



## ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DE LA PATELLE GÉANTE (*FISHEROLA NUTTALLI*)

### Contexte

Lorsque le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue qu'une espèce aquatique est menacée, en voie de disparition ou disparue, Pêches et Océans Canada (MPO) entreprend différentes mesures requises en appui à l'application de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Bon nombre de ces mesures nécessitent la collecte d'information scientifique sur la situation actuelle de l'espèce sauvage, sur les menaces qui pèsent sur sa survie et son rétablissement et sur la faisabilité de son rétablissement. En pareil cas, l'avis scientifique est habituellement formulé dans le cadre d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) effectuée peu après l'évaluation du COSEPAC. Cette façon de procéder permet d'intégrer les analyses scientifiques ayant fait l'objet d'un examen par les pairs aux processus prévus par la LEP, y compris la planification du rétablissement.

Au printemps 2016, le COSEPAC a évalué la patelle géante (*Fisherola nutalli*) comme étant en voie de disparition (COSEPAC 2016). Au Canada, la patelle géante se trouve uniquement dans la partie canadienne du fleuve Columbia; dans le monde, elle n'est présente que dans le réseau hydrographique de ce fleuve (Frest et Johannes 1995, 1997, 2000). On connaît très peu de choses à son sujet. Les connaissances actuelles se trouvent dans quelques manuels et rapports de travaux sur le terrain, ainsi que dans l'évaluation du COSEPAC. En général, lorsqu'une évaluation du potentiel de rétablissement est réalisée, un document de travail est rédigé et un examen régional par les pairs organisé. Compte tenu de la rareté des données et de l'absence d'expertise, tant à l'interne qu'à l'externe, nous avons choisi le format d'une Réponse des Sciences pour résumer l'information et nous acquitter des différents éléments du mandat avec autant d'efficacité et d'efficience que possible.

Pour appuyer les recommandations d'inscription de la patelle géante, le secteur des Sciences du MPO a été chargé d'effectuer une évaluation du potentiel de rétablissement fondée sur les lignes directrices nationales sur les évaluations du potentiel de rétablissement. L'avis formulé dans l'évaluation du potentiel de rétablissement peut servir à orienter la décision concernant l'inscription de l'espèce à la fois sur les plans scientifique et socioéconomique; à guider la préparation d'un programme de rétablissement et d'un plan d'action; à soutenir le processus de prise de décisions concernant la délivrance de permis ou la conclusion des ententes et à orienter la formulation des exemptions et des conditions connexes, conformément aux articles 73, 74, 75, 77 et 78 et au paragraphe 83(4) de la LEP. L'avis qui contient l'évaluation du potentiel de rétablissement peut également servir à se préparer en vue des exigences en matière de rapports énoncées à l'article 55 de la LEP. L'avis élaboré par l'entremise de ce processus permettra de mettre à jour et de consolider les avis déjà formulés au sujet de la patelle géante.

La présente réponse des Sciences découle du processus spécial de réponse des Sciences organisé en février 2017 au sujet de l'évaluation du potentiel de rétablissement de la patelle géante.

## Analyse et réponse

### Objectives

L'évaluation du potentiel de rétablissement donne des renseignements à jour et étudie les incertitudes connexes des 22 éléments du mandat regroupés dans les catégories suivantes

- Biologie, cycle biologique, abondance et aire de répartition
- Exigences relatives à l'habitat et à la résidence
- Menaces et facteurs limitatifs liés à la survie et au rétablissement
- Objectifs de rétablissement
- Scénarios des mesures d'atténuation et des solutions de rechange
- Dommages admissibles

### Biologie, abondance, aire de répartition et paramètres du cycle biologique

#### Élément 1 : Résumer la biologie de la patelle géante

La patelle géante (*Fisherola nutalli*) fait partie de la sous-famille des Lancinae (patelles d'eau douce), de la famille des Lymnaeidae (Thorp et Covich 2010). C'est un sténotherme indigène lithophile et d'eaux froides du fleuve Columbia (Frest et Johannes 2000). Cette patelle d'eau douce possède une coquille conique acentrique et atteint 1,2 cm de long, 1,0 cm de large et 0,5 cm de haut (Neitzel et Frest 1989). La coquille est petite, solide, ronde ovoïde, légèrement plus large à l'arrière, très arquée, avec le sommet à l'arrière, et elle présente des stries fines concentriques (Hannibal 1912).

