



ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DU MÉNÉ DE LAC (*COUESIUS PLUMBEUS*), POPULATIONS DES SOURCES THERMALES DE LA LIARD ET DES SOURCES THERMALES D'ATLIN

Contexte

Après que le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné une espèce aquatique comme étant menacée, en voie de disparition ou disparue du pays, Pêches et Océans Canada (MPO) prend diverses mesures nécessaires pour appuyer l'application de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Bon nombre de ces mesures nécessitent la collecte de renseignements scientifiques sur la situation actuelle de l'espèce sauvage, les menaces qui pèsent sur sa survie et son rétablissement, et son potentiel de rétablissement. Un avis scientifique est habituellement formulé dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) effectuée peu de temps après l'évaluation du COSEPAC. Grâce à cette façon de procéder, on peut tenir compte des analyses scientifiques examinées par les pairs dans le cadre des processus prévus par la LEP, y compris l'inscription à la liste des espèces en péril et la planification du rétablissement.

À l'automne 2018, le COSEPAC a évalué que les populations ou les unités désignables (UD) de ménés de lac (*Couesius plumbeus*) des sources thermales de la rivière Liard et des sources thermales d'Atlin étaient menacées (COSEPAC 2018). Même si le méné de lac est le méné le plus répandu en Amérique du Nord (McPhail 2007), ces populations sont confinées dans deux milieux de sources thermales uniques situés dans le nord de la Colombie-Britannique (McPhail 2007). On sait très peu de choses sur les deux populations. Les connaissances actuelles sur celles-ci figurent dans quelques manuels et rapports sur le terrain, ainsi que dans l'évaluation du COSEPAC. Habituellement, lorsqu'on commence une EPR, on rédige un document de travail et on tient une réunion régionale d'examen par les pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS). Compte tenu de la rareté des données et du manque d'expertise à l'interne et à l'externe, on a choisi de produire une réponse des Sciences pour résumer les renseignements sur les populations et répondre aux éléments du cadre de référence de la façon la plus efficace et efficiente possible.

Pour appuyer les recommandations d'inscription du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et des sources thermales d'Atlin) à la liste des espèces en péril, on a demandé aux Sciences du MPO de réaliser une EPR fondée sur les lignes directrices nationales connexes. L'avis formulé dans cette EPR pourrait servir à orienter les volets scientifique et socioéconomique de la décision concernant l'inscription, à guider l'établissement d'un programme de rétablissement et d'un plan d'action, et à appuyer la prise de décisions concernant la délivrance de permis ou la conclusion d'ententes et l'établissement d'exemptions ou de conditions connexes, conformément aux articles 73, 74, 75, 77, 78 et 83(4) de la LEP. Cet avis pourrait aussi servir à préparer les rapports visés par l'article 55 de la LEP. L'avis formulé grâce au processus susmentionné permettra de mettre à jour ou de regrouper les avis déjà formulés au sujet des deux populations de ménés de lac.

L'EPR fournit des renseignements à jour et aborde les incertitudes associées aux 22 éléments du cadre de référence relatifs aux catégories suivantes :

- caractéristiques biologiques, abondance, répartition et paramètres du cycle biologique;
- besoins en matière d'habitat et de résidence;
- menaces et facteurs limitatifs liés à la survie et au rétablissement;
- cibles de rétablissement;
- scénarios d'atténuation des menaces et activités de rechange;
- dommages admissibles.

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences du 14 avril 2020 sur l'Évaluation du potentiel de rétablissement : Méné de lac, unités désignables des sources thermales de la Liard et des sources thermales d'Atlin.

Analyse et réponse

Caractéristiques biologiques, abondance, répartition et paramètres du cycle biologique

Élément 1 : Résumer les caractéristiques biologiques du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin)

Le méné de lac (*Couesius plumbeus*) fait partie de la famille des ménés (Cyprinidés) et a été décrit pour la première fois sous le nom de *Gobio plumbeus* par Agassiz (1850). Par le passé, on considérait que *Couesius plumbeus* comprenait trois sous-espèces : *C. p. greeni*, présente dans le cours supérieur des fleuves Columbia et Fraser et dans les rivières adjacentes du versant du Pacifique; *C. p. dissimilis*, présente à l'est de la ligne continentale de partage des eaux, dans les étendues d'eau canadiennes et américaines des Grandes Plaines jusqu'aux parties sud-ouest des lacs Supérieur et Michigan; *C. p. plumbeus*, présente dans les bassins hydrographiques du versant de l'Atlantique situés dans le nord-est de l'Amérique du Nord. Une connaissance insuffisante des relations intraspécifiques complexes entre ces sous-espèces a entraîné l'utilisation de *C. plumbeus* pour les trois formes (Scott et Crossman 1973, Wells 1978). Les origines du méné de lac dans la rivière Liard, qui représente le centre de l'aire de répartition des individus présents dans les sources thermales du nord de la Colombie-Britannique, sont incertaines (McPhail et Carveth 1992), mais Wells (1978) a supposé que la région pourrait être une zone d'intergradation entre les formes *C. p. greeni* et *C. p. dissimilis*.

Le méné de lac est le méné le plus répandu en l'Amérique du Nord (McPhail 2007) et il est considéré comme un poisson d'eau froide, mais il existe très peu de renseignements sur les populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin. Par conséquent, les renseignements fournis dans le présent document concernent le méné de lac de façon générale, sauf indication contraire. Le méné de lac est un méné de taille moyenne à grande qui possède un corps mince et une tête courte (figure 1). La longueur totale d'un adulte peut atteindre 227 mm, mais elle est habituellement inférieure à 100 mm (McPhail et Lindsey 1970, Scott et Crossman 1973). Le méné de lac atteint habituellement la maturité aux âges 3 ou 4 et dépasse rarement l'âge 5. Il existe plusieurs mentions d'individus d'âge 7, mais l'âge des ménés serait difficile à déterminer à partir de leurs écailles (Scott et Crossman 1973, Stasiak 2006). Le méné de lac possède une grande bouche en position terminale qui s'étend jusqu'à proximité du bord antérieur de l'œil; un petit barbillon se trouve près de l'extrémité de la mâchoire supérieure. L'origine de la nageoire dorsale est située tout juste derrière celle des nageoires pelviennes. La coloration du dos peut être brun foncé, olive ou presque noire, les flancs sont gris argenté, et le ventre est blanc argenté. Une bande médiolatérale foncée indistincte est présente sur la moitié postérieure du

corps. En saison de reproduction, la base des nageoires pectorales des mâles présents dans le centre de l'aire de répartition de l'espèce se colore de rouge, et cette coloration ne survient pas chez les formes du Pacifique (McPhail et Lindsey 1970).

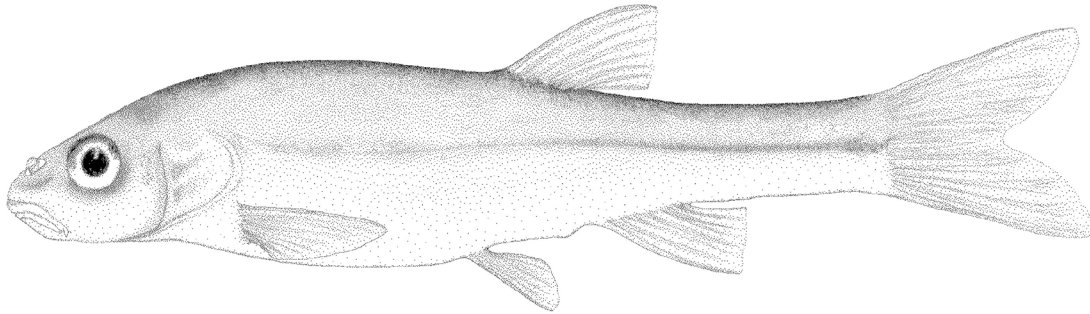


Figure 1. Dessin d'un méné de lac femelle (*Couesius plumbeus*) capturé dans le marécage Alpha des sources thermales de la rivière Liard en septembre 2000 (Illustration : Diane McPhail). Tiré du document du COSEPAC (2018).

Le méné de lac est l'un des poissons d'eau douce les plus répandus en Amérique du Nord. Il est présent depuis le centre de l'Alaska, dans l'ouest, jusqu'au Labrador, dans l'est. Dans le nord, son aire de répartition s'étend près de la limite forestière, la limite septentrionale atteignant le delta du fleuve Mackenzie (figure 2). De façon approximative, la limite méridionale de son aire de répartition suit la frontière entre le Canada et les États-Unis. L'espèce est répartie de façon irrégulière en Nouvelle-Angleterre; elle est présente jusqu'au cours supérieur du fleuve Delaware, au sud, et dans les bassins hydrographiques des Grands Lacs. Elle est absente de certaines parties du sud de la Saskatchewan et du Manitoba, et il existe des populations reliques isolées dans des étendues d'eau des Rocheuses, au Colorado (deBruyn 2019). Le méné de lac est présent dans le cours supérieur de nombreux cours d'eau qui se jettent dans l'océan Pacifique, comme le fleuve Yukon, la rivière Stikine et le fleuve Fraser, mais il est absent des régions côtières, à l'exception d'une petite section du sud-est de l'Alaska. Sa diversité et sa répartition actuelles découlent des dernières glaciations, qui ont restreint sa présence à plusieurs refuges importants situés dans la Béringie, sur la côte du Pacifique, dans le réseau fluvial du Mississippi et de la Missouri, et sur la côte de l'Atlantique (Taylor *et al.* 2013). Des données phylogéographiques indiquent également que des individus d'eau douce issus de lignées intraspécifiques uniques ont colonisé le réseau fluvial de la Liard à partir d'un refuge glaciaire à proximité, situé dans la vallée de la rivière Nahanni (Ford 1976, Lindsey et McPhail 1986, Foote *et al.* 1992, Stamford et Taylor 2004).

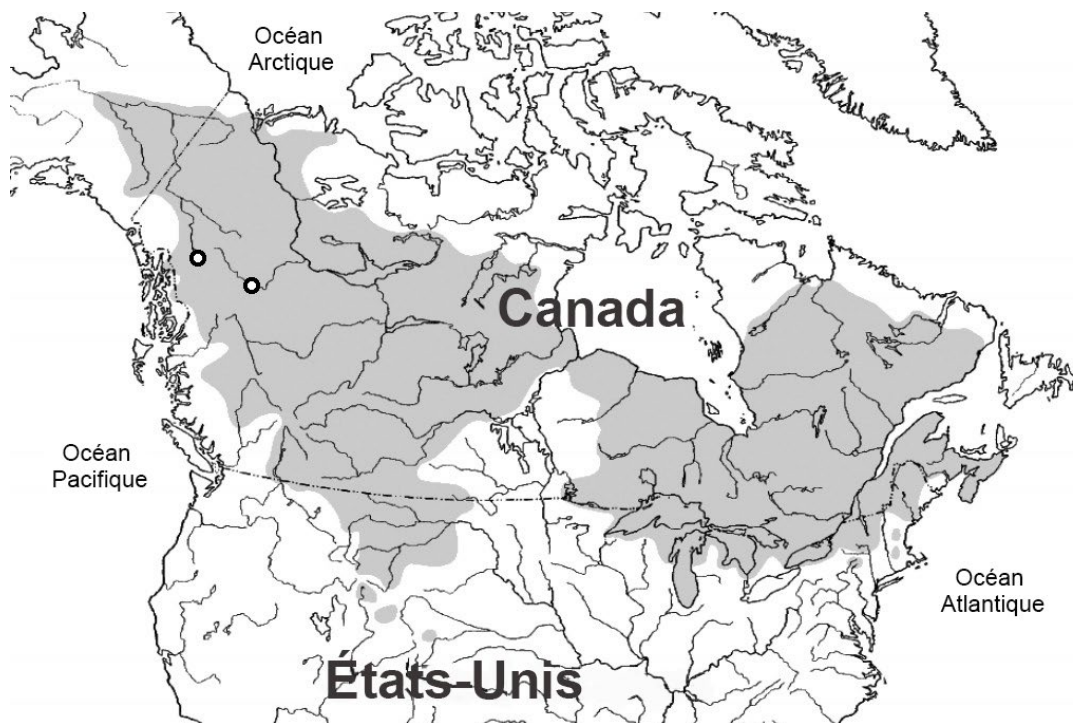


Figure 2. Aire de répartition du méné de lac (*Couesius plumbeus*), en gris (rapport de situation inédit du COSEPAC 2004). On a encerclé l'emplacement approximatif des sources thermales où des populations de ménés de lac sont présentes dans le nord-ouest de la Colombie-Britannique. Les sources thermales d'Atlin sont représentées par le cercle à l'ouest, à proximité du fleuve Yukon, et les sources thermales de la Liard sont représentées par le cercle plus à l'est (carte tirée du document de deBruyn 2019).

Il existe trois populations ou UD connues de ménés de lac de sources thermales, y compris la population des sources thermales de la Liard et la population des sources thermales d'Atlin. Les trois populations sont situées dans l'aire écologique nationale des montagnes du Nord du COSEPAC, qui se trouve dans le nord de la Colombie-Britannique. Le cours supérieur du réseau fluvial de la Liard comprend deux complexes de sources thermales associés au méné de lac, soit les sources thermales de la Liard, situées le long de la route de l'Alaska, dans le parc provincial Liard Hot Springs, et les sources thermales de la rivière Deer, situées dans le parc provincial Liard River Corridor, à proximité. Ces deux complexes sont situés dans la zone biogéographique nationale d'eau douce (ZBNED) de l'Arctique de l'Ouest. La population ou l'UD des sources thermales de la rivière Deer n'a pas été évaluée par le COSEPAC à l'heure actuelle et n'est pas abordée davantage dans le présent document. La troisième population de sources thermales connue est présente dans les sources thermales d'Atlin, situées à proximité du lac Atlin, dans le bassin hydrographique du fleuve Yukon, qui se trouve dans la ZBNED du Yukon.

Le méné de lac peut survivre dans une vaste gamme de milieux thermiques canadiens, y compris des bassins hydrographiques dans l'Arctique, des lacs et cours d'eau tempérés, et des sources thermales, ce qui indique une souplesse considérable sur le plan de la tolérance à la température. Toutefois, le méné de lac est prédominant dans les bassins hydrographiques de l'Arctique, et une telle répartition dans le nord indique que l'espèce est adaptée au froid, en particulier si on la compare aux autres espèces de cyprinidés (Scott et Crossman 1973). De plus, des populations de sources thermales ne sont connues que dans le cours supérieur de la rivière Liard et du fleuve Yukon, ce qui démontre que les populations adaptées à ce genre de milieux sont rares.

Sur les plans de la physiologie et du cycle biologique, le méné de lac possède des caractéristiques particulières adaptées aux milieux subarctiques et arctiques. En effet, des populations nordiques de ménés de lac ont été observées recherchant activement de la nourriture à des températures inférieures à 2 °C (McPhail 2001). En comparaison, la plupart des ménés réduisent leur activité et leur ingestion quand la température de l'eau est inférieure à 10 °C (Kelsch et Neill 1990). Chez le méné de lac, la maturation des gonades survient à la fin de l'automne, avant la fraie qui se déroule l'été suivant (Ahsan 1966, Brown *et al.* 1970, McPhail 2001). Ces deux caractéristiques, soit la recherche de nourriture en eau froide et la maturation précoce des gonades, sont probablement des adaptations à la courte saison de croissance dans les milieux nordiques.

