



EFFET DE LA GESTION DE L'EAU DU LAC COWICHAN SUR LA LAMPROIE DE VANCOUVER EN COLOMBIE-BRITANNIQUE ET DÉTERMINATION DES POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION

Contexte

La lamproie de Vancouver (*Entosphenus macrostomus*), également appelée lamproie du lac Cowichan, est inscrite sur la liste des espèces menacées de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Cette espèce est endémique dans trois lacs interconnectés de l'île de Vancouver, en Colombie-Britannique. Le lac Cowichan, l'un des lacs où réside cette espèce, est un réservoir d'eau géré pour répondre aux besoins de conservation et aux besoins anthropiques en aval dans le bassin versant. Actuellement, les niveaux d'eau du lac Cowichan et les débits sortants vers la rivière Cowichan sont contrôlés en partie par un déversoir de contrôle de l'eau à la sortie du lac Cowichan. Les récentes sécheresses dans le bassin versant de la rivière Cowichan ont entraîné des niveaux d'eau inférieurs à la normale dans le lac en été, qui se sont traduits par une réduction des débits sortants vers la rivière ainsi que par l'assèchement des cônes alluviaux et des bords du lac, y compris de l'habitat essentiel de la lamproie de Vancouver qui a été protégé en vertu de la LEP. La protection de l'habitat essentiel de la lamproie de Vancouver contre la destruction a été établie en février 2020 au moyen d'un arrêté visant la protection de l'habitat essentiel au titre des paragraphes 58(4) et 58(5) de la LEP, qui invoquait l'interdiction, prévue au paragraphe 58(1), de la destruction de l'habitat essentiel désigné. Il convient de noter que les protections prévues par la LEP s'appliquent à toutes les espèces aquatiques figurant sur la liste des espèces disparues du pays, en voie de disparition ou menacées, qu'elles se trouvent sur des terres fédérales ou provinciales. La baisse des niveaux d'eau du lac pourrait détruire l'habitat essentiel et avoir un effet négatif sur l'habitat de fraie et de croissance de l'espèce.

Le Programme de protection du poisson et de son habitat (PPPH) de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé à la Direction des sciences de fournir un avis concernant l'effet de la gestion de l'eau sur l'habitat de fraie et d'élevage de la lamproie de Vancouver, ainsi que sur la détermination d'autres problèmes de conservation et de possibilités d'amélioration de l'habitat essentiel.

L'évaluation et les avis découlant de ce processus de réponse des Sciences du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) serviront à informer les gestionnaires des pêches sur la gestion de l'eau du lac Cowichan et à appuyer l'élaboration de la politique actuelle et nouvelle en matière d'utilisation de l'eau. Ils peuvent également guider les futures décisions de gestion de l'eau liées à la conception et à l'exploitation du nouveau déversoir.

Les objectifs précis de cet examen sont les suivants.

1. Évaluer quelle gamme de niveaux d'eau est nécessaire pour assurer une protection maximale de la lamproie de Vancouver et de son habitat essentiel par stade biologique pour les adultes (fraie), les œufs (incubation) et les ammocètes (alimentation et élevage), et

quand ces niveaux d'eau sont requis par l'espèce pour ces stades biologiques (périodes biologiquement significatives).

2. Évaluer la superficie de l'habitat essentiel (en mètres carrés ou en hectares) qui est touchée par les prélèvements d'eau dans le lac, et à quel niveau d'eau dans le lac l'habitat essentiel commence à être touché dans la gamme normale de la gestion actuelle de l'eau (niveau le plus haut admis et niveau de stockage zéro avec un rejet minimal de 7,08 m³/s dans la rivière Cowichan).
3. Déterminer les problèmes de conservation de la lamproie de Vancouver et les types de possibilités d'amélioration ou de rétablissement qui peuvent exister pour cette espèce dans le bassin versant du lac Cowichan.
4. Examiner et cerner les incertitudes relatives aux données et aux méthodes.

La présente réponse des Sciences découle de la réunion régionale d'examen par les pairs du 18 janvier 2023 concernant les effets de la gestion de l'eau du lac Cowichan sur l'habitat essentiel du Lamproie de Vancouver en Colombie-Britannique et identification des possibilités de mise en valeur.

Renseignements de base

La lamproie de Vancouver est un poisson parasite d'eau douce que l'on ne trouve que dans les lacs Cowichan, Bear et Mesachie et dans les tronçons inférieurs de leurs affluents sur l'île de Vancouver, en Colombie-Britannique (figure 1). L'espèce est inscrite sur la liste des espèces menacées de l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en raison de son aire de répartition restreinte et de la menace posée par les déclin continus de la qualité et de la quantité de l'habitat résultant de la gestion de l'eau et des sécheresses, dont la fréquence augmente à cause des changements climatiques (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada [COSEPAC] 2017; Wade *et al.* 2021). La LEP prévoit également la désignation et la protection de l'habitat essentiel des espèces en voie de disparition, menacées et disparues du pays. Pour les espèces aquatiques inscrites, ces protections sont accordées indépendamment du fait que l'espèce se trouve sur des terres provinciales ou fédérales. Aux termes de la LEP, l'habitat essentiel est défini comme « *...l'habitat nécessaire à la survie ou au rétablissement d'une espèce sauvage inscrite, qui est désigné comme tel dans un programme de rétablissement ou un plan d'action élaboré à l'égard de l'espèce* ». La LEP définit aussi l'habitat comme étant : « *...les frayères, aires d'alevinage, de croissance et d'alimentation et routes migratoires dont sa survie dépend, directement ou indirectement, ou aires où elle s'est déjà trouvée et où il est possible de la réintroduire* ». L'habitat essentiel de la lamproie de Vancouver a été désigné comme étant : les lacs Cowichan, Bear et Mesachie; le ruisseau Mesachie (qui relie les lacs Bear et Mesachie); les 100 derniers mètres des huit affluents se jetant dans le lac Cowichan, les 100 derniers mètres du ruisseau Halfway se jetant dans le lac Mesachie; et les zones riveraines d'une largeur de 15 à 30 m s'étendant vers l'intérieur des terres depuis les cours d'eau susmentionnés et deux zones précises du lac Cowichan (MPO 2019). Les nids de la lamproie de Vancouver représentent également des lieux distincts qui favorisent la fraie et l'incubation des œufs, sont considérés comme une « résidence » de l'espèce et bénéficient également de la protection prévue à la LEP. Bien que l'habitat essentiel et la résidence de cette espèce se chevauchent, ils sont tous deux protégés de manière indépendante en vertu de la LEP.

Dans cet habitat essentiel, on pense que les adultes reproducteurs et les ammocètes (larves) de la lamproie de Vancouver dépendent de l'habitat des cônes alluviaux, des habitats riverains peu profonds et des embouchures des rivières et des ruisseaux entrants pour la fraie et le début

de l'élevage (Wade *et al.* 2018a; 2018b; Beamish et Wade 2008). Bien qu'il existe des lacunes dans les connaissances sur le cycle biologique de l'espèce, des adultes ont été observés en état de frayer dès le 3 mai et jusqu'au 18 août (Beamish et Wade 2008). On ne connaît pas exactement le pic de la saison de fraie dans cette période, mais on pense qu'il est relativement restreint et influencé par les températures de l'eau. Les ammocètes, un stade larvaire aveugle et filtreur, peuvent passer jusqu'à six ans à ce stade de développement avant de se métamorphoser en adulte parasite. La lamproie de Vancouver étant peu étudiée, on utilise dans la mesure du possible des informations de substitution sur d'autres espèces ayant un cycle biologique similaire pour combler certaines des lacunes dans les connaissances biologiques relatives à cette espèce (par exemple, les exigences en matière de température, le nombre d'années nécessaires aux ammocètes avant la métamorphose, la mobilité des ammocètes pendant les périodes d'assèchement et la durée de vie). Cependant, même avec des lacunes dans les connaissances, on sait que certains aspects du cycle biologique de la lamproie de Vancouver, notamment la période et le lieu de la fraie et du début de l'élevage, rendent l'espèce sensible aux impacts des changements climatiques, des sécheresses et des problèmes de gestion de l'eau (Wade *et al.* 2021). Il est donc important pour la survie de cette espèce qu'elle dispose d'habitats pour la fraie et le début de l'élevage, maintenus par des niveaux d'eau suffisants tout au long de l'année.

