

Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie

**Le touladi au réservoir Mondonac
État de la population et bilan
des mesures de conservation**

Par

Louis Houde et
Jean Scrosati

Société de la faune et des parcs
Octobre 2003

Référence à citer

Houde, L. et J. Scrosati. 2003. Le touladi au réservoir Mondonac. État de la population et bilan des mesures de conservation. Société de la faune et des parcs du Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie. Rapport technique. 25 pages.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec
ISBN : 2-550-41646-5

Résumé

Le réservoir Mondonac a fait l'objet de pêches scientifiques à quatre reprises depuis 1984, les trois dernières spécifiquement pour le touladi dans le cadre d'un réseau de suivi de cette espèce. L'impact du marnage du réservoir sur le recrutement du touladi a déjà été documenté, ce rapport y ajoute celui des dernières années et l'évaluation des mesures réglementaires, passée et présente, pour protéger le touladi.

Les captures par unité d'effort du touladi et de la lotte ont chuté brutalement après 1984, alors que celles du meunier rouge ont diminué graduellement et sont significativement plus faibles en 2002. L'âge moyen du touladi a augmenté de 1984 à 1997, et baisse nettement en 2002. C'est en 1997 que la structure d'âge est la plus équilibrée; en 2002 les poissons de quatre à six ans forment l'essentiel (70%) des captures. L'abondance de ces jeunes touladis serait reliée à l'absence des vieux; la mortalité instantanée, déjà excessive (0,54) en 1997, aurait vraisemblablement augmenté en 2002. Les variations dans les tailles des captures suivent celles de l'âge, 35% des touladis sont sous la classe "stock" en 2002. Si l'état constaté de la population dépend de la pêche sportive, la gamme de taille protégée (35 à 50 cm) ne semble pas efficace: près de la moitié des touladis capturés avant l'introduction de la mesure étaient dans cette gamme, leur proportion chute à 33% et 25% en 1997 et 2002. Malgré la difficulté de le calculer à cause des effectifs faibles, l'âge à la maturité sexuelle augmente depuis 1984, réduisant d'autant la capacité de la population de se reproduire.

L'étude de la croissance révèle la présence de deux groupes de touladis qui se différencient par leur alimentation, piscivore ou planctonophage, au moment de leur capture. L'analyse séparée selon l'alimentation ne montre pas de différence de croissance entre les sexes, mais révèle qu'elle fut plus lente en 1997 qu'en 1991 chez les touladis piscivores. La proportion des touladis piscivores et planctonophages ne semble pas avoir changé d'une campagne de pêche à l'autre, mais la proportion d'estomacs vides augmente depuis 1984, principalement chez les gros touladis (plus de 400 mm) considérés piscivores. L'alimentation piscivore semble donc diminuer dans le réservoir. Les captures de petits poissons en eau peu profonde ont fortement diminué de 1997 à 2002. Les espèces typiquement recherchées par le touladi sont absentes du réservoir Mondonac. La disparition graduelle de la lotte, autre espèce piscivore dans l'habitat profond, semble indiquer une rareté grandissante de poissons proies dans cet habitat. D'autre part, l'implantation de la perchaude et surtout du doré jaune, dont la présence est avérée, pourrait expliquer la rareté des poissons disponibles pour le touladi. La méthode de pêche normalisée pour le touladi ne permet pas de suivre l'évolution de la communauté.

Le portrait des classes d'âge obtenu à chaque campagne de pêche montre que la gestion du barrage peut avoir un impact sur le recrutement du touladi, même si on ne peut le relier à la force des cohortes. Le recrutement est à son meilleur depuis qu'il n'y a plus de manipulation de poutrelles. D'autre part, ce même portrait montre une mortalité très élevée des poissons matures en 2002, laquelle s'explique par un prélèvement spécifique de ces individus au moment de la fraie, probablement par la pêche de subsistance.

La nouvelle réglementation sur la pêche sportive au touladi considère les populations comme planctonophages en Mauricie et protège les touladis de moins de 40 cm. Au réservoir Mondonac, cette réglementation est jugée adéquate vu la prépondérance du type planctonophage dans la population et de l'opportunisme dont fait preuve le touladi dans son alimentation. A long terme, l'apparition de la perchaude dans la communauté favoriserait l'émergence de touladis piscivores, lesquels sont plus susceptibles d'être récoltés sur la base de la taille minimale de 40 cm. Par contre, l'implantation du doré jaune aurait l'effet inverse. La gestion d'une population de touladi où les deux types sont rencontrés est délicate et demande un suivi récurrent par des pêches scientifiques.

Table des matières

Résumé	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	iv
Introduction	1
Méthodologie	2
Pêches scientifiques	2
Caractérisation de l'habitat	2
Gestion de l'eau au barrage	2
Résultats	4
Espèces présentes	4
Captures et biomasse par unité d'effort (CPUE et BPUE)	4
Caractéristiques de la population de touladi	5
Âge moyen et répartition des groupes d'âge	5
Classes de taille	7
Croissance	9
Maturité sexuelle	15
Survie et mortalité totale	15
Contenu stomacal et alimentation	18
Discussion	20
Conclusion	24
Bibliographie	25

Liste des tableaux

Tableau 1. Espèces échantillonnées par les engins de pêche	4
Tableau 2. CPUE (filet de 60 m) selon les années de pêche	5
Tableau 3. BPUE (kg/filet de 60 m) selon les années de pêche	5
Tableau 4. Touladis par classes de taille (RSD) par campagne d'échantillonnage	7
Tableau 5. Longueurs moyennes rétrocalculées des touladis piscivores et planctonophages	12
Tableau 6. Différences dans les longueurs à l'âge chez les touladis piscivores	13
Tableau 7. Différences entre les longueurs à l'âge chez les touladis planctonophages	14
Tableau 8. Indices de maturité sexuelle selon les campagnes de pêche	15
Tableau 9. Taux de survie des touladis selon les campagnes de pêche	16
Tableau 10. Contenu stomacal des touladis par campagne de pêche	18
Tableau 11. Proportion d'estomacs vides selon la longueur des touladis	19
Tableau 12. Longueur moyenne à un an selon l'âge à la capture des touladis piscivores	21

Liste des figures

Figure 1. Age des touladis capturés selon les campagnes de pêche	6
Figure 2. Classes de taille (longueur totale) des touladis capturés par campagne de pêche	8
Figure 3. Longueur à la capture des touladis en fonction de l'âge, sexes groupés	9
Figure 4. Croissance des touladis selon les campagnes de pêche et le contenu stomacal	10
Figure 5. Longueur de l'otolithe VS longueur des touladis par campagne de pêche	12
Figure 6. Taille moyenne à l'âge des touladis piscivores par campagne de pêche	13
Figure 7. Taille moyenne à l'âge des touladis planctonophages par campagne de pêche	14
Figure 8. Mortalité des touladis (logarithme des captures en fonction de l'âge) selon les campagnes de pêche	17

Introduction

Avec 2300 hectares de superficie, le réservoir Mondonac est un des grands plans d'eau de la Mauricie où on retrouve du touladi. Ce lac a fait l'objet de pêches scientifiques en 1984 et en 1991, et fut retenu pour le réseau de suivi du touladi, réseau mis sur pied lors de l'introduction de la gamme de taille protégée comme mesure réglementaire pour diminuer la pression de pêche sur cette espèce. Dans le cadre du réseau de suivi, le lac a fait l'objet d'une enquête de pêche sur le touladi en 1995 (Houde et Benoît, 1996). Des pêches scientifiques ont été réalisées de nouveau en 1997 et en 2002.

L'ensemble des études antérieures a montré que l'habitat (profondeur, oxygénation, acidité et sites de reproduction) convenait au touladi. La problématique du touladi a été reliée en partie au marnage dans ce réservoir. C'est la conclusion des études qui furent menées en 1992 par Lacasse et Gilbert. La mortalité des œufs suite au marnage était importante (98,7%), mais la densité des œufs était faible au départ. C'est que la population de touladi était faible, même si sa structure d'âge était régulière, indiquant un recrutement constant. La mortalité totale était élevée dans le segment où les poissons atteignent la maturité sexuelle (âge 6 à 9 ans), vraisemblablement dû à la forte exploitation par la pêche sportive et de subsistance par les autochtones. Le lac Mondonac était donc un bon candidat à l'évaluation de la mesure réglementaire mentionnée plus haut.

L'état du barrage ne permet plus d'utiliser la retenue de conception depuis plusieurs années. A partir de la saison estivale 1998, Hydro-Québec prévoyait une retenue estivale minimale de 1,8 mètres, niveau qui correspondrait à celui qui existerait après arasement de la crête et conversion du barrage en seuil fixe, tel que recommandé par l'étude environnementale (GDG Environnement, 1992). Cette année-là, les villégiateurs ont été consultés sur l'impact des propositions de modification des niveaux d'eau sur leur utilisation automnale du réservoir et s'ils étaient favorables aux propositions d'amélioration de la pêche par réduction des prises.

Les travaux de réfection du barrage ont fait l'objet d'une autorisation en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune en 1998, mais n'ont toujours pas été réalisés. Des travaux sur le barrage sont finalement planifiés pour la saison 2003 avec objectif de le reconstruire pour la production hydroélectrique.

Méthodologie

Pêches scientifiques

La diagnose des populations de touladi est normalisée depuis 1994. Le nombre et le type d'engins de pêche, y compris la longueur et le nombre de panneaux et leurs mailles, la profondeur d'installation et l'alternance des petites et grosses mailles en premier lors de la pose sont les mêmes pour les campagnes de pêche de 1991, 1997 et 2002. 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. Ces détails sont décrits dans le *Guide des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF* (MEF, 1994). L'habitat préférentiel du touladi est compris entre la profondeur où la température est de 12°C et 40 mètres ou la profondeur où l'oxygène dissout est de plus de 5 parties par million. La superficie de cet habitat est de 1240 hectares dans le lac Mondonac.

En 1984, on a utilisé des filets expérimentaux de 30 mètres (100 pieds) avec des mailles de 38 mm, 51 mm, 76 mm et 102 mm. Les captures ont été notées par maille. Quinze stations ont été pêchées, dont trois avec des filets doubles, plusieurs à des profondeurs insuffisantes pour répondre aux exigences de la méthode standardisée. Selon la diagnose effectuée en 1984 pendant la pêche scientifique, la température de 12°C serait à environ 11 mètres de profondeur, ce qui permet de retenir sept des 15 stations pour l'analyse (numéros 3, 5, 9, 12, 13, 14 et 15). Le nombre de captures a été corrigé pour tenir compte des filets de 30 mètres plutôt que de 60 mètres. Dix-sept nasses ont été utilisées pour compléter le portrait de la communauté.

En 1991, 29 filets ont été posés selon la méthode standard, soit 1 par 43 hectares d'habitat. Treize filets ont été ajoutés, dont quatre en paires, pour augmenter la taille de l'échantillon à un nombre suffisant de touladis pour la caractériser. En 1997 et en 2002, 43 filets ont été utilisés: en 40 stations (trois filets doubles) en 1997 et 43 stations distinctes en 2002. L'identification des poissons, les mesures et les prélèvements ont été faits sur le terrain. En 1997, l'échantillonnage a été complété avec 30 filets à cyprins (mailles 12,5 et 25 mm), celui de 2002 par 26 de ces mêmes filets.

L'âge a été lu sur les otolithes sans modification (i.e. coupe) de ceux-ci à la loupe binoculaire et les annuli ont été dessinés à la chambre claire. Les mesures ont été prises sur les dessins des structures. Les relations entre la longueur des otolithes et celle des poissons ont été calculées par Excel 97 (courbes de tendances).

Caractérisation de l'habitat

La détermination de la qualité du substrat des rives a été réalisée en 1991 selon la méthode développée par le ministère Loisir, Chasse et Pêche et décrite dans Lacasse et Gilbert (1992). La physico-chimie de l'eau, la bathymétrie et le calcul du volume ont été réalisés par notre direction. L'ensemble de ces paramètres indique que l'habitat du touladi est de bonne qualité au réservoir Mondonac. Voir l'étude de Benoît et al (1998) pour une discussion détaillée sur ce sujet.

Gestion de l'eau au barrage

Le barrage Mondonac est formé d'une passe centrale accommodant 15 poutrelles de 30,5 cm et de deux passes latérales (gauche et droite) avec des poutrelles de 20 cm. Le barrage était normalement opéré par manipulation des poutrelles de la passe centrale seulement. La manutention des poutrelles se fait en plusieurs étapes à cause de la pression d'eau qui empêche d'en retirer plus de deux ou trois à la fois. L'opération du barrage a changé à cause de sa détérioration grandissante (Pierre Milette, comm. pers.); on considère trois périodes à cet effet.

