



INFORMATION POUR PRÉCISER L'HABITAT ESSENTIEL CANDIDAT DE LA POPULATION D'ESTURGEON BLANC (*ACIPENSER TRANSMONTANUS*) DU COURS SUPÉRIEUR DU COLUMBIA

Contexte

Au Canada, l'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) est présent dans des cours d'eau et des lacs faisant partie des réseaux des fleuves Fraser et Columbia et des rivières Nechako et Kootenay en Colombie-Britannique. L'esturgeon blanc est la plus grande espèce de poisson d'eau douce du Canada (longueur maximale de 6,10 m), et sa durée de vie peut dépasser 100 ans (Scott et Crossman 1998; McPhail 2007). La population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia est une unité désignable (UD) évaluée comme étant en péril par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Le rétablissement de cette population (ou UD) est entravé par l'échec de son recrutement dû à des modifications de l'habitat, principalement des barrages et la régulation de cours d'eau (MPO 2014, 2023a; McAdam 2015). Les autres menaces comprennent les altérations directes et indirectes de l'habitat (par exemple, les activités menées dans les cours d'eau ainsi que l'aménagement de zones riveraines et intertidales et de plaines inondables), la mortalité accessoire et les modifications de l'écosystème (par exemple, les espèces invasives; Hatfield *et al.* 2013; MPO 2014, 2023a).

Les efforts de rétablissement de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia ont commencé en 2000 avec la mise en place de l'initiative de rétablissement de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia, un groupe de travail technique transfrontalier coordonné dont les objectifs sont de fournir des avis scientifiques, de mettre au point des plans pour guider le rétablissement de l'espèce ainsi que de superviser la mise en œuvre et le suivi de ces plans en coopération avec les organismes responsables. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un document officiel aux termes de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP; 2002) du Canada, le groupe de travail technique a élaboré le plan de rétablissement original en 2002, mis à jour en 2012 (Hildebrand et Parsley 2013), qui énonce les objectifs de rétablissement généraux couvrant à la fois les parties canadienne et américaine de l'aire de rétablissement de l'espèce.

Au Canada, six populations d'esturgeon blanc d'importance nationale ont été évaluées par le COSEPAC en 2003, et l'UD du cours supérieur du Columbia a été évaluée comme étant en voie de disparition. Cette évaluation (COSEPAC 2003) a conduit à l'inscription de l'esturgeon blanc, population du cours supérieur du Columbia, à l'annexe 1 de la LEP en tant qu'espèce en voie de disparition en 2006. Lors de la réévaluation de 2012, le COSEPAC a révisé la structure des populations en définissant quatre UD d'esturgeon blanc, et il a de nouveau évalué l'UD du cours supérieur du Columbia comme étant en voie de disparition (COSEPAC 2013). Suite à l'inscription en vertu de la LEP en 2006, le gouvernement fédéral a établi un programme de rétablissement (MPO 2014, 2023a) dans lequel l'habitat essentiel de l'esturgeon blanc est désigné.

L'habitat essentiel est défini ainsi dans la LEP : « [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 » [par. 2(1)]. En vertu de l'alinéa 41(1)c) de la LEP, l'habitat essentiel d'une espèce doit être désigné « [...] dans la mesure du possible, en se fondant sur la meilleure information accessible, notamment les informations fournies par le COSEPAC, et des exemples d'activités susceptibles d'entraîner sa destruction ». Au moment de la désignation initiale de l'habitat essentiel de l'esturgeon blanc, la fraie dans le tronçon de Kinnaird (situé en aval du confluent de la rivière Kootenay et du fleuve Columbia) n'avait été détectée que récemment et, par conséquent, les données probantes connexes avaient été jugées insuffisantes pour justifier son inclusion en tant qu'habitat essentiel. Néanmoins, le tronçon de Kinnaird du fleuve Columbia a été défini comme un habitat important dans le programme de rétablissement de l'esturgeon blanc (MPO 2014, 2023a), le plan d'action (MPO 2023b) et Hatfield *et al.* (2013), car des activités de fraie avaient été récemment observées. Conformément au calendrier d'études recommandé dans le programme de rétablissement (MPO 2014, 2023a), les efforts de recherche et de suivi ciblant l'esturgeon blanc dans le tronçon de Kinnaird du fleuve Columbia ont augmenté, et ce tronçon semble soutenir tous les stades du cycle vital de l'espèce (BC Hydro 2023a, 2023b).

Le Programme sur les espèces en péril de Pêches et Océans Canada (MPO) a demandé un avis scientifique pour soutenir la précision d'un habitat essentiel candidat supplémentaire pour la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia, à l'aide des données provenant des efforts de suivi déployés récemment dans le tronçon de Kinnaird. Le Programme sur les espèces en péril utilisera l'évaluation et l'avis découlant de ce processus de réponse des Sciences du Secrétariat canadien des avis scientifiques (SCAS) pour s'assurer que l'habitat essentiel de la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia est aussi bien désigné que possible et protégé. Les habitats essentiels existants de l'UD ne sont pas pris en compte dans le cadre de cet examen.

Les objectifs précis de l'examen sont les suivants :

1. Examiner l'information accessible sur le tronçon de Kinnaird concernant l'habitat nécessaire à la survie et au rétablissement de la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia.
2. Mettre à jour les fonctions, les caractéristiques et les paramètres de l'habitat pour tous les stades du cycle vital de l'espèce.
3. Présenter les paramètres spatiaux actualisés de l'habitat essentiel candidat dans le tronçon de Kinnaird.

La présente réponse des Sciences découle de l'examen par les pairs régional du 11 janvier 2024 sur l'information pour préciser l'habitat essentiel candidat de la population d'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) du Haut-Columbia.

Renseignements de base

Le recrutement de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia a été considérablement réduit avec la construction de grands barrages sur le cours principal il y a environ 50 ans (McAdam 2015); la population sauvage est en déclin depuis lors (Hildebrand *et al.* 2016). Cette tendance est conforme à celles des autres populations, l'espèce étant en déclin dans l'ensemble de son aire de répartition (Crossman et Hildebrand 2022). Les mesures de rétablissement de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia ont compris des efforts substantiels de recherche et de suivi au Canada et aux États-Unis afin de comprendre les mécanismes associés à l'échec du recrutement de la population et d'obtenir des données

démographiques (Hildebrand et Parsley 2013). Les résultats de ces efforts ont été importants pour déterminer l'efficacité des mesures de conservation et pour recenser les régions où des mesures ou des protections supplémentaires pourraient apporter des avantages biologiques ou stimuler le recrutement naturel.

L'habitat essentiel de la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia a été désigné dans la mesure du possible dans le programme de rétablissement de 2014 (MPO 2014, 2023a) à l'aide de l'information fournie dans Hatfield *et al.* (2013). Il a été reconnu qu'un suivi continu était nécessaire pour combler les lacunes dans les données sur la plupart des stades du cycle vital (Hatfield *et al.* 2013). En particulier, les sites utilisés au cours des premiers stades ont été considérés comme une priorité, car il a été déterminé que le goulot d'étranglement du recrutement de la population se produit dans les 40 jours suivant l'éclosion (Hildebrand et Parsley 2013).

Le recensement des frayères et la description de la durée et de la fréquence des activités de fraie étaient des éléments importants du programme de rétablissement. Avant 2007, date du début du processus de désignation de l'habitat essentiel, des études avaient permis de cerner des frayères de l'esturgeon blanc à deux endroits principaux : au confluent du fleuve Columbia et de la rivière Pend-d'Oreille au Canada (Waneta, au kilomètre¹ 56) et près de Northport, dans l'État de Washington aux États-Unis (Howell et McLellan 2006). La frayère de Waneta est actuellement protégée par l'*Arrêté visant l'habitat essentiel de l'esturgeon blanc (Acipenser transmontanus) population du cours supérieur du Columbia*, DORS/2016-85. Un suivi supplémentaire au Canada a permis de recenser des frayères dans la zone située immédiatement en aval du barrage Hugh L. Keenleyside et de la centrale électrique d'Arrow Lakes (kilomètre 0,1; BC Hydro 2013), ainsi que dans le tronçon de Kinnaird (kilomètres 13 à 20; Golder 2008). Ces résultats ont démontré qu'il existait encore des frayères non documentées et souligné l'importance d'assurer un suivi continu pour décrire l'écologie de la reproduction des adultes, déterminer les mécanismes influençant la sélection des frayères et comprendre les mécanismes sous-jacents entraînant l'échec du recrutement. Malgré le peu d'information accessible à l'époque, la frayère près de la centrale électrique d'Arrow Lakes a été incluse dans l'habitat essentiel protégé, car elle se trouvait déjà dans une zone protégée pour d'autres raisons (alimentation, rassemblement et hivernage). Le tronçon de Kinnaird a été défini comme un secteur où il subsistait une grande incertitude (Hatfield *et al.* 2013), même si l'information accessible laissait entendre que l'espèce l'utilisait à tous les stades de son cycle vital (Hildebrand et Parsley 2013). Il n'a pas été inclus dans la liste définitive des habitats essentiels protégés, mais il a été défini comme un secteur où il était important de mener des études plus approfondies (MPO 2014, 2023a).

