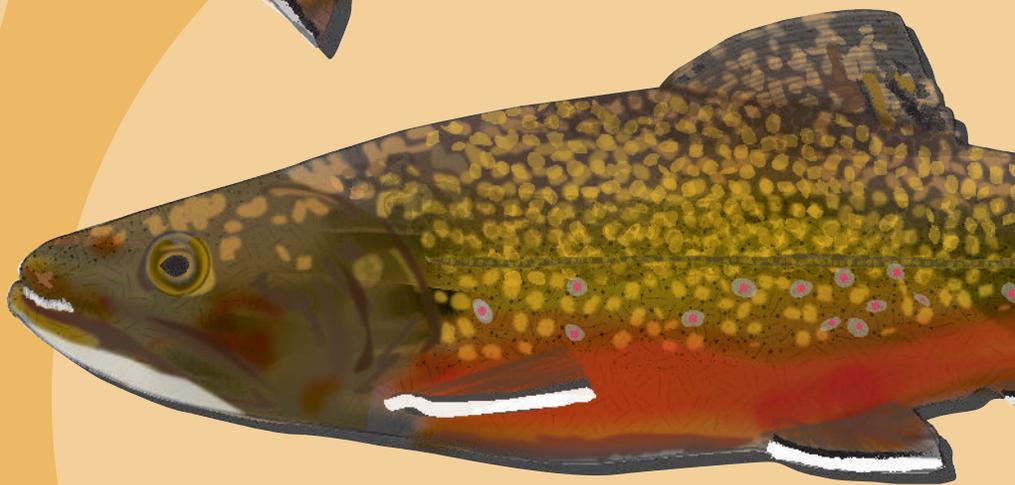


MASHAMEKUSH UTETUAUN

UNE CONVERGENCE DES SAVOIRS INNUS ET SCIENTIFIQUES SUR L'HABITAT DE L'OMBLE DE FONTAINE





MASHAMEKUSH UTETUAUN
UNE CONVERGENCE DES SAVOIRS
INNUS ET SCIENTIFIQUES SUR L'HABITAT
DE L'OMBLE DE FONTAINE



LOCALISATION DU NITASSINAN DE PESSAMIT



SOMMAIRE

1 RAISONS D'ÊTRE DU PROJET

Depuis 2011, le Conseil des Innus de Pessamit s'investit dans une démarche qui vise à élaborer et mettre en place une gestion intégrée des ressources forestières permettant le maintien de la pratique de l'innu aitun (c'est-à-dire, la pratique des activités associées à la culture, aux valeurs et au mode de vie des Innus) sur le Nitassinan de Pessamit (le territoire ancestral des Innus de Pessamit). Les travaux qui en découlent visent entre autres à documenter l'utilisation et l'occupation du territoire, ainsi que les savoirs locaux innus, afin d'élaborer des objectifs d'aménagement et des modalités d'harmonisation forestières compatibles avec l'innu aitun. Nature Québec souhaite appuyer les Pessamiulnut (Innus de Pessamit) dans ce processus en concevant une base de savoirs communs alliant les connaissances innues et scientifiques sur des habitats d'espèces fauniques. Coupler les connaissances autochtones et scientifiques peut améliorer la compréhension des écosystèmes et fournir un outil de dialogue qui facilite les discussions entre les Pessamiulnut et le gouvernement du Québec. Dans le présent document, nous présenterons les informations recueillies sur l'omble de fontaine.

2 SE RENCONTRER POUR ÉCHANGER

La récolte d'information a débuté par des entrevues semi-dirigées avec 17 Pessamiulnut reconnus pour leurs connaissances sur l'omble de fontaine. Un co-chercheur de la communauté assurait la bonne compréhension des questions et la traduction, au besoin. Parallèlement à la collecte d'informations chez les Innus de Pessamit, une revue de la littérature a été effectuée afin d'identifier les caractéristiques d'habitats qui sont propices à l'omble de fontaine selon la science et pour identifier les convergences avec les connaissances partagées par les Innus.



© Skeeze

3 SAVOIRS COMMUNS SUR L'OMBLE DE FONTAINE ET SES HABITATS

Dans le Nitassinan de Pessamit, les Innus pêchent deux formes d'omble de fontaine. L'une d'elles réside constamment en eau douce, alors que l'autre adopte un comportement anadrome, c'est-à-dire qu'elle vit en milieu marin et fraie en eau douce. Ces deux formes appartiennent à la même espèce (*Salvelinus fontinalis*), mais ont des cycles de vie différents. Dans ce document, nous aborderons principalement l'omble de fontaine qui réside en eau douce, puisque nos entrevues avec les Pessamiulnut étaient dirigées sur cette forme.

Les Innus de Pessamit trouvent l'omble de fontaine dans plusieurs lacs, ruisseaux et rivières éparpillés sur le Nitassinan de Pessamit. Ils expliquent que l'omble de fontaine se trouve généralement là où l'eau est fraîche et qu'un courant permet une bonne oxygénation du milieu. La littérature scientifique, précise que l'omble de fontaine préfère des eaux claires, des températures entre 10 et 18°C et un pH entre 6,5 et 8.

Les Pessamiulnut nous ont indiqué que la fraie a généralement lieu vers la mi-août et le début de septembre, dans leur Nitassinan. Ils disent qu'à ce moment, pour frayer, l'omble de fontaine cherche des sites où le fond est recouvert de gravier d'environ 2 à 3 cm de diamètre. Ils ajoutent que les frayères sont souvent situées à un endroit où un courant permet une bonne oxygénation de l'eau. Des études ont aussi observé des nids de fraies sur des hauts-fonds ou des zones littorales de lacs, dans des substrats composés de gravier. D'après la littérature scientifique, c'est la présence d'une résurgence d'eaux souterraines qui serait le principal signal incitant l'omble de fontaine à choisir un site pour la construction d'un nid de fraie. Ce type de site amène de meilleurs taux d'éclosions et d'émergences. En absence de résurgences d'eaux souterraines, les sites avec des courants rapides pourraient être sélectionnés. La température idéale pour l'éclosion serait d'environ 6°C.



© Alex

SOMMAIRE (SUITE...)

En ce qui concerne l'omble de fontaine anadrome, il commence à se diriger vers l'estuaire à la fonte des glaces. Il ne va généralement pas plus loin que l'estuaire de la rivière où il est né. Il revient en eau douce à l'automne dans le but de frayer. Au printemps suivant, le cycle peut recommencer. Ce serait l'environnement d'une rivière qui ferait en sorte qu'un omble de fontaine exprime un comportement anadrome. De plus, les ombles juvéniles de petite taille ont généralement tendance à rester en eau douce. Le fait de migrer en milieu marin permet à l'omble de fontaine anadrome de croître plus rapidement, car ce type de milieu est généralement plus productif et contient de plus grandes proies.

Les Innus de Pessamit précisent que la présence d'arbres en bordure de cours d'eau peut être bénéfique pour l'omble de fontaine. Ils nous ont expliqué que les arbres permettent de faire de l'ombrage qui aide à maintenir la fraîcheur de l'eau. Un aîné nous a aussi mentionné que les racines des arbres filtrent l'eau du sol et évitent l'érosion et la sédimentation dans les frayères en retenant le sol. Des observations similaires ont été faites dans différentes études scientifiques. D'ailleurs, selon les Pessamiulnut et la littérature scientifique, les coupes forestières peuvent favoriser l'apport de sédiments dans les frayères. Selon certaines études scientifiques, les coupes forestières pourraient aussi avoir un impact sur les propriétés physico-chimiques de l'eau. Des Pessamiulnut ajoutent que les arbres peuvent servir de couvert de protection contre les prédateurs aériens.

Au Québec, pour préserver les milieux aquatiques, l'article 27 du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'état (RADF) stipule qu'il faut laisser des bandes de forêts d'une largeur minimale de 20m en bordure de lacs ou de cours d'eau permanents. Différentes études en viennent à la conclusion que ce type de mesure semble protéger efficacement les milieux aquatiques dans plusieurs situations. Cependant, pour les Innus de Pessamit, une bande riveraine de 20m n'est pas suffisante pour permettre une ambiance forestière favorable à leur mode de vie et ne tient pas compte des besoins de toutes les espèces fauniques. D'autre part, selon certains auteurs, il faudrait éviter de récolter plus de 50% d'une aire équivalente de coupe (c.-à-d., la superficie déboisée d'un bassin versant¹) afin de limiter les augmentations des débits de pointe et aider à réduire les changements physico-chimiques des cours d'eau.

¹ Un bassin versant est l'espace géographique drainé par un cours d'eau et ses affluents.



©Yves Demers

Selon les Innus de Pessamit et la science, les chemins forestiers peuvent entraîner de la sédimentation dans les cours d'eau. De plus, différents articles scientifiques indiquent que dans certaines situations, les ponceaux peuvent bloquer le passage à l'omble de fontaine, ce qui peut entraîner une baisse de la diversité génétique des populations qui se trouvent coincées en amont de l'obstacle. Les Pessamiulnut nous ont aussi dit que la construction de chemins peut attirer plus de villégiateurs, ce qui aura pour effet que plus de polluants émis par des bateaux et des motoneiges se retrouveront dans l'eau. Un article scientifique démontre également qu'en augmentant l'accessibilité au territoire, les routes peuvent également entraîner une augmentation de la pression de pêche.