Le lac Cowichan est un grand plan d'eau régulé qui sert de réservoir pour répondre aux besoins de conservation et aux besoins anthropiques en aval. Les niveaux d'eau du lac et de la rivière sont gérés en cours de saison (du 1^{er} avril au 31 octobre) par l'exploitation, selon des protocoles établis, d'un déversoir construit en 1957 à la sortie du lac Cowichan vers la rivière Cowichan (Vessey *et al.* 2008). Cependant, les lignes directrices opérationnelles ne prennent pas actuellement en compte les besoins temporels ou spatiaux en habitat de la lamproie de Vancouver, et l'abaissement des niveaux d'eau du lac résultant du rejet de l'eau à partir du déversoir, ou le pompage d'urgence en dessous des niveaux de stockage établis, en stockage négatif, peuvent assécher l'habitat dont l'espèce a besoin pour la fraie et l'élevage (habitat essentiel et résidence).

Compte tenu de l'impact de la gestion de l'eau sur la lamproie de Vancouver, la détermination d'autres problèmes de conservation de l'espèce et de possibilités de mise en valeur peut également contribuer à atténuer les menaces directes et indirectes qui pèsent actuellement sur l'espèce.

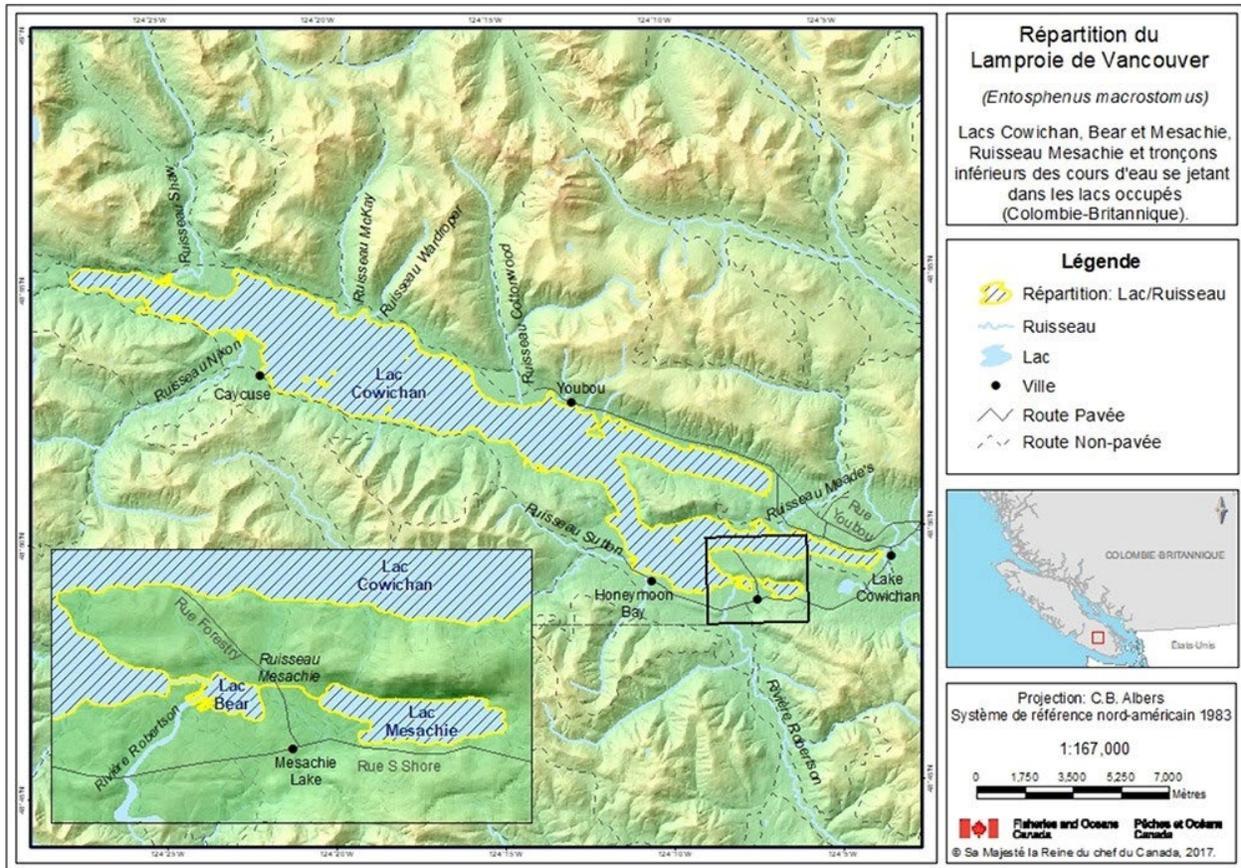


Figure 1. Répartition de la lamproie de Vancouver (Source : Plan d'action 2019 de Pêches et Océans Canada).

Analyse et réponse

Objectif 1 : Évaluer quelle gamme de niveaux d'eau est nécessaire pour assurer une protection maximale de la lamproie de Vancouver et de son habitat essentiel par stade biologique pour les adultes (fraie), les œufs (incubation) et les ammocètes (alimentation et élevage), et quand ces niveaux d'eau sont requis par l'espèce pour ces stades biologiques (périodes biologiquement significatives)

Les niveaux d'eau du lac Cowichan dépendent d'un certain nombre de facteurs différents, notamment des facteurs environnementaux tels que les précipitations, la fonte du manteau neigeux, la température et la perte par évaporation. Les facteurs anthropiques sont principalement l'exploitation du déversoir et l'extraction d'eau pour répondre aux besoins de conservation et aux besoins anthropiques en aval du bassin versant, y compris les prélèvements par l'industrie. Bien que des variations interannuelles soient à prévoir, certains modèles de changements climatiques suggèrent une augmentation de la fréquence et de la gravité des sécheresses, des températures plus élevées et une réduction du manteau neigeux et des précipitations pendant la période de stockage hivernal, pouvant entraîner des déficits plus importants de l'approvisionnement en eau pendant l'été (Cowichan Valley Regional District [CVRD] 2021).

Dans le lac Cowichan, la lamproie de Vancouver dépend de l'habitat des cônes alluviaux, des habitats riverains peu profonds et des embouchures des rivières et des ruisseaux entrants pour la fraie et le début de l'élevage (Wade *et al.* 2021; 2018a; 2018b; Beamish et Wade 2008). La baisse du niveau des lacs entraîne l'assèchement de l'habitat des cônes alluviaux, qui fait partie de l'habitat essentiel désigné pour l'espèce, et de ses résidences ou de ses nids (Wade *et al.* 2021; Chaudhuri *et al.* 2020). La relation entre les niveaux d'eau du lac et l'habitat des cônes alluviaux disponible pour l'espèce démontre l'importance du contrôle et de la gestion du déversoir pour la survie de la lamproie de Vancouver.

Deux études ont utilisé des relevés aériens pour quantifier la relation entre la disponibilité des habitats de fraie, d'incubation des œufs et de début de l'élevage dans les cônes alluviaux et les niveaux d'eau du lac (voir plus de détails dans Wade *et al.* 2021 et Chaudhuri *et al.* 2020). Elles ont utilisé « l'élément de référence supposé » pour les niveaux d'eau du lac, qui est un système de coordonnées locales pour la station 08HA009 de la Division des relevés hydrologiques du Canada qui fournit une mesure du niveau d'eau dans le lac fondée sur un repère, et ne reflète ni la profondeur de l'eau, ni sa hauteur par rapport au niveau de la mer. Le Système de référence géodésique vertical canadien de 2013 (CGVD2013) est désormais la nouvelle norme de référence pour les hauteurs au Canada et sera utilisé dans la nouvelle conception du déversoir et comme base pour les nouvelles licences d'utilisation de l'eau associées à ce dernier. Les résultats seront donc fournis dans les deux systèmes afin de s'aligner sur les résultats publiés précédemment et d'être pertinents pour les décisions de gestion actuelles. Il est possible de convertir l'élément de référence supposé pour la station 08HA009 en ajoutant 160,94 m (équivalent au zéro de l'élément de référence supposé local) pour le convertir au système de référence géodésique CGVD28. Par la suite, l'ajout de 0,2 m transforme les données du CGVD28 en CGVD2013 (Division des relevés hydrologiques du Canada 2013). Les résultats sont fournis dans l'élément de référence supposé, suivi de CGVD2013 entre parenthèses.