La majorité des populations de ménés de lac vit dans des lacs et des cours d'eau marqués par une grande variation saisonnière sur le plan de la température de l'eau, qui varie d'environ 4 °C en hiver à 25 °C en été. En comparaison, les populations de sources thermales vivent dans des conditions thermiques beaucoup plus stables. Par exemple, la température des sources thermales d'Atlin est relativement constante (de 23 à 25 °C) toute l'année, mais la température moyenne quotidienne de l'air est de 0,5 °C (Darveau *et al.* 2012). La température moyenne quotidienne de l'air varie entre -15 et -5 °C de décembre à mars et entre 6 et 13 °C de mai à septembre. Darveau *et al.* (2012) ont formulé l'hypothèse selon laquelle les populations de sources thermales sont soumises à une sélection relâchée en matière de plasticité thermique et de plage de températures, et ils prévoient qu'elles auraient une plage de températures plus étroite (une différence moindre entre les tolérances thermiques minimale et maximale) et une plasticité phénotypique réduite aux échelles individuelle et métabolique. Ils ont effectué un essai d'acclimatation pour évaluer les différences entre les populations sur le plan des maximums et minimums thermiques critiques et de la capacité d'acclimatation. Ils ont également observé que les ménés des deux complexes de sources thermales présentaient divers phénotypes physiologiques associés au degré d'acclimatation à la température environnementale. Les individus des sources thermales d'Atlin sont acclimatés à la température de leur habitat (□25 °C) et ne peuvent tolérer les températures inférieures à 8 °C, à moins qu'ils y soient acclimatés au préalable. Ces individus n'ont affiché aucune variation détectable sur le plan de l'activité des enzymes mitochondriales lors d'une acclimatation au froid, ce qui indique une perte de plasticité phénotypique. De plus, la population des sources thermales d'Atlin montre une réduction de plage de tolérance thermique supérieure à des températures d'acclimatation élevées. Par conséquent, les populations de milieux variables peuvent subir une sélection pour un maintien de la tolérance au froid même lorsqu'elles sont acclimatées à des températures chaudes, alors que les populations de milieux à température chaude et constante tirent parti d'une tolérance au froid réduite sauf en cas d'acclimatation à des conditions froides.

Le méné de lac se déplace de façon saisonnière dans un lac, ou encore d'un lac à une rivière ou à un cours d'eau dans le cadre de sa migration de reproduction qui a lieu au printemps (Brown *et al.* 1970, Scott et Crossman 1973, Reeb *et al.* 1995). La migration de reproduction saisonnière semble être régulée par la température de l'eau, et les déplacements commencent quand la température minimale quotidienne atteint 4 à 8 °C (Reeb *et al.* 2008). Après la fraie, le méné de lac se déplace loin des rives et n'est pas facilement capturable (Brown 1969). Toutefois, les déplacements sont généralement limités. Dans le lac La Ronge, en Saskatchewan, Brown (1969) indique que les ménés de lac marqués se sont dispersés jusqu'à 3,2 km du site de marquage.

Les milieux confinés que constituent les sources thermales limitent la migration et la dispersion. Le complexe des sources thermales de la rivière Liard n'est lié à aucun lac ou cours d'eau; son débit sortant est contenu entièrement dans la forêt inondée et les marécages adjacents (McPhail 2001, BC Parks 2003). Le méné de lac semble toutefois absent de la partie du cours

supérieur de la rivière Liard, qui est adjacente aux sources thermales de la Liard (FISS 2004, COSEPAC 2018, Stamford et Taylor 2004). Par conséquent, l'habitat dans lequel le méné de lac peut se disperser est très limité. On ignore si l'espèce entreprend un type de migration de reproduction annuelle au sein de ce complexe de sources thermales. Les différences sur le plan du rapport entre les sexes et de l'ampleur de l'infection par le parasite responsable de la maladie des taches noires entre les ménés de lac du marécage Alpha, du bassin Delta et du bassin Epsilon (figure 3) indiquent l'existence de trois sous-populations isolées géographiquement dans le complexe des sources thermales de la Liard (McPhail 2001), ce qui signifie que les individus se déplacent peu entre les bassins du complexe, voire pas du tout. Certains déplacements entre les bassins Delta et Epsilon, qui sont adjacents, peuvent survenir lorsque l'activité de castors entraîne une élévation du niveau de l'eau. De vastes activités de marquage menées dans les sources thermales d'Atlin en 2016 et 2017 ont aussi démontré que le méné de lac se déplaçait peu dans le complexe; la plus grande distance entre les recaptures était d'un peu plus de 100 m (de Bruyn 2019). Habituellement, les déplacements correspondaient à 25 m ou moins.

Contrairement à d'autres populations d'eau froide qui sont principalement carnivores et qui se nourrissent surtout de larves d'insectes aquatiques, le méné de lac des sources thermales de la Liard semble être herbivore parce que son régime alimentaire est principalement composé d'algues filamenteuses et de charas (*Chara sp.*) (McPhail 2001). Certains ménés de lac présents dans le complexe Delta-Epsilon se nourrissent également de matière organique présente dans la boue jusqu'à ce que leur estomac se distende (McPhail 2001). La maladie des taches noires causée par les trématodes du genre *Neascus* a touché une proportion importante des individus de la population des sources thermales de la Liard (McPhail 2001). Les étapes du cycle biologique de ces parasites comprennent un oiseau piscivore à titre d'hôte définitif, un escargot à titre d'hôte intermédiaire et un poisson à titre de deuxième hôte intermédiaire. Par conséquent, la physe d'eau chaude (*Physella wrighti*), une espèce en voie de disparition qui est endémique au complexe de sources thermales de la Liard, pourrait jouer un rôle dans l'infection de ménés de lac à la maladie des taches noires. Les ménés de lac des sources thermales d'Atlin consomment également des escargots. En outre, la crevette non indigène *Neocaridina davidi* a été observée pour la première fois dans les sources thermales d'Atlin en 2015. Cette espèce d'aquarium, qui a probablement été introduite, a affiché une croissance exponentielle et est devenue une source de nourriture importante pour le méné de lac de cette UD (deBruyn 2019).

Élément 2 : Évaluer la trajectoire récente de l'espèce concernant l'abondance, l'aire de répartition et le nombre de populations

Sources thermales de la Liard

Jusqu'à maintenant, aucun relevé ou essai systématique visant à quantifier la taille de la population de ménés de lac n'a été effectué dans les sources thermales de la Liard. Les estimations de l'abondance de cette population sont fondées principalement sur des observations visuelles anecdotiques de biologistes et d'autres chercheurs. Le nombre absolu de ménés de lac dans les sources thermales de la Liard est inconnu, mais les individus sont abondants et pourraient se compter par milliers (COSEPAC 2018). Toutefois, le rapport entre les sexes biaisé et les sous-divisions des populations observés pour le méné de lac du complexe des sources thermales de la Liard indiquent que la taille réelle de la population est plus petite que la taille totale estimée. Par le passé, la construction d'un stationnement dans le parc provincial pourrait avoir entraîné une certaine mortalité au sein de la population (COSEPAC 2018). Toutefois, aucun élément probant n'indique des changements importants relatifs à l'abondance de la population, mais aucun relevé systématique n'a été réalisé.

Brown (1969) souligne également que le méné de lac est timide et énigmatique, et qu'il se cache souvent sous un couvert, ce qui peut rendre la réalisation d'une évaluation visuelle difficile. Par conséquent, on ne connaît pas la trajectoire ni la répartition de l'espèce. McPhail (2001) soulève l'hypothèse qu'il pourrait y avoir trois populations indépendantes au sein du complexe de sources thermales, selon la répartition de la maladie des taches noires.

Sources thermales d'Atlin

On a estimé l'abondance de la population de ménés de lac des sources thermales d'Atlin au moyen d'une étude de marquage-recapture menée en 2016 et 2017. Selon celle-ci, la population comprenait de 1 000 à 2 000 individus d'une longueur à la fourche supérieure à 3 cm, mais on croit que la taille réelle de la population serait un peu plus élevée (deBruyn 2019). Il était aussi mentionné que les ménés de lac étaient énigmatiques et craintifs lorsqu'on les approchait. Des éléments indiquent que la durée de vie de l'espèce est d'environ 30 mois, mais certains individus pourraient atteindre les âges 4 ou 5 (deBruyn 2019). Par le passé, les sources thermales d'Atlin ont occasionnellement fait l'objet de travaux d'excavation pour permettre la baignade dans le bassin principal (COSEPAC 2018, Stamford et Taylor 2004), mais l'incidence de ces travaux sur l'abondance de la population est inconnue. Par conséquent, on ne connaît pas la trajectoire de l'espèce. Les données de marquage indiquent que les déplacements entre les bassins et les sections du complexe de sources thermales sont limités, et deBruyn (2019) soulève l'hypothèse qu'il pourrait y avoir trois populations distinctes au sein de l'UD.

Élément 3 : Estimer les paramètres actuels ou récents concernant le cycle biologique du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin)

Les ménés de lac de sources thermales vivent moins longtemps et atteignent la maturité plus tôt que les individus vivant dans des milieux d'eau froide. McPhail (2001) mentionne que les individus dont la longueur est supérieure à 70 mm sont rares dans les eaux thermales et qu'en septembre, il y avait surtout des individus d'âge 0 ou 1 dans les sources thermales de la Liard. Dans ce complexe, peu d'individus survivent à une troisième saison de croissance par rapport aux individus des sources thermales d'Atlin, qui pourraient vivre 3 ou 4 ans (deBruyn 2019). On a aussi découvert que les femelles ont tendance à vivre plus longtemps que les mâles (COSEPAC 2018). Il semble que la plupart des individus émergeant au printemps ont atteint la maturité sexuelle en septembre, c'est-à-dire qu'ils affichent une croissance rapide, une maturation hâtive et une mort précoce dans les sources thermales. Compte tenu de leur courte durée de vie, ces populations sont sensibles à une variation interannuelle du recrutement.

Le méné de lac expulse ses gamètes dans la colonne d'eau, et ses œufs sont non adhésifs et démersaux (Brown *et al.* 1970, Fuiman et Baker 1981). Chez les populations d'eau froide, la fraie a été observée pendant les mois de mai à août, et elle est plus tardive vers la limite nord de l'aire de répartition de l'espèce (Geen 1955, Brown *et al.* 1970, McPhail et Lindsey 1970, Scott et Crossman 1973, Stewart *et al.* 1982). La fraie semble comprendre une migration annuelle depuis des zones profondes jusqu'à des zones peu profondes dans des lacs ou depuis des lacs jusqu'à des cours d'eau. La fraie commence au printemps, après la débâcle, quand la température frôle 4 °C (Brown *et al.* 1970). Les déplacements près des rives débutent le matin et atteignent un sommet à la fin de l'après-midi (Brown *et al.* 1970). La fraie dans les lacs de Saskatchewan semble commencer quand la température de l'eau atteint 10 °C. Les femelles sont des génitrices à ponte fractionnée, et elles ne libèrent que quelques-uns de leurs 500 à 2 400 œufs (le nombre total varie en fonction de la taille corporelle) par épisode de fraie. Les mâles demeurent dans les frayères plus longtemps que les femelles (Brown *et al.* 1970). Le diamètre des œufs prêts à être fécondés varie de 1,8 à 2,4 mm en moyenne (Brown *et al.* 1970, Fuiman et Baker 1981). Les œufs éclosent environ 1 jour après la ponte quand ils sont

conservés à une température variant entre 8 et 19 °C (Brown *et al.* 1970). Les larves nouvellement écloses mesurent environ 6 mm (Geen 1955, Fuiman et Baker 1981).

On ne connaît pas la période de fraie des individus des sources thermales de la Liard, mais McPhail (2001) soulève l'hypothèse qu'elle serait semblable à celle des populations d'eau froide. En outre, deBruyn (2019) mentionne que la fraie se produit de la fin mai jusqu'en juillet dans les sources thermales d'Atlin. On a observé des alevins au début de juin. Selon la répartition de la fréquence des tailles, il semble que la majorité des individus de la population des sources thermales d'Atlin vit pendant 3 à 4 ans et parfois jusqu'à l'âge 6 (deBruyn 2019). Les femelles gravides dépassent 5,9 cm et 2,4 grammes, et les mâles prêts à frayer dépassent 5,1 cm et 1,7 gramme (deBruyn 2019). Les individus atteignant la maturité sexuelle avaient une longueur à la fourche d'environ 5 cm, et la longueur moyenne des individus d'âge 1 se situait entre 4,9 et 5,8 cm (deBruyn 2019). On ne connaît pas la fécondité des populations de sources thermales.

La température d'incubation a souvent une incidence sur la détermination du sexe chez les poissons (Conover et Kynard 1981). Dans les milieux d'eau froide types, le rapport entre les sexes chez le méné de lac devrait être presque équilibré (COSEPAC 2018). Cela peut toutefois être différent dans le milieu inhabituel que constituent les sources thermales. McPhail (2001) a comparé le rapport entre les sexes des ménés de lac capturés dans les sources thermales de la Liard, dans les sources thermales d'Atlin et dans les milieux d'eau froide de la rivière Liard (ruisseaux Mill et Hutchinson). Le rapport entre les sexes des deux populations d'eau froide et des populations des sources thermales d'Atlin est équilibré (1:1). Toutefois, le rapport entre les sexes de la population des sources thermales de la Liard est biaisé en faveur des femelles, soit 1,6:1 dans le marécage Alpha, 3:1 dans le bassin Epsilon et 7:1 dans le bassin Delta. Étant donné que le rapport entre les sexes de la population des sources thermales d'Atlin est de 1:1, McPhail (2001) a indiqué que l'environnement thermal n'était probablement pas le seul facteur ayant une incidence sur ces différences entre les populations. Dans le complexe de sources thermales de la Liard, l'asymétrie du rapport entre les sexes semble être associée à la prévalence de la maladie des taches noires. Le niveau d'infection était le plus bas dans le marécage Alpha, il était moyen dans le bassin Epsilon et il était le plus élevé dans le bassin Delta. Les taux d'infection à la maladie des taches noires pour les ménés de lac échantillonnés dans les sources thermales d'Atlin et les deux populations d'eau froide étaient beaucoup plus faibles que ceux observés dans l'ensemble du complexe de sources thermales de la Liard. McPhail (2001) avance que la prévalence accrue de mâles infectés à la maladie des taches noires pourrait entraîner une mortalité précoce, ce qui produirait le rapport entre les sexes asymétrique.

Besoins concernant l'habitat et la résidence

Élément 4 : Décrire les propriétés de l'habitat nécessaires au bon déroulement de toutes les étapes du cycle biologique du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin). Décrire les fonctions, les caractéristiques et les attributs de l'habitat, et quantifier la variation des fonctions biologiques qu'assurent les composantes de l'habitat selon l'état ou l'étendue de celui-ci, y compris les limites de la capacité de charge, le cas échéant

Le méné de lac fréquente une vaste gamme de milieux d'eau douce, comme des rivières et des lacs nordiques ainsi que des sources thermales. Il semble préférer les lacs, mais il est également présent dans des cours d'eau claire et boueuse, en particulier dans le nord de son aire de répartition (McPhail et Lindsey 1970, Scott et Crossman 1973). Toutefois, le méné de lac semble préférer les eaux claires et fraîches avec substrat de gravier et de cailloux propres

(Bruce et Parsons 1976, Isaak *et al.* 2003). Dans les petits lacs du centre de la Colombie-Britannique, le méné de lac demeure près du fond, peu importe la profondeur de l'eau, occupant à la fois les zones peu profondes et profondes, sauf quand la zone d'eaux profondes est anoxique pendant l'été (Geen 1955). Dans d'autres régions, le méné de lac est souvent présent dans les eaux peu profondes des lacs, à l'embouchure d'affluents, et il est rarement observé en eaux profondes ou loin de l'embouchure des rivières (Stasiak 2006). Il fraie dans les cours d'eau et dans les zones peu profondes des lacs, à des températures supérieures à 10 °C (Richardson 1935, Brown *et al.* 1970). Le type de substrat ne semble pas associé au choix du site de fraie ou à la survie précoce des œufs (Brown 1969, Brown *et al.* 1970).

