches scientifiques

La pêche de 1981 a été réalisée en mai dans les eaux peu profondes (filets attachés près de la rive) avec des filets de 30,5 m (100 pieds) de longueur par 1,2 m (4 pieds) de hauteur comprenant quatre panneaux de 7,6 m, mailles de 38 mm à 102 mm. Les captures par unité d'effort (CPUE) ont été corrigées pour correspondre à celles des engins des pêches suivantes : filets de 61 m X 1,8 m, huit panneaux de 7,6 m, mailles de 25 à 152 mm.

Tableau 1. Résultats des pêches scientifiques

Année	Mois	Effort (filet-nuit)	CPUE (touladi)	Méthode
1981	Mai	10	0,9	Communauté (eau peu profonde)
1989	Août	10	1,5	Normalisée (habitat du touladi)
1993	Août	10	0,8	Normalisée (habitat du touladi)
1998	Août	10	0,6	Normalisée (habitat du touladi)
2005	Août	25	0,8	Systematique (habitat du touladi)

Ensemencements

De 1984 à 1995, on a semencé plus de 76000 juvéniles d'un an pour restaurer la population de touladis. Les ensemencements de 2002 et 2003 ont été effectués dans le cadre de la présente étude. Ces touladis et ceux de 1995 portaient une marque.

Tableau 2. Nombre et tailles des touladis semencés

Année	Nombre	Stade	Provenance
1978	25000	Alevins	N.D.
1980	4195	Fretins	N.D.
1984	10000	1 an +	Lac 31 Milles
1987	9600	1 an +	Lac 31 Milles
1988	9600	1 an +	Lac 31 Milles
1990	10800	1 an +	Lac aux Sables
1992	14400	1 an +	Lac aux Sables
1993	11460	1 an +	Lac du Missionnaire
1995	10166	1 an +	Lac aux Sables
2002	8000	1 an +	Réservoir Manouane
2003	5000	2 ans +	Réservoir Manouane

Fermeture de la pêche sportive

Au début des années 1990, l'état précaire de la population de touladi était en partie le résultat de la surexploitation par la pêche. Pour appuyer le programme de restauration de la population, la pêche sportive a été fermée pendant deux ans, en 1991 et 1992. Le conseil municipal a d'ailleurs

appuyé cette fermeture par une résolution. À partir de 1995, la saison de pêche sportive a été limitée à la période du premier juillet au 6 septembre de chaque année.

Aménagement de frayères

L'autre facteur expliquant l'état précaire de la population de touladi était la faible qualité des sites de reproduction. Un projet d'aménagement a été soumis par la corporation municipale de Lac-aux-Sables à la Fondation de la faune du Québec, laquelle en a financé une partie. Les travaux ont consisté à déposer de la roche nette d'un calibre 6 à 8 pouces sur la glace à des endroits stratégiques à l'hiver 1993, pour augmenter la superficie et la qualité des frayères connues. Les travaux sont décrits dans Benoît et Scrosati (1994). L'utilisation de frayères artificielles aménagées en zone littorale profonde a été décrite par Benoît et Scrosati (1996). Ces frayères furent effectivement utilisées par les touladis.

Enquêtes de pêche sportive

Quelques pêcheurs ont noté leur activité de pêche en 1988 et 1989, grâce à la collaboration de l'association des pêcheurs. Ces données partielles ne permettent pas de juger de la qualité de la pêche à l'époque. En 1993, une enquête de pêche structurée, avec dénombrement systématique et interview des pêcheurs, a été réalisée sur les lacs aux Sables, Missionnaire et Sacacomie, dans le cadre du réseau de suivi provincial du touladi (Houde et Benoît, 1994). Les résultats ont montré que la pression de pêche était la plus élevée au lac aux Sables. Le succès de pêche (poisson par heure de pêche) était le plus faible observé, mais le rendement aussi (en termes de touladis à l'hectare) malgré cette pression élevée. Le lac aux Sables a été retiré du réseau de suivi provincial à cause du mauvais état de la population de touladi, confirmé par le faible succès de pêche.

Un recensement parallèle a été réalisé auprès de volontaires qui ont enregistré leur activité de pêche dans des carnets de pêche fournis par le ministère, en 1993 et 1994. Leur succès de pêche est plus élevé que celui du pêcheur moyen tel que documenté dans l'enquête avec dénombrements.

Études sur l'éperlan arc-en-ciel

En 1988, la municipalité de Lac-aux-Sables demandait par résolution la réintroduction et la protection de l'éperlan arc-en-ciel au lac aux Sables. L'habitat de reproduction des ruisseaux Brûlé, historiquement la principale frayère à éperlan du lac aux Sables, et de la Galette, utilisé par l'éperlan du lac des Pins, a été étudié. L'hypothèse la plus vraisemblable concernant la disparition de l'éperlan arc-en-ciel du lac aux Sables serait l'acidification de l'eau, plus critique encore au printemps quand l'espèce se reproduit. En conclusion, la réintroduction de l'espèce n'était pas recommandée pour plusieurs raisons : mauvaises conditions du site principal de reproduction, pas de possibilité de soutenir une pêche sportive à l'espèce, et impact potentiellement négatif sur la communauté de poissons du lac aux Sables.

Méthodologie

Pour étudier la survie des jeunes touladis, 8 000 touladis ont étéensemencés en 2002 à l'âge d'un an et 5 000 touladis ont étéensemencés en 2003 à l'âge de deux ans. Ces touladis élevés en pisciculture ont été marqués avec des microtags, qui sont des fils métalliques d'environ 0,5 mm de diamètre et de 2 à 3 mm de longueur implantés dans le museau du poisson avant l'ensemencement. Les poissons de 2002 avaient des microtags codés; ceux de 2003 avaient des microtags non codés. Leur présence est détectée par un appareil Northwest Marine Technology, modèle FSD-1 (Field sampling detector). Les microtags doivent être retirés du poisson pour identifier la présence ou non du code sous la loupe binoculaire.

Le protocole prévoyait identifier les profondeurs de l'habitat des touladis juvéniles selon les résultats de Evans et al (1991): leur habitat préféré étant situé aux profondeurs correspondant à une concentration d'oxygène dissous (OD) entre 4 et 6 parties par million (ppm), leur habitat critique étant délimité par des concentrations entre 2 et 4 ppm OD. La température et l'oxygène dissous ont été mesurés simultanément au point le plus profond du plan d'eau. Les appareils utilisés étaient les modèles 50B et 51B de marque YSI. Les membranes des sondes étaient récentes et les procédures de calibration ont été suivies scrupuleusement. Une bouteille Kemmerer a été utilisée pour un échantillon d'eau à 38 mètres.

La carte bathymétrique du lac aux Sables (figure 1) a été tracée à partir de levées effectuées en 1973, et les isobathes sont à intervalles de dix pieds (3 m). La pêche devait débuter dans l'habitat le plus profond utilisable par les jeunes touladis, puis par succession vers la surface. Les cinq profondeurs pêchées ont été inspirées de la carte bathymétrique, en débutant par le fond : 120 pieds (36,6 m) et plus, entre 100 (30,5 m) et 110 pieds (33,5 m), entre 80 (24,4 m) et 90 pieds (27,4 m), entre 60 (18,3 m) et 70 pieds (21,3 m) et entre 40 (12,2 m) et 50 pieds (15,2 m). Les filets ont été posés à des profondeurs uniformes, souvent sur des plateaux identifiés sur la carte bathymétrique, sinon parallèlement au rivage, afin que tous les panneaux d'un filet échantillonnent la même profondeur. Les filets de pêche expérimentaux sont composés de huit panneaux de 7,6 mètres de longueur et 1,8 mètres de hauteur dont les mailles ont des dimensions croissantes (longueur étirée : 25 mm, 38 mm, 51 mm, 64 mm, 76 mm, 102 mm, 127 mm et 152 mm), pour une longueur totale de 61 mètres. Les campagnes de pêche scientifique de 1989 à 1998 ont été réalisées en suivant un protocole standardisé dans l'habitat préférentiel du touladi. Pour ce protocole, l'habitat préférentiel est défini comme la masse d'eau où la température est égale ou inférieure à 12°C et où la concentration d'oxygène dissous est égale ou supérieure à 5 ppm, jusqu'à 40 m de profondeur (MEF, 1994).

Les contenus stomacaux des touladis ont été prélevés et conservés dans la formaline 10% pour identification sous la loupe binoculaire. L'âge des touladis a été déterminé à l'aide des otolithes et les annuli ont été dessinés à la chambre claire. La saisie des mesures des annuli a été faite à l'aide d'une tablette graphique. Toutes les lectures d'âge ont été réalisées par la même personne sur le même équipement, sauf en 2005 où cette même personne a tout de même validé les lectures effectuées.