Le déversoir existant fournit un total de 0,97 m de stockage (du stockage complet jusqu'au point où le débit minimum autorisé de 7,08 m³/s peut être maintenu), soit de 1,426 m à 0,456 m (162,57 m à 161,6 m CGVD2013). Les élévations au-dessus du stockage complet peuvent généralement se produire pendant l'automne et l'hiver. En dessous de 0,456 m (161,6 m

CGVD2013), les débits diminuent à mesure que le niveau du lac baisse jusqu'à 0,346 m (161,49 CGVD2013), point à partir duquel des débits minimaux continus (normalement 4,5 m³/s) ne peuvent être maintenus que par pompage au-dessus du déversoir. Le stockage zéro indiqué dans la présente réponse des Sciences repose sur l'élément de référence supposé de 0 m (161,14 m CGVD2013), qui est 0,346 m en dessous du stockage zéro (0,346 m; 161,49 m CGVD2013) en fonction de l'exploitation du déversoir.

Lorsque les niveaux d'eau approchaient le stockage zéro (élément de référence supposé de 0 m, 161,14 m CGVD2013), moins de 10 % de l'habitat des cônes alluviaux requis pour la fraie et le début de l'élevage était recouvert d'eau et potentiellement disponible dans le lac Cowichan pour la lamproie de Vancouver (figure 1; Wade *et al.* 2021). Des niveaux d'eau de 1 m (162,14 m CGVD2013) garantissaient généralement la disponibilité de plus de 50 % de l'habitat des cônes alluviaux et des niveaux d'eau de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et plus, la disponibilité de la majeure partie de l'habitat des cônes alluviaux (figure 1; Wade *et al.* 2021). Malgré la variabilité entre les sites due aux différentes caractéristiques bathymétriques et environnementales, ces résultats fournissent des lignes directrices générales pour tous les habitats des cônes alluviaux dans le lac Cowichan et sont conformes aux indications données par Chaudhuri *et al.* (2020), qui ont examiné la disponibilité de l'habitat des cônes alluviaux à un seul site (rivière Robertson) dans le lac Cowichan. C'est pourquoi on recommande, pour assurer une protection maximale de la lamproie de Vancouver, que le niveau d'eau du lac soit supérieur à 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et ne descende pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013).

Au fur et à mesure que de nouvelles informations sont disponibles et que des changements interviennent dans les cônes alluviaux, il faudra peut-être mettre à jour les hypothèses concernant la délimitation et la disponibilité des habitats de fraie et de début de l'élevage liées à la gestion de l'eau.

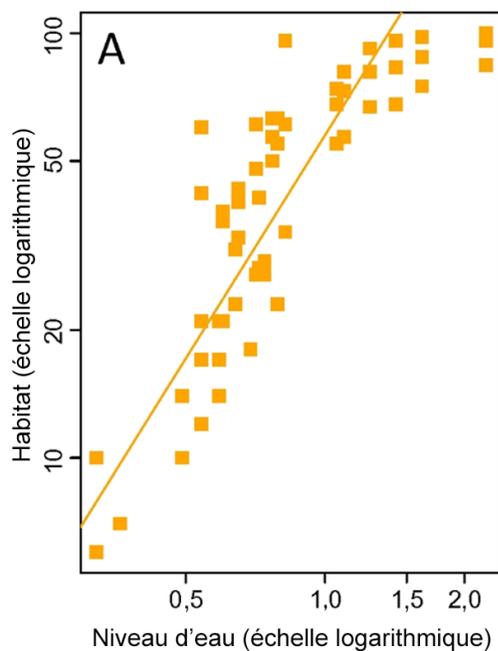


Figure 2. La relation entre le niveau d'eau (élément de référence supposé) et le pourcentage d'habitat des cônes alluviaux disponible a été calculée à l'aide du modèle de l'axe majeur standardisé avec des résultats ajustés à l'échelle logarithmique. Voir plus de détails sur le modèle dans Wade *et al.* (2021).

Certains aspects du cycle biologique de la lamproie de Vancouver, notamment son utilisation de l'habitat à différents stades biologiques, rendent l'espèce sensible aux impacts des changements climatiques, des sécheresses et des problèmes de gestion de l'eau (Wade *et al.* 2021). Il est donc important de déterminer les besoins en matière d'habitat et les périodes biologiquement importantes à tous les stades biologiques.

Fraie et incubation des œufs

La lamproie de Vancouver adulte dépend de l'habitat des cônes alluviaux, des habitats riverains peu profonds et de l'embouchure des rivières et des ruisseaux entrants dans les lacs Cowichan, Bear et Mesachie pour la fraie et l'incubation des œufs (Wade 2019; Wade *et al.* 2018a; 2018b; Beamish et Wade 2008). Les lamproies meurent après la fraie, mais on ne sait pas si la lamproie de Vancouver retourne à sa frayère natale ou, si l'habitat de la frayère natale n'est pas disponible, si l'espèce est capable de rechercher d'autres habitats des cônes alluviaux. On ne sait pas non plus si tous les habitats de fraie potentiels sont utilisés de manière égale et si l'espèce utilise principalement un sous-ensemble plus petit d'habitats des cônes alluviaux. Des lacunes dans les connaissances sur l'espèce persistent, mais les données actuelles permettent de penser que la période de fraie de la lamproie de Vancouver peut commencer dès le 3 mai et se prolonger jusqu'au 18 août (Wade 2019; Wade *et al.* 2018a; 2018b; Beamish et Wade 2008). Cependant, il est probable qu'il y ait un pic plus étroit à l'intérieur de cette saison de fraie.

Les adultes semblent également se limiter à l'habitat des cônes alluviaux à l'embouchure des affluents pour construire les nids et frayer (Wade 2019; Wade *et al.* 2018a; 2018b). Des lacunes dans les connaissances subsistent en ce qui concerne la profondeur ou la température de l'eau nécessaire à la fraie et à l'incubation des œufs (c'est-à-dire la partie de l'habitat mouillé disponible qui est biologiquement utilisable). Toutefois, on ne pense pas que de plus grandes profondeurs de l'eau résultant d'un stockage plus important dans le déversoir ou d'un stockage plus précoce constitueraient un facteur limitatif et elles ne profiteraient à l'espèce qu'en garantissant que les cônes alluviaux sont recouverts d'eau pendant plus longtemps. Les données limitées sur la lamproie de Vancouver montrent que la construction des nids, la fraie et l'incubation des œufs ont eu lieu à des profondeurs de l'eau de 42 à 65 cm (Wade *et al.* 2018b). Pour d'autres espèces de lamproies parasites d'eau douce qui construisent des nids dans les affluents, la profondeur de l'eau propice à la construction des nids, à la fraie et à l'incubation des œufs varie de 18 à 30 cm (Cochran 2014), voire jusqu'à 90 cm (Mormon 1979) pour la lamproie brune (*Ichthyomyzon castaneus*). On a indiqué que la lamproie argentée (*I. unicuspis*) construit ses nids entre 23 et 79 cm de profondeur (Mormon 1979). Elle se reproduit également dans des eaux plus profondes en utilisant des nids déjà construits par la lamproie marine (*Petromyzon marinus*) (Cochran et Lyons 2004). La lamproie du lac Miller (*Entosphenus minimus*) construit ses nids à des profondeurs de 30 cm (Lorion *et al.* 2000).

On ignore toujours les seuils de température et le rôle de la température de l'eau et des profondeurs de l'eau associées dans le comportement, les taux de croissance, le développement des œufs et la mortalité pour la lamproie de Vancouver. On ne connaît pas non plus la durée d'incubation des œufs sous différents régimes de température pour l'espèce. Les œufs de la lamproie brune éclosent en 9 à 14 jours à 18,4 °C (Smith *et al.* 1968); ceux de la lamproie coréenne, dont la taille maximale est similaire à celle de la lamproie de Vancouver adulte, éclosent en 10 jours à 18 °C (Feng *et al.* 2018). Cependant, il est possible que les températures de l'eau dépassent les seuils nécessaires à la réussite de la fraie et de l'incubation des œufs lorsque l'eau disponible est insuffisante.