Un programme d'aquaculture de conservation a été mis en œuvre en 2001 en tant que mesure temporaire pour empêcher la disparition de la population au Canada grâce à la restauration d'une structure d'âge naturelle et à la conservation de la diversité génétique de la population sauvage existante (Hildebrand et Parsley 2013). Ce programme a permis de rétablir plus de 20 classes d'âge dans la population et a entraîné une augmentation de l'abondance de l'esturgeon blanc dans toute la section canadienne du fleuve (Crossman *et al.* 2023). Des activités de recherche et de suivi sur l'utilisation de l'habitat par les esturgeons blancs sauvages et d'écloserie sont en cours; elles démontrent que l'utilisation des habitats dans l'ensemble du fleuve est plus grande qu'au moment où la population a été inscrite en vertu de la LEP (BC Hydro 2023a, b; Jetter 2022). Plus récemment, le programme d'aquaculture de

¹ Les kilomètres sont mesurés sur le fleuve en allant vers l'aval depuis le barrage Hugh L. Keenleyside (kilomètre 0) jusqu'à la frontière internationale avec les États-Unis (kilomètre 57).

conservation est passé à l'approvisionnement en produits de la fraie naturelle prélevés dans la nature afin d'améliorer la diversité génétique des descendants libérés dans la population. Cela inclut l'utilisation de produits de la fraie prélevés dans toutes les frayères connues dans la section canadienne du fleuve, y compris le tronçon de Kinnaird. Les recherches visant à décrire la structure des individus d'éclosion reproducteurs dans le tronçon de Kinnaird ont permis de déterminer qu'une partie des mâles est capable de frayer (Maskill *et al.* 2022; BC Hydro 2023b) et que des femelles aux premiers stades de la vitellogenèse (début du développement des ovaires; Webb *et al.* 2019) sont également présentes (BC Hydro 2023b). Avec l'arrivée de nouveaux reproducteurs dans la population, il faut protéger les frayères pour garantir la progression du rétablissement jusqu'à ce que les incertitudes liées à l'échec du recrutement soient levées.

Analyse et réponse

Lorsqu'une espèce aquatique est inscrite à l'annexe 1 de la LEP comme étant menacée, en voie de disparition ou disparue du pays, le MPO est tenu de désigner et de protéger son habitat essentiel, dans la mesure du possible, en se fondant sur la meilleure information accessible. La LEP définit l'habitat essentiel 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 ». En outre, l'habitat d'une espèce aquatique est défini 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 est habituellement désigné dans le programme de rétablissement et lié aux objectifs de population et de répartition de l'espèce.

Bien que l'habitat essentiel de l'esturgeon blanc ait été désigné dans la mesure du possible dans le programme de rétablissement (MPO 2014, 2023a), ce dernier comprend aussi un calendrier des études énumérant les recherches supplémentaires nécessaires pour désigner ou préciser l'habitat essentiel. La confirmation de l'utilisation du tronçon de Kinnaird du fleuve Columbia par l'esturgeon blanc à différents stades de son cycle de vie a été répertoriée comme une étude nécessaire pour préciser l'habitat essentiel (MPO 2014, 2023a). Conformément aux lignes directrices du MPO sur la désignation de l'habitat essentiel, l'information scientifique sur le tronçon de Kinnaird permettant de préciser l'habitat essentiel candidat doit comprendre le lieu géographique (par exemple, les coordonnées), les fonctions, les caractéristiques et les paramètres, ainsi qu'un résumé de la désignation de l'habitat par rapport aux objectifs en matière de population et de répartition². Cette réponse des Sciences présente un examen de l'information accessible sur le tronçon de Kinnaird du fleuve Columbia, qui sera utilisée pour préciser l'habitat essentiel conformément à la LEP.

Information et méthodes utilisées pour préciser l'habitat essentiel candidat

L'objectif de cette réponse des Sciences est de fournir de l'information sur les habitats importants en vue de préciser les habitats essentiels. L'information provient de l'évaluation du potentiel de rétablissement (Wood *et al.* 2007), de Hatfield *et al.* (2013), des lignes directrices sur la désignation de l'habitat essentiel², du programme de rétablissement (MPO 2014, 2023a) et des données recueillies sur le terrain entre 2007 et 2022.

² MPO. 2015. Lignes directrices pour l'identification des habitats essentiels des espèces aquatiques en péril. Rapport non publié, Direction de la gestion des écosystèmes, Ottawa, Canada, 43 p.

L'approche utilisée pour délimiter l'habitat essentiel candidat de la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia est celle fondée sur la parcelle d'habitat. Elle consiste à définir une zone présentant des caractéristiques précises d'un habitat essentiel candidat². Cette approche est appliquée lorsque l'on dispose de connaissances détaillées sur les caractéristiques et les paramètres de l'habitat qui soutiennent les fonctions du cycle vital de l'espèce et que les emplacements des caractéristiques restent stables dans le temps et peuvent être cartographiés².

Réponse à l'objectif 1 : Examiner l'information accessible sur le tronçon de Kinnaird

Le tronçon de Kinnaird a été évalué à l'aide des résultats des activités de recherche et de suivi sur son utilisation par l'esturgeon blanc à chacun des stades de son cycle vital (Golder 2008; BC Hydro 2013a, 2013b, 2015, 2016, 2018, 2023a; Hildebrand et Parsley 2013; Jay *et al.* 2014; Crossman *et al.* 2016, 2023). Les descriptions des stades du cycle vital et les exigences en matière d'habitat propres à chaque stade sont les mêmes que celles utilisées lors de l'évaluation précédente de l'habitat essentiel de la population (Hatfield *et al.* 2013) et dans le programme de rétablissement (MPO 2014, 2023a).

Utilisation du tronçon de Kinnaird pour la fraie et l'alevinage au cours des premiers stades du cycle vital

Les activités de suivi visant à déterminer si une fraie avait lieu dans ce tronçon ont été menées en 2007 et étaient basées sur des preuves provenant d'individus adultes équipés d'un émetteur télémétrique se déplaçant vers la zone pendant la période de fraie connue en juin et juillet (Golder 2008). Suite à la capture d'une larve vésiculée en juillet 2007, un suivi annuel a été mis en place afin de déterminer le moment et la fréquence des activités de fraie dans le tronçon de Kinnaird en utilisant des tapis de ponte et des filets dérivants pour prélever des embryons et des larves d'esturgeon blanc (les méthodes sont détaillées dans BC Hydro 2013a, 2013b). L'utilisation de tapis de ponte et de filets dérivants est une méthode standard pour assurer un suivi de la fraie des esturgeons (Haxton *et al.* 2023). Les tapis de ponte constituent une approche passive pour collecter les embryons déposés pendant la fraie et peuvent être déployés en continu tout au long de la saison de fraie. Les filets dérivants peuvent être plus efficaces que les tapis de ponte, car ils capturent les embryons déplacés ou les larves en dispersion en aval des frayères. Cela dit, ils doivent être déployés moins longtemps, car ils peuvent rapidement se remplir de débris ou de détritus, ce qui réduit la survie des embryons ou des larves capturés. Les travaux d'échantillonnage, qui comprenaient l'utilisation de tapis de ponte et de filets dérivants, ont été menés de façon constante de 2007 à 2022, à l'exception de 2012 où les débits de pointe étaient bien supérieurs à la moyenne, réduisant ainsi l'effort global et le nombre d'emplacements où l'équipement pouvait être déployé en toute sécurité. Des activités de fraie ont été détectées par la capture d'embryons ou de larves au cours de 13 des 16 années de suivi (tableau 1; BC Hydro 2023a). Une analyse supplémentaire intégrant des données quotidiennes de détection télémétrique de 2008 à 2017 a révélé qu'une proportion (40 %) des adultes matures marqués (n = 124) s'était rendue dans le tronçon de Kinnaird pendant la période où il avait été déterminé qu'une fraie avait eu lieu (BC Hydro 2018). Les lieux exacts de dépôt des embryons restent incertains, car les nombres d'embryons (n = 12) et de larves (n = 114) capturés ont été faibles (tableau 1) par rapport à d'autres frayères de cette population surveillées avec les mêmes méthodes (par exemple, Waneta; BC Hydro 2023a), où plus de 90 % des échantillons collectés étaient des larves vésiculées. Les captures d'embryons et de larves ont eu lieu entre les kilomètres 14,5 et 18,2. La fraie dans le tronçon de Kinnaird a eu lieu aussi tôt que le 24 juin et jusqu'au 9 août, avec une moyenne de 2,6 activités de fraie (fourchette : 1 à 6 activités) pour les années où une fraie avait été détectée (tableau 1;

BC Hydro 2023a). Les températures pendant la période de fraie ont varié entre 13 et 19,2 °C (figure 1), soit dans la fourchette optimale pour la survie d'après les recherches sur le développement aux stades de l'embryon (Wang *et al.* 1985, 1987) et de la larve (Jay *et al.* 2020). L'analyse génétique de l'ascendance effectuée sur la progéniture prélevée en 2011 a permis d'estimer à 32 le nombre d'adultes reproducteurs (IC à 95 % : de 19 à 58) contribuant à la descendance dans le tronçon de Kinnaird, ce qui représente 19 % du nombre total d'adultes reproducteurs estimés dans la section canadienne cette année-là, toutes frayères confondues (Jay *et al.* 2014).