La patelle géante est une espèce hermaphrodite qui pond des masses d'œufs gélatineuses translucides de forme subovale contenant de 1 à 12 œufs (Coutant et Becker 1970). Selon Taylor (1982), elle dépose 7-8 œufs dans une masse gélatineuse sur les surfaces latérales inférieures des roches. Dans la partie du fleuve Columbia située dans l'État de Washington, les œufs sont pondus d'avril à juin (Coutant et Becker 1970). La patelle géante n'a pas de stade larvaire de nage libre et éclot sous la forme de jeunes escargots, complets sur le plan anatomique à l'exception du système reproductif (Hyman 1967). Elle a une durée de vie d'environ un an (Coutant et Becker 1970; Neitzel et Frest 1993).

Selon les résultats des études menées en laboratoire et des prélèvements détaillés effectués aux sites à l'aide de paramètres mesurés, l'espèce ne se reproduirait pas lorsque la température de l'eau est supérieure à 17,3° C (Coutant et Becker 1970). Coutant et Becker (1970) notent également qu'aucune patelle géante vivante n'a été observée sur le terrain à des températures de l'eau supérieures à 17,0° C.

Les taux de croissance augmentent avec la disponibilité de la nourriture et des températures (Coutant et Becker 1970). Le régime alimentaire de la patelle géante se compose essentiellement de diatomées et d'algues épiphytes (Neitzel et Frest 1992).

#### Élément 2 : Évaluer la trajectoire récente de l'espèce pour en déterminer l'abondance, la distribution et le nombre de populations.

Il n'existe pas de données quantitatives sur le nombre d'individus présents dans le fleuve Columbia au Canada. Il n'est donc pas possible de produire des trajectoires de l'abondance récente.

La patelle géante est endémique au bassin versant du fleuve Columbia, et sa présence s'y restreint au Canada et aux États-Unis (Frest et Johannes 1995, 1997, 2000).

Dans son aire de répartition, elle est indiquée comme étant répandue dans le bas-Columbia, dans la rivière Snake et dans quelques grands affluents dans les États de Washington, de l'Oregon, de l'Idaho et du Montana, ainsi qu'en Colombie-Britannique (Frest et Johannes 1995, 1997, 2000). Cependant, Stagliano *et al* (2007) précisent qu'elle est présumée disparue du Montana car aucune observation n'y a été signalée depuis 50 ans et sa disparition d'autres sites connus est mentionnée dans certains ouvrages. Le COSEPAC (2016) remet cette affirmation en doute et signale une collecte en 1992 dans la rivière Clark Fork, en aval de Thompson Falls, au Montana.

Les populations du bas-Columbia ont probablement disparu en raison de l'installation de barrages et de retenues (Frest and Johannes 1995); certaines survivent encore dans des zones à proximité du barrage de Bonneville, dans le tronçon inférieur de la rivière Deschutes et dans la rivière John Day dans l'Oregon, ainsi que dans les rivières Methow et Okanogan dans l'État de Washington (Frest et Johannes 1995; Neitzel et Frest 1993). Des études récentes ont confirmé que la patelle géante ne se trouve plus dans le Hanford Reach (Newell 2003; Queen 2008; Tiller 2015), où elle abondait autrefois (Neitzel et Frest 1993).

Au Canada, la patelle géante du fleuve Columbia n'est connue que dans la portion non aménagée du fleuve Columbia, dans le sud-est de la Colombie-Britannique, qui s'étend environ 14 km en amont et 6 km en aval de la ville de Trail (COSEPAC 2016).

On ne sait pas combien de populations différentes sont présentes dans l'aire de répartition connue actuellement au Canada, ni le nombre d'individus de chacune. Un flux génique entre les populations ne serait vraisemblablement possible que dans le cadre du transport naturel vers l'aval lorsque les adultes ou les jeunes adultes sont arrachés du substrat. La distance et la vitesse de ce transport par le débit d'eau naturel ne sont pas connues.

### **Élément 3 : Estimer les paramètres actuels ou récents du cycle biologique de la patelle géante.**

La patelle géante est hermaphrodite et pond entre 1 et 12 œufs (Coutant et Becker 1970) ou 7-8 œufs (Taylor 1982) dans une masse gélatineuse. Elle n'a pas de stade larvaire de nage libre et éclot sous la forme de jeunes escargots, complets sur le plan anatomique à l'exception du système reproductif (Hyman 1967). Elle a une durée de vie d'environ un an (Coutant et Becker 1970; Neitzel et Frest 1993).