Par conséquent, pour assurer une protection maximale des adultes reproducteurs et de l'incubation des œufs, il est recommandé que les niveaux d'eau du lac soient supérieurs à 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et ne tombent pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013)

entre le début du mois de mai et le mois de septembre, afin de laisser le temps aux œufs pondus à la fin de la saison de fraie (août) de se développer et d'éclore. Dans les habitats des cônes alluviaux, on pense qu'au moins 40 cm d'eau sont nécessaires, mais ce n'est pas certain.

Alimentation et croissance des ammocètes

Après l'éclosion, les ammocètes, un stade larvaire aveugle et filtreur, s'enfouissent dans différents substrats allant de la boue au limon, au sable ferme et aux petits et gros cailloux dans les habitats des cônes alluviaux et littoraux (Wade et MacConnachie 2016). Il existe peu de données sur la distance de dispersion ou les profondeurs de l'eau que les ammocètes de la lamproie de Vancouver préfèrent ou dans lesquelles elles se trouvent généralement. Elles ont été découvertes à des profondeurs similaires à celles des adultes reproducteurs et de l'incubation des œufs (de 42 à 65 cm), mais en une occasion, elles étaient à des profondeurs de 2 m dans l'habitat des cônes alluviaux (Beamish et Wade 2008). On ne sait pas à quelle profondeur les ammocètes pourraient se trouver dans les habitats lacustres, en raison des limites des méthodes de relevé et des dommages qui pourraient être causés à l'espèce. Les ammocètes de la lamproie brune se tiennent généralement dans des eaux de 15 à 61 cm de profondeur (Holt et Durkee 1983); la lamproie du lac Miller a été capturée le long des marges des lacs à moins de 1 m (Kan et Bond 1981).

Les ammocètes ne sont pas uniformément réparties dans les habitats littoraux, mais peuvent être localement abondantes (Beamish 1982; Wade et MacConnachie 2016) dans des zones restreintes. Les raisons de cette répartition et la question de savoir si elle est liée à la dispersion, au substrat, aux conditions de microhabitat ou à d'autres facteurs restent inconnues. Dans les sites, la longueur des ammocètes de la lamproie de Vancouver est également très variable, allant de 4,2 à 13,2 cm, ce qui dénote la présence de nombreuses classes d'âge (Wade et MacConnachie 2016).

Les lamproies passent la majeure partie de leur cycle biologique sous forme d'ammocètes. Bien que la durée de ce stade biologique ne soit pas connue pour la lamproie de Vancouver, Beamish (2001) l'a estimée à six ans pour l'espèce. La durée des stades d'ammocètes pour d'autres lamproies parasites d'eau douce varie de 2,5 ans pour la lamproie du lac Miller (Kan et Bond 1981) à sept ans pour la lamproie brune (Lanteigne 1981) et la lamproie argentée (Scott et Crossman 1973).

D'autres lacunes dans les connaissances subsistent en ce qui concerne la mobilité des ammocètes, leur capacité à se déplacer vers d'autres habitats plus propices en cas d'assèchement, et le taux de survie des différentes classes d'âge des ammocètes à certains sites et dans des types de substrats précis. Les effets des prélèvements d'eau sur les ammocètes ont été étudiés aux États-Unis, principalement dans le contexte de l'assèchement des rivières régulées. La principale espèce étudiée est la lamproie du Pacifique (*E. tridentatus*), mais certaines études, comme celle de Liedtke et ses collaborateurs (2015), ont utilisé une combinaison d'ammocètes de lamproie du Pacifique et de lamproie de l'ouest (*Lampetra richardsoni*). Des études en laboratoire (Liedtke *et al.* 2015; Liedtke *et al.* 2020) et sur le terrain (Harris *et al.* 2020) ont été menées ces dernières années pour comprendre les effets de l'assèchement sur les ammocètes au niveau de la population. Comme il n'existe pas d'étude comparable sur les effets de l'assèchement sur les ammocètes de la lamproie de Vancouver, ces études peuvent être utiles pour guider la prise de décisions.

Une étude de terrain (Harris *et al.* 2020) et une étude en laboratoire (Liedtke *et al.* 2015) ont toutes deux montré qu'environ 50 % des ammocètes émergent pendant l'abaissement du niveau de l'eau, les autres émergeant après l'assèchement ou restant dans les sédiments. L'émergence peut se produire lorsque l'habitat devient moins propice. Une étude ultérieure en

laboratoire menée par Liedtke et ses collaborateurs (2020) a révélé que 50 à 80 % des ammocètes n'ont pas cherché à se déplacer à la suite de l'assèchement. Parmi celles qui l'ont fait, environ 30 % ont émergé pendant les essais d'assèchement; il s'agissait systématiquement des petites ammocètes, les plus grandes avaient tendance à rester enfouies (Liedtke *et al.* 2020). On a suggéré que des variables telles que les différences dans l'espèce, la composition et le type de substrat pourraient expliquer les différences entre les études (Liedtke *et al.* 2015; 2020). Des taux d'assèchement plus rapides ont également entraîné des pourcentages plus élevés d'ammocètes échouées (Liedtke *et al.* 2020; 2015).

Les ammocètes peuvent survivre à de courtes expositions à l'assèchement, mais la mortalité augmente lorsque l'exposition dépasse 24 heures (Liedtke *et al.* 2015). Après 48 heures, la mortalité est systématiquement supérieure à 60 % (et jusqu'à 90 %) (Liedtke *et al.* 2015), les lamproies qui sont restées enfouies ayant un meilleur taux de survie que celles qui ont émergé.

Bien que l'on ignore l'impact de l'assèchement des habitats des cônes alluviaux ou littoraux sur les ammocètes de la lamproie de Vancouver, les résultats de ces études pour d'autres lamproies laissent entendre que la mobilité des ammocètes est limitée pendant les périodes d'assèchement. Compte tenu de la durée pendant laquelle les ammocètes sont enfouies dans les sédiments, un épisode d'assèchement aurait des effets négatifs sur plusieurs classes d'âge simultanément.

Tableau 1. Recommandations concernant la profondeur minimale de l'eau pour les stades sensibles du cycle biologique.

Stade biologique	Habitat	Niveau minimum du lac requis pour assurer une protection maximale	Profondeur minimale de l'eau (cm) à des sites localisés	Période d'importance biologique
Fraie	Cône alluvial	Au-dessus de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013).	Environ 40 cm	De mai à septembre*
Incubation des œufs	Cône alluvial	Au-dessus de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013).	Environ 40 cm	De mai à septembre*
Ammocète	Cône alluvial	Au-dessus de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013).	Environ 40 cm	Toute l'année
Ammocète	Habitat littoral	Au-dessus de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013).	Environ 40 cm	Toute l'année

* La période de mai à septembre est indiquée ici pour donner le temps aux œufs pondus à la fin de la saison de fraie (août) de se développer et d'éclore.

Bien que ces recommandations reposent sur les besoins biologiques de l'espèce, propres aux niveaux du lac requis pour maintenir l'habitat de fraie, il est difficile d'atteindre ces objectifs avec la capacité de stockage actuelle pendant la saison de fraie et tout au long de l'année.

Objectif 2 : Évaluer la superficie de l'habitat essentiel (en mètres carrés ou en hectares) qui est touchée par les prélèvements d'eau dans le lac, et à quel niveau d'eau dans le lac l'habitat essentiel commence à être touché dans la gamme normale de la gestion actuelle de l'eau (niveau le plus haut admis et niveau de stockage zéro avec un rejet minimal de 7,08 m³/s dans la rivière Cowichan)

L'habitat essentiel de la lamproie de Vancouver englobe la totalité des lacs Cowichan, Bear et Mesachie, les deltas des affluents et l'habitat lacustre littoral environnant, l'habitat fluviatile, l'habitat lacustre pélagique et l'habitat riverain d'une largeur de 15 à 30 m à partir de la laisse de haute mer dans les cours d'eau (voir MPO 2019). L'ensemble de cet habitat essentiel est protégé par la LEP. La superficie estimée de ces lacs est de 6 277 ha (lac Cowichan = ~6 204 ha; lac Bear = ~15 ha; lac Mesachie = ~58 ha).