Des embryons et des larves ont été capturés dans le matériel d'échantillonnage déployé en aval du pont de l'autoroute 3, à Castlegar, ce qui suggère que la fraie a lieu entre les kilomètres 13 et 19, où un emplacement en aval a été échantillonné constamment depuis 2009. Le point de capture d'embryons ou de larves situé le plus en amont a été le kilomètre 14,5, c'est pourquoi une zone tampon en amont a été incluse jusqu'au kilomètre 12 pour inclure une série de rapides qui peuvent fournir un habitat approprié pour le dépôt d'embryons. Les larves se dispersant passivement au-delà du site d'échantillonnage en aval au kilomètre 19 rencontrent un bief commençant au kilomètre 20, adjacent au ruisseau Blueberry, avec des zones où la vitesse de l'eau est plus lente et les substrats sont plus fins. Après le kilomètre 20, on ne connaît pas l'utilisation de l'habitat au cours des premiers stades du cycle vital, car aucun échantillonnage n'y a été effectué. En conséquence, le kilomètre 20 est proposé comme limite inférieure de l'habitat essentiel dans le tronçon de Kinnaird, sur la base de l'information accessible.

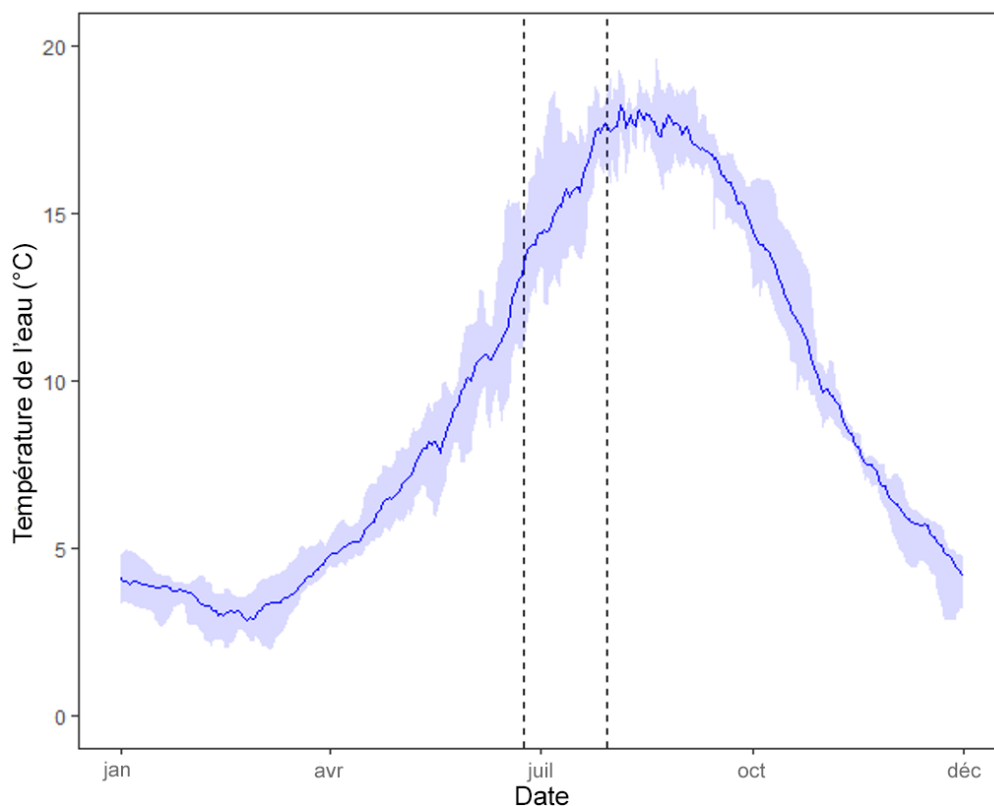


Figure 1. Température quotidienne moyenne (°C) mesurée au kilomètre 13 dans le tronçon de Kinnaird du fleuve Columbia, de 2015 à 2022. La zone ombrée représente les 10^e et 90^e quantiles des données de température pour la même période. Les lignes verticales tiretées représentent la période de fraie de l'esturgeon blanc observée dans le tronçon de Kinnaird entre 2007 et 2023 (BC Hydro 2023a).

**Réponse des Sciences : Préciser l'habitat essentiel candidat
de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia**

Tableau 1. Années où des activités de fraie ont été détectées dans le tronçon de Kinnaird, nombre d'embryons et de larves capturés, nombre estimé de jours où il y a eu des activités de fraie et période de fraie. Les activités de fraie correspondent à la date de fécondation des embryons et des larves capturés, estimée par rétrocalcul à partir de la date et de l'heure de capture/de préservation enregistrées, sur la base du stade de développement et de la température moyenne de l'eau pendant l'incubation.

Année	Embryons	Larves vésiculées	Jours avec fraie	Début de la fraie	Fin de la fraie	Référence
2007	0	1	1	17 juill. 2007	19 juill. 2007	Golder 2008
2008	0	1	1	10 juill. 2008	11 juill. 2008	Golder 2009
2009	0	5	1	19 juill. 2009	20 juill. 2009	BC Hydro 2013a
2010	1	8	3*	14 juill. 2010	1 ^{er} août 2010	BC Hydro 2013a
2011	2	32	S.O.**	26 juill. 2011	9 août 2011	BC Hydro 2013b; Jay <i>et al.</i> 2014
2012***	0	0	0	-	-	BC Hydro 2015
2013	0	5	2	23 juill. 2013	27 juill. 2013	BC Hydro 2023a
2014	6	13	3	14 juill. 2014	22 juill. 2014	
2015	0	8	4	2 juill. 2015	9 juill. 2015	
2016	0	17	6	3 juill. 2016	30 juill. 2016	
2017	1	14	1	10 juill. 2017	10 juill. 2017	
2018	0	4	4	5 juill. 2018	13 juill. 2018	
2019	1	6	4	24 juin 2019	23 juill. 2019	
2020	0	0	0	-	-	
2021	0	0	0	-	-	
2022	1	0	1	11 juill. 2022	11 juill. 2022	

* Nombre minimal d'activités en raison des échantillons dégradés au moment de la détermination du stade de développement.

** Échantillons conservés pour analyse de l'ascendance (Jay *et al.* 2014) et dont le stade de développement n'a pas été déterminé. La durée de la période de fraie correspond à la période pendant laquelle les embryons et les larves ont été capturés.

*** Année de haut débit pendant laquelle l'effort d'échantillonnage a été limité.

Utilisation du tronçon de Kinnaird par les juvéniles, les subadultes et les adultes

L'échantillonnage des juvéniles et des adultes dans le tronçon de Kinnaird a eu lieu de manière intermittente depuis la fin des années 1990. Pour cet examen de l'habitat essentiel candidat, nous avons incorporé les données individuelles provenant des poissons capturés entre 2007 et 2022 dans les limites spatiales du tronçon de Kinnaird, comme il est décrit ci-dessus. Au cours de cette période, un suivi semestriel a été effectué selon un plan systématique et équilibré dans l'espace. De façon générale, l'échantillonnage sous forme de capture directe a été effectué au moyen de lignes dormantes appâtées (Hildebrand et Parsley 2013; Crossman *et al.* 2023), et des captures à l'aide de méthodes supplémentaires (par exemple, pêche au filet maillant et à la

ligne) ont été utilisées certaines années. En plus des efforts de capture directe, un réseau de télémétrie acoustique passive à long terme se trouve dans le cours supérieur du Columbia pour décrire les déplacements de l'espèce et son utilisation de l'habitat tout au long de l'année.

Les résultats des efforts de capture montrent que des juvéniles, des subadultes et des adultes utilisent les habitats de l'ensemble du tronçon de Kinnaird, avec des captures annuelles substantielles d'esturgeons blancs d'écloserie et sauvages (figure 2) au cours des efforts d'échantillonnage déployés au printemps et en automne. Il importe de noter que l'un des rares juvéniles sauvages (âgé de moins de trois ans) détectés à partir du recrutement dans la nature au cours de la dernière décennie a été capturé dans le tronçon de Kinnaird (figures 2 et 3; BC Hydro 2015). Les données obtenues des captures ont permis de déterminer que 14 classes d'âge distinctes issues de l'écloserie utilisent le tronçon de Kinnaird et qu'entre 1 et 20 années se sont écoulées depuis leur libération. Le sexe et le stade de maturité des adultes ont été déterminés lors des efforts de capture (selon Webb *et al.* 2019), et un certain nombre de mâles et de femelles étaient en état de frayer, ce qui démontre l'utilisation du tronçon de Kinnaird comme zone de rassemblement avant la fraie (figure 4). En plus des données de capture, les résultats d'études de télémétrie acoustique ont révélé qu'une partie des esturgeons blancs adultes (13 %) passait plus de 75 % de son temps dans le tronçon de Kinnaird sur une période de 10 ans (n = 99 adultes munis d'une étiquette active répartis dans toute la section canadienne du fleuve; BC Hydro 2016). Cette grande fidélité au site est similaire à celle des individus présents dans d'autres tronçons de la section canadienne du fleuve, où les adultes sélectionnent des habitats précis pour les utiliser tout au long de l'année, ce qui suggère que les protections de l'habitat dans une zone peuvent ne pas profiter à tous les individus de la population de la même manière. Les détections de tous les adultes portant une étiquette acoustique dans la section canadienne ont révélé que 21 % des poissons passaient au moins 25 % de leur temps dans le tronçon de Kinnaird, les autres adultes marqués de la population passant par le tronçon pour se nourrir ou pour migrer vers les frayères (BC Hydro 2016). Des analyses plus complètes de l'utilisation de l'habitat dans le tronçon de Kinnaird par les juvéniles et les adultes sont en cours (BC Hydro, données inédites).