4 RECOMMANDATIONS

À partir des informations recueillies au cours de ce projet, Nature Québec suggère 1) d'adapter des normes au contexte du Nitassinan de Pessamit en ce qui concerne les bandes de végétation à maintenir en bordure de lacs et de cours d'eau, 2) d'éviter de produire des aires équivalentes de coupe dépassant 50% de la superficie de petits bassins versants contenant des frayères, 3) de minimiser le nombre de traverses de cours d'eau, 4) d'éviter d'installer des ponceaux à moins de 500m d'une frayère, 5) de s'assurer d'effectuer un entretien adéquat des chemins et des ponceaux, 6) de limiter la construction de chemins permanents et envisager le démantèlement des chemins qui ne mènent à aucun droit ou site d'intérêt et 7) de développer un plan directeur de lac dans le Nitassinan de Pessamit.



© Eric Isselee

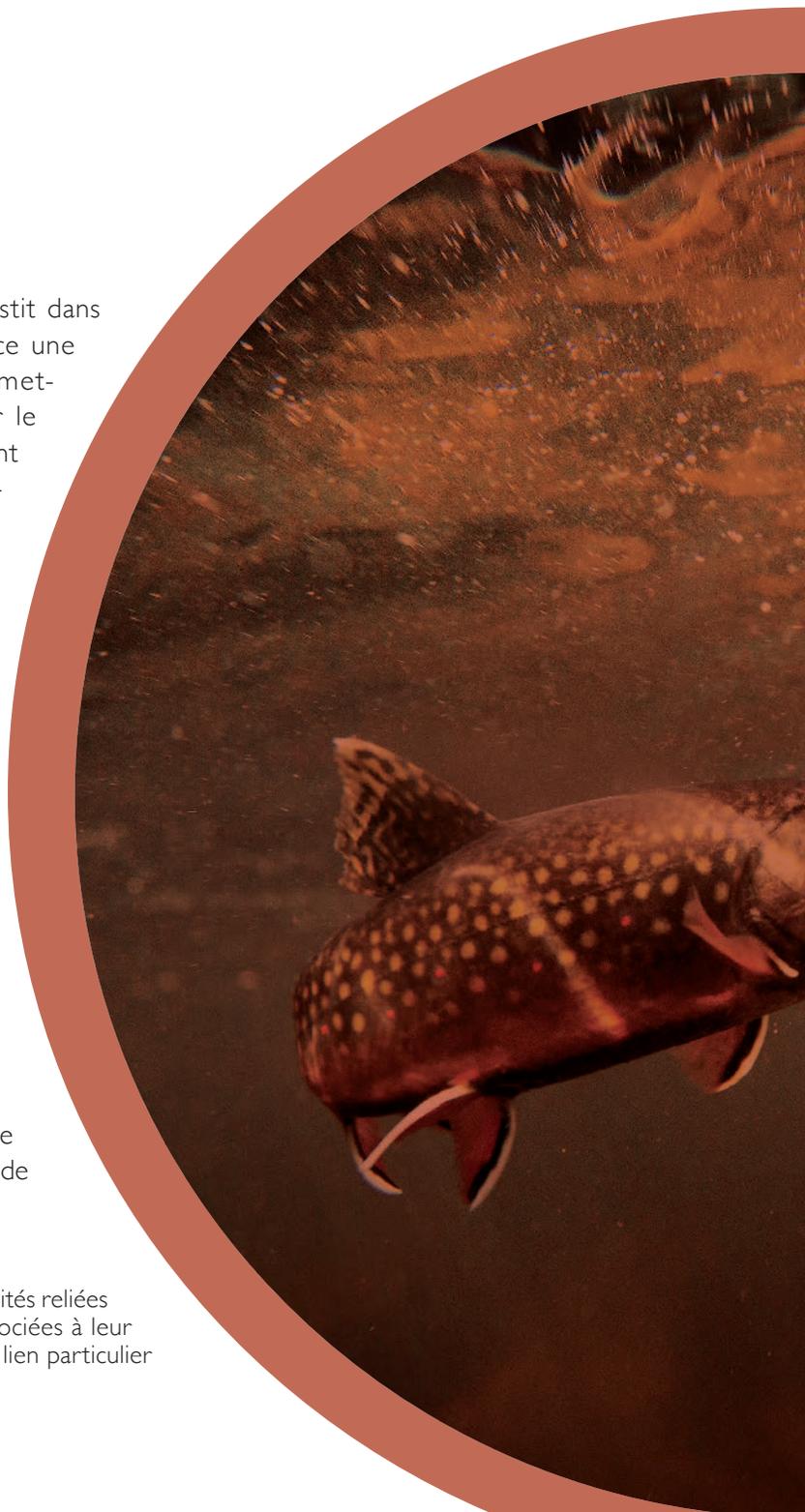
1 RAISONS D'ÊTRE DU PROJET

ORIGINE DU PROJET

Depuis 2011, le Conseil des Innus de Pessamit s'investit dans une démarche qui vise à élaborer et mettre en place une gestion intégrée des ressources forestières permettant le maintien de la pratique de l'innu aitun² sur le Nitassinan³ de Pessamit. Les travaux qui en découlent visent entre autres à documenter l'utilisation et l'occupation du territoire, ainsi que les savoirs locaux innus, afin d'élaborer des objectifs d'aménagement et des modalités d'harmonisation forestières compatibles avec l'innu aitun. Nature Québec souhaite appuyer les Pessamiulnut (Innus de Pessamit) dans ce processus en concevant une base de savoirs communs alliant les connaissances innues et scientifiques sur des habitats d'espèces fauniques. Cette base de savoirs servira d'outil de dialogue pour faciliter les discussions entre les Pessamiulnut et le gouvernement du Québec. Trois fiches portant sur les habitats de l'original, de la martre d'Amérique et du lièvre d'Amérique ont déjà été produites dans le cadre de cette collaboration (Ménard 2018a, 2018b, 2018c). Dans le présent document, nous présenterons les informations recueillies sur l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), un poisson aussi connu sous le nom de truite mouchetée ou de truite de mer (la dernière appellation concerne les ombles de fontaine qui vivent en mer et fraient en eau douce).

² Pour les Innus, l'innu aitun est «la pratique de toutes les activités reliées à la culture, aux valeurs et au mode de vie et qui sont associées à leur occupation et à leur utilisation du Nitassinan ainsi qu'à leur lien particulier avec la terre» (Lacasse 2004, p. 42).

³ Le Nitassinan est le territoire ancestral des Innus.



DES SAVOIRS COMPLÉMENTAIRES

Au Canada, la prise en compte des savoirs autochtones dans l'aménagement des forêts est maintenant incontournable. Ces connaissances transmises de génération en génération reposent sur des observations accumulées au travers des siècles et continuellement enrichies pour tenir compte des changements survenant dans l'environnement. Coupler ces savoirs aux connaissances scientifiques peut améliorer la compréhension des écosystèmes (p. ex. Jacqmain et al. 2007, 2008, Uprety et al. 2012, Tendeng et al. 2016) et favoriser une meilleure acceptation des aménagements forestiers par les autochtones (Cheveau et al. 2008, Jacqmain et al. 2012). La communauté scientifique affiche d'ailleurs un intérêt croissant pour ces savoirs (p. ex. Uprety et al. 2012, Eckert et al. 2018, Seltenrich 2018) qui sont de plus en plus utilisés pour caractériser les habitats fauniques (p. ex. Jacqmain et al. 2007, 2008, Tendeng et al. 2016).

© Jeff Feverston



L'OMBLE DE FONTAINE ET LES INNUS

Les Pessamiulnut que nous avons rencontrés nous ont expliqué que, pour eux, l'omble de fontaine représente une source de nourriture qui permet d'ajouter de la variété au menu. Ce poisson peut être salé ou fumé afin de le conserver plus longtemps.

Les Innus de Pessamit peuvent pratiquer la pêche à l'omble de fontaine pendant toute l'année. Ils effectuent généralement cette pêche à l'aide de filets ou de cannes à pêche. En hiver, ils peuvent pratiquer une pêche blanche en perçant un trou dans la glace et y tendant une ligne ou un filet. Autrefois, l'omble de fontaine pouvait être pêché au nigog, un harpon à mâchoire nommé « mashamekush-uashuakanashk^u » en langue innue. Pour ce faire, un pêcheur attendait la tombée du jour et se déplaçait à pied dans la frayère, éclairé par un flambeau, pour harponner le poisson. La lumière du flambeau avait pour effet d'attirer les poissons. Pêcher l'omble de fontaine au nigog permettait d'entraîner les jeunes à pêcher le saumon atlantique (*Salmo salar*). Un collet à lièvre pouvait aussi être utilisé pour pêcher l'omble. Le pêcheur mettait alors son collet dans la frayère en le tenant d'une main. Il attendait qu'un omble entre dans le collet, puis tirait sur ce dernier pour capturer le poisson.

D'autre part, des aînés nous ont raconté que l'Église catholique exerçait autrefois une grande influence sur la communauté. Pour les anciens Pessamiulnut, il était donc important de manger du poisson le mercredi des Cendres, le Vendredi saint ainsi que les autres vendredis de l'année. La pêche de poissons, comme l'omble de fontaine, permettait de respecter cette croyance amenée par les Européens.

2 SE RENCONTRER POUR ÉCHANGER

La première partie de ce projet consistait à recueillir les savoirs de différents Pessamiulnut reconnus pour leurs connaissances sur l'omble de fontaine. Pour ce faire, nous avons mené des entrevues semi-dirigées par groupes formés de 2 à 7 personnes. Au total, 17 Pessamiulnut ont été interrogés. Un co-chercheur de la communauté assurait la bonne compréhension des questions et la traduction, au besoin. Les travaux de Bellefleur (en rédaction) portant sur la caractérisation d'E nutshemiu itenitakuat, soit l'ambiance forestière nécessaire aux pratiques des Pessamiulnut ont aussi été utilisés. Parallèlement à la collecte d'informations chez les Innus de Pessamit, une revue de la littérature a été effectuée afin d'identifier les caractéristiques d'habitats qui sont propices à l'omble de fontaine selon la science et pour identifier les convergences avec les connaissances partagées par les Pessamiulnut. Les savoirs innus et les savoirs scientifiques recueillis ont été synthétisés dans ce document, afin de créer une base de savoirs communs sur l'habitat de l'omble de fontaine.