Selon les résultats des études sur le terrain et des prélèvements détaillés effectués aux sites à l'aide de paramètres mesurés (température et débit), l'espèce ne se reproduit pas lorsque la température de l'eau est supérieure à 17,3° C (Coutant et Becker 1970). Coutant et Becker (1970) notent également qu'aucune patelle géante vivante n'a été observée sur le terrain à des températures de l'eau supérieures à 17,0° C.

### **Exigences relatives à l'habitat et à la résidence**

**Élément 4 : Décrire les propriétés de l'habitat de la patelle géante nécessaires au bon déroulement de toutes les étapes du cycle biologique. Décrire les fonctions, les caractéristiques et les attributs de l'habitat et quantifier la variation des fonctions biologiques qu'assurent les composantes de l'habitat selon l'état ou l'étendue de l'habitat, y compris les limites de la capacité biotique, s'il y en a.**

Il n'existe pas d'information décrivant les exigences précises en matière d'habitat pour les différents stades biologiques de l'espèce. Les conclusions tirées au sujet de ces exigences

reposent par conséquent sur l'hypothèse selon laquelle l'habitat requis est égal à celui dans lequel les individus ont été observés. Les limites de cette hypothèse sont évidentes, mais compte tenu des connaissances limitées, il s'agit de la meilleure information disponible (tableau 1).

On présume également qu'étant donné la courte durée de vie (un an environ), l'absence de stade larvaire et les méthodes de dispersion limitées (petit gastropode), les propriétés de l'habitat s'appliquent à tous les stades biologiques. Toutes les caractéristiques et tous les attributs connus s'appliqueraient également à toutes les fonctions des stades biologiques.

On pensait à l'origine que l'espèce était limitée aux grands cours d'eau, habitant les rapides et les bords des rapides (Clarke 1976; Taylor 1982,1985), mais Neitzel et Frest (1990) signalent avoir collecté des patelles géantes vivantes en deux endroits dans la rivière Methow, dans l'État de Washington, où la largeur de la rivière est inférieure à 100 m. En 1992, cette rivière était considérée comme la plus petite dans laquelle des patelles géantes ont été observées (Neitzel et Frest 1992). L'espèce est présente toute l'année, mais n'est pas active l'hiver (Stagliano *et al.* 2007).

Elle évite les zones les plus turbulentes et les rapides, mais a été trouvée au bord de rapides ou immédiatement en aval de rapides, dans des zones où le substrat lui convenait (Neitzel et Frest 1992). Neitzel et Frest (1990) concluent que la taille du cours d'eau n'est pas un facteur limitant pour la patelle géante tant que l'eau n'est pas polluée, qu'elle est froide et bien oxygénée, avec un débit permanent et que le substrat est fait de galets et de grosses pierres. Taylor (1982) propose qu'elle ait besoin d'eau très bien oxygénée parce qu'elle n'a ni poumon, ni branchies et qu'elle absorbe plutôt l'oxygène à l'aide d'un sinus vasculaire situé le long de son pied.

C'est dans les habitats très bien oxygénés, au substrat composé de gravier et de gros galets, que l'espèce est la plus abondante, mais elle est également présente sur des substrats de limon ou de vase dans des zones au débit lent, où l'eau est chaude ou encore où des écoulements saisonniers massifs déstabilisent le substrat (Neitzel et Frest 1992). Elle semble éviter les parois rocheuses nues, contrairement aux autres espèces de patelles (Neitzel et Frest 1992), de même que les zones au substrat rocheux ou les zones faisant l'objet de dragage ou d'exploitation minière (Frest 1999). Dans la partie canadienne du fleuve Columbia, près de Trail, des individus ont été trouvés sur des galets de 40 cm de long (COSEPAC 2016).

La patelle géante préfère les cours d'eau oligotrophes (Frest et Johannes 2000) et ne se trouve pas dans les zones où les macrophytes et les algues épiphytes sont très abondants (Frest and Johannes, 1995, 1997; Frest 1999). Elle se nourrit en arrachant des algues et des diatomées de la surface des roches et, à l'occasion de la surface d'autres plantes (Stagliano *et al.* 2007). Au Canada, la patelle géante du fleuve Columbia se rencontre le plus souvent en dessous et sur les côtés (rarement sur le dessus) de roches relativement propres (c.-à-d., ne présentant pas d'incrustation importante d'algues et d'autres accumulations ou agrégats) et lisses de différentes tailles qui ne sont pas enfouies dans les sédiments (COSEPAC 2016).