Les calculs et analyses ont été réalisés avec les logiciels Excel 2003 et NCSS 1997 (Number Cruncher Statistical System). Les longueurs rétrocalculées ont été obtenues en considérant que la relation entre la longueur de l'otolithe (mesurée à partir du centre) et celle du poisson est proportionnelle dès 26,1 mm de longueur totale des alevins. Voir Houde (2005) pour une discussion sur la méthode.

Figure 1. Carte bathymétrique du lac aux Sables



Résultats

Oxygène dissous

Des problèmes techniques avec les appareils de mesure de l'oxygène dissous ont compliqué la prise de mesures en 2005. Les résultats de cette dernière campagne, présentés dans le tableau 2, combinent les lectures de température d'un appareil et les lectures d'oxygène dissous d'un autre, tous deux défectueux d'une manière ou d'une autre. Malgré ces difficultés, les résultats concordent en grande partie avec ceux des échantillonnages précédents (tableau 3).

Tableau 3. Valeurs d'oxygène dissous selon les campagnes d'échantillonnage

Prof. (mètre)	1983-08-08			1989-08-30			1993-09-01			1998-08-19			2005-08-24		
	T (°C)	O ₂		T (°C)	O ₂		T (°C)	O ₂		T (°C)	O ₂		T (°C)	O ₂	
		ppm	%		ppm	%		ppm	%		ppm	%		ppm	%
0 à 0,5	21,5	7,8	87	18,0	8,8	92	22	7,6	86	20,8	9,3	103	21,5	8,0	90
1	21,8	7,8	88	18,0	8,8	92	22	7,6	86	20,8	9,1	101	20,4	8,1	89
2	21,8	7,7	87	18,0	8,8	92	22	7,8	88	20,8	9,1	101	20,4	8,1	89
3	21,8	7,8	88	18,0	8,8	92	21	7,8	87	20,8	9,1	101	20,3	8,0	88
4	21,8	7,8	88	18,0	8,8	92	21	7,8	87	20,8	9,1	101	20,3	8,0	88
5	21,8	7,8	88	18,0	8,8	92	21	7,8	87	20,8	9,0	100	20,3	8,1	89
6	21,8	7,8	88	18,0	8,8	92	21	7,8	87	20,8	9,0	100	20,2	8,1	88
7				17,0	9,0	92	18	8,6	90	20,7	9,0	99	13,3	9,1	86
8	15,5	9,0	89	15,0	10,8	106	11	10,2	91	12,7	11,3	105	11,2	9,4	84
9				12,0	12,0	110	10	9,9	86	10,4	11,4	100	8,6	9,2	77
10	7,0	8,8	71	9,5	12,6	108	9	10	85	9,0	11,5	98	7,4	8,7	71
11				7,0	13,0	105	8	10	83	7,8	11,5	95	6,8	8,3	67
12				5,5	13,0	101	7,5	10	82	7,0	11,6	94	6,5	8,0	64
13				5,0	12,8	98	7,0	10	81	6,6	11,5	92	6,1	7,9	62
14				5,0	12,6	97	7,0	10	81	6,3	11,4	90	5,9	7,7	60
15	7,0	10,6	86												
16				4,0	12,2	91	6,5	10,4	83	5,8	11,3	89	5,7	7,6	59
18				4,0	11,8	88	6	10,4	82	5,6	11,3	88	5,4	7,6	59
20	5,8	10,6	83	4,0	11,4	85				5,6	11,3	88	5,2	7,6	59
22															
24				4,0	11,2	84				5,1	11,3	87	4,9	7,5	57
25	5,8	7,0	55												
28				4,0	10,8	81				4,8	10,2	78	4,8	7,5	57
30														7,8	
32				4,0	10,2	76									
38													4,7	7,2	55

Les bornes de l'habitat préférentiel, selon le protocole standardisé, sont de 12°C en août pour la température de l'eau et 5 ppm pour l'oxygène dissous. Pour les différentes années d'échantillonnage, la température de 12°C est observée aux environs de 8 mètres et l'oxygène dissous est supérieur à 5 ppm jusqu'au fond. La saturation en oxygène dissous reste élevée dans les plus grandes profondeurs, soit 55% à 38 mètres (7,2 ppm d'oxygène dissous).

Captures

C'est sur la foi des échantillonnages précédents d'oxygène dissous que les stations de pêche scientifique ont été localisées en débutant par les plus grandes profondeurs. Les résultats des pêches scientifiques sont présentés au tableau 4. Au total, 20 touladis et un meunier noir ont été capturés pour un effort total

de 25 filets-nuits. Les zones les plus profondes ont donné très peu de poissons en termes de captures par unité d'effort (CPUE) : aucune prise dans la zone 38,9 mètres (profondeur moyenne échantillonnée) et une seule dans la zone de 31,4 mètres. Quinze des 20 touladis capturés l'ont été dans la zone de 13 mètres de profondeur. Le tableau indique aussi la longueur totale des touladis capturés.

Tableau 4. Captures de touladis par filet en 2005

Date de levée	Filet	Profondeur (mètres)		Durée de pêche (Heures)	Touladis capturés	Longueurs totales en mm et âge () des touladis
		Début	Fin			
24 août	F1	36,0	39,6	21,4	0	
	F2	38,4	39,6	21,3	0	
	F3	39,6	40,2	21,3	0	
	F4	38,4	39,3	21,1	0	
	F5	38,4	39,3	21,0	0	
25 août	F6	30,5	32,0	20,2	0	
	F7	30,5	31,1	20,2	1	286 (5)
	F8	30,5	33,5	20,2	0	
	F9	30,5	32,9	20,2	0	
26 août	F10	30,8	32,0	20,2	0	
	F11	24,7	26,2	21,2	0	
	F12	25,9	25,3	21,3	1	189 (3)
	F13	25,6	26,2	21,3	0	
	F14	24,4	27,1	21,4	2	191 (4) / 277 (5)
31 août	F15	24,4	25,0	21,5	0	
	F16	19,9	18,9	21,2	1	394 (8)
	F17	18,4	19,0	21,2	0	
	F18	19,4	19,1	21,1	0	
	F19	20,1	18,1	21,0	0	
1 ^{er} sept	F20	18,7	20,3	21,1	0	
	F21	13,4	12,5	23,0	1	630 (17)
	F22	12,7	13,4	22,9	1	606 (14)
	F23	12,6	13,4	22,9	2	502 (8) / 566 (10)
	F24	12,4	14,3	22,9	8	515 (9)/ 681 (15)/ 646 (14)/ 576 (11) 624 (13)/ 499 (9)/ 375 (5)/ 384 (9)
	F25	13,0	11,9	22,8	3	652 (22)/ 620 (15) / 382 (9)

Aucun des touladis capturés ne portait de microtags. L'examen sur le terrain a été repris en laboratoire pour confirmer leur absence. L'âge des touladis capturés variait entre 3 et 22 ans.

Contenus stomacaux

Le contenu de vingt estomacs a été conservé et analysé. La seule espèce de poisson identifiée fut la perchaude, qu'on a reconnue dans 16 des 17 estomacs qui contenaient du poisson ou des débris de poissons. Ces perchaudes mesuraient entre 4 et 7 cm. Les poissons qui n'ont pu être identifiés étaient sensiblement de mêmes tailles, estimées entre 3 et 6 cm. A part un seul estomac, la perchaude était toujours présente en compagnie des poissons qu'on n'a pu identifier. Les autres proies répertoriées furent des larves d'insectes, abondantes dans un seul cas (Diptère : chaoborus). On a identifié des cladocères abondants dans un cas et les débris d'un petit crustacé dans un autre cas.