© Alex



CONVERGENCE ENTRE LES SAVOIRS

En réalisant ce projet, nous avons remarqué plusieurs similitudes entre les savoirs innus et scientifiques. Ces points convergents sont présentés dans le tableau ci-dessous. D'autre part, nous n'avons pas noté de divergence entre les deux sources de savoirs.

Tableau I. Synthèse des convergences entre les savoirs innus et la littérature scientifique

SAVOIRS CONVERGENTS

Il existe une forme d'omble de fontaine qui réside en eau douce et une forme d'omble de fontaine qui migre en mer et revient frayer en eau douce.

On trouve la forme d'omble de fontaine qui réside en eau douce dans des lacs, des ruisseaux ou des rivières où l'eau est fraîche et bien oxygénée.

Les habitats de fraie typiques de l'omble de fontaine se trouvent sur le lit graveleux d'un cours d'eau où un courant permet une bonne oxygénation du milieu.

La présence d'arbres en milieu riverain aide à maintenir la fraîcheur de l'eau en été, à limiter la sédimentation et à filtrer l'eau du sol, ce qui peut être bénéfique pour l'omble de fontaine.

En eau douce, l'alimentation de l'omble de fontaine peut être composée d'œufs de poissons, de poissons, d'une grande variété d'insectes terrestres ou aquatiques et de souris.

L'omble de fontaine peut exercer du cannibalisme en mangeant des œufs et de petits individus de son espèce.

Le plongeon huard, le grand héron, le Martin-pêcheur d'Amérique, le balbuzard pêcheur, la perchaude, le grand brochet, la loutre de rivière, le vison d'Amérique et l'ours noir sont des prédateurs de l'omble de fontaine.

Les coupes et les chemins forestiers peuvent augmenter la sédimentation dans les cours d'eau.



© DMartin09

3 SAVOIRS COMMUNS SUR L'OMBLE DE FONTAINE ET SES HABITATS

Dans le Nitassinan de Pessamit, les Innus pêchent deux formes d'omble de fontaine. L'une d'elles réside constamment en eau douce, alors que l'autre adopte un comportement anadrome, c'est-à-dire qu'elle vit en milieu marin et fraie en eau douce. Ces deux formes appartiennent bel et bien à la même espèce (*Salvelinus fontinalis*), mais ont des cycles de vie différents. Même s'il s'agit de la même espèce, la forme qui réside en eau douce est communément appelée omble de fontaine ou truite mouchetée, alors que celle qui migre en eau salée est souvent appelée truite de mer. Les Innus de Pessamit les nomment respectivement « mashamekush » et « euinipeku-mashamekush ». Dans ce document, nous aborderons principalement l'omble de fontaine qui réside en eau douce, puisque nos entrevues avec les Pessamiulnut étaient dirigées sur cette forme. Les savoirs récoltés ont été groupés en quatre catégories: 1) l'habitat, 2) l'alimentation, 3) les prédateurs et 4) l'effet des perturbations anthropiques.

HABITAT

Pour la forme résidant en eau douce

Les Innus de Pessamit trouvent l'omble de fontaine dans plusieurs lacs, ruisseaux et rivières éparpillés sur le Nitassinan de Pessamit. Ils expliquent que l'omble de fontaine se trouve généralement là où l'eau est fraîche et qu'un courant permet une bonne oxygénation du milieu.

Le même type d'observations a été fait dans la littérature scientifique, où l'on précise que l'omble de fontaine préfère des eaux claires, des températures entre 10 et 18°C et un pH entre 6,5 et 8 (Menendez 1976, Raleigh 1982, Wismer et Christie 1987, Baird et al. 2018). Des températures d'eau de plus de 21°C sont considérées comme dommageables pour la santé de ce poisson (Johnson 1967, Velasco-Cruz et al. 2012). De plus, l'omble de fontaine n'est pas en mesure de survivre à des pH plus acides que 5 (Packer et Dunson 1970).

Les Pessamiulnut ont également observé que, pour frayer, l'omble de fontaine cherche des sites où le fond est recouvert de gravier d'environ 2 à 3 cm de diamètre. Ils ajoutent que les frayères sont souvent situées à un endroit où un courant créé par une décharge ou une recharge de lac permet une oxygénation de l'eau. Qui plus est, les Innus de Pessamit nous ont indiqué que la fraie a généralement lieu vers la mi-août et le début de septembre, sur leur territoire.

Du côté de la littérature, on remarque aussi que les habitats de fraie typiques de l'omble de fontaine se trouvent dans de petits cours d'eau bien oxygénée ayant un lit graveleux (Greeley 1932, Scott et Crossman 1973, Raleigh 1982, Therrien et Lachance 1997, Curry et al. 2002a). Cependant des nids de fraies ont aussi été observés sur des hauts-fonds ou des zones littorales de lacs, dans des substrats composés de gravier (Blanchfield et Ridgway 1997, Ridgway et Blanchfield 1998).

Guillemette et al. (2011) croient que, dans les lacs comme dans les cours d'eau, c'est la présence d'une résurgence d'eaux souterraines qui serait le principal signal incitant l'omble de fontaine à choisir un site pour la construction d'un nid de fraie. La présence d'une résurgence d'eaux souterraines amène de meilleurs taux d'éclosions et d'émergences (Vallée 2004, Guillemette et al. 2011).

Les résurgences pourraient permettre de mieux oxygéner les œufs, prévenir l'accumulation de sédiments sur les œufs, éliminer des déchets métaboliques de l'environnement d'incubation, et fournir un régime thermique adéquat (Coble 1961, Silver et al. 1963, Sowden et Power 1985, Chapman 1988, Curry et al. 1995, Curry et MacNeill 2004). En hiver, elles pourraient également protéger les nids de fraies du gel et des eaux de surface froides (Fraser 1985, Gunn 1986, Curry et al. 1995). En absence de résurgences d'eaux souterraines, les sites avec des courants rapides pourraient être sélectionnés (Bernier-Bourgault et Magnan 2002, Curry et MacNeill 2004). D'autre part, la présence de sédiments fins nuit à la survie des œufs et à l'émergence des ombles de fontaine (Hausle et Coble 1976, Witzel et MacCrimmon 1983, Curry et MacNeill 2004). Les œufs auraient du mal à survivre à des températures excédant 11,7°C et le taux d'éclosion est nettement diminué lorsque les œufs sont continuellement exposés à des pH inférieurs à 6,5 (Hokanson et al. 1973, Scott et Crossman 1973, Menendez 1976). La température idéale pour l'éclosion serait d'environ 6°C (Hokanson et al. 1973).

Les Pessamiulnut nous ont aussi dit que la présence d'arbres en bordure de cours d'eau pouvait être bénéfique pour l'omble de fontaine. Ils nous ont expliqué que les arbres servent de couvert de protection contre les prédateurs aériens et permettent de faire de l'ombrage qui aide à maintenir la fraîcheur de l'eau. Un aîné nous a aussi mentionné que les racines des arbres filtrent l'eau du sol et évitent l'érosion en retenant le sol.

Du côté de la littérature scientifique, on note aussi l'importance que le couvert végétal peut avoir pour l'omble de fontaine en permettant de préserver la fraîcheur de l'eau en été (Grégoire et Trencia 2007, Siitari et al. 2011, Cross et al. 2013). Certains ouvrages mentionnent aussi que la présence de végétation en bordure de cours d'eau permet de stabiliser les berges et de filtrer l'eau de surface provenant du milieu forestier, ce qui limite la sédimentation et la modification des propriétés physico-chimiques des lacs et des cours d'eau (Lehmann 1994, Clarke et al. 1998, Steedman et al. 2003).

De plus, Curry et al. (1997) ont observés que la plupart des ombles de moins de deux ans qui étaient nés en lac migraient vers de petits ruisseaux de moins de 2 m de largeur. Ces petits tributaires pourraient avoir l'avantage de fournir des habitats possédant des températures plus fraîches et plus stables grâce aux nappes phréatiques qui sont associées à des bassins versants boisés (Curry et al. 1997).

© U.S. Fish and Wildlife Service



Pour la forme anadrome

Les Pessamiulnut nous ont aussi indiqué qu'ils trouvent de la truite de mer dans la rivière Betsimates. Selon Curry et al. (2010), l'environnement d'une rivière est le principal facteur qui fait en sorte qu'un omble de fontaine exprime un comportement anadrome. Par exemple, si le courant et la température de la rivière permettent un accès à la mer et que le séjour en mer permet une meilleure valeur sélective (p. ex., une croissance plus rapide), l'omble de fontaine peut exprimer un comportement anadrome. D'autre part, certains auteurs ont observé que les ombles juvéniles de plus petite taille (longueur à la fourche de moins de 20 cm) ont généralement tendance à rester en eau douce (Doyon et al. 1991, Curry et al. 2002b, 2010, Thériault et Dodson 2003).

Les ombles qui migrent en eau salée entreprennent leur périple à la fonte des glaces, puis se confinent généralement à l'estuaire de la rivière où ils sont nés (White 1941, Smith et Saunders 1958, Power 1980, Curry et al. 2010). Ils reviennent en eau douce à l'automne dans le but de frayer. Au printemps suivant, le cycle peut recommencer (Smith et Saunders 1958, Curry et al. 2010).