Étant donné que l'on a confirmé que la population l'utilise tout au long de l'année, le tronçon de Kinnaird est une zone d'alimentation importante pour les juvéniles, les subadultes et les adultes, comme il avait été déterminé lors de l'évaluation initiale de l'habitat essentiel (Hatfield *et al.* 2013). Les recherches visant à décrire la disponibilité de proies benthiques dans le tronçon de Kinnaird montrent que la nourriture disponible est du type approprié pour les juvéniles et correspond aux préférences alimentaires des individus présents dans d'autres zones du fleuve (Crossman *et al.* 2016). En plus des proies benthiques, les subadultes et les adultes se nourrissent de poissons tels que la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et le ménomini des montagnes (*Prosopium williamsoni*), qui sont tous deux présents dans l'ensemble du tronçon de Kinnaird (Golder *et al.* 2021). Le nombre d'esturgeons blancs observés au-dessus de nids de fraie de truite arc-en-ciel dans la section canadienne du fleuve Columbia a augmenté au cours des 20 dernières années (Amies-Galonski et Thorley 2018). L'esturgeon blanc est un prédateur opportuniste connu pour tirer parti des sources de nourriture saisonnièrement abondantes lorsqu'elles sont disponibles (MPO 2014, 2023a), et on suppose qu'il mange des embryons de truite arc-en-ciel trouvés dans des nids de fraie ou des reproducteurs adultes. La truite arc-en-ciel construit des nids de fraie dans l'ensemble du tronçon de Kinnaird (Baxter *et al.* 2023) et elle constitue probablement une importante source de nourriture à de multiples stades de son cycle vital pour l'esturgeon blanc tout au long de l'année. Des données empiriques provenant de personnes pratiquant la pêche dans le tronçon de Kinnaird confirment également la prédation active de la truite arc-en-ciel par l'esturgeon blanc adulte (M. Marrello, BC Hydro, communications personnelles, 2023).

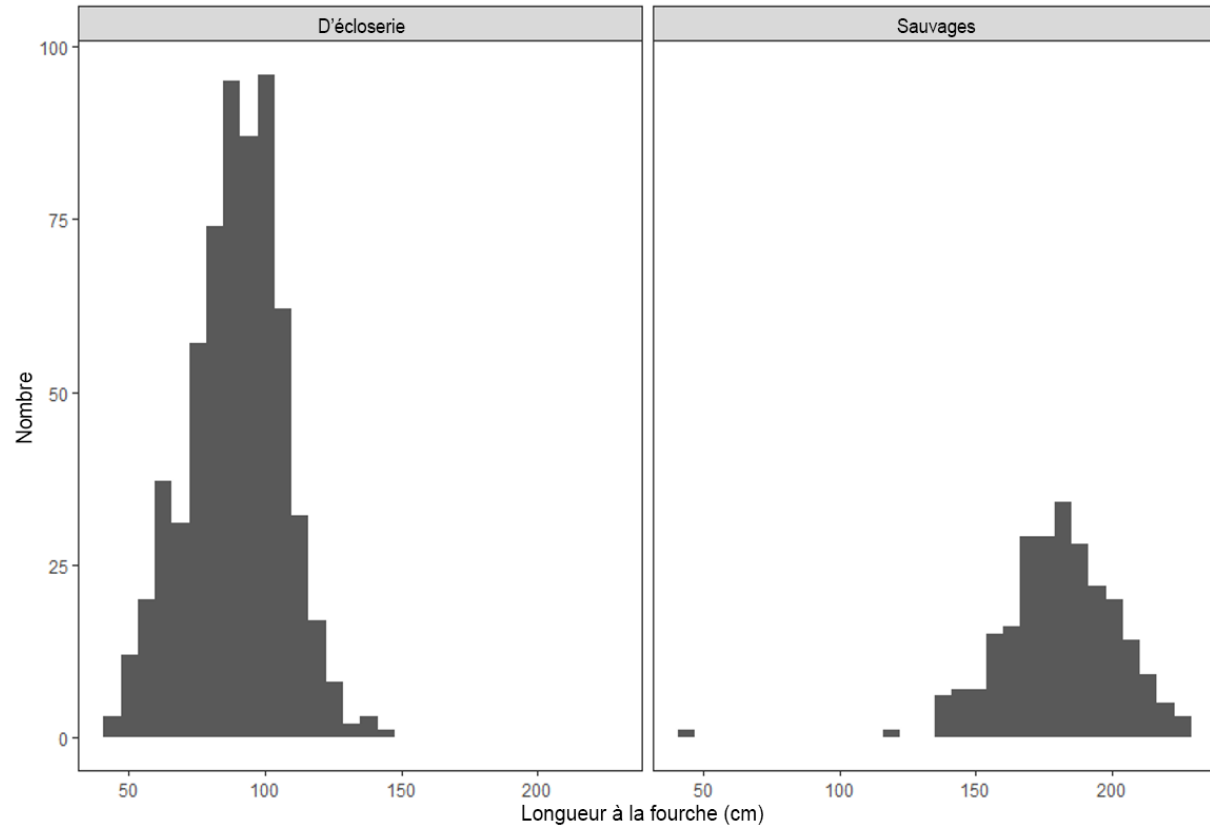


Figure 2. Fréquence selon la longueur des esturgeons blancs sauvages et d'écloserie capturés au cours des efforts de suivi semestriel déployés dans le tronçon de Kinnaird entre 2007 et 2022 (BC Hydro, données inédites).

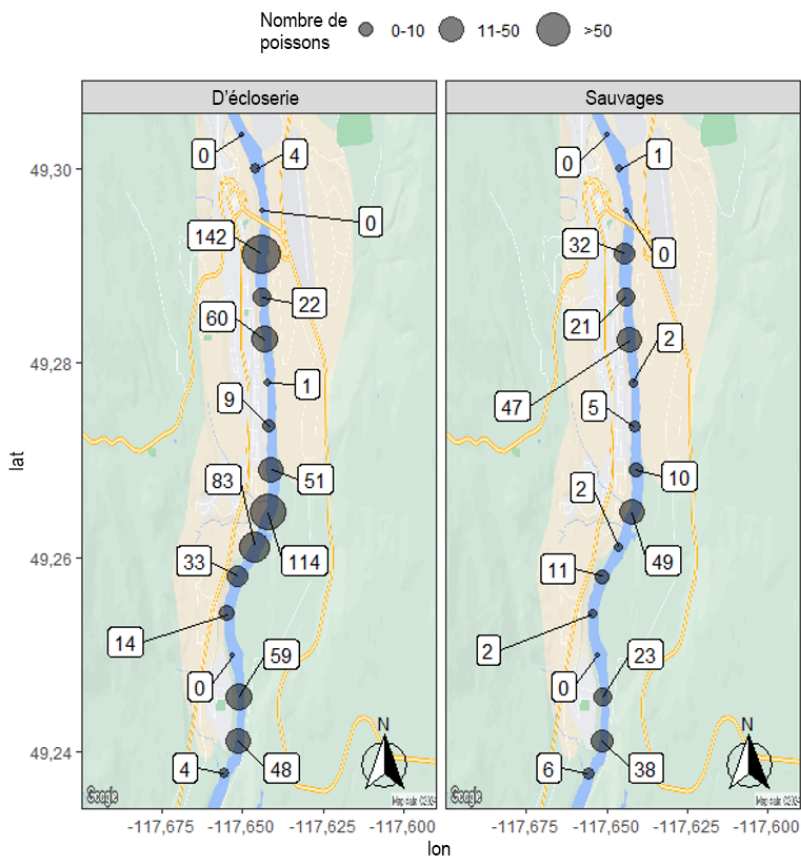


Figure 3. Emplacements des esturgeons blancs d'écloserie et sauvages capturés dans le tronçon de Kinnaird du cours supérieur du fleuve Columbia entre les kilomètres 12 et 20 au cours des efforts de suivi annuel déployés entre 2007 et 2022 (BC Hydro, données inédites).