Sources thermales de la Liard

L'habitat des deux populations de sources thermales est très différent de l'habitat des individus d'eau froide. Les sources thermales de la Liard occupent le deuxième rang des complexes de sources thermales du Canada sur le plan de la superficie et elles constituent un écosystème unique. Contrairement à la majorité des autres sources thermales du Canada, les sources thermales de la Liard ne s'écoulent pas dans une rivière ou un ruisseau à proximité, mais plutôt dans un réseau complexe de marécages. La végétation de ces sources thermales est unique par rapport aux zones périphériques sur le plan de la composition en espèces, de la grande diversité des espèces (y compris 14 espèces d'orchidées), de la croissance luxuriante et du moment de la floraison (Reid 1978). Les sources thermales de la Liard abritent 14 espèces végétales qu'on ne trouve pas ailleurs à ces latitudes nordiques ainsi qu'un escargot endémique, la physe d'eau chaude (*Physella wrighti*), qui a été désigné en voie de disparition par le COSEPAC (COSEPAC 2008) et qui figure sur la liste des espèces en voie de disparition (annexe 1) de la LEP. La flore et la faune uniques sont soutenues par les effets thermiques des sources thermales, qui produisent une augmentation de la plage de températures annuelles d'au moins 2 °C par rapport aux zones avoisinantes, ce qui fait en sorte que la zone à proximité immédiate est exempte de gel et que l'humidité relative peut être élevée (Reid 1978). L'écosystème est très sensible aux changements sur le plan de la qualité, de la profondeur, du débit et de la température de l'eau (Jordan et Nathan 1990). Le méné de lac des sources thermales de la Liard est présent dans des eaux caractérisées par une vaste plage de températures (d'environ 15 à 26 °C).

Les caractéristiques de l'habitat des deux zones occupées par le méné de lac dans le complexe des sources thermales de la Liard, soit les complexes Alpha et Delta-Epsilon, sont uniques par rapport aux sites d'eau froide et sont propres à chaque complexe (figure 3). Dans le complexe Alpha, le méné de lac est présent partout dans le marécage Alpha, qui commence environ 150 m en aval du bassin Alpha, ainsi que dans la forêt inondée. Dans le complexe Delta-Epsilon, le méné de lac est présent dans les bassins chauds (Delta et Epsilon), qui sont probablement séparés, mais qui pourraient être liés de façon intermittente grâce à l'activité de castors. La majorité du complexe Alpha consiste en des ruisselets et des bassins peu profonds caractérisés par un substrat de boue calcaire et une abondance de charas (*Chara sp.*). Les bassins du complexe Delta-Epsilon sont caractérisés par une profondeur pouvant atteindre deux mètres et de gros débris ligneux encroûtés d'éponges vertes. En outre, plutôt que d'être recouvert d'un tapis de charas, le fond de ces bassins est carrelé de parcelles d'algues filamenteuses et de boue organique foncée. Les eaux des deux zones ont un pH presque neutre (de 6,8 à 7,7) et une conductivité d'environ 1 100 micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$). À la fin de l'été, la température varie entre 14 et 26 °C (selon la distance par rapport aux zones de remontée d'eau chaude) dans le marécage Alpha et dans la forêt inondée, et d'un peu plus de 20 °C à au plus 34 °C dans les bassins du complexe Delta-Epsilon. McPhail (2001) a constaté que le méné de lac vit dans des eaux caractérisées par une vaste plage de températures dans

les deux bassins (d'environ 15 à 26 °C), mais il est particulièrement abondant dans les eaux de 18 °C du complexe Alpha (dans les ruisselets du marécage Alpha) et dans les eaux de 23 à 25 °C du complexe Delta-Epsilon.

L'hiver, la disponibilité de l'habitat semble diminuer considérablement dans le complexe des sources thermales de la Liard. McPhail (2001) indique que le 20 octobre 1993, les forêts inondées et les rives du marécage Alpha étaient gelées. Près du stationnement, il y avait encore des eaux libres dans un grand bassin peu profond, à une température s'approchant du point de congélation (1,4 °C), mais aucun poisson n'y a été observé. Des eaux libres étaient aussi présentes dans trois ruisselets étroites situées sous la promenade. Les petits chenaux près du stationnement étaient caractérisés par une température de 10,7 °C et par la présence de ménés de lac, qui étaient aussi observés aux sites d'eaux calmes avoisinants, où la température variait de 7,8 à 11,2 °C. Dans la rigole principale (centrale), la température était de 12,3 °C et dans la rigole septentrionale, elle était de 11,5 °C; un grand nombre de ménés de lac ont été observés à ces deux sites (McPhail 2001). Le bassin peu profond (température de 6,0 °C) où aucun poisson n'a été observé était situé entre ces deux ruisselets. Il semble qu'à mesure que l'hiver avance, les ménés de lac présents aux sites en périphérie des ruisselets tièdes se déplacent dans celles-ci ou périssent. Par conséquent, l'habitat disponible dans le marécage Alpha diminue probablement en hiver.

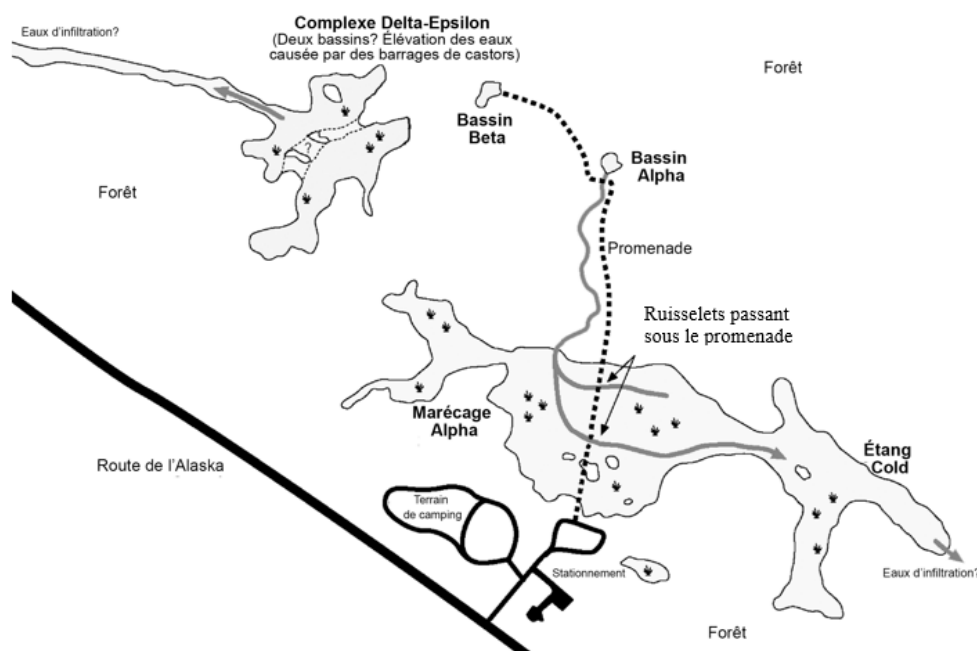


Figure 3. Croquis cartographique du complexe des sources thermales de la rivière Liard (tiré du document de McPhail 2001).

Sources thermales d'Atlin

Les régions du sud du Yukon et du nord-ouest de la Colombie-Britannique qui sont situées à proximité du lac Atlin sont tectoniquement actives puisqu'elles sont situées entre deux champs volcaniques, soit Surprise Lake et Llangorse, qui forment le champ volcanique d'Atlin (Edwards *et al.* 2003). On ne sait pas si la chaleur des sources thermales est générée par la proximité des champs volcaniques ou par le simple réchauffement des eaux souterraines par le manteau terrestre (deBruyn 2019). Le lac Atlin est le plus grand lac naturel de la Colombie-Britannique et

une partie de celui-ci s'étend jusqu'au Yukon. Il est alimenté en grande partie par le glacier Llewellyn, qui maintient la température du lac entre 0 et 5 °C pendant toute l'année, mais certaines baies du lac peuvent atteindre une température de 12 °C (Gilbert *et al.* 2006). Les sources thermales sont situées à environ 23 kilomètres au sud-sud-est d'Atlin, en Colombie-Britannique, et sont accessibles toute l'année grâce à un chemin de gravier. Les eaux de ces sources s'écoulent dans une série de cours d'eau tièdes avant de se jeter dans la baie Warm du lac Atlin, située environ 850 mètres en aval (figure 4). Le complexe de sources thermales d'Atlin est composé de deux sections séparées, soit la portion ouest, qui est située sur un terrain privé, et la portion est, qui est accessible au public (deBruyn 2019). La portion ouest consiste en un seul cours d'eau non ramifié qui est utilisé pour chauffer des serres et arroser les plantes qu'elles contiennent. Ce cours d'eau est souterrain dans plusieurs sections et n'est associé à aucun grand milieu humide. La portion est consiste en un complexe de cours d'eau ramifiés, qui est divisé en plusieurs cascades de tuf (dépôt de calcaire) et en une série de milieux humides marécageux (figure 5). Les eaux des deux portions géothermiques s'écoulent dans la baie Warm de façon séparée, à une distance d'environ 290 mètres. Il est donc improbable qu'un individu sauvage adapté à l'eau tiède puisse se déplacer d'une portion du complexe à l'autre.

Les sources thermales d'Atlin sont situées dans un pré herbeux (figure 6). Le bassin principal compte une source jaillissante à une extrémité et un substrat de gravier couvert d'algues filamenteuses. McPhail (2001) a visité ce bassin le 19 septembre 2000, et il a indiqué que l'eau était tiède (de 21 à 24 °C), que le pH était de 7,2 et que la conductivité était de 414 µS/cm. Le méné de lac était présent dans le bassin, et son abondance dans la décharge était remarquable. La décharge était un peu plus chaude que le bassin principal (25 °C) en raison des apports d'eau provenant de petits orifices. Elle est complètement envahie par du cresson de fontaine (*Nasturtium officinale*) et serpente dans le pré, ce qui fait en sorte qu'elle devient discontinue après 1 km. En 2018, la température du bassin supérieur était de 26 °C pendant toute l'année; la variation maximale était de 3 °C entre le jour et la nuit (deBruyn 2019). La température minimale de l'eau des sections en aval se situe entre 11 et 15 °C pendant toute l'année, même si la température de l'air ambiant varie en moyenne de -5 à -15 °C de novembre à mars et chute parfois jusqu'à -40 °C et même à des valeurs inférieures. La température des eaux de la région dépend en grande partie de facteurs géothermiques, plutôt que des conditions atmosphériques. Les températures de l'eau dans la région du haut des sources thermales affichent de faibles variations quotidiennes d'environ 2 °C et demeurent relativement constantes toute l'année. Plus loin des sources, la température de l'air ambiant a une plus grande incidence et fait en sorte que les eaux se refroidissent pendant l'hiver (deBruyn 2019).

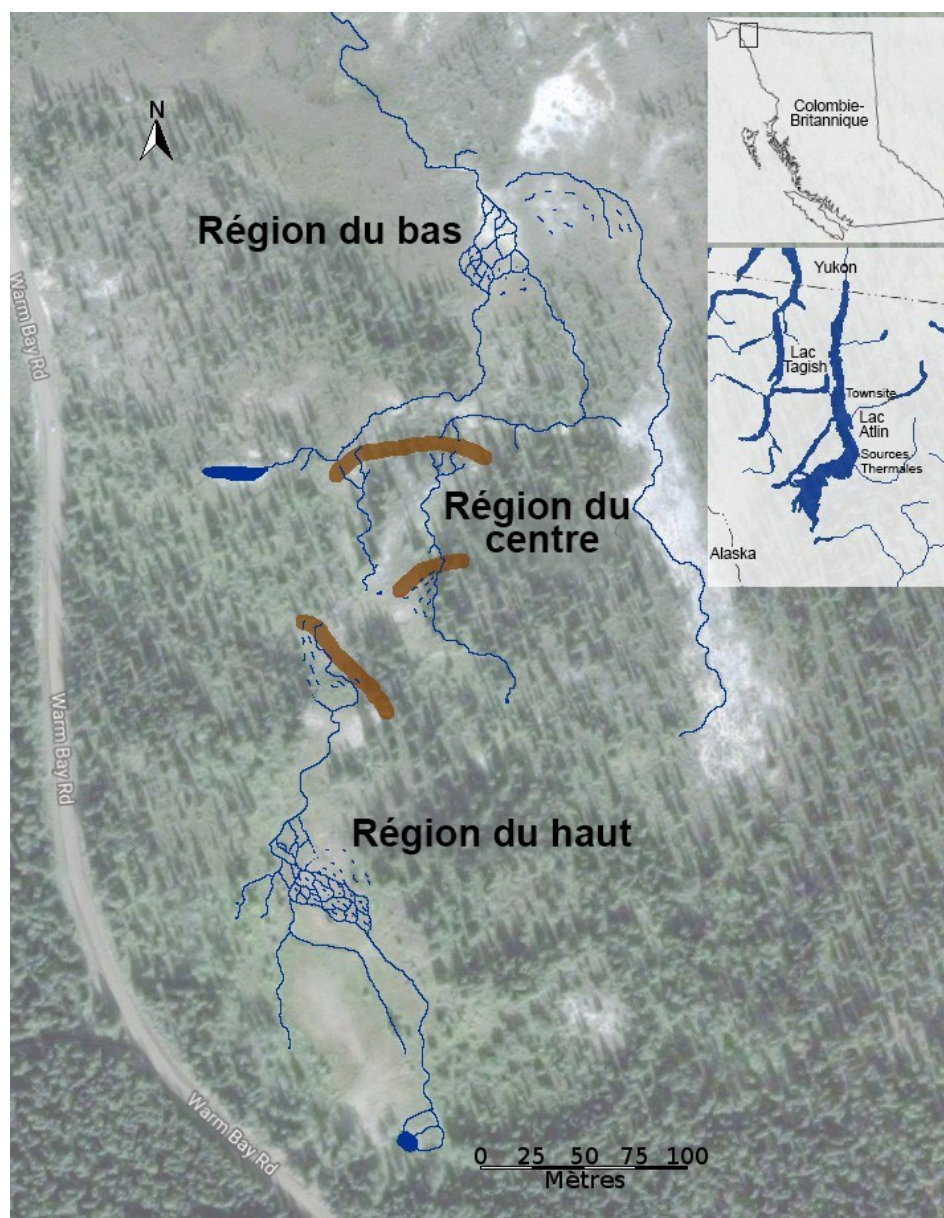


Figure 4. Carte des sources thermales d'Atlin. Les minces lignes bleues représentent des étendues d'eau et les lignes brunes épaisses indiquent des barrières naturelles et des changements brusques de l'élévation qui entravent le mouvement de l'eau et perturbent l'écoulement de surface. Les encarts dans le coin supérieur droit montrent la position des sources thermales par rapport au lac Atlin et la position des sites étudiés dans le nord-ouest de la Colombie-Britannique. Le bassin en bas à droite est représenté à la figure 6. Image satellitaire ©2018 DigitalGlobe; Map Data ©2018 Google (tirée du document de deBruyn 2019).



Figure 5. Image d'une cascade séparant des régions d'eaux libres dans le complexe de sources thermales d'Atlin. Le tuf s'est déposé sur de la mousse et a formé des bassins suspendus. L'image montre un changement d'élévation d'environ six mètres, tandis que la figure 4 montre une différence d'élévation de 11 à 13 mètres entre les régions du centre et du bas de la carte. Image tirée du document du COSEPAC (2019).