Avant 1985, le nombre maximal de poutrelles installées varie entre 8 et 12, soit un niveau d'exploitation d'environ 3 mètres pour 10 poutrelles en moyenne. A l'automne, toutes les poutrelles de la passe centrale sont enlevées ou une poutrelle est laissée en place (Lacasse et Gilbert, 1992). Les poutrelles sont retirées en deux ou trois opérations entre la fin octobre et le début de décembre, donc après la fraye du touladi. Certaines années (1965, 1967, 1968, 1970, 1971, 1981 et 1983), une partie des poutrelles étaient enlevée avant la fraye du touladi, limitant d'autant l'impact sur la fraye. En 1983 par exemple, toutes les poutrelles ont été retirées avant la fraye du touladi. Les poutrelles sont généralement réinstallées entre la mi-avril et la mi-mai, en une seule opération (Lacasse et Gilbert, 1992).

Entre 1985 et 1998, l'opération du barrage ne répond plus à des fins de production hydro-électrique. Les poutrelles sont retirées à l'automne pour faciliter le passage de la crue printanière, puis remises par la suite pour offrir un niveau acceptable aux villégiateurs. Après 1992 toutefois, le niveau estival sera maintenu plus bas, pour des raisons de sécurité. Des conversations informelles avec des personnes qui manipulaient les poutrelles ont révélé que les procédures ont changé suite à une rationalisation des opérations. Par exemple, selon leurs dires, la remise en place des poutrelles qui se faisait en février pour emmagasiner toute la crue printanière a été retardée au moment où les chemins étaient carrossables, donc pendant ou après la crue.

Après 1998, il n'y a plus de manipulation de poutrelles au barrage dont l'état est jugé critique. La retenue est fixe à environ 1,6 mètres, été comme hiver. Malgré les fuites au barrage, le niveau du réservoir subit des variations à peu près naturelles.

Résultats

Espèces présentes

Les captures des engins de pêche varient en fonction de leurs caractéristiques et des habitats échantillonnés. La méthode de pêche expérimentale ne fut utilisée qu'à partir de 1991. La profondeur des filets expérimentaux de 1984 variait de 2,1 m à 32,7 m. Dans le tableau suivant, les résultats de cette pêche sont séparés en fonction de la profondeur où la température était de 12°C (11 m). Selon qu'ils étaient au-dessus ou en dessous de 11 m, les filets sont considérés de surface (1984S) ou de profondeur (1984P). Ces derniers respectent la méthode normalisée.

Tableau 1. Espèces échantillonnées par les engins de pêche

Espèce	Filets expérimentaux					Nasses	Filets à cyprins	
	1984S	1984P	1991	1997	2002	1984	1997	2002
Dard à ventre jaune							11	1
Grand brochet	7				1		7	3
Lotte	1	9	14	15	7	1		
Méné nageoires rouges							4	
Méné de lac			1	28			30	18
Meunier noir	17		4		3		1	
Meunier rouge	2	6	49	41	14	1	21	
Mulet à cornes							4	
Quitouche	2						54	4
Perchaude					1			
Touladi	1	44	85	76	77			

En 1997, on a noté la présence d'un doré jaune dans l'estomac d'un touladi. La perchaude semble aussi récente dans ce plan d'eau, elle n'a été rapportée qu'en 2002, à la fois par un filet de pêche et dans trois estomacs de touladis. Le succès des filets à cyprins est très variable, selon les habitats où ils sont installés. Malgré un effort comparable (30 filets en 1997 et 26 en 2002), on n'a capturé en 2002 que quatre des huit espèces recensées par cette méthode en 1997, et en quantité beaucoup moindre (1,0 par filet VS 4,4 par filet en 1997). Les espèces les plus abondantes dans l'hypolimnion sont le touladi, le meunier rouge et la lotte.

Captures et biomasse par unité d'effort (CPUE et BPUE)

Le tableau 2 montre les captures moyennes par filet expérimental pour les années 1984 à 2002. On constate une diminution des captures de touladi de 13,7 par filets en 1984 à 1,77 en 1997, le rendement en 2002 étant le même qu'en 1997, soit 1,79 touladis par filet. La comparaison des données entre les années est compliquée du fait que les distributions des données de captures ne suivent pas une distribution Normale. Les distributions ont été comparées par un test de Kruskal-Wallis (sur les médianes) corrigé pour les valeurs de même rang. La variabilité est très grande d'un filet à l'autre; il y a beaucoup de valeurs nulles et les valeurs moyennes sont fortement influencées par quelques valeurs extrêmes. La médiane était de 2 touladis par filet en 1991 et de 1 en 1997 et 2002. En 1984 par contre, un seul filet était vide et la médiane était de 10 touladis par filet. Les résultats permettent de rejeter l'hypothèse que les distributions de captures de touladi de 1984, 1991, 1997 et 2002 sont égales, la probabilité d'observer de telles différences étant très faible ($p=0,009$).

Le test de Kruskal-Wallis distingue ces quatre campagnes de pêche pour le meunier rouge ($p=0,01$) et la lotte ($p<0,001$). En ce qui concerne le touladi, un test de comparaison multiple

indique que c'est la campagne de 1984 qui se distingue des autres avec des résultats plus élevés. Il en est de même pour la lotte. Pour le meunier rouge, c'est la campagne 2002 qui se distingue significativement des autres avec un rendement plus faible. Pour les autres espèces, lesquelles ne furent pas capturées dans les filets en profondeur en 1984, il n'y aurait pas de différence entre les campagnes de pêche: meunier noir ($p=0,16$), méné de lac ($p=0,74$), grand brochet ($p=0,57$) et perchaude ($p=0,57$).

Tableau 2. CPUE (filet de 60 m) selon les années de pêche

Espèce	Campagne de pêche (effort réel en nombre et taille des filets)			
	1984 (7 x 30 m)	1991 (37 x 60 m)	1997 (43 x 60 m)	2002 (43 x 60 m)
Meunier rouge	2,000	1,324	0,953	0,326
Meunier noir	0,000	0,108	0,000	0,070
Méné de lac	0,000	0,000	0,000	0,023
Grand brochet	0,000	0,027	0,651	0,000
Lotte	2,571	0,378	0,349	0,163
Perchaude	0,000	0,000	0,000	0,023
Touladi	13,714	2,297	1,767	1,791

La durée de pêche fut légèrement différente d'une campagne à l'autre: 18,4 heures par filet en moyenne en 1984, 22,6 heures en 1991, 20,2 heures en 1997 et 18,3 heures en 2002. Ces différences n'affectent pas le sens des résultats ci-dessus quand les analyses sont faites sur les captures de poissons par 1000 mètres heures filets.

Tableau 3. BPUE (kg/filet de 60 m) selon les années de pêche

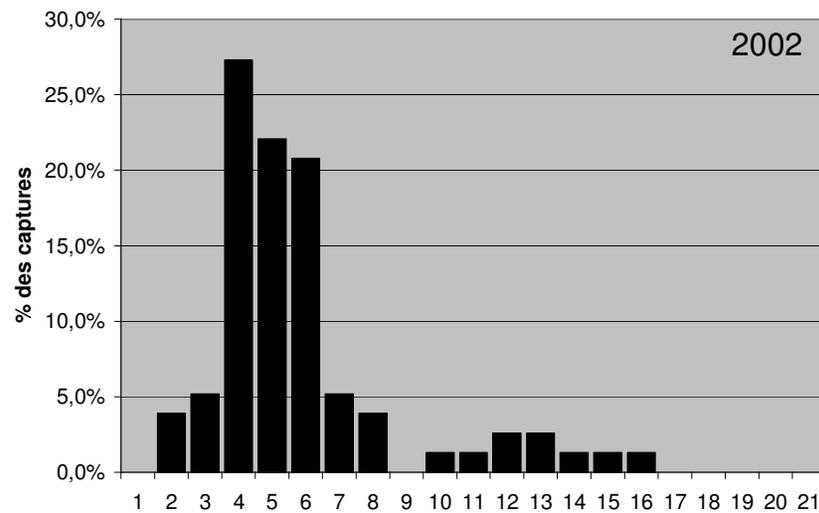
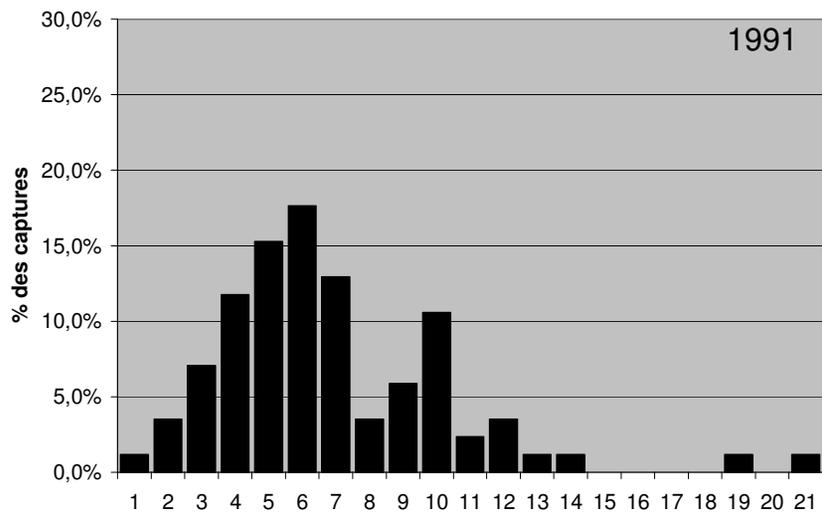
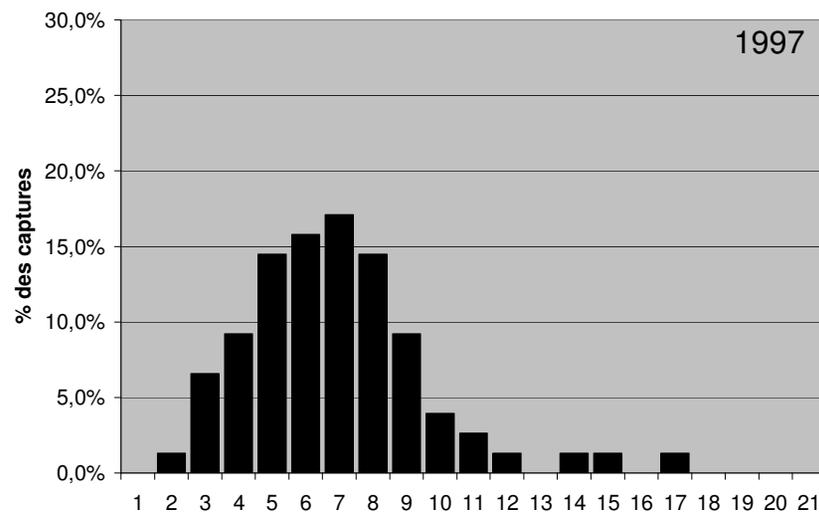
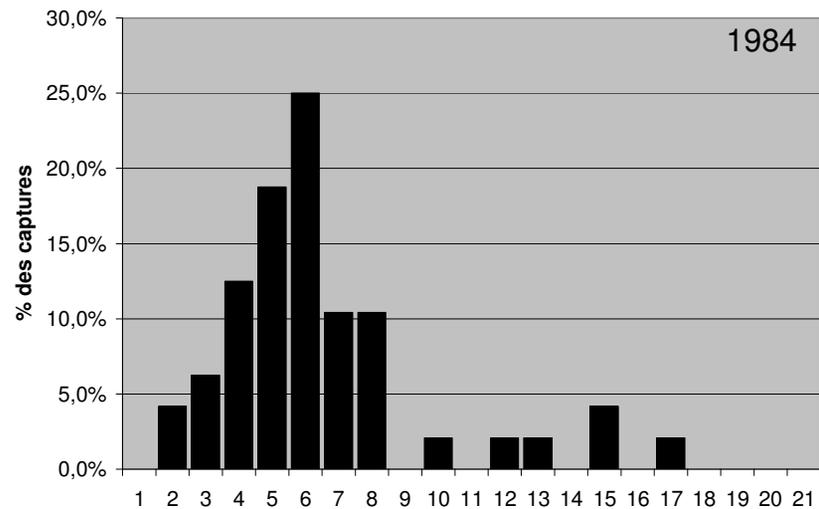
Espèce	Campagne de pêche (effort réel en nombre et taille des filets)			
	1984 (7 x 30 m)	1991 (37 x 60 m)	1997 (43 x 60 m)	2002 (43 x 60 m)
Meunier rouge	0,196	0,000	0,054	0,022
Meunier noir	0,000	0,000	0,000	0,047
Méné de lac	0,000	0,000	0,010	0,000
Grand brochet	0,000	0,000	0,000	0,086
Lotte	1,329	0,000	0,280	0,147
Perchaude	0,000	0,000	0,000	0,001
Touladi	7,715	2,084	1,663	1,067

Caractéristiques de la population de touladi

Âge moyen et répartition des groupes d'âge

L'âge moyen des touladis a légèrement augmenté au cours des années 1984 à 1997, passant de 6,48 à 6,84 et 6,89 ans. En 2002, l'âge moyen était de 5,86 ans, ce qui est statistiquement différent de l'âge moyen de 1997 selon un test de comparaisons multiples de Kruskal-Wallis. La figure 1 montre la distribution de fréquence des âges des touladis selon les campagnes de pêche. Une partie de l'aspect irrégulier des distributions s'explique par la faiblesse des effectifs.