Elle a souvent été observée en présence de *Fluminicola columbiana* (Frest et Johannes 1995,1997, Neitzel et Frest 1989, 1990, 1992).

On ne connaît pas la profondeur maximale à laquelle elle peut se trouver. Le COSEPAC (2016) signale que des individus ont été trouvés à des profondeurs d'environ 0,5 m, mais sans indiquer les autres profondeurs échantillonnées. Dans l'État de Washington, des échantillons ont été prélevés à une profondeur d'environ 10 m (Coutant et Becker 1970). L'espèce peut fort probablement se déplacer sur de courtes distances d'une roche à l'autre (COSEPAC 2016), mais une chute brutale de la profondeur de l'eau pourrait provoquer un échouement, la

dessiccation (ou le gel) et la mortalité si son ampleur et sa rapidité sont supérieures à la distance de dispersion. On ne connaît pas la vitesse de la dispersion sur de courtes distances.

Tableau 1. Fonctions, caractéristiques et attributs de l'habitat de la patelle géante.

Fonctions	Caractéristiques	Attributs
Tous les stades biologiques	Débit moyen à rapide	Températures inférieures à 17° C Oxygénation élevée (seuils inconnus)
	Habitat fait de galets et de grosses pierres	Substrat stable, en grande partie ou totalement submergé
	Cours d'eau oligotrophes	Les macrophytes et les algues épiphytes ne doivent pas être très abondants

**Élément 5 : Fournir de l'information sur l'étendue spatiale des zones de l'aire de répartition de la patelle géante qui sont susceptibles de présenter ces propriétés de l'habitat.**

Peu d'études ont cherché à déterminer l'aire de répartition canadienne de l'espèce; des études sur le terrain ont été effectuées en 2009, 2010 et 2014 dans la région de Trail et ses environs (COSEPAC 2016).

D'après les observations de patelles géantes sur le terrain en 2014, l'habitat potentiel actuel est composé d'approximativement 38 km du bras principal du fleuve Columbia (COSEPAC 2016). La zone d'occurrence de l'habitat occupé actuellement, selon la méthode du polygone convexe minimal, est de 54 km<sup>2</sup> (COSEPAC 2016).

Les recherches ont été peu nombreuses et on pense qu'il s'agit là d'une sous-estimation de l'aire de répartition de l'espèce au Canada. Il est cependant peu probable que toute la longueur de l'aire de répartition potentielle présente les caractéristiques propices (décrites plus haut) à la patelle géante.