Figure 6. Bassin situé dans le haut de la portion est du complexe de sources thermales d'Atlin pendant l'été (image de gauche, août 2008) et l'hiver (image de droite, janvier 2009). La largeur du bassin est de 10 mètres et sa profondeur, de 1 mètre. Photos prises par E. Taylor (été) et M. Connor (hiver) et tirées du document du COSEPAC (2019).

La zone entourant le complexe de sources thermales est une forêt boréale canadienne typique (figure 6), qui est composée d'épinettes blanches (*Picea glauca*), d'épinettes noires (*Picea mariana*), de pins tordus (*Pinus contorta*) et de sapins subalpins (*Abies labioscarpa*). En ce qui concerne les feuillus et les gros arbustes, la forêt comprend des peupliers baumiers (*Populus balsamifera*), de peupliers faux-trembles (*Populus tremuloides*) ainsi qu'une

variété de saules (*Salix spp.*). Une variété de petits et de grands mammifères vivent dans la région, mais il est improbable que ce soit des prédateurs du méné de lac (deBruyn 2019). Divers oiseaux utilisent également le site, y compris des mésanges à tête noire (*Poecile atricapillus*) et des grands corbeaux (*Corvus corax*), qui y vivent pendant toute l'année, et d'autres passereaux et rapaces qui sont occasionnellement présents (deBruyn 2019).

Des amphibiens sont également présents dans les sources thermales. On croit qu'une population de crapauds de l'Ouest (*Bufo boreas*) est adaptée aux sources thermales en raison de sa période de reproduction, qui est différente de celle des populations d'eau froide (Slough et deBruyn 2018), des grenouilles des bois (*Rana sylvatica*) et des grenouilles maculées de Columbia (*Rana luteiventris*). Slough et deBruyn (2018) ont observé des têtards de crapauds de l'Ouest dans le complexe de sources thermales en 2015; il s'agit probablement de la recolonisation d'une population à proximité plutôt que du rétablissement d'une population relique de sources thermales.

Les bassins et les cours d'eau comprennent une grande quantité d'anostracés (*Anostraca*), de sangsues (*Hirudinea*), d'escargots d'eau douce (*Gastropoda*) et de coléoptères aquatiques (*Coleoptera*). En outre, deBruyn (2019) mentionne l'existence d'une population de crevettes *Neocaridina davidi* (var. *red*) indigènes de l'île de Taïwan, qui auraient été introduites à la fin de 2015 et qui ont rapidement envahi les régions les plus chaudes des sources thermales (figure 7).

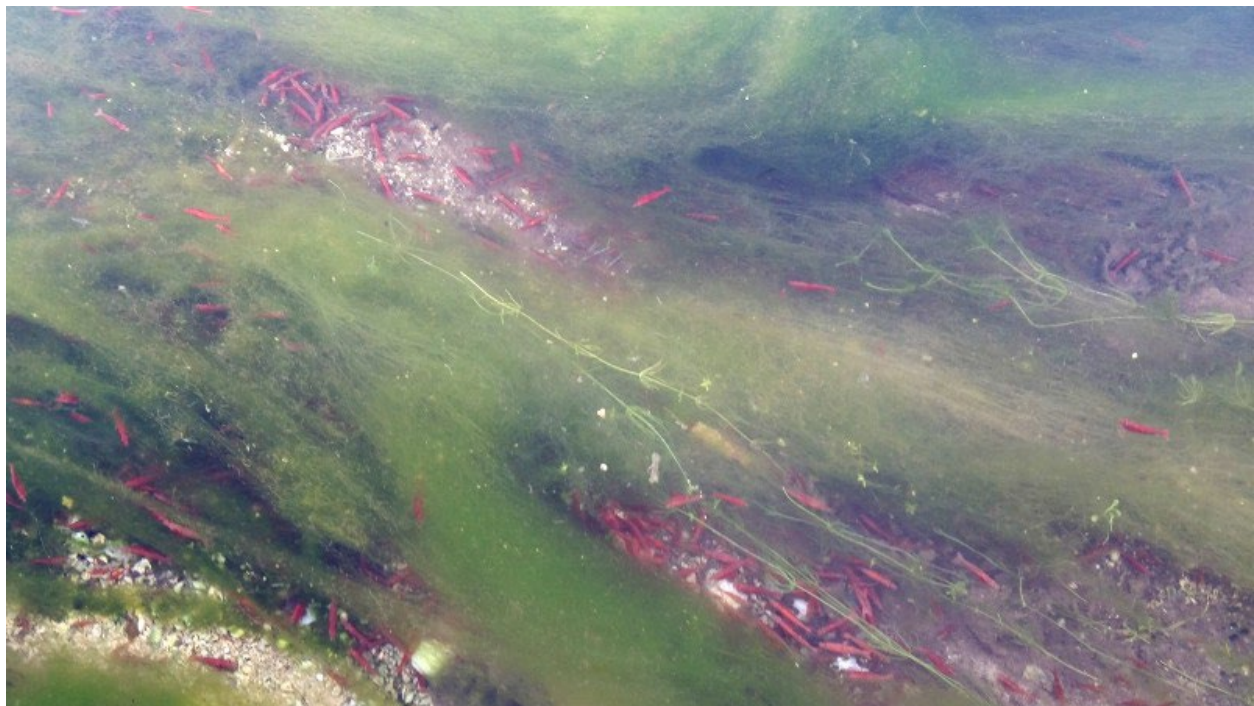


Figure 7. Crevettes *Neocaridina davidi* (var. *red*) regroupées dans des algues et dans le fond d'un cours d'eau du complexe de sources thermales d'Atlin, le 20 mai 2016. Image tirée du document du COSEPAC (2019).

Le méné de lac est le seul poisson indigène présent dans la portion est du complexe de sources thermales. Le cyprin doré (*Carassius auratus*) a été introduit dans la portion ouest du complexe au cours de la dernière décennie.

Élément 5 : Fournir des renseignements sur l'étendue spatiale des aires de répartition du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin) qui sont susceptibles de présenter les propriétés de l'habitat recherchées

Des zones semblables à l'habitat des populations évaluées, qui sont caractérisées par des activités volcaniques et géothermiques, sont rares dans l'aire de répartition connue du méné de lac. Les signalements de ménés de lac liés à trois autres sources thermales du cours supérieur de la rivière Liard (rivière Deer, lac Crooked et portage Brûlé) demeurent non confirmés (COSEPAC 2018). Il est difficile de savoir si le méné de lac des sources thermales de la rivière Deer constitue une unité distincte et importante puisqu'il manque des données sur son comportement thermique et sa physiologie, de même que sur le lien entre ces sources thermales et la rivière Deer (Greg Wilson, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique, 2017). McPhail (2001) avance que le méné de lac serait présent dans la source thermique du lac Crooked, selon le rapport publié par Craig et Bruce (1983). Schultz et Company (1976) ont souligné que le méné de lac est commun dans la rivière Liard, à la confluence des eaux tièdes provenant des sources thermales du portage Brûlé, mais pas dans les sources thermales elles-mêmes. Par contre, ces renseignements n'ont pas été confirmés. Ainsi, il semble que les populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin sont les seules populations viables connues de ménés de lac de sources thermales au Canada.

Sources thermales de la Liard

Les sources thermales de la rivière Liard constituent un complexe de sources thermales, de bassins, de marécages et de ruisselet (figure 3). Le bassin chaud Alpha a été conçu pour la baignade et il fait partie du parc provincial Liard Hot Springs. Le méné de lac est associé aux complexes Alpha et Delta-Epsilon de ces sources thermales. Le complexe des sources thermales de la Liard n'a aucun lien avec d'autres cours d'eau (figure 8); son débit sortant est contenu entièrement dans la forêt inondée et les marécages adjacents (McPhail 2001, BC Parks 2003). L'indice de la zone d'occupation s'établit à 12,0 km².



Figure 8. Image satellitaire du complexe de sources thermales de la Liard. Le bassin Alpha est situé dans le coin supérieur droit de l'image. Voir la figure 3 pour obtenir une description détaillée. Tiré du document du COSEPAC (2018).

Sources thermales d'Atlin

L'UD des sources thermales d'Atlin consiste en un bassin principal de forme ovale, dont la longueur est estimée à environ 20 m et la largeur, à environ 6 m, qui s'écoule par quatre ruisselets se combinant pour former une décharge (McPhail 2001). Des ménés de lac vivent dans le bassin, mais ils sont particulièrement nombreux dans la décharge. En proposant une réduction possible de la taille et du débit de la décharge, deBruyn (2019) a estimé que le bassin principal avait une largeur de 10 m et une profondeur de 1 m (figure 5). La zone d'occupation et la zone d'occurrence de l'UD de ménés de lac des sources thermales d'Atlin s'établissent à 4,0 km² (COSEPAC 2018). Une estimation semblable de la zone d'occupation, soit 3 602 m² ou 0,004 km², a été obtenue par deBruyn (2019). Il a divisé la superficie obtenue en trois parties : la région du haut (1 983 m²); la région du centre (398 m²); la région du bas (1 222 m²). La petite taille apparente de la région du centre était plus prononcée en matière de superficie que de volume parce que les régions du haut et du bas sont caractérisées par de grandes zones de milieux humides très peu profonds. En outre, le complexe de sources thermales d'Atlin n'est pas lié à d'autres cours d'eau; son débit sortant est contenu entièrement dans les prés adjacents et sa décharge se termine à l'embouchure vers la baie Warm, dans le lac Atlin, ce qui correspond à une étendue linéaire d'environ un kilomètre.

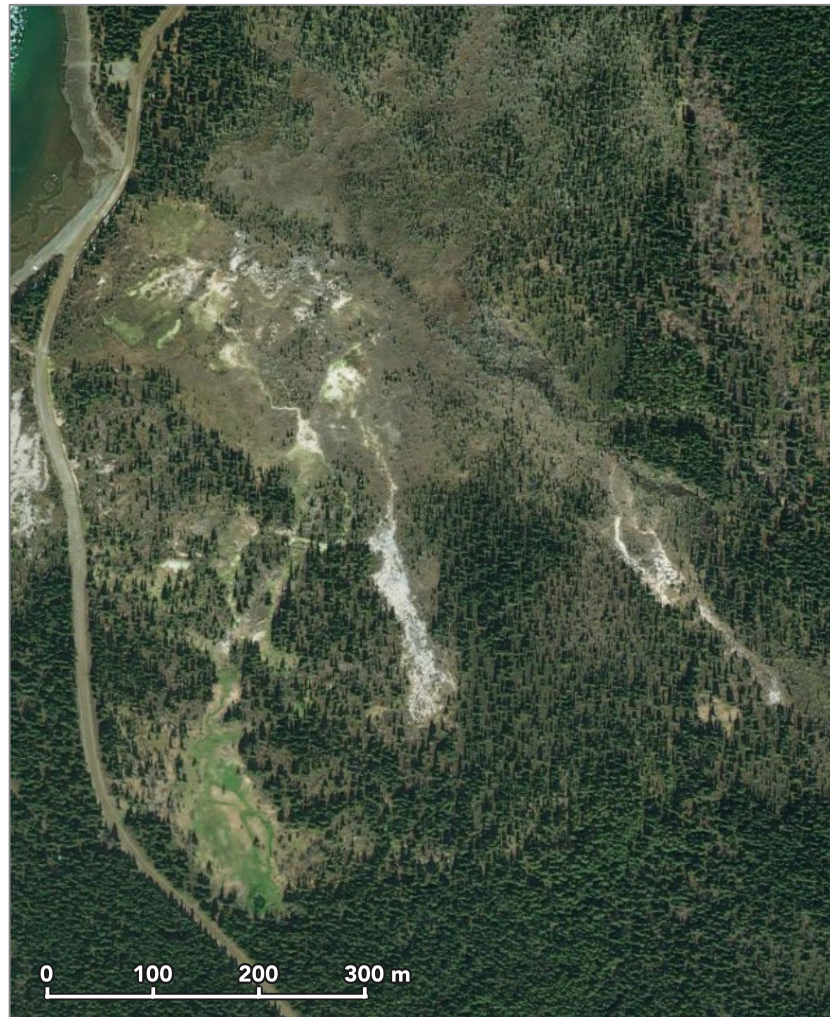


Figure 9. Image satellitaire du complexe de sources thermales d'Atlin. Le bassin de baignade est situé dans le coin inférieur gauche de l'image et le lac Atlin, dans le coin supérieur gauche. Voir la figure 4 pour obtenir une description détaillée. Image satellitaire ©2018 DigitalGlobe; Map Data ©2018 Google.

Élément 6 : Quantifier la présence et l'étendue des contraintes associées à la configuration spatiale, comme la connectivité et les obstacles à l'accès, le cas échéant

Les ménés de lac des deux populations évaluées sont isolés et ont peu d'occasions de se déplacer en raison des contraintes physiques de l'habitat, mais surtout des limites associées aux conditions thermiques auxquelles ils se sont adaptés.

Sources thermales de la Liard

Les sources thermales de la Liard consistent en un complexe (figure 3) de sources thermales, de bassins, de marécages et de rigoles situés dans le parc provincial Liard Hot Springs. S'il existe un lien que les individus peuvent emprunter, il se peut que le complexe ne soit pas isolé et qu'une immigration (et ainsi, un flux génétique) soit possible à partir du cours principal de la Liard (McPhail 2001). Le cours d'eau le plus près qui pourrait être lié au complexe et à la Liard est un cours d'eau sans nom qui se jette dans la rivière environ 200 m à l'est du pont la traversant. Le 15 septembre 2000, McPhail (2001) a observé que la température de l'eau était

de 6,7 °C, le pH, de 8,19, et la conductivité, de 859 µS/cm. Aucun méné de lac n'a été observé dans le cours d'eau sans nom ni dans la Liard, à proximité de l'embouchure de celui-ci. Pendant la même journée, dans le ruisseau Hoole (situé sur la rive sud de la Liard, en face du parc provincial), la température de l'eau était de 6,1 °C, le pH, de 8,25, et la conductivité, de 359 µS/cm. Par contre, à l'endroit où la décharge du bassin Alpha passe sous la promenade, la température était de 18,1 °C, le pH, de 7,74, et la conductivité, de 1 131 µS/cm (McPhail 2001). Par conséquent, même si le cours d'eau sans nom reçoit des eaux d'infiltration provenant du complexe de sources thermales, sa température et son pH sont comparables à ceux du ruisseau Hoole, et il semble n'y avoir aucun lien direct entre le cours d'eau et les sources thermales. Il existe un autre lien possible près de la bordure sud-ouest du complexe (figure 3). McPhail (2001) mentionne que le 17 septembre 2000, la décharge des bassins thermaux Delta et Epsilon se situait au sud-ouest, vers la route de l'Alaska; des photos aériennes indiquent que la décharge pourrait s'être écoulée sous cette route. Le jour suivant, on a observé que la région était marécageuse, mais il n'y avait aucun signe d'eau courante, d'activité thermique ou de la présence de poissons (McPhail 2001). Même s'il pourrait y avoir des eaux d'infiltration dans cette région, l'inspection des deux décharges possibles a indiqué qu'à l'heure actuelle, les ménés de lac du complexe sont complètement isolés de la rivière Liard.