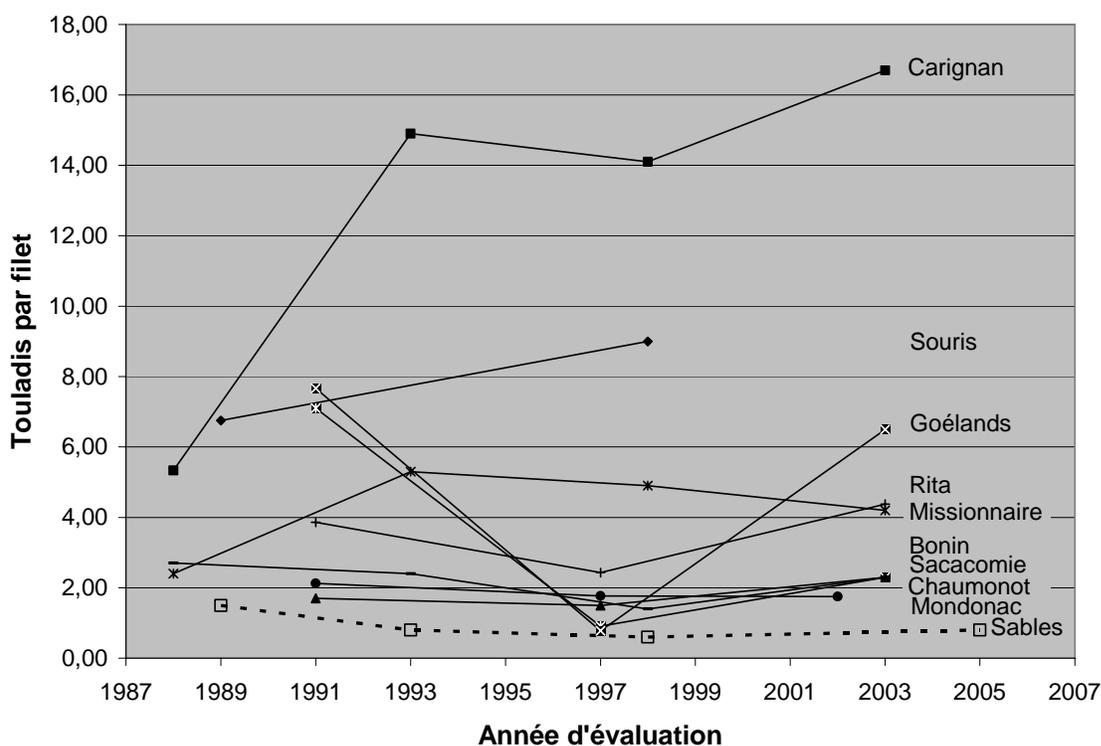
On a observé des parasites dans cinq cas : ligula intestinalis (1), vers plats segmentés (3) et un vers rond segmenté (1). Toutefois, il est possible que ces parasites proviennent des poissons ingérés dans certains cas. La prévalence des parasites est considérée faible.

Discussion sur les résultats

Le nombre de captures de touladi par unité d'effort (CPUE) en 2005 est semblable (0,8 touladi) aux résultats des pêches antérieures (1,4 en 1989, 0,8 en 1993 et 0,6 en 1998), présentées en annexe. Toutefois, pour comparer les différentes périodes d'échantillonnage, nous n'avons retenu que les stations entre 10 et 20 mètres de profondeur, étant donné que l'échantillonnage de 2005 était nettement plus important dans les zones profondes du lac où le succès fut nul ou presque. Les CPUE entre 10 et 20 mètres sont de 1,3 (1989), 0,9 (1993), 0,4 (1998) et 1,6 (2005), mais un test de comparaison multiple Tukey-Kramer ne les distingue pas les uns des autres. L'état de la population ne semble pas varier d'une évaluation à l'autre, malgré la présence plus ou moins importante de touladisensemencés.

Ces rendements sont très faibles et font du lac aux Sables le plan d'eau où la densité du touladi est la plus faible en Mauricie. La figure 2 représente les CPUE des principaux lacs à touladi de la région qui ne sont pas situés dans des territoires sous gestion¹ et qui font l'objet de suivis réguliers.

Figure 2. CPUE des principaux lacs à touladi du territoire libre



Apport desensemencements

Les touladisensemencés en 2002 et 2003 pouvaient être repérés par la présence d'un microtag, mais l'appareil n'en a détecté aucun. Comme aucun touladi de 4 ans ne fut capturé, ce qui est l'âge qu'auraient eu ces poissons en 2005, on ne peut douter ni de l'appareil ni de l'efficacité du marquage. La survie des touladisensemencés à l'âge de deux ans n'est pas meilleure que celle des touladisensemencés à l'âge d'un an, puisqu'on n'en a capturé aucun. Ces poissons ont étéensemencés à des taux de 15,1/ha (à un

¹ Les territoires sous gestion faunique comprennent les réserves fauniques, les zones d'exploitation contrôlée (ZEC), les pourvoiries à droits exclusifs et les aires fauniques communautaires (AFC). Avec le parc national de la Mauricie, ils représentent 43% des terres publiques en Mauricie.

an) et 9,4/ha (à deux ans). Il existe peu de moyens permettant d'estimer la densité de la population naturelle pour juger de cet apport. Un modèle Ontarien qui prédit la densité naturelle à l'hectare à partir de la longueur à l'infini des touladis (selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy, voir Ricker 1980) lorsque les populations sont exploitées au rendement maximal soutenu a été adapté pour les données québécoises (Anonyme, en préparation). Le modèle prédit une densité de 1,66 touladis immatures à l'hectare et 1,37 touladis matures à l'hectare au lac aux Sables. Les quantités de touladisensemencés sont nettement supérieures à ces valeurs; ce n'est donc pas une densité insuffisante de touladisensemencés qui explique leur faible taux de capture à 4 ans. D'autre part, parce qu'ils ne fréquentent pas le même habitat que les adultes (voir section sur la distribution des touladis), les jeunes touladis sont peu susceptibles d'être capturés à la pêche sportive. Ce facteur ne peut donc expliquer l'absence de touladis de 4 ans dans les pêches scientifiques.

L'origine naturelle ouensemencée des poissons peut aussi être déduite de la croissance de la première année, plus forte en pisciculture, et par la présence d'un arrêt de croissance au moment de l'ensemencement, généralement en juin. La contribution desensemencements antérieurs pourrait être étudiée à partir des touladis jugés d'origine naturelle ou non. Le tableau 5 montre la proportion des touladis présumésensemencés selon ces critères pour les quatre campagnes de pêche scientifique.

Tableau 5. Proportion des touladisensemencés par campagne selon les otolithes

Age	Touladis présumésensemencés/ touladis capturés			
	1989	1993	1998	2005
2			0	
3	0			1/1
4	0	1/2	1/2	0
5	0		0	0
7	0	0	0	
8	0	0		0
9				1/4
10		0		0
11	0			0
12	0		1/1	
13		0		0
14				1/2
15				0
17				0
22				0

Des 45 touladis capturés en quatre campagnes de pêche, six ont été jugés commeensemencés selon les caractéristiques des otolithes. Toutefois, à l'âge de leur capture, 3 de ces 6 touladis ne peuvent provenir d'ensemencements (cellules en grisé dans le tableau 5), d'autant plus que celui de 2005 aurait dû porter un microtag. Il semble donc que cette méthode ne soit pas fiable pour les fins de ce travail.

Au lac du Missionnaire nord (445 ha), lesensemencements ont eu une influence sur la survie des touladis (Houde, 2005). La survie des jeunes fut beaucoup plus faible suite auxensemencements massifs de 1993 et 1995, respectivement d'environ 22 et 27 touladis d'un an à l'hectare, que suite aux précédents d'environ 13,5 touladis à l'hectare. Au lac aux Sables (531 ha), les quantitésensemencées de 1984 à 1995 ont varié de 18 à 27 touladis d'un an à l'hectare. Au lac aux Sables, l'analyse de l'impact desensemencements est cependant compliquée par la faible abondance des captures. Le tableau 6 résume les captures de touladis pour chaque pêche scientifique, en distinguant les âges où des poissonsensemencés seraient théoriquement présents selon les années d'ensemencement et leur vieillissement (cellules en grisé).

Tableau 6. Touladis capturés en fonction de la présence de touladis ensemencés

Age à la capture	Présence probable de touladis ensemencés par pêche scientifique							
	1989		1993		1998		2005	
	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui
1								
2					1			
3		4					1	
4	2			2		2		1
5	2				1		3	
6								
7	1			1		1		
8	2		1				2	
9							4	
10				1			1	
11	1							1
12	1					1		
13			1					1
14								2
15							2	
16								
17							1	
18								
19								
20								
21								
22								1
Nb de touladis	9	4	2	4	2	4	14	4
Nb d'années	7	4	7	7	10	8	12	8