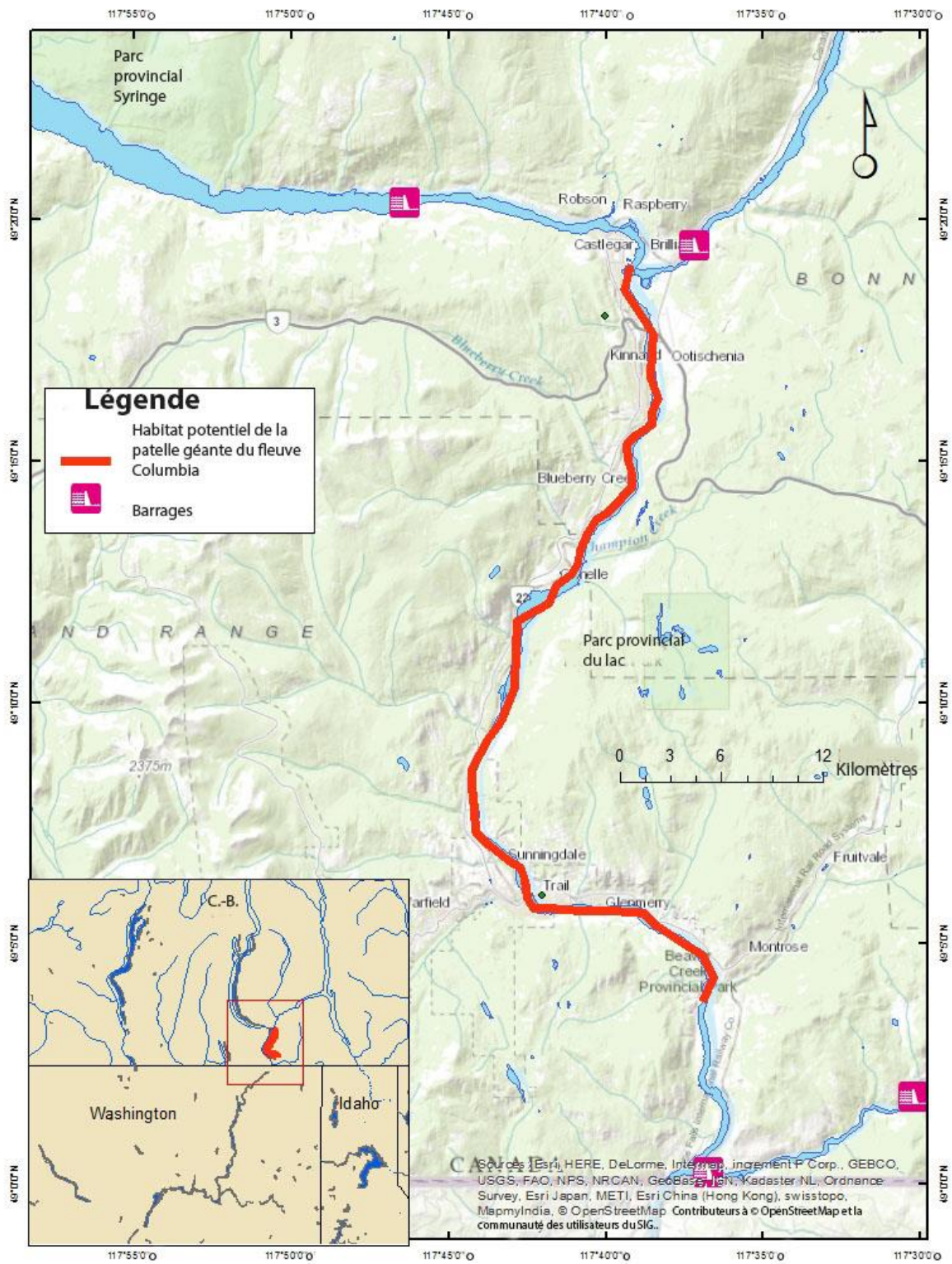


Figure 1. Zones d'habitat potentiel de la patelle géante au Canada.

**Élément 6 : Quantifier la présence et l'étendue des contraintes associées à la configuration spatiale, s'il y en a, comme la connectivité, les obstacles à l'accès, etc.**

La construction de barrages dans tout le bassin hydrographique du fleuve Columbia, tant au Canada qu'aux États-Unis, a créé dans de vastes portions du fleuve des conditions lacustres qui n'offrent pas d'habitat propice à la patelle géante et limitent ses possibilités de dispersion.

Au Canada, le site connu le plus au nord se trouve à environ 24 km en aval du barrage Hugh Keenleyside, qui a été construit sur le fleuve en 1968 à une dizaine de kilomètres à l'ouest de Castlegar (Harvey et Brown 2011). Le barrage Brilliant est situé sur la rivière Kootenay, à l'est de Castlegar et en amont du confluent de la rivière et du fleuve Columbia; il a été construit dans les années 1940 (Harvey et Brown 2011).

Une seule coquille de patelle géante a été signalée dans le sud de la Colombie-Britannique avant les années 1940, lorsque le premier barrage a été construit, et cette découverte a été faite dans la rivière « Kootanie Est » dans les années 1800. On ne sait pas avec certitude si cet endroit est situé au Canada ou non (COSEPAC 2016). Le signalement le plus ancien au Canada après cette découverte est celui d'une coquille cassée dans le « fleuve Columbia à Trail ». La date est inconnue, mais l'événement est cité dans le livre de Clarke 1981 et était, à l'époque de la publication, considéré comme un rapport « récent ».

Du fait de l'absence de données historiques sur l'étendue de l'aire de répartition au Canada, il est difficile de déterminer les effets des barrages Brilliant ou Hugh Keenleyside. Il existe cependant des preuves directes, dans la partie américaine du fleuve Columbia, des effets des barrages sur l'aire de répartition de la patelle géante (Frest et Johannes 1995). On ne sait pas non plus avec certitude jusqu'où l'aire de répartition de l'espèce aurait pu s'étendre en amont des barrages canadiens les plus au sud dans le fleuve Columbia ou la rivière Kootenay. Les signalements canadiens sont ceux qui ont été effectués le plus au nord pour l'espèce.