Figure 1. Age des touladis capturés selon les campagnes de pêche



La sélectivité bien connue des filets de pêche et la ségrégation spatiale chez le touladi expliquent la forme des histogrammes. Les jeunes touladis sont peu présents dans la zone d'habitat optimal, ils se réfugient plutôt dans les zones plus profondes, à l'abri de la prédation par les adultes (Evans et al, 1991). La classe d'âge la plus importante est celle de 6 ans en 1984 et en 1991. En 1997, la classe la plus représentée est celle de 7 ans, alors que c'est celle de 4 ans en 2002. Ces histogrammes révèlent l'évolution de la population au cours des années. L'histogramme de 1984 révèle une population déséquilibrée dans le segment âgé de plus de six ans : il y a une diminution de fréquence brutale à 7 ans et il y a relativement peu d'individus âgés, 87,5 % des touladis capturés ont 8 ans ou moins. En 1991, on observe la présence d'une forte cohorte d'âge 10 ans (classe d'âge 1981) et d'une faible d'âge 8 ans (classe d'âge 1983). Ces particularités sont probablement dues au bon ou mauvais succès de reproduction des années 1980-1981 et 1982-1983. En 1997, la structure de la population est équilibrée, sauf que le mode s'est déplacé à l'âge de 7 ans. C'est l'indice d'un recrutement constant mais faible. Les modalités d'opération du barrage sont peu documentées. En 1991, pendant l'étude réalisée sur la fraye, des poutrelles ont été retirées en septembre (avant la fraye), en novembre et en décembre (après la fraye). La situation change complètement en 2002. La représentation proportionnelle des jeunes classes d'âge, de 4 à 6 ans, est très importante. Depuis 1998, le niveau d'eau ne varie plus en fonction des poutrelles, dont le nombre est fixe à six en tout temps, mais selon les apports naturels. Cette condition semble favoriser un recrutement élevé du touladi. En nombre absolu, il n'y a pas de différence entre les campagnes de 1997 et 2002 pour les poissons de plus de 10 ans. Les poissons d'âge 7 à 10 ans sont peu nombreux par rapport aux années antérieures.

L'abondance des jeunes individus dans les captures se traduit par un déplacement du mode des histogrammes de captures, peut être reliée à leur abondance dans la population ou à la rareté des individus plus âgés. On présume que cette rareté est reliée principalement à la mortalité par la pêche, qu'elle soit sportive ou de subsistance, puisque les captures par unité d'effort sont également faibles après 1984.

Classes de taille

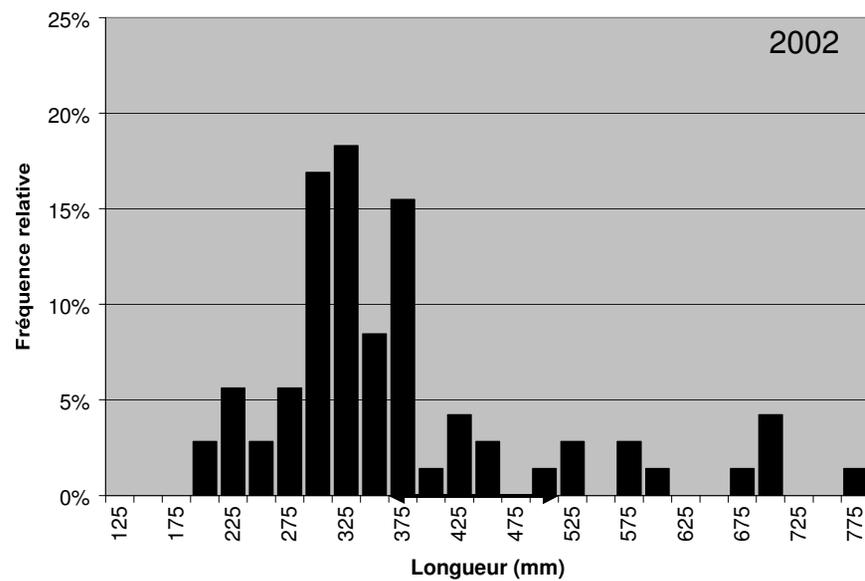
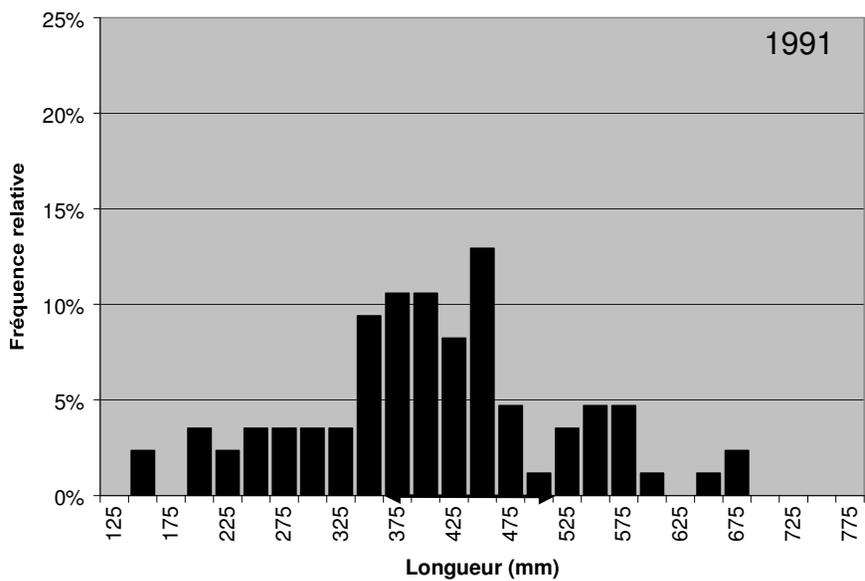
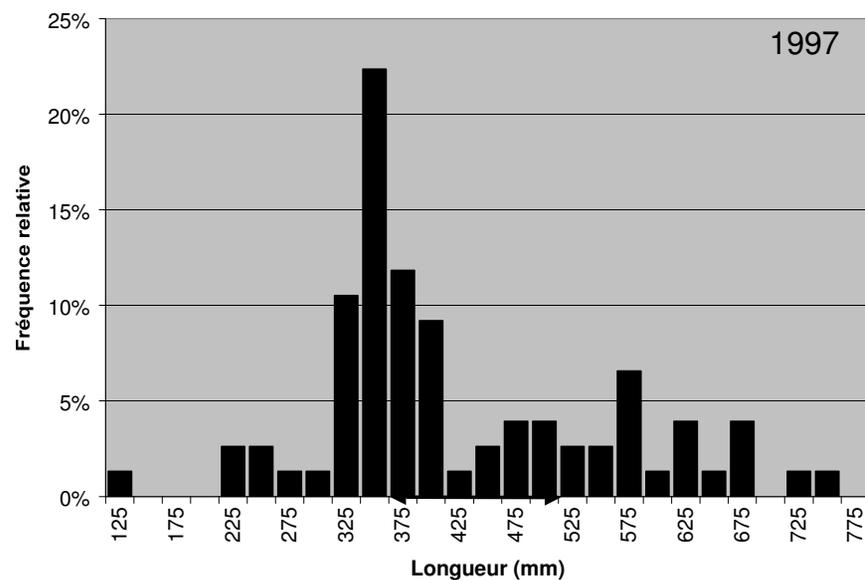
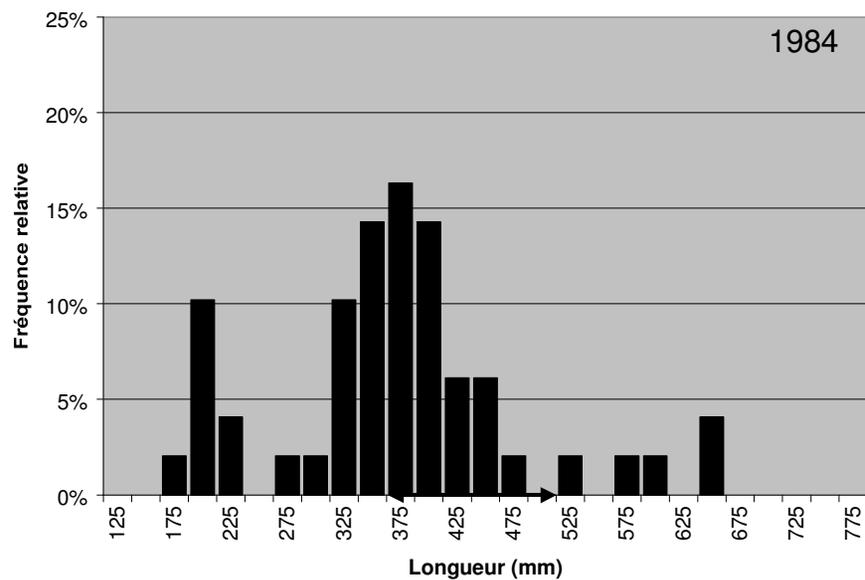
La taille moyenne des touladis capturés a montré d'importantes fluctuations au cours des années, et suit un patron semblable à celui de l'âge moyen. Elle augmente graduellement de 359,5 mm en 1984 à 403 mm en 1991 et 414 mm en 1997, pour chuter à 356,6 mm en 2002. L'analyse des données en fonction des classes de taille (RSD: Relative Stock Density) permet de comparer les changements dans la structure de taille de la population. Les classes de taille reconnues pour le touladi et les résultats sont détaillés dans le tableau 4. Les poissons sous la taille "stock" ne sont pas considérés dans le calcul des proportions des tailles "stock" à "trophée". L'abondance des poissons de taille "sous-stock" est comparée à l'ensemble des captures.

Tableau 4. Touladis par classes de taille (RSD) par campagne d'échantillonnage

Année	Proportion (%) par classes de taille					
	Sous-Stock	Stock	Qualité	Préférée	Mémorable	Trophée
	<300 mm	300-509 mm	510-659 mm	660-809 mm	810-1019 mm	>1020 mm
1984	20,8	86,8	13,2	0	0	0
1991	18,8	78,3	15,9	2,9	2,9	0
1997	9,2	73,9	18,8	7,2	0	0
2002	35,1	82,0	8,0	10	0	0

Les poissons de grande taille étant peu nombreux dans la population, les variations dans les classes "préférée" et "mémorable" ne sont pas significatives avec les effectifs de nos échantillons. De 1984 à 1997, la proportion des poissons de taille "qualité" ou mieux augmente à l'instar de l'âge moyen et la proportion des touladis sous la taille "stock" diminue. En 2002, cette proportion de petits poissons est très importante dans la population.

Figure 2. Classes de taille (longueur totale) des touladis capturés par campagne de pêche

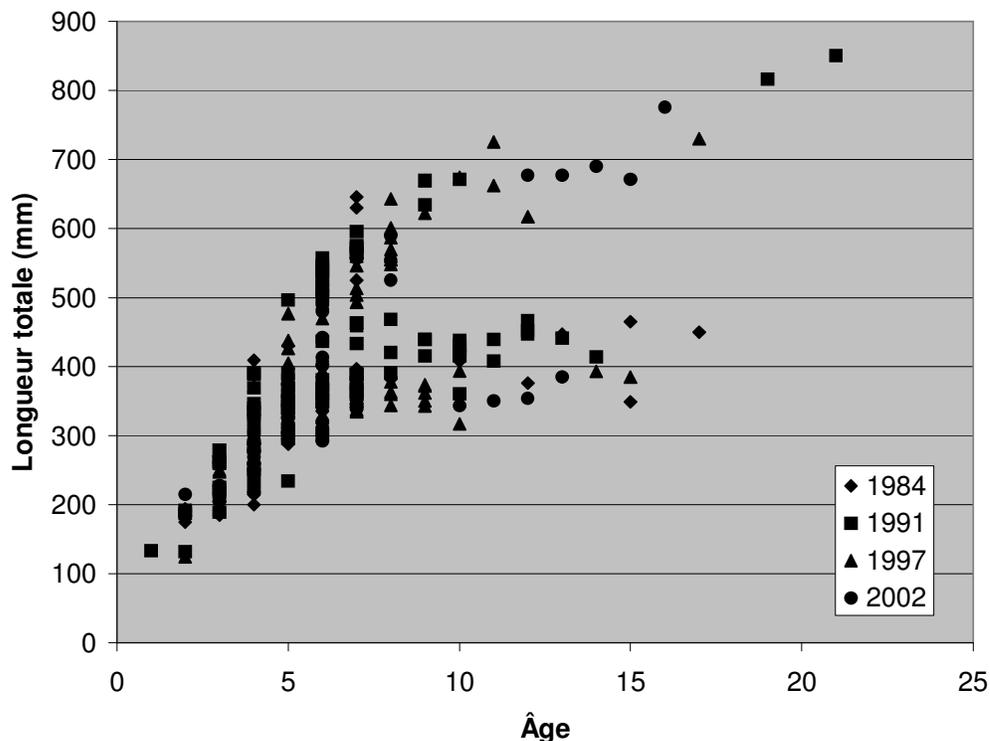


La figure 2 présente les histogrammes de taille des touladis capturés. Les touladis de 35 à 50 cm de longueur à la fourche (386 à 550 mm de longueur totale), c'est-à-dire dans les limites de la gamme de tailles protégées en vigueur de 1993 à 2001, formaient 24% et 42% des captures en 1984 et 1991, alors qu'ils n'en représentaient plus que 21% et 12% en 1997 et 2002. On peut présumer que cette mesure n'a pas été respectée au réservoir Mondonac, comme cela avait été démontré par le nombre élevé d'infractions rapportées par les agents de protection de la faune en Mauricie (Legault et al, 2000).