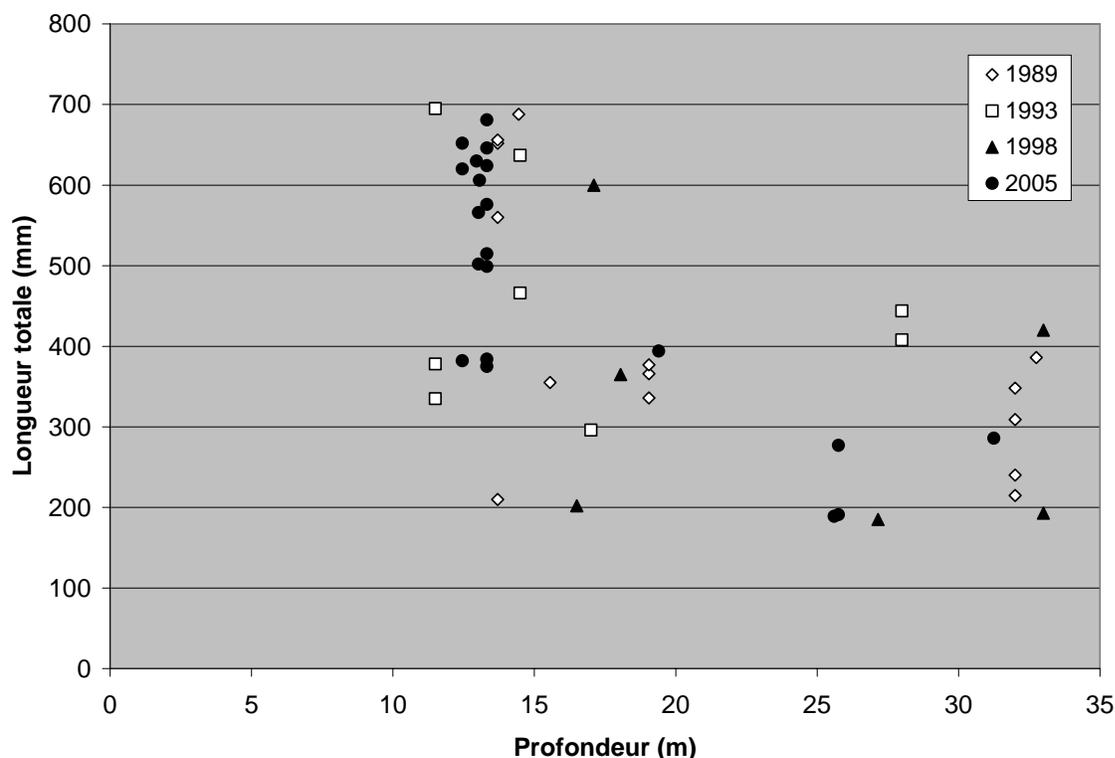
Parce que la densité diminue théoriquement avec l'âge, on a limité la comparaison aux groupes d'âges semblables à ceux ensemencés. Ce sont les zones encadrées dans le tableau 6. En 1989, par exemple, on a capturé 4 touladis dans les 4 cohortes qui auraient profité d'ensemencements alors qu'on en a capturé 9 dans les 7 autres. Au bilan, sur les quatre campagnes de pêche, on a capturé 16 touladis dans les 27 cohortes ayant profité d'ensemencements contre 27 dans les 36 qui n'en ont pas profité. Le rapport est de 0,59 dans le premier cas, de 0,75 dans le second, ce qui indique que non seulement les ensemencements n'ont pas contribué à accroître la population de touladis du lac aux Sables, mais qu'ils ont plutôt nui aux cohortes qui les ont accueillis, à l'instar du lac du Missionnaire.

Le tableau 6 indique cependant que le nombre de classes d'âge est élevé malgré les faibles échantillons : 5 pour 6 touladis (1993 et 1998), 7 pour 13 touladis (1989) et 12 pour 20 touladis (2005). Selon Fruetel (2004), ce nombre élevé serait l'indice d'une survie élevée, ce qui est probablement le cas du touladi au lac aux Sables quand la période critique du stade juvénile est passée. La mortalité subséquente est principalement due à la pêche.

Distribution des touladis

L'hypothèse d'une mortalité élevée des jeunes touladis semble vraisemblable. Les jeunes ne peuvent trouver refuge dans les zones profondes et peu oxygénées du lac aux Sables. Ces zones n'existent pas, les conditions d'oxygène dissous étant favorables pour les adultes jusqu'au fond. Malgré l'absence d'une contrainte d'oxygène dissous pour les adultes, les poissons les plus gros semblent préférer les eaux moins profondes, comme l'indique la figure 3.

Figure 3. Distribution en profondeur des touladis en fonction de leur taille



Cette figure indique que les touladis de plus de 450 mm fréquentaient les profondeurs entre 10 et 15 mètres au moment des pêches scientifiques, à la fin d'août. Les poissons de moins de 450 mm se distribuaient sans patron particulier entre les profondeurs de 10 à 35 m. Notons que la méthode obligeait à pêcher en deçà d'une dizaine de mètres et que la sélectivité des engins ne permet pas la capture de très petits touladis. Comme la taille est liée à la masse et à l'âge, le patron est semblable mais plus prononcé pour la masse individuelle en fonction de la profondeur ou pour l'âge en fonction de la profondeur. A une exception près, les poissons de plus de 500 g ou de plus de 8 ans étaient entre 10 et 15 mètres de profondeur, les autres se distribuaient entre 10 et 35 m.

Alimentation

La perchaude est la seule espèce de poisson identifiée comme proie du touladi au lac aux Sables en août 2005. Cette espèce peut être facilement identifiée, sinon par son patron de coloration, du moins par la forme particulière de l'opercule, la présence de l'os préoperculaire denté ou de l'épine de la nageoire anale. L'omniprésence de la perchaude dans les estomacs et la taille semblable des débris qui n'ont pu être identifiés laissent supposer qu'il s'agit aussi de cette espèce. Si on ne peut affirmer que la perchaude est la seule proie du touladi, c'est assurément la plus importante à la période de l'étude. La perchaude est ordinairement considérée une espèce d'eau peu profonde, rarement capturée au delà de 9,2 m (Scott et Crosman, 1974). A une exception près, tous les touladis ayant du poisson dans l'estomac ont été

capturés à 13 m de profondeur, l'autre à 19,4 m (une perchaude dans l'estomac). La distribution des touladis, presque tous à proximité des eaux de surface, serait reliée à celle de la perchaude dont ils se nourrissent principalement. Dans une étude sur des petits lacs à touladi en Ontario, Sellers et al (1998) ont remarqué que la préférence du touladi pour des eaux plus froides ne l'empêche pas de faire des incursions dans les eaux plus chaudes, probablement pour se nourrir. La masse d'un petit touladi (1100 g dans l'étude de Sellers et al) nécessite près d'une heure pour s'équilibrer suite à une hausse de 5°C de la température ambiante, et ce délai augmente avec la taille des poissons. Considérant ces délais, les eaux de surface pourraient être fréquentées par les touladis pendant une portion significative de la journée sans leur imposer un coût énergétique substantiel. D'ailleurs ce sont les plus gros touladis qui sont dans les couches d'eau supérieures, c'est-à-dire ceux qui peuvent résider le plus longtemps dans les eaux de surface et se nourrir le plus efficacement. Cela n'empêche pas des touladis relativement petits (3 de moins de 400 mm en 2005) d'être présents dans cet habitat, mais ils n'avaient qu'une ou deux perchaudes dans l'estomac alors que les plus gros touladis en avaient jusqu'à 28. Nous avons limité la pêche scientifique aux couches d'eau profondes, dans l'habitat préférentiel du touladi, mais il est possible que des filets posés en dehors de cet habitat préférentiel auraient aussi capturé des touladis.

Le touladi est un prédateur reconnu pour son alimentation diversifiée (Scott et Crossman, 1974). Vander Zanden et Rasmussen (1996) ont classé les lacs à touladi en trois groupes en fonction de la longueur de la chaîne alimentaire et de l'absence/présence de proies intermédiaires. Le premier groupe, auquel appartient le lac aux Sables, est caractérisé par l'absence de poissons fourrages dans l'habitat pélagique. Les populations de ces lacs sont généralement qualifiées de planctonophages, mais les poissons peuvent tout de même compter pour 55% de leur alimentation sur une base annuelle. L'alimentation piscivore est de 87% en moyenne pour la période hivernale dans ce type de lacs, alors que le touladi fréquente l'ensemble du volume du lac. Notons qu'à l'époque où l'éperlan arc-en-ciel était présent, lequel est un poisson typique de l'habitat pélagique et dont le touladi se nourrit, le lac aux Sables appartenait au second groupe de la classification de Vander Zanden et Rasmussen (1996). Dans le second groupe, la présence de poisson fourrage pélagique augmente la proportion de populations de touladis piscivores à 77,4%. On peut donc supposer que la disparition de l'éperlan arc-en-ciel a entraîné une modification du régime alimentaire du touladi, lequel pourrait l'avoir compensée par du cannibalisme. A titre d'information, le troisième groupe de lacs de Vander Zanden et Rasmussen (1996) contient un invertébré prédateur (*Mysis relicta*), qui est une proie des poissons fourrages du touladi dans l'habitat pélagique.

Les touladis planctonophages sont typiquement plus petits et ont une longévité moindre que les touladis piscivores. Legault et al (2000) distinguaient les populations piscivores et planctonophages en fonction de la longueur à la fourche à 15 ans. Inférieure à 550 mm, on les considère planctonophages, alors qu'on les considère piscivores au-delà de 550 mm. La longueur totale a été transformée en longueur à la fourche par un facteur de 0,932 (Fishbase, 2005). Par leur taille et croissance, les touladis du lac aux Sables sont plutôt de type piscivore, puisqu'ils mesurent 562 mm à la fourche à 15 ans selon le modèle de croissance de Von Bertalanffy (Ricker, 1980). A cause des faibles échantillons obtenus à chaque pêche expérimentale, nous avons dû regrouper l'ensemble des touladis capturés pour ce calcul.