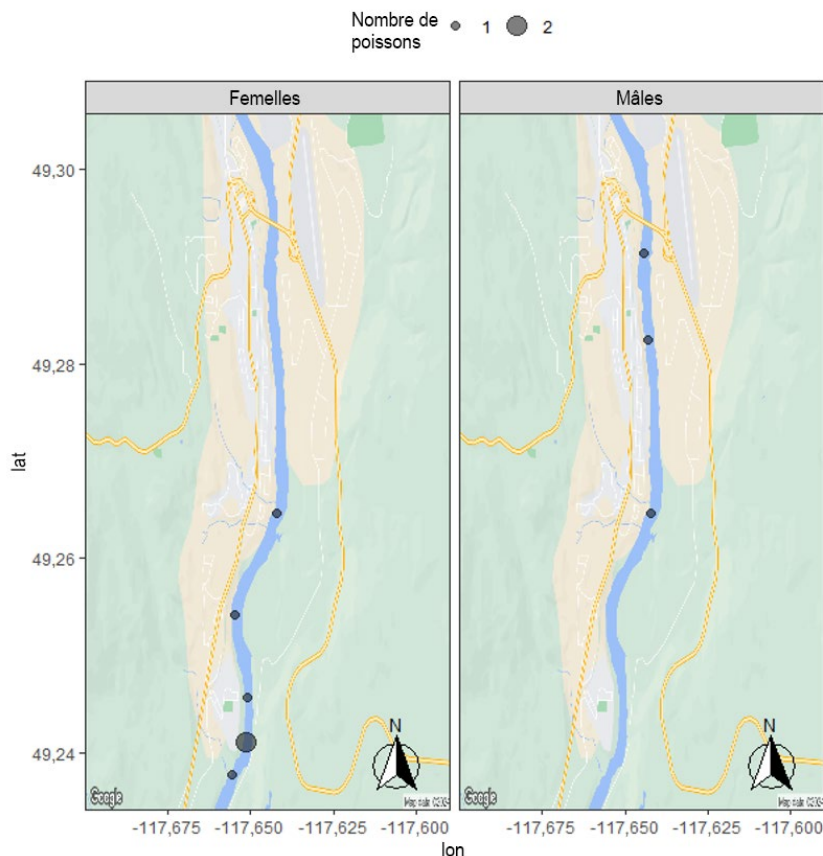


Figure 4. Emplacements des esturgeons blancs sauvages, femelles et mâles, capturés aux fins de détermination du stade de maturité dans le tronçon de Kinnaird du cours supérieur du fleuve Columbia entre les kilomètres 12 et 20, de 2007 à 2022 (BC Hydro, données inédites). Les femelles sont celles au stade 4 (dernier stade de la vitellogenèse; Webb et al. 2019) et au stade 5 (stade après la vitellogenèse), et les mâles sont ceux de stade 5 (matures) ou de stade 6 (en spermiation active; Webb et al. 2019).

Description de l'habitat

L'habitat dans le tronçon de Kinnaird est principalement constitué de zones où la vitesse de l'eau est plus rapide et où les remous sont plus profonds (entre 10 et 20 m de profondeur). Les esturgeons blancs juvéniles, subadultes et adultes choisissent principalement des habitats profonds où la vitesse de l'eau est lente (inférieure à 1 m/s; MPO 2023b); cette préférence est confirmée par le fait que les esturgeons blancs capturés l'ont été dans des zones où la vitesse de l'eau est lente (figure 2). Les zones du tronçon de Kinnaird où la vitesse de l'eau est rapide (supérieure à 1,5 m/s) servent d'habitats d'alimentation, de fraie et de transition. Les eaux dans le tronçon de Kinnaird sont une combinaison des débits régularisés provenant du fleuve Columbia (centrale électrique d'Arrow Lakes) et de la rivière Kootenay (barrage de Brilliant). Le moment de la crue nivale est plus précoce dans la rivière Kootenay que dans le fleuve Columbia, ce qui se traduit par une période de débit élevé soutenu en été, avec deux pics (figure 5). Les vitesses de l'eau pendant la période de fraie se situent dans la plage appropriée pour l'esturgeon blanc; elle est de plus de 1,5 à 2 m/s dans le talweg et de moins de 2 m/s en marge des remous et du talweg (BC Hydro, données inédites). Les transects réalisés à l'aide d'un profileur de courant à effet Doppler (ADCP) pendant la période de fraie ont révélé des vitesses moyennes de l'eau (± 1 écart-type) dans le tronçon de Kinnaird de $1,82 \pm 0,07$ m/s pendant une année de débit élevé en 2012 et de $1,76 \pm 0,03$ m/s pendant une année de débit

normal en 2011 (BC Hydro, données inédites). Le profil de température dans le tronçon de Kinnaird se situe dans la plage appropriée pour l'espèce, avec des températures atteignant 14 °C lors de la fraie à la fin juin (figure 1) et ne dépassant pas le seuil de 20 °C, qui est négativement associé à la survie et au développement au cours des premiers stades du cycle vital (Wang *et al.* 1985; Parsley *et al.* 2011; Boucher *et al.* 2014).

Dans le cadre d'un projet visant à déterminer la faisabilité de la restauration du substrat de fraie, une étude complète de l'habitat a été réalisée par West et ses collaborateurs (2020) pour décrire les conditions actuelles dans le tronçon de Kinnaird. Les résultats ont montré que le substrat dominant était constitué de gravier et de galets. L'enfouissement du substrat dans le tronçon de Kinnaird était généralement faible, mais très variable, avec des poches de fines présentes dans tout le tronçon. Toutefois, les zones de fines étaient beaucoup plus petites que celles dans les frayères de la centrale électrique d'Arrow Lakes et de Waneta, et l'enfouissement était plus directement associé au compactage du substrat plutôt qu'au dépôt de fines. Le caractère convenable de l'habitat dans le tronçon de Kinnaird a été évalué au moyen du modèle fondé sur le recrutement et l'habitat de l'esturgeon blanc du fleuve Columbia mis au point par Hatten et ses collaborateurs (2018) pour un site en aval du barrage Bonneville où le recrutement annuel a lieu. Les résultats ont permis de définir de vastes zones dans le tronçon de Kinnaird comme étant des habitats convenables dans les conditions actuelles (West *et al.* 2020). Bien que des solutions de rechange sous forme de restauration pour le tronçon de Kinnaird aient été envisagées, aucune n'a été développée en raison de l'incertitude entourant les lieux de fraie et d'alevinage et la faisabilité des travaux dans des habitats profonds où la vitesse de l'eau est rapide. La restauration du substrat de fraie a récemment été achevée dans l'habitat essentiel (frayère) situé près de la centrale électrique d'Arrow Lakes (BC Hydro, données inédites), et les résultats du suivi de l'efficacité aideront à informer les mesures qui peuvent être mises en œuvre dans d'autres frayères comme celles du tronçon de Kinnaird.

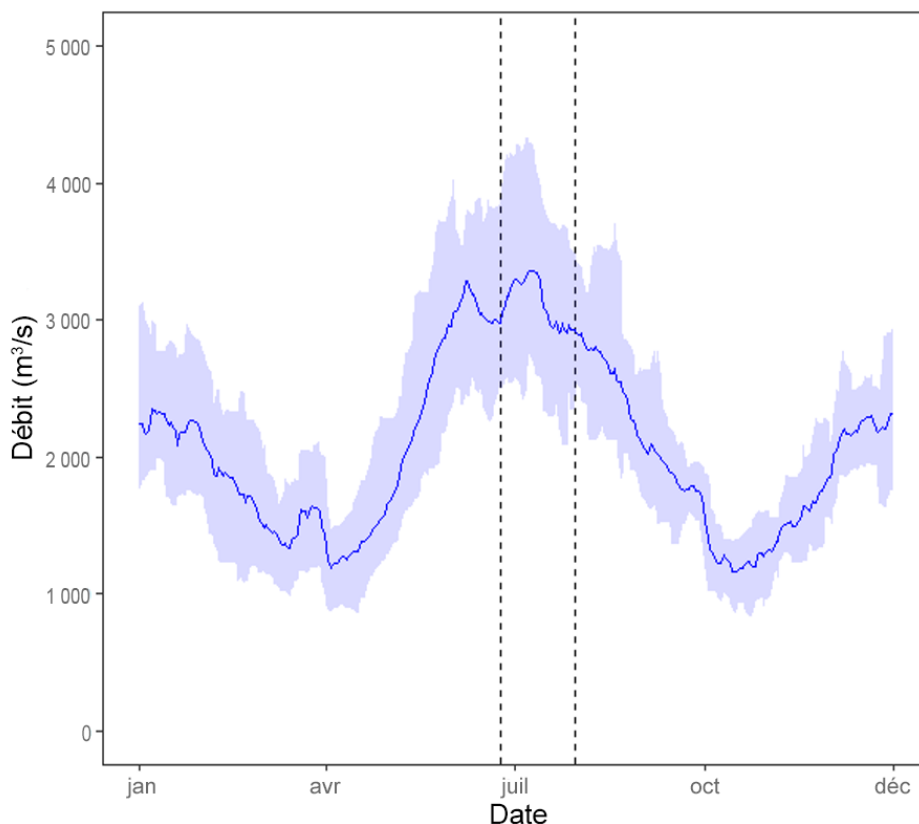


Figure 5. Débit quotidien moyen (m^3/s ; ligne bleu foncé) dans le tronçon de Kinnaird mesuré à la station de jaugeage de Birchbank sur le fleuve Columbia, de 2007 à 2022. La zone ombrée représente les 10^e et 90^e quantiles des données de débit pour la même période. Les lignes verticales tiretées représentent la période de fraie de l'esturgeon blanc observée dans le tronçon de Kinnaird entre 2007 et 2023 (BC Hydro 2023a).

