

Plan de gestion du touladi

au Québec 2014-2020

Pour une pêche
durable
et de qualité!



Gestionnaire responsable : Jessy Dynes
 Directeur de l'expertise sur la faune aquatique

Auteurs :

Martin Arvisais, Direction de l'expertise sur la faune aquatique
Henri Fournier, Direction de la gestion de la faune de l'Outaouais
Daniel Nadeau, Direction de la gestion de la faune de l'Abitibi-Témiscamingue
Michel Legault, Direction de l'expertise sur la faune aquatique
Isabel Thibault, Direction de l'expertise sur la faune aquatique
Éliane Valiquette, Direction de l'expertise sur la faune aquatique

Référence à citer :

ARVISAIS, M., FOURNIER, H., NADEAU, D., LEGAULT, M., THIBAUT, I., et VALIQUETTE, É., 2017. Plan de gestion du touladi au Québec 2014-2020. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de l'expertise sur la faune aquatique, Québec, 63 p.

Cette publication est accessible au mffp.gouv.qc.ca/publications.

Pour plus de renseignements :

Direction de l'expertise sur la faune aquatique
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
880, chemin Sainte-Foy, 2^e étage
Québec (Québec) G1S 4X4
Téléphone : 418 627-8694
Télécopieur : 418 646-5179
Services à la clientèle : 1 866 248-6936
Service.citoyens@mrn.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2017
ISBN : 978-2-550-79535-3 (imprimé)
ISBN : 978-550-731115-3 (PDF)

Table des matières

1. Introduction	1
2. Objectifs du plan de gestion du touladi	1
3. Biologie et écologie	1
3.1 Description.....	1
3.2 Distribution.....	3
3.3 Écologie.....	7
3.3.1 Alimentation	7
3.3.2 Croissance	7
3.3.3 Reproduction.....	7
3.4 Habitat	9
4. Principaux facteurs limitants pour le touladi	11
4.1 Eutrophisation.....	11
4.2 Barrages et gestion des niveaux d'eau	11
4.3 Changements climatiques.....	13
4.4 Ouverture du territoire.....	14
4.5 Contamination.....	17
4.6 Introduction d'espèces aquatiques.....	18
4.6.1 Poissons.....	18
4.6.2 Invertébrés	18
4.6.3 Plantes	19
4.7 Introduction d'organismes pathogènes.....	20
4.8 L'exploitation par la pêche sportive	21
4.8.1 Diminution de la qualité de la pêche	22
4.8.2 Diminution du potentiel reproducteur	23
4.8.3 Pêche d'hiver au touladi.....	23
4.8.4 Pêche d'hiver aux autres espèces sur les lacs à touladi	25
5. Ensemencement des lacs avec du touladi	26
5.1 Historique et objectifs des ensemencements de touladi au Québec.....	26
5.2 Stratégies d'ensemencement.....	27
5.3 Efficacité des ensemencements.....	28
5.3.1 Ensemencements de repeuplement	28
5.3.2 Ensemencements de soutien à la pêche	29
5.4 Préoccupation génétique	30
5.4.1 Conservation génétique	30
5.4.2 Caractéristiques génétiques des populations de touladi du Québec.....	30
6. Importance du touladi au Québec	31
6.1 Groupes d'utilisateurs	31
6.1.1 Communautés autochtones	31
6.1.2 Pêcheurs sportifs	31
7. Gestion du touladi au Québec	32

8. Points de références biologiques.....	32
8.1 Points de référence biologiques intégrant la mortalité et l'abondance	33
8.2 Points de référence biologiques utilisant seulement l'abondance.....	34
8.3 Points de référence biologiques complémentaires	35
8.3.1 Biomasse de femelles matures.....	35
8.3.2 Densité seuil pour assurer le rétablissement d'une population	35
9. Données disponibles.....	37
10. État des populations de touladi au Québec.....	39
11. État de l'habitat du touladi au Québec	41
12. Objectifs de gestion du touladi au Québec	42
12.1 Outils de gestion envisageables.....	42
12.1.1 Réduction de la saison de pêche.....	42
12.1.2 Réduction des limites de prise et de possession.....	42
12.1.3 Utilisation de contingents annuels (quotas)	43
12.1.4 Utilisation d'une limite de longueur	43
13. Mortalité suivant la remise à l'eau.....	46
14. Modélisation de différents scénarios de gestion	47
15. Modalités de gestion retenues.....	49
15.1 Longueur minimum de 60 cm (zones de pêche 1 à 8).....	50
15.2 Longueur minimum de 45 cm (zones de pêche 9 à 18, 20, 21 et 25 à 28)	50
15.3 Longueur maximum de 60 cm (zones de pêche 19 sud A, 19 sud B, 22 sud, 22 nord, 23, 24 et 29)	50
15.4 Réduction de la limite de prise et de possession dans le nord du Québec	52
15.5 Maintien de la gestion par contingent annuel dans les territoires fauniques structurés.....	52
15.6 Fermeture de la pêche d'hiver sur les lacs à touladi.....	52
15.7 Remise à l'eau obligatoire du touladi sur les lacs de faible densité	52
15.8 Augmentation des investissements dans lesensemencements.....	53
15.8.1 Ensemencements de repeuplement	53
15.8.2 Ensemencements de soutien à la pêche	54
16. Habitat : marnage des réservoirs	54
17. Conclusion	55
Références bibliographiques	56

Liste des tableaux

Tableau 1.	Nombre et superficie des plans d'eau à touladi dans les zones de pêche du Québec.....	5
Tableau 2.	Répartition des lacs à touladi par classe de superficie (ha)	6
Tableau 3.	Liste des lacs avec marnage potentiel abritant du touladi au Québec.....	12
Tableau 4.	Comparaison du succès de pêche moyen au touladi pour les différentes zones de gestion de l'État du Maine entre les années 1994 et 1999 et les saisons estivales et hivernales (tiré de Johnson, 2001)	24
Tableau 5.	Approche réglementaire concernant la pêche d'hiver pour les différentes zones de pêche du Québec.....	25
Tableau 6.	Stratégies d'ensemencement du touladi utilisées au Québec depuis 1974..	28
Tableau 7.	Proportion de touladis ensemencés dans différentes populations de touladi faisant l'objet d'ensemencements de soutien	30
Tableau 8.	Nombre d'inventaires normalisés utilisés par cycle d'échantillonnage pour dresser un portrait de l'évolution de l'état des populations de touladi au Québec	37
Tableau 9.	Évolution de la BPUE et de la BPUEFM moyenne au cours des cinq cycles d'inventaire pour la période allant de 1988 à 2012.....	40
Tableau 10.	Avantages et inconvénients des différentes modalités envisageables pour gérer le touladi au Québec	45
Tableau 11.	Mortalité consécutive à la remise à l'eau de touladis capturés à la pêche sportive en période estivale	47
Tableau 12.	Limites de longueur ayant été modélisées pour des populations de touladi planctonophages et ichtyophages	48

Liste des figures

Figure 1.	Caractéristiques morphologiques typiques du touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>)	2
Figure 2.	Distribution du touladi (adaptée de Scott et Crossman, 1974)	4
Figure 3.	Répartition des eaux à touladi selon le type de territoire	6
Figure 4.	Longueur totale selon l'âge pour un segment de population ichtyophage (croissance rapide) et un segment de population planctonophage (croissance lente) au lac Maganasipi	8
Figure 5.	Âge et taille à maturité sexuelle pour a) une population planctonophage (Maganasipi) et b) une population ichtyophage (Témiscouata)	9
Figure 6.	Conditions de température et d'oxygène dissous requises en été pour le maintien d'une population de touladi (d'après Evans, 2005)	10
Figure 7.	Estimation de l'effort de pêche annuel moyen en fonction de la densité du réseau routier du bassin versant (tiré de Selinger et collab., 2006)	15
Figure 8.	Estimation hebdomadaire du nombre de pêcheurs (barre), du nombre de poissons capturés par heure (mince ligne bleue) et du rendement cumulé en touladi (ligne noire) au lac Michaud au cours de l'hiver et du printemps 1998, année d'ouverture de la pêche	15
Figure 9.	Taille moyenne des touladis dans le sud et le nord du Québec	16
Figure 10.	Modélisation de l'impact de l'augmentation de la pression de pêche sur la structure d'âge d'une population de touladi dans le nord du Québec	17
Figure 11.	Concentration moyenne de mercure dans la chair du touladi selon différentes classes de taille (source des données : MDDELCC)	18
Figure 12.	Structure en taille et en âge de populations ichtyophages de touladi, la première a) peu exploitée (lac Pluto) et la seconde b) fortement exploitée (lac Kipawa)	22
Figure 13.	Source d'insatisfaction des pêcheurs de touladi en regard des différents paramètres caractérisant la pêcherie (source : Léger Marketing, 2010)	23
Figure 14.	Évolution de la récolte de touladis sur le lac Brompton au cours de quatre saisons de pêche successives	24
Figure 15.	Nombre de lacs à touladi ensemencés au Québec entre 1928 et 2010	27
Figure 16.	Évolution des segments de population sauvages et ensemencés au lac des Trente-et-un-Milles	29
Figure 17.	Diagramme à quadrants permettant de porter un diagnostic sur l'état de santé et l'évolution d'une population de touladi au Québec	33
Figure 18.	Relation entre la LT^∞ et les CPUE de populations exploitées au RMS permettant de porter un diagnostic sur l'état d'une population de touladi	34

Figure 19. Évolution de l'abondance d'une population planctonophage exploitée, soumise à une longueur minimum de 45 cm pour différentes densités initiales de population	36
Figure 20. Relation entre la densité de la population de touladi et les CPUE.....	36
Figure 21. Répartition des inventaires de populations de touladi entre 1988 et 2012.....	38
Figure 22. Nombre de touladis capturés lors des 318 inventaires normalisés réalisés entre 1988 et 2012	39
Figure 23. Évolution de la proportion des populations de touladi considérées comme étant à l'équilibre ou en transition vers l'équilibre pour les différentes périodes d'échantillonnage	40
Figure 24. État de l'habitat des lacs à touladi au Québec sur la base de la concentration en oxygène dissous dans la colonne d'eau	41
Figure 25. Taux d'adhésion des pêcheurs de doré et de touladi à la mise en place de différentes modalités de gestion visant à améliorer la qualité de la pêche (source : Léger marketing, 2010)	46
Figure 26. Effet de différentes modalités réglementaires sur l'évolution de la densité de touladi au lac Memphrémagog (densité initiale 0,8 adulte/ha; pression 6 h/ha	48
Figure 27. Limites de longueur (cm) applicables au touladi et à ses hybrides (moulac et lacmou) dans les différentes zones de pêche du Québec depuis le 1 ^{er} avril 2014.....	49
Figure 28. Infrastructures routières du Québec.....	51
Figure 29. Cadre de gestion desensemencements de touladi.....	53

1. Introduction

Le touladi (*Salvelinus namaycush*), communément appelé truite grise, est le salmonidé indigène dont la distribution naturelle est la plus étendue en Amérique du Nord (Scott et Crossman, 1974) où il constitue une espèce indigène exclusive au nord du continent.

Typique des lacs aux eaux froides, stratifiées en été, bien oxygénées et peu productives, le touladi est l'un des plus gros poissons d'eau douce d'Amérique du Nord. Il fait depuis très longtemps l'objet d'une pêche soutenue. Au Québec, c'est l'une des principales espèces d'intérêt sportif.

Sa popularité auprès des pêcheurs a entraîné des prélèvements excessifs dans certaines populations. À la fin des années 1980, on estimait que le touladi était surexploité dans la plupart des plans d'eau d'accès libre du sud du Québec (MLCP, 1989). On notait aussi que certaines populations pouvaient être menacées par des problématiques liées à leur habitat, en particulier le marnage des réservoirs et l'eutrophisation.

À la fin des années 1980, un plan tactique a été préparé afin de redresser la situation (MLCP, 1989). Depuis, plusieurs mesures réglementaires ont été implantées pour réduire la récolte sportive, tout en maintenant le prélèvement. L'état des populations de touladi semble s'être stabilisé et, dans certains lacs, amélioré au cours des dernières années. Cependant, la situation de l'espèce sur l'ensemble du territoire reste préoccupante.

Étant donné que le touladi est en forte demande auprès des pêcheurs, mais que sa situation reste précaire par endroits, il s'avérerait essentiel de faire le point sur l'état de ses populations et de son habitat afin d'assurer une gestion durable de la ressource.

2. Objectifs du plan de gestion du touladi

Le plan de gestion du touladi au Québec vise à répondre aux objectifs suivants :

1. diagnostiquer l'état des populations de touladi et de leur habitat;
2. proposer des modalités pour optimiser la gestion de l'espèce afin de maintenir une exploitation durable et de qualité.

3. Biologie et écologie

3.1 Description

Le touladi appartient à la même sous-famille que les ombles, les truites et les saumons, celle des salmonidés. Il partage avec ces espèces certains traits typiques familiers aux pêcheurs : un corps fuselé, de petites écailles, des dents bien développées et une nageoire adipeuse, petite et charnue entre la dorsale et la queue. On peut distinguer le touladi des autres salmonidés par sa queue nettement fourchue. Son corps présente des taches crème sur fond variant du vert pâle ou gris au vert foncé, brun ou presque noir. Contrairement à l'omble de fontaine, le touladi ne porte aucun point rouge sur le corps (figure 1). Comme plusieurs espèces d'ombles, certains individus des populations nordiques de touladi peuvent faire des

incursions dans les estuaires ou en mer (Swanson et collab., 2010), bien que ce soit l'espèce la moins tolérante à la salinité.

Poisson rustique, le touladi s'accommode des conditions rudes des régions boréales et arctiques grâce à plusieurs adaptations : une longévité élevée, une grande taille et des œufs volumineux dotés d'une grande réserve d'énergie. Son métabolisme lui permet d'être actif et de croître à des températures plutôt basses. De plus, il a la capacité d'utiliser des refuges thermiques pour survivre aux conditions extrêmes (Gunn et Pitblado, 2004). Prédateur opportuniste, il se nourrit de presque tous les types de proies, mais peut aussi traverser de longues périodes de jeûne. C'est un nageur puissant qui peut parcourir de grandes distances pour satisfaire ses besoins, bien que, de manière générale, il soit peu porté à migrer.

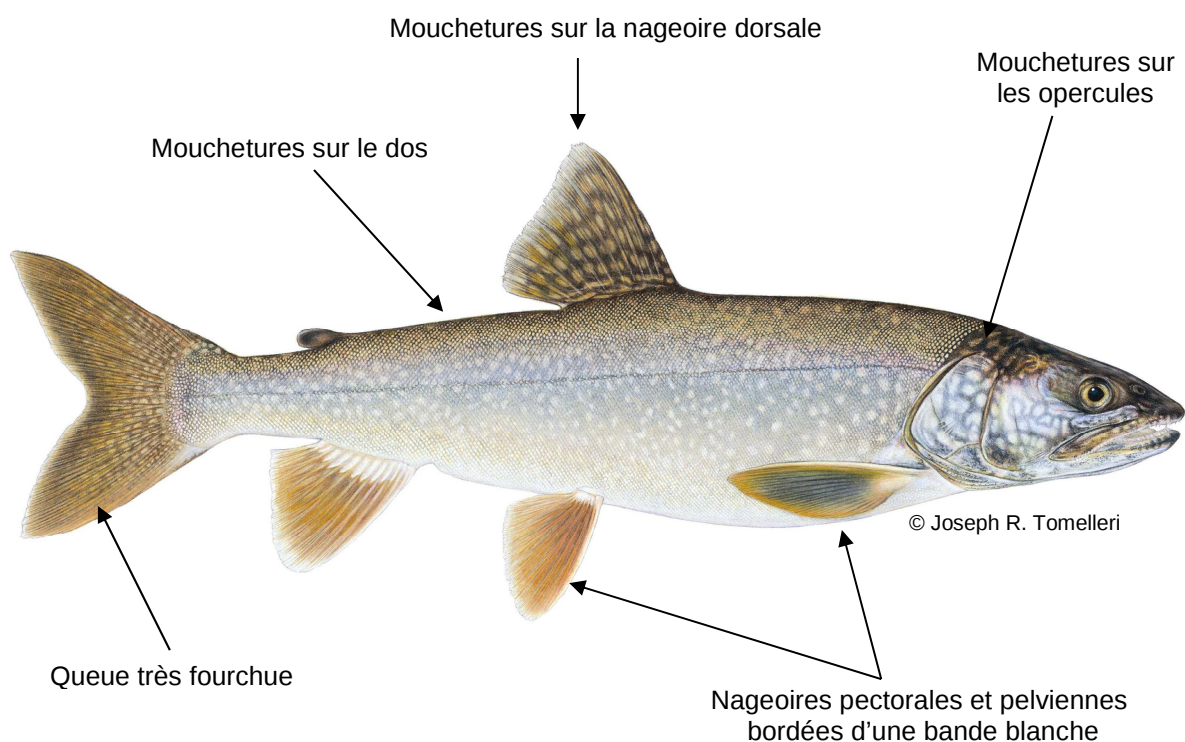


Figure 1. Caractéristiques morphologiques typiques du touladi (*Salvelinus namaycush*)

3.2 Distribution

Le touladi est présent dans le nord des Prairies, jusqu'au Yukon et au Nunavut. Dans l'est, sa distribution s'étend davantage vers le sud pour couvrir la région des Grands Lacs, ainsi qu'une partie de la Nouvelle-Angleterre et des Maritimes.

Au Québec, les connaissances sur la répartition de ce grand salmonidé au nord du 55^e parallèle sont fragmentaires, mais il semble que les lacs et les rivières aux eaux froides favorisent la présence de l'espèce sur une vaste partie du territoire. Moins commun dans le sud de la province, le touladi serait néanmoins présent dans au moins 1 000 plans d'eau, sur une superficie de 26 000 km² (figure 2 et tableau 1).

Le touladi a été introduit dans de nombreux plans d'eau pour diversifier l'offre de pêche. Une fois l'espèce implantée, ces plans d'eau sont considérés comme des lacs à touladi à part entière, puisque les populations s'y maintiennent naturellement. Bien que pratiquée autrefois, l'introduction du touladi n'est désormais plus permise au Québec.

La grande majorité de l'offre de pêche au touladi se situe dans le territoire public libre où se trouvent 52,6 % des lacs où la pêche de cette espèce est pratiquée, lesquels lacs représentent 81 % de la superficie en eau des lacs à touladi. L'ensemble des territoires fauniques structurés représente 47,4 % des lacs, mais seulement 19 % de la superficie en eau (figure 3).

La plupart des lacs à touladi du Québec ont une faible superficie (moins de 1 000 ha) (tableau 2). Ces petits lacs très nombreux comptent pour près de 85 % des plans d'eau à touladi du Québec, mais occupent une très petite portion de la superficie en eau (7 %). Ils ont toutefois une grande importance écologique puisque chacun abrite une population de touladi distincte. De plus, ces plans d'eau représentent souvent le site de pêche principal de pêcheurs en villégiature au bord de leurs rives. Ces pêcheurs constituent en quelque sorte une clientèle captive de ces plans d'eau.

La plus grande partie de la superficie des plans d'eau à touladi (93 %) est constituée de lacs de grande ou de très grande taille, situés majoritairement dans le nord du Québec (tableau 1).

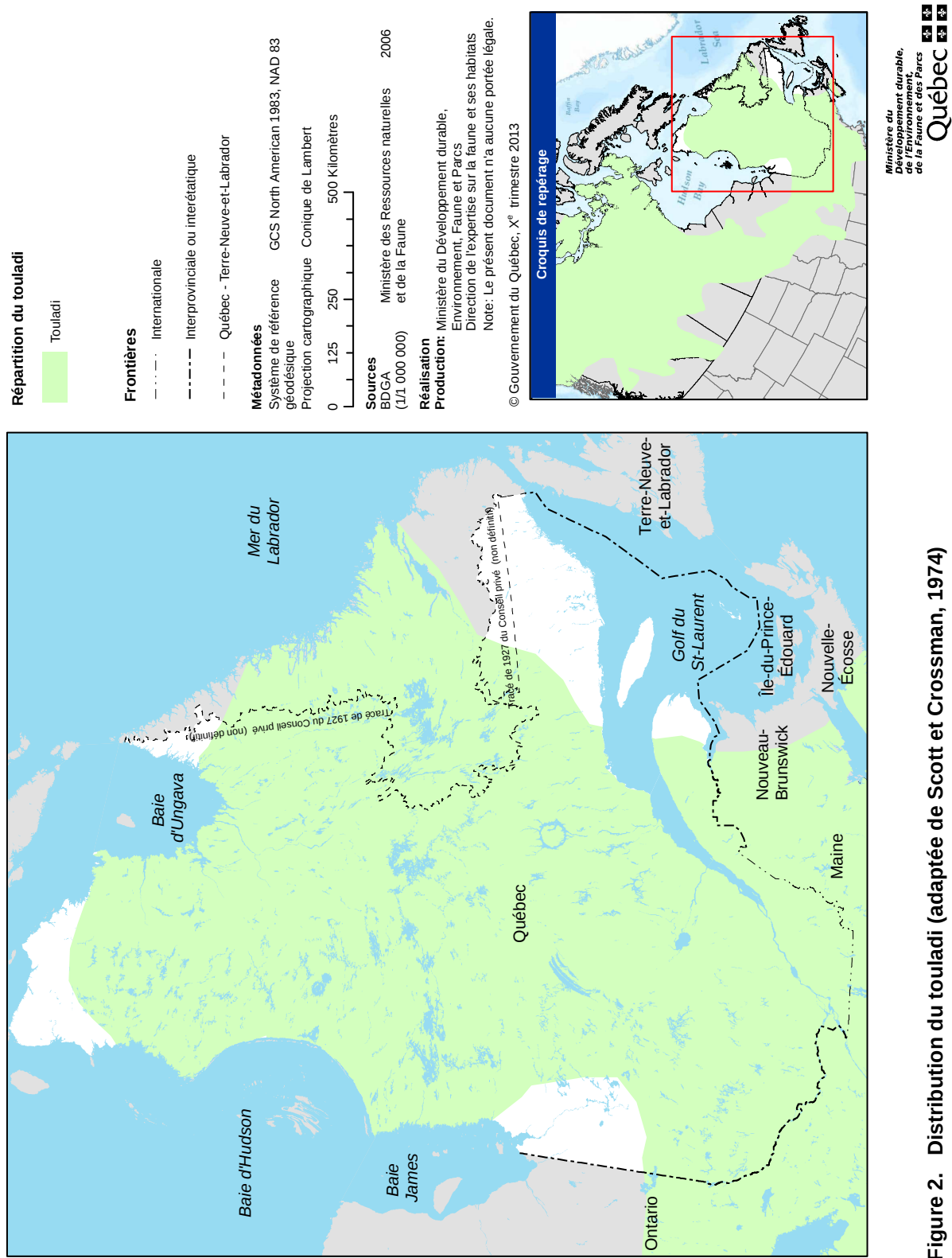


Tableau 1. Nombre et superficie des plans d'eau à touladi dans les zones de pêche du Québec

Zone de pêche	Nombre	Proportion (%)	Superficie (km ²)	Proportion (%)
Sud du Québec				
1	3	0,3	40,3	0,2 %
2	14	1,4	148,8	0,6 %
3	6	0,6	4,9	0,0 %
4	1	0,1	2,4	0,0 %
6	9	0,9	134,3	0,5 %
8	1	0,1	0,1	0,0 %
9	47	4,6	105,9	0,4 %
10	204	19,9	732,9	2,9 %
11	32	3,1	89,9	0,4 %
12	67	6,5	741,6	2,9 %
13	147	14,3	855,6	3,3 %
14	26	2,5	69,4	0,3 %
15	78	7,6	427,1	1,7 %
18	29	2,8	1065,1	4,2 %
25	1	0,1	3,5	0,0 %
26	226	9,9	380,0	0,9 %
27	17	1,7	54,3	0,2 %
28	118	11,5	1093,2	4,3 %
Sous-total	1026	87,8	5949,2	22,7 %
Nord du Québec				
17	18	1,8	454,0	1,8 %
19	32	3,1	2460,9	9,6 %
22	48	4,7	16172,0	63,1 %
23	1	0,1	5,0	0,0 %
29	26	2,5	723,6	2,8 %
Sous-total	125	12,2	19815,4	77,3 %
TOTAL	1151	100,0	25627,9	100,0 %

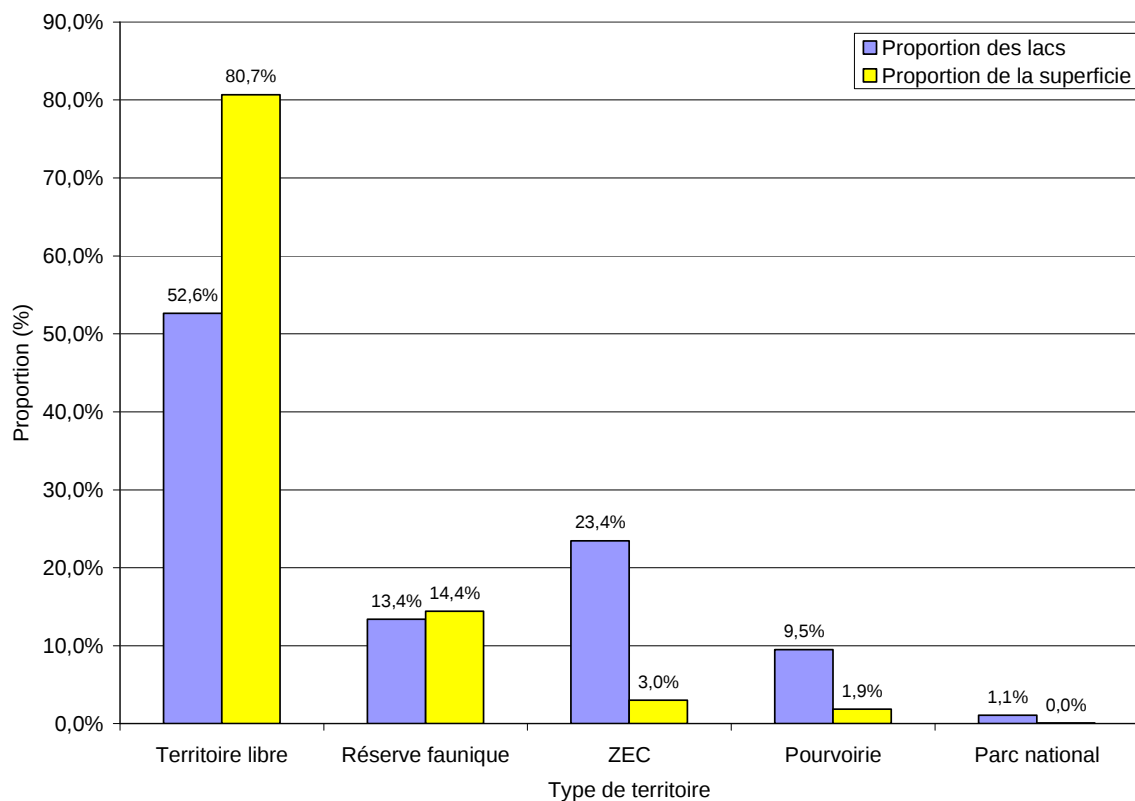


Figure 3. Répartition des eaux à touladi selon le type de territoire

Tableau 2. Répartition des lacs à touladi par classe de superficie (ha)

Superficie (ha)	Sud du Québec		Nord du Québec		Total	
	Nombre	Superficie (ha)	Nombre	Superficie (ha)	Nombre	Superficie (ha)
Petit ($\leq 1\,000$)	809	155 829	60	22 589	869	178 418
Intermédiaire ($> 1\,001$ et $\leq 5\,000$)	83	165 530	37	87 761	121	253 291
Grand ($> 5\,001$ et $\leq 10\,000$)	5	32 325	13	84 806	18	117 131
Très grand ($> 10\,001$ et +)	7	231 248	15	1 786 382	22	2 017 630
Grand total	904	584 032	125	1 981 538	1 030	2 566 470

3.3 Écologie

3.3.1 Alimentation

Le touladi est une espèce prédatrice qui occupe le plus souvent le sommet de la chaîne alimentaire. Il peut se nourrir d'une grande variété d'organismes : éponges d'eau douce, crustacés, plancton, insectes à l'état larvaire ou adulte, invertébrés benthiques, poissons et petits mammifères (Scott et Crossman, 1974). Son alimentation dépend de la disponibilité des organismes.