Croissance

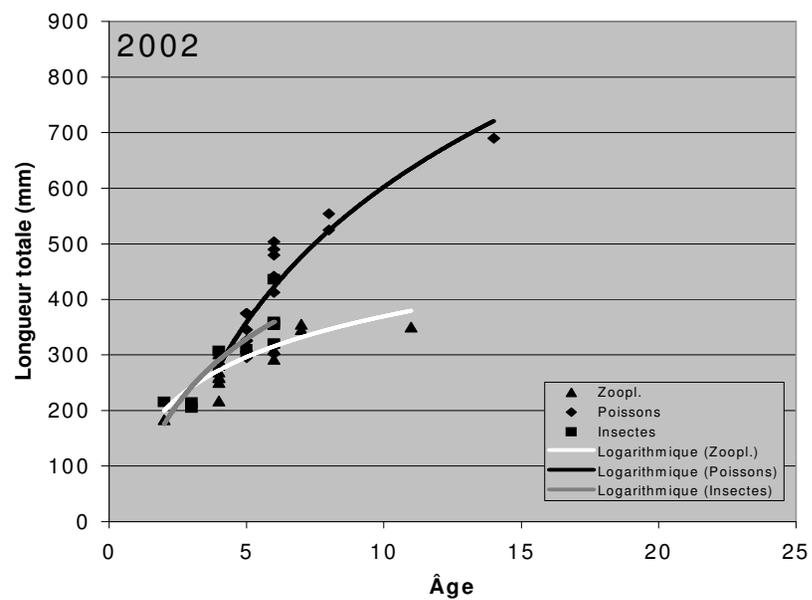
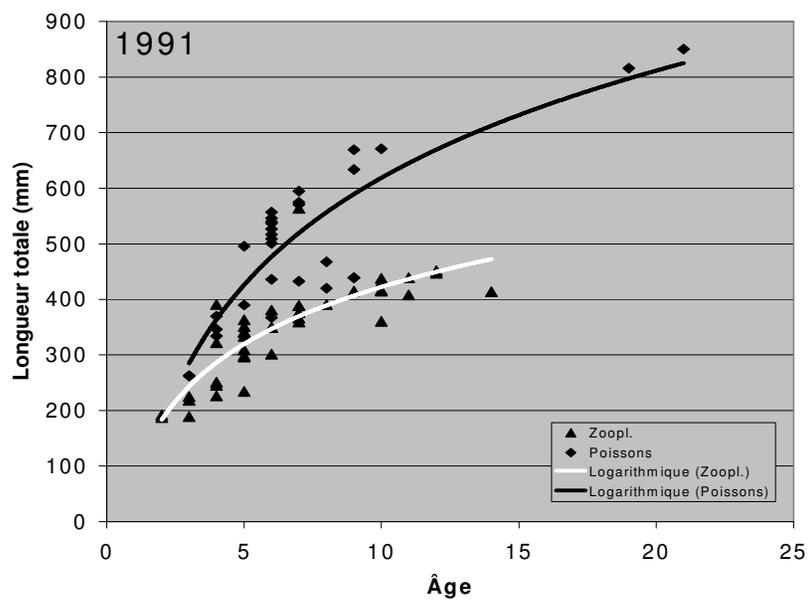
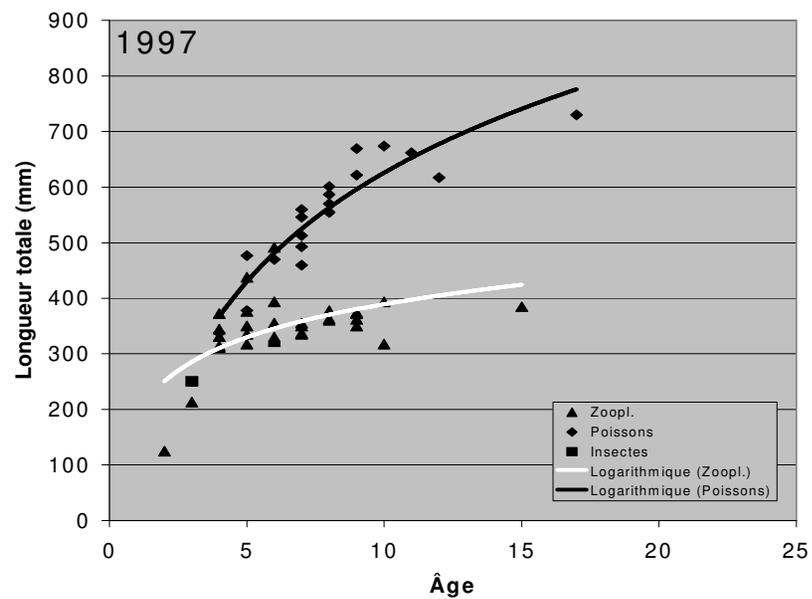
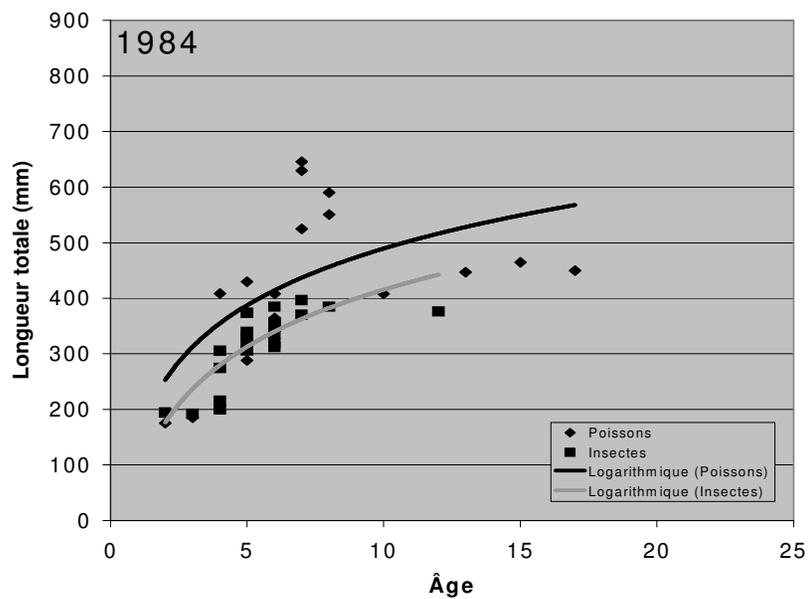
La variabilité de la longueur en fonction de l'âge est très grande, comme le montre la figure 3. Cette variabilité est telle qu'après l'âge de huit ans, on remarque deux groupes. Dans le premier, les touladis plafonnent avant 500 mm de longueur, alors que dans le second ils mesurent plus de 600 mm et leur longévité est plus grande.

Figure 3. Longueur à la capture des touladis en fonction de l'âge, sexes groupés



La croissance est semblable quant au sexe ou à la maturité sexuelle. Le contenu stomacal permet de distinguer les poissons qui forment cette distribution inhabituelle de longueurs en fonction de l'âge. Les touladis ont été séparés en trois groupes selon la présence de poissons, d'insectes ou de zooplancton dans leur estomac au moment de leur capture. Un touladi était d'abord classé piscivore si au moins un poisson avait été observé dans son estomac, sinon insectivore ou planctonophage selon le contenu noté en absence de poissons. Les poissons dont l'estomac était vide ont été exclus de l'analyse. Les résultats par campagne de pêche sont présentés à la figure 4. La croissance n'est pas linéaire. En 1991, 1997 et 2002, les courbes logarithmiques qui expliquent les distributions observées sont très différentes pour les touladis piscivores et planctonophages, la croissance étant beaucoup plus lente dans ce dernier cas. Nous discuterons plus loin des données de 1984 où quatre touladis de 10 ans ou plus avec des poissons dans l'estomac mesuraient moins de 500 mm, ce qui n'a pas été observé les autres années.

Figure 4. Croissance des touladis selon les campagnes de pêche et le contenu stomacal



La présence de zooplancton n'a pas été notée comme telle en 1984, on présume que la mention d'insectes en tient lieu, puisque la croissance de ce groupe est semblable à celle des touladis considérés planctonophages des autres campagnes de pêche. Notons que la proportion des touladis piscivores et planctonophages est semblable d'une campagne d'échantillonnage à l'autre (1991, 1997 et 2002) selon un test de χ^2 ($P=0,70$).

Les données ont été traitées par analyse de covariance portant sur le logarithme de la longueur en fonction de l'âge (covariable). Dans une première analyse, on a groupé les données de toutes les campagnes d'échantillonnage et utilisé le contenu stomacal comme facteur explicatif. L'âge et le contenu stomacal sont des facteurs significatifs, et les longueurs moyennes ajustées à l'âge moyen sont différentes selon le contenu stomacal ($P<0,001$). La longueur moyenne ajustée est de 334,3 mm pour les touladis planctonophages et 444,9 mm pour les touladis piscivores, soit une différence de 110 mm à l'âge moyen de 6,7 ans.

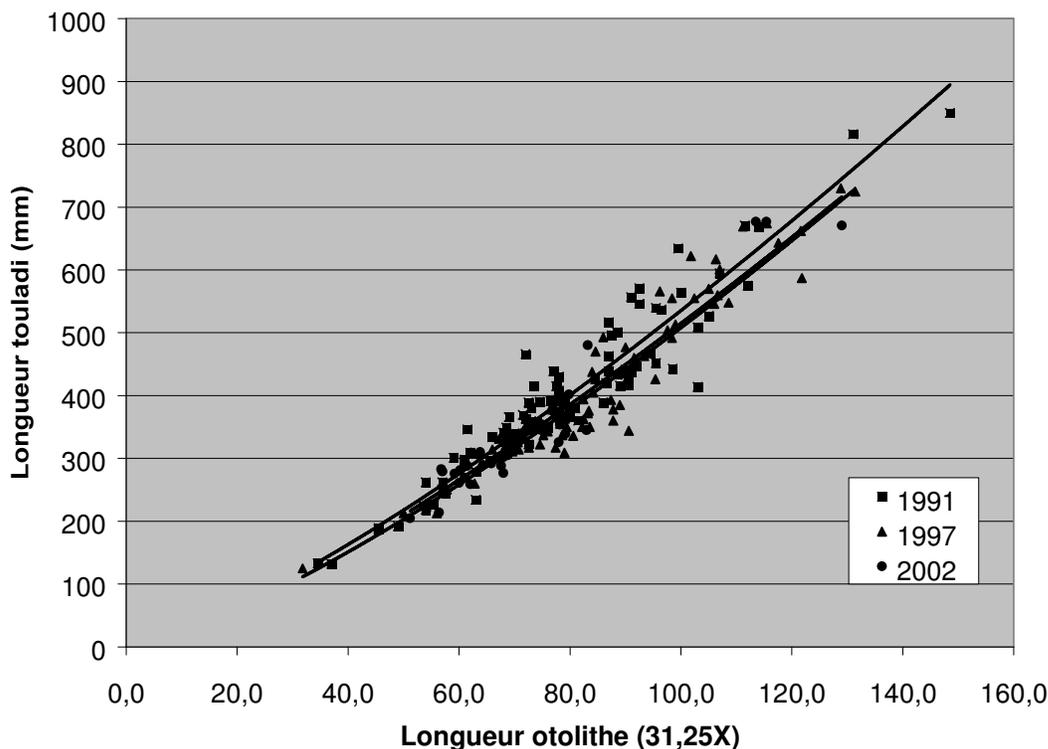
Dans une seconde analyse, on a groupé les données par contenu stomacal et l'année d'échantillonnage a été utilisée comme facteur explicatif. Pour les touladis considérés piscivores, l'âge et l'année d'échantillonnage sont des facteurs significatifs et les longueurs moyennes ajustées sont différentes selon les années. Un test de comparaison multiple de Tukey-Kramer distingue l'année 1984 des années 1991 et 1997, et les années 1997 et 2002. La longueur moyenne, toujours ajustée à l'âge moyen de 6,7 ans, était la plus faible en 1984 (399,9 mm) et la plus élevée en 1997 (518,7 mm). Pour les poissons considérés planctonophages, l'année d'échantillonnage n'est pas un facteur significatif ($P=0,299$).