Réponse à l'objectif 2 : Mettre à jour les fonctions, les caractéristiques et les paramètres

Tableau 2. Résumé des fonctions, caractéristiques et paramètres pour chaque stade du cycle vital de l'esturgeon blanc qui sont propres au tronçon de Kinnaird, qui s'étend du kilomètre 12 (en amont du pont de l'autoroute 3) au kilomètre 20 (près du ruisseau Blueberry). Les kilomètres sont mesurés sur le fleuve Columbia en allant vers l'aval depuis le barrage Hugh L. Keenleyside, près de Castlegar, en Colombie-Britannique. Tableau modifié de MPO (2023a).

Stade(s) du cycle vital	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Paramètre(s)
Œuf et embryon	Pouponnière, incubation	<ul style="list-style-type: none"> Zone benthique 	<ul style="list-style-type: none"> Les substrats grossiers, allant du gravier aux galets, offrent des espaces interstitiels pour l'incubation L'incubation a lieu dans une eau dont la température se situe optimalement entre 14 et 18 °C

**Réponse des Sciences : Préciser l'habitat essentiel candidat
de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia**

Région du Pacifique

Stade(s) du cycle vital	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Paramètre(s)
			<ul style="list-style-type: none"> Des conditions humides sont requises parce que les embryons ne peuvent pas quitter la zone à ce stade
Larve vésiculée (de 0 à 12 jours après l'éclosion)	Alevinage	<ul style="list-style-type: none"> Zone benthique 	<ul style="list-style-type: none"> Les substrats grossiers, allant du gravier aux galets, fournissent des espaces interstitiels où s'abriter, ce qui améliore la croissance, le développement et la survie On estime que la température de l'eau optimale pour la croissance et le développement se situe entre 14 et 18 °C Des conditions humides sont requises parce que les larves vésiculées ne peuvent pas quitter la zone à ce stade
Larve qui s'alimente (de 12 à 40 jours après l'éclosion)	Alevinage, croissance et alimentation	<ul style="list-style-type: none"> Environnement lotique Remous Source de nourriture Zone benthique 	<ul style="list-style-type: none"> La dispersion passive des larves se produit dans le talweg du fleuve, où la vitesse de l'eau est rapide (supérieure à 1,5 m/s) Zones de dispersion en aval des frayères où il y a des sédiments fins et des proies appropriées On estime que la température de l'eau optimale pour les larves qui s'alimentent se situe entre 14 et 18 °C Source d'invertébrés benthiques Les larves qui s'alimentent peuvent encore avoir besoin de substrats grossiers, allant du gravier aux galets, offrant des espaces interstitiels où s'abriter, en plus de zones où

**Réponse des Sciences : Préciser l'habitat essentiel candidat
de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia**

Région du Pacifique

Stade(s) du cycle vital	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Paramètre(s)
			les sédiments sont plus fins comme le limon et le sable
Juvénile précoce (de 40 jours à 2 ans après la l'éclosion)	Alevinage, croissance et alimentation	<ul style="list-style-type: none"> • Zone benthique • Source de nourriture 	<ul style="list-style-type: none"> • Source d'invertébrés benthiques ou de petits poissons de fond • Profondeur supérieure à 2 m • Vitesse moyenne de l'eau dans la colonne entre 0,1 et 1,2 m/s et vitesse de l'eau près du substrat entre 0,1 et 0,8 m/s
	Hivernage	<ul style="list-style-type: none"> • Fosses • Zone de dépôt 	<ul style="list-style-type: none"> • En général, les individus préfèrent des profondeurs supérieures à 5 m, mais ils peuvent se trouver à des profondeurs moindres • Zones où la vitesse de l'eau est faible (inférieure à 1 m/s)
Juvénile tardif et adulte (plus de 2 ans)	Alimentation, repos	<ul style="list-style-type: none"> • Environnement lotique • Zone de dépôt • Source de nourriture 	<ul style="list-style-type: none"> • Zones à faible vitesse de l'eau où les poissons peuvent se reposer et les espèces proies, se rassembler; souvent à proximité du confluent avec une autre masse d'eau, ce qui permet un meilleur accès aux sources de nourriture • Consommation opportuniste de poissons, de préférence des salmonidés, et d'invertébrés • Zones d'une profondeur supérieure à 15 m où la vitesse de l'eau est plus faible que dans le cours principal
	Hivernage	<ul style="list-style-type: none"> • Fosses • Zone de dépôt 	<ul style="list-style-type: none"> • En général, les individus préfèrent des profondeurs supérieures à 5 m, mais ils peuvent se trouver à des profondeurs moindres • Zones où la vitesse de l'eau est faible (0,5 m/s)

**Réponse des Sciences : Préciser l'habitat essentiel candidat
de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia**

Région du Pacifique

Stade(s) du cycle vital	Fonction(s)	Caractéristique(s)	Paramètre(s)
Adulte	Rassemblement	<ul style="list-style-type: none"> Fosses 	<ul style="list-style-type: none"> Habitat profond (plus de 5 m) et à faible vitesse de l'eau (inférieure à 1 m/s) avec possibilité d'accéder à des zones où la vitesse de l'eau est plus élevée
	Fraie	<ul style="list-style-type: none"> Talweg du fleuve Zone benthique 	<ul style="list-style-type: none"> Substrats grossiers, allant du gravier aux galets, qui offrent des espaces interstitiels pour les embryons Température de l'eau entre 13 et 19,2 °C La vitesse de l'eau moyenne dans la colonne dans la plupart des frayères est supérieure à 0,8 m/s Profondeur du talweg de 4 ou 5 m

Réponse à l'objectif 3 : Paramètres spatiaux de l'habitat essentiel candidat dans le tronçon de Kinnaird

Pour la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia, l'habitat essentiel candidat précisé dans le tronçon de Kinnaird est désigné dans la mesure du possible, en utilisant la meilleure information accessible. Il offre les fonctions et caractéristiques nécessaires pour soutenir l'espèce à tous les stades de son cycle vital et dans tous ses processus vitaux. Sur la base de l'ensemble des fonctions, caractéristiques et paramètres, l'habitat essentiel candidat précisé est désigné comme étant le tronçon de Kinnaird du cours supérieur du Columbia situé entre les kilomètres 12 et 20. La limite d'altitude est limitée à la ligne des hautes eaux du fleuve (Hatfield *et al.* 2013). Pour préciser l'habitat essentiel candidat à l'aide de l'approche fondée sur une parcelle, il est recommandé d'utiliser les coordonnées ci-dessous (tableau 3, figure 6).

Tableau 3. Coordonnées géographiques de l'habitat essentiel candidat précisé dans le tronçon de Kinnaird pour la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia. Les kilomètres sont mesurés sur le fleuve Columbia en allant vers l'aval depuis le barrage Hugh L. Keenleyside, près de Castlegar, en Colombie-Britannique.

Description de l'emplacement	Latitude	Longitude
Limite supérieure, rive ouest (kilomètre 12)	49.3034833	-117.6522359
Limite supérieure, rive est (kilomètre 2)	49.30362282	-117.6478222
Limite inférieure, rive ouest (kilomètre 20)	49.2377839	-117.6579133
Limite inférieure, rive est (kilomètre 20)	49.2376077	-117.654316