Croissance

Une modification du régime alimentaire peut se traduire par un changement dans la croissance des individus. Ce phénomène a été observé au lac du Missionnaire, parallèlement à une rareté grandissante des poissons fourrages dans l'habitat pélagique (Houde, 2005). La croissance peut cependant être étudiée de diverses façons, la plus simple consiste à mettre en relation la longueur des poissons à la capture en fonction de leur âge. La figure 4 montre les résultats pour les quatre campagnes de pêche. La meilleure représentation de la croissance est obtenue par des équations logarithmiques dont les courbes sont illustrées sur le graphique. L'ajustement des courbes aux données est donné par le coefficient de détermination (R^2). Malgré le faible nombre de poissons, ces coefficients indiquent que l'âge des touladis capturés explique de 71% à 86% de la variation de leur longueur à la capture.

Figure 4. Longueur à la capture en fonction de l'âge des touladis

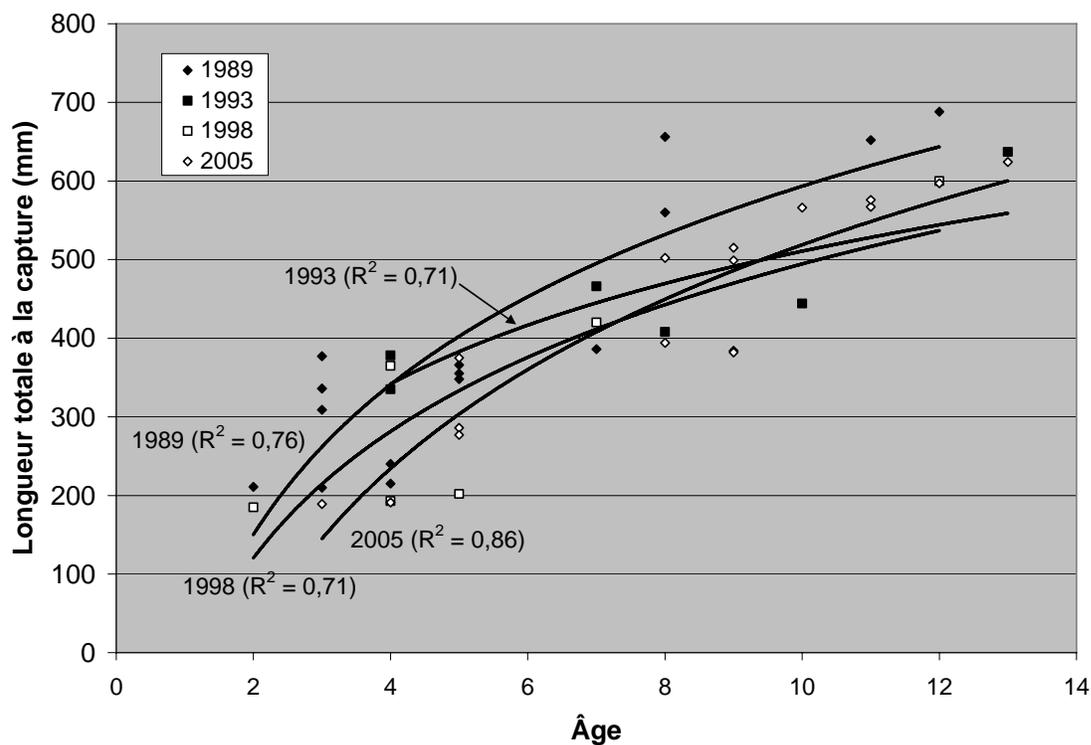
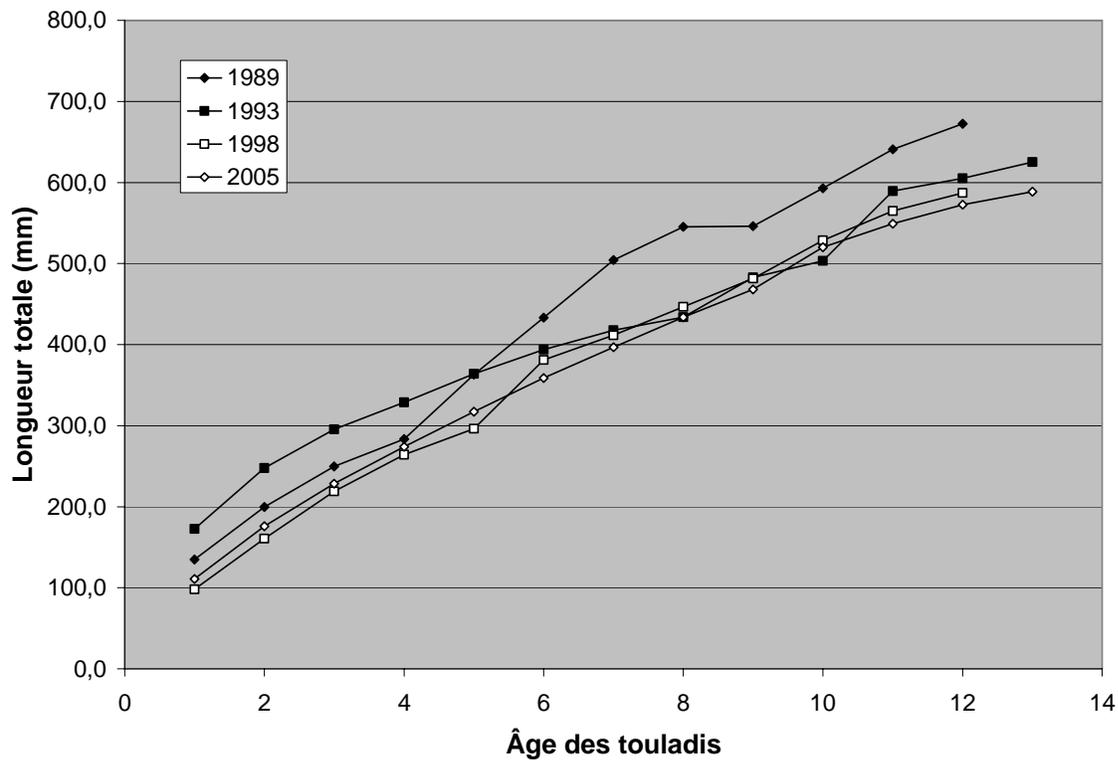


Figure 5. Longueur moyenne (rétrocalculée) à l'âge des touladis par campagne de pêche



Les représentations souffrent cependant de l'absence des jeunes poissons. Malgré cela, les courbes d'allure semblable indiquent que les touladis étaient plus grands pour un même âge en 1989 qu'en 2005. Pour compenser le petit nombre de touladis et la faible représentativité des jeunes touladis dans les échantillons, on peut calculer la longueur de chaque poisson aux différents âges de sa vie. Ces calculs sont basés sur la relation entre la longueur de l'otolithe qui sert à déterminer l'âge et la longueur totale du poisson. Les longueurs obtenues par cette technique sont dites rétrocalculées. La figure 5 illustre les longueurs rétrocalculées moyennes à chaque âge, par campagne de pêche. Au contraire de la figure 4, les valeurs sont plus représentatives aux jeunes âges, car les effectifs diminuent graduellement pour les plus vieux jusqu'à un seul poisson dans plusieurs cas.

Il faut aussi considérer que les poissons d'âges différents ont vécu à des époques différentes, et que la comparaison de la croissance par campagne de pêche souffre de cet effet. Néanmoins, la figure 5 semble indiquer que la croissance aux jeunes âges était plus élevée chez les touladis capturés en 1993 et la plus faible en 1998, quoique celle de 2005 soit très proche de cette dernière. Le tableau 7 montre les valeurs moyennes rétrocalculées pour les âges 1 à 4 par campagne de pêche. L'analyse de variance (test de comparaison multiple de Tukey-Kramer) indique que les longueurs moyennes à l'âge 1 sont différentes d'une campagne à l'autre, mais que seule l'année 1993 se distingue aux âges 2 et 3, et qu'il n'y a plus de différences statistiques aux âges 4 et suivants.