L'allocation des touladis à l'un ou l'autre groupe repose sur la prémisse que l'alimentation est exclusivement piscivore ou planctonophage sur la foi d'une seule observation. De plus, les échantillons sont faibles à cause d'un nombre élevé d'estomacs vides. Comme la croissance est différente dans les deux groupes et que pour les touladis piscivores les longueurs moyennes ajustées sont différentes entre les campagnes de pêche, ce dernier groupe doit être considéré à part pour l'analyse de la croissance à partir des longueurs rétrocalculées. L'analyse de la croissance dans le groupe des planctonophages est plus hasardeuse, puisque c'est d'abord l'absence de poissons avant la présence de zooplancton qui est déterminante, et que tous les touladis se nourrissent de zooplancton lorsqu'ils sont jeunes (référence). Rappelons qu'en 1984, on a observé quatre touladis de 10 ans et plus dont l'estomac contenait des poissons, mais dont la croissance s'apparentait à celle des touladis planctonophages (figure 4). La figure 3 montre une dichotomie très nette dans le nuage de points dès l'âge de huit ans et l'absence de touladis entre 500 et 600 mm après cet âge. Ceci suggère que si l'alimentation peut être opportuniste chez les touladis matures, elle n'a pas ou peu d'influence sur leur croissance puisqu'il n'y a pas de touladis de taille intermédiaire (i.e. entre 500 et 600 mm). En élevage, il existe une grande variabilité dans la taille des touladis d'un même lot, tous nourris de la même moule. En nature, la taille adulte serait déterminée très tôt, selon la prépondérance du type d'aliments consommés.

A part l'année 1984 où d'ailleurs les annuli n'ont pas été mesurés sur les otolithes, les lectures d'âge ont été réalisées par la même personne avec les mêmes équipements (loupe binoculaire et chambre claire) et le même grossissement. Toutefois il n'y a pas eu mesure d'un étalon, puisque les valeurs relatives de la longueur des otolithes étaient suffisantes pour le rétrocalcul. La figure 5 montre la relation entre la longueur des otolithes et la longueur des touladis à la capture pour les campagnes de 1991, 1997b et 2002. Les courbes de 1997 et 2002 sont très semblables; le léger décalage de la courbe de 1991 peut être expliqué par l'abondance de poissons de grande taille dans cet échantillon. Ce sont des fonctions exponentielles qui décrivent le mieux les relations entre les deux variables. La relation entre la longueur totale et celle de l'otolithe (mesure du plus grand axe à partir du centre, grossissement de 31,25) est la suivante: $1,327 * (\text{longueur de l'otolithe})^{1,2965}$.

La figure 6 compare la croissance des touladis piscivores par campagne de pêche d'après la longueur moyenne rétrocalculée à chaque âge. La figure 7 montre la croissance des touladis planctonophages d'après les mêmes données.

Figure 5. Longueur de l'otolithe VS longueur des touladis par campagne de pêche



On a testé l'hypothèse que la longueur moyenne à chaque âge des touladis piscivores était plus grande que celle des touladis planctonophages par un test de t ou un test de rang de Mann-Whitney sur les médianes quand la normalité des distributions n'était pas avérée. Le tableau 5 affiche les longueurs moyennes à chaque âge et la probabilité qu'elles soient semblables en fonction du test utilisé, pour les âges 1 à 10 ans. La longueur rétrocalculée des touladis piscivores est supérieure à celle des planctonophages à tous les âges.

Tableau 5. Longueurs moyennes rétrocalculées des touladis piscivores et planctonophages

Âge	Longueur à l'âge		Test statistique	Probabilité (pisci. <= planc.)
	Piscivores	Planctonophages		
1	76,5	68,7	Mann-Whitney	0,003206
2	141,6	123,4	Test de t	0,000013
3	203,7	178,8	Mann-Whitney	0,000001
4	266,3	227,5	Test de t	0,000000
5	326,8	268,3	Test de t	0,000000
6	383,0	304,2	Test de t	0,000000
7	421,0	349,5	Test de t	0,000023
8	462,0	362,4	Test de t	0,000004
9	482,7	381,4	Test de t	0,000443
10	547,3	396,1	Mann-Whitney	0,000514

La croissance a été étudiée séparément pour les touladis piscivores et planctonophages. En regroupant l'ensemble des campagnes de pêche, on a comparé la longueur à chaque âge (âge un à neuf ans) des touladis par sexe, par un test de Kruskal-Wallis sur les médianes. Le test

révèle qu'il n'y a pas de différence de croissance entre les sexes, tant pour les touladis planctonophages que piscivores.

On a comparé la longueur à chaque âge des touladis piscivores par campagne de pêche par le même test sur les médianes et on a identifié les échantillons qui différaient les uns des autres par un test de comparaison multiple Tukey-Kramer quand l'hypothèse d'égalité était rejetée (tableau 6).

Figure 6. Taille moyenne à l'âge des touladis piscivores par campagne de pêche

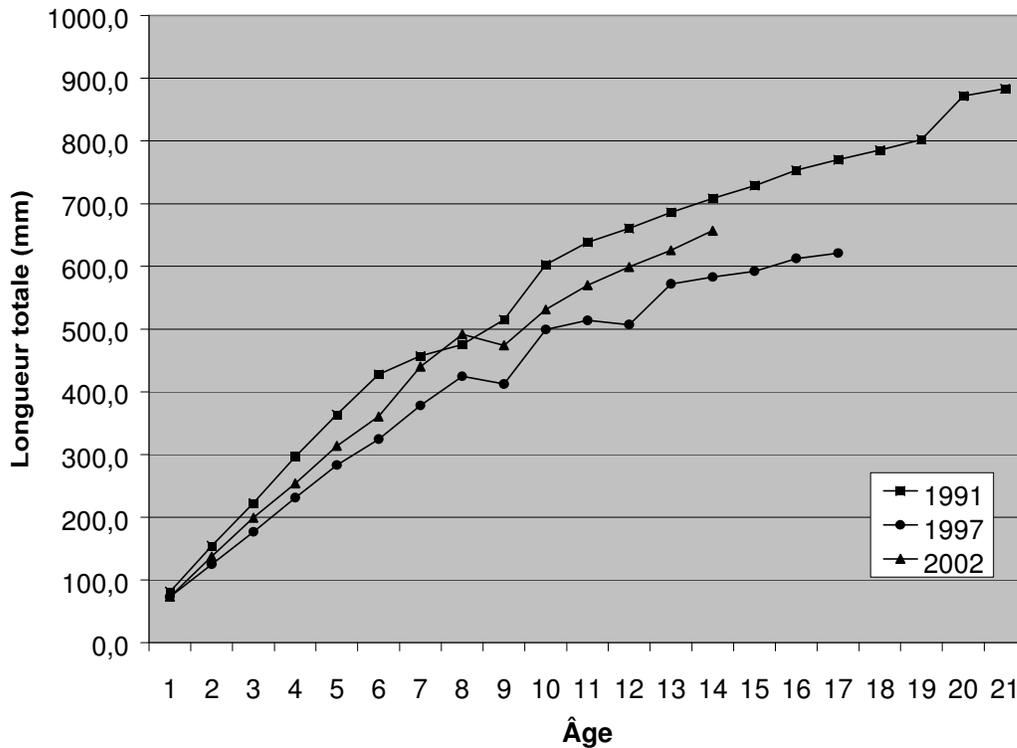


Tableau 6. Différences dans les longueurs à l'âge chez les touladis piscivores

Âge	Probabilité d'égalité des médianes	Différence entre les campagnes de pêche		
		1991-1997	1991-2002	1997-2002
1	0,034970	Non	Non	Non
2	0,000153	Oui	Oui	Non
3	0,000015	Oui	Oui	Oui
4	0,000006	Oui	Oui	Non
5	0,000060	Oui	Oui	Non
6	0,000210	Oui	Oui	Non
7	0,068861	N.A.	N.A.	N.A.
8	0,561047	N.A.	N.A.	N.A.
9	0,301857	N.A.	N.A.	N.A.
10	0,101701	N.A.	N.A.	N.A.

Les résultats indiquent que les touladis de la campagne de pêche de 1991 se distinguent de ceux des campagnes de 1997 et 2002 quant aux longueurs aux âges 2 à 6 ans, alors que la campagne de 2002 se distingue de celles de 1997 pour les longueurs à l'âge 3. Quant aux

longueurs à l'âge d'un an, un test de comparaison multiple de Kruskal-Wallis sur les médianes distingue les touladis de 1991 et 1997. La taille à un an est de 81,3 mm en moyenne chez les touladis capturés en 1991, elle est de 71,5 mm pour ceux de 1997 et 73,5 mm pour ceux de 2002. Les résultats indiquent que la croissance fut la plus rapide dans l'échantillon de 1991 et la plus lente dans celui de 1997. La figure 6 montre aussi un ralentissement de la croissance à l'âge de 8 ans en 1991 et à 9 ans en 1997 et 2002, pouvant correspondre à la maturité sexuelle.

Figure 7. Taille moyenne à l'âge des touladis planctonophages par campagne de pêche

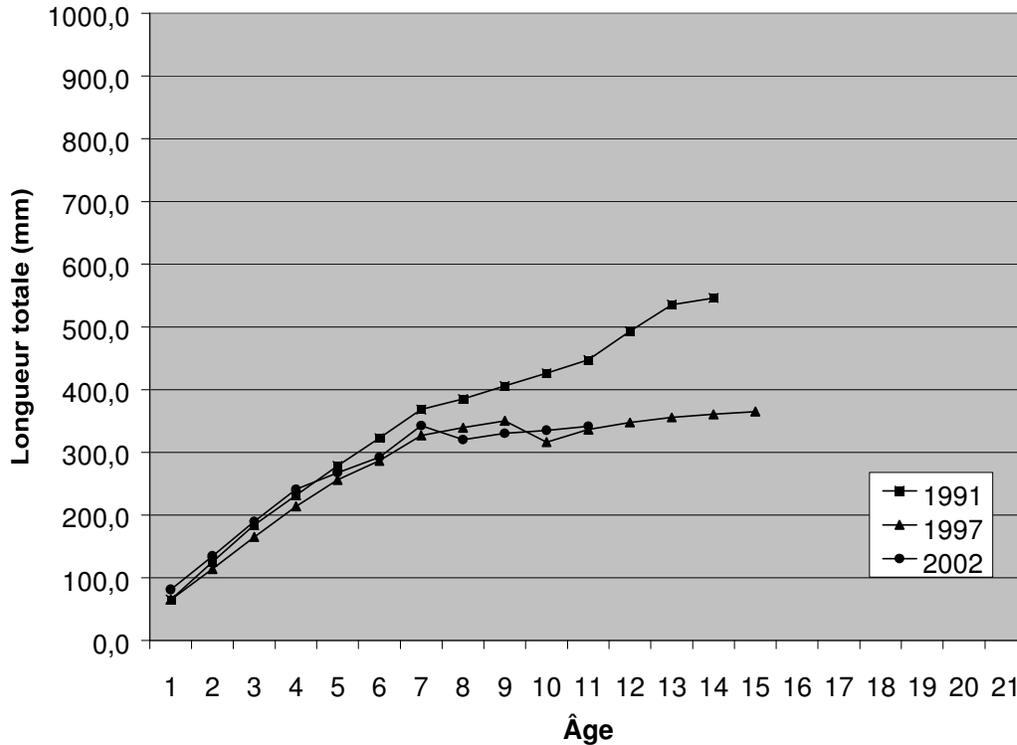


Tableau 7. Différences entre les longueurs à l'âge chez les touladis planctonophages

Âge	Probabilité d'égalité des médianes	Différence entre les campagnes de pêche		
		1991-1997	1991-2002	1997-2002
1	0,003948	Non	Oui	Oui
2	0,024764	Non	Non	Oui
3	0,004846	Oui	Non	Oui
4	0,013792	Non	Non	Oui
5	0,099354	N.A.	N.A.	N.A.
6	0,033682	Oui	Non	Non
7	0,117244	N.A.	N.A.	N.A.
8	0,097371	N.A.	N.A.	N.A.
9	0,082541	N.A.	N.A.	N.A.
10	0,016811	Oui	Non	Non

Pour les touladis considérés planctonophages, les résultats sont très différents (tableau 7) et n'indiquent pas de tendance claire entre les longueurs des touladis capturés en 1991 et 1997.