Dans les lacs qui contiennent peu de poissons fourrages, ou qui n'en contiennent pas, le touladi s'accommode de plancton et de benthos (population dite planctonophage), alors qu'il est majoritairement piscivore (population dite ichtyophage) lorsque les poissons fourrages sont abondants (Fournier et collab., 1990). Les populations ichtyophages croissent plus vite, atteignent une plus grande taille et vivent plus longtemps que les populations planctonophages.

Lorsqu'il est ichtyophage, le touladi préfère consommer du cisco de lac (*Coregonus artedii*) (Fournier et collab., 2007). Les autres espèces de poissons qui font partie de son alimentation sont : l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), le grand corégone (*Coregonus clupeaformis*), la perchaude (*Perca flavescens*), le chabot (*Cottus sp.*), le méné émeraude (*Notropis atherinoides*), l'épinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*), l'omisco (*Percopsis omiscomaycus*) et le meunier rouge (*Catostomus catostomus*).

3.3.2 Croissance

Le rythme de croissance du touladi est variable sur toute son aire de répartition, mais il est relativement rapide dans la partie centrale de sa distribution au Canada (Scott et Crossman, 1974). Différents facteurs tels la latitude, l'abondance, la qualité et la disponibilité des proies, la durée de la saison de croissance, la compétition et l'exploitation peuvent influencer le taux de croissance.

Le touladi vit en eau froide, dans des milieux où les proies présentent une faible abondance. Par conséquent, sa croissance est lente en comparaison d'autres espèces vivant dans des habitats moins austères. La croissance s'effectue au même rythme chez les deux sexes (Simard et Magnin, 1972; Magnin et collab., 1978; Thellen, 1986). Elle peut cependant varier de façon marquée d'une population à l'autre, selon les conditions climatiques régionales ou les écotypes, parfois à l'intérieur d'un même lac (figure 4).

Le touladi peut atteindre l'âge de 30 ans dans les plans d'eau du sud de la province, et jusqu'à 40 ans, voire davantage, dans les régions nordiques. Dans certains lacs, le touladi peut atteindre une taille impressionnante. Le record officiel de pêche à la ligne est un touladi pesant 32,8 kg (72 lb, 4 oz), capturé dans le Grand lac de l'Ours des Territoires du Nord-Ouest en 1995.

3.3.3 Reproduction

Le touladi se reproduit à l'automne, mais il y a de grandes variations d'un lac à l'autre, le moment de la fraie étant fonction de facteurs tels que la latitude, le climat, la grandeur et la topographie du lac (Scott et Crossman, 1974). De façon générale, la fraie a lieu lorsque la température de l'eau se situe entre 8 et 13 °C. Ces températures sont atteintes en septembre dans le nord du Québec et en octobre-novembre dans le sud.

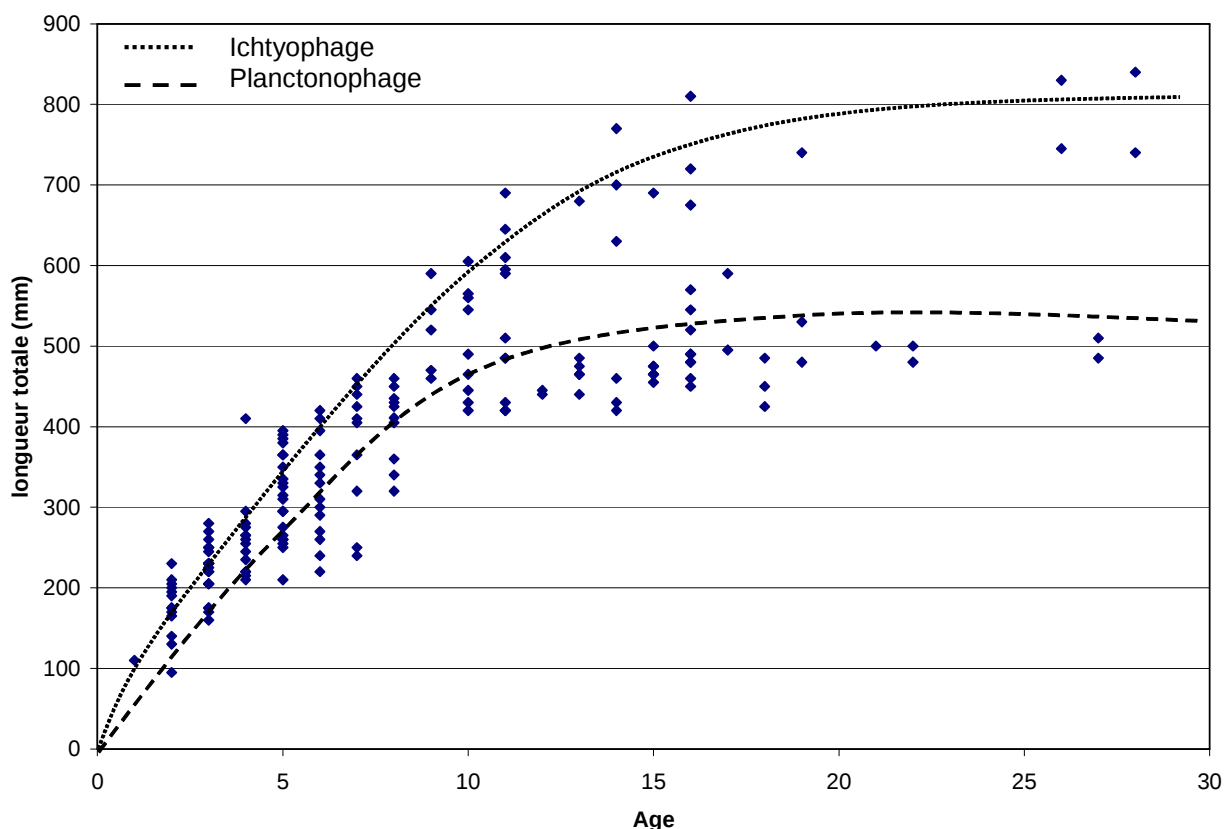


Figure 4. Longueur totale selon l'âge pour un segment de population ichtyophage (croissance rapide) et un segment de population planctonophage (croissance lente) au lac Maganasipi

Les frayères se trouvent en général près des rives des lacs, à moins de deux mètres de profondeur (Gunn et Sein, 2004). Elles se caractérisent par un substrat grossier, sans végétation et libre de particules fines (MacLean et collab., 1990). La fraie a lieu à la noirceur, généralement entre 19 h et 22 h. Les œufs, qui sont relativement gros et non adhésifs, sont déposés dans les crevasses formées par les grosses roches. La fécondité des femelles, qui augmente en fonction de leur taille, varie de 880 à 2640 œufs par kilogramme de poids corporel (Scott et Crossman, 1974). Au nord, certaines populations passent leur vie dans une rivière où elles y accomplissent tout leur cycle vital, y compris la reproduction.

L'incubation dure entre quatre et cinq mois et l'éclosion a lieu entre février et avril (Scott et Crossman, 1974; Chabot et Archambault, 1981; Pariseau, 1981). Les alevins restent immobiles dans les interstices du substrat jusqu'à ce que leur sac vitellin soit entièrement résorbé, ce qui prend environ deux mois (Baird et Krueger, 2000). Une fois qu'ils ont émergé du substrat, les jeunes migrent vers les eaux profondes (Martin et Olver, 1980).

L'âge auquel le touladi peut se reproduire pour la première fois varie en fonction de la situation géographique du plan d'eau. Dans le sud du Québec, les mâles deviennent matures lorsqu'ils sont âgés de cinq à sept ans et les femelles, de six à huit ans. Plus au nord, les touladis mettent encore plus de temps à atteindre la maturité sexuelle, parfois jusqu'à 13 ans (Scott et Crossman, 1974). Certaines populations, qui se nourrissent surtout de plancton, croissent lentement et les poissons sont plus petits lorsqu'ils atteignent la maturité que ceux provenant de populations qui se nourrissent de poissons (figure 5).

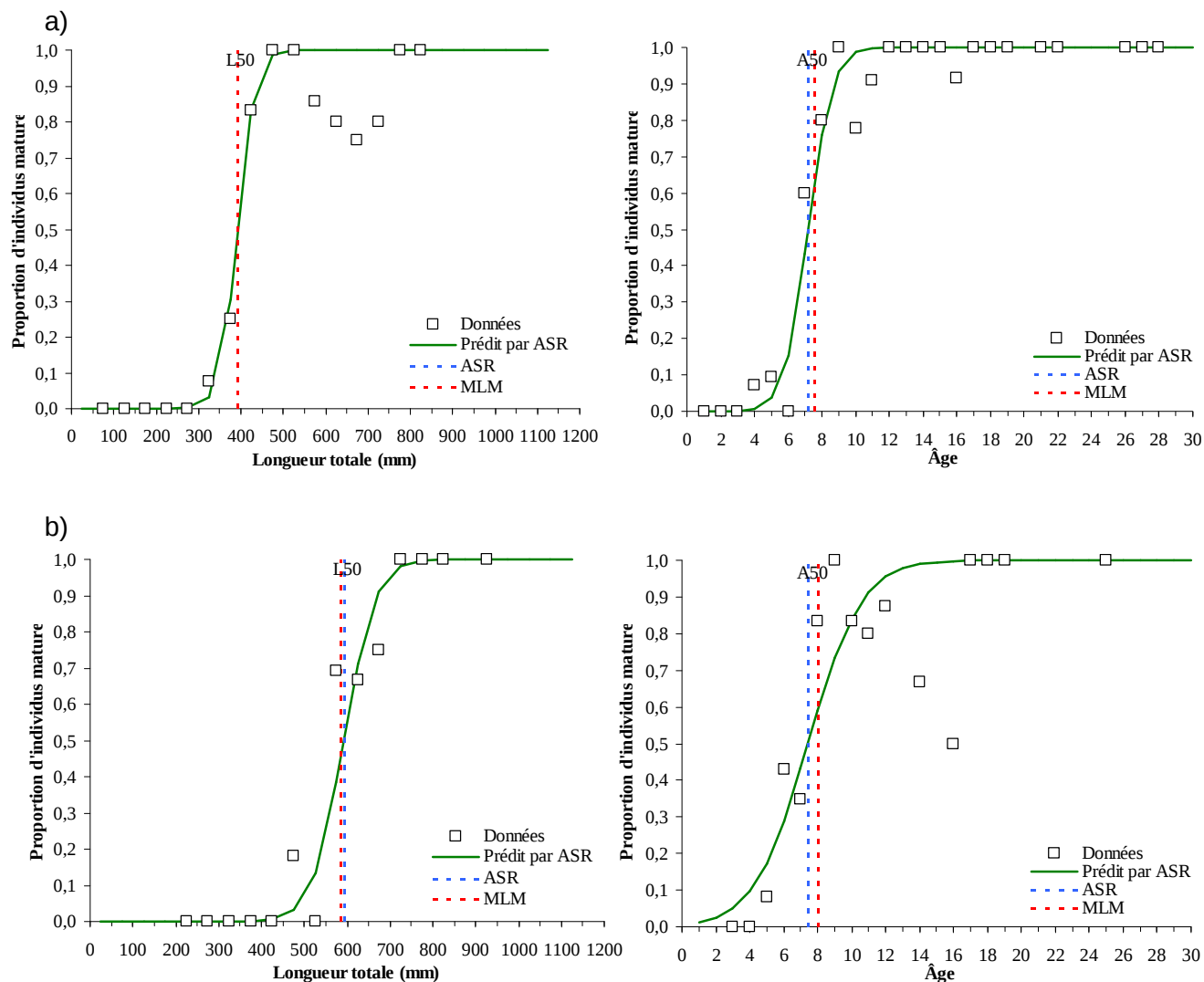


Figure 5. Âge et taille à maturité sexuelle pour a) une population planctonophage (Maganasipi) et b) une population ichthyophage (Témiscouata)

3.4 Habitat

Les populations de touladi requièrent un grand volume d'eau froide, bien oxygénée. Ces conditions sont omniprésentes dans les lacs et les cours d'eau du nord, mais dans la partie sud de son aire de répartition, le touladi ne les trouve que dans des lacs profonds et peu productifs. Dans ces plans d'eau, le réchauffement de l'eau en surface au cours de l'été pousse le touladi à se réfugier en profondeur, mais il peut faire de brèves incursions près de la surface pour s'alimenter.

Durant la période de *stratification thermique*¹ estivale, les couches d'eau superposées se mélangent peu. L'oxygène dissous dans l'*hypolimnion*² s'épuise peu à peu et le volume d'habitat propice au touladi rétrécit.

Les jeunes touladis de l'année migrent vers les profondeurs du lac dès qu'ils émergent du substrat de fraie. Les juvéniles se trouvent à de plus grandes profondeurs que leurs congénères plus âgés. Ce comportement leur évite d'être en présence des grands spécimens, minimisant ainsi le cannibalisme (Evans et collab., 1991; Evans, 2005).

Alors que les juvéniles se trouvent à des températures variant entre 4 et 8 °C, les adultes fréquentent les endroits où la température varie de 8 à 22 °C (figure 6). Compte tenu de ses exigences physiologiques, la concentration en oxygène dissous doit être supérieure à 7 mg/l pour que le touladi puisse répondre adéquatement à ses besoins. Sous ce seuil, la survie des juvéniles et la croissance des adultes diminuent, alors que l'espèce ne peut survivre dans des milieux où la concentration en oxygène est inférieure à 3 mg/l (Evans, 2005). Les jeunes touladis sont donc les premiers exposés aux effets préjudiciables d'une diminution de la concentration en oxygène qui a un effet négatif direct sur le recrutement.

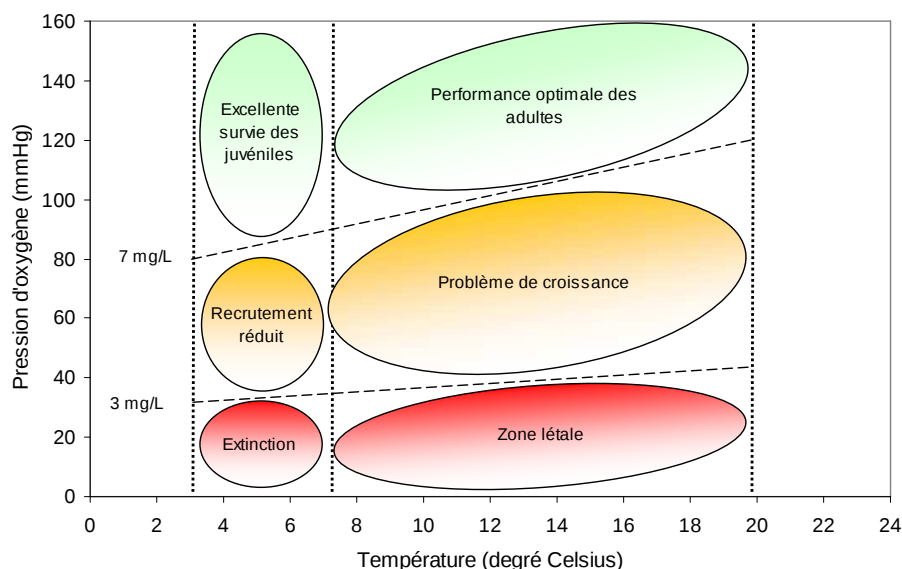


Figure 6. Conditions de température et d'oxygène dissous requises en été pour le maintien d'une population de touladi (d'après Evans, 2005)

¹ Pendant la saison estivale, l'eau à la surface d'un lac est chaude alors que celle en profondeur demeure froide et forme deux couches distinctes. Les deux couches ne se mélangent qu'à l'automne.

² Nom donné à la couche d'eau froide, en été, dans un lac.

4. Principaux facteurs limitants pour le touladi

4.1 Eutrophisation

Le terme *eutrophisation* désigne l'accroissement marqué de la productivité primaire d'un plan d'eau, causé par un apport extérieur de nutriments. Au Québec, le développement des végétaux dans les lacs est surtout limité par le phosphore disponible. Si cette substance est déversée en grande quantité dans un lac, on observe une croissance accélérée de certaines algues et plantes aquatiques. Les activités humaines à proximité d'un lac ou dans son bassin versant entraînent une augmentation des apports en phosphore (déboisement, rejets d'égouts et d'installations septiques, piscicultures, épandage de lisiers ou d'engrais, etc.).

Dans un lac en cours d'eutrophisation, la matière végétale des plantes mortes s'accumule au fond du plan d'eau et l'activité bactérienne engendrée par sa décomposition consomme une partie de l'oxygène dissous. Cette augmentation de la *demande biochimique en oxygène*³ (DBO) a pour effet de réduire le volume d'eau dans lequel peut vivre le touladi, en particulier dans les zones les plus profondes où se trouvent les juvéniles (Evans et collab., 1991).

On ne possède pas de données précises permettant de suivre l'eutrophisation des lacs à touladi du Québec. Cependant, selon une évaluation datant du début des années 1990, près de 10 % de la superficie totale des eaux à touladi du sud de la province, soit environ 5568 m² d'habitat, souffrait déjà d'un enrichissement excessif (Prairie, 1994).

Il est possible de ralentir, voire d'arrêter l'eutrophisation d'un plan d'eau en limitant les apports externes de phosphore. Pour cela, il faut que les activités humaines et l'utilisation des sols dans le bassin versant soient coordonnées et autorisées en tenant compte de la capacité du lac à recevoir cette substance sans être perturbé (Dillon et Rigler, 1975; Alain et Le Rouzès, 1979; Reckhow et collab., 1980; Dillon et collab., 1986; Ryding et Rast, 1989; Hutchinson et collab., 1991).

Le phosphore déversé est naturellement éliminé et s'accumule dans les sédiments au fond du lac. Il y demeure tant que la concentration d'oxygène reste élevée. Lorsque celle-ci diminue ou que l'hypolimnion devient anoxique, le phosphore accumulé dans les sédiments est relâché dans le milieu et contribue à l'enrichissement du lac. Cette source de phosphore peut éventuellement devenir très importante.

4.2 Barrages et gestion des niveaux d'eau

On estime que près de 70 lacs réservoirs abritent des touladis au Québec. Près de 60 % de leur superficie totale est réservée à la production d'hydro-électricité. Selon leur fonction, ces lacs avec barrage peuvent être sujets à des variations saisonnières du niveau d'eau. Ceux qui servent à produire de l'électricité subissent une baisse pendant l'hiver, alors que le volume d'eau turbiné s'accroît pour répondre à la demande d'énergie. L'amplitude du marnage hivernal peut se situer entre 0,25 et 7,0 m selon les plans d'eau. Comme le touladi dépose ses œufs à

³ Quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation biologique de la matière organique au fond du lac.

moins de deux mètres de profondeur en moyenne (Benoît et Legault, 2002), cet abaissement du niveau d'eau peut nuire à sa reproduction en exondant les œufs et entraînant leur mort.

Diverses approches ont été proposées pour limiter les impacts de la variation du niveau d'eau dans les réservoirs sur les touladis : aménagement de frayères sous la zone de marnage, introduction d'une souche de touladis frayant en profondeur ou ensemencements de soutien pour suppléer au manque de reproduction naturelle. L'aménagement de frayères sous la zone de marnage a donné de bons résultats sur le lac aux Sables en Mauricie (Benoît et Legault, 2002). Les ensemencements de soutien, lorsqu'ils sont faits dans de bonnes conditions, s'avèrent aussi efficaces. Ils sont cependant coûteux, tant financièrement qu'en termes de ressources humaines. Quant à l'introduction d'une souche de touladis frayant en profondeur, elle n'a jamais été expérimentée au Québec.

Dans certains cas, une bonne gestion du niveau d'eau d'un réservoir permet de concilier la production d'électricité et la conservation des populations de touladi. On peut notamment induire un marnage équivalent au marnage hivernal avant la période de la fraie afin que celle-ci ait lieu sous la limite de marnage hivernal. C'est actuellement le cas dans 20 réservoirs au Québec qui font l'objet d'une entente de gestion du niveau d'eau afin de favoriser la reproduction du touladi (tableau 3). Dans la plupart des cas cependant, aucun suivi n'est fait pour évaluer l'efficacité de l'entente, de même que son respect au fil des ans.

Tableau 3. Liste des lacs avec marnage potentiel abritant du touladi au Québec

Région	Lac	Propriétaire	Détail
Bas-Saint-Laurent	Mitis	Hydro-Québec	Aucune entente
	Mistigouchèche	Hydro-Québec	Aucune entente
	Témiscouata	Hydro-Québec	Aucune entente
Saguenay – Lac-Saint-Jean	Pipmuacan	Hydro-Québec	Aucune entente; marnage moy. : 5 m
	Pamouscachiou	Hydro-Québec	Aucune entente; marnage moy. : 5 m
	Onatchiway	Abibow	Aucune entente; marnage moy. : 7 m
	Péribonka	Hydro-Québec	Aucune entente; marnage moy. : 1 m
Capitale-Nationale	Saint-Joseph	CEHQ	Entente de gestion
	Jacques-Cartier	Boralex	Entente de gestion
Mauricie	Manouane	Hydro-Québec	Entente de gestion; marnage de 5 à 7 m
	Mondonac	Hydro-Québec	Reconstruction prévue en déversoir libre
	Châteauvert	Hydro-Québec	Entente de gestion pour le doré
	Des Piles	Ville de Shawinigan	Entente de gestion à venir
	Sacacomie	Municipalité de Saint-Alexis-des-Monts	Entente de gestion à venir
	Cinconsine	Hydro-Québec	Aucune entente
	Roc-Causacouta	Hydro-Québec	Aucune entente
	Petit Carignan (Vassal)	Coop Club Alcaniens	Aucune entente
Estrie	Mégantic	CEHQ	Entente de gestion
	Brompton	CEHQ	Entente de gestion
	Stukely	CEHQ	Entente de gestion
	Massawippi	Municipalité	Entente de gestion
	Memphrémagog		Aucune entente

Tableau 3 (suite). Liste des lacs avec marnage potentiel abritant du touladi au Québec

Région	Lac	Propriétaire	Détail
Outaouais	Cabonga	Hydro-Québec	Aucune entente; marnage potentiel de 7 m.
	Trente-et-Un-Milles (des)	CEHQ	Entente de gestion; marnage potentiel de 2,8 m
	Écho (de l'Écluse)	CEHQ	Aucune entente; marnage potentiel de 4,1 m
	Dumont	CEHQ	Aucune entente; marnage potentiel de 1,8 m
	Nilgaut	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Lamb	Waltham Énergie	Entente de gestion
	McCann	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Saint-Patrice	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Forant	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Aumond	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Lynch	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Antoine	CEHQ	Aucune entente; marnage potentiel de 4,3 m
	McGillivray	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Grand (Dame)	Val-des-Monts	Aucune entente; marnage potentiel de 2,4 m
	Duval	Waltham Énergie	Entente de gestion
	Jim	Waltham Énergie	Entente de gestion
Abitibi-Témiscamingue	Kipawa	CEHQ	Aucune entente
Côte-Nord	Petit Manicouagan	Hydro-Québec	Aucune entente
	Manic 2	Hydro-Québec	Aucune entente
	Manicouagan	Hydro-Québec	Aucune entente
	Sault-aux-Cochons	Hydro-Québec	Aucune entente
	Riv. aux Outardes	Hydro-Québec	Aucune entente
	Outardes 4	Hydro-Québec	Aucune entente
Nord-du-Québec	La Grande 4	Hydro-Québec	Aucune entente
	Laforge 1	Hydro-Québec	Aucune entente
	Robert-Bourassa	Hydro-Québec	Aucune entente
	Caniapiscou	Hydro-Québec	Aucune entente
	Opinaca	Hydro-Québec	Aucune entente
Lanaudière	Kempt	Hydro-Québec	Entente de gestion
Laurentides	Poisson Blanc	CEHQ	Aucune entente

Attention : Dans plusieurs cas, l'entente pourrait ne pas faire l'objet d'un suivi.

4.3 Changements climatiques

Les changements climatiques toucheront inévitablement l'habitat du touladi. Faute de données et de précédents, on ne peut, pour l'instant, qu'avancer des hypothèses quant à la nature et à l'ampleur de ces changements.

Dans les petits lacs, le réchauffement pourrait faire augmenter la profondeur à laquelle se formera la thermocline. Cela causerait une augmentation du volume de l'*épilimnion*⁴, au détriment de celui de l'hypolimnion et donc une réduction du volume de l'habitat du touladi.

⁴ En été, couche superficielle et plus chaude de l'eau d'un lac.

Une augmentation des vents pourrait même empêcher, dans certains petits lacs, toute stratification thermique (Schindler, 2001).

Dans les lacs de grande superficie, un réchauffement printanier rapide pourrait accélérer la formation d'une *thermocline*⁵ stable et peu profonde. Le volume de l'hypolimnion, refuge estival du touladi, serait alors accru. Mais la période de stratification thermique s'allongerait aussi et les réserves d'oxygène dissous pourraient s'épuiser avant la fin de l'été, ce qui induirait une perte d'habitat (Schindler, 2001; Shuter et Lester, 2004).

Le changement du climat pourrait favoriser l'implantation de nouvelles espèces dans les lacs à touladi et accélérer de diverses façons leur eutrophisation (Schindler, 2001). Les aires de fraie pourraient se dégrader avec le développement de plantes et le dépôt de matière végétale et de sédiments. Si la température de l'eau demeurerait élevée lors de la fraie, on pourrait s'attendre à ce qu'une plus faible proportion d'œufs parvienne à l'éclosion (Casselman, 1995). D'ailleurs, une demande accrue d'eau douce ou d'électricité pourrait accroître l'amplitude des variations de niveau d'eau dans les réservoirs.

On estime que les populations de touladi les plus susceptibles d'être affectées par les changements climatiques sont celles des petits lacs du sud-ouest du Bouclier canadien (Shuter et Lester, 2004). Au Québec, les lacs au sud du 49^e degré de latitude (zones de pêche 3 à 15, 26 et 27) seraient les plus exposés. Ces plans d'eau représentent la majeure partie des eaux à touladi du Québec méridional. Ces lacs sont aussi les plus fréquentés par les pêcheurs sportifs et les plus touchés par l'activité humaine.

4.4 Ouverture du territoire

Les milliers de kilomètres de nouvelles routes forestières construites chaque année rendent le territoire plus accessible aux pêcheurs (Hunt et Lester, 2009). On a démontré que l'ouverture de chemins forestiers pouvait nuire aux populations de poissons, notamment en augmentant les risques de braconnage (Trombulak et Frissell, 2000), de surexploitation (Gunn et Sein, 2000; Kaufman et collab., 2009) et d'introduction d'espèces aquatiques indésirables ou envahissantes (Dextrase et Mandrak, 2006, Kaufman et collab., 2009).