Le fait de migrer a l'avantage de permettre à l'omble de fontaine de croître plus rapidement, parce que les écosystèmes marins sont généralement plus productifs et contiennent de plus grandes proies (Ryther 1997, Morinville et Rasmussen 2006, Chernoff et Curry 2007). Cela s'avère particulièrement utile au moment de la reproduction, puisque les poissons de plus grande taille défendent mieux leur habitat, ont plus de chance d'être choisis comme partenaire et pondent de plus gros œufs (Blanchfield 1998, Blanchfield et Ridgway 1999, Blanchfield et al. 2003, Thériault et al. 2007, Curry et al. 2010).



© Karel Jacubec

ALIMENTATION

Les Pessamiulnut ont observé qu'en eau douce, l'alimentation de l'omble de fontaine peut être composée d'œufs de poissons comme le meunier (*Catostomus* spp.), de poissons faisant partie de la famille des cyprinidés, de larves d'insectes qui naissent dans l'eau (p. ex., des moustiques), d'une grande variété d'autres types d'insectes et même de souris. Ils nous ont aussi indiqué que l'omble de fontaine pouvait exercer du cannibalisme en mangeant des œufs et de petits individus de son espèce.

Le même type d'observations a été fait dans la littérature. On y présente généralement l'omble de fontaine comme un mangeur généraliste qui peut se nourrir d'algues, de feuilles de plantes vasculaires, d'étamines d'angiospermes, de graines, de polyzoa (*Polyzoa* spp.), de vers, de sangsues, de crustacés, d'insectes aquatiques ou terrestres, d'arachnides, de mollusques, de poissons (y compris d'ombles de fontaine), d'œufs de poissons (y compris d'ombles de fontaine), de grenouilles, de salamandres, de couleuvres et de petits mammifères comme des souris, des campagnols et des musaraignes (Ricker 1932, Scott et Crossman 1973, Power 1980, Allan 1981, Blanchfield 1998).



Cependant des études menées au Québec montrent que des ombles de fontaine vivant dans des lacs pauvres en éléments nutritifs exhibent du polymorphisme trophique, c'est-à-dire que différents groupes d'ombles de fontaine vont utiliser différentes ressources alimentaires (Bourke et al. 1997, 1999, Dynes et al. 1999, Proulx et Magnan 2002). Ainsi, certains ombles seraient généralistes, alors que d'autres seraient mieux adaptés à se nourrir soit dans la zone littorale, soit dans la zone pélagique des lacs oligotrophes (Bourke et al. 1997, 1999, Dynes et al. 1999, Proulx et Magnan 2002). Ces différences dans les sources d'alimentation se reflètent dans la morphologie du poisson. Les nageoires pectorales et la base de la nageoire dorsale des spécialistes de la zone littorale sont plus longues que celles des spécialistes de la zone pélagique (Bourke et al. 1997, Dynes et al. 1999, Proulx et Magnan 2002, 2004, Marchand et al. 2003, Sacotte et Magnan 2006). Les spécialistes de la zone littorale auraient aussi des corps plus « profonds » (c.-à-d. une plus grande distance entre le devant de la nageoire dorsale et le devant des nageoires pelviennes) que les spécialistes de la zone pélagique (Sacotte et Magnan 2006). Les spécialistes de la zone pélagique ont des corps plus fusiformes (Dynes et al. 1999, Marchand et al. 2003, Proulx et Magnan 2004). Les spécialistes de la zone pélagique se nourriraient principalement de zooplancton, alors que les spécialistes de la zone littorale se nourriraient principalement de zoobenthos (Bourke et al. 1999).

En ce qui concerne les ombles de fontaine anadromes, après être sortis de l'eau douce pour se rendre dans un milieu salin, ils se nourrissent de proies marines telles que des amphipodes, des mysidacés et différents types de poissons incluant des épinoches, du fondule barré (*Fundulus diaphanus*), des ammodytidés et des osméridés (Dutil et Power 1980, Morinville et Rasmussen 2006).



© Skeeze

PRÉDATEURS

Les Pessamiulnut nous ont expliqué que l'omble de fontaine a plusieurs prédateurs. À part l'homme, les prédateurs qui leur revenaient à la mémoire sont la loutre de rivière (*Lontra canadensis*), le vison d'Amérique (*Mustela vison*), le pékan (*Martes pennanti*), l'ours noir (*Ursus americanus*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le grand brochet (*Esox lucius*), le touladi (*Salvelinus namaycush*), la perchaude (*Perca flavescens*), les meuniers, le plongeon huard (*Gavia immer*), le Martin-pêcheur d'Amérique (*Megaceryle alcyon*), les goélands (*Larus* spp.) ainsi que différents rapaces comme le balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*), le grand-duc d'Amérique (*Bubo virginianus*), des chouettes, des faucons (*Falco* spp.), et des aigles. Comme nous l'avons mentionné plus tôt, les Pessamiulnut ont aussi observé du cannibalisme chez l'omble de fontaine.

Du côté de la littérature scientifique, nous avons trouvé quelques mentions d'espèces prédatrices de l'omble de fontaine et la plupart d'entre elles concordent avec les observations des Pessamiulnut. Parmi ces prédateurs, on trouve certains oiseaux piscivores tels que le plongeon huard, le grand héron (*Ardea herodias*), des harles (*Mergus* spp.) le Martin-pêcheur d'Amérique et le balbuzard pêcheur (White 1938, 1957, Matkowski 1989, Lenormand et al. 2004). On trouve aussi des mammifères comme la loutre de rivière, le vison d'Amérique et l'ours noir (Lenormand et al. 2004, Cote et al. 2008, Hopkins et al. 2014). La littérature mentionne également que des poissons tels que la perchaude, le grand brochet, le chabot visqueux (*Cottus cognatus*) et l'omble de fontaine lui-même peuvent se nourrir d'omble de fontaine ou de ses œufs (Greeley 1932, Blanchfield et Ridgway 1999, Mirza et Chivers 2003).

EFFETS DES PERTURBATIONS ANTHROPIQUES SUR L'HABITAT DE L'OMBLE DE FONTAINE

Les coupes forestières

Les Pessamiulnut ont constaté que les coupes forestières pouvaient affecter l'habitat de l'omble de fontaine en favorisant l'apport de sédiments dans les frayères.

Dans la réserve faunique de Mastigouche, Bérubé et Lévesque (1998) ont d'ailleurs observé une diminution de l'abondance et de la biomasse d'ombles de fontaine à la suite de coupes totales. Les auteurs émettaient l'hypothèse que les coupes pouvaient affecter les sites de fraie et les aires d'alevinage. La littérature indique que les coupes forestières vont faire en sorte que moins d'arbres seront présents pour intercepter la pluie et la neige ainsi que pour évapotranspirer l'eau du sol, ce qui risque d'augmenter l'humidité du sol et l'apport en eau (Harr et al. 1979, Plamondon 1981, Lachance et Bérubé 1999, St-Onge et al. 2001). Cela peut avoir pour effet d'augmenter les débits de pointe qui peuvent à leur tour entraîner de l'érosion et de la sédimentation (St-Onge et al. 2001). La sédimentation des frayères est problématique, puisque les particules fines ont pour effet de limiter l'apport en oxygène aux œufs en colmatant les interstices des nids de fraie (Moring 1982, Everest et al. 1987, Argent et Flebbe 1999, Curry et MacNeill 2004, Hartman et Hakala 2006).

Les coupes forestières peuvent aussi modifier les propriétés physico-chimiques de l'eau. Par exemple, enlever le couvert forestier peut augmenter la température du sol (Londo et al. 1999, St-Hilaire et al. 2000). Des sols plus chauds et plus humides peuvent être favorables à des populations de microorganismes qui peuvent à leur tour acidifier les sols et l'eau en augmentant les taux de nitrification et la production d'acide nitrique (Martin et al. 2000, Feller 2007). Les coupes peuvent aussi entraîner une augmentation du carbone organique dissous, ce qui rend l'eau moins limpide (Pinel-Alloul et al. 2002, Tremblay-Rivard 2007). Une augmentation de la turbidité peut affecter l'alimentation de l'omble de fontaine en limitant sa capacité à détecter ses proies et en orientant sa diète vers le zooplancton (Sweka et Hartman 2001,

Tremblay-Rivard 2007). Différents éléments nutritifs peuvent également être lessivés dans l'eau, ce qui peut augmenter l'abondance d'algues qui peuvent à leur tour affecter l'abondance et la biodiversité des macro-invertébrés pouvant servir de nourriture aux poissons (Martin et al. 2000).

Au Québec, pour préserver les milieux aquatiques, l'article 27 du Règlement sur l'aménagement durable des forêts du domaine de l'état (RADF) stipule qu'il faut laisser des bandes de forêts d'une largeur minimale de 20 m en bordure de lacs ou de cours d'eau permanents. L'article 28 de la même loi permet cependant la récolte d'une fraction de cette bande si le site a une pente de moins de 30% et que les espèces à récolter correspondent à celles présentées à l'Annexe 2 du règlement.

© Skeeze



Différentes études en viennent à la conclusion que conserver des bandes riveraines de 20m semble protéger efficacement les milieux aquatiques dans plusieurs situations (Clarke et al. 1998, St-Onge et al. 2001, Curry et al. 2002a, Winkler et al. 2013). Toutefois, les bonnes pratiques retenues à la Forêt Montmorency (Bélangier, 2001) veulent qu'une protection intégrale d'une lisière boisée de 30 m de large soit appliquée de part et d'autre de ruisseaux à frayères d'omble de fontaine sans traverse de route, pour maintenir des refuges biologiques efficaces. De plus, dans cette forêt d'enseignement, une bande de 60m de large est traitée par des coupes progressives irrégulières de chaque côté des rivières à pêche pour omble de fontaine, afin de maintenir la qualité du paysage ainsi que des refuges biologiques efficaces.