Dans les sources thermales de la Liard, le complexe du bassin Alpha est un grand bassin qui a été transformé en site de baignade public. La température de l'eau est variable, mais elle est habituellement d'environ 36 °C au barrage de la décharge. Plus en aval, le cours d'eau s'écoule dans un marécage boisé, où l'eau se refroidit. Le substrat est composé de boue calcaire molle et le cours d'eau s'écoule sur des tapis de charas (*Chara* sp.) et dans ceux-ci (McPhail 2001). Le 16 septembre 2000, la température de l'eau était de 30 °C à environ 100 m en aval du barrage. À environ 150 m en aval de celui-ci, l'eau s'écoulait dans un marécage composé de bassins de tuf et à 300 m en aval du barrage, la température de l'eau était de 20 °C (McPhail 2001). Le cours d'eau se sépare en deux rigoles avant de passer sous le passage vers le bassin Alpha. La plus grande rigole se trouve environ dans le centre du marécage et la plus petite, à environ 30 m au nord. Les ménés de lac étaient abondants dans les deux rigoles et la température dans celles-ci était d'environ 18 °C (McPhail 2001). Environ 200 m en aval du passage, les rigoles entrent dans une zone ouverte qu'on appelle l'étang Cold non thermal (Reid 1978), où les températures de l'eau ont chuté pour atteindre 10 à 12 °C. On a observé des ménés de lac dans l'ensemble du marécage de tuf et dans des sections inondées de la forêt, jusqu'au terrain de camping. Dans les zones de marécages et de forêts inondées, la température de l'eau varie de 18 à 26 °C (McPhail 2001). Aucun méné de lac n'a été observé dans des eaux à une température inférieure à 14 °C ou supérieure à 27 °C.

L'autre complexe thermal important dans les sources thermales de la Liard est le complexe des bassins Delta-Epsilon, qui est situé à environ 100 m à l'ouest du bassin Beta (figure 3). Il est formé de deux bassins thermaux (Delta et Epsilon), mais on ne sait pas si ces bassins sont complètement séparés l'un de l'autre (McPhail 2001). Dans la région, l'activité de castors peut faire augmenter les niveaux d'eau; il peut donc y avoir des liens intermittents entre les deux bassins. Lors d'une visite effectuée en septembre 2000, on a mesuré que la température de l'eau était de 23 °C, le pH était de 6,8 et la conductivité était de 1 090 S/cm (McPhail 2001). Dans le bassin Epsilon, la température était de 25 °C, le pH, de 6,85, et la connectivité, de 1 125 µS/cm. Même si les complexes Delta-Epsilon et Alpha sont très différents, le méné de lac est abondant dans les deux complexes (McPhail 2001). Contrairement au complexe Alpha qui est caractérisé par de petits ruisseaux peu profonds et des marécages formés de tapis de charas denses (*Chara* sp.), le complexe Delta-Epsilon est composé de deux grands bassins dont la profondeur peut atteindre deux mètres. Les deux bassins contiennent de gros débris ligneux (arbres coupés par des castors et arbres morts encore debout) encroûtés d'éponges

vertes. Ils contiennent aussi des zones d'activité thermique présentant de grands écarts de température. La température à proximité de la cheminée thermique était de 34 °C dans le bassin Epsilon, tandis qu'elle était de 27 °C à une distance de 15 m vers l'est et de 20 °C un autre 15 m plus loin. À ce site d'eau plus froide, le pH était de 7,05, mais la conductivité était la même, soit 1 125 µS/cm. Aucun méné de lac n'a été observé à proximité de la cheminée thermique, un seul individu a été observé au site à une température de 27 °C et les poissons étaient abondants aux sites où la température de l'eau variait de 23 à 25 °C (McPhail 2001). Des ménés de lac étaient aussi présents au site où la température était de 20 °C, mais en moins grande quantité.

Sources thermales d'Atlin

Les sources thermales d'Atlin consistent en un grand pré herbeux situé à environ 900 m au sud et 50 m à l'est du site récréatif Warm Bay du lac Atlin. Il est possible que si le débit sortant des sources thermales augmente de façon importante (p. ex., en raison de conditions météorologiques ou hydrologiques extrêmes), un lien temporaire vers le lac Atlin puisse se former. Des ménés de lac d'eau froide sont aussi présents dans le lac Atlin (FISS 2004) et il est possible qu'un tel lien permette le déplacement d'individus entre le lac Atlin et les sources thermales d'Atlin, dans les deux directions. Le bassin principal qui alimente les sources thermales se situe à environ un kilomètre du lac Atlin. Il est de forme plutôt ovale et présente une source jaillissante à l'une de ses extrémités (figure 4). La zone immédiatement en aval du bassin, où l'eau géothermale émerge du sol, porte le nom de région du haut dans l'étude de deBruyn (2019). Elle comporte plusieurs cours d'eau affichant une température élevée lorsqu'ils émergent du sol ou s'écoulent des bassins. Ces cours d'eau passent par un marais ouvert, puis s'unissent pour former un seul cours d'eau, qui atteint ensuite la première cascade. Trois régions distinctes ont été définies par deBruyn (2019), puis ont été séparées selon des structures qu'on appelle des cascades ou des barrages de tuf (Profe *et al.* 2016). Chaque cascade consiste en des paliers calcifiés composés de tuf, qui forment une série de bassins disposés en terrasse (figure 4). L'eau s'écoule à un débit continu par des chutes étroites ou par une voie souterraine entre ces bassins. On n'a observé aucun lien évident entre les différentes régions, ce qui indique qu'elles forment des barrières naturelles empêchant le méné de lac de se déplacer. La région du centre (figure 4) était initialement formée de deux cours d'eau liés qui étaient séparés de la région du haut par une zone de 20 m composée de mousses encroûtées de tuf et de terre sèche. Entre 2016 et 2017, le lien entre les deux cours d'eau s'est asséché, laissant la région avec deux cours d'eau séparés qui sont étroits et peu profonds, mais quelques tronçons supérieurs du cours d'eau de l'est comprennent des sections plus profondes et sont entourés d'une zone fortement boisée (deBruyn 2019).

Les cours d'eau de la région sont dynamiques; leur déviation pendant les hivers de 2016 et de 2017 découle probablement du sol mou et marécageux, qui est composé en grande partie de mousses spongieuses (deBruyn 2019). La chute d'arbres ou de branches, le gel saisonnier et l'activité humaine ou animale peuvent facilement entraîner la déviation de cours d'eau. La région la plus vaste, soit la région du bas (figure 4), comprend les tronçons les plus larges, les plus profonds et les plus froids du cours d'eau. Ses deux tronçons principaux commencent dans des zones boisées : celui de l'est commence en aval de la seconde cascade et celui de l'ouest, à proximité du bassin de l'ouest, qui est un site de reproduction du crapaud de l'Ouest (voir le document de Slough et deBruyn 2018). Ces deux tronçons continuent de s'écouler en aval et se jettent dans un terrain marécageux ouvert. Ensuite, ils se combinent pour former un seul cours d'eau qui se jette dans la baie Warm du lac Atlin par un ponceau situé sous le chemin Warm Bay (deBruyn 2019). Le 19 septembre 2000, la température du cours d'eau à l'endroit où il se jette dans la baie Warm était de 12 °C (McPhail 2001). On a vérifié la présence du méné de lac à cet endroit, mais aucun individu n'a été observé (McPhail 2001, deBruyn 2019).

Élément 7 : Évaluer dans quelle mesure la notion de résidence s'applique à l'espèce et, le cas échéant, décrire la résidence de celle-ci

La LEP définit la résidence comme un « gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation » (S.C. 2002 c29).

La résidence doit appuyer une fonction du cycle de vie, être associée à un investissement en ce qui concerne sa création ou la modification de sa structure et être occupée par un ou plusieurs individus. Le méné de lac expulse ses gamètes dans la colonne d'eau et ne modifie pas son environnement pour des activités associées à la reproduction, à l'élevage et aux haltes migratoires. Par conséquent, le concept de résidence ne s'applique pas à l'espèce.

Menaces et facteurs limitatifs pesant sur la survie et le rétablissement du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin)**Élément 8 : Évaluer les menaces et les facteurs limitatifs pesant sur la survie et le rétablissement du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin) et en établir l'ordre de priorité**

La qualité et la disponibilité de l'eau constituent les principales menaces pesant sur le méné de lac d'eau froide (Stasiak 2006). L'espèce préfère les eaux propres et claires, et toute activité associée au prélèvement d'eau aux fins de consommation, à l'augmentation de la turbidité ou à l'introduction de polluants aurait une incidence négative sur les populations de ménés de lac. Les autres principales menaces semblent être l'introduction de prédateurs, en particulier les centrarchidés (crapets, achigans), dont l'aire de répartition chevauche celle du méné de lac dans la zone riveraine de lacs. Ces prédateurs ont eu des répercussions sur les populations de ménés de lac présentes dans certains réseaux hydrographiques (Stasiak 2006). Bien qu'elles n'aient pas fait l'objet d'études aussi approfondies, des menaces semblables devraient peser sur les populations de sources thermales.

UD des sources thermales de la rivière Liard

Dans le tableau d'évaluation des menaces du COSEPAC (annexe 1), les trois principales menaces cernées pour le méné de lac des sources thermales de la Liard sont les espèces/maladies exotiques (non indigènes) envahissantes, les eaux usées domestiques et urbaines, et la pollution par des ordures et déchets solides (COSEPAC 2018). Étant donné que la menace posée par les espèces envahissantes touche de 1 à 70 % de la population et qu'elle entraînera la mortalité de 1 à 70 % de la population au cours de la prochaine décennie, sa portée a été cotée comme étant grande à petite et sa gravité, comme étant élevée à légère. La menace associée aux eaux usées domestiques et urbaines touche de 31 à 70 % de la population, on a donc coté sa portée comme étant grande. On ne connaît pas son incidence au cours de la prochaine décennie, mais on sait qu'il s'agit d'une menace continue. La menace associée aux déchets solides et domestiques touche de 31 à 70 % de la population; on a donc coté sa portée comme étant grande. Par contre, on a coté sa gravité comme étant négligeable parce que la menace entraînera un taux de mortalité inférieur à 1 % au cours de la prochaine décennie et des années subséquentes.

Espèces/maladies exotiques (non indigènes) envahissantes

L'introduction d'une espèce non indigène dans le complexe des sources thermales de la Liard pourrait avoir des conséquences graves, tout dépendant de l'espèce introduite, y compris la prédation, la compétition, l'introggression, les maladies ou une modification de l'habitat. Par

exemple, la disparition du naseux des rapides de Banff (*Rhinichthys cataractae smithi*) des sources thermales du parc national Banff (Banff, Alberta) [Lanteigne 1987] est survenue après l'introduction délibérée de la gambusie (*Gambusia affinis*) dans les années 1920, puis de divers poissons tropicaux, ce qui a entraîné la prédation des œufs et des jeunes naseux par les poissons introduits, et la compétition entre ces poissons et les naseux. L'hybridation subséquente avec le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*) a mené à la disparition du naseux des rapides de Banff à la fin des années 1980. Les sources thermales sont des écosystèmes naturellement fragiles qui pourraient subir des conséquences irréversibles en raison de leur superficie limitée et de leur dépendance à un apport constant d'eau chaude. L'introduction de cyprins dorés (*Carassius auratus*) ou de carpes communes apparentées (*Cyprinus carpio*) pourrait avoir des répercussions importantes sur de tels écosystèmes et sur la seule espèce de poissons qui y est présente. Pour une espèce généraliste sur le plan de l'alimentation qui dépend de son sens de la vue comme le méné de lac, l'introduction de ces cyprinidés pourrait avoir des répercussions sur la capacité d'alimentation puisque ces espèces sont reconnues pour perturber l'habitat et accroître la turbidité. Les cyprinidés pourraient aussi rivaliser avec le méné de lac pour la nourriture ou manger les œufs de celui-ci par inadvertance. Puisque certaines espèces d'eau chaude non indigènes, comme les centrarchidés (crapet arlequin [*Lepomis macrochirus*], marigane noire [*Pomoxis nigromaculatus*], perchade [*Perca flavescens*], achigan à petite bouche [*Micropterus dolomieu*] et achigan à grande bouche [*M. salmoides*]) occupent le même habitat lacustre (c.-à-d. zone riveraine) que le méné de lac, l'introduction de telles espèces pourrait entraîner la décimation des populations de ménés de lac (Stasiak 2006). Plusieurs espèces de centrarchidés ont déjà été introduites dans de nombreuses régions du sud et du centre de la Colombie-Britannique. Les eaux plus chaudes des sources thermales pourraient être propices à la vie de ces espèces prédatrices, dont certaines se limitent généralement à des milieux aux conditions plus tempérées que celles observées dans les bassins hydrographiques nordiques. Les poissons non indigènes peuvent également introduire des agents pathogènes au sein de populations indigènes isolées.

De telles introductions surviennent de plus en plus souvent dans d'autres plans d'eau puisque plus de gens s'y rendent à des fins récréatives ou autres. Par exemple, la crevette non indigène *Neocaridina davidi* a été introduite illégalement dans les sources thermales d'Atlin (voir ci-après).

Eaux usées domestiques et urbaines, et déchets solides et ordures

Le parc provincial Liard River Hot Springs constitue une destination populaire le long de la route de l'Alaska; il s'agit du parc le plus fréquenté du nord de la Colombie-Britannique (Jordan et Nathan 1990). Les 53 sites de camping et le stationnement de l'aire de fréquentation diurne sont souvent remplis au-delà de leur capacité durant les mois d'été. La grande utilisation du parc, combinée à la superficie limitée et à l'isolement de l'environnement thermique unique des sources thermales, augmente la menace possible que représentent les contaminants pour le méné de lac des sources thermales de la Liard. Bien que l'utilisation de savon ou de shampoing soit interdite dans les sources thermales, les baigneurs ne font l'objet d'aucune supervision par le personnel du parc et ils pourraient introduire des toxines dans l'eau. Parmi les substances nocives qui pourraient être introduites dans l'écosystème des sources thermales, il convient de souligner les suivantes : du combustible à lanterne, des lotions solaires, des produits insectifuges et des huiles de bain. La quantité de contaminants ajoutés dans l'eau sur une base régulière est probablement négligeable comparativement au volume total du complexe des sources thermales, et l'incidence de ces substances devrait donc être réduite par dilution. Des analyses récentes d'agrégats organiques menées par des chercheurs du gouvernement de la Colombie-Britannique ont permis de détecter des concentrations de contaminants allant de traces jusqu'à 2,3 mg/l dans les sources thermales, mais rien n'a indiqué la présence de

triclosane, une substance chimique antimicrobienne couramment utilisée dans les shampoings, les désodorisants et les dentifrices (Greg Wilson, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, Colombie-Britannique, 2018). L'utilisation accrue du parc au fil du temps est associée à la menace posée par une augmentation de l'abandon de déchets et d'ordures le long de la promenade ou à proximité des bassins de baignade et du stationnement. La désintégration de déchets et le lessivage de substances chimiques dans l'eau des sources thermales pourraient avoir un effet négatif sur l'habitat du méné de lac. Le plan directeur du parc provincial (Jordan et Nathan 1990) indique qu'aucune hausse importante des activités d'aménagement n'aura lieu dans le parc (p. ex., aucun stationnement supplémentaire). Toutefois, les nouvelles activités d'aménagement de terrains de camping et de logements privés à l'extérieur du parc continueront d'accroître la demande de services récréatifs à l'intérieur du parc.