Les importants développements anticipés et en cours dans le nord du Québec passent par une amélioration des infrastructures de transport afin de rendre ce vaste territoire plus accessible. Cela aura notamment pour conséquence d'augmenter la pression de pêche (Selinger et collab., 2006) (figure 7). Les lacs nouvellement accessibles sont souvent très populaires auprès des pêcheurs sportifs en raison de l'abondance et de la taille élevée des prises. Cela peut avoir des effets dévastateurs sur les petits plans d'eau incapables de supporter une forte pression de pêche. À titre d'exemple, l'abondance de la population de touladi du lac Michaud en Ontario, nouvellement ouvert à l'exploitation en raison de l'aménagement d'une route, a chuté de 72 % et le succès de pêche a été réduit de 70 % en seulement cinq mois d'exploitation hivernale (figure 8).

⁵ En été, couche où le refroidissement de l'eau d'un lac en fonction de la profondeur est le plus marqué. Cette couche est très stable et empêche tout échange entre l'épilimnion et l'hypolimnion.

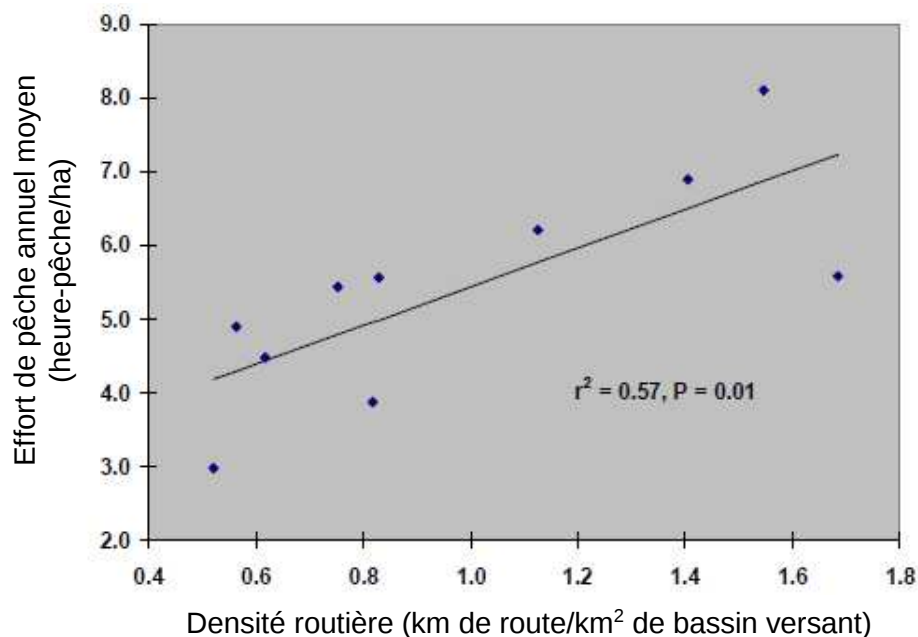


Figure 7. Estimation de l'effort de pêche annuel moyen en fonction de la densité du réseau routier du bassin versant (tiré de Selinger et collab., 2006)

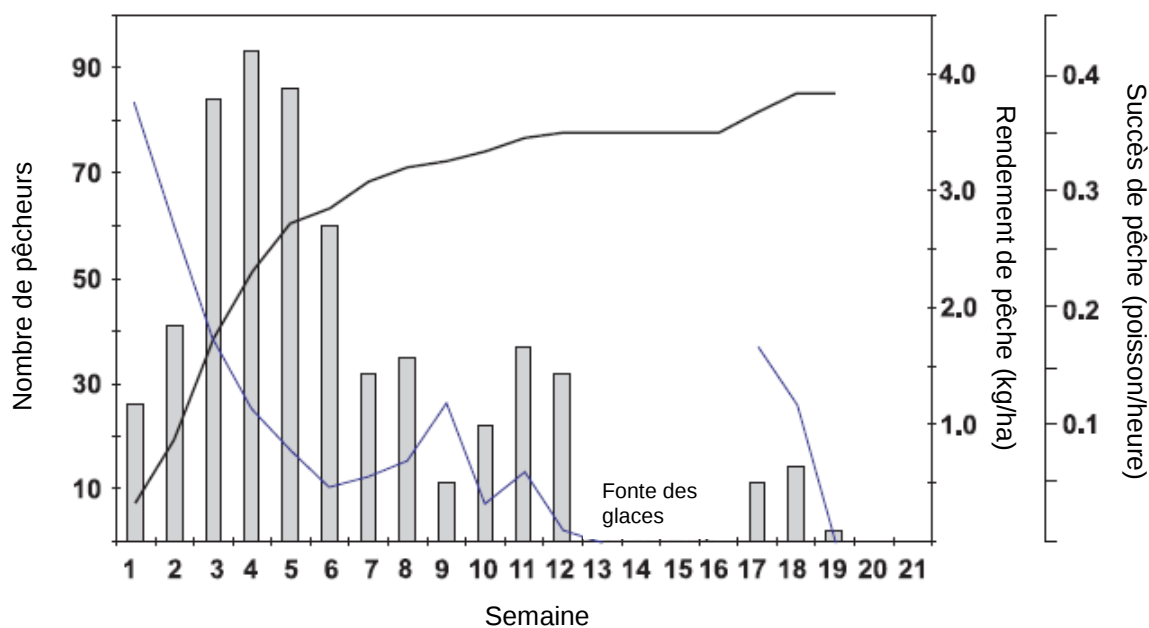


Figure 8. Estimation hebdomadaire du nombre de pêcheurs (barre), du nombre de poissons capturés par heure (mince ligne bleue) et du rendement cumulé en touladi (ligne noire) au lac Michaud au cours de l'hiver et du printemps 1998, année d'ouverture de la pêche

L'attrait du nord du Québec pour les pêcheurs de touladi québécois réside certes dans une offre de pêche abondante et diversifiée, mais surtout dans la présence de poissons de grande taille. À titre indicatif, la taille moyenne du touladi dans le nord du Québec (au-delà du 52^e parallèle) est 35 % plus élevée que celle des touladis du sud du Québec (figure 9).

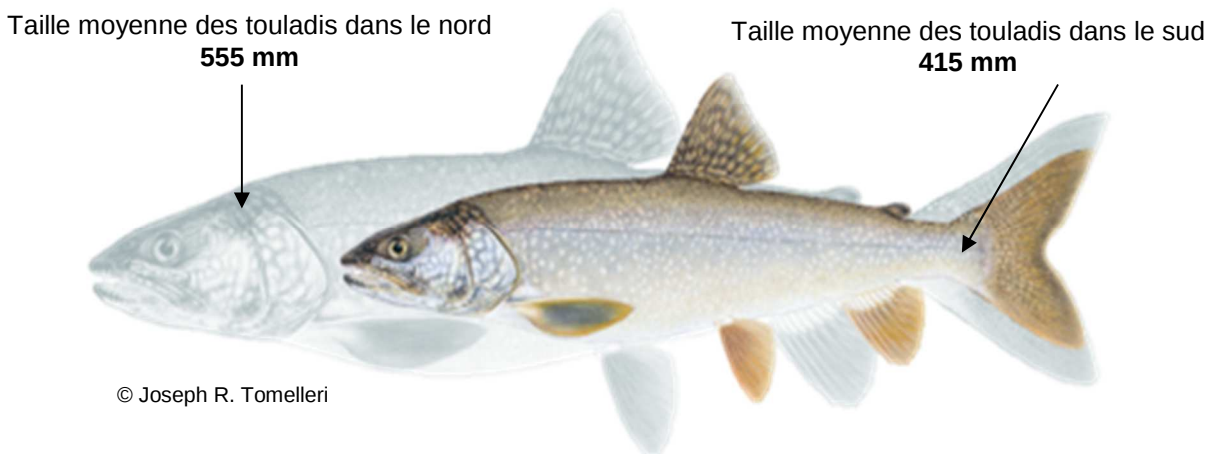


Figure 9. Taille moyenne des touladis dans le sud et le nord du Québec

Les populations nordiques se caractérisent par une productivité nettement inférieure à celle des populations méridionales. Cela s'explique par l'augmentation de la latitude et par la diminution des températures qui limitent la diversité et la productivité des écosystèmes. Ces populations sont donc plus sensibles à l'exploitation que les populations du sud et, par conséquent, elles ne peuvent supporter une pression de pêche équivalente (figure 10). Afin de préserver la qualité de la pêche, il est essentiel que des modalités de gestion particulières soient instaurées avant que le territoire nordique devienne plus accessible. Si rien n'est fait, les plus grands spécimens disparaîtront rapidement, ce qui diminuera la productivité des populations, la qualité de la pêche et, par le fait même, l'attrait du nord pour les pêcheurs.

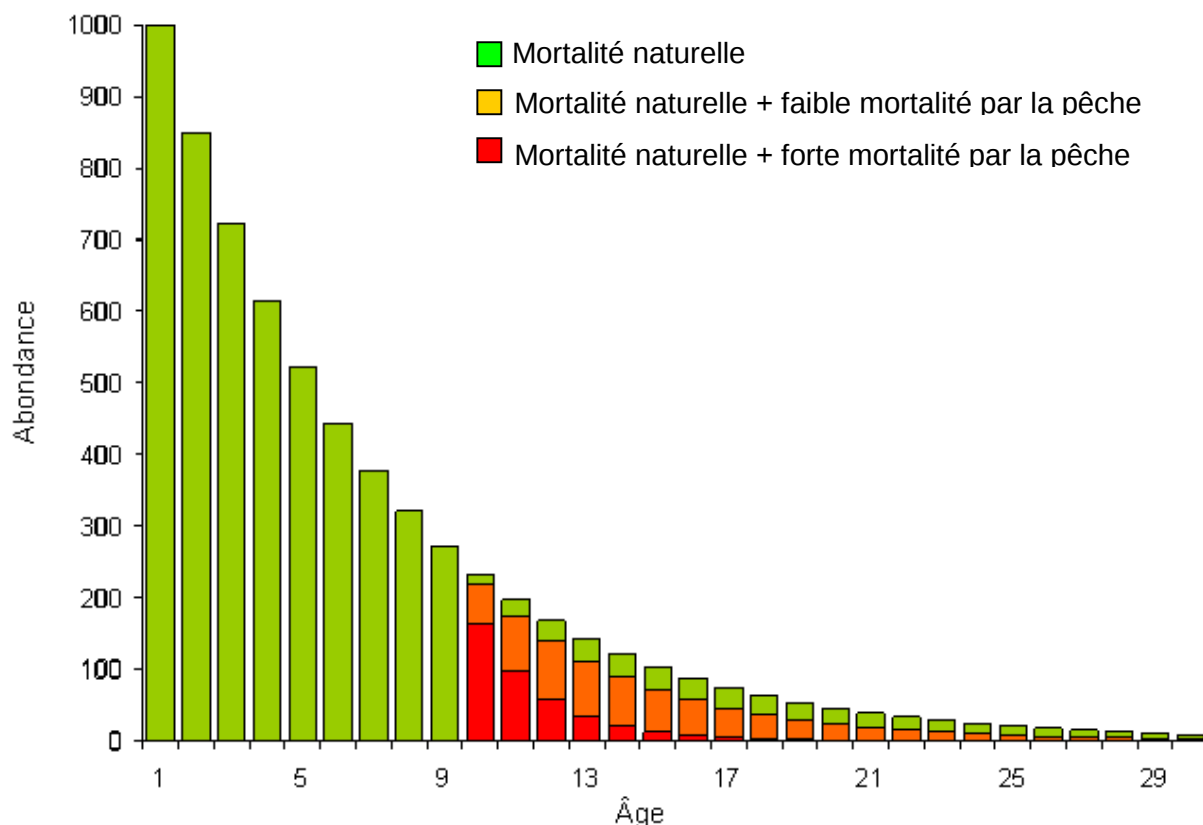


Figure 10. Modélisation de l'impact de l'augmentation de la pression de pêche sur la structure d'âge d'une population de touladi dans le nord du Québec

4.5 Contamination

Le touladi ichtyophage occupe un niveau trophique élevé. Ce poisson prédateur est donc exposé à la bioaccumulation des contaminants présents dans le milieu, notamment au méthylmercure (MeHg). Il s'agit du contaminant le plus souvent trouvé à des teneurs excédant les directives pour la consommation humaine édictées par Santé Canada. Ce métal se trouve à l'état naturel dans l'environnement, mais plusieurs facteurs tels les apports atmosphériques, la mise en eau des réservoirs, les coupes forestières et les procédés industriels peuvent contribuer à en hausser la concentration dans le milieu (Painchaud et Laliberté, 2003).

Les touladis de grande taille sont davantage contaminés au MeHg en raison de la nature bioaccumulable de ce contaminant et de la position élevée des grands piscivores dans la chaîne trophique (tableau 3, figure 12). De façon générale, la concentration moyenne de mercure dans la chair des touladis dépasse le seuil de consommation quotidienne fixé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) qui est de 0,5 mg/kg de chair (figure 11).

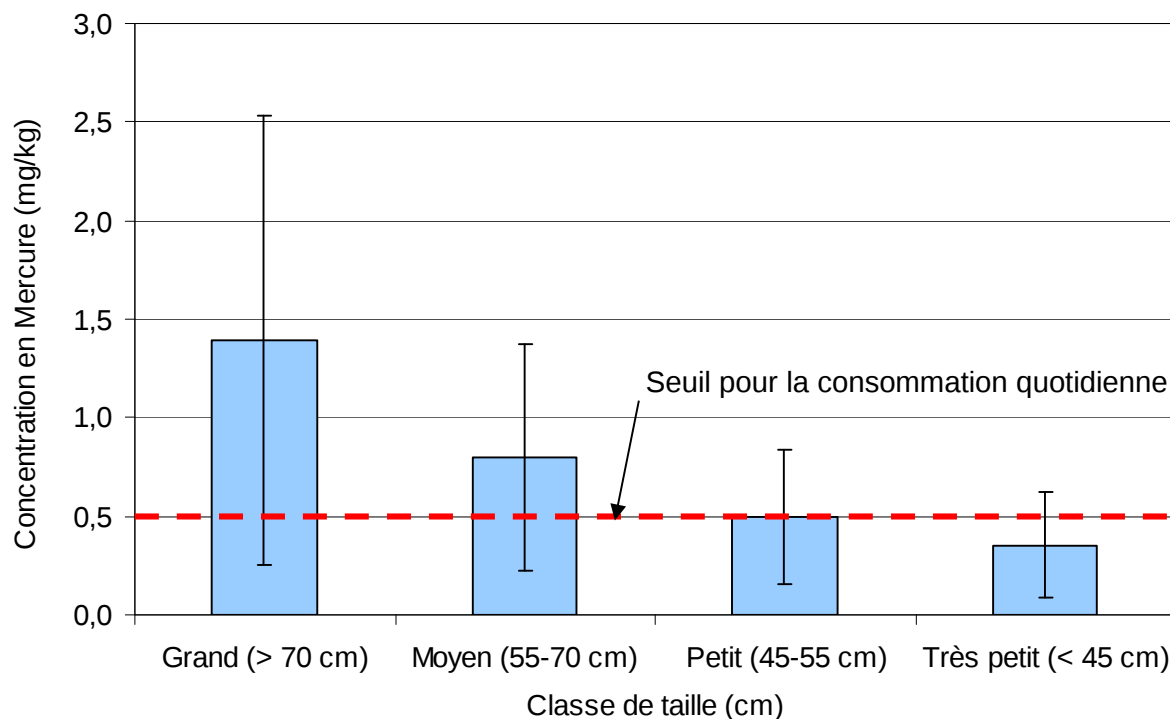


Figure 11. Concentration moyenne de mercure dans la chair du touladi selon différentes classes de taille (source des données : MDDELCC)

4.6 Introduction d'espèces aquatiques

4.6.1 Poissons

L'introduction de nouvelles espèces de poissons dans un lac à touladi représente une menace pour le maintien des populations de touladi. Par exemple, l'introduction d'achigans à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et de crapets de roche (*Ambloplites rupestris*) dans un lac diminue l'abondance de certaines espèces de poissons dans la zone littorale, modifiant ainsi les ressources alimentaires disponibles pour le touladi, et ce, même dans les plans d'eau où celui-ci est planctonophage. Cela entraîne un ralentissement de la croissance et une baisse de la qualité de pêche (Vander Zanden et collab., 1999).

L'introduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) a quant à elle des effets imprévisibles. L'éperlan peut avoir à l'occasion une influence positive importante comme proie du touladi, mais il peut aussi agir à titre de prédateur et de compétiteur d'autres poissons pélagiques, également proies du touladi. Introduit dans un plan d'eau, il peut devenir dominant dans la zone pélagique, au détriment du cisco de lac et du grand corégone qui sont des proies prisées du touladi. On a aussi attribué l'augmentation de la concentration de mercure et de BPC dans la chair du touladi à l'arrivée de l'éperlan dans un plan d'eau (Vander Zanden et Rasmussen, 1996).

4.6.2 Invertébrés

L'introduction de certains invertébrés a le potentiel de modifier l'habitat du touladi. Par exemple, l'écrevisse à taches rouges (*Orconectes rusticus*), qui a fait son apparition dans les

lacs Pemichangan et Heney, en Outaouais, s'alimente de plantes et de benthos (Lodge et collab., 1994). Son broutage est susceptible de modifier la communauté biologique en zone littorale (Vander Zanden et collab., 2004) et donc de porter atteinte aux ressources disponibles pour le touladi. Il peut aussi favoriser l'expansion du myriophylle à épis, qui se reproduit par bouturage lorsqu'il est fragmenté (voir section 4.6.3).

La puce d'eau à épines (*Bythotrephes cederstroemi* ou *longimanus*), dont la présence a été signalée pour la première fois dans le lac Huron en 1984, s'est retrouvée dans tous les Grands Lacs dès 1987. On la trouve maintenant dans des lacs intérieurs de l'Ontario, du Michigan, du Minnesota et de l'Ohio (Vander Zanden et collab., 2004). La puce d'eau à épines se nourrit de zooplancton et peut en réduire considérablement la densité et la variété, en particulier chez les espèces les plus petites (Coulas et collab., 1998; Boudreau et Yan, 2003; Strecker et Arnott, 2005). Certaines données recueillies en Ontario montrent que cette nouvelle venue a modifié l'alimentation des poissons pélagiques (Coulas et collab., 1998). Une autre espèce de puce d'eau, la puce d'eau en hameçon (*Cercopagis pengoi*), a été découverte dans le lac Ontario en 1998 et s'est propagée au lac Michigan et aux Finger Lakes, dans l'État de New York. La dynamique de colonisation du milieu et les impacts prévisibles causés par cet animal sont similaires à ceux des *Bythotrephes* (Vander Zanden et collab., 2004). Bien que ces puces d'eau n'aient pas encore été rapportées au Québec (B. Beisner, comm. pers.), la plupart des lacs à touladi pourraient offrir des conditions propices à leur implantation (Vander Zanden et collab., 2004).

L'introduction de deux espèces de moules exotiques, la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la moule quagga (*D. bugensis*), pourrait avoir de nombreux effets néfastes sur le touladi, notamment en diminuant la quantité de phytoplancton et de zooplancton disponible pour certains jeunes poissons et invertébrés benthiques, bouleversant ainsi l'ensemble de la chaîne alimentaire. La moule zébrée, désormais implantée dans une grande partie du bassin des Grands Lacs et du réseau du Saint-Laurent de même que dans l'est ontarien, ne semble pas trouver de conditions favorables dans les eaux brunes de la rivière des Outaouais qui agit comme une barrière à sa propagation. Certains secteurs du bassin versant des rivières Gatineau et Lièvre de même que la rive sud du Saint-Laurent pourraient éventuellement être envahis parce que l'assise rocheuse de ces secteurs confère à l'eau des propriétés chimiques permettant l'implantation de la moule. L'espèce n'y a pas encore été vue. Quant à la moule quagga, sa première mention remonte à 1989 au lac Érié, bien que la distinction entre cette espèce et la moule zébrée n'ait été reconnue qu'en 1991. Depuis, la moule quagga a complètement envahi les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent jusqu'en aval de la ville de Québec.

4.6.3 Plantes

L'expansion du myriophylle à épis (*Myriophyllum spicatum*) a été très rapide en Amérique du Nord. Effectivement, bien que la première mention de cette espèce exotique envahissante sur le continent américain ne date que du début des années 1940, de nos jours ce sont 47 États américains et trois provinces canadiennes – le Québec, l'Ontario et la Colombie-Britannique – qui sont aux prises avec ce fléau (Auger, 2006).

Lorsque le myriophylle à épis envahit un plan d'eau, il le fait généralement au détriment des espèces de plantes aquatiques indigènes déjà présentes. Ainsi, la diversité en macrophytes chute en présence de cette plante exotique. *M. spicatum* devient souvent la plante aquatique dominante dans la zone littorale, parfois même la seule espèce présente dans certaines régions. De plus, le myriophylle à épis colonise parfois des zones auparavant dépourvues de végétation aquatique. Tous ces changements, incluant l'atteinte d'une biomasse importante,

occasionnent des modifications dans les paramètres chimiques et physiques des eaux environnantes. Ainsi, des apports importants de phosphore dans la colonne d'eau ont été notés près des bancs de cette plante exotique, en plus d'une augmentation de la productivité du phytoplancton.

Certaines recherches effectuées au Canada ont démontré les effets néfastes de cette plante sur certaines populations ichtyologiques, tels le saumon sockeye du lac Cultus (*Oncorhynchus nerka*), le méné d'herbe (*Notropis bifrenatus*) et le méné camus (*Notropis anogenus*). L'impact du myriophylle à épis sur le touladi est plus difficile à évaluer, compte tenu de la quasi-absence de publications scientifiques sur ce sujet. Cependant, divers impacts sont à appréhender, particulièrement lorsque le touladi est trouvé en zone littorale, c'est-à-dire, au moment de la fraie, lors de l'incubation des œufs et de l'émergence des alevins. À ce titre, notons l'augmentation possible des débris végétaux et des particules fines dans les frayères, l'accroissement des prédateurs potentiels des jeunes touladis et une diminution de la productivité des espèces proies. Ces changements éventuels pourraient nuire au recrutement de certaines populations de touladi. De plus, une croissance plus lente et une diminution de la longévité et de la taille des individus pourraient être observées.

4.7 Introduction d'organismes pathogènes

Comme la majorité des poissons, le touladi peut être atteint négativement par l'introduction d'un nouvel organisme pathogène. Par exemple, la septicémie hémorragique virale (SHV) est une maladie découverte en 2005 dans le lac Ontario (baie de Quinte) et, depuis, son aire de répartition n'a cessé de croître. On la trouve maintenant dans tous les Grands Lacs, dans certains réseaux hydrographiques intérieurs du Wisconsin (lac Winnebago) et de l'État de New York (Finger Lakes) et dans le fleuve Saint-Laurent, à l'ouest du barrage Moses-Saunders situé à Cornwall (Ontario), à cheval sur la frontière canado-américaine. Le virus semble toutefois encore absent des eaux québécoises.

La SHV, qui ne présente aucun risque pour l'homme, affecte plusieurs espèces de poissons à divers degrés. Elle est associée à de la mortalité massive chez de nombreuses espèces de poissons sauvages et d'élevage. Les eaux froides, de 2 et 18 °C, sont particulièrement favorables pour ce virus, et sa température optimale se situe entre 9 et 12 °C. Par conséquent, les lacs à touladi offrent des conditions propices à sa survie et à son développement. La maladie se transmet par l'eau, les poissons vivants ou morts, frais ou congelés (poissons appâts), car la congélation ne détruit pas la totalité des virus chez les poissons infectés. Aucun traitement n'est encore connu.

Bien que la SHV puisse occasionner une mortalité massive éliminant en quelques semaines une pêcherie entière, la susceptibilité des différentes espèces à contracter ce virus est variable selon les génogroupes de ce dernier. Le génogroupe I présent en Europe affecte principalement des poissons d'eau douce. En outre, les salmonidés, tels que la truite arc-en-ciel (*Onchorhynchus mykiss*) et la truite brune (*Salmo trutta*), y sont particulièrement sensibles. Toutefois, Kim et Faisal (2010) ont testé le génogroupe présent dans les Grands Lacs (sous-groupe IVb) sur sept espèces de poissons d'eau douce. L'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et le maskinongé (*Esox masquinongy*) auraient une sensibilité élevée, alors que les salmonidés seraient quant à eux les moins sensibles.

Outre la SHV, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) distingue trois autres maladies pouvant affecter le touladi. De celles-ci, seule la nécrose pancréatique infectieuse se

trouve au Québec. Le Ministère a mis en place différentes mesures pour diminuer le risque d'introduction et de propagation d'organismes pathogènes dans les eaux du Québec.

4.8 L'exploitation par la pêche sportive

Les stocks de touladis inexploités sont caractérisés par une forte proportion de poissons âgés, une croissance individuelle lente et un faible taux de mortalité totale (Clady et collab., 1975; Goedde et Coble, 1981). La mortalité totale comprend la mortalité naturelle et la mortalité par la pêche. Cette dernière étant inexistante pour les stocks inexploités, la mortalité totale est faible et ne reflète en réalité que la mortalité naturelle. L'ouverture de la pêche sportive sur un lac inexploité entraîne une modification de la structure de la taille et de l'âge en faveur des jeunes et des petits spécimens (figure 12), réduit l'âge moyen de la population et augmente le taux de mortalité totale (mortalité naturelle + mortalité par la pêche; Kohler et Hubert, 1999).

Bien que le touladi soit en mesure de faire contrepoids à une diminution de la densité de sa population par différents mécanismes compensatoires comme : (1) une diminution de la mortalité naturelle, (2) une accélération de la croissance, (3) une augmentation de la fécondité et (4) une augmentation de la survie des juvéniles, l'espèce demeure sensible à la surpêche qui peut diminuer son abondance de façon considérable (Evans et collab., 1991; Post et collab., 2002).

Comme le touladi vit dans des eaux froides et pauvres, que sa croissance est lente et sa maturité tardive, son cycle vital fonctionne au ralenti. En conséquence, l'exploitation peut rapidement dépasser les capacités de compensation de l'espèce et se transformer en surexploitation. La récolte dépasse alors la quantité de poissons que la population peut perdre sans dommage. Lorsqu'il y a surexploitation, le nombre de reproducteurs ne permet plus de produire assez d'individus pour que la population se perpétue, c'est-à-dire reste indéfiniment au même niveau d'abondance.

Les modalités de gestion du touladi actuellement en place au Québec visent à récolter un maximum d'individus sans se préoccuper particulièrement de la taille moyenne des prises. Ainsi, d'importantes modifications dans la structure des populations peuvent être observées. La première, de nature sociologique, consiste en une diminution de la qualité de la pêche (diminution de la masse moyenne des prises), alors que la seconde, de nature biologique, consiste en une diminution du potentiel reproducteur en raison de la réduction de l'abondance et de la taille des reproducteurs.