Lorsque nous avons demandé aux Pessamiulnut ce qu'ils pensaient des bandes de protection d'une largeur minimale de 20m, ils ont mentionné à l'unanimité que la largeur minimale exigée est insuffisante. Il leur était toutefois difficile d'évaluer un impact direct sur l'omble de fontaine. Leur vision plus holistique de l'environnement les poussait à prendre en compte les besoins des différentes espèces fauniques ainsi que leurs propres besoins pour la pratique de l'innu aitun. Autrement dit, pour les Innus de Pessamit, une bande riveraine de 20m n'est pas suffisante pour permettre une ambiance forestière favorable à leur mode de vie et ne tient pas compte des besoins de toutes les espèces fauniques. Il faut aussi noter que cette mesure de protection touche les cours d'eau permanents et non les cours d'eau à écoulement intermittents ainsi que les petits tributaires de lacs, qui peuvent constituer des habitats importants pour l'omble de fontaine (Therrien et Lachance 1997, Curry et al. 2002a).

D'autre part, selon certains auteurs, il serait préférable d'éviter de produire des aires équivalentes de coupe (c.-à-d., la superficie déboisée d'un bassin versant) supérieure à 50% afin de limiter les augmentations des débits de pointe (Guillemette et al. 2005, Tremblay et al. 2008, 2009). Cette mesure pourrait aussi aider à réduire les changements physico-chimiques des cours d'eau dans de petits bassins versants (Tremblay et al. 2009).





• • • Les chemins forestiers

Plusieurs Pessamiulnut nous ont expliqué que la construction de chemins forestiers et de routes peut affecter l'omble de fontaine. Selon eux, les chemins forestiers peuvent entraîner de la sédimentation dans les frayères. Les Innus de Pessamit nous ont aussi dit que la construction de chemins peut attirer plus de villégiateurs, ce qui aura pour effet que plus de polluants émis par des bateaux et des motoneiges se retrouveront dans l'eau. Les Pessamiulnut nous ont aussi mentionné que le sel qui est utilisé pour l'entretien hivernal des routes peut se retrouver dans les étendues d'eau avoisinantes.

Du côté de la littérature, on constate également que les chemins forestiers et la construction de ponceaux peuvent causer de la sédimentation, ce qui peut être problématique pour l'omble de fontaine, comme nous l'avons mentionné plus tôt (Dubé et al. 2006, Lachance et al. 2008, Bérubé et al. 2010). Dubé et al. (2006) ont d'ailleurs observé des quantités considérables de sédiments en aval de ponceaux jusqu'à trois ans après leur installation. De plus, Lachance et al. (2008) ont évalué que des sédiments pouvaient être entraînés jusqu'à 1442 m en aval d'un ponceau dans la première année suivant sa construction et jusqu'à 358 m après trois ans. L'accumulation des sédiments atteint un maximum la première année après l'installation du ponceau puis décroît progressivement (Lachance et al. 2008).

Différents articles scientifiques expliquent aussi que dans certaines situations, les ponceaux peuvent bloquer le passage à l'omble de fontaine (Poplar-Jeffers et al. 2009, Torterotot et al. 2014, Goerig et al. 2016, Maitland et al. 2016). Cela survient lorsque la vitesse d'écoulement de l'eau est trop élevée, que la pente est trop prononcée et qu'il y a présence de fosses profondes en aval du ponceau (Goerig et al. 2016). Lorsqu'il exerce un effet de barrière, un ponceau peut entraîner une baisse de la diversité génétique des ombles de fontaine qui se retrouvent coincés à l'arrière de l'obstacle en plus d'augmenter la divergence génétique entre les populations isolées (Torterotot et al. 2014).

D'autre part, en augmentant l'accessibilité au territoire, les routes peuvent également augmenter la pression de pêche (Gunn et Sein 2000).

4 RECOMMANDATIONS

En récoltant les informations nécessaires à la réalisation de ce projet, Nature Québec a identifié des pratiques qui pourraient permettre d'atténuer les impacts de l'aménagement forestier sur l'habitat de l'omble de fontaine dans le Nitassinan de Pessamit de même que sur l'innu aitun.

Adapter des normes au contexte du Nitassinan de Pessamit en ce qui concerne les bandes de végétation à maintenir en bordure de lacs et de cours d'eau

Il faudrait assurer une protection des cours d'eau à écoulement intermittents ainsi que des petits tributaires de lacs qui peuvent constituer des habitats de fraie et d'alevinage importants pour l'omble de fontaine (Therrien et Lachance 1997, Curry et al. 2002a). Une première action à entreprendre serait d'identifier les sites de fraie et d'alevinage présents sur le Nitassinan de Pessamit et d'y adapter des mesures de protection. De plus, la largeur minimale (20 m) de bandes riveraines à conserver en bordure de lacs et de cours d'eau permanents qui est exigée par le RADF n'est pas suffisante pour permettre une pratique adéquate de l'innu aitun. Des travaux devraient être menés en partenariat avec la communauté de Pessamit pour établir des mesures de protection compatibles avec le mode de vie, la culture et les activités traditionnelles des Pessamiulnut.

Éviter de produire des aires équivalentes de coupe de plus de 50% dans de petits bassins versants contenant des frayères

Il serait préférable d'éviter de produire des aires équivalentes de coupe supérieure à 50% dans de petits bassins versants contenant des frayères (Steedman et al. 2003, Tremblay et al. 2009) afin de limiter les augmentations des débits de pointe (Tremblay et al. 2008, 2009) qui peuvent affecter l'état des rives, les habitats des poissons et la sédimentation en aval (MacDonald et al. 1997). Cette mesure pourrait aussi aider à réduire les changements physico-chimiques des cours d'eau (Tremblay et al. 2009).

Minimiser le nombre de traverses de cours d'eau

Planifier le réseau routier de manière à minimiser le nombre de traverses de cours d'eau pourrait aider à limiter la sédimentation (Dubé et al. 2006, Bérubé et al. 2010).

Éviter d'installer des ponceaux à moins de 500 m d'une frayère

Il est recommandé de ne pas installer de ponceau à moins de 500m en amont d'une frayère pour limiter la sédimentation dans les sites de fraie (Dubé et al. 2006, Lachance et al. 2008).

S'assurer d'effectuer un entretien adéquat des chemins et des ponceaux

Un suivi des ponceaux devrait être fait pour s'assurer qu'ils permettent le passage de l'omble de fontaine. Des mesures correctives devraient être entreprises dans les cas où le ponceau représente un obstacle à la circulation de l'omble de fontaine (Wood et al. 2018). Pour limiter la sédimentation, il faudrait aussi favoriser un entretien des chemins existant de façon à éviter leur dégradation et la construction de nouveaux chemins. Pour effectuer un entretien adéquat, nous recommandons l'adoption des pratiques présentées dans le Guide des saines pratiques d'entretien des chemins forestiers dans les zecs (Latrémouille 2012).

Limiter la construction de chemins permanents et envisager le démantèlement des chemins qui ne mènent à aucun droit ou site d'intérêt

Nous recommandons d'envisager une foresterie qui 1) limite la construction de chemins permanents, 2) favorise la construction de chemins temporaires et l'usage de traverses amovibles, et 3) assure le démantèlement de chemins qui ne mènent à aucun droit ou site d'intérêt. Le démantèlement des chemins devrait être accompagné d'un retrait des ponceaux suivi d'une restauration écologique des berges qui entouraient ces ponceaux. Ces mesures visent à limiter l'apport de sédiments dans les cours d'eau occasionné, entre autres, par la construction et la détérioration des chemins (Taylor et al. 1999, Madej 2001, Daniels et al. 2004, Aust et al. 2011). Ces mêmes recommandations sont présentement envisagées dans les réflexions qui entourent la mise en œuvre de la stratégie d'aménagement pour l'habitat du caribou forestier du Québec. Elles sont ainsi cohérentes avec divers enjeux fauniques observés sur le territoire.

Développer un plan directeur de lac dans le Nitassinan de Pessamit

Nous recommandons de développer un plan directeur de lac, tel que décrit par Deshaies et Gallais (2017), pour assurer une protection des lacs d'intérêt⁴ dans le Nitassinan de Pessamit. Ce plan permettra d'arrimer la gestion forestière à la gestion de l'eau de façon à mieux répondre aux enjeux locaux concernant des lacs pour lesquels les Pessamiulnut ont un intérêt particulier.



© Mélanie Lalancette

⁴ Des lacs ayant une valeur écologique, patrimoniale, récréative ou économique particulière.

RECHERCHE ET RÉDACTION

Louis-Philippe Ménard, ing.f., M.Sc., Nature Québec

SOUTIEN

- Marie-Hélène Rousseau, ing.f., M.Sc., Conseil des Innus de Pessamit
- Louis Bélanger, bio., ing.f., Ph.D., professeur, Université Laval
- Jean-Michel Beaudoin, ing.f., Ph.D., professeur, Université Laval

COLLABORATEURS

- Adelard Benjamin
- Éric Canapé
- Sébastien Picard
- Simon Picard
- Joël Collard
- Benoit Labbé
- Philippe Rock
- Desanges St-Onge
- Jean-Louis Hervieux
- Cécile Hervieux
- Robert Dominique
- Paul Herman Washish
- Alexis Copeau
- Pierre Rock
- Michael Canapé
- Salomon Copeau
- Tommy Bellefleur
- Henri Benjamin
- Patrice Bellefleur

GRAPHISME

- Mélanie Lalancette

REMERCIEMENTS

- Alex
- Yves Demers

PARTENAIRES

Fondation de la faune du Québec

Ce projet a été rendu possible grâce à l'édition 2018-2019 du Programme de gestion intégrée des ressources pour l'aménagement durable de la faune en milieu forestier de la Fondation de la Faune du Québec. Le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) a apporté son soutien ou son expertise à ce projet; toutefois, les idées et les opinions formulées dans ce document sont celles du ou des organismes signataires.