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

La LEP définit la résidence comme un « gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation » (L.C. 2002 ch. 29).

La résidence doit appuyer une fonction du cycle vital, il doit y avoir un élément d'investissement dans la création ou la modification de la structure et la résidence doit être occupée par un ou plusieurs individus. La patelle géante se reproduit en déposant ses œufs et elle ne modifie pas son environnement aux fins « de reproduction, d'élevage ou de haltes migratoires ». Par conséquent, le concept de résidence ne s'applique pas à cette espèce.

**Menaces et facteurs limitants liés à la survie et au rétablissement de la patelle géante****Élément 8 : Évaluer et classer par ordre d'importance les menaces pesant sur la survie et le rétablissement de la patelle géante**

La patelle géante du fleuve Columbia est menacée par les modifications des systèmes naturels découlant des effets des barrages, des espèces envahissantes et des autres espèces indigènes problématiques, de la pollution de sources urbaines et industrielles, et des effets des changements climatiques et des phénomènes météorologiques violents, et ce, même si les régimes d'écoulement sont régulés par des barrages (COSEPAC 2016). La réduction de l'aire de répartition historique de ses populations a été attribuée à la fragmentation des habitats

résultant de la construction de barrages et de retenues dans les tronçons inférieurs du fleuve Columbia (Frest et Johannes 1995,1997). La construction de barrages dans tout le bassin hydrographique du fleuve Columbia, tant au Canada qu'aux États-Unis, a créé dans de vastes portions du fleuve des conditions lacustres qui n'offrent pas d'habitat propice à la patelle géante et limitent ses possibilités de dispersion. Vu l'aire de répartition connue limitée de l'espèce, cette dernière est vulnérable aux déversements de substances toxiques causés par le déraillement de trains ou par des accidents de la route impliquant des camions lorsque de tels événements se produisent très près du fleuve (COSEPAC 2016).

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

Les activités humaines qui constituent une menace pour l'habitat précis de la patelle géante n'ont pas été caractérisées, surtout en raison de l'absence de compréhension de base de l'espèce. Le COSEPAC a réalisé une évaluation des menaces pour l'espèce (COSEPAC 2016), mais les menaces ne sont pas propres à l'habitat. Une grande partie des éléments décrits dans cette section figurent dans l'évaluation des menaces par le COSEPAC (2016).

Les menaces qui concernent l'écosystème du fleuve Columbia ont été bien documentées pour d'autres espèces (naseux d'Umatilla, chabot à tête courte et chabot du Columbia) (COSEPAC 2010 a, b, c; Harvey et Brown 2011). La plus grande réduction probable de la quantité d'habitat dans la partie américaine de l'aire de répartition est intervenue lors de la construction et de l'exploitation de plusieurs barrages sur le fleuve Columbia. Les retenues d'eau ainsi créées ont entraîné une fragmentation de l'aire de répartition de l'espèce et des modifications du régime hydrographique. BC Hydro n'a pas de projet de site de barrage en amont de Trail. Comme ce barrage n'est pas en cours de construction, cette activité est considérée actuellement comme présentant un risque faible.

La patelle géante est vulnérable à des températures supérieures à sa tolérance thermique (environ 17° C) (Coutant et Becker 1970). L'expérience tirée des événements qui se sont produits dans la partie sud de son aire de répartition américaine (p. ex. Tiller 2015) peut déboucher sur la surveillance de la température de l'eau aux endroits où des patelles géantes ont été observées, ainsi que la communication avec les exploitants des barrages et les organismes de réglementation. De même, le rejet d'eau plus froide pendant la période normale de reproduction pourrait avoir des effets sur la population. Des diminutions rapides du niveau d'eau pourraient également excéder la capacité de la patelle géante à se disperser et à rester submergée, et se traduire par la dessiccation ou le gel des individus, selon le moment de l'année.