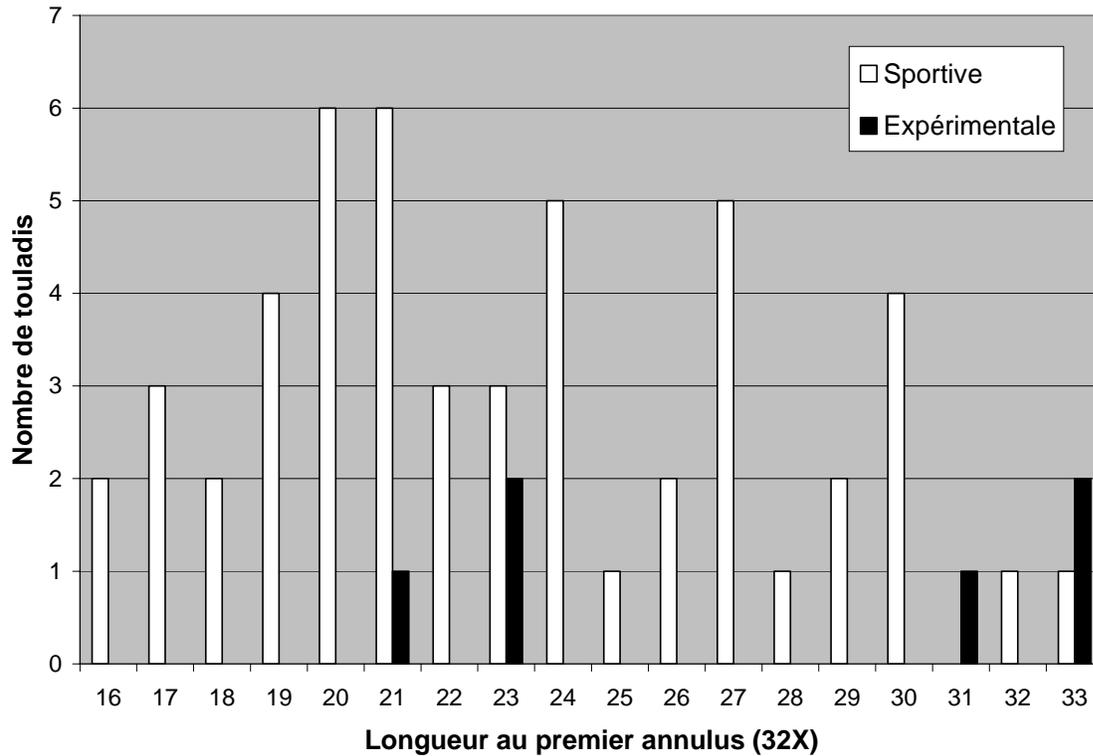
Tableau 7. Comparaison des longueurs moyennes rétrocalculées (Lt rétro, en mm) par campagne de pêche

Année	Âge 1		Âge 2		Âge 3		Âge 4
	Lt rétro	Différent de	Lt rétro	Différent de	Lt rétro	Différent de	Lt rétro
1989	134,8	1998/1993/2005	199,7	1993	249,6		283,5
1993	172,6	1989/1998/2005	247,7	1989/1998/2005	295,4	1998/2005	328,8
1998	98,0	1989/1993	160,7	1993	218,8	1993	264,1
2005	110,8	1989/1993	175,8	1993	228,4	1993	273,9

Les touladis capturés lors de la campagne de 1993 semblent donc avoir eu une croissance plus forte que ceux capturés lors des autres campagnes, tant la précédente que les suivantes. En 1993, des pêcheurs ont mesuré leurs touladis capturés à la pêche sportive au lac aux Sables et conservé les têtes pour le prélèvement des otolithes. La détermination de l'âge et les mesures sur les otolithes ont été réalisées par la même personne qui a fait ce travail pour les touladis capturés à la pêche expérimentale. L'analyse de variance sur les longueurs moyennes rétrocalculées des touladis de 1993 donne les résultats suivants : les longueurs pour les six touladis capturés à la pêche expérimentale sont différentes de celles des 51 touladis capturés à la pêche sportive pour les âges 1 à 3; il n'y a plus de différences statistiques aux âges 4 et plus. Les longueurs moyennes rétrocalculées des touladis récoltés par les pêcheurs sportifs aux âges 1 à 3 sont respectivement de 137,8 mm, 199,6 mm et 254,2 mm. Ces valeurs sont très semblables à celles calculées à partir des touladis de la campagne de 1989. On peut donc conclure que l'échantillon de 1993 est biaisé, mais que la croissance en 1998 et 2005 semble plus faible qu'en 1989 et 1993.

Ces résultats illustrent les risques inhérents aux petits échantillons. La figure 6 compare les longueurs mesurées du cœur de l'otolithe à la marque du premier annulus (grossissement de 32,25X) pour les touladis de l'échantillon de pêche sportive et ceux de l'échantillon de pêche expérimentale. Cette figure montre que les valeurs mesurées pour les six touladis pris à la pêche expérimentale ne sont pas exceptionnelles puisqu'elles ont été observées aussi chez des touladis pris à la pêche sportive. Cependant, comme la moitié de ces 6 touladis ont des valeurs extrêmes (33 et 31), et l'autre moitié des valeurs moyennes (23 et 21), les longueurs à l'âge qu'on en obtient sont supérieures à celles de l'échantillon de pêche sportive.

Figure 6. Mesure du premier annulus sur les otolithes des touladis capturés à la pêche sportive et à la pêche expérimentale en 1993



Maturité sexuelle

La maturité sexuelle est atteinte vers 9 ans (mâles) ou entre 8 et 10 ans (femelles) chez les touladis du lac aux Sables (tableau 8). Tous les poissons matures ont été capturés dans moins de 17 m de profondeur, mais la maturité est liée à la taille et c'est probablement ce dernier facteur qui explique leur plus grande présence en eau peu profonde, tel que discuté plus haut. La maturité sexuelle est plutôt tardive chez les touladis du lac aux Sables, et confirme le type piscivore de la population.

Tableau 8. Maturité sexuelle des touladis capturés de 1989 à 2005

Âge	Femelles			Mâles		
	Immature	Matures	Total	Immature	Matures	Total
3	3		3	2		2
4	1		1	3		3
5	3		3	2		2
7	2		2		1	1
8	1	1	2	2	1	3
9		1	1	1	2	3
10	1	1	2			
11		1	1		1	1
12					2	2
13		1	1		1	1
14					2	2
15		2	2			
17		1	1			
22					1	1
	11	8	19	10	11	21

Bilan des résultats

La densité du touladi est très faible au lac aux Sables et les jeunes sont pratiquement absents des captures scientifiques. Les sites de reproduction sont adéquats et utilisés, ils ne sont pas considérés limitants pour l'espèce. Les ensemencements des années 1980 à 1993 ont nui à la population et la survie des poissons de deux ans ne semble pas meilleure que celle des poissons d'un an d'après les résultats des pêches scientifiques. Pendant la période estivale, l'ensemble des couches d'eaux froides sont propices aux adultes, en termes d'oxygène dissous. Comme il n'y a pas d'espèces de poissons fourrage dans l'habitat pélagique du lac aux Sables et que les jeunes touladis n'ont pas de refuge en profondeur, ils sont probablement sujets au cannibalisme par les adultes. On n'a cependant pas trouvé de jeunes touladis dans l'estomac des adultes, ni capturé d'adultes (touladis matures) dans les zones profondes du lac où se retrouvent théoriquement les plus jeunes touladis. Ces deux observations peuvent être expliquées par la rareté des jeunes touladis au lac aux Sables, au moment de l'étude.

En période estivale, les touladis se nourrissent principalement de la perchaude qu'ils doivent aller chercher dans les zones peu profondes. Les touladis adultes et quelques immatures se concentrent sous la thermocline, à proximité de ces zones d'alimentation. La longueur et l'âge à la maturité sexuelle des touladis du lac aux Sables indiquent que la population est plutôt de type piscivore, mais la croissance aux jeunes âges des touladis capturés en 1998 et 2005 semble plus faible que celle des touladis capturés en 1989 et 1993. Ce ralentissement de croissance indiquerait une plus grande rareté de poissons dans leur alimentation entre les deux périodes. Depuis la disparition de l'éperlan arc-en-ciel, ce sont les jeunes touladis qui sont les seules proies disponibles dans l'habitat pélagique. Leur très faible nombre et la faible survie des touladis ensemencés semblent confirmer l'hypothèse du cannibalisme.

Potentiel du lac aux Sables

Dans la synthèse de l'ouvrage qu'ils ont édité sur l'habitat du touladi dans les bassins versants boréaux, Steedman et al. (2004) distinguent trois grands types de lacs à touladi quant à leur habitat. Le second comprend les lacs de latitude intermédiaire (par rapport à la distribution de l'espèce, comprenant le sud du Québec), relativement peu profonds (10 à 100 m) qui ont un hypolimnion généralement bien oxygéné en été. Dans les moins profonds de ces plans d'eau, les populations de touladi sont généralement faibles et en péril constant d'exclusion par des espèces compétitrices et par la surexploitation par les humains. La région de la Mauricie compte cependant de nombreux lacs qui correspondent à la même définition que le lac aux Sables et où les populations de touladi sont prospères.

Plusieurs méthodes permettent d'estimer la récolte potentielle en touladi d'un plan d'eau, à partir de différents paramètres (Marshall, 1996). Les plus simples sont basées sur la superficie du lac ou le volume de l'habitat thermique, les plus complexes sur la productivité et la composition de la communauté de poissons (voir l'annexe 2 pour les calculs). Les estimations obtenues sont dites « de premier ordre ». Le potentiel réel ne peut être obtenu que par un suivi de l'exploitation et un ajustement du prélèvement sur une période assez longue. Cette méthode, utilisée dans les territoires fauniques, prend en compte une multitude de facteurs le plus souvent inconnus.