Les campagnes de 1997 et 2002 se distinguent quant aux longueurs médianes des âges un à quatre ans. La croissance aurait été plus rapide pour les touladis capturés en 2002 que pour ceux capturés en 1997.

Les courbes de croissance plafonnent à moins de 400 mm pour les poissons capturés en 1997 et 2002 (figure 7). La courbe atteint 550 mm en 1991, indice probable d'une alimentation mixte ou principalement piscivore chez certains de ces poissons qu'on a considérés planctonophages. Un ralentissement de la croissance, plus évident en 1997 et 2002, est observé à l'âge de 8 ans.

Maturité sexuelle

Les effectifs sont malheureusement trop faibles pour considérer séparément les touladis piscivores et planctonophages, alors que l'âge à la maturité sexuelle est vraisemblablement différent chez ces poissons dont la croissance est différente (Martin et Olver, 1980). Malgré cette limitation, dans l'optique où la proportion des touladis piscivores et planctonophages n'aurait pas changé au cours des différentes campagnes de pêche, le tableau 8 compare l'âge moyen, l'âge à la maturité sexuelle et la différence entre les deux (" t " d'Abrosov) pour les trois campagnes de pêche de 1991 à 2002, par sexe et pour les sexes regroupés. En 1984, à une exception près, on n'a pu déterminer le sexe des poissons immatures; les données de cette campagne ne sont donc pas fiables pour estimer l'âge à la maturité sexuelle par sexe.

Tableau 8. Indices de maturité sexuelle selon les campagnes de pêche

Année	Sexe	n	Âge moyen	Âge moyen à la maturité sexuelle		Âge médian à la maturité sexuelle	
				Âge	t d'Abrosov	Âge	t d'Abrosov
1984	Femelles	18	6,94	-	-	-	-
	Mâles	19	7,79	-	-	-	-
	Tous	56	6,48	5,0	1,48	4,5	1,98
1991	Femelles	39	6,44	8,42	-1,98	6,6	0,16
	Mâles	44	7,41	11,24	-3,83	5,0	2,41
	Tous	85	6,84	6,95	-0,11	5,9	0,94
1997	Femelles	41	6,56	12,8	-0,11	8,2	-1,64
	Mâles	35	7,29	6,18	-0,91	6,0	1,29
	Tous	76	6,89	11,0	-4,07	7,7	-0,81
2002	Femelles	37	5,46	9,6	-4,14	7,0	-1,54
	Mâles	40	6,23	11,2	-4,97	4,5	1,73
	Tous	77	5,86	6,8	-0,98	7,0	-1,14

La méthode de l'âge moyen pondéré à la maturité (Lysak, 1980) est basée sur tous les groupes d'âges et la valeur obtenue est fortement influencée par des poissons âgés immatures. Toutefois, Fry et Kennedy (1937, cités dans Martin et Olver (1980)) classaient les poissons selon quatre stades de maturité dont un pour les poissons inféconds. La distinction entre ces touladis qui ont déjà frayé mais ne le feront pas à la prochaine fraye (principalement dans le groupe d'âge 9 à 13 ans selon les auteurs précités) et les véritables immatures peut être difficile et fausser l'âge moyen à la maturité sexuelle. L'autre méthode utilisée calcule l'âge médian et n'utilise que les jeunes poissons jusqu'au groupe d'âge où la moitié ou plus des spécimens sont matures. L'amplitude des variations est beaucoup plus faible par cette méthode. Rappelons que le ralentissement de la croissance observé sur les longueurs rétrocalculées situe l'âge de la maturité sexuelle vers 8 ans chez les touladis planctonophages (figure 7) et 9 ans chez les piscivores (figure 6).

Les résultats montrent que la maturité sexuelle est atteinte beaucoup plus tôt chez les mâles (entre 4,5 et 6 ans) que chez les femelles (entre 6,6 et 8,2 ans) au réservoir Mondonac; l'écart

est généralement d'un an (Martin et Olver, 1980). Malgré des effectifs faibles, les tendances sont les mêmes chez les deux sexes : l'âge médian à la maturité, très bas en 1984, aurait augmenté jusqu'en 1997 et diminué légèrement en 2002. Une brève revue de la littérature scientifique montre que de telles variations peuvent être reliées à la mortalité ou à la croissance. L'interprétation de ces variations est d'autant plus risquée que l'âge à la maturité sexuelle, tel que mentionné plus tôt, est reconnu différent chez les touladis piscivores et planctonophages, tous deux présents dans cette population. La différence entre l'âge moyen des touladis capturés et l'âge à la maturité sexuelle ("*t*" d'Abrosov) est un indice du temps que les poissons ont pour se reproduire compte tenu de la mortalité. En 1984, la moitié des touladis avaient près de deux ans de reproduction avant de disparaître (sexes groupés), ce délai diminue à moins d'un an en 1991. En 1997 et 2002, la moitié des touladis disparaissent environ un an avant l'âge de se reproduire. La situation est particulièrement critique pour les femelles car l'indice est négatif en 1997 et 2002, de l'ordre d'un an et demi. Malgré l'âge moyen plus élevé chez les mâles, leur maturité hâtive leur permet de se reproduire nombreux; l'indice est toujours positif et atteint 1,7 ans en 2002.

Survie et mortalité totale

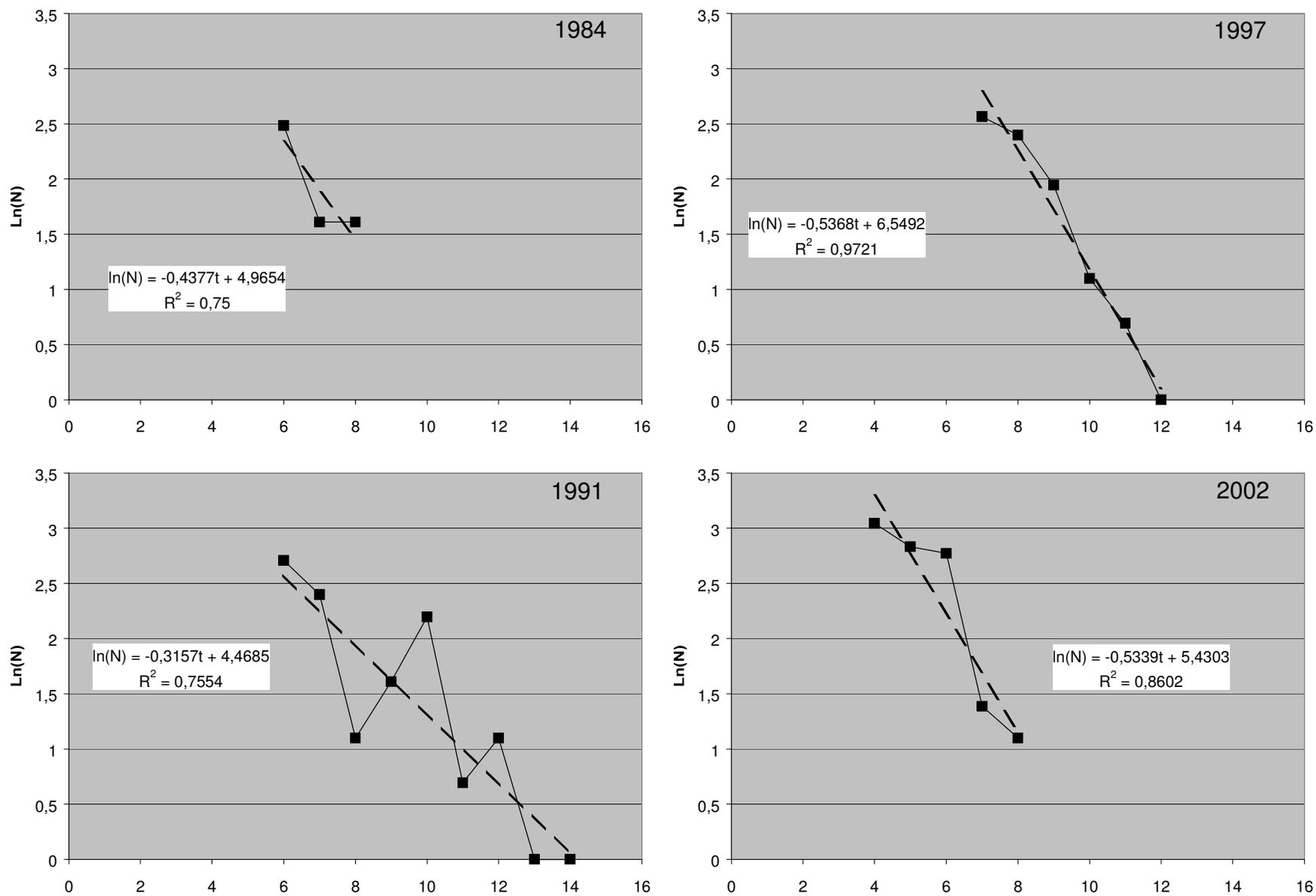
La survie a été calculée selon deux méthodes décrites par Ricker (1980), celle des âges codés de Robson et Chapman et celle basée sur les courbes de capture. Les résultats des deux méthodes par campagne de pêche sont comparés dans le tableau 9. Les courbes de mortalité sont illustrées sur la figure 8. Vu les faibles tailles des effectifs, on a conservé le sommet de la courbe (classe d'âge la plus forte dans les captures) malgré la possibilité d'une sélectivité des filets de pêche. Les données de 2002, où ce sont les individus de 4 ans qui sont les plus représentés, laissent entendre que la faible représentativité des jeunes classes d'âge ne serait pas due uniquement à la sélectivité des engins, d'autant plus qu'ils ne sont pas significativement plus gros (voir section sur la croissance) que lors des campagnes précédentes. On retiendra plutôt les classes d'âge 6 à 8 ans pour fins de comparaison.

Tableau 9. Taux de survie des touladis selon les campagnes de pêche

Année	Classes d'âge	Courbe de capture			Âges codés
		R2	Mortalité instantanée (Z)	Survie (S)	Survie (S)
1984	6 à 10 ans	0,75	-0,4377	0,646	0,463
1991	6 à 14 ans	0,76	-0,3157	0,729	0,694
1997	7 à 12 ans	0,97	-0,5368	0,585	0,566
2002	4 à 8 ans	0,86	-0,5339	0,586	0,549
	6 à 8 ans	0,87	-0,837	0,433	0,313

Les résultats ne sont pas probants pour les campagnes 1984 et 1991. En 1984, on ne peut utiliser que trois classes d'âge pour les calculs et l'équation de la droite de régression n'explique que 75% de la variabilité du nombre de captures (en logarithme naturel). La différence du taux de survie entre les deux méthodes est très grand; ces données ne peuvent être utilisées à des fins de comparaison. En 1991, c'est la présence de deux modes qui nuit à l'ajustement de la droite de régression ($R^2=0,76$), même si celle-ci respecte la tendance générale des données. Benoît et al (1993) avaient limité le calcul au segment entre les deux modes de 6 et 10 ans et obtenu une mortalité de 0,51 sur les données de 1991. Ce taux était considéré plus élevé que celui suggéré comme limite supérieure maximale à la surexploitation en Ontario (0,45). Les considérations sur les méthodes de calcul limitent fortement l'utilisation de ces données. La mortalité instantanée semble cependant avoir augmenté depuis 1991 et plus encore en 2002. En présumant que ces différences sont dues à la mortalité par la pêche, celle-ci était donc moins importante avant 1991 qu'en 1997 et 2002. D'après les résultats de 2002, le niveau d'exploitation est considéré excessif au réservoir Mondonac.

Figure 8. Mortalité des touladis (logarithme des captures en fonction de l'âge) selon les campagnes de pêche



Contenu stomacal et alimentation

La prise de données du contenu stomacal n'est pas normalisée, on a regroupé les proies en grandes catégories dans le tableau 10. On peut présumer que les proies notées comme larves d'insectes en 1984 étaient plutôt du zooplancton. Chez quelques touladis, on a noté à la fois la présence de poissons et de zooplancton; on n'a retenu que la présence du poisson et, tel que mentionné plus haut, ces touladis ont été considérés piscivores. Seuls les touladis capturés en profondeur en 1984 ont été retenus dans le tableau 10.