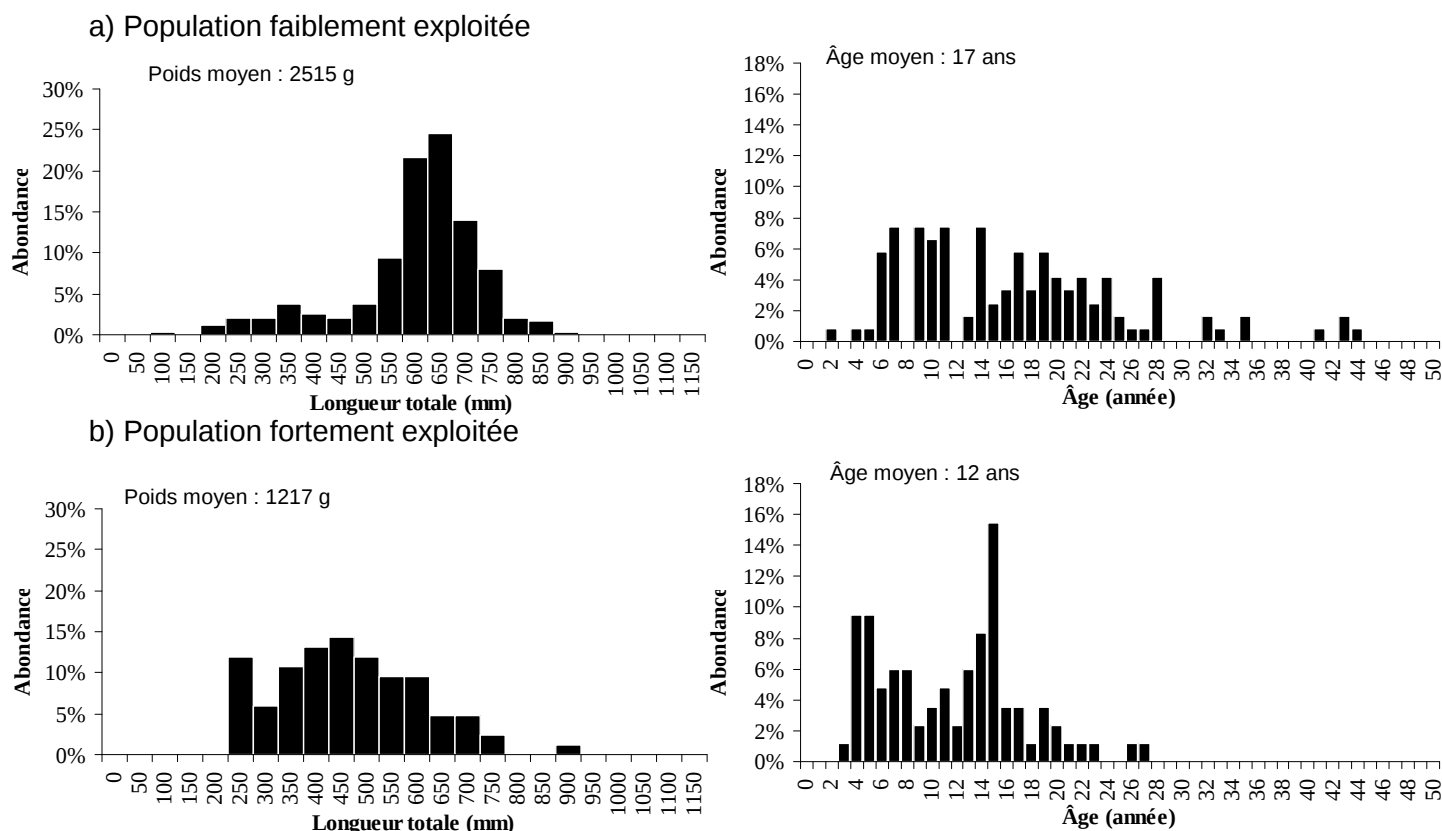


Figure 12. Structure en taille et en âge de populations ichtyophages de touladi, la première a) peu exploitée (lac Pluto) et la seconde b) fortement exploitée (lac Kipawa)

4.8.1 Diminution de la qualité de la pêche

Les populations nouvellement exploitées se trouvent généralement en état d'équilibre, l'abondance de poissons adultes n'ayant pas été réduite au point où la reproduction s'en trouve compromise. Dans certains cas, une moins grande abondance de gros poissons favorise la survie des juvéniles, ce qui génère des occasions de pêche en raison de l'augmentation de la densité (Kohler et Hubert, 1999). En revanche, la qualité de la pêche s'en trouve généralement réduite, en raison de la diminution de la masse moyenne des prises. Lorsque le succès de pêche ou la taille des prises ne satisfait plus la clientèle, on parle alors de surexploitation « sociologique » (*growth overfishing*).

L'enquête de 2010 sur la pêche récréative au Canada démontre que 89 % des pêcheurs de touladi du Québec préfèrent capturer un petit nombre de gros touladis plutôt qu'un grand nombre de petits touladis (MPO, 2012). De plus, une enquête visant à connaître la satisfaction des pêcheurs de touladi du Québec a été menée par le Ministère au cours de l'hiver 2010. Les pêcheurs (51 %) ont majoritairement affirmé être très satisfaits ou satisfaits de la qualité de la pêche au touladi (Léger Marketing, 2010). Les principales sources d'insatisfaction ont trait à la taille et au nombre de captures (figure 13).

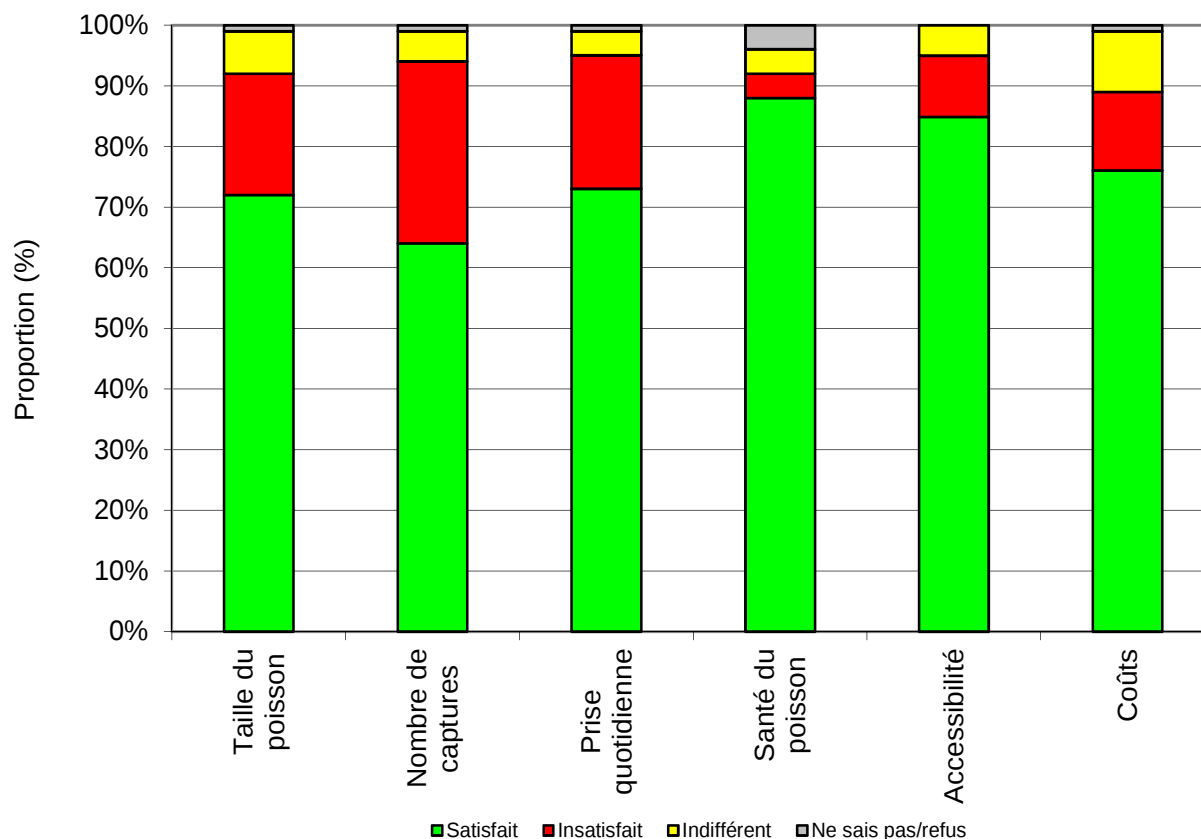


Figure 13. Source d'insatisfaction des pêcheurs de touladi en regard des différents paramètres caractérisant la pêche (source : Léger Marketing, 2010)

4.8.2 Diminution du potentiel reproducteur

Dans la majorité des populations animales, le segment de la population qui limite la productivité est celui des femelles matures. Ces dernières doivent être représentées en quantité et en qualité suffisantes pour assurer le renouvellement des populations.

Lorsque la pression de pêche devient trop forte, le potentiel reproducteur s'en trouve réduit, ce qui fait décliner la taille de la population (surexploitation). La qualité de la pêche est alors fortement amoindrie. Les captures sont non seulement plus petites, mais elles sont également moins abondantes. On parle alors de surexploitation « biologique » (*recruitment overfishing*). Dans un cas comme dans l'autre, la mortalité par la pêche doit être réduite pour que la population retrouve un état d'équilibre.

4.8.3 Pêche d'hiver au touladi

La pêche d'hiver au touladi est un sujet de controverse depuis plus de 50 ans dans le monde de la gestion halieutique. Cependant, il est maintenant clair que cette activité est néfaste à l'équilibre des populations de cette espèce. En effet, le succès de la pêche d'hiver au touladi est 60 % plus élevé que celui de la pêche estivale (Schumacher, 1961; Olver, 1988; Evans et collab., 1991 et Johnson, 2001) (tableau 4 et figure 14). L'impact de la surexploitation se fait donc sentir beaucoup plus rapidement en hiver qu'en été.

La technique de pêche d'hiver la plus répandue au Québec consiste à pêcher au moyen de brimbales et d'un appât naturel. Cette technique de pêche passive fait en sorte que les poissons avalent l'appât et sont ainsi ferrés principalement dans l'estomac et les branchies. Dans ces circonstances, le taux de mortalité au moment de la remise à l'eau est extrêmement élevé. Une étude comparative des taux de mortalité lors de la remise à l'eau pendant la pêche d'hiver a mis en lumière que la pêche à la brimbale entraînait une mortalité de 32 %, contre 9 % pour la pêche à la dandinette (pêche active consistant à animer un leurre à la verticale de façon répétitive; Persons et Hirsch, 1994).

Tableau 4. Comparaison du succès de pêche moyen au touladi pour les différentes zones de gestion de l'État du Maine entre les années 1994 et 1999 et les saisons estivales et hivernales (tiré de Johnson, 2001)

Année	Saison	Zones							Moyenne
		A	B	C	D	E	F	G	
1994	Hiver	0,36	0,17	0,4	0,55	1,1	0,21	0,37	0,45
	Été	0,25	0,06	0,3	0,38	0,5	0,26	0,28	0,29
	Facteur	1,44	2,83	1,33	1,45	2,20	0,81	1,32	1,63
1999	Hiver	0,37	0,15	0,34	0,64	0,73	0,28	0,69	0,46
	Été	0,39	0,08	0,38	0,27	0,43	0,19	0,26	0,29
	Facteur	0,95	1,88	0,89	2,37	1,70	1,47	2,65	1,70

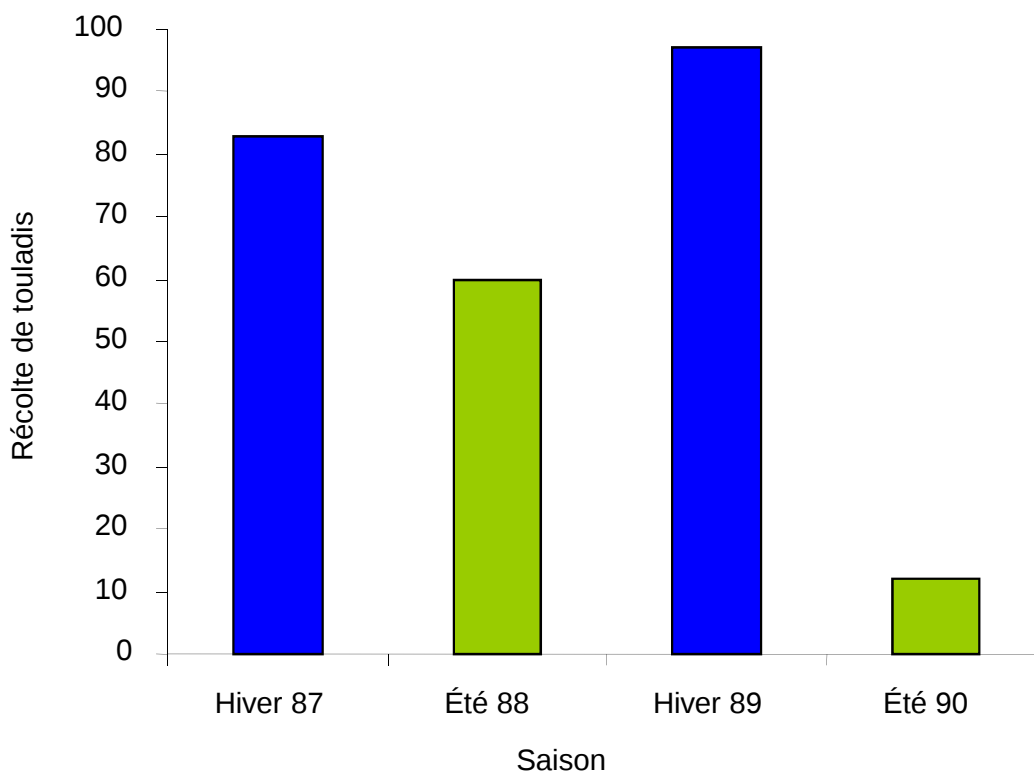


Figure 14. Évolution de la récolte de touladis sur le lac Brompton au cours de quatre saisons de pêche successives

De plus, les touladis capturés en hiver sont plus petits que ceux capturés en été et les deux tiers sont immatures mais sur le point d'atteindre la maturité (Olver et collab., 2004). Cette pratique risque ainsi de freiner la production de l'espèce pour l'année suivante. En outre, les pêcheurs d'hiver sont les premiers à accéder à la nouvelle classe d'âge vulnérable à la pêche, ce qui soustrait un potentiel de pêche pour l'été suivant et pose un problème social d'allocation de la ressource.

Enfin, d'un point de vue strictement économique, il est beaucoup plus rentable d'exploiter le touladi en été qu'en hiver. De fait, une journée de pêche blanche engendre une dépense de 32 \$, comparativement à 116 \$ pour une journée de pêche estivale (BCDM Conseil, 2013).

En raison de l'impact négatif important de la pêche d'hiver sur les populations de touladi, cette activité a été fermée partout au Québec à l'exception des zones 19, 22, 23 et 24 en 1989. Cependant, depuis cette période, certains lacs se trouvant à l'extérieur des zones d'exception ont été rouverts à la pêche hivernale pour différents motifs.

4.8.4 Pêche d'hiver aux autres espèces sur les lacs à touladi

Selon la zone de pêche, il existe deux approches pour réglementer la pêche d'hiver au Québec : 1) la pêche d'hiver est ouverte partout dans la zone, sauf exceptions, ou 2) la pêche d'hiver est fermée partout dans la zone, sauf exceptions (tableau 5).

Bien que la pêche d'hiver au touladi soit fermée dans la majorité des zones de pêche, il demeure possible d'y pêcher les autres espèces dans les lacs à touladi (ex. : le doré jaune). Cependant, même si la remise à l'eau du touladi est obligatoire sur ces plans d'eau, de nombreux pêcheurs conservent leurs prises. En 1993, la récolte hivernale illégale de touladis a été estimée sur deux lacs de l'Outaouais. Les résultats de cette enquête démontrent que la récolte hivernale illégale peut représenter jusqu'à 127 % du rendement annuel maximum soutenable (Fournier, 1993). Ces résultats ont conduit à l'adoption d'une recommandation visant à fermer la pêche d'hiver à toutes les espèces sur les lacs à touladi partout au Québec, à l'exception des régions de la Côte-Nord et du Nord-du-Québec (Bérubé, 1999). Cette recommandation n'a cependant pas été entièrement mise en œuvre, puisque la pêche d'hiver à d'autres espèces se pratique toujours sur quelques centaines de lacs à touladi dans l'ouest de la province.

Tableau 5. Approche réglementaire concernant la pêche d'hiver pour les différentes zones de pêche du Québec

Approche réglementaire	Zones
Pêche d'hiver fermée partout, sauf exceptions	1-7, 9, 11, 15, 19 nord, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29
Pêche d'hiver ouverte partout, sauf exceptions	8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19 sud, 21, 25

5. Ensemencement des lacs avec du touladi

Un des outils à la disposition des gestionnaires pour assurer la conservation et la mise en valeur des populations de poissons est l'ensemencement⁶. Les déversements de poissons visent essentiellement à repeupler l'habitat chez une population en déclin, introduire une nouvelle espèce, ou encore supporter et promouvoir une pêcherie. Bien que les ensemencements soient couramment utilisés par les gestionnaires du Québec et d'ailleurs (Waples, 1999; Helfman, 2007 et Grondin, 2012), cette pratique doit être réglementée et utilisée avec prudence. En effet, les ensemencements peuvent augmenter les effectifs des populationsensemencées, mais ils peuvent également avoir plusieurs impacts négatifs sur les populations naturelles. Ils peuvent par exemple induire une modification de la structure des populations (Naish et collab., 2007), une perte de l'intégrité génétique (Marie et collab., 2010; Perrier et collab., 2011), l'introduction de maladies et de parasites, une baisse de la reproduction naturelle causée par l'hybridation et la compétition (Allendorf et collab., 2001), une hausse du cannibalisme et de la compétition sur les jeunes poissons indigènes, de même que l'accroissement de la pression de pêche (Evans et Willox, 1991). Tous ces éléments peuvent contribuer au remplacement total ou partiel des populations naturelles par des populationsensemencées (MRNF, 2008; Post, 2013).

5.1 Historique et objectifs des ensemencements de touladi au Québec

Au Québec, le premier ensemencement de touladi répertorié a eu lieu vers 1880 dans la région de l'Estrie. Ce n'est toutefois qu'au milieu du XX^e siècle que les ensemencements ont réellement pris de l'ampleur, culminant en 1987-1990 avec plus de 100 lacsensemencés en moyenne par année. Depuis cette période, l'effort d'ensemencement a toutefois considérablement diminué, notamment en raison de la mise en place de critères balisant cette pratique lors de la mise en œuvre du plan tactique du touladi (MLCP, 1989) (figure 15). On estime qu'environ 45 % des lacs à touladi répertoriés dans le sud du Québec ont étéensemencés au moins une fois, ce qui représente approximativement 65 % de la superficie en eaux à touladi. Entre 2000 et 2011, on a introduit plus de 1,7 M de touladis dans les lacs de la province.

La majorité des ensemencements de touladi au Québec a eu pour principal objectif la conservation ou le soutien des populations face à une pression de pêche élevée. La récurrence des ensemencements de conservation dans certains lacs laisse toutefois croire qu'ils visaient en réalité la mise en valeur de plusieurs plans d'eau. Depuis l'entrée en vigueur en 1994 de l'article 14 du Règlement sur l'aquaculture et la vente de poissons (RAVP), l'ensemencement de touladi n'est autorisé que dans les lacs où l'espèce est – ou a déjà été – présente. Les ensemencements d'introduction, réalisés surtout dans les années 1970-1980 dans une centaine de lacs, ont donc théoriquement cessé à partir de ce moment.

⁶ « [...] tout déversement volontaire par l'être humain de poissons vivants (œufs, alevins, fretins ou adultes) dans un plan d'eau. » (Couture, 2002)

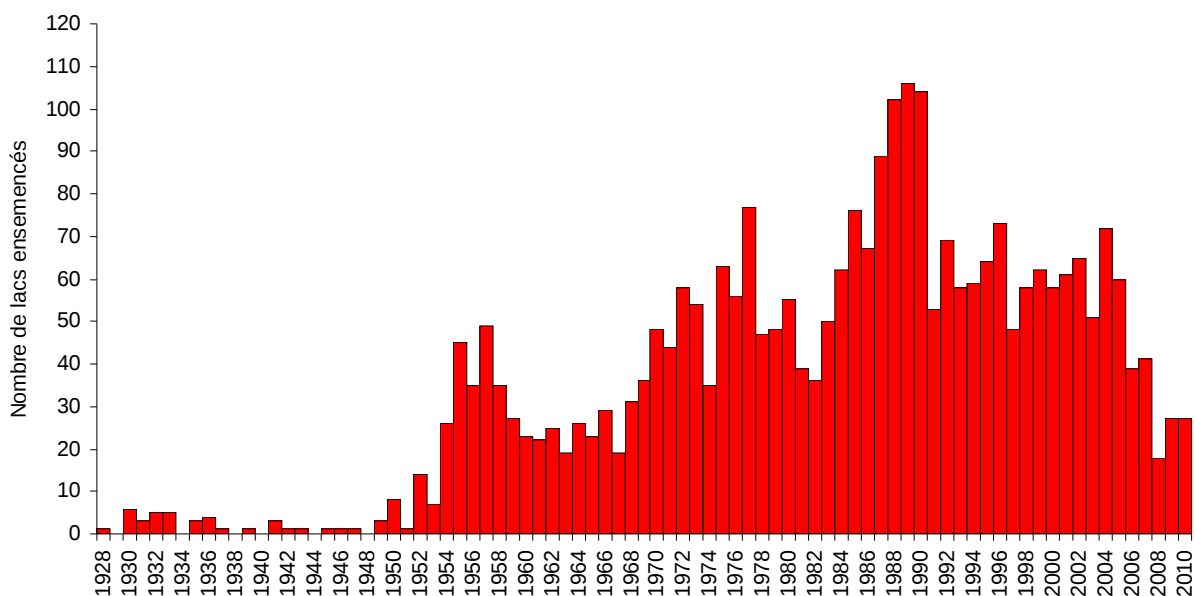


Figure 15. Nombre de lacs à touladi ensemençés au Québec entre 1928 et 2010

5.2 Stratégies d'ensemencement

De façon générale, les touladis ensemençés en milieu naturel proviennent de reproducteurs sauvages capturés lors de la fraie à l'automne. Les œufs des femelles sont mélangés à la semence des mâles, puis les œufs fécondés sont transportés dans les établissements piscicoles gouvernementaux. Les œufs y éclosent et les jeunes touladis sont élevés en bassin jusqu'à l'âge d'un an. Ils sont par la suite distribués selon les besoins des régions. Il faut noter qu'au Québec, les ensemençements de touladi sont avant tout une affaire gouvernementale et qu'une infime partie des effectifs est produite en établissements privés, à partir de lignées domestiquées.

Différentes stratégies d'ensemencement ont été utilisées au Québec : interrégionales, intra-régionales, intra-lacs et à partir de souches domestiques (tableau 6). La stratégie d'ensemencement a changé de façon draconienne en 1990 lors de la mise en œuvre du plan tactique du touladi (MLCP, 1989) afin, notamment, de tenter de conserver l'intégrité génétique des populations ensemençées. Il faut noter que les stratégies intra-lacs et à partir de souches domestiques ont toujours été marginales par rapport aux stratégies inter et intra-régionales.

Tableau 6. Stratégies d'ensemencement du touladi utilisées au Québec depuis 1974

Stratégie d'ensemencement	Période	Description
Interrégionale	1974-1990	Ensemencements avec la progéniture de reproducteurs issus d'une région administrative autre que celle du lac ensemencé
Intra-régionale	1990 à ce jour	Ensemencements avec la progéniture de reproducteurs provenant de la même région administrative que le lac ensemencé
Intra-lac	1990 à ce jour	Ensemencements avec la progéniture de reproducteurs issus du lac ensemencé
Souche domestique	1974 à ce jour	Ensemencements avec la progéniture de reproducteurs de souche domestique (entreprises privées)

5.3 Efficacité des ensemencements

5.3.1 Ensemencements de repeuplement

De façon générale, pour qu'un ensemencement de repeuplement soit efficace, les sources de mortalités, principalement l'exploitation, la perturbation de l'habitat, la prédation et la compétition, doivent être rigoureusement contrôlées, tant chez les adultes qu'au stade post-ensemencement (Fraser, 2008). Puisque les ensemencements tendent à masquer une forte surexploitation, ceux visant le repeuplement devraient toujours s'accompagner d'une fermeture de la pêche, sans quoi ils ne peuvent être considérés comme une technique de réhabilitation efficace (Evans et collab., 1991; Post, 2013). Ce type d'ensemencement doit avoir lieu tous les deux ans, afin de diminuer l'impact de la compétition intraspécifique, et devrait se terminer après sept déversements (MRNF, 2013).

D'autre part, la présence d'une population indigène vestigiale semble permettre une réhabilitation plus efficace chez les salmonidés (Hansen et collab., 2009; Perrier et collab., 2013). Le cas classique d'un ensemencement de repeuplement de touladi ayant bien fonctionné au Québec est le lac des Trente-et-un-Milles en Outaouais. Ce lac a reçu 32 déversements de poissons entre 1962 et 1995, pour un total de 335 320 touladis. Les ensemencements ont cessé en 1995 après l'imposition d'une limite de taille qui a réduit la mortalité des reproducteurs. Le segment de la population qui provenait des ensemencements a progressivement disparu au profit de la population sauvage (figure 16). Aujourd'hui, ce lac est considéré comme étant à l'équilibre et l'offre de pêche est uniquement issue de la reproduction naturelle.

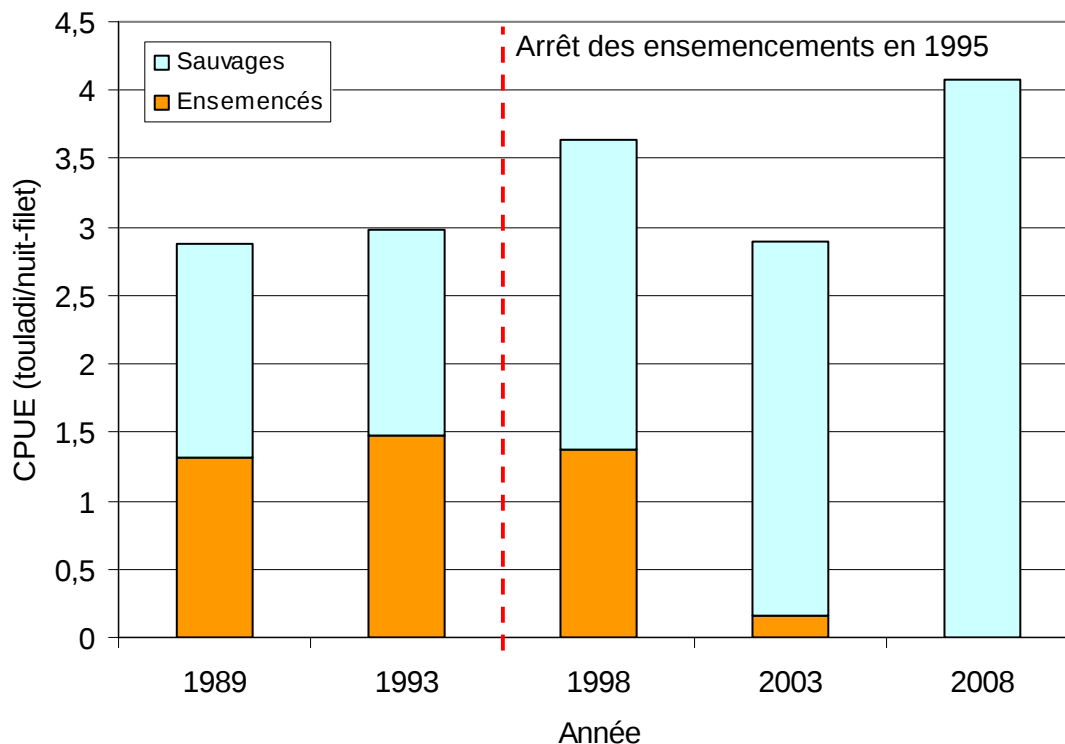


Figure 16. Évolution des segments de population sauvages et ensemencés au lac des Trente-et-un-Milles

5.3.2 Ensemencements de soutien à la pêche

Le succès des ensemencements de soutien semble reposer principalement sur l'abondance de la population indigène et l'importance du recrutement naturel. Il apparaît en effet que les ensemencements sont inefficaces dans les populations abondantes en bonne santé (références dans Evans et Willox, 1991). Par contre, dans les lacs où la population indigène a été fortement réduite, parfois même éradiquée, les touladis ensemencés peuvent constituer une portion notable de la population de poissons. Dans le Vermont, l'offre de pêche est assurée en grande partie, voire entièrement par l'ajout de poissons (Gerardi, comm. pers.). Dans les lacs intérieurs de l'Ontario, les touladis ensemencés contribuent souvent de façon substantielle (de 40 à 60 % en moyenne) à la récolte sportive, constituant parfois la totalité des captures, principalement dans les lacs où les populations natives ont été fortement réduites ou éradiquées. Dans ces cas, les touladis ensemencés sont parfois les seuls reproducteurs. Au Québec, on obtient sensiblement les mêmes résultats. Dans certains lacs intensément ensemencés, les individus indigènes disparaissent progressivement au profit des poissons ensemencés qui représentent une très forte proportion de la population (tableau 7).