Dans cet habitat essentiel, on pense que la lamproie de Vancouver adulte dépend de l'habitat des cônes alluviaux pour la fraie et l'incubation des œufs, et que les ammocètes dépendent de l'habitat des cônes alluviaux et littoral pour le début de l'élevage et le développement (Beamish et Wade 2008; Wade *et al.* 2018a; 2018b). Les lamproies meurent après la fraie et bien qu'on ne sache pas si la lamproie de Vancouver retourne à sa frayère natale, l'écoulement de l'eau douce provenant des affluents joue probablement un rôle important dans la réussite de la fraie et de l'incubation des œufs. Dans une fourchette de variation normale, des paramètres adéquats du substrat, du débit d'eau, de la profondeur minimale de l'eau et de la qualité de

l'eau (oxygène, température, pH) sont tous nécessaires au succès de la fraie, de l'incubation des œufs et du début de l'élevage (MPO 2019).

La lamproie de Vancouver peut ne pas utiliser tous les habitats de fraie potentiels de la même manière et peut choisir de préférence un sous-ensemble plus petit d'habitats des cônes alluviaux. Les habitats des cônes alluviaux connus pour être utilisés ou probablement utilisés par les adultes pour la fraie et l'incubation des œufs sont le ruisseau Cottonwood (~0,2 ha), la rivière Robertson (~1 ha), le ruisseau Shaw (~0,8 ha) et le ruisseau Nixon (~0,6 ha). Bien que l'habitat disponible pour la fraie, l'incubation des œufs et le début de l'élevage dans ces cônes alluviaux varie chaque année, le total est d'environ 2,6 ha (Wade *et al.* 2021). Cette petite zone représente une faible proportion de l'habitat essentiel total (0,04 %), mais elle est cruciale pour la survie de la lamproie de Vancouver. En gros, 100 % de la population dépend probablement de ces petites zones et l'impact sur celles-ci peut avoir des effets au niveau de la population pour l'espèce.

Lorsque les niveaux d'eau se rapprochent du stockage zéro (l'élément de référence supposé de 0 m, 161,14 m CGVD2013), moins de 10 % de l'habitat des cônes alluviaux est potentiellement disponible dans le lac Cowichan pour la lamproie de Vancouver (Wade *et al.* 2021), ce qui équivaut seulement à environ 0,26 ha. Des niveaux d'eau de 1 m (162,14 m CGVD2013) garantissent généralement la disponibilité de plus de 50 % de l'habitat des cônes alluviaux, soit 1,3 ha, et des niveaux d'eau de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et plus, la disponibilité de la majorité de l'habitat des cônes alluviaux, soit près de 2,6 ha (Wade *et al.* 2021).

Il est également important de noter que ces calculs n'estiment que l'habitat potentiel disponible dans les cônes alluviaux et ne tiennent pas compte de celui qui est biologiquement disponible pour la lamproie de Vancouver sur les plans d'une profondeur de l'eau suffisante, de la température ou d'autres variables environnementales ou de la qualité de l'eau. Le degré de disponibilité de l'habitat des cônes alluviaux varie également d'une année à l'autre, en fonction de différents facteurs tels que les précipitations, la fonte du manteau neigeux, la température, la perte par évaporation, la qualité de l'eau et des facteurs anthropiques comme l'exploitation du déversoir et l'extraction d'eau pour répondre aux besoins de conservation et aux besoins anthropiques en aval du bassin versant. Un autre facteur important est la sédimentation et l'accumulation de la charge sédimentaire dans l'habitat des cônes alluviaux. Les cônes alluviaux sont fortement influencés par le transport vers l'aval des sédiments (du sable aux grosses roches) et des gros débris ligneux. L'accumulation de sédiments ou alluvionnement joue un rôle important dans la quantité d'eau disponible nécessaire (profondeur et superficie) pour soutenir la fraie, l'incubation des œufs et le début de l'élevage, et les charges sédimentaires peuvent être très variables d'une année à l'autre.

Les ammocètes ont également besoin d'un habitat littoral pour le début de l'élevage. Cependant, aucune donnée n'est disponible pour calculer la superficie (ha) de l'habitat littoral dans l'habitat essentiel désigné pour la lamproie de Vancouver, le degré et l'étendue spatiale de l'utilisation de ce type d'habitat ou la mesure dans laquelle il pourrait être influencé par les différents niveaux d'eau du lac. L'habitat littoral variera en raison des différences de bathymétrie et ce type d'habitat ne sera pas utilisé de la même manière dans tous les habitats essentiels disponibles. Cependant, on a démontré chez d'autres espèces de lamproies que la mobilité et la survie des ammocètes sont limitées pendant les événements d'assèchement (Liedtke *et al.* 2015, 2020; Harris *et al.* 2020). Par conséquent, en veillant à ce que l'habitat des cônes alluviaux soit mouillé, on assurerait également un certain niveau de protection contre l'assèchement de l'habitat des cônes alluviaux et de l'habitat littoral, tout en préservant l'habitat pour le début de l'élevage pour les ammocètes.

Objectif 3 : Déterminer les problèmes de conservation de la lamproie de Vancouver et les types de possibilités d'amélioration ou de rétablissement qui peuvent exister pour cette espèce dans le bassin versant du lac Cowichan

En raison des nombreuses incertitudes biotiques et abiotiques propres à la conservation de l'espèce, assurer la résilience, minimiser les dommages et profiter des possibilités d'amélioration sont des mesures qui peuvent directement influencer et améliorer la santé de la population (Stephen et Wade 2018; Stephen *et al.* 2018). Un tableau résumant les enjeux de conservation et les mesures de réhabilitation directement liées aux niveaux des lacs Mesachie, Bear et Cowichan est présenté ci-après (tableau 2).

L'une des possibilités d'amélioration suggérées plus loin consiste à retirer l'excès de sédiments des cônes alluviaux (en dehors de la période de fraie) afin de créer plus d'habitats de fraie disponibles. Cette possibilité d'amélioration nécessite des études plus détaillées pour comprendre la faisabilité et les avantages potentiels de chaque site. L'extraction de sédiments des cours d'eau peut dégrader l'habitat du poisson, mais les cônes alluviaux peuvent continuer à accumuler des sédiments jusqu'à dépasser la capacité de la rivière à transporter des matériaux à travers le cône et au-delà, ce qui provoque l'alluvionnement des cônes alluviaux à mesure que les dépôts de sable et de gravier viennent s'y ajouter année après année. Cet effet peut se trouver exacerbé dans les situations où les taux de sédimentation ont augmenté en raison d'activités anthropiques. Il est possible que des débits suffisants n'empêchent pas l'alluvionnement et le maintien de l'habitat de fraie, mais entraînent la canalisation des affluents et des cônes alluviaux, et ici ce sont les cônes alluviaux qui représentent souvent des habitats uniques dans les systèmes fluviaux.

L'alluvionnement des cônes alluviaux, le débit des cours d'eau et les niveaux d'eau des lacs sont quelques-unes des variables de chaque site qui peuvent faciliter ou limiter l'accès de la lamproie de Vancouver à ce type d'habitat et son utilisation durant les stades biologiques critiques (figure 2). Dans le lac Cowichan, l'alluvionnement et les faibles niveaux du lac ont entraîné l'assèchement de l'habitat des cônes alluviaux avant le pic de la saison de fraie. Le retrait de l'excès de sédiments pourrait contribuer au maintien de l'habitat de fraie de la lamproie de Vancouver, même si les niveaux d'eau du lac sont plus bas. Ainsi, pour les cônes alluviaux qui présentent un excès de sédiments et qui risquent d'être asséchés par les faibles niveaux d'eau du lac pendant la saison de fraie, on pourrait évaluer le retrait de cet excès de sédiments afin de déterminer les avantages pour la conservation de la lamproie de Vancouver. La création de pièges à sédiments pourrait également être très bénéfique et offrir un certain niveau de protection et de stabilité à l'habitat de fraie contre l'alluvionnement continu.



Figure 3. Transport de sédiments vers l'aval, se répercutant sur le cône alluvial de la rivière Robertson en 2022.

Tableau 2. Enjeux de conservation et options pour les mesures de réhabilitation proposées pour la lamproie de Vancouver, propres à la gestion de l'eau et aux opérations du déversoir.