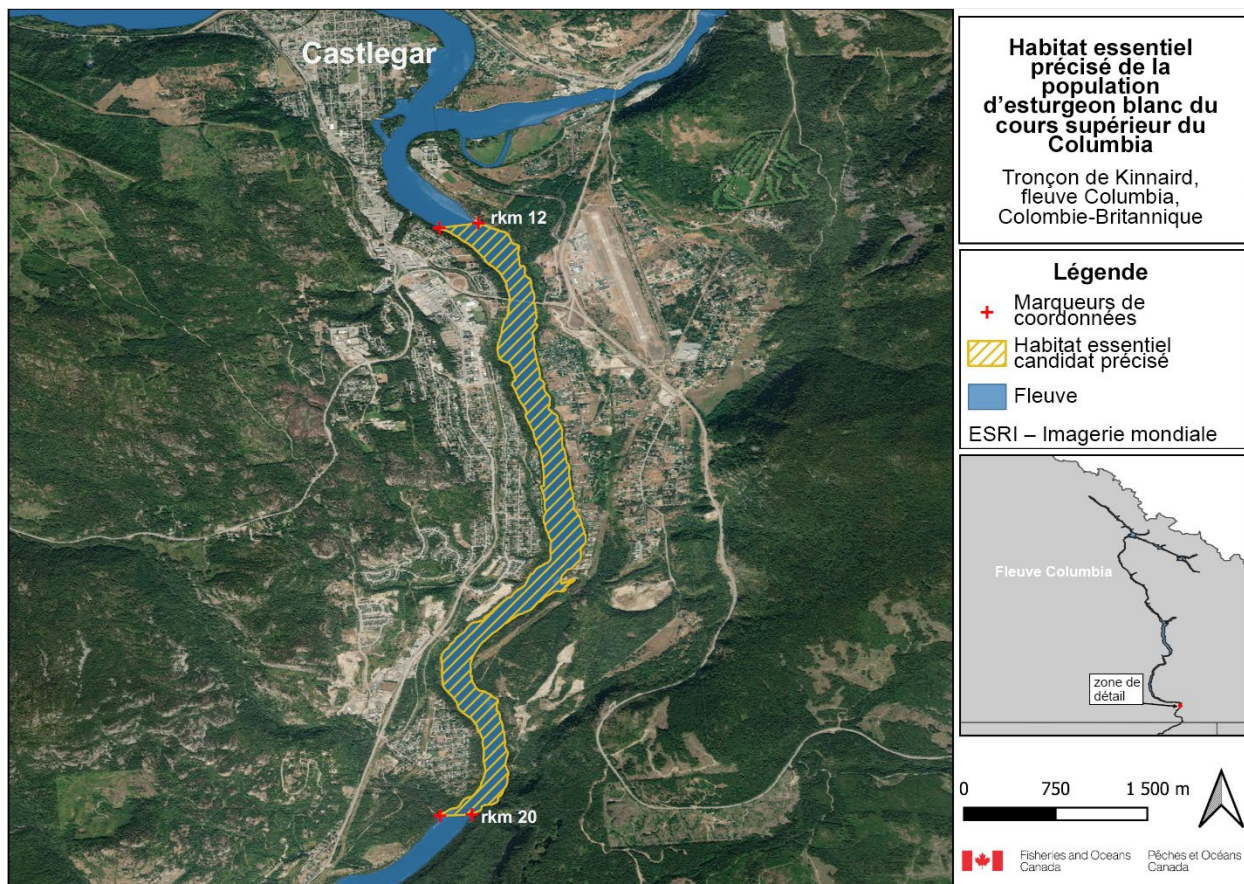


Figure 6. Habitat essentiel candidat précisé de la population d'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia dans le tronçon de Kinnaird du fleuve Columbia, en Colombie-Britannique. La limite supérieure du polygone se situe au kilomètre 12 et la limite inférieure, au kilomètre 20. Les kilomètres sont mesurés sur le fleuve en allant vers l'aval depuis le barrage Hugh L. Keenleyside à Castlegar (kilomètre 0) jusqu'à la frontière internationale avec les États-Unis (kilomètre 57). Voir le tableau 3 pour les coordonnées géographiques du polygone.

Conclusions

Le tronçon de Kinnaird a été défini comme un habitat important lors de l'évaluation initiale de l'habitat essentiel parce que l'espèce l'utilise à tous les stades de son cycle vital. Les résultats des efforts de suivi ultérieurs soutiennent son inclusion en tant qu'habitat essentiel candidat, car il est utilisé tout au long de l'année pour l'hivernage, le rassemblement, l'alimentation, la fraie, ainsi que pour l'incubation et le développement au cours des premiers stades du cycle vital. En particulier, la détection d'individus aux premiers stades du cycle vital (de 0 à 40 jours après l'éclosion; embryons et larves) presque chaque année sur une période de 16 ans est un résultat important, car le principal goulot d'étranglement du recrutement de la population se produit lors de ces stades; il s'agit donc d'une priorité élevée pour la conservation. Les fonctions, les caractéristiques et les paramètres du tronçon de Kinnaird dans le cours supérieur du fleuve Columbia ont été décrits afin de préciser l'habitat essentiel candidat. De plus, des coordonnées ont été fournies pour utiliser l'approche fondée sur une parcelle dans le tronçon de Kinnaird en fonction des renseignements mis à jour.

Des incertitudes subsistent quant aux lieux exacts de dépôt des œufs et d'incubation des embryons, car des embryons et des larves ont été capturés à de multiples sites

d'échantillonnage dans l'ensemble du tronçon de Kinnaird. Cela suggère que le lieu choisi par les esturgeons blancs adultes pour la fraie peut changer en fonction des conditions environnementales (par exemple, le profil de débit; figure 5) au cours d'une année donnée. Il sera important d'assurer un suivi supplémentaire de la fraie, d'autant plus que des poissons d'écloserie supplémentaires pourraient augmenter le nombre d'embryons déposés. Il est difficile d'appliquer des méthodes permettant d'obtenir de l'information détaillée sur des espèces se reproduisant à la volée dans de grands cours d'eau. Il convient de continuer à utiliser dans le tronçon de Kinnaird des approches multiples pour désigner précisément les habitats de fraie. Il peut s'agir de méthodes permettant de documenter directement la fraie par la capture d'individus aux premiers stades du cycle vital (par exemple, tapis de ponte et filets dérivants), complétées par des méthodes indirectes fournissant de l'information plus précise sur la répartition des adultes reproducteurs (par exemple, télémétrie et sonar à balayage latéral). En outre, les mesures de suivi devraient inclure un échantillonnage en aval du tronçon de Kinnaird afin de documenter l'étendue de la dispersion des larves les années où une fraie est détectée. Les températures de l'eau se situent dans la fourchette idéale, en particulier par rapport au site de fraie principal près de Waneta où il a été démontré que les températures dépassaient rapidement 20 °C pendant la période de fraie au cours des dernières années plus sèches (BC Hydro 2023a). Par conséquent, le tronçon de Kinnaird pourrait devenir un lieu de plus en plus important pour les individus aux premiers stades du cycle vital. On ne connaît pas la manière dont le changement climatique peut influencer les conditions environnementales pour l'esturgeon; il est donc important de poursuivre les recherches à ce sujet (par exemple, Earhart *et al.* 2023), en particulier les préférences en matière de température et d'habitat pour le stade de la larve qui s'alimente. Bien qu'il y ait de grandes sections d'habitat de fraie approprié dans le tronçon de Kinnaird, les possibilités de restauration devraient continuer à être évaluées à mesure que de nouvelles données sur les lieux de fraie sont recueillies. Outre le suivi des activités de fraie, il est important de poursuivre l'évaluation de l'utilisation de l'habitat dans le tronçon de Kinnaird. Une analyse complète des déplacements et de l'utilisation de l'habitat à long terme dans le tronçon de Kinnaird et dans l'ensemble de la section canadienne du fleuve Columbia est en cours, et les résultats sont attendus en 2024 (BC Hydro, données inédites).

L'habitat riverain n'a pas été inclus comme habitat essentiel candidat dans le tronçon de Kinnaird, mais on s'attend à ce qu'il fournisse des fonctions écosystémiques au secteur en contribuant à la productivité primaire et en maintenant des paramètres physiques du fleuve, entre autres (MPO 2020). En outre, dans le fleuve Columbia, l'élimination de zones riveraines peut modifier la structure et la couverture de l'habitat, ce qui peut altérer des paramètres nécessaires à la survie ou au rétablissement de l'esturgeon blanc (MPO 2014, 2023a). Des études sont nécessaires pour mieux comprendre la contribution des fonctions de l'habitat riverain du fleuve Columbia, et en particulier dans le tronçon de Kinnaird, à la survie ou au rétablissement de l'esturgeon blanc. Si de nouveaux renseignements viennent modifier notre compréhension actuelle, il pourrait être nécessaire de modifier l'habitat essentiel candidat en conséquence.

La plus grande incertitude qui subsiste pour cette population concerne les mécanismes qui contribuent à l'échec du recrutement et la détermination des mesures à prendre pour y remédier. Bien que les mesures de conservation aient donné des résultats positifs, la résolution de l'échec continu du recrutement naturel doit rester un objectif clair, la protection de l'habitat essentiel étant une composante clé du rétablissement.

Collaborateurs

Contributeur	Organisme d'appartenance	Rôle
James Crossman	BC Hydro	Auteur
Rowshyra Castañeda	MPO, Sciences, région du Pacifique	Auteure
Caleb Jetter	BC Hydro et Université de Northern British Columbia	Auteur
Paul Grant	MPO, Sciences, région du Pacifique	Président
Shannan May-McNally	MPO, Sciences, administration centrale	Examinatrice
Steve McAdam	Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique	Examineur
Eva Enders	Institut national de la recherche scientifique	Examinatrice
Oliver Barker	MPO, Programme sur les espèces en péril, région du Pacifique	Client, comité directeur
Ahdia Hassan	MPO, Programme sur les espèces en péril, région du Pacifique	Client, comité directeur

Approuvé par

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

Le 28 mars 2024

Sources de renseignements

- Amies-Galonski, E. and Thorley, J.L. 2018. White Sturgeon Aerial Counts on the Lower Columbia River 2018. A Poisson Consulting Analysis Report.
- Baxter, J.T.A., Amies-Galonski, E.C., Thorley, J.L., and Fjeld, M. 2023. [Lower Columbia River Rainbow Trout Spawning Assessment and Egg Mortality Study: CLBMON46 Implementation Year 4 \(2022\)](#). A Poisson Consulting Ltd, Mountain Water Research and Nupqu Limited Partnership Report prepared for BC Hydro, Burnaby, BC.
- BC Hydro. 2013a. Lower Columbia River Adult White Sturgeon Monitoring Program: 2009 & 2010 Investigations Data Report. Report prepared by BC Hydro Water License Requirements, Castlegar, B.C. 59 pp.
- BC Hydro. 2013b. Lower Columbia River Adult White Sturgeon Monitoring Program: 2011 Investigations Data Report. Reported by BC Hydro Water License Requirements, Castlegar, B.C. 50 pp.
- BC Hydro. 2015. Lower Columbia River Juvenile Detection Program (CLBMON-29). Years 4 and 5 Data Report. Report by BC Hydro, Castlegar, BC, 82 pp. +1 app.
- BC Hydro. 2016. Lower Columbia River Adult White Sturgeon Monitoring Program (CLBMON-28). Year 8 Data Report. Report by BC Hydro, Castlegar, 56 pp.
- BC Hydro. 2018. Lower Columbia River Adult White Sturgeon monitoring Program (CLBMON-28). Year 10 Data Report. Report by BC Hydro, Castlegar, 67 pp.
- BC Hydro. 2023a. Lower Columbia River Adult White Sturgeon Monitoring Program (CLBMON-28). Year 15 Data Report. Report by BC Hydro, Castlegar, 56 pp.