Tableau 7. Proportion de touladisensemencés dans différentes populations de touladi faisant l'objet d'ensemencements de soutien

Lac	Période d'inventaire	Période d'ensemencement	CPUE totales	Proportion d'individus ensemencés
Massawippi	1993-2007	1952-2013	Stable	64 %
Matapédia	1990-2009	1979-2013	Stable	87 %
Memphrémagog	1994-2009	1952-2013	Hausse	78 %
Témiscouata	1990-2008	1977-2013	Stable	53 %
Mégantic	1991-2007	1952-2013	Baisse	48 %

5.4 Préoccupation génétique

À partir de 1990, l'État a favorisé les ensemencements intra-régionaux (voir section 5.2) afin de minimiser les impacts négatifs sur les populations locales. On présumait alors que la proximité géographique des lacs sources et ensemencés impliquait une similarité écologique et génétique entre les populations.

5.4.1 Conservation génétique

La conservation génétique vise à minimiser les risques d'extinction et à préserver les espèces biologiques en tant qu'entités dynamiques capables de répondre aux changements environnementaux (Frankham et collab., 2009). Il s'agit essentiellement d'un mode de gestion visant la conservation de la diversité⁷ et de la structure⁸ génétiques des populations naturelles (intégrité génétique). Dans un environnement qui change continuellement, la conservation de l'intégrité génétique des différentes populations leur permet de s'adapter aux changements environnementaux et de persister à long terme (Frankham et collab., 2009).

Au moment où le plan de gestion du touladi était entrepris, peu de connaissances étaient disponibles quant aux impacts génétiques des ensemencements sur les populations naturelles de touladi (voir Halbisen et Wilson, 2009). Ainsi, dans l'optique de minimiser les impacts génétiques causés par les ensemencements et d'assurer la conservation génétique des populations de touladi, un projet d'acquisition des connaissances sur l'état de la diversité et de la structure génétique de l'espèce au Québec a été lancé en 2009. Ce projet avait pour principaux objectifs de caractériser la génétique des populations naturelles (non ensemencées) de touladi à grande échelle et d'évaluer les impacts génétiques des ensemencements dans les populations ensemencées. Les résultats complets sont présentés en détail dans Valiquette et collab. (2014) et dans Valiquette (2015).

5.4.2 Caractéristiques génétiques des populations de touladi du Québec

Les analyses génétiques ont révélé que les populations de touladi non ensemencées du Québec sont isolées les unes des autres et génétiquement distinctes, les populations

⁷ Diversité génétique : matière première sur laquelle la sélection naturelle agit; c'est la variation qui existe sur le plan des gènes.

⁸ Structure génétique : distribution spatiale de la diversité génétique entre les différentes populations d'une espèce.

ensemencées étant beaucoup plus homogènes. Alors qu'aucun regroupement génétique entre les lacs n'a été trouvé pour les populations non ensemencées, des regroupements ont été observés sur une base régionale pour les populations ensemencées. En d'autres termes, les ensemencements tels qu'ils ont été pratiqués ont favorisé la création de régions génétiques « artificielles » correspondant aux régions administratives. Il a aussi été démontré que de fortes pressions d'ensemencement pouvaient mener à une perte totale et irréversible de la diversité génétique locale.

D'une manière générale, il apparaît que la gestion des ensemencements faite sur des bases inter ou même intra-régionales n'est pas appropriée pour assurer la conservation génétique du touladi au Québec. Néanmoins, pour les populations ensemencées où des individus locaux génétiquement purs persistent, il est possible d'observer, avec le temps, la résilience du pool génique local une fois qu'on cesse les ensemencements. Ainsi, des stratégies de rétablissement génétique de certaines populations pourraient être envisagées.

6. Importance du touladi au Québec

6.1 Groupes d'utilisateurs

La gestion de la pêche au Québec vise à conserver un nombre suffisant de reproducteurs pour assurer le renouvellement naturel des populations, tout en permettant une pêche de qualité. La répartition des poissons disponibles pour la récolte doit se partager selon l'ordre de priorité suivant : (1) les autochtones, (2) les pêcheurs sportifs et (3) les pêcheurs commerciaux. À noter que le touladi n'est pas exploité commercialement au Québec.

6.1.1 Communautés autochtones

Le touladi est une espèce prisée des communautés autochtones. La grande taille de ce poisson le rend attrayant pour la pêche d'alimentation qui a lieu surtout durant l'automne, l'hiver et le printemps, au filet maillant ou à la ligne dormante (R. Dominique, comm. pers.).

Sur les terres où s'appliquent la Convention de la Baie-James et du Nord québécois et la Convention du Nord-Est québécois, les pratiques de pêche des communautés autochtones sont encadrées par un régime particulier. Dans les communautés établies sur des terres non conventionnées, le gouvernement cherche à faciliter la pêche à des fins alimentaires, rituelles ou sociales. Ces activités peuvent être contrôlées par un permis de pêche communautaire accordé par le ministre responsable de la Faune, selon des conditions convenues avec chaque conseil de bande.

6.1.2 Pêcheurs sportifs

Selon l'enquête fédérale réalisée en 2010 sur la pêche récréative au Canada, les 711 610 pêcheurs du Québec cumuleraient 13,6 millions de jours de pêche pour une récolte de 25 millions de poissons annuellement (MPO, 2012). Cette activité entraîne des dépenses annuelles de 1,258 milliard de dollars (BCDM Conseil, 2013). Le touladi est la huitième espèce en importance sur le plan de la récolte sportive et la sixième en ce qui a trait à l'effort de pêche. On estime à 70 000 le nombre de pêcheurs de touladi au Québec. Ces derniers cumulent annuellement 625 000 jours de pêche, capturent 670 000 touladis et en conservent 380 000 (taux de remise à l'eau de 57 %).

La place qu'occupe la pêche au touladi est très importante dans l'économie régionale. On estime que les dépenses associées à cette activité se chiffrent à environ 90 M\$ annuellement, ce qui représente 7,1 % des dépenses totales découlant de la pêche sportive au Québec.

7. Gestion du touladi au Québec

À la fin des années 1980, il a été établi que le touladi était surexploité dans l'ensemble du territoire libre du sud du Québec. En 1989, un plan tactique a été élaboré et une série de mesures réglementaires ont été mises en place pour réduire la récolte d'au moins 30 % sur ce territoire (MLCP, 1989) par l'élimination de la pêche d'hiver au touladi, le report de l'ouverture de la saison de pêche au 1^{er} juin plutôt qu'au quatrième vendredi d'avril et la réduction de la limite de prise et de possession qui passait de trois à deux touladis.

De plus, une gamme de taille protégée de 40 à 55 cm (longueur totale) a été imposée dans le sud du Québec en 1993. Cinq ans après la mise en place de cette mesure, des études ont démontré qu'elle n'avait été que partiellement efficace. Au sud du fleuve Saint-Laurent et dans le sud-ouest du Québec, une réduction de la récolte du touladi a été observée, malgré une pression de pêche constante (Legault et collab., 2001). Bien que cette diminution ait permis aux populations de s'accroître dans ces deux secteurs, la gamme de taille protégée n'a pas eu l'effet escompté dans la portion centre-est de la province, où la pression de pêche était la plus forte, où les lacs sont petits et les populations de touladi ont une croissance lente. Il fut alors recommandé d'y remplacer la gamme de taille protégée par une limite de taille minimale de 45 cm (Legault et collab., 2001), sauf pour une trentaine de lacs de touladis à croissance rapide, où une taille minimum de 55 cm a été appliquée afin de mieux protéger les reproducteurs. La gamme protégée de 40 à 55 cm a été maintenue dans les zones de pêche (1 à 6) sur la rive sud du Saint-Laurent.

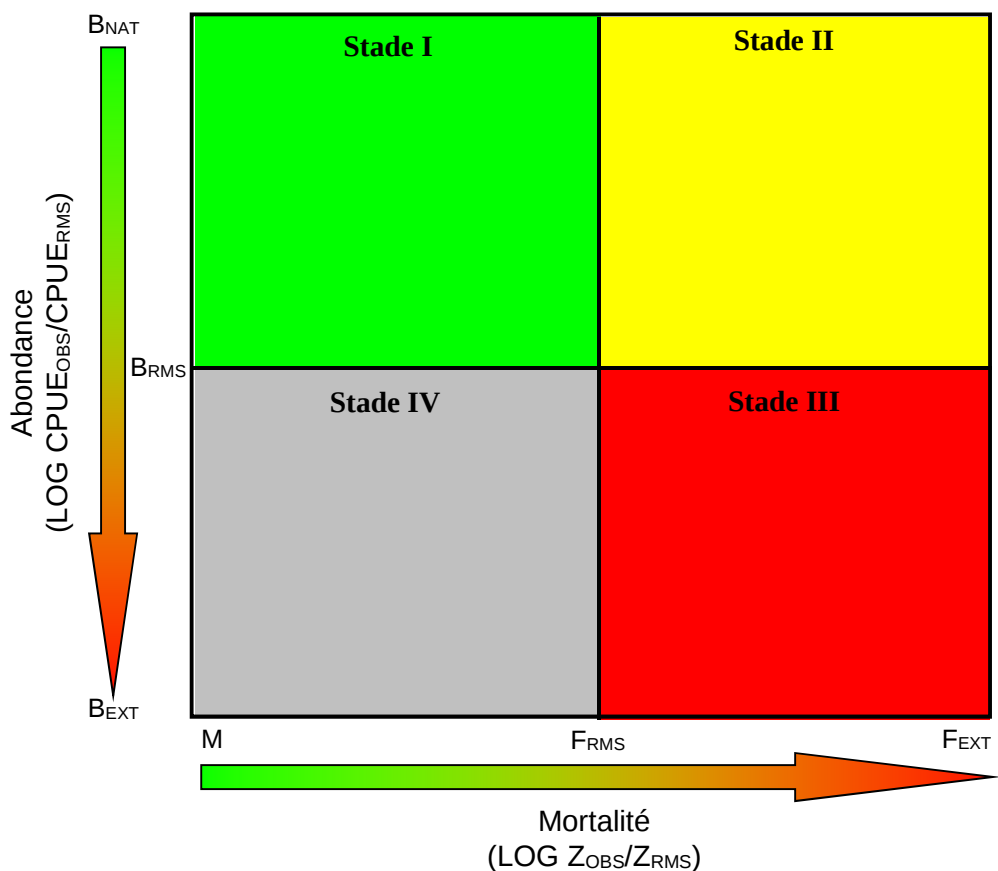
8. Points de références biologiques

Les premiers diagnostics sur l'état des populations de touladi au Québec étaient empiriques, puisqu'aucun critère précis ne permettait de juger de l'état d'une population. Cependant, au cours des dernières années, le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario a développé une approche pour suivre l'état des ressources halieutiques à l'échelle de la province (Lester et collab., 2003). Cette approche est basée sur des indicateurs et des critères permettant d'établir l'état de santé des populations de poissons face à la pression de pêche. Le Québec s'est fortement inspiré de cette approche pour développer une procédure adaptée à ses méthodes d'inventaire ichtyologique normalisées et à ses populations de touladi (Arvisais et collab., 2012).

Les points de références biologiques permettent d'évaluer l'état d'une population. Pour ce faire, ils doivent considérer sa taille de même que son évolution, ainsi que la natalité et la mortalité (Hubert et Quist, 2010). À la suite des analyses, les principaux indicateurs retenus pour caractériser l'état d'une population de touladi au Québec se sont avérés être la **mortalité** et l'**abondance**.

8.1 Points de référence biologiques intégrant la mortalité et l'abondance

Les points de référence biologiques retenus pour juger de l'état d'une population de touladi regroupent des paramètres de mortalité, soit la mortalité observée (Z_{OBS}) et la mortalité attendue au rendement maximum soutenu (RMS) (Z_{RMS}), et des indices d'abondance, soit les captures par unité d'effort (CPUE) observées et attendues au rendement maximum soutenu (RMS). Lorsque l'ensemble de ces paramètres est disponible pour un lac donné, il est possible de porter un diagnostic sur l'état de la population en utilisant un diagramme à quadrants qui intègre le logarithme de Z_{OBS}/Z_{RMS} en abscisse et le logarithme de $CPUE_{OBS}/CPUE_{RMS}$ en ordonnée (figure 17). Chaque quadrant vient caractériser un stade d'exploitation qui se reflète sur l'état de la population (Arvais et collab., 2012).



M : mortalité naturelle; F_{RMS} : mortalité par la pêche au rendement maximum soutenu; Z_{EXT} : mortalité à l'extinction; B_{NAT} : biomasse naturelle; B_{RMS} : biomasse au rendement maximum soutenu; B_{EXT} : biomasse à l'extinction

Figure 17. Diagramme à quadrants permettant de porter un diagnostic sur l'état de santé et l'évolution d'une population de touladi au Québec

Stade I (en santé) : se caractérise par un taux de mortalité faible et une abondance élevée. Il s'agit d'une pêcherie qui est bien gérée ou qui est dans les premiers stades de développement.

Stade II (surexploitation récente) : se caractérise par un taux de mortalité élevé et une abondance élevée. Ce stade ne peut être présent que durant les premières années d'exploitation intensive. La combinaison mortalité élevée et abondance élevée est instable.

Stade III (surexploitation avancée) : se caractérise par une mortalité élevée et une abondance faible. La population est en surexploitation et on observe un déclin de l'abondance.

Stade IV (dégradée, en récupération) : se caractérise par un taux de mortalité faible et une abondance faible. Cet état est indicateur d'une population qui a été surexploitée. Les pêcheurs ont délaissé le plan d'eau par manque d'intérêt ou des modifications réglementaires ont permis de diminuer la mortalité. Des combinaisons de mortalité et d'abondance stables ne sont pas prévues dans ce quadrant. Si la mortalité demeure faible, une transition graduelle vers le stade I devrait se produire dans la mesure où l'abondance résiduelle de la population est suffisante.

8.2 Points de référence biologiques utilisant seulement l'abondance

Lorsqu'il n'est pas possible de calculer la mortalité totale observée (Z_{OBS}) en raison d'une taille d'échantillon trop faible, il est tout de même possible, graphiquement, de produire un diagnostic sur l'état de la population en n'utilisant que les données d'abondance (Arvisais et collab., 2012). Il suffit de mettre en relation les $CPUE_{OBS}$ avec la longueur asymptotique (LT_{∞}). Lorsque les CPUE observées sont égales ou supérieures aux CPUE attendues au RMS (ligne pointillée, figure 18), la population est considérée comme étant à l'équilibre alors que, lorsqu'elles sont inférieures, la population est surexploitée.

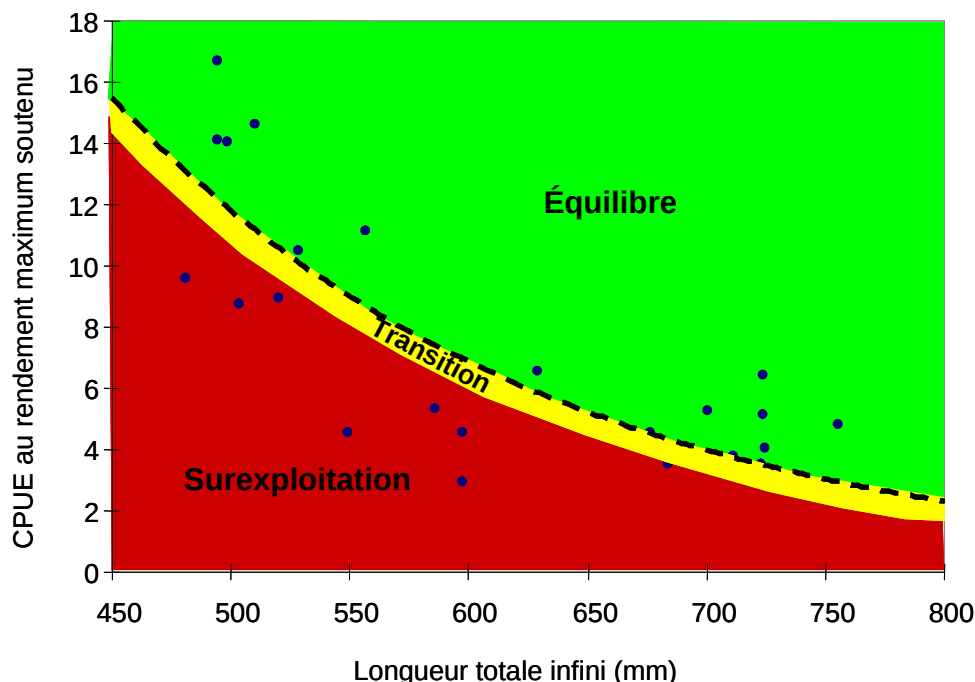


Figure 18. Relation entre la LT_{∞} et les CPUE de populations exploitées au RMS permettant de porter un diagnostic sur l'état d'une population de touladi

8.3 Points de référence biologiques complémentaires

8.3.1 Biomasse de femelles matures

Les femelles matures doivent être présentes en quantité et en qualité suffisantes pour assurer le renouvellement des populations. Des analyses ont permis de déterminer que la biomasse de femelles matures à maintenir pour qu'un lac soit considéré comme étant à l'équilibre est de 1,6 kg par nuit-filet, alors que la biomasse totale doit être de plus de 5,1 kg par nuit-filet (Arvais et collab., 2012).

Ces valeurs constituent des points de référence biologiques complémentaires à considérer pour porter un diagnostic sur l'état de santé d'une population de touladi.

8.3.2 Densité seuil pour assurer le rétablissement d'une population

Par modélisation et par extrapolation, des seuils de population en deçà desquels leur rétablissement est compromis ont été déterminés. En effet, lorsque la densité d'une population est trop faible, son rétablissement devient impossible si l'exploitation est maintenue. La figure 19 illustre une modélisation (*Fisheries Management Support System*) de l'évolution de l'abondance d'une population planctonophage soumise à une exploitation de son segment de population de taille supérieure à 45 cm et une pression de pêche moyenne de 15 heures/ha/an. Cette simulation a été produite en utilisant différents niveaux d'abondance initiale afin de déterminer celui pour lequel il n'y a aucune augmentation de l'abondance malgré l'application d'une taille minimale, signifiant que le niveau de population stagne. Le seuil établi pour les populations planctonophages est de 1,6 adulte/ha (figure 19).

En considérant qu'en moyenne 50 % des touladis capturés lors des inventaires sont matures, et en utilisant une relation permettant de convertir une densité de population en CPUE (figure 20), il a été établi que les CPUE minimales permettant d'assurer le rétablissement naturel d'une population planctonophage exploitée est de 2,5 touladis/nuit-filet. Le niveau seuil d'une population planctonophage à l'équilibre est en moyenne 1,64 fois plus élevé que celui des populations ichtyophages à l'équilibre. En appliquant ce ratio, le niveau seuil d'une population ichtyophage a été estimé à 1,5 touladi/nuit-filet.

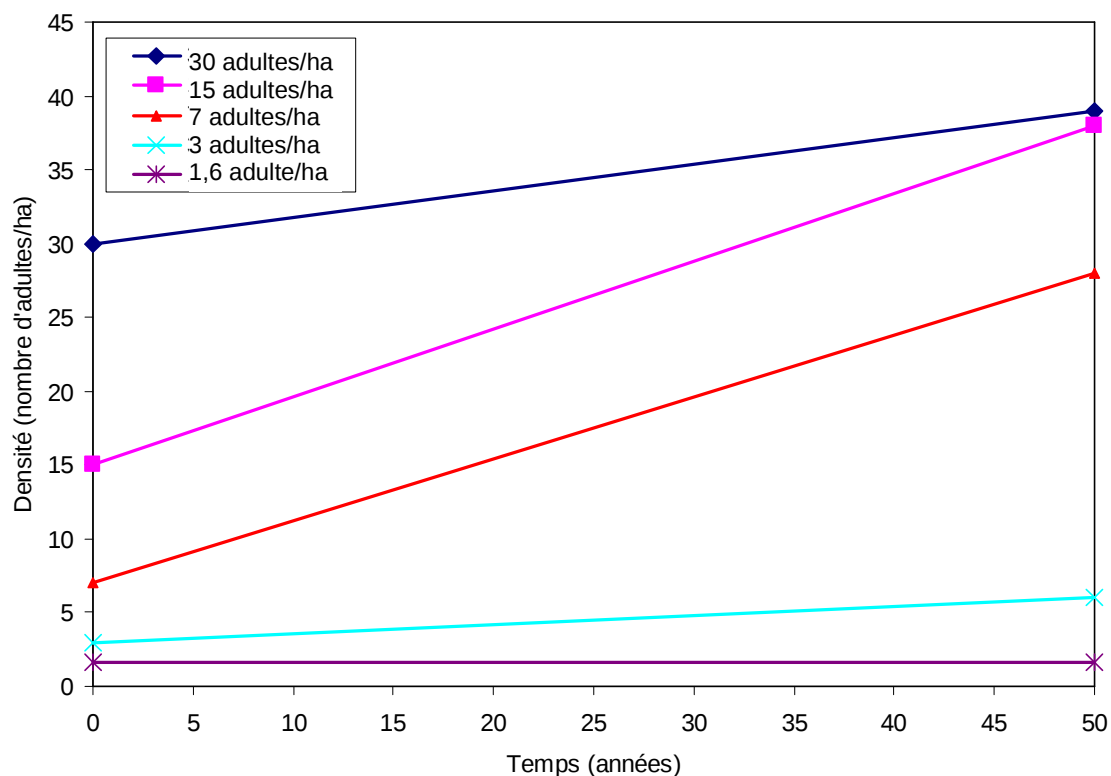


Figure 19. Évolution de l'abondance d'une population planctonophage exploitée, soumise à une longueur minimum de 45 cm pour différentes densités initiales de population

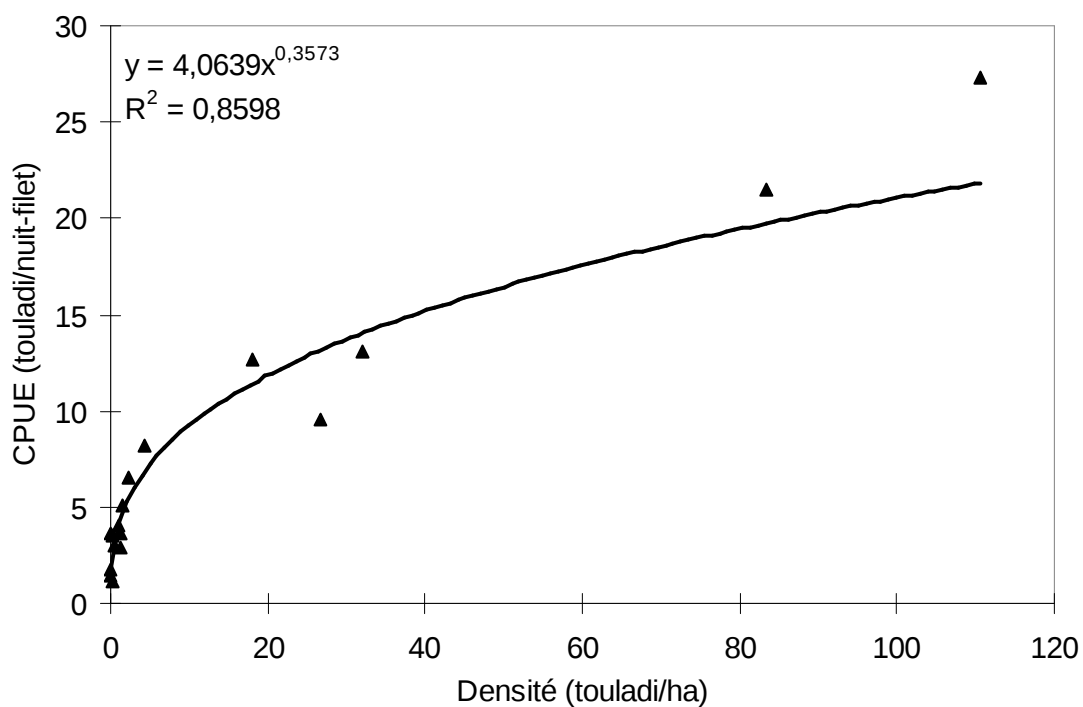


Figure 20. Relation entre la densité de la population de touladi et les CPUE

Ces densités seuils constituent des points de référence biologiques complémentaires qui permettent de mieux orienter les efforts de rétablissement. Les populations présentant un niveau d'abondance sous ces valeurs ne pourront recommencer à croître si l'exploitation est maintenue. La pêche devrait donc y être fermée ou une réglementation de remise à l'eau intégrale devrait prévaloir. En complément, des ensemencements de repeuplement pourraient être envisagés afin d'optimiser le processus de renouvellement de la population.

9. Données disponibles

Les méthodes d'inventaires ichthyologiques en eaux intérieures ont été normalisées en 1988 (MEF, 1994) et actualisées en 2011 (Service de la faune aquatique, 2011). Ainsi, toutes les directions régionales du Ministère effectuent les inventaires de touladi de façon standardisée afin que les résultats soient comparables dans le temps et dans l'espace.

Compte tenu de l'état des populations de touladi, un réseau embryonnaire d'inventaires a été mis en place en 1993. Ce réseau, composé de 22 lacs répartis dans différentes zones de pêche visait à documenter l'effet des mesures réglementaires mises en place à partir du début des années 1990 (Legault et collab., 2001). Les données disponibles pour dresser l'état des populations de touladi au Québec se basent en partie sur les données de ce réseau d'inventaires, mais également sur des inventaires ponctuels de lacs réalisés par les directions régionales du Ministère (tableau 8). On trouve plusieurs inventaires de populations de touladi dans pratiquement toutes les régions où l'espèce est présente, à l'exception du Nord-du-Québec, du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord, qui ont été plus faiblement échantillonnés (figure 21). Des efforts ont été faits au cours des dernières années pour rattraper ce retard et ils se poursuivront. En conséquence, le portrait provincial actuel qui a été effectué à partir des données disponibles est surtout représentatif de la situation du touladi du Québec méridional.