UD des sources thermales d'Atlin

Dans le tableau d'évaluation des menaces du COSEPAC (annexe 2), les principales menaces cernées pour le méné de lac des sources thermales d'Atlin sont semblables à celles pesant sur la population des sources thermales de la Liard, soit : les espèces/maladies exotiques (non indigènes) envahissantes, les eaux usées domestiques et urbaines, et la pollution par les ordures et les déchets solides. Étant donné que la menace posée par les espèces envahissantes touche de 1 à 70 % de la population et qu'elle entraînera la mortalité de 1 à 70 % de la population au cours de la prochaine décennie et des années subséquentes, sa portée a été cotée comme étant grande à petite et sa gravité, comme étant élevée à légère. La menace associée aux eaux usées domestiques et urbaines touche de 31 à 70 % de la population, on a donc coté sa portée comme étant grande. On ne connaît pas son incidence au cours de la prochaine décennie, mais on sait qu'il s'agit d'une menace continue. La menace associée aux déchets solides et aux ordures touche de 31 à 70 % de la population; on a donc coté sa portée comme étant grande. Par contre, on a coté sa gravité comme étant légère parce que la menace entraînera un taux de mortalité de 1 à 10 % au cours de la prochaine décennie et des années subséquentes. Le prélèvement de ménés de lac à des fins scientifiques au moyen d'activités d'échantillonnage non létales touchait de 11 à 30 % de la population; on a donc coté sa portée comme étant négligeable. Cette menace a une incidence négligeable, qui entraînera la mort de moins de 1 % de la population au cours de la prochaine décennie. Un facteur limitatif inconnu concerne les tremblements de terre, qui sont communs dans la région. Étant donné que leur portée est généralisée, ils touchent de 71 à 100 % de la population et ont une incidence extrême qui pourrait être associée à la mortalité de 71 à 100 % de la population. L'immédiateté serait faible, étant donné que cette menace pourrait se produire à long terme, dans plus d'une décennie.

Espèces/maladies exotiques (non indigènes) envahissantes

L'introduction d'espèces de poissons envahissantes dans les sources thermales d'Atlin pourrait avoir une incidence considérable, comme cela a été mentionné dans la section sur les sources thermales de la Liard. En 2015, la crevette non indigène *Neocaridina davidi*, normalement une espèce asiatique d'aquarium, a été observée pour la première fois dans les sources thermales d'Atlin et est devenue un aliment important pour le méné de lac vivant les zones chaudes situées dans le haut des sources thermales (deBruyn 2019). On ne connaît pas les répercussions à long terme de cette introduction. Dans cette UD, il existe des préoccupations supplémentaires liées à l'introduction d'autres espèces d'aquarium, en particulier des cyprins dorés, des carpes communes ou d'autres espèces d'eau chaude non indigènes. On a observé des cyprins dorés dans les tronçons inférieurs de la portion ouest des sources thermales, qui se trouve sur un terrain privé. La Première Nation locale s'est efforcée d'éradiquer les cyprins

dorés, mais on ne connaît pas l'efficacité des activités effectuées. La possible introduction de tortues dans les sources thermales est préoccupante, même si le méné de lac cohabite avec des tortues dans beaucoup de milieux d'eau froide.

Eaux usées domestiques et urbaines, et déchets solides et ordures

Les sources thermales d'Atlin sont utilisées fréquemment pour la baignade par des touristes et des résidents de la ville d'Atlin, située à proximité. Les enjeux liés à l'introduction de contaminants associés à des produits insectifuges, des lotions solaires, des shampoings et des savons sont également d'actualité dans l'UD des sources thermales d'Atlin. Par contre, cette menace pourrait avoir une incidence plus importante dans cette UD parce que le potentiel de dilution y serait moindre que dans l'autre UD, en raison de la petite taille du bassin. De même, la hausse de l'utilisation des sources thermales au fil du temps est associée à la menace d'un abandon de déchets et d'ordures accru à proximité du bassin de baignade. La désintégration de déchets et le lessivage de substances chimiques dans l'eau des sources thermales pourraient avoir un effet négatif sur l'habitat du méné de lac.

Élément 9 : Énumérer les activités les plus susceptibles de menacer (c.-à-d. d'endommager ou de détruire) les propriétés de l'habitat associées aux éléments 4 et 5, et fournir des renseignements sur l'ampleur et les conséquences de ces activités

Les activités humaines ont eu des effets négatifs sur l'habitat du méné de lac de sources thermales de la Liard. Les premières promenades et les premiers bassins pour la baignade ont été construits par l'armée américaine en 1942. Le parc provincial Liard River Hot Springs a été créé en 1957. La construction du stationnement du parc provincial (figure 8) aurait entraîné la mort d'un grand nombre de ménés de lac (peut-être des centaines). Cependant, ce nombre représente seulement une part relativement petite de la population totale (COSEPAC 2018, Samford et Taylor 2001). Des modifications supplémentaires ont été apportées au bassin Alpha, y compris la construction d'un petit barrage à la décharge du bassin et d'une série d'installations de baignade à proximité de celui-ci; l'aménagement le plus récent a été entrepris en novembre 2012.

Les sources thermales d'Atlin ont aussi été touchées par des activités humaines. Apparemment, on a occasionnellement utilisé des excavatrices afin de maintenir la qualité du bassin principal pour la baignade (COSEPAC 2018, Samford et Taylor 2004.). Il y a eu des signalements indiquant que la température des sources thermales avait baissé à cause des travaux d'excavation réalisés à la fin des années 1980 (COSEPAC 2018, Samford et Taylor 2004), mais à la suite d'une visite menée en 2000, on a confirmé que les sources étaient toujours tièdes (21 à 25 °C) et intactes (McPhail 2001). En outre, deBruyn (2019) a mentionné que la température du bassin supérieur est de 26 °C pendant toute l'année. Il est improbable que d'autres travaux d'excavation aux fins d'entretien soient entrepris. De plus, lors des visites effectuées de 2014 à 2017, aucune répercussion n'était évidente.

L'exploitation pétrolière et gazière devrait continuer d'augmenter dans le nord de la Colombie-Britannique. On craint que le forage de puits profonds et la production par forage horizontal ou fracturation hydraulique puisse : 1) contaminer l'eau des sources avec les fluides de fracturation; 2) perturber le débit actuel (ou la température) des sources thermales; 3) accroître l'activité sismique, qui pourrait également perturber ou modifier l'écoulement souterrain (COSEPAC 2018). Toutefois, il n'y a actuellement aucune activité d'exploitation pétrolière et gazière à proximité des deux complexes de sources thermales.

Élément 10 : Évaluer les facteurs naturels qui limiteront la survie et le rétablissement du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin)

Les principaux facteurs naturels qui limiteront la survie et le rétablissement du méné de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin) sont la perte d'habitat et la température de l'eau. Les deux complexes de sources thermales où vivent des ménés de lac ont une superficie restreinte et constituent un habitat unique appuyant la survie de ces poissons, qui sont devenus acclimatés à des eaux inhabituellement chaudes pour l'espèce. Le maintien de l'habitat actuellement disponible est essentiel à la survie des populations évaluées. De même, un apport d'eau chaude continu est essentiel au maintien de l'habitat nécessaire à la survie et au rétablissement du méné de lac dans les deux complexes de sources thermales. Ainsi, toute activité qui perturberait l'écoulement d'eau chaude pourrait compromettre la survie des deux populations.

Un autre facteur qui pourrait limiter la survie et le rétablissement de l'espèce est la prédation. Il n'y a aucun signe indiquant la présence d'autres espèces de poissons dans les sources thermales de la Liard ou d'Atlin, mais la prédation constitue un facteur limitatif pour d'autres populations de ménés de lac d'eau froide. Scott et Crossman (1973) font état de plusieurs espèces de poissons qui se nourrissent de ménés de lac d'eau froide, y compris le grand brochet (*Esox lucius*), le touladi (*Salvelinus namaycush*), la lotte (*Lota lota*) et le doré jaune (*Sander vitreum*). Brown (1969) n'a observé aucun signe de la présence de ménés de lac dans l'estomac de plusieurs poissons prédateurs provenant du lac La Ronge, en Saskatchewan, mais d'autres proies étaient présentes. White (1953) a relevé des cas de prédation du méné de lac par des martins-pêcheurs et des harles dans l'est du Canada. D'autres oiseaux piscivores, comme les huard, les hérons, les aigles et les cormorans, consomment probablement aussi des ménés de lac (Steinmetz *et al.* 2003). Reeb *et al.* (1995) avancent que le méné de lac est plus actif la nuit et que ce comportement pourrait être une adaptation pour éviter la prédation par les oiseaux. Les mammifères piscivores (p. ex., visons, martres, loutres, pékans, ratons laveurs) sont sans doute des consommateurs opportunistes de ménés de lac. Stasiak (2006) avance que dans les petits étangs confinés et les cours d'eau d'amont, les insectes prédateurs comme les larves de dytiques (*Dytiscidae*), de léthocères (*Belostomatidae*) et de libellules (*Odonata*) pourraient être des prédateurs importants, principalement pour les larves et les juvéniles du méné de lac. Des serpents et des amphibiens piscivores sont également présents dans des petits étangs et cours d'eau habités par le méné de lac et ils constituent probablement des prédateurs (COSEPAC 2018). Brown *et al.* (1970) soulignent également que les ménés de lac reproducteurs consomment souvent leurs propres œufs.

Sources thermales de la Liard

À l'heure actuelle, aucun signe n'indique qu'une autre espèce de poisson présente dans les sources thermales de la Liard consommerait des ménés de lac ou entrerait en compétition avec ceux-ci (Craig et Bruce 1983, McPhail 2001). Stasiak (2006) mentionne que le méné de lac a les caractéristiques morphologiques d'un prédateur visuel et est habituellement l'un des plus gros insectivores de la communauté aquatique. Le méné de lac consomme à l'occasion plusieurs espèces de zooplancton, des plécoptères (*Plecoptera*), des trichoptères (*Trichoptera*), des libellules (*Odonata*), des coléoptères (*Coleoptera*) et des moucheron (*Diptera*) dans les milieux d'eau froide. Il est intéressant de noter que les ménés de lac des sources thermales de la Liard semblent être herbivores; leur régime alimentaire est surtout composé d'algues filamenteuses et de charas (McPhail 2001). Certains ménés de lac vivant dans le complexe Delta-Epsilon se nourrissent aussi de boue jusqu'à ce que leur estomac se distende; la boue ingérée peut contenir des morceaux d'insectes, des pisidies et des fragments de coquilles d'escargot (McPhail 2001). Les trématodes du genre *Neascus*, également connus sous le nom

de parasites responsables de la maladie des taches noires, ont infecté une part importante des ménés de lac des sources thermales de la Liard et semblent entraîner une mortalité accrue chez les mâles (McPhail 2001). L'hôte intermédiaire qui est associé au cycle de vie de ce parasite est habituellement un oiseau piscivore ou un escargot. Par conséquent, la physe d'eau chaude, un escargot en voie de disparition présent dans les sources thermales pourrait jouer un rôle dans le cycle de vie du parasite.

Sources thermales d'Atlin

À l'heure actuelle, aucun signe n'indique qu'une autre espèce de poisson présente dans les sources thermales d'Atlin consommerait des ménés de lac ou entrerait en compétition avec ceux-ci (deBruyn 2019). Toutefois, la crevette *Neocaridina davidi* a été observée pour la première fois dans les sources thermales d'Atlin en 2015. Il s'agit d'une espèce envahissante dont la population a connu une croissance exponentielle et a colonisé la portion supérieure des sources thermales. Elle semble maintenant constituer une source de nourriture importante pour le méné de lac de cette UD. Tout indique qu'elle est seulement présente dans des eaux où la température est supérieure à 20 °C; elle n'a donc pas infiltré les tronçons inférieurs plus froids du complexe (deBruyn 2019).

Des crapauds et des grenouilles sont aussi présents dans le complexe et pourraient se nourrir de ménés de lac, surtout de larves et de juvéniles.

Élément 11 : Décrire les répercussions écologiques possibles des menaces associées à l'élément 8 sur l'espèce cible et les espèces coexistantes. Énumérer les avantages et les inconvénients pour l'espèce cible et les espèces coexistantes qui pourraient découler de l'atténuation des menaces. Énumérer les activités de surveillance existantes concernant l'espèce cible et les espèces coexistantes qui sont associées à chaque menace, et relever toute lacune en matière de connaissances

Les deux principales menaces pesant sur les populations de ménés de lac de sources thermales sont l'introduction d'espèces non indigènes envahissantes et l'introduction de contaminants dans l'écosystème. Il est improbable que la menace posée par l'introduction d'espèces soit réduite, et cette menace est plus préoccupante pour le complexe des chutes thermales d'Atlin étant donné la proximité du milieu aux installations humaines. Quoi qu'il en soit, la réduction de cette menace n'aurait pas d'effet bénéfique direct sur aucune des deux populations étudiées étant donné que celles-ci ont atteint leur capacité limite ou s'en approchent. La prévention de la menace pourrait nécessiter l'interdiction catégorique de la vente d'espèces d'aquarium exotiques au Canada ainsi qu'une meilleure diligence concernant la surveillance des tentatives d'introduction d'espèces indigènes ou non indigènes dans de nouveaux environnements. Entre autres options, on compte une meilleure éducation sur la menace que représente l'introduction d'espèces et une détection précoce des espèces envahissantes.

On ne connaît pas l'incidence actuelle des contaminants sur les deux complexes de sources thermales. On présume que la réduction ou l'élimination de l'introduction de contaminants dans ces complexes pourrait être bénéfique pour les populations de ménés de lac, si elles ont été touchées par cette menace. Par contre, on ne connaît pas la portée associée à cette réduction ou élimination.

Même si la physe d'eau chaude figure sur la liste des espèces en péril de la LEP et est endémique aux sources thermales de la Liard, il n'existe aucun programme de surveillance de taxons dans les sources thermales de la Liard ni dans les sources thermales d'Atlin.

Cibles de rétablissement**Élément 12 : Proposer des cibles de rétablissement en matière d'abondance et de répartition***Sources thermales de la Liard*

On devrait entreprendre des activités pour veiller à ce que l'aire de répartition et la taille actuelles de la population ne diminuent pas. On pourrait mener d'autres relevés de reconnaissance afin de confirmer l'aire de répartition et l'abondance de la population. À titre de cible en matière de répartition, on recommande l'aire de répartition actuelle connue de l'espèce au sein du complexe de sources thermales de la Liard. Le COSEPAC (2018) indique que l'abondance de la population pourrait se chiffrer en milliers d'individus, mais ces données sont fondées sur des évaluations visuelles rapides. Par conséquent, en raison de la nature énigmatique du méné de lac, l'abondance de la population pourrait être considérablement plus élevée. En outre, McPhail (2001) avance qu'il pourrait y avoir trois populations distinctes dans les sources thermales. Si c'était le cas, il faudrait proposer des cibles distinctes en matière de répartition et d'abondance pour chaque population.

Sources thermales d'Atlin

Le méné de lac est largement réparti dans l'ensemble du complexe de sources thermales; il est présent dans les trois zones isolées cernées par deBruyn (2019). Une cible de répartition possible serait le maintien d'une vaste répartition de ménés dans les trois sites. Une étude de marquage-recapture menée en 2016 et 2017 indiquait une abondance de 1 000 à 2 000 individus d'une longueur à la fourche de 3 cm dans tout le complexe, tandis qu'un relevé visuel simultané indiquait une abondance qui pourrait être un peu plus élevée (deBruyn 2019). Cette étude a aussi confirmé qu'il y a relativement peu de déplacements dépassant 25 m chez cette population, ce qui appuie l'existence de trois populations séparées au sein des sources thermales. Il faudrait donc établir des cibles séparées en matière d'abondance et de répartition pour chaque population.

On devrait entreprendre des activités pour veiller à ce que l'aire de répartition et la taille actuelles de la population du complexe de sources thermales d'Atlin ne diminuent pas. On pourrait mener d'autres relevés de reconnaissance afin de confirmer l'aire de répartition de la population. Toutefois, jusqu'à ce que l'aire de répartition soit confirmée, la cible recommandée est le maintien de l'aire de répartition actuelle connue du méné de lac au sein du complexe de sources thermales d'Atlin.

Élément 13 : Projeter les trajectoires des populations prévues sur une période raisonnable sur le plan scientifique (minimum de dix ans) et les trajectoires au fil du temps jusqu'à l'atteinte des cibles de rétablissement possibles, en fonction des paramètres actuels de la dynamique des populations de ménés de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin)*Sources thermales de la Liard*

Il n'existe aucun renseignement sur l'abondance quantitative. Il n'est donc pas possible de fournir des trajectoires et des cibles numériques.