Secteur Territoire et Ressources du Conseil des Innus de Pessamit

La réalisation du projet a été possible grâce à la collaboration du secteur Territoire et Ressources du Conseil des Innus de Pessamit.



BIBLIOGRAPHIE

- Allan, J.D.** 1981. Determinants of Diet of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*) in a Mountain Stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38(2): 184-192.
- Argent, D.G., et Flebbe, P.A.** 1999. Fine sediment effects on brook trout eggs in laboratory streams. *Fish. Res.* 39(3): 253-262.
- Aust, W.M., Carroll, M.B., Bolding, M.C., et Dolloff, C.A.** 2011. Operational Forest Stream Crossings Effects on Water Quality in the Virginia Piedmont. *South. J. Appl. For.* 35(1): 123-130.
- Baird, S.E., Steel, A.E., Cocherell, D.E., Cech Jr., J.J., et Fangué, N.A.** 2018. Native Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* and non-native brook trout *Salvelinus fontinalis* prefer similar water temperatures. *J. Fish Biol.* 93(5): 1000-1004.
- Bélanger, L.** 2001. La forêt mosaïque comme stratégie de conservation de la biodiversité de la sapinière boréale de l'Est. L'expérience de la Forêt Montmorency. *Le Nat. Can.* 125(3): 18-25.
- Bellefleur, P.** (en rédaction) E nutshemiui itenitakuat: un concept clé à l'aménagement intégré des forêts pour le Nitassinan de la communauté innue de Pessamit. Mémoire de maîtrise. Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval. Québec, QC, Canada.
- Bernier-Bourgault, I., et Magnan, P.** 2002. Factors Affecting Redd Site Selection, Hatching, and Emergence of Brook Charr, *Salvelinus Fontinalis*, in an Artificially Enhanced Site. *Environ. Biol. Fishes* 64(1): 333-341.
- Bérubé, P., Dubé, M., Robitaille, J., Grégoire, Y., et Delisle, S.** 2010. L'effet à long terme des chemins forestiers sur la sédimentation. Note technique no 11. ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement et de la protection des forêts. Québec, QC, Canada. 4 p.
- Bérubé, P., et Lévesque, F.** 1998. Effects of forestry clear-cutting on numbers and sizes of brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), in lakes of the Mastigouche Wildlife Reserve, Québec, Canada. *Fish. Manag. Ecol.* 5: 123-137.
- Blanchfield, P.J.** 1998. Lake spawning by an iteroparous salmonine: the mating system of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Thèse de doctorat. Faculty of Science, Department of Biology, York University. 198 p.
- Blanchfield, P.J., et Ridgway, M.S.** 1997. Reproductive timing and use of redd sites by lake-spawning brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54(4): 747-756.
- Blanchfield, P.J., et Ridgway, M.S.** 1999. The cost of peripheral males in a brook trout mating system. *Anim. Behav.* 57: 537-544.
- Blanchfield, P.J., Ridgway, M.S., et Wilson, C.** 2003. Breeding Success of Male Brook Trout (*Salvelinus Fontinalis*) in the Wild. *Mol. Ecol.* 12: 2417-2428.
- Bourke, P., Magnan, P., et Rodriguez, M.A.** 1997. Individual variations in habitat use and morphology in brook charr. *J. Fish Biol.* 51(4): 783-794.
- Bourke, P., Magnan, P., et Rodríguez, M.A.** 1999. Phenotypic responses of lacustrine brook charr in relation to the intensity of interspecific competition. *Evol. Ecol.* 13: 19-31.
- Chapman, D.W.** 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117: 1-21.

© Karel Jakubec



Chernoff, E., et Curry, R.A. 2007. First summer growth predetermined in anadromous and resident brook charr. *J. Fish Biol.* 70(2): 334-346.

Cheveau, M., Imbeau, L., Drapeau, P., et Bélanger, L. 2008. Current status and future directions of traditional ecological knowledge in forest management: a review. *For. Chron.* 84(2): 231-243.

Clarke, K.D., Scruton, D.A., et McCarthy, J.H. 1998. The effect of logging and road construction on fine sediment accumulation in streams of the Copper Lake watershed, Newfoundland, Canada: initial observations. Dans *Forest-fish Conference: Land Management Practices Affecting Aquatic Ecosystems. Proceedings of the Forest-Fish Conference May 1-4, 1996*, Calgary, Alberta. Édité par M.K. Brewin et D.M.A. Monita. Canada, Canadian Forestry Service, Northern Forestry Center, Edmonton, AL, Canada. p. 353-360.

Coble, D.W. 1961. Influence of Water Exchange and Dissolved Oxygen in Redds on Survival of Steelhead Trout Embryos. *Trans. Am. Fish. Soc.* 90: 469-474.

Cote, D., Stewart, H.M.J., Gregory, R.S., Gosse, J., Reynolds, J.J., Stenson, G.B., et Miller, E.H. 2008. Prey Selection by Marine-Coastal River Otters (*Lontra canadensis*) in Newfoundland. *J. Mammal.* 89(4): 1001-1011.

Cross, B.K., Bozek, M.A., et Mitro, M.G. 2013. Influences of Riparian Vegetation on Trout Stream Temperatures in Central Wisconsin. *North Am. J. Fish. Manag.* 33(4): 682-692.

Curry, R.A., Brady, C., Noakes, D.L.G., et Danzmann, R.G. 1997. Use of Small Streams by Young Brook Trout Spawned in a Lake. *Trans. Am. Fish. Soc.* 126(1): 77-83.

Curry, R., et MacNeill, S.W. 2004. Population-level responses to sediment during early life in brook trout. *J. North Am. Benthol. Soc.* 23: 140-150.

Curry, R.A., Bernatchez, L., Whoriskey, F., et Audet, C. 2010. The origins and persistence of anadromy in brook charr. *Rev. Fish Biol. Fish.* 20(4): 557-570.

Curry, R.A., Noakes, D.L.G., et Morgan, G.E. 1995. Groundwater and the incubation and emergence of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52(8): 1741-1749.

Curry, R.A., Scruton, D.A., et Clarke, K.D. 2002a. The thermal regimes of brook trout incubation habitats and evidence of changes during forestry operations. *Can. J. For. Res.* 32(7): 1200-1207.

Curry, R.A., Sparks, D., et Van De Sande, J. 2002b. Spatial and temporal movements of a riverine brook trout population. *Trans. Am. Fish. Soc.* 131(3): 551-560.

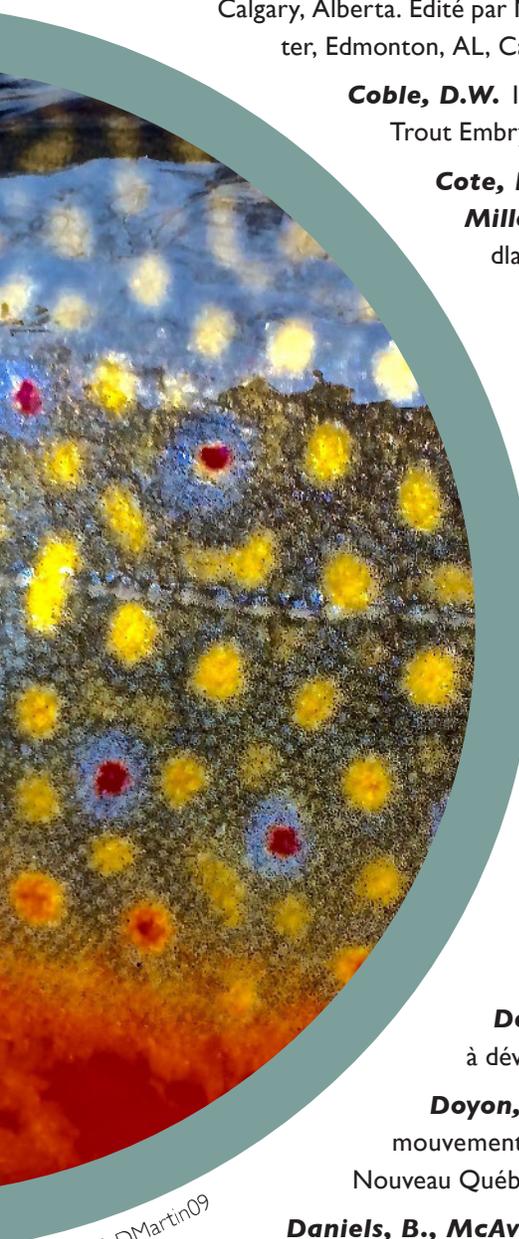
Deshaies, M.-È. et Gallais, S. 2017. Plan directeur de lac en milieu forestier: un nouvel outil à développer. *Nature Québec. Québec, QC, Canada.* 56 p.

Doyon, J.-F., Hudon, C., Morin, R., et Whoriskey Jr., F.G. 1991. Bénéfices à court terme des mouvements anadromes saisonniers pour une population d'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) du Nouveau Québec. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48(11): 2212-2222.

Daniels, B., McAvoy, D., Kuhns, M.R., et Gropp, R. 2004. *Managing Forests for Water Quality: Forest Roads.* Utah State University Extension. Paper 1208. Logan, UT, USA. 6 p.