Les différents cycles d'échantillonnage retenus pour les analyses (périodes de cinq ans) ne comprennent pas systématiquement les mêmes lacs, ce qui peut occasionner certains biais dans les analyses d'évolution des populations. Cependant, le nombre élevé d'inventaires et de touladis capturés par cycle contribue à minimiser ces biais. Afin d'optimiser le plan d'échantillonnage et d'augmenter le pouvoir de détection des variations d'abondance, le réseau provincial d'inventaires ichthyologiques du touladi a été sensiblement étendu en 2010 et comporte désormais 85 lacs répartis partout au Québec, principalement en territoire public libre. Le réseau actuel, financé grâce au Programme de réinvestissement dans le domaine de la faune, permet de détecter des variations d'abondance de l'ordre de 23 % par cycle, ce qui est plus qu'acceptable en gestion halieutique (MRNF, 2011).

Tableau 8. Nombre d'inventaires normalisés utilisés par cycle d'échantillonnage pour dresser un portrait de l'évolution de l'état des populations de touladi au Québec

Cycle d'échantillonnage	Nombre d'inventaires	Nombre de lacs	Nombre de touladis
1988-1992	55	55	2 523
1993-1997	71	69	4 187
1998-2002	78	76	4 180
2003-2007	62	61	3 488
2008-2012	52	51	3 625
TOTAL	318	158	18 003

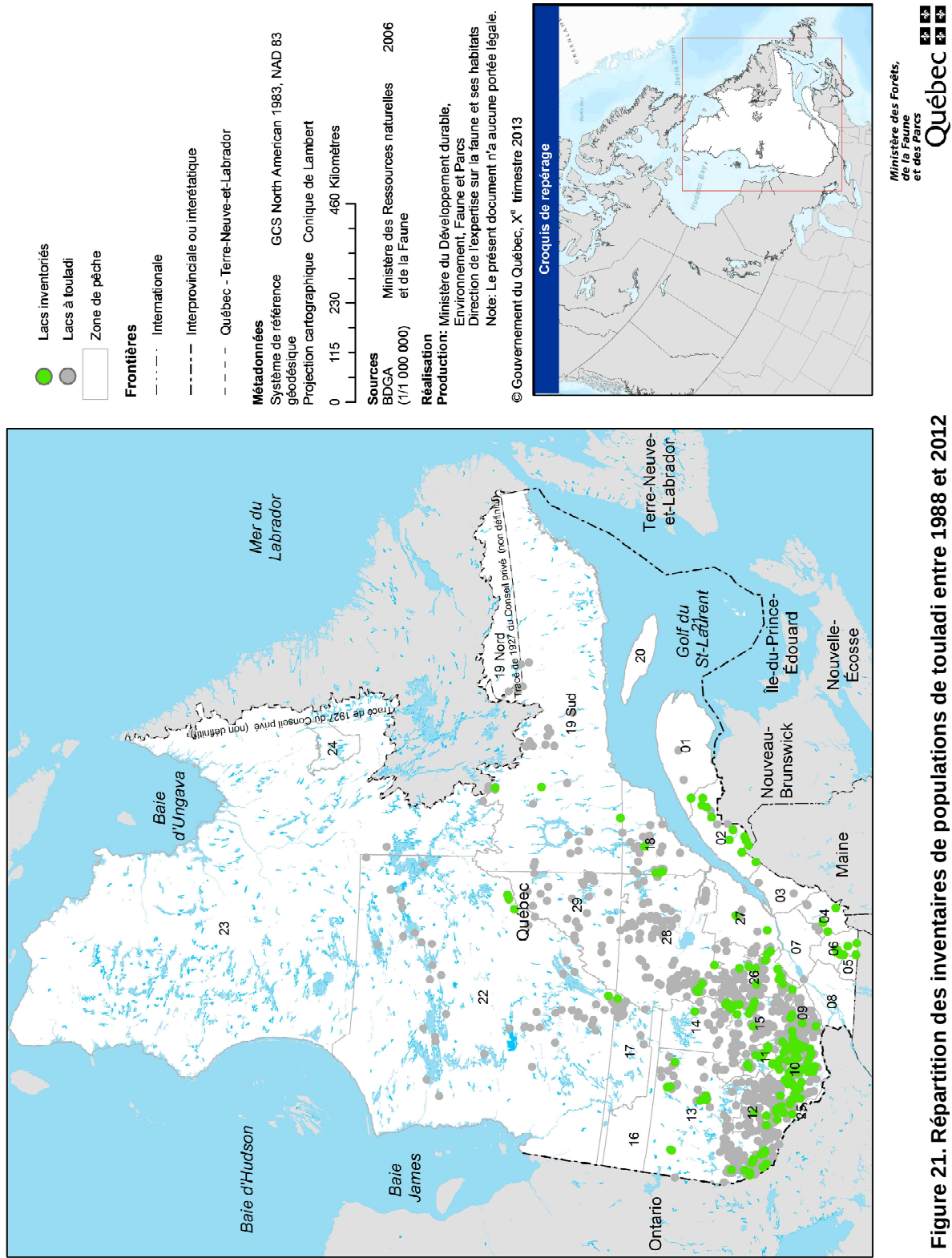


Figure 21. Répartition des inventaires de populations de touladi entre 1988 et 2012

10. État des populations de touladi au Québec

Pour la vaste majorité des inventaires de touladis réalisés entre 1988 et 2012, moins de 100 touladis ont été capturés (figure 22). Ce résultat est en soi un indice de la faible abondance du touladi. Pour être en mesure de calculer l'ensemble des paramètres de dynamique de population, il est recommandé de capturer un minimum de 150 spécimens (SFA, 2011), sinon la détermination de la mortalité, de la maturité sexuelle et de la croissance devient hasardeuse.

La mortalité totale n'a donc pu être calculée que pour 10 % des inventaires, faute d'avoir un nombre suffisant de poissons. Par conséquent, seule l'abondance a été utilisée pour caractériser l'état des populations de touladi.

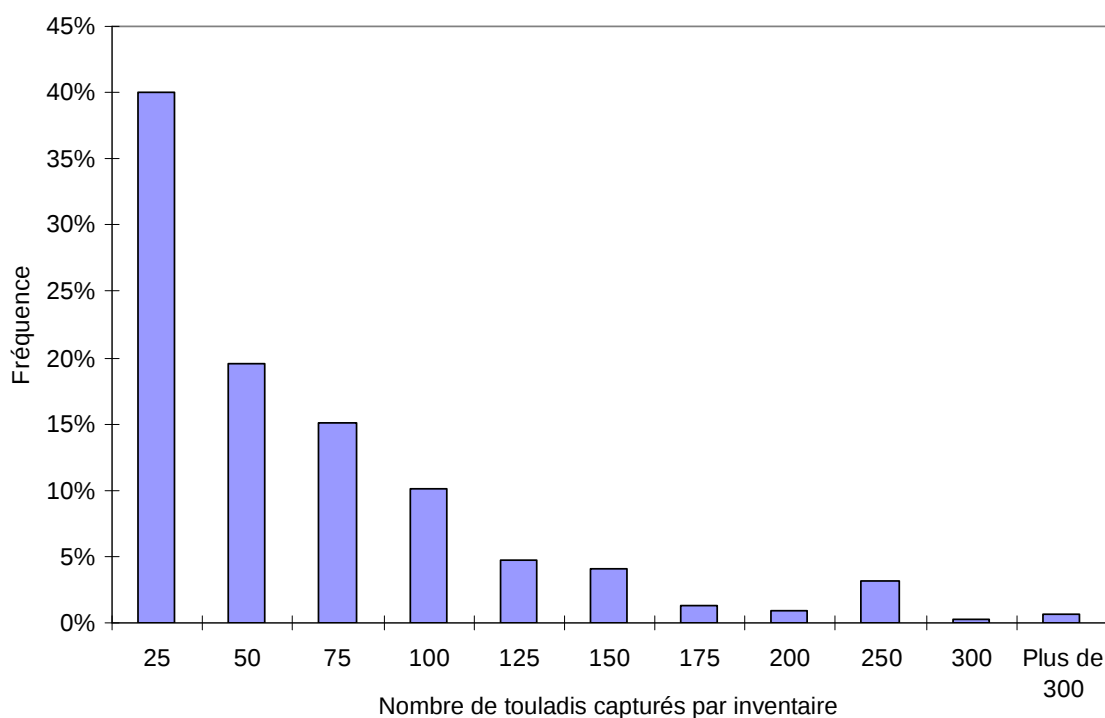


Figure 22. Nombre de touladis capturés lors des 318 inventaires normalisés réalisés entre 1988 et 2012

La figure 23 présente une synthèse de l'évolution des populations de touladi entre les cinq cycles d'échantillonnage. À la fin des années 1980, seulement 18 % des populations de touladi dans le territoire public libre étaient considérées comme étant à l'équilibre. En 2012, on estime que 37 % des populations sont désormais à l'équilibre ou qu'elles sont en transition vers l'équilibre, ce qui représente une augmentation de 106 %.

L'état du touladi au Québec s'améliore, lentement mais sûrement. C'est donc dire que l'espèce répond positivement aux modalités d'exploitation implantées au cours des 20 dernières années. Cependant, une analyse critique de cette gestion permet de conclure qu'il est essentiel de revoir les modalités actuelles afin d'optimiser le rétablissement et la conservation

de l'espèce. En effet, bien que la situation se soit améliorée, il n'en demeure pas moins que 63 % des populations sont toujours considérées comme surexploitées et que le niveau d'abondance plafonne dans certaines zones.

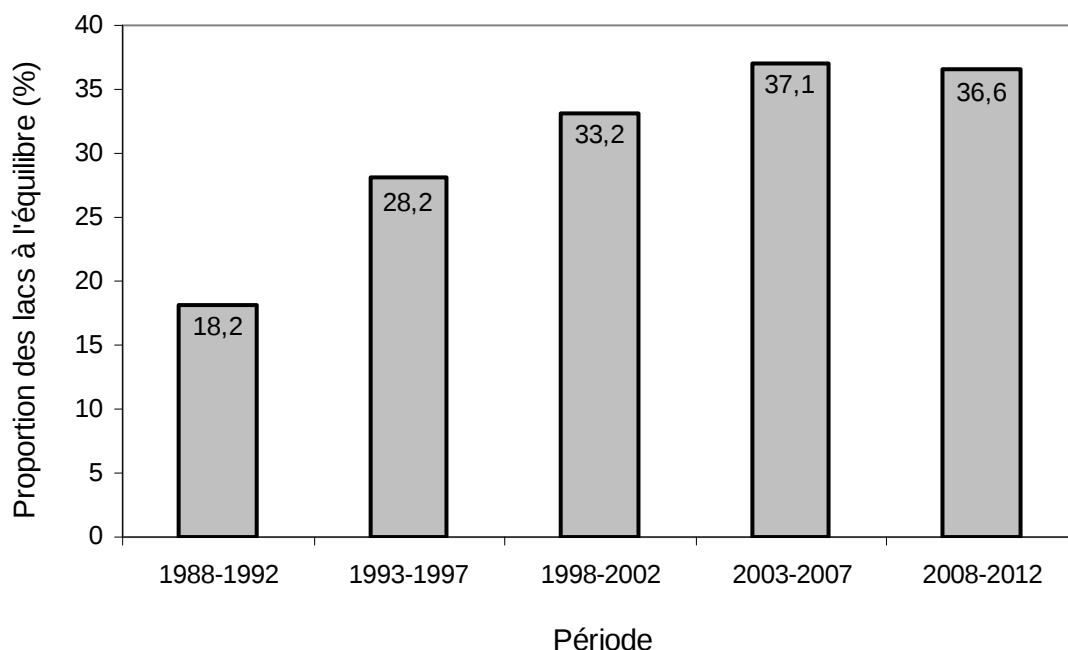


Figure 23. Évolution de la proportion des populations de touladi considérées comme étant à l'équilibre ou en transition vers l'équilibre pour les différentes périodes d'échantillonnage

En plus de l'abondance, pour qu'une population soit considérée comme étant à l'équilibre, la biomasse de femelles matures ($BPUE_{FM}$) et la biomasse totale doivent être respectivement supérieures à 1,6 kg et 5,1 kg/nuit-filet (Arvisais et collab., 2012). Or, bien que la moyenne de cet indicateur ait augmentée au cours des 25 dernières années, la valeur moyenne de la $BPUE_{FM}$ et de la $BPUE$ pour les lacs à touladi du Québec se situe en deçà des valeurs seuils (tableau 9).

Tableau 9. Évolution de la $BPUE$ et de la $BPUE_{FM}$ moyenne au cours des cinq cycles d'inventaire pour la période allant de 1988 à 2012

Cycle d'inventaire	$BPUE$ moyenne	$BPUE_{FM}$ moyenne
1988-1992	3,4	1,0
1993-1997	3,0	0,8
1998-2002	3,4	0,8
2003-2007	4,0	1,2
2008-2012	4,0	1,2
Cible à atteindre	5,1	1,6

11. État de l'habitat du touladi au Québec

En s'inspirant fortement des dernières connaissances disponibles sur l'habitat du touladi, le Ministère a développé un outil permettant de porter un diagnostic objectif sur l'état de l'habitat du touladi, une étape essentielle dans la saine gestion des populations. Cet outil utilise la concentration moyenne pondérée d'oxygène dissous de l'hypolimnion afin de caractériser l'habitat en fonction des besoins du touladi (MFFP, en préparation).

On peut ainsi établir un portrait de l'état des lacs à touladi dans la province (figure 24). On constate que pour la moitié des lacs ayant fait l'objet d'un diagnostic, l'habitat est considéré comme optimal, ce qui représente 69 % de la superficie en eaux à touladi. L'autre moitié des plans d'eau a un habitat sous-optimal (38 %) ou léthal (12 %). Il existe donc des problèmes d'habitat dans certains lacs à touladi du Québec. Cependant, il est difficile de démontrer que la détérioration de l'habitat du touladi est causée par les activités humaines, puisque la série temporelle des données disponibles est trop courte. De plus, dans les territoires fauniques structurés, on trouve des lacs dans les trois catégories de qualité d'habitat dans la même proportion qu'en territoire libre, même si le développement y est bien moindre. Ceci laisse présager que, de façon naturelle, il y a des lacs présentant de bons et de mauvais habitats à touladi. À ce stade-ci, il est impossible de savoir si les habitats de moins bonne qualité le sont naturellement ou s'ils ont été dégradés par des facteurs anthropiques. Les observations sur le terrain et la dégradation rapide de certains plans d'eau nous permettent néanmoins de croire que les activités humaines en sont en partie responsables. Ce manque de connaissances nous empêche toutefois d'adopter des orientations pour minimiser l'impact des activités humaines ou restaurer l'habitat du touladi.

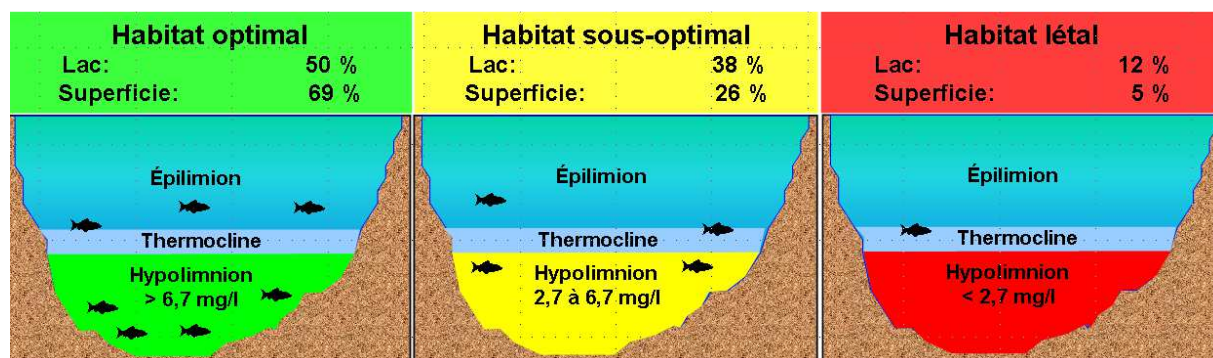


Figure 24. État de l'habitat des lacs à touladi au Québec sur la base de la concentration en oxygène dissous dans la colonne d'eau

12. Objectifs de gestion du touladi au Québec

Sur le plan de la faune, la mission du Ministère consiste à assurer la conservation et la mise en valeur de la faune et de son habitat, dans une perspective de développement durable et harmonieux sur les plans culturel, social, économique et régional. Le concept de développement durable inclut la notion de mise en valeur et répond aux besoins présents, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins.

Compte tenu de l'état des populations de touladi au Québec, la transposition de cette mission sur le plan de la gestion de la pêche sportive se traduit par la poursuite des objectifs suivants :

1. optimiser le rétablissement des populations de touladi du sud du Québec;
2. maintenir l'attrait du nord pour les pêcheurs en préservant la qualité de la pêche tout en assurant le maintien du potentiel reproducteur;
3. améliorer la qualité de la pêche au touladi.

12.1 Outils de gestion envisageables

Plusieurs mesures sont envisageables afin d'atteindre les objectifs de gestion de l'espèce, chacune ayant ses avantages, ses inconvénients et ses limites. Elles sont présentées dans les sections suivantes et résumées dans le tableau 10.

12.1.1 Réduction de la saison de pêche

La réduction de la saison de pêche est utilisée avant tout pour protéger les reproducteurs pendant la période de fraie, mais peut aussi être utilisée pour tenter de diminuer la pression de pêche et la mortalité totale. Or, à moins de procéder à une réduction très importante, ce moyen risque de ne pas être efficace pour diminuer la mortalité, en raison de l'intensification de l'effort de pêche sur une plus courte période. Au début des années 1990, on a ainsi observé une augmentation de l'effort de pêche et de la récolte de touladis malgré un raccourcissement de la saison de pêche de plus d'un mois. Cependant, l'amputation d'une portion de la saison de pêche responsable d'une forte proportion du prélèvement peut réduire la récolte totale annuelle et, par conséquent, la mortalité par la pêche. C'est notamment le cas en ce qui concerne la saison de pêche hivernale au touladi.

Selon un sondage mené au cours de l'hiver 2010, les pêcheurs de touladi sont peu favorables à la réduction de la saison de pêche pour améliorer la qualité de celle-ci. Seulement 31 % des répondants y étaient favorables (figure 25).

12.1.2 Réduction des limites de prise et de possession

Les limites de prise et de possession (LPP) visent avant tout à répartir les captures entre les différents utilisateurs. Une diminution de la LPP peut aussi envoyer un signal sur la fragilité ou le déclin d'une ressource. Dans la plupart des cas, une réduction de la LPP n'a qu'un impact restreint sur le prélèvement total, puisque très peu de pêcheurs l'atteignent (Kohler et Hubert, 1999). En effet, dans le cas du touladi, la LPP varie entre deux et quatre touladis par jour au Québec, alors que le succès de pêche moyen est de 0,6 touladi par jour par pêcheur.

La diminution de la LPP est une mesure impopulaire auprès des pêcheurs; seuls 38 % y seraient favorables pour améliorer la qualité de la pêche (figure 25).

12.1.3 Utilisation de contingents annuels (quotas)

Cette mesure est sans contredit l'une des plus efficaces pour atteindre et maintenir un rendement près du maximum soutenu, à condition que les contingents soient représentatifs de la productivité des plans d'eau et que les déclarations de pêche soient fiables. Étant donné que cela implique une compilation des données de prélèvement (récolte, effort, poids) pour chaque plan d'eau, une telle mesure ne peut être appliquée qu'en territoire structuré (zec, réserve faunique, parc national, pourvoirie à droits exclusifs). On trouve des contingents de pêche au touladi pour tous les lacs en territoires structurés où cette espèce est présente.

12.1.4 Utilisation d'une limite de longueur

Les limites de longueur obligent la remise à l'eau de certains segments de la population. Dans la mesure où les poissons survivent à cette pratique, une telle réglementation a pour effet de réduire la récolte, tout en permettant aux pêcheurs de poursuivre leur activité.

L'instauration d'une limite de longueur peut prendre quatre formes principales, soit (1) une longueur minimale, (2) une longueur maximale, (3) une gamme de longueurs protégées et (4), une gamme de longueurs exploitées (tableau 10). L'utilisation de limites de longueur est une mesure de gestion répandue pour le touladi en Amérique du Nord. Chaque limite de longueur présente ses avantages et ses inconvénients et possède un niveau d'efficacité variable. Le choix de la limite de longueur dépend des objectifs de gestion, de l'écologie de l'espèce ciblée et du seuil d'acceptabilité sociale de la mesure.

12.1.4.1 Longueur minimum

Cette mesure consiste à remettre à l'eau tous les poissons dont la longueur est inférieure à un certain seuil. L'imposition d'une longueur minimum vise à retarder l'entrée dans la pêche des poissons ayant une longueur avoisinant celle de la maturité sexuelle. Ainsi, cette modalité permet à un plus grand nombre de poissons de se reproduire au moins une fois. La longueur minimum est efficace pour augmenter l'abondance, le succès de pêche et la masse moyenne des prises, mais elle a peu d'impact sur la structure de la population (Brousseau et Armstrong, 1987; Wilde, 1997 dans Kohler et Hubert, 1999; MFFP, données non publiées).

En 2002, une longueur minimum a été imposée aux pêcheurs de touladi sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent. Depuis, on observe une augmentation de l'abondance moyenne du touladi et de la biomasse de femelles matures, signe que cette mesure semble avoir une certaine efficacité.

La presque totalité des pêcheurs (95 %) est favorable à la remise à l'eau des petits poissons pour améliorer la qualité de la pêche (figure 25).

12.1.4.2 Longueur maximum

Cette mesure consiste à remettre à l'eau toutes les prises au-dessus d'une taille donnée. Le recours à cette modalité de gestion est plutôt rare, mais peut s'avérer pertinent lorsqu'on veut protéger le stock reproducteur, comme dans le cas des populations fortement exploitées où le stock reproducteur et le recrutement sont faibles (Brousseau et Armstrong, 1987).

Cette mesure peut s'avérer envisageable dans un secteur où la pêche est permise durant les activités de fraie ou pour des secteurs où il est difficile de retarder l'ouverture de la pêche pour

des raisons socio-économiques. On peut également recourir à l'utilisation d'une longueur maximum afin de maintenir un standard de qualité de pêche élevé.

La majorité des pêcheurs (64 %) sont d'accord pour remettre les gros poissons à l'eau afin d'améliorer la qualité de la pêche (figure 25).

12.1.4.3 Gamme de longueurs protégées

La gamme de longueurs protégées implique la remise à l'eau des poissons dont la longueur se situe entre deux seuils. Cette modalité vise, la plupart du temps, à assurer la protection des individus approchant la maturité sexuelle. À la différence de la longueur minimum, l'intérêt de cette mesure est de réduire également la densité des jeunes et ainsi permettre une augmentation du taux de croissance des survivants. Elle permet également d'optimiser le nombre de jours de pêche, tout en conservant une pêche de qualité. L'implantation d'une gamme de longueurs protégées ne serait efficace que pour les populations dont le recrutement est élevé et stable (Lewin et collab., 2006).

Une gamme de longueurs protégées a été mise en place pour le touladi au Québec en 1993. Des recensements de pêche sportive et des pêches expérimentales ont démontré que, cinq ans après leur mise en place, ces mesures avaient été partiellement efficaces (Legault et collab., 2001).

12.1.4.4 Gamme de longueurs exploitées

Une gamme de longueurs exploitées est une modalité de gestion selon laquelle seuls les poissons compris à l'intérieur d'une gamme de longueurs donnée peuvent être conservés par les pêcheurs. La gamme de longueurs exploitées combine les concepts de longueur minimum et de longueur maximum (Noble et Jones, 1999). L'implantation d'une telle modalité de gestion est efficace pour les pêcheries montrant des signes de surexploitation, un manque de recrutement et une diminution de la taille moyenne des individus. Une gamme de longueurs exploitées sert à réduire la mortalité totale et à augmenter le recrutement dans la population, en protégeant les recrues jusqu'à leur première reproduction ainsi que les grands reproducteurs (Scarnecchia et collab., 1989; Noble et Jones, 1999).

Les pêcheurs sont favorables à la remise à l'eau des petits poissons (95 %) et dans une moindre mesure, des gros (64 %) (figure 25). En conséquence, on peut présumer que le niveau d'acceptabilité sociale de cette mesure est relativement bon.

Tableau 10. Avantages et inconvénients des différentes modalités envisageables pour gérer le touladi au Québec

Modalité de gestion		Quand/Pourquoi?	Avantage	Inconvénient
Saison de pêche		Applicable peu importe le type de territoire.	- Protection des reproducteurs au moment de la fraie. - Facile à mettre en place.	- Doit être réduite de façon importante pour diminuer la mortalité par la pêche. - Très contraignante pour les pêcheurs.
Limite de prise et de possession (LPP)		Applicable peu importe le type de territoire.	- Répartition des captures entre les utilisateurs. - Bien compris des utilisateurs. - Facile à mettre en place.	- Impact restreint sur le prélèvement total. - Confusion lorsque plusieurs LPP sont en usage.
Limite de longueur	Minimum <i>remise à l'eau des poissons dont la taille est inférieure au seuil</i>	- Recrutement faible ou modéré. - Bon taux de croissance. - Taux de mortalité naturel faible. - Taux de mortalité par la pêche élevé	- Augmentation de la densité de petits poissons. - Augmentation de la taille moyenne des prises. - Généralement bien acceptée par les pêcheurs sportifs. - Possibilité de transporter les prises en filet. - Possibilité de conserver des poissons trophées.	- Augmentation du taux de remise à l'eau. - Mortalité associée à la remise à l'eau. - Peut provoquer du stockpilinga. - Augmentation de la compétition intraspécifique chez les jeunes individus. - Peu efficace lorsque la pêche a peu d'impact sur la mortalité totale.
	Maximum <i>remise à l'eau des poissons dont la taille est supérieure au seuil</i>	- Peu de reproducteurs. - Recrutement faible. - Taux de mortalité par la pêche élevé. - Nécessite de protéger les juvéniles. - Crée une pêche de poissons trophées.	- Protection des individus sexuellement matures. - Augmentation du nombre de reproducteurs. - Meilleur recrutement. - Augmentation de la densité de poissons. - Augmentation du succès de pêche.	- Remise à l'eau des poissons trophées. - Mortalité associée à la remise à l'eau. - Confusion des pêcheurs sur le plan réglementaire. - Généralement impopulaire auprès des pêcheurs.
	Gamme protégée <i>remise à l'eau des poissons dont la longueur se situe entre deux seuils</i>	- Bon taux de reproduction. - Croissance lente des jeunes. - Forte mortalité naturelle des juvéniles. - Forte pression de pêche.	- Permet aux individus de se reproduire au moins une fois. - Diminution de la compétition entre les petits individus. - Augmentation de la récolte de gros poissons. - Récolte possible de petits poissons.	- Taux de remise à l'eau très élevé chez les poissons de taille moyenne. - Mortalité associée à la remise à l'eau. - Généralement impopulaire auprès des pêcheurs.
	Gamme exploitée <i>conservation des poissons dont la longueur se situe entre deux seuils</i>	- Peu de reproducteurs. - Recrutement faible. - Taux de mortalité par la pêche élevé.	- Diminution de la mortalité par la pêche. - Augmentation du nombre de reproducteurs. - Augmentation de la densité. - Augmentation de la taille moyenne des prises. - Augmentation du succès de pêche. - Généralement bien acceptée par les pêcheurs.	- Augmentation du taux de remise à l'eau. - Mortalité associée à la remise à l'eau. - Impossibilité de transporter les prises en filet.
Contingent	Nombre annuel de poissons	Applicable exclusivement en territoire structuré.	Permet de maintenir l'exploitation au RMS.	Efficacité tributaire de la qualité des déclarations.
	Nombre annuel de jours de pêche	Applicable exclusivement en territoire structuré.	- Permet de maintenir l'exploitation au RMS. - Effort de pêche plus facile à compiler que la récolte.	Ne tient pas compte des variations annuelles de récolte.