Sources thermales d'Atlin

On présume que la population de ménés de lac a atteint sa capacité limite pour l'environnement de sources thermales disponible ou l'atteindra bientôt. Compte tenu de la productivité et de la mortalité actuelles, la population devrait demeurer stable, au niveau de l'abondance estimée de 1 000 à 2 000 individus d'une longueur supérieure à 3 cm.

Élément 14 : Présenter un avis indiquant dans quelle mesure la superficie d'habitat convenable répond aux besoins de l'espèce, tant à l'heure actuelle que lorsque l'espèce aura atteint les cibles de rétablissement proposées dans l'élément 12*Sources thermales de la Liard*

On croit que les populations de ménés de lac du complexe de sources thermales ont atteint leur capacité limite dans cet environnement, mais il faudrait effectuer davantage de travaux pour confirmer cette hypothèse. L'habitat disponible devrait continuer de répondre aux besoins de l'espèce au niveau d'abondance actuel, à moins qu'il y ait des changements inattendus du débit ou de la température des cours d'eau se jetant dans le réseau hydrographique.

Sources thermales d'Atlin

On croit que les populations de ménés de lac du complexe de sources thermales ont atteint leur capacité limite dans cet environnement, mais il faudrait effectuer davantage de travaux pour confirmer cette hypothèse. L'habitat disponible devrait continuer de répondre aux besoins de l'espèce au niveau d'abondance actuel, à moins qu'il y ait des changements inattendus du débit ou de la température des cours d'eau se jetant dans le réseau hydrographique. À l'heure actuelle, la crevette *Neocaridina davidi*, une espèce envahissante, a seulement colonisé la région du haut des sources thermales et semble constituer une nouvelle source de nourriture pour le méné de lac (deBruyn 2019). Les effets positifs et négatifs de cette introduction ne sont pas bien connus. En tant que source de nourriture pour le méné de lac, la crevette *Neocaridina davidi* pourrait augmenter la capacité reproductive des ménés de lac, ce qui entraînerait une augmentation de l'abondance de ceux-ci. Inversement, en raison de ses pratiques de consommation, cette crevette pourrait réduire la productivité globale du réseau hydrographique et ainsi réduire la capacité limite et le nombre total de ménés de lac que le réseau pourrait soutenir à long terme.

Élément 15 : Évaluer la probabilité que les cibles de rétablissement possibles puissent être atteintes selon les taux actuels des paramètres de la dynamique des populations et déterminer comment cette probabilité pourrait varier selon différents paramètres de mortalité (surtout des valeurs plus faibles) et de productivité (surtout des valeurs plus élevées)

Compte tenu de la rareté des données sur les caractéristiques biologiques, la dynamique des populations et l'abondance, on n'a pas pu fournir les trajectoires des populations et les probabilités que les deux UD puissent atteindre les différentes cibles. De façon générale, on croit que les limites en matière d'habitat et les menaces actuelles sont présentes depuis de nombreuses générations de ménés de lac et que l'espèce continue de survivre dans ces complexes de sources thermales. Toutefois, une incertitude considérable est associée à cette hypothèse. Des activités de recherche ciblées sur les paramètres du cycle biologique, l'abondance et la répartition augmenteraient de façon importante la probabilité qu'on soit en mesure de fournir des trajectoires pour différentes cibles quantitatives.

Scénarios d'atténuation des menaces et activités de rechange**Élément 16 : Énumérer des mesures d'atténuation réalisables et des activités de rechange raisonnables aux activités menaçant l'espèce et son habitat (définies aux éléments 8 et 10)**

Il existe peu de mesures d'atténuation qui donnent directement suite aux menaces, autres que la surveillance accrue de l'utilisation des bassins par les baigneurs, la prévention, l'éducation et la détection précoce des espèces envahissantes. Une meilleure compréhension des

caractéristiques biologiques fondamentales de l'espèce et des répercussions possibles relatives aux polluants issus de l'introduction de divers contaminants dans les deux complexes de sources thermales pourrait aussi faciliter la prise de décisions. À l'heure actuelle, on ne connaît pas les effets possibles de ces mesures. En outre, une meilleure compréhension des interactions possibles entre les espèces envahissantes et le méné de lac favoriserait la gestion future.

Élément 17 : Énumérer les activités susceptibles d'accroître les valeurs des paramètres de productivité ou de survie de l'espèce (définis aux éléments 3 et 15)

On recommande la collecte de données abiotiques, de caractéristiques biologiques et de renseignements sur la répartition qui pourraient faciliter la détermination de facteurs régulant l'abondance de la population et la survie des individus.

Voici des exemples.

- Surveiller les gradients de température dans les sources thermales de la Liard et d'Atlin par rapport à la répartition des ménés de lac afin de clarifier l'étendue de l'habitat viable pour l'espèce dans chaque environnement. Les activités de surveillance devraient avoir lieu en été et en hiver étant donné que McPhail (2001) a mentionné une réduction apparente de l'habitat disponible dans les sources thermales de la Liard à la fin de l'automne.
- Mener des relevés sur le méné de lac dans l'ensemble des sources thermales de la Liard afin de clarifier la répartition et l'ampleur de la maladie des taches noires, et son incidence possible sur la mortalité des ménés de lac mâles et femelles.
- Suivre la répartition de la crevette *Neocaridina davidi* dans les sources thermales d'Atlin afin d'évaluer le taux d'expansion de la population. Évaluer l'importance de cette crevette dans le régime alimentaire et pour la croissance du méné de lac vivant dans la section supérieure de l'habitat par rapport aux autres sections afin de comprendre si la crevette représente une menace ou fait augmenter la population de ménés de lac.
- Mener des relevés génétiques dans les deux complexes de sources thermales pour clarifier si les populations comportent des sous-populations distinctes ou clarifier l'étendue des interactions entre les sous-zones de l'habitat.
- Mener une étude de marquage-recapture ou une autre étude de recensement dans les sources thermales de la Liard afin de déterminer l'abondance de référence de la population aux fins d'évaluation future de la trajectoire de la population. Répéter l'étude de marquage-recapture ou l'autre étude de recensement dans les sources thermales d'Atlin afin d'évaluer la tendance en matière d'abondance de cette population.
- Surveiller la distribution de l'âge et de la taille des ménés de lac dans les deux complexes de sources thermales afin de déterminer les taux de croissance et de mortalité pour les projections du rétablissement des populations.

Élément 18 : Si la superficie d'habitat actuelle est insuffisante pour que les cibles de rétablissement puissent être atteintes (voir l'élément 14), présenter un avis sur le caractère réalisable de la remise en état de l'habitat visant à augmenter sa superficie. Cet avis doit être présenté dans le contexte de toutes les options possibles pour l'atteinte des cibles en matière d'abondance et de répartition

On présume que les populations de ménés de lac des sources thermales de la Liard et d'Atlin ont atteint leur capacité limite dans l'habitat disponible ou l'atteindront bientôt. On ne sait pas si la création de nouveaux bassins au sein des deux UD causerait une hausse de l'abondance

des populations. De même, l'introduction de la crevette *Neocaridina davidi* dans les sources thermales d'Atlin a fourni une nouvelle source de nourriture pour le méné de lac, mais on ne sait toujours pas si cette introduction a eu une incidence positive ou négative sur la productivité globale de la population. Il pourrait être impossible d'éradiquer cette crevette des sources thermales sans causer des effets négatifs non intentionnels pour la population.

Élément 19 : Estimer la diminution prévue du taux de mortalité pour chaque mesure d'atténuation et activité de rechange énumérée à l'élément 16, et l'augmentation de la productivité ou de la survie associée à chaque mesure de l'élément 17

Compte tenu de la rareté des données sur les caractéristiques biologiques, l'abondance et la dynamique des populations, on ne peut pas fournir les trajectoires des populations et les probabilités que ces populations atteignent les différentes cibles.

Élément 20 : Projeter les trajectoires des populations prévues (et les incertitudes connexes) sur une période raisonnable sur le plan scientifique et jusqu'à l'atteinte des cibles de rétablissement, en tenant compte des taux de mortalité et de productivité liés aux mesures précises cernées à l'élément 19. Inclure les trajectoires associées aux probabilités de survie et de rétablissement les plus élevées obtenues à partir de paramètres biologiques affichant des valeurs réalistes

Compte tenu de la rareté des données sur les caractéristiques biologiques, l'abondance et la dynamique des populations, on ne peut pas fournir les trajectoires des populations et les probabilités que ces dernières atteignent les différentes cibles.

Élément 21 : Recommander des valeurs pour les paramètres liés à la productivité des populations et aux taux de mortalité initiaux et, au besoin, des caractéristiques particulières relatives aux modèles des populations qui seraient requises pour permettre l'étude de scénarios supplémentaires dans le cadre de l'évaluation des répercussions économiques, sociales et culturelles visant à appuyer le processus d'inscription

Compte tenu de la rareté des données sur les caractéristiques biologiques, l'abondance et la dynamique des populations, il n'est pas possible de recommander des valeurs pour les taux de productivité ou de mortalité des populations.

Évaluation des dommages admissibles

Élément 22 : Évaluer la valeur maximale des taux de mortalité et de destruction de l'habitat anthropiques qu'une espèce peut subir sans risque pour sa survie ou son rétablissement

À l'heure actuelle, on ne peut fournir aucun avis quantitatif concernant les dommages admissibles subis par les ménés de lac (populations des sources thermales de la Liard et d'Atlin). Les activités actuelles, même si elles paraissent nocives, ne semblent pas affecter la survie des populations actuelles, compte tenu de la présence continue de l'espèce. Les dommages directs liés à un échantillonnage scientifique devraient seulement être infligés de façon coordonnée pour que le moins d'individus possible soient capturés. On devrait aussi s'assurer de pouvoir donner suite aux questions portant sur les niveaux de population.

Conclusions

Afin d'appuyer l'application de la LEP, le MPO élabore une EPR visant à fournir des renseignements sur la situation actuelle de l'espèce en péril, les menaces pesant sur sa survie et son rétablissement, et le caractère réalisable du rétablissement.

À l'automne 2018, le COSEPAC a évalué que les populations ou les UD de ménés de lac (*Couesius plumbeus*) des sources thermales de la rivière Liard et des sources thermales d'Atlin étaient menacées (COSEPAC 2018). Même si le méné de lac est le méné le plus répandu en Amérique du Nord (McPhail 2007), ces populations sont confinées dans deux milieux de sources thermales uniques situés dans le nord de la Colombie-Britannique (McPhail 2007). On sait très peu de choses sur les deux populations, mais les activités actuelles, même si elles paraissent nocives, ne semblent pas avoir d'incidence sur la survie des populations actuelles, compte tenu de la présence continue de l'espèce.

L'EPR fournit des renseignements à jour et traite des incertitudes associées aux 22 éléments du cadre de référence concernant la présente réponse des Sciences. Toutefois, à l'heure actuelle, on ne peut fournir aucun avis quantitatif sur de nombreux éléments, comme les caractéristiques biologiques, l'abondance et la dynamique des populations, la trajectoire des populations, les probabilités que celles-ci atteignent différentes cibles et les dommages admissibles. Par conséquent, on recommande de mener des études supplémentaires afin de donner suite à ces lacunes en matière de connaissances.

Collaborateurs

Collaborateurs	Affiliation
Schweigert, Jake (rédacteur)	Entrepreneur
Grant, Paul	Sciences du MPO, Région du Pacifique
Dealy, Lindsay	Sciences du MPO, Région du Pacifique
MacConnachie, Sean	Sciences du MPO, Région du Pacifique
Magnan, Alain	Sciences du MPO, Région du Pacifique
Gertzen, Erin	Programme des espèces en péril du MPO, région du Pacifique
Baylis, Andrew	Programme des espèces en péril du MPO, région du Pacifique
Salvador, Claire	Programme des espèces en péril du MPO, région du Pacifique

Approuvé par

Carmel Lowe
Directeur régional
Direction des sciences, région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

17 décembre 2020

Sources de renseignements

- Agassiz, J.L. R. 1850. Lake Superior: its physical character, vegetation and animals compared with those of other and similar regions. Gould, Kendall, and Lincoln, Boston, Mass. 428 pp.
- Ahsan, S.N. 1966. Effects of temperature and light on the cyclical changes in the spermatogenetic activity of the Lake Chub, *Couesius plumbeus* (Agassiz). Canadian Journal of Zoology 44: 161–171.
- BC Parks. 2003. Liard Hot springs provincial park brochure. Ministry of Water, Land, and Air Protection, Victoria, British Columbia. 2 pp.
- Brown, J.H. 1969. The life history and ecology of the northern Lake Chub (*Couesius plumbeus*) in the La Ronge region of Saskatchewan. M.Sc. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon. 152 pp.

- Brown, J.H., U.T. Hammer, and G.D. Koshinsky. 1970. Biology of Lake Chub, *Couesius plumbeus*, at Lac la Ronge, Saskatchewan. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 27: 1005–1015.
- Bruce, W.J., and R.F. Parsons. 1976. Age, growth, and maturity of Lake Chub (*Couesius plumbeus*) in Mile 66 Brook, Ten Mile Lake, western Labrador. Fisheries and Marine Service Research Development Technical Report 683: 13 pp.
- Conover, D.O., and B.E. Kynard. 1981. Environmental sex determination: Interaction of temperature and genotype in fish. Science 213: 57–59.
- COSEPAC. 2008. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la physse d'eau chaude \(*Physella wrighti*\) au Canada – Mise à jour](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 38 p.
- COSEPAC. 2018. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le méné de lac \(*Couesius plumbeus*\), populations des sources thermales de la Liard et populations des sources thermales d'Atlin, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xvii + 54 p.
- Craig, P.C., and K.A. Bruce. 1983. Fish resources in the upper Liard River drainage. Pp 1-184, in, A.D. Sekerak (ed.), Fish resources and proposed hydroelectric development in the upper Liard River drainage. Report prepared by LGL Limited for British Columbia Hydro and Power Authority, Vancouver.
- Darveau, C.-A., E.B. Taylor, and P.M. Schulte. 2012. Thermal physiology of warm-spring colonists: variation among Lake Chub (Cyprinidae: *Couesius plumbeus*) populations. Physiological and Biochemical Zoology 85(6): 607–617.
- deBruyn, A. 2019. Conservation ecology of a unique population of Lake Chub (Cyprinidae: *Couesius plumbeus*): population size, movement ecology, habitat use and potential interactions with the exotic shrimp (*Neocaridina davidi* var. *red*). Master of Science Thesis, University of British Columbia, Vancouver, B.C. 119 pp.
- Edwards B.R., J.K. Russell, M. Harder. 2003. Overview of Neogene to Recent volcanism in the Atlin volcanic district, Northern Cordilleran volcanic province, northwestern British Columbia. Natural Resources Canada, Geological Survey of Canada.
- FISS. 2004. [Fisheries Information Summary System](#).
- Foote, C.J., J.W. Clayton, C.C. Lindsey and R.A. Bodaly. 1992. Evolution of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) in North America during the Pleistocene: evidence for a Nahanni glacial refuge race in the northern Cordilleran region. Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences 49: 760–768.
- Ford, D.C. 1976. Evidence of multiple glaciations in South Nahanni National Park, Mackenzie Mountains, Northwest Territories. Canadian Journal of Earth Sciences 13: 1433–1445.
- Fuiman, L.A., and J.P. Baker. 1981. Larval stages of the Lake Chub, *Couesius plumbeus*. Canadian Journal of Zoology 59: 218–224.
- Geen, G.H. 1955. Some features of the life history of the Lake Chub (*Couesius plumbeus greeni* Jordan) in British Columbia. B.A. Thesis, Department of Zoology, University of British Columbia, Vancouver.