Au lac aux Sables, la récolte potentielle, pour l'ensemble des modèles, varie entre 621 et 958 kg de touladi par année mais elle est plus près de 700 kg en général. Ces rendements théoriques sont rarement atteints. Dans les réserves fauniques et les zecs de la Mauricie, les rendements soutenus des meilleurs lacs à touladi de superficies comparables (Normand (922 ha), Baude (323 ha) et Cinsconsine (1210 ha)) est d'environ 0,6 kg/ha, ce qui donnerait 319 kg au lac aux Sables. En 1993, les pêcheurs sportifs ont mesuré et pesé 73 touladis capturés dans le lac aux Sables. La masse moyenne était de 1,56 kg (de 0,11 à 5,7 kg); la récolte potentielle serait de l'ordre de 450 touladis pour 700 kg de récolte, de 204 pour 319 kg de récolte. Le prélèvement réel n'est pas connu au lac aux Sables, mais on sait que certains pêcheurs sont assidus et semblent récolter régulièrement des touladis. Shuter et al (1998) ont démontré que les petits lacs à touladi peu productifs (peu de solides totaux dissous) sont les plus sensibles à la surexploitation par la pêche et nécessitent un contrôle plus serré, d'autant plus que le potentiel de capture à la pêche sportive s'accroît significativement quand les densités de populations sont faibles. La saison de pêche au lac aux Sables est actuellement limitée à celle du touladi, essentiellement en juillet et août.

Deux approches ont été suggérées pour augmenter le potentiel de pêche au lac aux Sables : la restauration de l'éperlan arc-en-ciel et l'implantation d'une nouvelle espèce sportive. L'absence de données historiques ne permet pas de juger de l'intérêt de la restauration de l'éperlan arc-en-ciel comme poisson fourrage. En effet, si le touladi s'en nourrit et que cela permettrait de réduire le cannibalisme, l'éperlan arc-en-ciel est aussi un prédateur des très jeunes touladis et l'effet net pourrait être nul. Le statut piscivore de l'éperlan arc-en-ciel est confirmé par une contamination en mercure plus élevée chez les touladis des lacs où il est présent (phénomène de bioaccumulation) quelque soit le réseau alimentaire en place ((Vander Zanden et Rasmussen, 1996). D'autre part, la rareté grandissante de poissons fourrage favoriserait une alimentation plus planctonophage qui réduirait la croissance à la longue, tel qu'observé au lac du Missionnaire (Houde, 2005) et possiblement au lac aux Sables, réduisant aussi le cannibalisme et donc augmentant la survie des jeunes. Johnson et Martinez (2000) ont étudié l'impact de supporter par ensemencement des populations de poissons fourrage pour favoriser des touladis de taille trophée dans des réservoirs américains. Particulièrement dans les systèmes les moins productifs, à l'image du lac aux Sables, la consommation annuelle des touladis approchait ou excédait l'offre de poissons fourrage pélagiques. De la même façon, les ensemencements de jeunes touladis supporteraient artificiellement le caractère piscivore de la population et ils devraient être évités. Notons qu'on peut pêcher des touladis trophées d'une population piscivore, mais un plus grand nombre de plus petits touladis d'une population planctonophage. A notre connaissance, il n'y a pas de cas documenté sur le passage d'une alimentation de type piscivore à une alimentation planctonophage. Le transfert de touladis d'une population planctonophage vers un plan d'eau avec des espèces fourrage s'est traduit par une croissance rapide et une longévité accrue (Martin, 1966). Le mode d'alimentation n'est donc pas un trait génétique.

L'ensemencement de tout salmonidé, ou de toute autre espèce qui n'est pas déjà présente, est interdit au lac aux Sables en vertu du *Règlement sur l'aquaculture et la vente des poissons*. Plusieurs raisons justifient cette interdiction, la première étant que les impacts de l'introduction de toute nouvelle espèce dans une communauté de poissons sont souvent imprévisibles. D'autre part, une nouvelle espèce au lac aux Sables peut se propager à d'autres lacs de son bassin versant. Ceci est particulièrement critique pour des espèces prédatrices comme le doré et l'achigan à petite bouche, qui peuvent éliminer ou réduire substantiellement les populations d'omble de fontaine sans atteindre des tailles intéressantes pour les pêcheurs à cause de la faible abondance des espèces fourrage. D'autre part, une espèce piscivore dans le lac aux Sables aurait plusieurs effets négatifs, en particulier la prédation sur les jeunes touladis. Cependant la consommation de la perchaude du littoral accélérerait le passage d'une population de touladis encore piscivore à une population planctonophage. Cela se serait produit au réservoir Mondonac, où la proportion de touladis à croissance rapide a diminué d'une pêche à l'autre, vraisemblablement à cause de l'entrée du doré jaune dans la communauté (Houde, 2003), et la densité du touladi y est aussi plus faible. La sensibilité à la surexploitation des populations de touladis des petits lacs peu productifs (Shuter et al, 1998) laisse croire qu'elles seraient aussi sensibles à des modifications de leur environnement, y compris de la communauté de poissons dont elles font partie.

L'introduction d'un hybride du touladi (omble moulac ou lacmou) n'est pas permise parce qu'il affaiblirait la population de touladi avec qui il peut se reproduire. La truite arc-en-ciel ou la truite brune ont un comportement piscivore qui aurait certains des effets notés plus haut. Surtout, comme la productivité du lac au Sables ne peut être augmentée sans nuire à la qualité remarquable de son eau, l'ajout d'une nouvelle espèce se traduira forcément par une diminution du rendement du touladi. La production est faible mais semble en équilibre au lac aux Sables. Enfin, la saison de pêche au lac aux Sables est actuellement restreinte à celle du touladi, pour protéger ces poissons de captures accidentelles au printemps quand ils ne sont pas confinés à l'habitat profond. L'intérêt d'une nouvelle espèce résiderait dans une plus grande offre de pêche, laquelle serait fortement brimée par une saison réduite. Notons que la perchaude peut offrir une pêche intéressante. Même si sa taille est souvent réduite en lac, il s'agit d'un poisson recherché pour sa chair et facile à capturer.

Conclusion et recommandations

Les nombreux travaux biologiques réalisés au lac aux Sables ont permis de valider l'hypothèse d'une faible survie des jeunes touladis. Les caractéristiques physico-chimiques du lac aux Sables, aux eaux très claires et bien oxygénées, et la présence de sites de fraye adéquats et utilisés en font un habitat idéal pour le touladi. Cependant il n'y a pas de zones profondes moins oxygénées où les jeunes touladis peuvent se réfugier de la prédation par les adultes. En l'absence de poissons fourrage dans l'habitat profond, la faible densité du touladi serait due à la faible survie des jeunes, probablement par cannibalisme. Les cohortes qui ont profité d'ensemencements étaient plus faiblement représentées dans les captures que celles qui n'en avaient pas profité. Il est possible que les taux d'ensemencements utilisés au lac aux Sables, plus de 20 touladis d'un an à l'hectare, soient en partie responsables de ces résultats.

- Il est recommandé de ne plus semer de touladis au lac aux Sables, à moins que la population adulte ne puisse plus assurer le recrutement.

L'absence de données historiques ne permet pas de savoir si la population de touladi était mieux équilibrée et le rendement à la pêche plus élevé avant que l'éperlan arc-en-ciel ne disparaisse du lac aux Sables. Plusieurs publications scientifiques font état de la fragilité à la surexploitation par la pêche des populations de touladis des petits lacs peu productifs. Malgré une population déséquilibrée par l'absence de jeunes touladis, le rendement semble faible mais soutenu.

- La saison de pêche actuellement en vigueur, limitée à environ deux mois par année, ne devrait pas être modifiée.

L'introduction d'une nouvelle espèce de poisson n'est pas acceptable en vertu des risques pour la population de touladis et pour celle des lacs du bassin versant du lac aux Sables. La réintroduction de l'éperlan arc-en-ciel pour le bénéfice du touladi ne serait pas nécessairement avantageuse, selon les connaissances actuelles. Une population de touladis planctonophage procurerait plus de poissons à la pêche sportive, mais de plus petites tailles. Comme ces poissons se reproduisent plus tôt et sont théoriquement moins portés au cannibalisme, une telle population serait plus résistante à l'exploitation par la pêche.

- La réintroduction de l'éperlan arc-en-ciel n'est pas recommandée.

Bibliographie

Anonyme. (En préparation). *Plan de conservation et d'exploitation du touladi 2004-2009*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune – Faune Québec.

Benoît, J. et J. Scrosati. 1994. *Amélioration de la qualité générale des sites de fraye à touladi (Salvelinus namaycush) du lac aux Sables*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale Mauricie - Bois-Francs. Rapport technique. 9 pages + annexes.