^a Augmentation d'abondance des poissons ayant une taille juste sous la taille minimum.

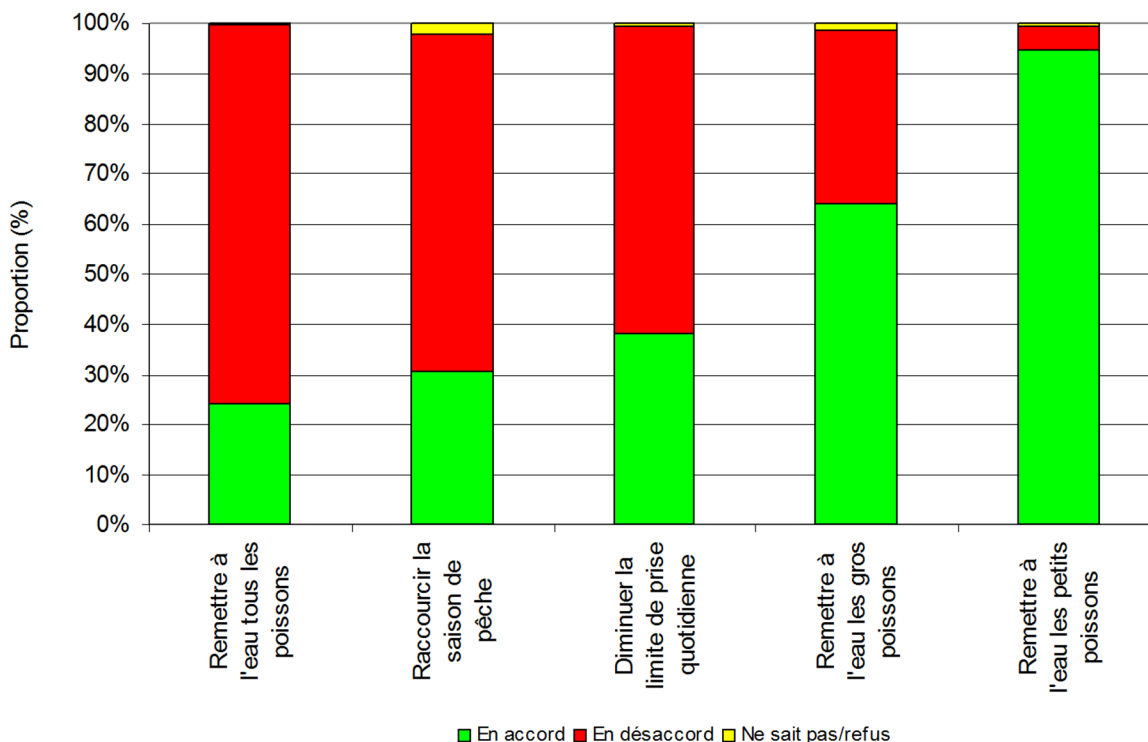


Figure 25. Taux d'adhésion des pêcheurs de doré et de touladi à la mise en place de différentes modalités de gestion visant à améliorer la qualité de la pêche (source : Léger marketing, 2010)

13. Mortalité suivant la remise à l'eau

Le principal impact négatif d'une limite de longueur est la mortalité qui suit la remise à l'eau obligatoire de certains segments de la population. En conséquence, cette mortalité doit être prise en compte avant d'envisager l'imposition d'une limite de longueur. En effet, lorsque la mortalité qui suit la remise à l'eau est élevée, elle est susceptible d'en annuler les effets bénéfiques.

Chez le touladi, la mortalité consécutive à une remise à l'eau est faible en période estivale, se situant en général autour de 10 % (tableau 11). Cependant, s'il y avait une limite de longueur, le taux de mortalité pourrait être plus élevé en raison du comportement de certains pêcheurs qui, lorsqu'il y a une réglementation, tardent à remettre leur prise à l'eau dans l'espoir d'en capturer une de plus grande taille. Or, plus le poisson est maintenu dans de piètres conditions avant d'être remis à l'eau, par exemple dans un vivier mal oxygéné, plus le taux de mortalité augmente.

Ce type de mortalité est aussi plus élevé lorsque les touladis sont capturés avec des leurres naturels, puisque les poissons avalent l'appât plus profondément (MDDEFP, données non publiées, 2014). Des études préliminaires faites par le Ministère démontrent que l'utilisation d'un hameçon circulaire, lorsqu'un appât naturel est utilisé, permettrait de réduire de façon

importante la mortalité qui suit la remise à l'eau. Des recherches seront faites au cours des prochaines années afin d'affiner nos connaissances en cette matière.

Lors de la pêche hivernale, la mortalité est très élevée chez le touladi si le pêcheur utilise une brimbale appâtée (32 %), la technique de pêche d'hiver la plus répandue au Québec.

Tableau 11. Mortalité consécutive à la remise à l'eau de touladis capturés à la pêche sportive en période estivale

Référence	Mortalité (%)
Falk, M.R., D.V. Gillman et L.W. Dahlke, 1974. Comparaison of mortality between barbed and barbless hooked lake trout. Environmental Canadian Fishery Marketing Service Number CEN/T-74-1.	7,0
Loftus, A.J., W.W. Taylor et M. Keller, 1988. An evaluation of lake trout (<i>Salvelinus namaycush</i>) hooking mortality in the upper Great Lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45(8):1473-1479.	14,9
Dextrase, A.J. et H.E. Ball, 1991. Hooking mortality of lake trout angled through the ice. North American Journal of Fisheries Management 11:477-479.	10,0
Nadeau, D. et J. Lapointe, 1991. Évaluation de la mortalité engendrée par les engins de pêche sportive chez le touladi (<i>Salvelinus namaycush</i>). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rouyn-Noranda, Québec, 26 p.	9,2
Persons, S.E. et S.A. Hirsch, 1994. Hooking mortality of lake trout angled through ice by jigging and set lining. North American Journal of Fisheries Management 14:664-668.	10,0,
Lee, W.C. et E.P. Bergerson, 1996. Influence of Thermal and Oxygen Stratification on Lake Trout Hooking Mortality. North American Journal of Fisheries Management 16:175-181.	11,7
Moyenne	10,5 %

14. Modélisation de différents scénarios de gestion

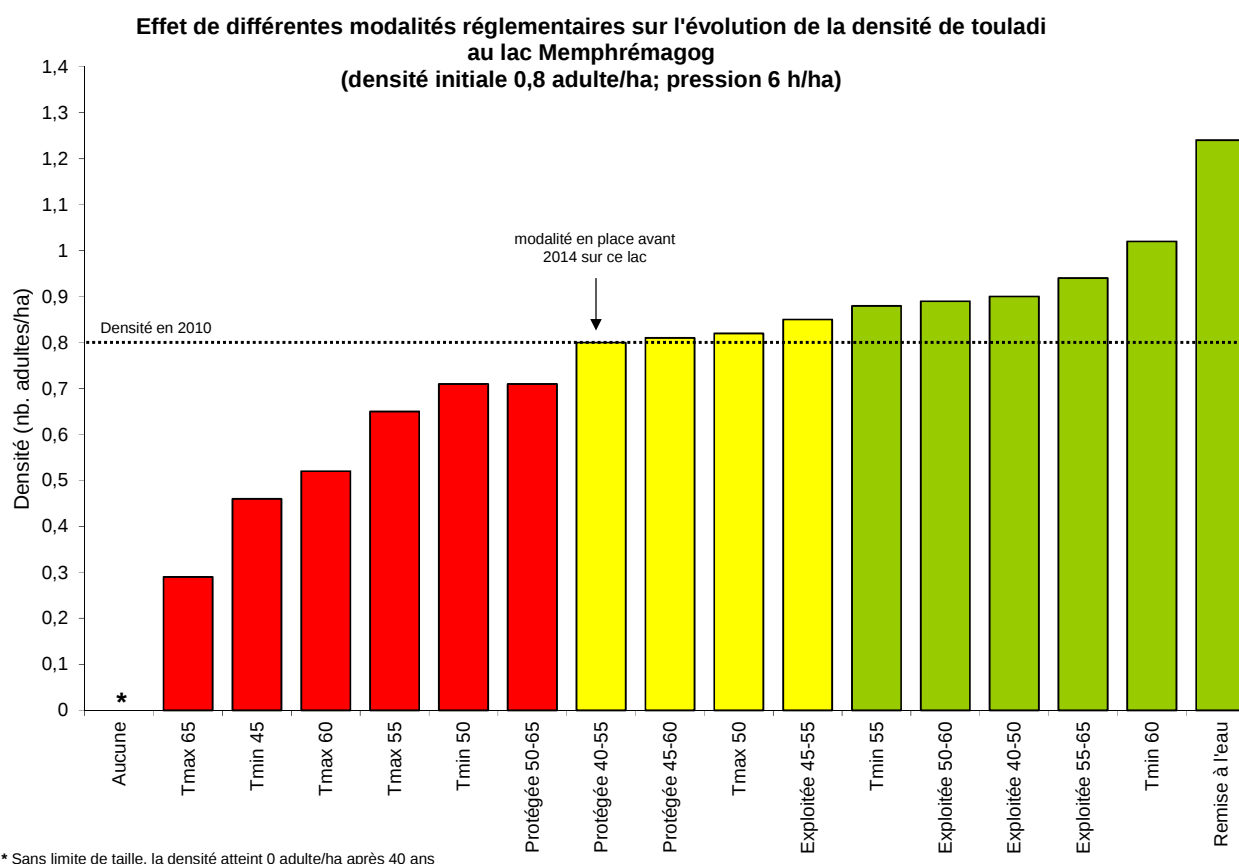
Modéliser l'effet d'une modalité de gestion sert à en prévoir l'efficacité sur la dynamique d'une population exploitée (abondance, masse moyenne, taux de remise à l'eau, etc.). Cela permet donc de trouver quelles sont les mesures les plus efficaces sur le plan biologique et les moins contraignantes pour la clientèle.

Une série de mesures de gestion a été modélisée pour des populations de touladi planctonophages (croissance lente) et ichthyophages (croissance rapide) (tableau 12). Ces modélisations ont notamment permis de déterminer les limites de longueur les plus efficaces selon le mode de croissance du touladi.

Par exemple, la figure 26 illustre la modélisation de l'évolution de l'abondance dans une population de touladi ichthyophage de la rive sud du Saint-Laurent (lac Memphrémagog). On constate que la modalité la plus efficace, en dehors de la remise à l'eau obligatoire, est l'implantation d'une longueur minimum de 60 cm. Or, à l'heure actuelle, cette population est gérée par une gamme de longueurs protégées de 40-55 cm, qui se situe au septième rang sur le plan de l'efficacité.

Tableau 12. Limites de longueur ayant été modélisées pour des populations de touladi planctonophages et ichtyophages

Modalité	Type de population	
	Planctonophage	Ichtyophage
Longueur minimum (cm)	35, 40, 45	45, 50, 55, 60
Longueur maximum (cm)	35, 40, 45	50, 55, 60, 65
Gamme de longueurs exploitées (cm)	30-40, 35-45	40-50, 45-55, 50-60, 55-65
Gamme de longueurs protégées (cm)	30-40, 35-45	40-55, 45-60, 50-65
Aucune limite de longueur	S. O.	S. O.
Remise à l'eau obligatoire	S. O.	S. O.

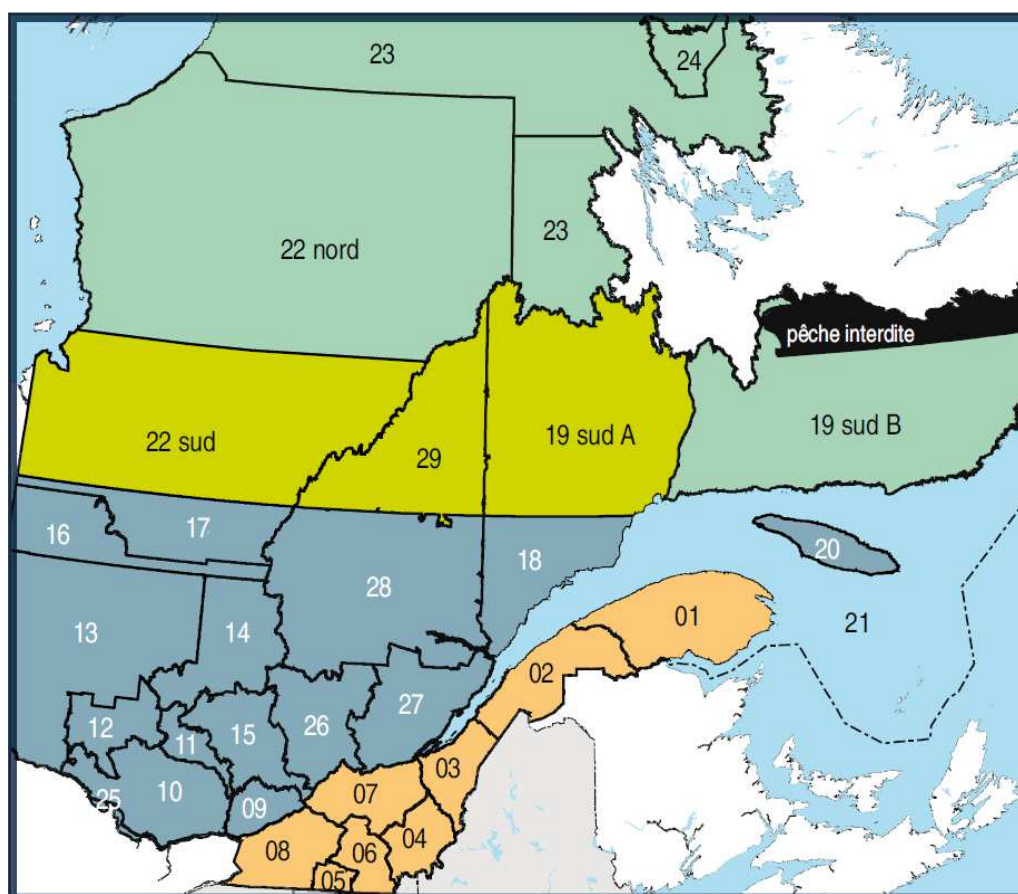
**Figure 26. Effet de différentes modalités réglementaires sur l'évolution de la densité de touladi au lac Memphrémagog (densité initiale 0,8 adulte/ha; pression 6 h/ha)**

Les résultats des modélisations, combinés à la connaissance historique des populations de touladi et aux objectifs de gestion de l'espèce, ont permis de déterminer les modalités de gestion les plus efficaces et les moins contraignantes pour la clientèle dans les différentes zones de pêche du Québec.

15. Modalités de gestion retenues

Au terme de près de deux ans de consultations auprès de l'ensemble des partenaires fauniques nationaux et régionaux, le Ministère est parvenu à dégager un consensus sur les modalités à mettre en place pour optimiser la gestion du touladi au Québec.

Les limites de longueur suivantes sont en vigueur pour le touladi et ses hybrides (moulac et lacmou) depuis le 1^{er} avril 2014 sur le territoire public libre. Les limites de longueur sont applicables à la longueur totale des touladis (cm). La longueur totale correspond à la longueur maximale du poisson et se mesure du bout du museau à l'extrémité des lobes de la queue. Les touladis doivent être transportés entiers, ou entiers et éviscérés, afin de permettre d'identifier l'espèce et de mesurer la longueur du poisson. Certaines exceptions peuvent s'appliquer (www.mffp.gouv.qc.ca).



Règles générales (des exceptions peuvent s'appliquer)

Zones de pêche	Limite de longueur permise	Limite de prise et de possession
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8	60 cm et plus	2
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 25, 26, 27 et 28	45 cm et plus	2
19 sud A, 22 sud et 29	Moins de 60 cm	3
19 sud B, 22 nord, 23 et 24	Moins de 60 cm	3 dont un de plus de 60 cm

Figure 27. Limites de longueur (cm) applicables au touladi et à ses hybrides (moulac et lacmou) dans les différentes zones de pêche du Québec depuis le 1^{er} avril 2014

15.1 Longueur minimum de 60 cm (zones de pêche 1 à 8)

Puisque les objectifs de gestion du touladi dans le sud du Québec sont d'optimiser le rétablissement des populations, les modalités de gestion retenues doivent permettre de réduire la mortalité par la pêche et de maintenir, voire d'augmenter le potentiel reproducteur dans un contexte de forte pression de pêche.

Pour les zones de pêche 1 à 8, la forte pression de pêche et l'état des populations justifient la mise en place d'une limite de longueur plus efficace que la réglementation actuelle. Les populations de touladi de la rive sud du fleuve Saint-Laurent ont une croissance très rapide qui surpasse la croissance des populations à croissance rapide de la rive nord. Par conséquent, les touladis ont une taille à maturité sexuelle plus élevée que les touladis du reste du Québec. Afin d'optimiser l'efficacité de la réglementation en place, la gamme de longueurs protégées de 40-55 cm est donc remplacée par une longueur minimum de 60 cm.

15.2 Longueur minimum de 45 cm (zones de pêche 9 à 18, 20, 21 et 25 à 28)

Pour la rive nord du fleuve Saint-Laurent, nous préconisons le maintien de la longueur minimum de 45 cm. En effet, l'abondance du touladi dans les zones pour lesquelles cette modalité est applicable est en augmentation, signe que la réglementation en place est généralement adéquate. Ce secteur compte un total de 93 exceptions pour lesquelles une longueur minimum de 55 cm s'applique (populations à croissance rapide).

15.3 Longueur maximum de 60 cm (zones de pêche 19 sud A, 19 sud B, 22 sud, 22 nord, 23, 24 et 29)

Afin de préserver la qualité de la pêche, il est essentiel que les modalités de gestion mises en place tiennent compte de l'accessibilité au territoire. Le territoire nordique est globalement peu accessible pour le moment, à l'exception des zones de pêche 22 sud, 29 et la portion ouest de la zone 19 sud (figure 28). Puisqu'il y a un lien direct entre l'accessibilité et la pression de pêche, les modalités de gestion des zones peu ou pas accessibles par voie terrestre peuvent être plus libérales.

Par conséquent, une longueur maximum de 60 cm sera autorisée sur l'ensemble des zones du nord et les pêcheurs pourront conserver un maximum d'un touladi trophée de plus de 60 cm dans les zones de pêche peu ou pas accessibles. Afin d'appliquer cette logique à l'ensemble du territoire québécois, la zone 19 sud a été divisée en portion A (ouest) et B (est) en fonction de l'accessibilité au territoire. Ainsi, les pêcheurs pourront conserver un poisson-trophée dans les zones 19 sud B, 22 nord, 23 et 24. La longueur maximum est une modalité efficace lorsque la pression de pêche est faible, ce qui est le cas dans le nord du Québec. Ce genre de modalités serait totalement inefficace pour les plans d'eau du sud de la province, puisqu'on n'y trouve pratiquement plus de gros touladis.

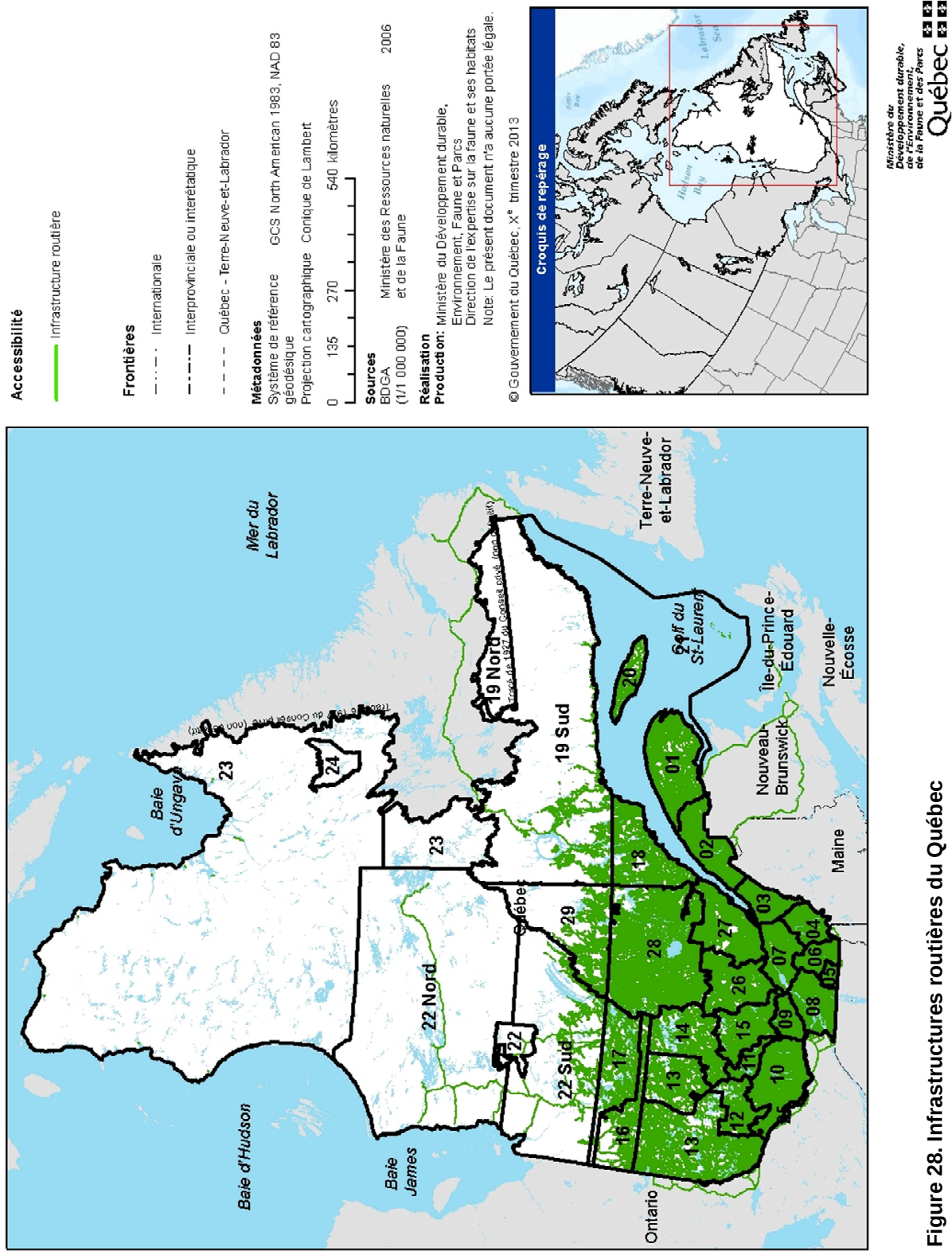


Figure 28. Infrastructures routières du Québec

15.4 Réduction de la limite de prise et de possession dans le nord du Québec

Conformément aux résultats des consultations menées dans le Nord-du-Québec, la LPP passera de quatre à trois touladis par jour par pêcheur pour les zones de pêche 23 et 24.

15.5 Maintien de la gestion par contingent annuel dans les territoires fauniques structurés

Compte tenu de l'efficacité de cette modalité et de son niveau d'acceptabilité sociale, il est recommandé de maintenir les contingents annuels de pêche au touladi (captures, biomasse ou jours de pêche) dans les territoires fauniques structurés. Une révision de tous les contingents applicables devra être faite au cours de la première année de la mise en place du plan de gestion afin de les valider et de les ajuster au besoin.

15.6 Fermeture de la pêche d'hiver sur les lacs à touladi

En raison de son impact négatif important, la pêche d'hiver **au touladi** sera fermée sur tous les lacs à touladi du Québec. De plus, afin de limiter le prélèvement illicite de touladi en hiver, la pêche d'hiver sera fermée pour **toutes les espèces** sur les lacs à touladi dans les zones de pêche 1 à 15, 18, 26, 27 et 28. Plusieurs exceptions sont possibles (<http://www.mffp.gouv.qc.ca/faune/peche/plan-gestion-touladi.jsp>).

15.7 Remise à l'eau obligatoire du touladi sur les lacs de faible densité

La densité de certaines populations de touladi est tellement faible que même l'application de limites de longueurs s'avère inefficace. La seule façon d'inverser le déclin est d'en cesser l'exploitation. Toutefois, interdire complètement la pêche au touladi serait difficile à faire, tant d'un point de vue social – considérant l'importance de cette activité pour l'économie régionale – que d'un point de vue pratique, puisque les lacs à touladi sont multispécifiques et ne se prêtent pas toujours à une pêche axée uniquement sur cette espèce.

C'est pourquoi une réglementation de remise à l'eau obligatoire (LPP = 0) sera appliquée sur ces lacs à faible densité. Cela signifie que la pêche au touladi (que l'espèce soit ciblée ou que la prise soit accidentelle) sera permise, mais qu'aucun spécimen ne pourra être conservé. Si cette mesure de gestion ne permet pas d'annuler complètement la mortalité par la pêche, en raison d'un taux de mortalité associé à la remise à l'eau (estimée à 10 %), elle la réduit considérablement. Et pour minimiser davantage ce type de mortalité, le Ministère fera la promotion des saines pratiques de remise à l'eau auprès de sa clientèle.

Dans le cadre de ce plan de gestion, une trentaine de lacs à touladi feront l'objet d'une mesure de remise à l'eau obligatoire pendant au moins 11 ans.

15.8 Augmentation des investissements dans les ensemencements

Un cadre de gestion des ensemencements de touladi a été développé en se basant sur une série de critères rigoureux (abondance, historique d'ensemencement, qualité de l'habitat de vie, qualité de l'habitat de reproduction, accessibilité, inventaire récent, etc.) (figure 29). Cet outil d'aide à la décision a été développé afin de se donner un processus décisionnel relativement à l'ensemencement de touladi. Bien qu'il n'ait pas de portée légale, il servira de base à la prise de décision tant pour les ensemencements publics que privés dans l'ensemble des régions du Québec.