Dubé, M., Delisle, S., Lachance, S., et Dostie, R. 2006. L'impact de ponceaux aménagés en milieu forestier sur l'habitat de l'omble de fontaine. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'environnement forestier et Direction de l'aménagement de la faune de la Mauricie et du Centre-du-Québec. Québec, QC, Canada. 62 p.

Dutil, J.D., et Power, G. 1980. Coastal populations of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in Lac Guillaume-Delisle (Richmond Gulf) Québec. *Can. J. Zool.* 58(10): 1828-1835.



© DMartin09

- Dynes, J., Magnan, P., Bernatchez, L., et Rodríguez, M.A.** 1999. Genetic and morphological variation between two forms of lacustrine brook charr. *J. Fish Biol.* 54: 955–972.
- Eckert, L.E., Ban, N.C., Frid, A., et McGreer, M.** 2018. Diving back in time: Extending historical baselines for yelloweye rockfish with Indigenous knowledge. *Aquat. Conserv. Freshw. Ecosyst.* 28(1): 158-166.
- Everest, F.H., Beschta, R.L., Scrivener, J.C., Koski, K.V., Sedell, J.R., et Cederholm, C.J.** 1987. Fine sediment and salmonid production: a paradox. Dans *Streamside Management: Forestry and Fishery interactions*. Édité par E.O. Salo et T.W. Cundy. College of Forest Resources, University of Washington, Seattle, WA, USA. p. 98-142.
- Feller, M.** 2007. Forest harvesting and streamwater inorganic chemistry in western North America: A review. *JAWRA J. Am. Water Resour. Assoc.* 41: 785-811.
- Fraser, J.M. 1985.** Shoal spawning of brook trout, *Salvelinus fontinalis*, in a Precambrian shield lake. *Nat. Can.* 112: 163-174.
- Goerig, E., Castro-Santos, T., et Bergeron, N.E.** 2016. Brook trout passage performance through culverts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 73(1): 94-104.
- Greeley, J.R.** 1932. The spawning habits of brook, brown, and rainbow trout and the problem of egg predators. *Trans. Am. Fish. Soc.* 62: 239–247.
- Grégoire, Y., et Trencia, G.** 2007. Influence de l'ombrage produit par la végétation riveraine sur la température de l'eau: un paramètre d'importance pour le maintien d'un habitat de qualité pour le poisson. Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune, Secteur Faune Québec. Direction de l'aménagement de la faune de la région de la Chaudière-Appalaches. Lévis, QC Canada. 19 p.
- Guillemette, F., Plamondon, A.P., Prévost, M., et Lévesque, D.** 2005. Rainfall generated stormflow response to clearcutting a boreal forest: peak flow comparison with 50 world-wide basin studies. *J. Hydrol.* 302(1): 137-153.
- Guillemette, F., Vallee, C., Bertolo, A., et Magnan, P.** 2011. The evolution of redd site selection in brook charr in different environments: same cue, same benefit for fitness. *Freshw. Biol.* 56(6): 1017-1029.
- Gunn, J.M.** 1986. Behaviour and ecology of salmonid fishes exposed to episodic pH depressions. *Environ. Biol. Fishes* 17(4): 241-252.
- Gunn, J.M., et Sein, R.** 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(S2): 97-104.
- Harr, R.D., Frederiksen, R.L., et J., R.** 1979. Changes in streamflow following timber harvest in southwestern Oregon. Res. Pap. PNW-249. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. Portland, OR, USA. 22 p.
- Hartman, K.J., et Hakala, J.P.** 2006. Relationships between Fine Sediment and Brook Trout Recruitment in Forested Headwater Streams. *J. Freshw. Ecol.* 21(2): 215-230.
- Hausle, D.A., et Coble, D.W.** 1976. Influence of Sand in Redds on Survival and Emergence of Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). *Trans. Am. Fish. Soc.* 105: 57-63.
- Hokanson, K.E.F., McCormick, J.H., Jones, B.R., et Tucker, J.H.** 1973. Thermal Requirements for Maturation, Spawning, and Embryo Survival of the Brook Trout, *Salvelinus fontinalis*. *J. Fish. Res. Board Canada* 30(7): 975-984.
- Hopkins, J.B., Koch, P.L., Ferguson, J.M., et Kalinowski, S.T.** 2014. The changing anthropogenic diets of American black bears over the past century in Yosemite National Park. *Front. Ecol. Environ.* 12(2): 107-114.

Jacqmain, H., Bélanger, L., Courtois, R., Dussault, C., Beckley, T.M., Pelletier, M., et Gull, S.W. 2012. Aboriginal forestry: development of a socioecologically relevant moose habitat management process using local Cree and scientific knowledge in Eeyou Istchee. *Can. J. For. Res. Can. Rech. For.* 42(4): 631-641.

Jacqmain, H., Bélanger, L., Hilton, S., et Bouthillier, L. 2007. Bridging native and scientific observations of snowshoe hare habitat restoration after clearcutting to set wildlife habitat management guidelines on Waswanipi Cree land. *Can. J. For. Res.* 37(3): 530-539.

Jacqmain, H., Dussault, C., Courtois, R., et Bélanger, L. 2008. Moose-habitat relationships: integrating local Cree native knowledge and scientific findings in northern Quebec. *Can. J. For. Res. Can. Rech. For.* 38(12): 3120-3132.

Johnson, M.G. 1967. Summer temperature relations in stream-fed ponds in southern Ontario. *Progress. fish-culturist* 29: 21-26.

Lacasse, J.-P. 2004. *Les Innus et le territoire: Innu tipenitamun*. Les éditions du Septentrion, Québec, QC, Canada. 276 p.

Lachance, S., et Bérubé, P. 1999. Méthode de calcul de l'aire équivalente de coupe d'un bassin versant en relation avec le débit de pointe des cours d'eau dans la forêt à dominance résineuse. Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier et Université Laval, Faculté de foresterie et de géomatique, Québec, QC, Canada. 24 p.

Lachance, S., Dubé, M., Dostie, R., et Bérubé, P. 2008. Temporal and Spatial Quantification of Fine-Sediment Accumulation Downstream of Culverts in Brook Trout Habitat. *Trans. Am. Fish. Soc.* 137(6): 1826-1838.

Latrémouille, I. 2012. *Guide des saines pratiques d'entretien des chemins forestiers dans les zecs*. Québec, QC, Canada. 76 p.

Lehmann, R. 1994. *Forest Clearance and Lake Water Quality in the Canadian Shield*. Mémoire de maîtrise. McGill University. 73 p.

Lenormand, S., Dodson, J.J., et Ménard, A. 2004. Seasonal and ontogenetic patterns in the migration of anadromous brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 61(1): 54-67.

Londo, A., G. Messina, M., et Schoenholtz, S. 1999. Forest Harvesting Effects on Soil Temperature, Moisture, and Respiration in a Bottomland Hardwood Forest. *Soil Sci. Soc. Am. J. - SSSAJ* 63: 637-644.

MacDonald, L.H., Wohl, E.E., et Madsen, S.W. 1997. Validation of water yield thresholds on the Kootenai National Forest. Department of Earth Resources, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA. 197 p.

Madej, M.A. 2001. Erosion and sediment delivery following removal of forest roads. *Earth Surf. Process. Landforms* 26(2): 175-190.

Maitland, B.M., Poesch, M., Anderson, A.E., et Pandit, S.N. 2016. Industrial road crossings drive changes in community structure and instream habitat for freshwater fishes in the boreal forest. *Freshw. Biol.* 61(1): 1-18.

Marchand, F., Magnan, P., et Boisclair, D. 2003. Differential time budgets of two forms of juvenile brook charr in the open-water zone. *J. Fish Biol.* 63(3): 687-698.

Martin, C.W., Hornbeck, J.W., Likens, G.E., et Buso, D.C. 2000. Impacts of intensive harvesting on hydrology and nutrient dynamics of northern hardwood forests. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57(S2): 19-29.

Matkowski, S.M.D. 1989. Differential susceptibility of three species of stocked trout to bird predation. *North Am. J. Fish. Manag.* 9: 184-187.

Ménard, L.-P. 2018a. Uapishtan Utetuaun - Une convergence des savoirs innus et scientifiques sur l'habitat de la martre d'Amérique. *Nature Québec.* Québec, QC, Canada. 23 p.

Ménard, L.-P. 2018b. Mush Utetuaun- Une convergence des savoirs innus et scientifiques sur l'habitat de l'original. *Nature Québec.* Québec, QC, Canada. 22 p.

Ménard, L.-P. 2018c. Uapush Utetuaun- Une convergence des savoirs innus et scientifiques sur l'habitat de du lièvre d'Amérique. *Nature Québec.* Québec, QC, Canada. 18 p.

Menendez, R. 1976. Chronic Effects of Reduced pH on Brook Trout (*Salvelinus fontinalis*). *J. Fish. Res. Board Canada* 33(1): 118-123.

Mirza, R.S., et Chivers, D.P. 2003. Predator diet cues and the assessment of predation risk by juvenile brook charr: do diet cues enhance survival? *Can. J. Zool.* 81(1): 126-132.

Moring, J.R. 1982. Decrease in stream gravel permeability after clear-cut logging: an indication of intragravel conditions for developing salmonid eggs and alevins. *Hydrobiologia* 88(3): 295-298.

Morinville, G.R., et Rasmussen, J.B. 2006. Marine feeding patterns of anadromous brook trout (*Salvelinus fontinalis*) inhabiting an estuarine river fjord. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 63(9): 2011-2027.

Packer, R.K., et Dunson, W.A. 1970. Effects of low environmental pH on blood pH and sodium balance of brook trout. *J. Exp. Zool.* 174(1): 65-71.