Tableau 10. Contenu stomacal des touladis par campagne de pêche

Catégorie	Nombre de touladis			
	1984	1991	1997	2002
Insectes	24	-	1	8
Zooplancton	-	41	32	21
Poissons sp.	12	26	16	13
Cyprin sp.	-	-	-	1
Doré jaune	-	-	1	-
Lotte	2	-	-	-
Méné de lac	-	2	-	1
Meunier rouge	-	1	2	1
Ouitouche	5	-	-	-
Perchaude	-	-	-	3
Touladi	-	1	1	-
Vide	6	14	23	27

Dans la majorité des cas, les poissons ingérés ne sont pas facilement identifiables. Dans le cas contraire, leur nombre est si faible qu'il ne semble pas y avoir de préférence pour une espèce en particulier.

On a vu plus haut que la proportion de touladis piscivores et planctonophages n'a pas changé d'une campagne à l'autre. Toutefois la proportion d'estomacs vides (indiqués comme tels ou présumés vides lorsque sans contenu identifié) a changé au cours des campagnes de pêche: 12,2% en 1984, 16,5% en 1991, 30,3% en 1997 et 38,0% en 2002. La probabilité que ces proportions soient semblables est très faible ($P=0,0017$) selon un test du χ^2 . On ne peut savoir à priori si cette condition affecte plus les touladis piscivores ou planctonophages. La taille des touladis semble avoir une influence sur la probabilité d'avoir ou non un estomac vide. Dans le tableau 11, on a regroupé les touladis par classe de longueur de 100 mm (exemple: classe 100 = 100 à 199 mm) pour étudier la proportion d'estomacs vides selon les campagnes de pêche. Les effectifs sont faibles dans certaines classes. Les données semblent indiquer que seuls des petits touladis (<400 mm) avaient l'estomac vide en 1984, alors que la proportion de plus gros touladis dans cette condition augmente dans les campagnes subséquentes. On considère que la méthode de capture aux différentes campagnes (filets pêchant de nuit, durée de pêche sensiblement la même) n'affecte pas la condition de l'estomac des poissons capturés.

Tableau 11. Proportion d'estomacs vides selon la longueur des touladis

Classe de longueur (mm)	Proportion d'estomacs vides							
	1984		1991		1997		2002	
100	20,0%	20,0%	40,0%	18,8%	0,0%	50,0%	50,0%	33,3%
200	20,0%		9,1%		60,0%		32,0%	
300	15,4%	15,4%	17,2%	17,2%	28,6%	28,6%	39,4%	39,4%
400	0,0%	0,0%	26,1%	15,0%	33,3%	28,6%	28,6%	58,8%
500	0,0%		0,0%		30,0%		40,0%	
600	0,0%		0,0%		14,3%		75,0%	
700	-		-		50,0%		100,0%	
800	-		0,0%		-		-	

Les touladis ont aussi été regroupés dans un deuxième temps en trois groupes: moins de 300 mm, de 300 à 399 mm, plus de 400 mm. Chez les touladis de moins de 300 mm, la proportion d'estomacs vides est très variable d'une campagne à l'autre. Pour les touladis de 300 à 399 mm (classe où les effectifs sont toujours les plus importants dans les échantillons), la proportion est sensiblement la même en 1984 et 1991, elle augmente nettement en 1997 et 2002. Pour les gros touladis, la proportion d'estomacs vides augmente fortement, de nulle en 1984 à près de 60% en 2002. Ces regroupements ont été faits sur la présomption que l'alimentation change avec la taille, comme le suggère la figure 3: indifférenciée en deçà de 300 mm, différenciation entre 300 et 400 mm, piscivore au-delà de 400 mm. Les conclusions qu'on peut tirer de ces changements sont corroborés par la fréquence des touladis de plus de sept ans avec du poisson dans l'estomac, puisque le type piscivore ou planctonophage semble bien différencié à partir de l'âge de huit ans selon la figure 3. En 1984, 55% des poissons de plus de 7 ans avaient du poisson dans l'estomac; ce pourcentage baisse à 35% et 41% en 1991 et 1997, et diminue encore à 25% en 2002, suivant une tendance inverse au nombre d'estomacs vides. Dans les faits donc, on ne peut conclure que la proportion des touladis piscivores et planctonophages n'a pas changé sur la foi du contenu stomacal à la capture, puisque la proportion des touladis à l'estomac vide augmente et qu'il s'agit principalement de piscivores.

Discussion

L'abondance relative du touladi était significativement plus élevée en 1984 que lors des campagnes de pêche suivantes. Les captures de meunier rouge et de lotte étaient aussi plus élevées en 1984, alors que ces espèces typiques de l'hypolimnion ne sont pas exploitées par la pêche (sportive ou de subsistance) et que l'habitat de reproduction du meunier rouge (généralement dans les tributaires, si propices) ne serait pas influencé par la gestion de l'eau du réservoir. D'autre part, il n'y a pas de différence entre les campagnes de pêche dans les captures des autres espèces. Malgré l'attention portée à ne retenir de la campagne de 1984 que les seules données comparables à celles des campagnes suivantes, il est possible qu'une partie de l'abondance des espèces de l'hypolimnion, dont le touladi, soit expliquée par des conditions particulières de capture en 1984. En ce qui concerne le touladi cependant, la différence est telle qu'on doit présumer que la population était nettement plus abondante cette année-là.

Conjugué à cette forte diminution de l'abondance, les variations de l'âge moyen et de la structure de taille indiquent un vieillissement de la population de 1984 à 1991. Ce n'est qu'en 2002 que la rareté des gros touladis est compensée par une augmentation notable des petits touladis. L'analyse des histogrammes d'âge indique que le recrutement du touladi est à son meilleur depuis ces dernières années où il n'y a plus de manipulation de poutrelles au barrage. À l'exception de ces résultats cependant, l'importance relative des cohortes ne semble pas due aux modalités d'opération du barrage l'automne de la ponte. Les cohortes les plus singulières, soit la forte de 1981 et la faible de 1983 (pontes des automnes 1980 et 1982 respectivement) n'ont pas été produites lors d'années où la gestion des poutrelles était différente de la norme habituelle. Lacasse et Gilbert (1992) avaient présumé que le retrait de toutes les poutrelles avant la fraye de 1983 se traduirait par un meilleur succès de reproduction, mais la cohorte de 1984 (touladis de 7 ans en 1991) ne se distingue pas des autres. Les touladis de la faible cohorte de 1983 étaient à l'état de fretins lors des bas niveaux de l'automne 1983, on peut supposer que ces conditions peuvent en diminuer la survie. Pendant la période où la différence entre les niveaux estival et hivernal était moindre (entre 1985 et 1997), le recrutement semble constant même si l'abondance est faible. Ces résultats suggèrent que toute manipulation du niveau de l'eau à l'automne a un effet négatif sur le recrutement du touladi et qu'un seuil fixe, tel que suggéré par Lacasse et Gilbert (1992) offrirait les meilleures conditions pour la survie des œufs.

Comme la proportion des touladis piscivores n'a pas changé significativement, du moins entre 1991 et 2002, on présume que ce facteur a peu d'influence sur la taille moyenne des touladis. La mortalité instantanée indique aussi une rareté grandissante des gros poissons (i.e. ceux dont la taille les rend presque totalement susceptibles à la capture par les filets de pêche) en 1997 et surtout en 2002. La mortalité instantanée est très élevée en 2002, plus de 0,8 sur le segment 6 à 8 ans. Le prélèvement des autochtones par la pêche de subsistance n'est pas connu, mais plusieurs villégiateurs avaient exprimé de l'insatisfaction face à cette pratique lors de l'enquête de 1993. Comme cette pêche se fait surtout au moment de la fraye, elle capture sélectivement les poissons matures et pourrait expliquer la très forte mortalité observée en 2002 chez les poissons de sept ans et plus.

L'analyse de la population de touladi est compliquée par la présence des deux groupes dont la taille diffère significativement selon l'alimentation. Selon les travaux de Vander Zanden et al (2000) sur leur niveau trophique, les touladis d'une même taille peuvent consommer une grande variété de tailles de proies, indice d'une alimentation opportuniste et omnivore. Néanmoins, la courbe âge-longueur montre une dichotomie très nette qui distingue deux groupes de touladis, Pour l'étude de la croissance par rétrocalcul à l'âge, le seul critère d'allocation des poissons au groupe piscivore ou planctonophage était le contenu stomacal au moment de la capture et une erreur à ce niveau peut fausser les résultats. Malgré cette possibilité qui réduirait les différences observées, les résultats montrent que la croissance est significativement plus élevée chez les touladis piscivores, un phénomène reconnu (Scott et Crossman, 1971). La croissance doit être

étudiée séparément pour chaque groupe. Les résultats indiquent des différences dans la croissance des touladis selon les campagnes de pêche.

La constance des lectures d'âge et de mesure des annuli d'une campagne à l'autre infirme l'hypothèse d'un artefact lié à la méthodologie, quoique la lecture des otolithes des poissons plus âgés soit plus difficile. Cette difficulté ou le phénomène de Lee, selon lequel la croissance des poissons plus âgés est plus lente, pourraient expliquer une partie des résultats si ces derniers étaient proportionnellement plus ou moins importants en nombre dans l'un ou l'autre des échantillons. Le tableau 12 présente la longueur moyenne à l'âge d'un an des touladis piscivores selon leur âge au moment de la capture.

Tableau 12. Longueur moyenne à un an selon l'âge à la capture des touladis piscivores

Âge à la capture	Longueur moyenne à l'âge 1 (mm)		
	1991 (n)	1997 (n)	2002 (n)
3	94,3 (2)	-	-
4	100,2 (3)	70,9 (1)	87 (2)
5	92 (2)	72 (2)	72 (7)
6	75,4 (10)	46,7 (1)	74,5 (6)
7	78,5 (4)	69,4 (5)	-
8	65,4 (2)	87,4 (5)	71 (2)
9	76,7 (4)	47,3 (1)	-
10	86,2 (1)	61,7 (1)	-
11	-	73,4 (1)	-
12	-	60,3 (1)	-
14	-	56 (1)	-
19	100,2 (1)	-	-
21	72,8 (1)	-	-
Moyenne	81.3	71.5	73.5

La variabilité est importante (entre 47 et 100 mm) et malgré la faiblesse des effectifs il ne semble pas y avoir de tendance en fonction de l'âge. La taille rétrocalculée de 100,2 mm du poisson de 19 ans en 1991 peut être due à l'opacité de l'otolithe et à la difficulté de détecter le premier annulus. La taille des jeunes touladis piscivores de 3 à 5 ans de 1991 (cohortes de 1986 à 1988) est particulièrement élevée alors que la lecture des structures est facile à ces âges.

Ce changement dans la croissance au cours des années peut être dû à une réduction du nombre de touladis et de la compétition pour les ressources alimentaires de type "poisson". Le touladi était abondant en 1984, on peut présumer que la réduction importante de la population a eu lieu peu après et s'est traduite par une augmentation sensible de la croissance des jeunes touladis, eux-mêmes peu nombreux. Malgré que la densité du touladi soit restée faible au cours des années suivantes, selon les résultats des campagnes de 1997 et de 2002, la croissance des jeunes fut significativement plus faible que celle observée en 1991. Parallèlement, on observe une rareté grandissante de la lotte de 1984 à 2002. Cette espèce de profondeur se nourrit presque exclusivement de poissons, sa rareté peut-elle être considérée comme un indice d'une rareté des poissons dont elle se nourrit, alors que sa reproduction peut aussi être affectée par la gestion de l'eau du réservoir? Les espèces généralement recherchées par le touladi dans son habitat préférentiel sont absentes du réservoir Mondonac (cisco, grand corégone, éperlan arc-en-ciel, ménomini rond et chabots). Les espèces du littoral susceptibles d'être ingérées (perchaude et cyprinidés) sont peu abondantes en profondeur (Vander Zanden et al, 2000), mais une étude sur la distribution pélagique du touladi dans des petits lacs montre que cette espèce ne se restreint pas à la niche thermique généralement reconnue ($10 \pm 2^\circ\text{C}$) (Sellers et al, 1998). Dans les trois lacs étudiés, le touladi occupait des eaux de 7 à 8°C plus chaudes la nuit, probablement

à la recherche de proies. Sellers et al (1998) présument que la présence de prédateurs d'eau froide ou chaude (comme le grand brochet dans leur cas) limite la distribution du touladi aux eaux profondes et aux ressources qui s'y trouvent. L'identification des poissons dans les estomacs de touladi (perchaude, meuniers, méné de lac) est rarement précise, on ne peut mesurer de changements dans leurs quantités. D'autre part, la proportion des touladis échantillonnés dont l'estomac est vide augmente continuellement depuis 1984, et ceci affecte plus particulièrement les touladis présumés piscivores (taille de plus de 400 mm à la capture), dont près de 60% avaient l'estomac vide en 2002. Les touladis adultes (lire "piscivores") peuvent devenir planctonophages si les poissons fourrages ne sont pas accessibles, par exemple à cause de la stratification thermique (Martin, 1966), laquelle était toujours en place lors des différentes campagnes de pêche. La présence récente de la perchaude et du doré jaune (un seul dans un estomac), rarement capturés aux profondeurs pêchées pour le touladi, pourrait être un facteur expliquant la situation de cette espèce. La perchaude peut servir de poisson fourrage au touladi quand celui-ci fréquente les couches d'eau supérieures, favorisant la proportion de touladis piscivores. Au contraire, l'implantation d'un nouveau prédateur, surtout en l'absence de véritable poisson fourrage dans l'habitat du touladi, pourrait réduire la disponibilité de proies du touladi en le confinant aux eaux profondes. Il n'y a pas eu de pêche scientifique pour documenter l'état de la communauté en eau peu profonde depuis 1984 dans le réservoir Mondonac, à l'exception des filets à cyprins en 1997 et 2002. Même abondant, le doré jaune est rarement capturé dans les filets à cyprins. La baisse drastique des captures dans les filets à cyprins de 1997 à 2002, tant en nombre qu'en diversité, indique cependant que la rareté de poissons fourrage est généralisée dans le réservoir. Deux hypothèses sont envisagées pour expliquer cette baisse: la prédation, déjà mentionnée, et les variations du niveau d'eau du réservoir. Dans ce dernier cas, 1997 et 2002 se distinguent par un régime différent. Le niveau printanier était plus élevé en 1997; c'est par sécurité qu'il était maintenu bas par la suite. Les espèces recensées de poissons fourrage se reproduisent au printemps ou au début de l'été. Un habitat de superficie restreinte à cette période pourrait nuire à leur reproduction ou les priver de l'abri nécessaire à leur croissance.