Enjeu de conservation	Mesure de réhabilitation
Lacunes dans les connaissances qui nuisent à la conservation de la lamproie de Vancouver	<ul style="list-style-type: none"> • Informations sur la fourchette des variables de la qualité de l'eau (par exemple, débit, profondeur, température, oxygène dissous, pH) nécessaires à la réussite de la fraie, de l'incubation des œufs et du début de l'élevage. Cela permettrait de déterminer la quantité d'habitat biologiquement disponible pour les différents stades biologiques. • Comprendre la variabilité annuelle et saisonnière des niveaux d'eau et de l'accès à l'habitat de fraie de la lamproie de Vancouver. Un nouveau déversoir permettra probablement d'atténuer en grande partie ce problème, mais il faudrait surveiller les qualités de ces habitats essentiels dans un environnement en constante évolution afin de s'assurer de la présence de l'habitat de fraie. • Mobilité et survie de différentes classes d'âge des ammocètes de la lamproie de Vancouver lors d'épisodes d'assèchement. • La modélisation de la disponibilité de l'habitat littoral et de son utilisation par les ammocètes pour différents niveaux d'eau du lac aiderait à comprendre les impacts potentiels de la gestion de l'eau. • Études propres au site pour comprendre la faisabilité et les avantages potentiels du retrait de l'excès de sédiments et relevés pour déterminer s'il serait utile d'ajouter du substrat à certains cônes alluviaux, là où l'habitat pourrait manquer. • Influence du débit du cours d'eau dans l'atténuation de l'alluvionnement de l'habitat des cônes alluviaux et impacts de la canalisation dans l'habitat de fraie.

Enjeu de conservation	Mesure de réhabilitation
<p>Accès à l'habitat de fraie (cône alluvial) dans toute l'aire de répartition de l'espèce</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retrait des sédiments excédentaires des cônes alluviaux en dehors de la saison de fraie ou lorsqu'ils sont à sec. Cette mesure nécessite des études plus détaillées pour comprendre la faisabilité et les avantages potentiels de chaque site. Elle pourrait permettre de restaurer des habitats fortement touchés par des niveaux élevés d'alluvionnement. Toutefois, il pourrait s'agir d'une solution temporaire nécessitant des travaux annuels en raison de l'importante charge sédimentaire transportée par les affluents du lac Cowichan. • L'installation de pièges à sédiments pourrait offrir un certain niveau de protection à l'habitat de fraie et le stabiliser. Cependant, d'autres études propres au site sont nécessaires pour déterminer les emplacements appropriés et la faisabilité, et un entretien permanent serait requis pour assurer un fonctionnement efficace jusqu'à ce que les zones en haut de pente se stabilisent au fil du temps. • Comprendre et gérer les effets en amont de l'exploitation forestière ou du développement résidentiel sur les affluents des lacs Cowichan, Bear et Mesachie et sur les dépôts alluviaux. Déterminer les zones susceptibles d'être assainies afin de réduire la production de roches et de graviers et d'augmenter le débit pendant la saison sèche. • Maintenir des niveaux d'eau adéquats dans le lac de mai à septembre. On recommande, pour assurer une protection maximale de la lamproie de Vancouver, que le niveau d'eau du lac soit supérieur à 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et ne descende pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013). • Construction d'un nouveau déversoir (planification en cours) pour augmenter le stockage et donner plus de flexibilité aux gestionnaires pour maintenir les besoins écologiques des lacs et des habitats en aval. Cette mesure serait extrêmement utile pour la conservation de la lamproie de Vancouver.
<p>Assurer la connectivité entre le lac Mesachie et les lacs Bear/Cowichan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le ruisseau Mesachie est le seul cours d'eau permettant à la lamproie de Vancouver et à ses proies d'accéder aux lacs Mesachie et Cowichan. Auparavant, il constituait une connexion fonctionnelle entre ces masses d'eau et permettait le déplacement des proies et des lamproies. Cette connexion s'est dégradée au fil du temps et n'est plus fonctionnelle, isolant le lac Mesachie du lac Cowichan. <p>Des relevés ont été menés pour cerner les problèmes le long de ce ruisseau, mais il faut élaborer et mettre en œuvre un plan de restauration pour restaurer cet habitat essentiel désigné pour la lamproie de Vancouver et atténuer les impacts sur l'espèce.</p>

Enjeu de conservation	Mesure de réhabilitation
Dégradation de l'habitat littoral	<ul style="list-style-type: none"> Plantation de végétation indigène dans les habitats riverains le long des rives du lac et dans les tronçons inférieurs des affluents. <p>D'autres études visant à déterminer les zones prioritaires pour la restauration des berges dans l'intérêt de la lamproie de Vancouver seraient utiles et permettraient de réaliser ce travail.</p>
Sensibilisation	<ul style="list-style-type: none"> Communiquer les réglementations en vigueur et l'importance de l'habitat riverain aux résidents dont les propriétés longent les bords des cours d'eau et des lacs. Certaines mesures de sensibilisation ont été menées et il existe des groupes d'intendance solides et engagés qui s'intéressent à la lamproie de Vancouver. Toutefois, cette activité est plus efficace si la communication est permanente.
Mise en application	<ul style="list-style-type: none"> Faire respecter la protection de l'habitat essentiel de la lamproie de Vancouver, conformément à la <i>Loi sur les espèces en péril</i> (LEP) et au règlement sur les zones riveraines (<i>Riparian Area Regulations</i>) de la Colombie-Britannique en vertu de la loi provinciale sur la protection des zones riveraines (<i>Riparian Areas Protection Act</i>).

Objectif 4 : Examiner et cerner les incertitudes relatives aux données et aux méthodes

Les recommandations de cet avis s'accompagnent de nombreuses incertitudes, principalement liées à des lacunes dans les connaissances.

- En raison d'informations limitées, on a utilisé des espèces de substitution (lamproies ayant un cycle biologique similaire) pour orienter certains aspects de la biologie de la lamproie de Vancouver.
- Un certain nombre de lacunes dans les connaissances limitent notre compréhension de la biologie et des impacts potentiels sur l'espèce (profondeur de l'eau, température et autres variables de la qualité de l'eau requises pour la fraie, l'incubation des œufs et le début de l'élevage; mobilité des ammocètes; capacité et conséquences du retour potentiel à la frayère natale; rôle des affluents dans le succès de la fraie et de l'incubation des œufs; étendue spatiale et utilisation de l'habitat littoral). Les calculs ne font donc qu'estimer l'habitat de fraie potentiellement disponible dans les cônes alluviaux (qui changent continuellement) et ne tiennent pas compte de celui qui est potentiellement biologiquement disponible pour la lamproie de Vancouver. Ce point est important, car l'habitat mouillé ne représente pas nécessairement celui qui est biologiquement disponible pour l'espèce en raison des préférences et tolérances thermiques dans l'habitat de fraie et d'élevage.
- La variation annuelle des facteurs influençant le bassin versant, associée à des taux de charge sédimentaire différents dans les affluents et les habitats des cônes alluviaux, entraîne des incertitudes quant à la validité des recommandations. Une surveillance continue est probablement nécessaire pour fournir des informations à jour au fur et à mesure que les conditions changent.

- Le retrait de l'excès de sédiments dans les cônes alluviaux (en dehors de la période de fraie) pour créer davantage d'habitats de fraie disponibles nécessite des études plus détaillées pour comprendre la faisabilité et les avantages potentiels de chaque site. Inversement, bien que l'on ne pense pas qu'il soit nécessaire d'ajouter des substrats dans d'autres habitats des cônes alluviaux dans le lac Cowichan pour créer plus d'habitats, il faudrait également l'étudier de manière plus détaillée.
- Aucune donnée n'est disponible actuellement pour calculer la superficie (ha) de l'habitat littoral (habitat d'élevage des ammocètes) dans l'habitat essentiel désigné pour la lamproie de Vancouver, le degré et l'étendue spatiale de l'utilisation de ce type d'habitat, ou la mesure dans laquelle il pourrait être influencé par les différents niveaux d'eau du lac. Les données bathymétriques pourraient être utilisées pour déterminer la zone littorale, qui pourrait servir de substitut à l'habitat littoral, mais ces données ne sont pas disponibles à l'heure actuelle.

Conclusions

On dispose de suffisamment d'informations sur la biologie et l'utilisation de l'habitat de la lamproie de Vancouver pour formuler des recommandations sur les niveaux d'eau nécessaires des lacs pour assurer une protection maximale en fonction du stade biologique, la superficie de l'habitat essentiel touchée, les enjeux de conservation potentiels, les possibilités de mise en valeur et les sources d'incertitude.