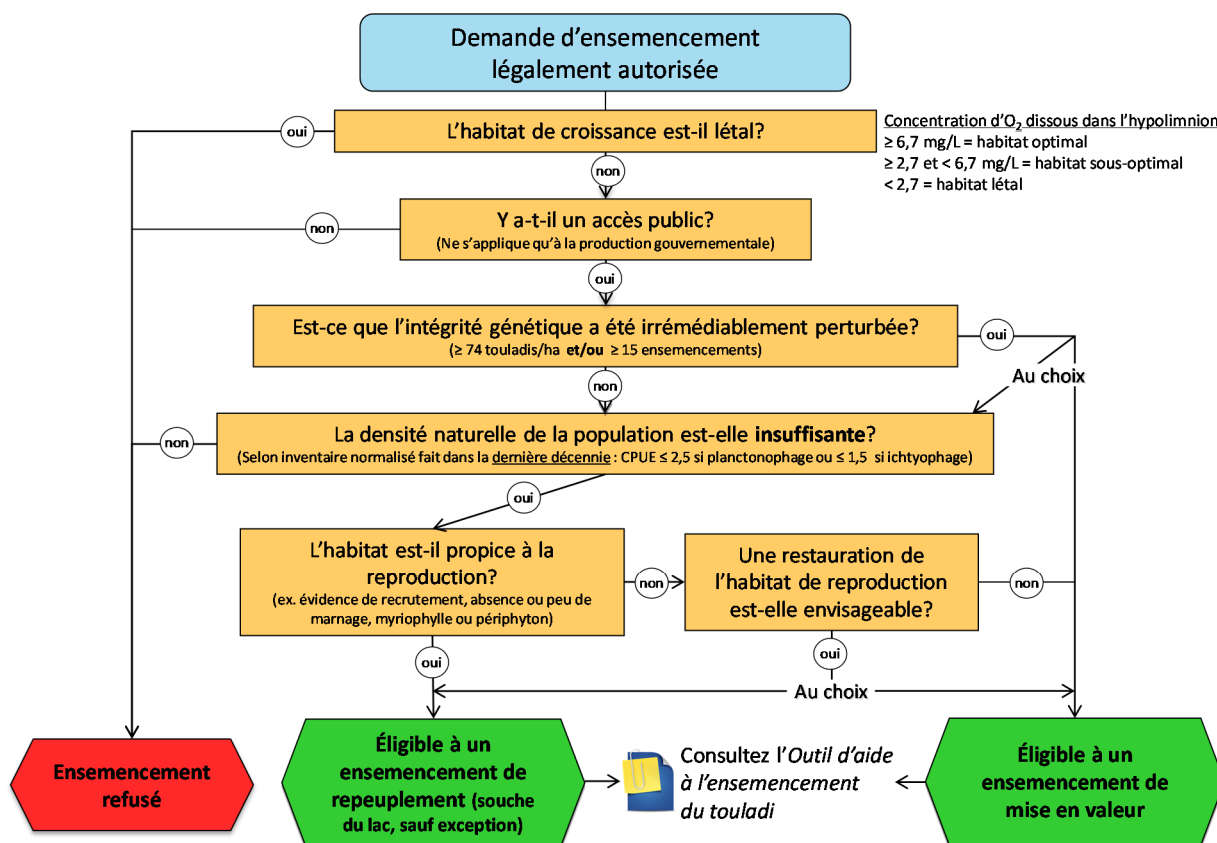


Figure 29. Cadre de gestion des ensemencements de touladi

15.8.1 Ensemencements de repeuplement

Malgré l'application d'une modalité de remise à l'eau obligatoire, la restauration des populations de touladi de faible densité risque d'être très lente. C'est pourquoi un programme d'ensemencements de repeuplement a été mis en place. Ce type d'ensemencement, lorsque réalisé dans les conditions adéquates, peut avoir un impact positif sur l'abondance des populations de touladi. Il faut toutefois prendre certaines précautions afin de préserver l'intégrité génétique des populations qui ont été peu ensemencées ou qui ne l'ont jamais été.

Une vingtaine de lacs du territoire public libre ont été choisis pour faire partie du programme de repeuplement. Un plan de production a été élaboré pour fixer les demandes de production

pour la prochaine décennie. Chaque lac repeuplé recevra sept déversements de touladis sur une période de 11 ans, idéalement à partir d'une lignée génétique locale (MDDEFP, 2013). Pendant toute la durée du programme d'ensemencement, la remise à l'eau demeurera obligatoire. L'efficacité des ensemencements de repeuplement sera évaluée à mi-parcours ou vers la fin du programme.

15.8.2 Ensemencements de soutien à la pêche

De façon officielle, dans ses orientations de gestion des populations halieutiques, le Ministère a toujours préféré les ensemencements de conservation, dans un objectif d'autoperpétuation, aux ensemencements de mise en valeur. Dans le cadre du présent plan de gestion, le Ministère s'engage pour la première fois dans la promotion officielle de cet outil pour la gestion du touladi.

Certaines populations de touladi subissent une très forte pression de pêche et font l'objet d'ensemencements intensifs depuis de nombreuses années. Leur abondance naturelle est artificiellement gonflée par les poissons issus des piscicultures et il semble peu probable qu'elles puissent soutenir cette pêcherie sans l'apport des ensemencements. D'autre part, de récents travaux ont démontré que l'intensité des ensemencements passés avait irrémédiablement perturbé l'intégrité génétique de ces populations en remplaçant complètement la population locale par un pool génétique étranger.

Cet état de fait remet en question la nécessité de protéger ces populations des perturbations génétiques et ouvre la porte à un programme de mise en valeur de la pêche au touladi. Une trentaine de lacs à touladi du territoire public libre, où la pêche est intensive et l'intégrité génétique perdue, ont été sélectionnés pour faire l'objet d'ensemencements de mise en valeur, dont les coûts seront éventuellement défrayés en partie par le milieu local. Cette nouvelle approche permettra de concentrer la pression de pêche sur une série de plans d'eau, ce qui devrait réduire la pression sur les lacs voisins.

La réglementation sur les lacs ainsi mis en valeur sera la même que celle de la zone de pêche, afin que le prélèvement n'excède pas le rendement offert par les ensemencements. Cependant, s'il est entendu que la pêche d'hiver au touladi demeure fermée sur ces lacs, il serait possible d'y maintenir une pêche hivernale pour d'autres espèces, dans la mesure où cette activité n'entraîne pas un prélèvement excessif (accidentel ou illégal) de touladi.

16. Habitat : marnage des réservoirs

Un des éléments sensibles de l'habitat du touladi dans les réservoirs est l'abondance et la qualité des sites de reproduction. En effet, les opérateurs de barrages doivent bien souvent procéder à un marnage des eaux du réservoir afin que celui-ci puisse recevoir les eaux de fonte des neiges au printemps ou satisfaire à la demande d'électricité pendant l'hiver. Lorsque ce marnage se produit après la reproduction du touladi, cela risque d'entraîner l'exposition des œufs à l'air libre et de les empêcher d'éclore.

Il est possible de concilier la gestion d'un réservoir et la conservation des populations de touladi. On peut notamment procéder à un marnage équivalent au marnage hivernal avant la période de fraie afin que la ponte se fasse à une profondeur qui ne sera pas exondée.

Dans le cadre de son plan de gestion, le Ministère entend revoir les ententes de gestion du niveau d'eau des lacs réservoirs et s'assurer qu'elles sont respectées. Il souhaite également

négocier des ententes de gestion de niveau qui favorisent la reproduction du touladi dans les réservoirs à touladi qui ne font pas l'objet de telles ententes (tableau 3).

17. Conclusion

La pêche sportive au touladi du Québec se démarque par une offre de pêche principalement constituée de poissons sauvages issus de populations indigènes. L'ensemencement est un complément à l'offre et non un mode de gestion prédominant. Cependant, ce choix de gestion commande des modalités d'exploitation plus restrictives.

Les premières mesures de restriction à la pêche au touladi ont fait leur apparition dès le début des années 1990, alors que la majorité des populations de touladi du sud du Québec (82 %) étaient considérées comme surexploitées. Près de 25 ans plus tard, on constate une amélioration de la situation, puisque l'abondance moyenne du touladi a augmenté et que la proportion de populations en surexploitation est passée de 82 à 63 %. Cependant, la situation de l'espèce demeure préoccupante et les modalités d'exploitation qui avaient été mises en place n'étaient pas optimales dans certaines zones.

Celles qui ont été retenues en marge du premier Plan de gestion du touladi 2014-2020 visent à donner un coup de pouce supplémentaire aux populations de touladi afin d'optimiser le rétablissement de l'espèce à l'échelle provinciale. Certains choix imposent des contraintes importantes, notamment la fermeture de la pêche d'hiver sur les lacs à touladi qui est incontournable pour préserver l'espèce. Il ne faut pas perdre de vue que les lacs à touladi ne représentent qu'une infime proportion des lacs du Québec.

Une cinquantaine de plans d'eau seront ensemencés, soit pour les repeupler ou pour y soutenir la pêche. Dans les deux cas, cela aura pour effet de protéger l'espèce en augmentant artificiellement le recrutement ou en concentrant la pression de pêche sur des lacs ensemencés.

Une proportion importante des lacs à touladi d'Amérique du Nord se trouve au Québec. Le poisson indigène représente une partie prédominante de l'offre de pêche, la densité des populations est relativement élevée et la pêche généralement de qualité acceptable. Les modalités mises de l'avant dans ce plan de gestion permettront de maintenir la qualité de pêche exceptionnelle du nord du Québec et d'améliorer l'état des populations dans le sud pour le plus grand plaisir des amateurs de ce majestueux salmonidé.

Références bibliographiques

- ALAIN, J. et M. LeROUZES, 1979. Méthodologie pour le calcul des apports en phosphore et la détermination de la capacité de support d'un lac. Ministère des Richesses naturelles, Service de la qualité des eaux.
- ALLENDORF, F.W, R.F LEARY, P. SPRUELL et J.K. WENBURG, 2001. The problems with hybrids: setting conservation guidelines. *Trends in Ecol. Evol.* 16(11): 613-622.
- ARVISAIS, M., M. LEGAULT, H. FOURNIER et D. NADEAU, 2012. Établissement de points de référence biologiques pour diagnostiquer l'état des populations de touladi (*Salvelinus namaycush*) au Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec, 17 p.
- AUGER, I., 2006. Évaluation du risque de l'introduction du myriophylle à épis sur l'offre de pêche et la biodiversité des eaux à touladi. *Revue de la littérature*. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de la recherche sur la faune, Québec, 88 p.
- BAIRD, O.E. et C.C. KRUEGER, 2000. Behavior of lake trout sac fry: vertical movement at different developmental stages, *Journal of Great Lakes Research* 26: 141-151.
- BCDM CONSEIL, 2013. Retombées économiques des activités de chasse, pêche et piégeage au Québec en 2012 : Rapport présenté au secteur de la faune du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, 43 p. + annexes.
- BENOIT, J. et M. LEGAULT, 2002. Assessment of the feasibility of preventing reproduction of lake charr, *Salvelinus namaycush*, in shallow areas of reservoirs affected by drawdowns. *Environmental Biology of Fishes* 64: 303-311.
- BÉRUBÉ, P. [éd.] 1999. Compte rendu de l'atelier sur la faune aquatique tenu à Duchesnay les 17 et 18 mars 1999 : Bilan des effets de la limite de taille pour le touladi et actions posées dans le cadre du plan tactique (1990). Faune et Parcs Québec, Direction de la faune et des habitats, 245 p.
- BOUDREAU, S.A. et N.D. YAN, 2003. The differing crustacean zooplankton communities of Canadian Shield lakes with and without the nonindigenous zooplanktivore *Bythotrephes longimanus*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60: 1307-1313.
- BROUSSEAU, C.S. et E.R. ARMSTRONG, 1987. The role of size limits in walleye management. *Fisheries* 12(1): 2-5.
- CASSELMAN, J.M., 1995. Survival and development of lake trout eggs and fry in Eastern Lake Ontario – in situ incubation, Yorkshire Bar, 1989-1993. *J. Great Lakes Res.* 21 (Suppl. 1): 384-399.
- CHABOT, J. et J. ARCHAMBAULT, 1981. Quelques caractéristiques de frayères à touladi du lac Saint-Patrice, comté de Pontiac, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, région de l'Outaouais.
- CLADY, M.D., D.E. CAMPBELL et G.P. COOPER, 1975. Effects of trophy angling on unexploited populations of smallmouth bass. In : Clepper, H., editor. *Black bass biology and management*. Sport Fishing Institute, Washington, D.C.

- COULAS, R.A., H.J. MACISAAC et W. DUNLOP, 1998. Selective predation on an introduced zooplankton (*Bythotrephes cederstroemi*) by lake herring (*Coregonus artedii*) in Harp Lake, Ontario, *Freshwater Biology* 40: 343-355.
- COUTURE, B., 2002. Les ensemencements de poissons en eaux douces : positifs pour les pêcheurs, mais négatifs envers la diversité biologique, l'éthique et le développement durable. Essai pour l'obtention du grade de Maître en environnement. Faculté des Sciences, Université de Sherbrooke. 73 p.
- DEXTRASE, A.J. et H.E. BALL, 1991. Hooking mortality of lake trout angled through the ice. *North Am. J. of Fish. Manag.* 11 (3): 477-479.
- DEXTRASE, A.J. et N.E. MANDRAK, 2006. Impacts of alien invasive species on freshwater fauna at risk in Canada. *Biological Invasions* 8(1): 13-24.
- DILLON, P.J. et F.H. RIGLER, 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on lake trophic status. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 32(9): 1519-1531.
- DILLON, P.J., K.H. NICHOLS, W.A. SCHEIDER, N.D. YAN et D.S. JEFFRIES, 1986. Lakeshore capacity study, trophic status. Research and special projects branch, Ontario Ministry of municipal affairs and housing, Queen's printer for Ontario, 89 p.
- EVANS, D.O., 2005. Effects of hypoxia on scope-for-activity of lake trout: a new dissolved oxygen criterion for protection of lake trout habitat. Technical report 2005-01. Habitat and Fisheries Unit, Aquatic Research and Development Section, Min. Nat. Resour., Peterborough, Ontario.
- EVANS, D.O., J.M. CASSELMAN et C.C. WILLOX, 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, Toronto, 193 p.
- EVANS, D.O. et C.C. WILLOX, 1991. Loss of exploited, indigenous populations of lake trout, *Salvelinus namaycush*, by stocking of non-native stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48(S1): 134-147.
- FALK, M.R., D.V. GILLMAN et L.W. DAHLKE, 1974. Comparison of mortality between barbed and barbless hooked lake trout. Canada Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Technical Report Series CEN/T-74-1.
- FOURNIER, H., 1993. Estimation de la récolte hivernale illégale de touladi aux lacs Blue Sea et de l'Argile. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de l'Outaouais, 12 p.
- FOURNIER, H., M. LEGAULT, D. NADEAU, N. LESTER, T. MIDDEL et S. SANDSTROM, 2007. Calibration des techniques ontarienne et québécoise d'estimation de l'abondance du touladi. Affiche, Canadian Conference for Fisheries Research.
- FRANKHAM, R., J.D. BALLOU, et D.A. BRISCOE, 2009. Introduction to conservation genetics, second edition. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- FRASER, D.J., 2008. How well can captive breeding programs conserve biodiversity? A review of salmonids. *Evol. Appl.* 1(4): 535-586.
- GOEDDE L.E. et D.W. COBLE, 1981. Effects of angling on a previously fished and an unfished warmwater fish community in two Wisconsin lakes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 110: 594-603.

- GRONDIN, P., 2012. Bilan des ensemencements effectués par le ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Direction de la faune aquatique, 71 p.
- GUNN, J.M. et R. PITBLADO, 2004. Lake trout, the Boreal Shield, and the factors that shape lake trout ecosystems, p. 3-19. In *Boreal Shield Watersheds: Lake trout Ecosystems in a Changing Environment*, édité par J.M. Gunn, R.J. Steedman et R.A. Ryder, Lewis/CRC Press, Boca Raton, 501 p.
- GUNN, J.M. et R. SEIN, 2000. Effects of forestry roads on reproductive habitat and exploitation of lake trout (*Salvelinus namaycush*) in three experimental lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57 (Suppl. 2): 97-104.
- GUNN, J.M. et R. SEIN, 2004. Effects of forestry roads on reproductive habitat and exploitation of lake trout. In *Boreal Shield Watersheds: Lake Trout Ecosystems in a Changing Environment*, chap. 14, Gunn, J.M., R. Steedman et R. Ryder, Eds., Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- HALBISEN, M.A. et C.C. WILSON, 2009. Variable introgression from supplemental stocking in Southern Ontario populations of lake trout. *Trans. Am. Fish. Soc.* 137: 699-719.
- HELFMAN, G.S., 2007. *Fish conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*. Island Press, Washington, DC.
- HUBERT, W.A. et M.C. QUIST, 2010. *Inland fisheries management in North America*, third edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- HUNT, L.M. et N. LESTER, 2009. The effect of forestry roads on access to remote fishing lakes in northern Ontario, Canada. *North American Journal of Fisheries Management* 29: 586-597.
- HUTCHINSON, N.J., B.P. NEARY et P.J. DILLON, 1991. Validation and use of Ontario's trophic status model for establishing lake development guidelines. *Lake and Reserv. Manage.* 7(1): 13-23.
- JOHNSON, P., 2001. *Lake Trout Management Plan*. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Division of fisheries and hatcheries. 38 p.
- KAUFMAN, S.D., E. SNUCINS, J.M. GUNN et W. SELINGER, 2009. Impacts of road access on lake trout (*Salvelinus namaycush*) populations: regional scale effects of overexploitation and introduction of smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 66: 212-223.
- KIM, R. et M. FAISAL, 2010. Comparative susceptibility of representative Great Lakes fish species to the North American viral hemorrhagic septicemia virus Sublineage IVb. *Diseases of aquatic organisms* 91: 23-34
- KOHLER, C.C. et W.A. HUBERT, 1999. *Editors, Inland fisheries management in North America*, second edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- LEE, W. C. et E.P. BERGERSEN, 1996. Influence of Thermal and Oxygen Stratification on Lake Trout Hooking Mortality. *North American Journal of Fisheries Management* 16: 175-181.
- LEGAULT, M., H. FOURNIER, D. NADEAU et J. BENOÎT, 2001. Bilan de la gamme de taille protégée pour le touladi, 1993-1997; État de situation pour le Québec. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, Direction de l'aménagement de la faune, 76 p.

- LÉGER MARKETING, 2010. Enquête auprès des pêcheurs de touladi et de doré. Rapport d'étude, sondage téléphonique auprès des pêcheurs québécois. 110 p.
- LESTER, N.P., T.R. MARSHALL, K. ARMSTRONG, W.I. DUNLOP et B. RITCHIE, 2003. A broad-scale approach to management of Ontario's recreational fisheries. *North American Journal of Fisheries Management* 23:1312-1328.
- LEWIN, W.C., R. ARLINGHAUS et T. MEHNER, 2006. Documented and potential biological impacts of recreational fishing: Insights for management and conservation. *Rev. Fish. Sci.* 14(4): 305-367.
- LODGE, D.M., M.W. KERSHNER, J.E. ALOI et A.P. COVICH, 1994. Effects of an omnivorous crayfish (*Orconectes rusticus*) on a freshwater littoral food web. *Ecology* 75(5): 1265-1281.
- LOFTUS, A.J., W.W. TAYLOR et M. KELLER, 1988. An evaluation of lake trout (*Salvelinus namaycush*) hooking mortality in the upper Great Lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 45(8): 1473-1479.
- MACLEAN, N.G., J.M. GUNN, F.J. HICKS, P.E. IHSEN, M. MAILHOT, T.E. MOSINDY ET W. WILSON, 1990. Environmental and genetic factors affecting the physiology and ecology of lake trout. *Lake Trout Synthesis*, Ontario Ministry of Natural Resources, Toronto, 84 p.
- MAGNIN, E., A.M. CLEMENT et V. LEGENDRE, 1978. Croissance, reproduction et régime alimentaire des touladis *Salvelinus namaycush* (Walbaum) du nord du Québec. *Le Naturaliste canadien* 105 (1): 1-17.
- MARIE, A.D., L. BERNATCHEZ et D. GARANT, 2010. Loss of genetic integrity correlates with stocking intensity in brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Molecular Ecology* 19: 2025-2037.
- MARTIN, N.V. et C.H. OLVER, 1980. The lake charr, *Salvelinus namaycush*, p. 205-277. In *Charrs, Salmonid Fishes of the Genus Salvelinus*, édité par E.K. Balon, Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS, 2013. Outil d'aide à l'ensemencement des plans d'eau – Touladi (*Salvelinus namaycush*). Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec, 12 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE, 1994. Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF. Direction de la faune et des habitats, Directions régionales, Québec, 32 p. + annexes.
- MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE, 1989. Plan tactique. Le touladi, une espèce en difficulté, 40 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE, 2008. Lignes directrices sur les ensemencements de poissons. Secteur Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Québec, 41 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE, 2011. Inventaire ichtyologique provincial du touladi (*Salvelinus namaycush*). Secteur Faune Québec, Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats, Service de la faune aquatique, Québec, 33 p.

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE, 2013. Outil d'aide à l'ensemencement des plans d'eau – Touladi (*Salvelinus namaycush*). Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, Direction de la faune aquatique, Québec, 12 p.
- NADEAU, D. et J. LAPOINTE, 1991. Évaluation de la mortalité engendrée par les engins de pêche sportive chez le touladi (*Salvelinus namaycush*). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rouyn-Noranda, Québec, 26 p.
- NAISH, K.A, J.E. TAYLOR, P.S. LEVIN, T.P. QUINN, J.R. WINTON, D. HUPPERT et R. HILBORN, 2007. An evaluation of the effects of conservation and fishery enhancement hatcheries on wild populations of salmon. *Advances in Marine Biology* 53: 61-194.
- NOBLE, R.L. et T.W. JONES, 1999. Managing fisheries with regulations. In Kohler C.C. et W.A. Hubert, eds. *Inland fisheries management in North America*, second edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- OLVER, C.H., 1988. The Regulation of Harvest in Lake Trout Sport Fisheries: A Review and Appraisal. Ministry of Natural Resources, Ontario, 67 p.
- OLVER, C.H., D.J. NADEAU et H. FOURNIER, 2004. The control of harvest in lake trout sport fisheries on Precambrian Shield lakes, in *Boreal Shield Watersheds: Lake Trout Ecosystems in a Changing Environment*, chap. 11, Gunn, J.M., R. Steedman et R. Ryder, Eds., Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
- PAINCHAUD, J. et D. LALIBERTÉ, 2003. Contamination des poissons d'eau douce par les toxiques. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Québec, 6 p.
- PARISEAU, R., 1981. Inspection d'hiver de la frayère à touladi du lac David (Pontiac). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, région de l'Outaouais.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA, 2012. Enquête sur la pêche récréative au Canada 2010. Analyses économiques et statistiques, Politiques stratégiques, 28 p.
- PERRIER, C., R. GUYOMARD, J.-L. BAGLINIERE et G. EVANNO, 2011. Determinants of hierarchical genetic structure in Atlantic salmon populations: environmental factors vs. anthropogenic influences. *Molecular Ecology* 20: 4231-4245.
- PERRIER, C., R. GUYOMARD, J.-L. BAGLINIERE, N. NIKOLIC et G. EVANNO, 2013. Changes in the genetic structure of Atlantic salmon populations over four decades reveal substantial impacts of stocking and potential resiliency. *Ecology and Evolution* 3: 2334-2349.
- PERSONS, S.E. et S.A. HIRSCH, 1994. Hooking Mortality of Lake Trout Angled through Ice by Jigging and Set-Linning. *North American Journal of fisheries Management* 14 (3): 664-668.
- POST, J.R., 2013. Resilient recreational fisheries or prone to collapse? A decade of research on the science and management of recreational fisheries. *Fish. Manag. Ecol.* 20: 99-110.
- POST, J.R., M. SULLIVAN, S. COX, N.P. LESTER, C.J. WALTERS, E.A. PARKINSON, A.J. PAUL, L. JACKSON et B.J. SHUTER, 2002. Canada's recreational fisheries: The invisible collapse? *Fisheries* 27: 6-17.

- PRAIRIE, Y., 1994. Développement de modèles prédictifs décrivant l'effet de l'eutrophisation sur l'habitat du touladi (*Salvelinus namaycush*). Université du Québec à Montréal pour le ministère de l'Environnement et de la Faune, 27 p. + annexes.
- RECKHOW, K.H., M.N. BEAULAC et J.T. SIMPSON, 1980. Modelling phosphorous loading and lake response under uncertainty: a manual and compilation of export coefficients. Clean Lakes Section, U.S. Environmental Protection Agency, 214 p.
- RYDING, S.O. et W. Rast, 1989. The control of eutrophication of lakes and reservoirs. Unesco, Paris, and the Parthenon Publishing Group, UK, 314 p.
- SCARNECCHIA, D.L., T.W. GENDERKE et C.T. MOEN. 1989. Rationale for a harvest slot limit for paddlefish in the upper Mississippi River. North American Journal of Fisheries Management 9: 477-487.
- SCHINDLER, D.W., 2001. The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millenium. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 58: 18-29.
- SCHUMACHER, R.E., 1961. Some Effects of Increased Angling Pressure on Lake Trout Populations in Four Northeastern Minnesota Lakes. Minnesota Department of Conservation, Division of Game Fish, series 3:20-42.
- SCOTT, W.B. et E.J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Ministère de l'environnement, Service des pêches et des sciences de la mer. Ottawa, Bulletin 184. 1026 p.
- SELINGER, W., D. LOWMAN, S. KAUFMAN et M. MALETTE, 2006. The Status of Lake Trout Populations in Northeastern Ontario (2000-2005). Unité conjointe d'écologie d'eau douce. Unpublished draft internal report, 65 p. + annexes.
- SERVICE DE LA FAUNE AQUATIQUE, 2011. Guide de normalisation des méthodes d'inventaire ichtyologique en eaux intérieures, tome I, Acquisition de données, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec, 137 p.
- SHUTER, B.J. et N.P. LESTER, 2004. Climate change and sustainable lake trout exploitation: predictions from a regional life history model. In : Gunn, J.M., R.J. Steedman et R.A. Ryder eds. Boreal shield watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment. CRC Press, Boca Raton, USA, 501 p.
- SIMARD, A. et E. MAGNIN, 1972. Méthode de détermination de l'âge et croissance du touladi, *Salvelinus namaycush*, Walbaum, du lac l'Assomption et du lac Tremblant, Québec, Le Naturaliste canadien 99 (6): 561-578.
- STRECKER, A.L. et S.E. ARNOTT, 2005. Impact of *Bythotrephes* invasion on zooplankton communities in acid-damaged and recovered lakes on the Boreal Shield. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 62: 2450-2462.
- SWANSON, H.K., K.A. KIDD, J.A. BABALUK, R.J. WASTLE, P.P. YANG, N.M. HALDEN et J.D. REIST, 2010. Anadromy in Arctic populations of lake trout (*Salvelinus namaycush*): otolith microchemistry, stable isotopes, and comparisons with Arctic char (*Salvelinus alpinus*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 67(5): 842-853.
- THELLEN, G., 1986. La gestion du touladi (*Salvelinus namaycush*) dans la région de l'Outaouais. Problématique et avenues de solution. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Hull.

- TROMBULAK, S.C. et C.A. FRISSELL, 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14(1): 18-30.
- VALIQUETTE, É., C. PERRIER, I. THIBAUT et L. BERNATCHEZ, 2014. Loss of genetic integrity in wild lake trout populations following stocking: insights from an exhaustive study of 72 lakes from Québec, Canada. *Evolutionary applications* 7 (6): 625-644.
- VALIQUETTE, É., 2015. Impacts des ensemencements sur l'intégrité génétique des populations sauvages de touladi (*Salvelinus namaycush*) au Québec. Mémoire de maîtrise. Université Laval.
- VANDER ZANDEN, M.J., K.A. WILSON, J.M. CASSELMAN et N.D. YAN, 2004. Species introductions and their impacts in North American Shield lakes In: Gunn, J.M., R.J. Steedman and R.A. Ryder eds. *Boreal shield watersheds: lake trout ecosystems in a changing environment*. CRC Press, Boca Raton, USA, 501 p.
- VANDER ZANDEN, M.J. et J.B. RASMUSSEN, 1996. A trophic position model of pelagic food web: impact on contaminant bioaccumulation in lake trout. *Ecological Monographs* 66: 451-477.
- VANDER ZANDEN, M.J., J.M. CASSELMAN et J.B. RASMUSSEN, 1999. Stable isotope evidence for the food web consequences of species invasions in lakes, *Nature* 401: 464-467.
- WAPLES, R.S., 1999. Dispelling some myths about hatcheries. *Fisheries* 24(2): 12-21.



Photo : Stéphane Rioux

**Forêts, Faune
et Parcs**

Québec