La rareté grandissante des poissons fourrages dans l'habitat estival du touladi peut donc, par un changement dans la diète, affecter la croissance des individus (Pazzia et al, 2002). Selon ces auteurs, cette rareté n'est pas nécessairement celle des poissons mais celle des gros poissons, créant ce qui est généralement désigné comme un étranglement trophique. Des proies trop petites relativement à la taille d'un touladi lui nécessitent plus d'énergie pour s'alimenter et limitent sa croissance. Il en est de même pour le zooplancton qui est une ressource alimentaire plus facilement disponible que les poissons, mais dont le rendement énergétique est moindre parce qu'elle est moins digestible et nécessite plus d'effort pour un même taux de croissance (Pazzia et al, 2002). Chez les jeunes touladis planctonophages, la croissance fut meilleure en 2002 qu'en 1997, mais pas différente de celle de 1991.

Non seulement les faibles effectifs rendent fragile l'estimation de l'âge à la maturité sexuelle, mais la difficulté de considérer séparément les touladis piscivores et planctonophages quant à leur maturation invalide grandement les conclusions qu'on peut tirer des variations observées, même si la proportion des deux types ne semble pas avoir changé significativement. Martin (1966) a montré que les touladis planctonophages atteignent la maturité plus jeunes et à une taille moindre que les touladis piscivores. Le calcul de la taille à la maturité n'est donc pas pertinent. La tendance d'une augmentation de l'âge à la reproduction de 1984 à 1997, puis d'une diminution sensible en 2002 suit celle de l'âge moyen. Si les variations de l'âge moyen s'expliquent par la structure de la population, celles de l'âge à la maturité sexuelle devraient répondre à d'autres facteurs. Les variations dans le développement des gonades sont attribuées à l'abondance et à la qualité de la nourriture (Martin et Olver, 1980). Healey (1978) suggère que la fécondité peut augmenter avec l'exploitation comme mécanisme compensatoire à une augmentation de la mortalité. Il pourrait en être de même de l'âge à la maturité sexuelle, dont l'augmentation ici indiquerait que l'exploitation n'en est pas la cause. Jusqu'en 1997, le faible recrutement serait le facteur responsable de l'état de la population. En 2002, un recrutement plus abondant se traduit par une diminution de l'âge moyen et de l'âge à la reproduction, en autant que les échantillons soient considérés représentatifs de la population.

La présence simultanée de touladis piscivores et planctonophages dans le même plan d'eau complique la gestion de la pêche sportive hors des territoires organisés (i.e. réserves fauniques, zecs et pourvoiries) où la masse totale prélevée n'est pas connue. Martin (1966) avait déjà soulevé la difficulté de gérer l'exploitation sportive du touladi par une taille minimale à cause de la variabilité de la taille à la maturité qui découle du type d'alimentation. Dans le parc Algonquin, cette taille variait de 28 à 48 cm (11 à 19 pouces), soit 25 à 33 cm (10 à 13 pouces) et surtout à l'âge de six ans pour les touladis planctonophages, et 38 à 46 cm (15 à 18 pouces) et surtout à l'âge de sept ans pour les piscivores. Au réservoir Mondonac, la taille moyenne pondérée d'après les rétrocalculs est d'environ 32 cm à six ans pour les touladis planctonophages et d'environ 42 cm à sept ans pour les piscivores. La réglementation en vigueur de 1993 à 2001 exigeait la remise à l'eau des touladis entre 35 et 50 cm. Cette gamme de taille protégeait les gros géniteurs planctonophages et les petits géniteurs piscivores. Le concept d'une taille minimale est plus facile à comprendre que celui d'une gamme de tailles. On a constaté, lors de l'analyse de données de carnets de pêche distribués aux pêcheurs sportifs au lac Souris, qu'au moins un d'entre eux avait compris la mesure à l'envers et conservait tous les touladis entre 35 et 50 cm.

La réglementation actuelle (depuis 2001) impose la remise à l'eau des poissons de moins de 40 ou 50 centimètres, selon la croissance des touladis. Une taille limite de 40 cm protège adéquatement les touladis planctonophages matures mais exploite fortement les touladis piscivores matures. Le type d'alimentation ne semble pas déterminé génétiquement chez le touladi, de sorte qu'il n'y a pas de nécessité de protéger un type plutôt que l'autre. Selon Martin (1966), le rendement d'un plan d'eau, en termes de masse par superficie, est sensiblement le même pour les deux types. En favorisant le prélèvement des gros touladis piscivores, aussi un effet de la mesure réglementaire précédente, on réduit la pression qu'ils exercent sur les poissons fourrages et on permet aux petits touladis d'en profiter. Selon cette hypothèse, le doré jaune n'est pas un compétiteur sérieux du touladi pour le moment, mais pourrait le devenir s'il s'implante et force une alimentation planctonophage chez le touladi. Pour Pazzia et al (2002), les conséquences des introductions délibérées ou non de nouvelles espèces de poissons dans les lacs à touladi sur le réseau trophique et les interactions entre les espèces sont mal connues; les gestionnaires de ces ressources devraient adopter une vision multispécifique. En termes de suivi des populations, cela implique un suivi de la communauté globale et non seulement du touladi.

Considérant la prédominance des touladis planctonophages avérés dans les captures (60%), hausser la limite de taille à 45 ou 50 cm réduirait de beaucoup le prélèvement par la pêche pour le moment. A long terme toutefois, la population peut souffrir d'une limite de taille trop basse si elle favorise l'apparition du type piscivore chez les touladis mais les prélève avant la reproduction. La population devrait faire l'objet de pêches scientifiques récurrentes face à sa dynamique particulière.

Conclusion

La faible taille des échantillons recueillis sur les populations de touladis de petits plans d'eau limite l'analyse des données quand plusieurs paramètres peuvent expliquer les différences observées. Dans le cas présent, le type alimentaire influence non seulement la croissance des poissons et par extension l'âge et la taille à la maturité sexuelle, mais probablement aussi la mortalité. Comme le type alimentaire est déterminé uniquement par le contenu stomacal à la capture, l'échantillon est non seulement divisé entre les deux types reconnus (piscivore ou planctonophage), mais réduit dû aux estomacs vides ou dont le contenu ne correspond pas à ces types. La présence de nombreux poissons dans l'estomac de touladis dont la croissance est typiquement planctonophage montre aussi que l'espèce peut être opportuniste en ce qui concerne son alimentation. L'absence de proies habituellement recherchées par le touladi dans son habitat préférentiel et la possibilité de nouvelles espèces dans la communauté fragilisent la situation de la population de touladi du réservoir Mondonac.

L'effet négatif du barrage sur le recrutement du touladi, tel que documenté en 1992, est confirmé par la pêche scientifique la plus récente. Le recrutement est à son meilleur ces dernières années, depuis que le nombre de poutrelles réduit est fixe, ce qui réduit l'amplitude des variations de niveau entre l'été et l'hiver. On ne peut cependant prédire, à la lumière des régimes différents sous lesquels la population de touladi du réservoir Mondonac s'est reproduite et la force des cohortes qui en sont issues, les impacts d'un nouveau barrage à vannes sur son recrutement. L'impact de la pêche de subsistance, par prélèvement des géniteurs au moment de la fraye, pourrait être majeur. Répété à intervalles trop rapprochés, un tel prélèvement maintiendrait la population de touladi bien en deçà de la capacité de support de l'habitat du réservoir.

En ce qui concerne la gestion de la pêche sportive, la gamme de tailles protégées (35 à 50 cm) ne semble pas avoir donné les résultats escomptés. Malgré la présence de touladis piscivores de plus grande taille qui les rendait plus susceptibles à la capture sportive sous cette réglementation, les touladis entre 35 et 50 cm étaient plus rares dans les captures scientifiques pendant cette mesure qu'avant. La limite de taille minimale de 40 cm actuellement en vigueur au réservoir Mondonac est jugée adéquate pour la protection de la pêcherie, vu la prédominance du type planctonophage dans la population. La situation pourrait changer si la perchaude s'implante et que l'apparition de touladis piscivores est favorisée, comme ce semble déjà être le cas. Au contraire, l'implantation du doré jaune pourrait confiner le touladi et favoriser le type planctonophage. A cause de sa dynamique particulière dans une communauté changeante, le touladi du réservoir Mondonac devrait faire l'objet de pêches scientifiques à intervalles réguliers. Toutefois, la méthode de pêche normalisée pour le touladi ne permet pas de suivre l'évolution de la communauté, alors qu'elle pourrait avoir une influence directe sur l'état de la population du touladi par l'implantation de compétiteurs ou de nouvelles proies. Un tel suivi exigerait une augmentation de l'effort de pêche et ne serait pas pertinent dans la plupart des cas. Une pêche de communauté pourrait être réalisée à intervalles plus longs pour couvrir cette éventualité.

Bibliographie

- Benoît, J., Scrosati, J. et D. Dumont. 1998. *Situation du touladi (salvelinus fontinalis) des réservoirs Châteauvert, Kempt, Manouane et Mondonac*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale Mauricie - Bois-Francs. 85 pages et 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, Ont. Min. Nat. Resour., Toronto. 193 pages.
- Fry, F.E.J. et W.A. Kennedy. 1937. *Report on the 1936 lake trout investigation. Lake Opeongo, Ontario*. Univ. Toronto Stud. Biol. Ser. 42, Pub. Ont. Fish. Res. Lab. Vol 54: 1-20.
- GDG Environnement ltée. 1992. *Aménagement hydraulique. Barrage Mondonac. Evaluation environnementale*. Rapport produit pour Hydro-Québec. 79 pages et annexes.
- Healey, M.C. 1978. *Dynamics of lake trout exploited populations and implications for management*. Journal of Wildlife Management, vol. 42: 307-328.
- Houde, L. et J. Benoît. 1996. *Enquête sur la pêche au touladi au réservoir Mondonac*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale Mauricie - Bois-Francs. 31 pages et annexes.
- Lacasse, S. et L. Gilbert. 1992. *Évaluation de l'impact du marnage sur la reproduction du touladi au lac Mondonac*. GDG Environnement ltée, pour le service Activités d'exploitation, vice-présidence Environnement Hydro-Québec. 82 pages et annexes.
- Martin, N.V. 1966. The significance of food habits in the biology, exploitation, and management of Algonquin Park, Ontario, lake trout. Trans. Amer. Fish. Soc. 95(4): 415-422.
- Martin, N.V. et C.H. Olver. 1980. *The lake charr, salvelinus namaycush*. In *Charrs: Salmonid fishes of the Genus Salvelinus*, E.K. Balon (Edit.), Dr. W. Junk bv Publ., The Hague, p. 205-277.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune. 1994. *Guide de normalisations des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF*. Direction de la faune et des habitats. Directions régionales. Québec. 32 pages et annexes.
- Pazzia, I., M. Trudel, M. Ridgway et J. B. Rasmussen. 2002. *Influence of food web structure on the growth and bioenergetics of lake trout (salvelinus namaycush)*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 59: 1593-1605.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Bulletin 184. 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*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55: 170-179.
- Vander Zanden, J., B.J. Shuter, N.P. Lester et J.B. Rasmussen. 2000. *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.