On recommande, pour assurer une protection maximale de la lamproie de Vancouver, que le niveau d'eau du lac soit supérieur à 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et ne descende pas en dessous de 1 m (162,14 m CGVD2013). Lorsque les niveaux d'eau approchaient le stockage zéro (élément de référence supposé de 0 m, 161,14 m CGVD2013), moins de 10 % (0,26 ha) de l'habitat des cônes alluviaux requis pour la fraie et le début de l'élevage était recouvert d'eau et potentiellement disponible dans le lac Cowichan pour la lamproie de Vancouver (figure 1; Wade *et al.* 2021). Des niveaux d'eau de 1 m (162,14 m CGVD2013) garantissaient généralement la disponibilité de plus de 50 % (1,3 ha) de l'habitat des cônes alluviaux et des niveaux d'eau de 1,5 m (162,64 m CGVD2013) et plus, la disponibilité de la majorité (près de 2,6 ha) de l'habitat des cônes alluviaux (figure 1; Wade *et al.* 2021). Malgré la variabilité entre les sites due aux différences dans la bathymétrie, l'alluvionnement de l'habitat des cônes alluviaux, le débit du cours d'eau et d'autres caractéristiques environnementales, ces résultats fournissent des lignes directrices générales pour tous les habitats des cônes alluviaux dans le lac Cowichan.

Bien que ces recommandations reposent sur les besoins biologiques de l'espèce, en particulier sur les niveaux des lacs requis pour maintenir l'habitat de fraie, il est difficile d'atteindre ces objectifs avec la capacité de stockage actuelle pendant la saison de fraie, ce qui montre bien l'importance d'augmenter la capacité de stockage pour contribuer à la conservation de l'espèce. Un nouveau déversoir permettra d'atténuer ce problème, mais il est reconnu qu'il n'est pas réalisable actuellement de maintenir des niveaux d'eau élevés tout au long de l'année et qu'il faut surveiller l'habitat essentiel dans un environnement en constante évolution.

Le déversoir existant ne fournit qu'un total de 0,97 m de stockage (du stockage complet jusqu'à celui permettant de maintenir le débit sortant minimum autorisé de 7,08 m³/s, soit de 1,426 m à 0,456 m (162,57 m à 161,6 m CGVD2013). Les élévations au-dessus du stockage complet se produisent généralement pendant l'automne et l'hiver. En dessous de 0,456 m (161,6 m CGVD2013), les débits diminuent à mesure que le niveau du lac baisse jusqu'à 0,346 m (161,49 m CGVD2013), point à partir duquel des débits minimaux continus ne peuvent être maintenus que par pompage au-dessus du déversoir, ce qui abaisse encore plus les niveaux

d'eau du lac. Pendant la saison de fraie, le niveau des lacs descend souvent en dessous de 0,346 m (161,49 CGVD2013). Il est donc très difficile de respecter les niveaux recommandés pour garantir une humidification suffisante de l'habitat essentiel et la disponibilité de l'habitat de fraie. Au fil du temps, l'alluvionnement de certains cônes alluviaux a probablement aussi contribué à la nécessité d'avoir des niveaux d'eau plus élevés dans les lacs. La conception proposée du nouveau déversoir relèvera l'élévation du stockage intégral de 0,7 m. En outre, le protocole opérationnel proposé permettra de stocker l'eau un mois plus tôt (décalage de la date du 1^{er} avril au 1^{er} mars). Ces deux mesures permettraient de protéger plus efficacement l'habitat essentiel et de maintenir l'habitat de fraie dans les cônes alluviaux. Il ne fait aucun doute que l'augmentation de la hauteur du déversoir et du stockage, associée à de nouveaux protocoles opérationnels, aurait des effets bénéfiques directs sur la conservation de la lamproie de Vancouver. L'élévation du niveau des lacs ne devrait pas avoir d'impact négatif sur l'espèce ni sur la création ou la pérennité de l'habitat des cônes alluviaux.

Au fur et à mesure que de nouvelles informations sont disponibles et que des changements interviennent dans les cônes alluviaux, il devra mettre à jour les hypothèses concernant la délimitation et la disponibilité des habitats de fraie et de début de l'élevage liées à la gestion de l'eau. Ces recommandations concernent l'habitat disponible dans les cônes alluviaux des lacs Cowichan et Bear, mais ne tiennent pas compte de celui qui est biologiquement disponible pour la lamproie de Vancouver sur les plans d'une profondeur de l'eau suffisante, de la température ou d'autres variables environnementales ou de la qualité de l'eau.

Certains aspects du cycle biologique de la lamproie de Vancouver, notamment son utilisation de l'habitat à différents stades biologiques, rendent l'espèce sensible aux impacts des changements climatiques, des sécheresses et des problèmes de gestion de l'eau (Wade *et al.* 2021). Il est donc important de déterminer les besoins en matière d'habitat et les périodes biologiquement importantes à tous les stades biologiques. Pour la fraie et l'incubation des œufs, les périodes biologiquement importantes pour maintenir les niveaux d'eau recommandés dans le lac vont du début du mois de mai à septembre. Il existe peu de données sur la profondeur ou la température de l'eau dont les lamproies de Vancouver adultes ont besoin pour frayer ou pour l'incubation des œufs, mais il est suggéré de maintenir un minimum de 40 cm d'eau pendant la fraie et l'incubation des œufs dans l'habitat des cônes alluviaux. La manière d'y parvenir dépendra de divers facteurs propres au site, notamment le débit du cours d'eau, l'alluvionnement, le substrat et les niveaux d'eau du lac.

Pour le début de l'élevage, on estime que les ammocètes de la lamproie de Vancouver passent six ans enfouies dans les cônes alluviaux et le substrat littoral en tant que filtreurs. Des incertitudes entourent également la mobilité et la survie des ammocètes pendant les périodes d'assèchement, et compliquent l'évaluation des impacts au niveau de la population. Toutefois, les recommandations visant à protéger l'habitat des cônes alluviaux permettraient probablement d'assurer une protection similaire de l'habitat littoral et contribueraient à maintenir l'habitat du début de l'élevage pour les ammocètes.

Il est aussi difficile d'évaluer la superficie d'habitat essentiel touchée par les niveaux des lacs. La lamproie de Vancouver peut ne pas utiliser tous les habitats de fraie potentiels de la même manière et peut choisir de préférence un sous-ensemble plus petit d'habitats des cônes alluviaux. Il n'existe pas non plus de données permettant de calculer la superficie (ha) de l'habitat littoral, le degré et l'étendue spatiale de l'utilisation de ce type d'habitat et la mesure dans laquelle il pourrait être influencé par les différents niveaux du lac. La superficie de l'habitat des cônes alluviaux que les adultes utilisent pour la fraie et l'incubation des œufs varie chaque année, mais totalise environ 2,6 ha. Cette petite zone représente une faible proportion de

l'habitat essentiel total disponible (0,04 %), mais elle est essentielle à la survie de la lamproie de Vancouver et les impacts sur cette zone peuvent être ressentis au niveau de la population.

Il pourrait être possible d'améliorer ou de restaurer l'habitat essentiel de la lamproie de Vancouver pour aider à renforcer la résilience au niveau de la population dans un environnement changeant. Les trois mesures les plus importantes sont probablement 1) le retrait de l'excès de sédiments dans les cônes alluviaux et l'assainissement des zones riveraines; 2) la réhabilitation du cours d'eau et des zones riveraines du ruisseau Mesachie; et 3) la détermination et la minimisation des effets négatifs en amont des affluents sur les cônes alluviaux et le débit des cours d'eau.

Le retrait de l'excès de sédiments dans les cônes alluviaux (en dehors de la période de fraie) pour créer davantage d'habitats de fraie disponibles nécessite des études plus détaillées pour comprendre la faisabilité et les avantages potentiels de chaque site. À l'heure actuelle, le cône alluvial de la rivière Robertson est un site potentiel où le retrait de gravier pourrait être bénéfique. Les niveaux élevés d'alluvionnement à ce site ont un impact sur l'habitat de fraie disponible, qui nécessite des niveaux du lac plus élevés pour que l'habitat soit adéquat. Il est également nécessaire d'assainir le ruisseau Mesachie pour maintenir la connectivité avec le reste du système, car il n'est actuellement pas fonctionnel et isole le lac Mesachie du lac Cowichan. Historiquement, le ruisseau Mesachie constituait une connexion fonctionnelle, mais il s'est dégradé au fil du temps et ne permet plus le déplacement des lamproies ou des proies entre ces masses d'eau.