**Réponse des Sciences : Préciser l'habitat essentiel candidat
de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia**

- BC Hydro. 2023b. Lower Columbia River Juvenile Detection Program (CLBMON-29). Year 13, 14, and 15 Data Report. Report by BC Hydro, Castlegar, BC, 57 pp.
- Boucher, M.A., McAdam, S.O., and Shrimpton, J.M. 2014. [The effect of temperature and substrate on the growth, development and survival of larval white sturgeon](#). *Aquaculture* 430:139–148.
- COSEPAC. 2003. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon blanc \(*Acipenser transmontanus*\) au Canada](#). Comm. Status End. Wild. Can. vii + 51 pp.
- COSEPAC. 2013. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'esturgeon blanc \(*Acipenser transmontanus*\) au Canada](#). Comm. Status End. Wild. Can. xxvii + 75 pp.
- Crossman, J.A., Jay, K.J. and Hildebrand, L.R. 2016. [Describing the diet of juvenile white sturgeon in the upper Columbia River Canada with lethal and nonlethal methods](#). *North American Journal of Fisheries Management*, 36(2), pp. 421–432.
- Crossman, J.A., and Hildebrand, L.R. 2022. [Acipenser transmontanus](#). The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T234A97440736.
- Crossman, J.A., Korman, J., McLellan, J.G., Howell, M.D. and Miller, A.L. 2023. [Competition overwhelms environment and genetic effects on growth rates of endangered white sturgeon from a conservation aquaculture program](#). *Can. J. Fish. Aquat.* 80(6), pp. 958–977.
- Earhart, M.L., Blanchard, T.S., Morrison, P.R., Strowbridge, N., Penman, R.J., Brauner, C.J., Schulte, P.M. and Baker, D.W., 2023. [Identification of upper thermal thresholds during development in the endangered Nechako white sturgeon with management implications for a regulated river](#). *Conservation Physiology*, 11(1), p.coad032.
- Golder Associates Ltd. 2008. Lower Columbia River white sturgeon early life history sampling: 2007 investigations. Report prepared for BC Hydro, Revelstoke, B.C. Golder Report No. 07-1480-0036F: 13 p. + 1 app.
- Golder Associates Ltd. 2009. Lower Columbia River juvenile white sturgeon detection: 2008 investigations data report. Report prepared for BC Hydro, Castlegar, B.C. Golder Report No. 08-1480-0040F: 24 p. + 2 app.
- Golder Associates Ltd., Poisson Consulting Ltd., and Okanagan Nation Alliance. 2021. CLBMON-45 Lower Columbia River Fish Population Indexing Survey 2020 Report. Report prepared for BC Hydro Generation, Water License Requirements, Castlegar, BC. 71 p. + 8 app.
- Hatfield, T., Cooper, T., and McAdam, S. 2013. [Scientific Information in Support of Identifying Critical Habitat for SARA-listed White Sturgeon Populations in Canada: Nechako, Columbia, Kootenay and Upper Fraser \(2009\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/153. viii + 103 pp.
- Haxton, T., Gessner, J. and Friedrich, T., 2023. [A review of the assessment techniques used for population monitoring at different life stages of sturgeons](#). *Environmental Reviews*, (ja).
- Hildebrand, L.R., and Parsley, M. 2013. Upper Columbia White Sturgeon Recovery Plan - 2012 Revision. Prepared for the Upper Columbia White Sturgeon Recovery Initiative. 129 p. + 1 app.
- Hildebrand, L.R., Drauch Schreier, A., Leppla, K., McAdam, S.O., McLellan, J., Parsley, M.J., Paragamian, V.L., and Young, S.P. 2016. [Status of white sturgeon \(*Acipenser transmontanus* Richardson, 1863\) throughout the species range, threats to survival, and prognosis for the future](#). *Journal of Applied Ichthyology* 32: 261–312.

**Réponse des Sciences : Préciser l'habitat essentiel candidat
de l'esturgeon blanc du cours supérieur du Columbia**

- Howell, M. D. and J. G. McLellan. 2006. Lake Roosevelt white sturgeon recovery project annual progress report, January 2004 – March 2005. prepared by: Washington Department of Fish and Wildlife Region 1 (Northeast). Draft March 2006.
- Jay, K., Crossman, J.A. and Scribner, K.T. 2014. [Estimates of effective number of breeding adults and reproductive success for white sturgeon](#). Transactions of the American Fisheries Society, 143(5), pp. 1204–1216.
- Jay, K.J., Crossman, J.A., and Scribner, K.T. 2020. [Temperature affects transition timing and phenotype between key developmental stages in white sturgeon *Acipenser transmontanus* yolk-sac larvae](#). Environmental Biology of Fishes, 103, pp. 1149–1162.
- Jetter, C. 2022. [Movement ecology of white sturgeon in the regulated upper Columbia River](#). Master's thesis, University of Northern British Columbia.
- LEP. 2002. [Loi sur les espèces en péril](#) (L.C. 2002, ch. 29).
- Maskill, P.A.C., Crossman, J.A., Webb, M.A.H., Marrello, M.M., and Guy, C.S. 2022. [Accuracy of histology, endoscopy, ultrasonography, and plasma sex steroids in describing the population reproductive structure of hatchery-origin and wild white sturgeon](#). Journal of Applied Ichthyology, 38:3–16.
- McAdam, D.S.O. 2015. [Retrospective weight-of-evidence analysis identifies substrate change as the apparent cause of recruitment failure in the upper Columbia River white sturgeon \(*Acipenser transmontanus*\)](#). Can. J. Fish. Aquat. 72(8), pp. 1208–1220.
- McPhail, J.D. 2007. The Freshwater Fishes of British Columbia. The University of Alberta Press. vii + 620 pp.
- MPO. 2014. [Programme de rétablissement de l'esturgeon blanc \(*Acipenser transmontanus*\) au Canada](#) [Version Finale]. Série des programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*. Ottawa : Pêches et Océans Canada. 288 pp.
- MPO. 2020. [Lignes directrices sur la désignation de l'habitat essentiel dans la zone riveraine des espèces d'eau douce en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2020/040.
- MPO. 2023a. [Programme de rétablissement modifié de l'esturgeon blanc \(*Acipenser transmontanus*\) au Canada](#) [Version finale]. Série des programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*. Ottawa : Pêches et Océans Canada. 291 pp.
- MPO. 2023b. [Plan d'action pour l'esturgeon blanc \(*Acipenser transmontanus*\) au Canada](#) [version proposée]. Série de Plans d'action de la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Ottawa. vi + 53 pp.
- Parsley, M.J., Kotfoot, E., and Blubaugh, T.J. 2011. Mid Columbia sturgeon incubation and rearing study (year 2). Report prepared for BC Hydro, Castlegar, BC. 23 p. + 1 app.
- Scott, W.B., and Crossman, E.J. 1998. Freshwater Fishes of Canada. Galt House Publications Ltd. xx + 966 pp.
- Wang, Y.L., Binkowski, F.P., and Doroshov, S.I. 1985. [Effect of temperature on early development of white and lake sturgeon. *Acipenser transmontanus* and *A. fulvescens*](#). Environmental Biology of Fishes 14:43–50.
- Wang, Y.L., Buddington, R.K., and Doroshov, S.I. 1987. [Influence of temperature on yolk utilization by white sturgeon, *Acipenser transmontanus*](#). J Fish Biol 30:263–271.

- Webb, M.A.H., Van Eenennaam, J.P., Crossman, J.A., and Chapman, F.A. 2019. [A practical guide for assigning sex and stage of maturity in sturgeons and paddlefish](#). Journal of Applied Ichthyology, 35(1), pp.169–186.
- West., D.T., M.J. Bayly, A.D. Tamminga, T. Perkins, L. Porto, M. Parsley and Hatfield, T. 2020. CLBWORKS-27 – Lower Columbia White Sturgeon Habitat Restoration Alternatives – Final Report. Consultant's report prepared for BC Hydro and Power Authority by Ecofish Research Ltd. July 27, 2020.
- Wood, C.C., Sneep, D., McAdam, S., Korman, J., and Hatfield, T. 2007. [Recovery potential assessment for white sturgeon populations listed under the Species at Risk Act](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2007/003. vi + 107 p. Erratum : December 2012.

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 978-0-660-71534-6 N° cat. Fs70-7/2024-025F-PDF

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre du
ministère des Pêches et des Océans, 2024



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2024. Information pour préciser l'habitat essentiel candidat de la population d'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) du cours supérieur du Columbia. Secr. can. des avis sci. du MPO. Rép. des Sci. 2024/025.

Also available in English:

DFO. 2024. Information for Refining Candidate Critical Habitat of White Sturgeon (*Acipenser transmontanus*), Upper Columbia River Population. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2024/025.