- Gilbert R., J.R. Desloges, S.F. Lamoureux, A. Serink, K.R. Hodder. 2006. The geomorphic and paleoenvironmental record in the sediments of Atlin Lake, northern British Columbia. *Geomorphology*. 79(1-2): 130–142.
- Isaak, D.J., W.A. Huber and C.R. Berry. 2003. Conservation assessment for Lake Chub (*Couesius plumbeus*), Mountain Sucker (*Catostomus platyrhynchus*), and Finescale Dace (*Phoxinus neogaeus*) in the Black Hills National Forest of South Dakota and Wyoming. USDA Forest Service, Black Hills National Forest. Custer, South Dakota. 64 pp.
- Jordan, P. and J. Nathan. 1990. Liard River Hot Springs Provincial Park Master Plan. Prepared by J.S. Peepre and Associates for the BC Ministry of Parks. 72 pp.
- Kelsch, S.W., and W.H. Neill. 1990. Temperature preference versus acclimation in fishes: Selection for changing metabolic optima. *Transactions of the American Fisheries Society* 119: 601–610.
- Lanteigne, J. 1987. Status report on the Banff Longnose Dace, *Rhinichthys cataractae smithi* in Canada. Report to the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), Canadian Wildlife Service, Ottawa. iii + 17 pp.
- Lindsey, C.C., and J.D. McPhail. 1986. Zoogeography of the fishes of the Mackenzie and Yukon basins. Pp. 639-673, in C.H. Hocutt and E.O Wilson (eds.), *Zoogeography of the freshwater fishes of North America*. J. Wiley and Sons, New York.
- McPhail, J.D. 2007. The freshwater fishes of British Columbia. University of Alberta Press, Edmonton, Alberta. 696 pp.
- McPhail, J.D. 2001. Report on the biology and taxonomic status of Lake Chub, *Couesius plumbeus*, populations inhabiting the Liard hot springs complex. Prepared for the British Columbia Ministry of Environment, Lands and Parks, Parks and Protected Areas Branch, Victoria. 22 pp.
- McPhail, J.D. and R. Carveth. 1992. A foundation for conservation: the nature and origin of the freshwater fish fauna of British Columbia. Prepared for the British Columbia Ministry of the Environment, Victoria. 39 pp.
- McPhail, J.D. and C.C. Lindsey. 1970. Freshwater fishes of northwestern Canada and Alaska. *Fisheries Research Board of Canada, Bulletin* 17: 381 pp.
- Profe, J., B. Hofle, M. Hammerle, F. Steinbacher, M.S. Yang, A. Schroder-Ritzrau, N. Frank. 2016. Characterizing tufa barrages in relation to channel bed morphology in a small karstic river by airborne LiDAR topo-bathymetry. *Proceedings of the Geologists' Association*. 127(6): 664–675.
- Reebs, S., S. Leblanc, A. Fraser, P. Hardie, R.A. Cunjak. 2008. Upstream and downstream movements of lake chub, *Couesius plumbeus*, and white sucker, *Catostomus commersoni*, at Catamaran Brook, 1990–2004. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2791:iv+19 pp.
- Reebs, S.G., L. Boudreau, P. Hardie, and R.A. Cunjak. 1995. Diel activity patterns of lake chub and other fishes in a stream habitat. *Canadian Journal of Zoology* 73: 1221–1227.
- Reid, T.C. 1978. Vegetation and environment patterns of Liard River Hot Springs Provincial Park, British Columbia. M.Sc. Thesis, Simon Fraser University. 206 pp.
- Richardson, L.R. 1935. The fresh-water fishes of south-eastern Quebec. Ph.D. Thesis, Department of Zoology, McGill University, Montreal.

- S.C. 2002 c29. Consolidated Statute – Species at Risk Act.
- Scott, W.B., and E.J. Crossman. 1973. The freshwater fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 184: 996 pp.
- Schultz, C.D., and Company Ltd. 1976. Preliminary environmental inventory of proposed hydro-electric dams and reservoir areas on the Liard River. Prepared for the B.C. Hydro Power Authority, Vancouver.
- Slough B.G., and A. deBruyn. 2018. The observed decline of Western Toads (*Anaxyrus boreas*) over several decades at a novel winter breeding site. The Canadian Field-Naturalist. 132(1): 53–7.
- Stamford, M.D. and E.B. Taylor. 2004. Phylogeographic lineages of Arctic grayling (*Thymallus arcticus*) in North America: divergence, origins and affinities with *Eurasian Thymallus*. Molecular Ecology 13: 1533–1549.
- Stasiak, R. 2006. [Lake Chub \(*Couesius plumbeus*\): a technical conservation assessment. USDA Forest Service, Rocky Mountain Region.](#)
- Steinmetz, J., S.L. Kohler, and D.A. Soluk. 2003. Birds are overlooked predators in aquatic food webs. Ecology 84: 1324–1328.
- Stewart, R. J., R. E. McLenehan, J. D. Morgan, and W. R. Olmstead. 1982. Ecological studies of Arctic grayling (*Thymallus arcticus*), Dolly Varden (*Salvelinus malma*) and Mountain Whitefish (*Prosopium williamsoni*) in the Liard River drainage, B. C. Report prepared by E. V. S. Consultants Ltd. for Westcoast Transmission Company Ltd., Vancouver, and Foothills Pipe Lines (North B.C.) Ltd., Calgary. 98 pp.
- Taylor, E.B., C.-A. Darveau, and P.M. Schulte. 2013. Setting conservation priorities in a widespread species: phylogeographic and physiological variation in the Lake Chub, *Couesius plumbeus* (Pisces: Cyprinidae). Diversity 5: 149–165.
- Wells, A. W. 1978. Systematics, variation and zoogeography of two North American cyprinid fishes. Ph.D. Thesis, University of Alberta, Edmonton. 295 pp.
- White, H.C. 1953. The eastern belted kingfisher in the Maritime Provinces. Fisheries Research Board of Canada 22(2): 635–637.

Annexe 1

Tableau 1. Menaces pesant sur la survie du méné de lac des sources thermales de la Liard qui ont été cernées dans le rapport de situation du COSEPAC (2018). Seules les menaces qui devraient toucher la population pendant une période de dix ans ou de trois générations ont été cotées. Les tableaux ont été adaptés du document du COSEPAC (2018) et les menaces qui n'ont pas été évaluées ont été retirées. Voir le rapport de situation du COSEPAC de 2018 pour connaître les renseignements détaillés.

TABLEAU D'ÉVALUATION DES MENACES

Nom de l'espèce	Méné de lac – Population des sources thermales de la Liard
Date	2018-01-16
Évaluateurs	Jake Schweigert (rédacteur du rapport), Dwayne Lepitzki (animateur), John Post (coprésident), Pete Cott, Doug Watkinson et Sue Pollard (membres du Sous-comité de spécialistes), Greg Wilson (Colombie-Britannique), Ross Claytor (ichtyobiologiste) et Angele Cyr (Secrétariat du COSEPAC).

Impact global des menaces

		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
Impact des menaces		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	0	0
D	Faible	0	1
Impact global des menaces calculé		Élevé	Faible

Tableau d'évaluation des menaces

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
1	Développement résidentiel et commercial	-	-	-	-	-	-
1.3	Zones touristiques et récréatives	-	-	-	-	-	-
3	Production d'énergie et exploitation minière	-	-	-	-	-	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	-	-	-	-	-
5	Utilisation des ressources biologiques	-	Négligeable	Négligeable ($< 1\%$)	Négligeable ($< 1\%$)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	-
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	S.O. – Zone de recharge à l'extérieur du parc et aucun renseignement sur l'exploitation forestière
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	-	Négligeable	Négligeable ($< 1\%$)	Négligeable ($< 1\%$)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	Collecte interdite dans le parc, mais possibilité de prélèvement par époussette
6	Intrusions et perturbations humaines	-	Négligeable	Restreinte-petite (1-30 %)	Négligeable ($< 1\%$)	Élevée (menace toujours présente)	-
6.1	Activités récréatives	-	Négligeable	Restreinte-petite (1-30 %)	Négligeable ($< 1\%$)	Élevée (menace toujours présente)	Faible probabilité de contact
6.3	Travail et autres activités	-	Négligeable	Restreinte (11-30 %)	Négligeable ($< 1\%$)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	Collectes scientifiques de poissons et d'escargots, mais il s'agit d'un échantillonnage non létal
7	Modifications des systèmes naturels	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	-
7.1	Incendies et suppression des incendies	-	-	-	-	-	S.O. – Aucun renseignement sur les incendies et historique de suppression inconnu

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	Un déversoir sépare la partie inférieure de la partie supérieure du bassin Alpha; partie inférieure du bassin et du cours d'eau Alpha; une deuxième berme a été construite dans le cours d'eau Alpha, à environ 15 mètres en aval du déversoir, mais elle n'a pas vraiment d'incidence sur l'eau du bassin. Il y a une proposition visant le prélèvement d'eau, mais elle pourrait ne pas être approuvée.
7.3	Autres modifications de l'écosystème	-	Négligeable	Restreinte (11-30 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	Dragage pour la baignade
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	BD	Élevé-faible	Grande-petite (1-70 %)	Élevée-légère (1-70 %)	Élevée-faible	-
8.1	Espèces/maladies exotiques (non indigènes) envahissantes	BD	Élevé-faible	Grande-petite (1-70 %)	Élevée-légère (1-70 %)	Élevée-faible	Préoccupation liée à l'introduction de cyprins dorés ou d'autres espèces d'eau chaude non indigènes
8.2	Espèces/maladies indigènes problématiques	-	-	-	-	-	Le parasite responsable de la maladie des taches noires est un facteur limitatif.
9	Pollution	-	Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	-	Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (menace toujours présente)	Contamination par les baigneurs, mais pourrait être positive (apport de nutriments) ou négative (huiles, DEET, etc.)
9.4	Déchets solides et ordures	-	Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	Certains déchets, mais ils sont ramassés, donc menace non persistante
10	Phénomènes géologiques	-	-	-	-	-	-
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	-	-	-	-	S.O. – Il ne s'agit pas d'une zone à haut risque sismique.

Annexe 2

Tableau 2. Menaces pesant sur la survie du méné de lac des sources thermales d'Atlin qui ont été modifiées à partir du rapport de situation du COSEPAC (2018). Seules les menaces qui devraient toucher la population pendant une période de dix ans ou de trois générations ont été cotées. Les tableaux ont été adaptés du document du COSEPAC (2018) et les menaces qui n'ont pas été évaluées ont été retirées. Voir le rapport de situation du COSEPAC de 2018 pour connaître les renseignements détaillés.

TABLEAU D'ÉVALUATION DES MENACES

Nom de l'espèce	Méné de lac – Population des sources thermales d'Atlin
Date	2018-01-16
Évaluateurs	Jake Schweigert (rédacteur), Dwayne Lepitzki (animateur), John Post (coprésident), Pete Cott, Doug Watkinson et Sue Pollard (membres du SCS), Greg Wilson (C.-B.), Ross Claytor (ichtyobiologiste) et Angele Cyr (Secrétariat du COSEPAC).

Impact global des menaces

		Compte des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
Impact des menaces		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	0	0
D	Faible	0	1
Impact global des menaces calculé		Élevé	Faible

Tableau d'évaluation des menaces

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
1	Développement résidentiel et commercial	-	-	-	-	-	-
1.3	Tourisme et espaces récréatifs	-	-	-	-	-	Inconnu, mais ces espaces sont situés assez près d'Atlin pour qu'un potentiel de développement existe.
3	Production d'énergie et exploitation minière	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Inconnue	Inconnue	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	-
3.1	Forage pétrolier et gazier	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Inconnue	Inconnue	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	Zone encore non aménagée. Préoccupation liée au fait que le forage de puits profonds et la production par forage horizontal ou fracturation hydraulique pourrait : A) contaminer l'eau des sources avec les fluides de fracturation; b) perturber le débit (ou la température) des sources thermales; 3) accroître l'activité sismique, qui pourrait également perturber ou modifier l'écoulement souterrain.
5	Utilisation des ressources biologiques	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	-
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	-	-	-	-	-	S.O.
5.4	Pêche et récolte des ressources aquatiques	-	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	Facilement accessible par la route à partir d'Atlin, de sorte qu'une collecte à l'épuisette est possible.
6	Intrusions et perturbations humaines	-	Négligeable	Restreinte-petite (1-30 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	-
6.1	Activités récréatives	-	Négligeable	Restreinte-petite (1-30 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	Faible probabilité de contact
6.3	Travail et autres activités	-	Négligeable	Restreinte (11-30 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme,	Collectes scientifiques de poissons, mais il s'agit d'un échantillonnage non légal.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
						< 10 ans ou 3 générations)	
7	Modifications des systèmes naturels	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	-
7.1	Incendies et suppression des incendies	-	-	-	-	-	aucun renseignement sur les incendies et historique de suppression inconnu
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages	-	-	-	-	-	-
7.3	Autres modifications de l'écosystème	-	Négligeable (< 1 %)	Restreinte (11-30 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	Dragage pour la baignade : Les sources thermales d'Atlin ont à l'occasion fait l'objet de travaux d'excavation pour maintenir la qualité du bassin principal pour la baignade (COSEPAC 2018). Les activités d'excavation aux fins d'entretien devraient se poursuivre et elles constituent une menace continue pour les populations de ménés de lac présentes (COSEPAC 2018). Par ailleurs, le dragage peut avoir des effets positifs en empêchant une accumulation de limon dans les bassins, qui pourrait réduire l'habitat disponible pour le méné de lac (COSEPAC 2018). La menace a été évaluée comme étant négligeable au cours des dix prochaines années en raison de l'incertitude liée à l'immédiateté (COSEPAC 2018). La menace est continue, mais n'aura probablement une incidence que sur une petite partie des populations (COSEPAC 2018).
8	Espèces et gènes envahissants ou problématiques	B D	Élevé-faible	Grande-petite (1-70 %)	Élevée-légère (1-70 %)	Élevée-faible	-
8.1	Espèces/maladies exotiques (non indigènes) envahissantes	B D	Élevé-faible	Grande-petite (1-70 %)	Élevée-légère (1-70 %)	Élevée-faible	Des crevettes <i>Neocaridina davidi</i> ont été libérées dans les sources thermales et l'introduction de cyprins dorés ou d'autres espèces d'eau chaude non indigènes est préoccupante.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
8.2	Espèces/maladies indigènes problématiques	-	-	-	-	-	-
9	Pollution	-	Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace toujours présente)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	-	Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (menace toujours présente)	Contamination par les baigneurs, mais pourrait être positive (apport de nutriments) ou négative (huiles, DEET, etc.)
9.4	Déchets solides et ordures	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	Certains déchets, mais ils sont ramassés, donc menace non persistante.
10	Phénomènes géologiques	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Généralisée (71-100 %)	Extrême (71-100 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	-
10.2	Tremblements de terre et tsunamis	-	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Généralisée (71-100 %)	Extrême (71-100 %)	Faible (peut-être à long terme, > 10 ans ou 3 générations)	Atlin est située sur la faille tectonique du Pacifique et les séismes y sont fréquents.

Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208

Courriel : csap@dfo-mpo.gc.ca

Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2021. Évaluation du potentiel de rétablissement du méné de lac (*Couesius plumbeus*), populations des sources thermales de la Liard et des sources thermales d'Atlin. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Rép. des Sci. 2021/008.

Also available in English:

DFO. 2021. *Recovery Potential Assessment for Lake Chub (Couesius plumbeus), Liard Hot Springs and Atlin Warm Springs Populations*. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2021/008.