Il ne fait aucun doute que les changements climatiques et l'augmentation de la demande en eau ont nécessité une augmentation des capacités de stockage de l'eau dans le lac Cowichan (Wade *et al.* 2021). La construction d'un nouveau déversoir capable de stocker plus d'eau pendant les périodes sensibles de l'année sera bénéfique pour les objectifs de conservation en aval (rivière Cowichan) et en amont (système du lac Cowichan). Les objectifs de conservation des lacs ne sont pas inclus dans le plan de gestion actuel du déversoir, malgré toutes les espèces aquatiques inscrites comme disparues du pays, en voie de disparition ou menacées et bénéficiant d'une protection juridique en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), qu'elles se trouvent sur des terres fédérales ou provinciales. Comme des facteurs environnementaux et anthropiques ont des impacts sur l'habitat essentiel et la résidence de la lamproie de Vancouver dans le bassin versant, les besoins de l'espèce doivent être intégrés dans les protocoles d'exploitation du déversoir afin de protéger l'habitat dont l'espèce a besoin pour survivre et d'atténuer les dommages directs causés à la population. L'élévation du niveau du lac renforcerait la capacité à protéger l'habitat essentiel et aurait des effets bénéfiques directs sur la conservation de la lamproie de Vancouver.

Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Paul Grant	Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Joy Wade	Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Todd Lewis	Université de l'Ouest de l'Angleterre, Bristol
Rowshyra Castañeda	Direction des sciences du MPO, région du Pacifique
Tom Rutherford (examinateur)	Cowichan Watershed Board (à la retraite)
Kate Miller (examinatrice)	District régional de la vallée de Cowichan

Approuvé par

Andrew Thomson
Directeur régional
Direction des sciences, région du Pacifique
Pêches et Océans Canada

17 avril 2023

Sources de renseignements

- Beamish, R.J. 1982. *Lampetra macrostoma*, a new species of freshwater parasitic lamprey from the west coast of Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39:736–747.
- Beamish, R.J. 2001. Updated status of the Vancouver Island Lake Lamprey, *Lampetra macrostoma*, in Canada. *Can. Field-Nat* 115:127–130.
- Beamish, R.J. and Wade, J. 2008. Critical habitat and the conservation ecology of the freshwater parasitic lamprey, *Lampetra macrostoma*. *Can. Field-Nat.* 122(4):327–337.
- Chaudhuri, C., Wade, J., and Robertson, C. 2020. Fluctuating water levels influence access to critical habitats for threatened Cowichan Lamprey. *Facets* 5:488–502.
- Cochran, P.A. 2014. Field and laboratory observations on the ecology and behaviour of the Chestnut Lamprey *Ichthyomyzon castaneus*. *J. Freshwater Ecol.* 29(4):491–505.
- Cochran, P.A. and Lyons, J. 2004. Field and laboratory observations on the ecology and behaviour of the Silver Lamprey (*Ichthyomyzon unicuspis*) in Wisconsin. *J. Freshwater Ecol.* 19 (2):245–253.
- COSEPAC. 2017. COSEWIC assessment and status report on the Vancouver Lamprey *Entosphenus macrostomus* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xi + 67 pp.
- Cowichan Valley Regional District (CVRD). 2021. Climate Change Adaptation and Risk Management Strategy. 105 pp.
- Feng, B., Zhang, T., Wu, F., Chen, S. and Xu, A. 2018. Artificial propagation and embryonic development of Yalu River lamprey, *Lampetra morii*. *Acta. Biochim. Biophys. Sin.* 50(8):828–830.
- Harris, J.E., Skalicky, J.J., Liedtke, T.L., Weiland, L.K., Clemens, B.J. and Gray, A.E. 2020. Effects of dewatering on behaviour, distribution, and abundance of larval lampreys. *River Res. Applic.* 1–12.
- Holt, C.S. and Durkee, P.A. 1983. The distribution, ecology and growth of the Chestnut Lamprey, *Ichthyomyzon castaneus*, in the Clearwater River, Minnesota. *J. Minn. Acad. Sci.* 49:35–38.
- Kan, T.T. and Bond, C.E. 1981. Notes on the biology of the Miller Lake Lamprey *Lampetra (Entosphenus) minima*. *Northwest Sci.* 55(1):70–74.
- Lanteigne, J. 1981. The taxonomy and distribution of the North American lamprey genus *Ichthyomyzon*. M.Sc. thesis. University of Ottawa, Ottawa, Ontario. 150p.
- Liedtke, T.L., Weiland, L.K. and Mesa, M.G. 2015. Vulnerability of larval lamprey to Columbia River hydropower system operations—Effects of dewatering on larval lamprey movements and survival. U.S. Geological Survey Open-File Report 2015–1157, 28p.

- Liedtke, T.L., Weiland, L.K., Skalicky, J.J., and Gray, A.E. 2020. Evaluating dewatering approaches to protect larval Pacific lamprey: U.S. Geological Survey Open-File Report 2020–1026, 32p.
- Lorion, C.M., Markle, D.F., Reid, S.B. and Docker, M.F. 2000. Redescription of the presumed-extinct Miller Lake Lamprey, *Lampetra minima*. Copeia 2000(4):1019–1028.
- Morman, R.H. 1979. Distribution and ecology of lampreys in the Lower Peninsula of Michigan, 1957–75. Great Lakes Fish. Comm. Tech. Rep. No. 33. 59p.
- MPO. 2019. [Plan d'action pour la lamproie de Vancouver \(*Entosphenus macrostomus*\) au Canada, 2019](#). Série des plans d'action de la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Ottawa. vi + 46 p.
- Scott, W.B. and Crossman, E.J. 1973. Freshwater Fishes of Canada. Bulletin 184. Fisheries and Research Board of Canada, Ottawa.
- Smith, A.J., Howell, J.H. and Piavis, G.W. 1968. Embryology of five species of lampreys of the upper Great Lakes. Copeia 1968:461–469.
- Stephen, C. and Wade, J. 2018. [Wildlife population welfare as coherence between adapted capacities and environmental realities: A case study of threatened lamprey on Vancouver Island](#). Front. Vet. Sci. 5:227.
- Stephen, C., Wittrock, J. and Wade, J. 2018. Using a harm reduction approach in an environmental case study of fish and wildlife health. EcoHealth 15:4–7.
- Vessey, M., Tutty, B., Wightman, C., Elliott, J.R., Rutherford, T., and Baillie, S. 2008. [Cowichan weir start-up, operation and seasonal protocols](#).
- Wade, J. 2019. Can we learn from other freshwater parasitic lampreys to help manage Cowichan Lake Lamprey (*Entosphenus macrostomus*). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3184: v + 29 p.
- Wade, J. and MacConnachie, S. 2016. Cowichan Lake Lamprey (*Entosphenus macrostomus*) ammocoete habitat survey 2012. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3088: iv + 15p.
- Wade, J., Dealy, L., Hodes, V. and Grant, P. 2018a. Identifying factors contributing to the successful spawning and early rearing of Cowichan Lake Lamprey (*Entosphenus macrostomus*). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3169: v + 13 p.
- Wade, J., Dealy, L. and MacConnachie, S. 2018b. First record of nest building, spawning and sexual dimorphism in the threatened Cowichan Lake lamprey *Entosphenus macrostomus*. Endanger. Species Res. 35:39–45.
- Wade, J., Dealy, L., Stephen, C., Lewis, T. and Grant, P. 2021. Supporting climate change adaptation actions for the conservation of the threatened Cowichan Lake Lamprey through low cost monitoring of critical habitat. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3227: vi + 17 p.
- Water Survey of Canada. 2013. [Vertical datum information for 08HA009](#).

Le présent rapport est disponible auprès du :

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

Courriel : DFO.PacificCSA-CASPacifique.MPO@dfo-mpo.gc.ca

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

ISSN 1919-3815

ISBN 978-0-660-48626-0 N° cat. Fs70-7/2023-025F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2023



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2023. Effets de la gestion de l'eau du lac Cowichan sur la lamproie de Vancouver en Colombie-Britannique et détermination des possibilités d'amélioration. Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2023/025.

Also available in English:

DFO. 2023. Effects of Cowichan Lake water management on Vancouver Lamprey in British Columbia and identification of possible enhancement opportunities. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2023/025.