Pinel-Alloul, B., Planas, D., Carignan R., Magnan, P., 2002. Synthèse des impacts écologiques des feux et des coupes forestières sur les lacs de l'écozone boréale au Québec. *Rev. des Sci. l'eau* 15(1): 371-395.

Plamondon, A.P. 1981. Écoulement et modification du couvert forestier. *Le Nat. Can.* 108(3): 289-298.

Poplar-Jeffers, I.O., Petty, J.T., Anderson, J.T., Kite, S.J., Strager, M.P., et Fortney, R.H. 2009. Culvert Replacement and Stream Habitat Restoration: Implications from Brook Trout Management in an Appalachian Watershed, U.S.A. *Restor. Ecol.* 17(3): 404-413.

Power, G. 1980. The brook charr, *Salvelinus fontinalis*. Dans *Charrs, salmonid fishes of the genus Salvelinus*. Édité par E.K. Balon. Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague, Netherlands. p. 141-203.

Proulx, R., et Magnan, P. 2002. Physiological Performance of two Forms of Lacustrine Brook Charr, *Salvelinus Fontinalis*, in the Open-water Habitat. *Environ. Biol. Fishes* 64(1): 127-136.

Proulx, R., et Magnan, P. 2004. Contribution of phenotypic plasticity and heredity to the trophic polymorphism of lacustrine brook charr (*Salvelinus fontinalis*). *Evol. Ecol. Res.* 6: 503-522.

Quinn, N.W.S. 1995. General features of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) spawning sites in lakes in Algonquin Provincial Park, Ontario. *Can. Field-Naturalist* 109: 205-209.

Raleigh, R.F. 1982. Habitat suitability index models: Brook trout. U.S. Dept. Int., Fish Wildl. Serv. FWS/OBS-82/10.24. 42 p.

Ricker, W.E. 1932. Studies of speckled trout (*Salvelinus fontinalis*) in Ontario. Publications of the Ontario Fisheries Research Laboratory No. 44. Toronto, ON, Canada. pp. 69-110



© U.S. Fish and Wildlife Service



© Jeff Feverston

Ridgway, M.S., et Blanchfield, P.J. 1998. Brook trout spawning areas in lakes. *Ecol. Freshw. Fish* 7: 140-145.

Ryther, J.H. 1997. Anadromous brook trout: Biology, status and enhancement. Trout Unlimited, Arlington, VA, USA. 33 p.

Sacotte, S., et Magnan, P. 2006. Inherited differences in foraging behaviour in the offspring of two forms of lacustrine brook charr. *Evol. Ecol. Res.* 8: 843–857.

Scott, W.B., et Crossman, E.J. 1973. Freshwater fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 184., Ottawa, ON, Canada. 966 p.

Seltenrich, N. 2018. Traditional Ecological Knowledge: A Different Perspective on Environmental Health. *Environ. Health Perspect.* 126(01). 014002.

Siitari, K.J., Taylor, W.W., Nelson, S.A.C., et Weaver, K.E. 2011. The influence of land cover composition and groundwater on thermal habitat availability for brook charr (*Salvelinus fontinalis*) populations in the United States of America. *Ecol. Freshw. Fish* 20(3): 431-437.

Silver, S.J., Warren, C.E., et Doudoroff, P. 1963. Dissolved Oxygen Requirements of Developing Steelhead Trout and Chinook Salmon Embryos at Different Water Velocities. *Trans. Am. Fish. Soc.* 92: 327-343.

Smith, M.W., et Saunders, J.W. 1958. Movements of Brook Trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Between and Within Fresh and Salt Water. *J. Fish. Res. Board Canada* 15(6): 1403-1449.

Sowden, T.K., et Power, G. 1985. Prediction of Rainbow Trout Embryo Survival in Relation to Groundwater Seepage and Particle Size of Spawning Substrates. *Trans. Am. Fish. Soc.* 114: 804-812.

St-Hilaire, A., Morin, G., El-Jabi, N., et Caissie, D. 2000. Water temperature modelling in a small forested stream: implication of forest canopy and soil temperature. *Can. J. Civ. Eng.* 27(6): 1095-1108.

St-Onge, I., Bérubé, P., et Magnan, P. 2001. Effets des perturbations naturelles et anthropiques sur les milieux aquatiques et les communautés de poissons de la forêt boréale. Rétrospective et analyse critique de la littérature. *Le Nat. Can.* 15(3): 81-9.

Steedman, R.J., Allan, C.J., France, R.L., et Kushneriuk, R.S. 2003. Land, Water, and Human Activity on Boreal Watersheds. Dans *Boreal Shield Watershed: Lake Trout Ecosystems in a Changing Environment*. Édité par J.M. Gunn, R.J. Steedman, et R.A. Ryder. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p. 59-85.

Sweka, J., et Hartman, K. 2001. Influence of Turbidity on Brook Trout Reactive Distance and Foraging Success. *Trans. Am. Fish. Soc. - Trans Amer Fish Soc* 130: 138-146.

Taylor, S.E., Rummer, R.B., Yoo, K.H., Welch, R.A., et Thompson, J.D. 1999. What We Know -- and Don't Know -- about Water Quality at Stream Crossings. *J. For.* 97(8): 12–17.

Tendeng, B., Asselin, H., et Imbeau, L. 2016. Moose (*Alces americanus*) habitat suitability in temperate deciduous forests based on Algonquin traditional knowledge and on a habitat suitability index. *Écoscience* 23(3-4): 77-87.

Thériault, V., Bernatchez, L., et Dodson, J.J. 2007. Mating system and individual reproductive success of sympatric anadromous and resident brook charr, *Salvelinus fontinalis*, under natural conditions. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 62: 51–65.

Thériault, V., et Dodson, J.J. 2003. Body size and the adoption of a migratory tactic in brook charr. *J. Fish Biol.* 63(5): 1144-1159.

- Therrien, J., et Lachance, S.** 1997. Outil diagnostique décrivant la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine en rivière au Québec — Phase I: Revue de la documentation et choix des variables. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. Québec, QC, Canada. 63 p.
- Torterotot, J.-B., Perrier, C., Bergeron, N.E., et Bernatchez, L.** 2014. Influence of Forest Road Culverts and Waterfalls on the Fine-Scale Distribution of Brook Trout Genetic Diversity in a Boreal Watershed. *Trans. Am. Fish. Soc.* 143(6): 1577-1591.
- Tremblay-Rivard, I.** 2007. Impacts des coupes forestières sur l'alimentation de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) et la structure trophique de lacs en forêt boréale. Mémoire de maîtrise. Département des Sciences fondamentales, Université du Québec à Chicoutimi. 53 p.
- Tremblay, Y., Rousseau, A.N., Plamondon, A.P., Lévesque, D., et Jutras, S.** 2008. Rainfall peak flow response to clearcutting 50% of three small watersheds in a boreal forest, Montmorency Forest, Québec. *J. Hydrol.* 352(1): 67-76.
- Tremblay, Y., Rousseau, A.N., Plamondon, A.P., Lévesque, D., et Prévost, M.** 2009. Changes in stream water quality due to logging of the boreal forest in the Montmorency Forest, Québec. *Hydrol. Process.* 23(5): 764-776.
- Upreti, Y., Asselin, H., Bergeron, Y., Doyon, F., et Boucher, J.-F.** 2012. Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: Practices and applications. *Écoscience* 19(3): 225-237.
- Vallée, C.** 2004. Sélection des sites de fraye chez l'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) et succès reproducteur associé dans deux rivières naturelles. L'Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, QC, Canada, 70p.
- Velasco-Cruz, C., Leman, S.C., Hudy, M., et Smith, E.P.** 2012. Assessing the Risk of Rising Temperature on Brook Trout: A Spatial Dynamic Linear Risk Model. *J. Agric. Biol. Environ. Stat.* 17(2): 246-264.
- White, H.C.** 1938. The Feeding of Kingfishers: Food of Nestlings and Effect of Water Height. *J. Fish. Res. Board Canada* 4a(1): 48-52.
- White, H.C.** 1941. Migrating Behaviour of Sea-Running *Salvelinus fontinalis*. *J. Fish. Res. Board Canada* 5b(3): 258-264.
- White, H.C.** 1957. Food and natural history of mergansers on salmon waters in the Maritime Provinces of Canada. Fisheries Research Board of Canada. Bulletin No. 116. Ottawa, ON, Canada. 63 p.
- Winkler, G., Leclerc, V., Sirois, P., Archambault, P., et Berube, P.** 2013. Short-term impact of forest harvesting on water quality and zooplankton communities in oligotrophic headwater lakes of the eastern Canadian Boreal Shield. *Boreal Environ. Res.* 14: 323-337.
- Wisner, D.A., et Christie, A.E.** 1987. Temperature relationships of great lakes fishes: a data compilation. Great Lakes Fishery Commission. Special Publication No. 87-3. Ann Arbor, MI, USA. 194 p.
- Witzel, L.D., et MacCrimmon, H.R.** 1983. Embryo survival and alevin emergence of brook charr, *Salvelinus fontinalis* and brown trout, *Salmo trutta*, relative to redd gravel composition. *Can. J. Zool.* 61(8): 1783-1792.
- Wood, D.M., Welsh, A.B., et Petty, J.T.** 2018. Genetic Assignment of Brook Trout Reveals Rapid Success of Culvert Restoration in Headwater Streams. *North Am. J. Fish. Manag.* 38(5): 991-1003.

MASHAMEKUSH UTETUAUN
UNE CONVERGENCE DES SAVOIRS
INNUS ET SCIENTIFIQUES SUR L'HABITAT
DE L'OMBLE DE FONTAINE