Benoît, J. et J. Scrosati. 1994b. *Étude exploratoire de l'habitat reproducteur de l'éperlan arc-en-ciel des lacs aux Sables et des Pins*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale Mauricie - Bois-Francs. Rapport technique. 21 pages + annexes.

Benoît, J. et J. Scrosati. 1996. *Utilisation par le touladi (Salvelinus namaycush) de frayères artificielles aménagées en zone littorale profonde*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale Mauricie - Bois-Francs. Rapport technique. 9 pages + annexes.

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.

Fishbase. 2005. Froese, R. and D. Pauly, éditeurs. Publication électronique sur Internet: www.fishbase.org version (10/2005).

Fruetel, M. 2004. *The effect of recruitment variability on estimating survival rates*. In: Boreal shields watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. Lewis publishers, Boca Raton. Pages 325-328.

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. et J. Benoît. 1994. *Enquête sur la pêche au touladi dans trois lacs de la Mauricie. Résultats et validation de la méthode*. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale Mauricie - Bois-Francs. Rapport technique. 25 pages + annexe.

Johnson, B.M. et P.J. Martinez. 2000. *Trophic economics of lake trout management in reservoirs of differing productivity*. North American Journal of Fisheries Management 20: 127-143.

Legault, M., H. Fournier, D. Nadeau et J. Benoît. 2000. *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.

Marshall, T.R. 1996. *A hierarchical approach to assessing habitat suitability and yield potential of lake trout*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53 (Suppl. 1) : 332-341.

Martin, N.V. 1966. *The significance of food habits in the biology, exploitation and management of Algonquin Park, Ontario, Lake trout*. Transactions of the American Fisheries Society. 95 :415-422.

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.

Payne, N.R., R.M. Korver, D.S. MacLennan, S.J. Nepszy, B.J. Shuter, T.J. Steward et E.R. Thomas. 1990. *The lake harvest potential and dynamics of lake trout populations in Ontario*. Lake trout synthesis. Ontario Ministry of Natural Resources. 55 pages et annexes.

Powell, M.J. et L.M. Carl. 2004. *Lake trout stocking in small lakes: factors affecting success*. In: Boreal shields watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. Lewis publishers, Boca Raton. Pages 219-238.

Ricker, W.E. 1980. *Calcul et interpretation des statistiques biologiques des populations de poissons*. Ministère des Pêches et des Océans. Bulletin 191F. 409 pages.

Ryder, R.A. 1965. *A method for estimating the potential fish production of north-temperate lakes*. Transactions of the American fisheries society, 94: 214-218.

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.

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*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55 : 170-179.

Steedman, R.J., J.M. Gunn et R.A. Ryder. 2004. *Boreal shield waters : models and management challenges*. In: Boreal shields watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. Lewis publishers, Boca Raton. Pages 331-346.

Shuter, B.J., M.L. Jones, R.M. Korver et N.P. Lester. 1998. *A general, life history based model for regional management of fish stocks : the inland lake trout (Salvelinus namaycush) fisheries of Ontario*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55 : 2161-2177.

Vander Zanden, J. et J.B. Rasmussen. 1996. *A trophic position model of pelagic food webs : impact on contaminant bioaccumulation in lake trout*. Ecological monographs, 66(4): 451-477.

Annexe 1. Résultat des pêches antérieures par station

Année	Filet	Profondeur (mètres)		Durée de pêche	Captures de touladi	Longueur totale des touladis (mm)
		Début	Fin			
1989	F1	16,8	21,3	19,9	1	336
	F2	12,2	18,9	20,0	1	355
	F3	30,5	33,5	19,8	4	215 / 240 / 309 / 348
	F4	15,2	12,2	19,8	1	210
	F5	9,1	18,3	19,9	3	560 / 652 / 656
	F6	33,5	36,6	19,9	0	
	F7	15,2	18,3	21,0	0	
	F8	7,6	30,5	20,0	3	211 / 366 / 377
	F9	9,1	19,8	20,3	1	688
	F10	32,0	33,5	18,8	1	386
1993	F1	12	16	24,8	0	
	F2	10	13	21,7	3	(335) / 378 / 695
	F3	25	31	21,8	2	408 / 444
	F4	19	20	21,8	0	
	F5	10	19	21,8	2	466 / 637
	F6	24	31	21,9	0	
	F7	15	19	22,3	0	
	F8	14	24	21,8	0	
	F9	10	24	22,0	1	(296)
	F10	32	33	22,2	0	
1998	F1	12,5	19,6	23,2	0	
	F2	10,8	19,6	23,1	0	
	F3	25,2	29,1	23,2	0	
	F4	19,1	20,5	21,6	0	
	F5	12,1	14,3	22,3	0	
	F6	23,6	30,7	22,5	1	185
	F7	14,8	19,4	21,6	1	(600)
	F8	14,1	22,0	22,8	1	(365)
	F9	9,8	23,2	22,2	1	202
	F10	33,1	32,9	21,8	2	193 / 420

Annexe 2. Calcul du potentiel de pêche au lac aux Sables

La superficie du lac aux Sables est de 531 hectares. Evans et al (1991) ont analysé les données de pêche de 43 lacs ontariens de moins de 10000 hectares et en ont déduit une relation entre la superficie et le rendement à la pêche :

$$\text{Log}_{10}(\text{récolte en kg}) = 0,60 + 0,72 * \text{log}_{10}(\text{superficie en ha})$$

Pour le lac aux Sables, le rendement estimé est de 1,17 kg par hectare. L'intervalle de confiance (P=95%) de cette estimation est cependant assez grand, de 0,71 à 2,0 kg/ha. La récolte potentielle est donc de 621 kg de touladis (entre 377 et 1062 kg). Comme une partie seulement du lac peut être utilisée par le touladi en été et donc limiter sa productivité, le concept de volume d'habitat thermique a été développé. L'habitat thermique pour le touladi est défini comme le volume d'eau compris entre 8°C et 12°C en juillet (Payne et al, 1990) et ce volume a été mis en relation avec la récolte pour un échantillon de lacs en Ontario :

$$\text{Log}_{10}(\text{récolte en kg}) = 2,193 + 0,709 * \text{log}_{10}(\text{volume habitat thermique en hm}^3)$$

Pour le lac aux Sables, on a utilisé les données du mois d'août, les seules disponibles, pour calculer le volume de l'habitat thermique. Les conditions d'août sont très semblables à celles de juillet en termes de profil de température d'eau. A partir de cinq séries de données (1989, 1993, 1994, 1998 et 2005), on estime la profondeur des températures de 8°C et 12°C à 8,1 m et 10,4 m respectivement. La superficie et le volume de chaque strate de profondeur ont été interpolés à partir de la carte bathymétrique réalisée aux 10 pieds. La récolte potentielle est estimée à 958 kg de touladis par année, avec un intervalle de confiance très important (environ 280 à 5000 kg). Selon Payne et al (1990), cet intervalle est lié à la grande variabilité des données de pêcheries en général.

Ces estimations sont indépendantes des caractéristiques locales de l'habitat et de la communauté de poissons. Cette dernière est simple, on n'y compte plus que six espèces depuis la disparition de l'éperlan arc-en-ciel. Marshall (1998) a montré que le rendement en touladi est inversement proportionnel au nombre d'espèces présentes dans les plans d'eau :

$$\text{Log}_{10}(\text{rendement en kg/ha}) = 0,564 - 0,567 * \text{log}_{10}(\text{nombre d'espèces})$$

En théorie, cette relation serait dépendante du réseau alimentaire et refléterait la disponibilité et le type de proies, et le degré de compétition pour ces proies. Avec six espèces, le modèle prédit un rendement élevé de 1,33 kg/ha, soit 706 kg de touladis par année. D'autre part, le lac aux Sables est caractérisé par des eaux très claires. La transparence a été mesurée par disque de secchi avec bathyscope en 1993 (7,4 m) et en 1998 (9,7 m). Une transparence relativement élevée est un indice de faible productivité en général. La production totale de poissons d'un plan d'eau a été reliée aux solides totaux dissous et à la profondeur dans un indice dit « morphoédaphique » (Ryder, 1965). Mesurés à partir de la conductivité de l'eau, les solides totaux dissous (STD) sont estimés à environ 10,5 mg/litre au lac aux Sables. En divisant cette valeur par la profondeur moyenne du lac (71,2 pieds), l'indice morphoédaphique du lac aux Sables est de 0,148. Ryder (1965) offre plusieurs modèles pour estimer la productivité piscicole; le plus performant estime la production annuelle à 1,41 kg/ha pour toutes les espèces de poissons présentes. Le touladi étant pratiquement la seule espèce prélevée, on peut considérer que la récolte potentielle est de l'ordre de 749 kg par année.

$$\text{Production en lb/acre} = 5,616 * \text{STD}^{0,28777} * \text{Profondeur en pieds}^{-0,50891}$$