S'agissant de la population présente dans l'aire de répartition américaine, les menaces comprennent l'eutrophisation due aux pratiques agricoles, les effluents des usines de pâte à papier, les résidus et les écoulements des fonderies (Frest et Johannes 1995). Une usine de pâte à papier et une fonderie sont installées dans la zone où la patelle géante a été observée au Canada. Cependant, selon le COSEPAC (2016), l'eutrophisation accrue des certaines parties du fleuve Columbia situées en aval du ruisseau Beaver pourraient limiter l'étendue de l'aire de répartition vers l'aval.

La construction de l'usine de pâte à papier Zellstoff Celgar, près de Castlegar, a débuté en 1959 (Kootenaybiz 2015). Dans les années 1970, le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique a réalisé une étude de la qualité de l'eau et de l'air dans la région de Kootenay, notamment des enquêtes sur les effets environnementaux de ce qui était alors l'usine de pâte à papier Canadian Cellulose. Même si cette étude était limitée à certains paramètres, elle a permis de déterminer que l'effet des effluents de l'usine de pâte à papier sur



l'oxygène dissous, les solides en suspension et la turbidité dans la rivière n'était pas important (Colombie-Britannique 1979). Les auteurs ont toutefois noté que lorsque le débit de la rivière est faible, les effluents de l'usine peuvent exercer un stress sublégal sur la vie aquatique entre l'usine et la rivière Kootenay (ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique 1979).

On reconnaît que la portée de cette étude était limitée et que la technologie utilisée à l'usine a nettement changé. Par exemple, dans les années 1990, l'usine de pâte à papier Zellstoff Celgar a été reconstruite et modernisée et compte maintenant des installations modernes environnementales et de production d'énergie (Celgar 1993). D'autres mises à niveau y ont été effectuées en 2007, notamment en vue de réduire la consommation d'énergie et de produits chimiques (Celgar 2007). Malgré ces importants efforts de modernisation et d'écologisation, Zellstoff Celgar a été condamnée à verser une amende de 150 000 dollars après un déversement de millions de litres d'effluents contenant de la liqueur noire dans le fleuve Columbia (Environnement Canada 2012). La liqueur noire est un sous-produit du traitement des pâtes utilisé comme comburant dans certaines usines de pâte à papier. Le juge dans cette affaire a néanmoins estimé qu'aucun dommage important n'avait été causé (Société Radio-Canada 2012).

Une fonderie est exploitée à Trail depuis 1896, qui traitait à l'origine les minerais de plomb et de zinc (Turnbull 1980). En 1905, elle a été incorporée sous le nom de Consolidated Mining and Smelting Company of Canada (COMINCO) (Wirth 2000), et s'appelle aujourd'hui Teck Mining Inc. ou COMINCO. Elle est exploitée comme usine de fabrication d'engrais et fonderie.

Dans les années 1920, la fonderie a causé une importante pollution atmosphérique aux États-Unis et au Canada, qui a donné lieu à un procès international; les poursuites et le règlement ont été négociés dans les années 1940 (Wirth 2000). En 2016, Tech Metals a été condamnée à une amende de trois millions de dollars pour le rejet de 125 millions de litres d'effluents dans le fleuve Columbia (Environnement et Changement climatique Canada 2016). Les rejets d'effluents toxiques contenaient des concentrations élevées et nocives pour les poissons de cuivre, de cadmium, de chlore, de plomb et d'ammoniac (Environnement et Changement climatique Canada 2016).

Bien que les activités de la fonderie et de l'usine de pâte à papier aient toujours lieu, la patelle géante est encore présente, même après 100 ans d'exploitation des usines.

Les effluents des eaux usées traitées des villes et villages, à partir de Castlegar, se déversent également dans le fleuve Columbia au Canada (Hawes *et al.* 2014).

Tant que l'on n'aura pas plus d'information sur l'aire de répartition et l'abondance de l'espèce, il ne sera pas possible de fournir des avis concluants sur l'ordre de priorité et la gravité des menaces.

### **Élément 10 : Évaluer tout facteur naturel susceptible de limiter la survie et le rétablissement de la patelle géante**

Les facteurs naturels susceptibles de limiter la survie de la patelle géante sont la perte d'habitat et la hausse de la température de l'eau. Il a été démontré aux États-Unis que les retenues d'eau et la fragmentation du fleuve Columbia créées par plusieurs barrages ont éliminé des parties importantes de l'habitat probable que l'espèce aurait pu occuper autrefois. Bien que les barrages ne soient pas à proprement parler un facteur naturel, ils ont limité la superficie de l'habitat propice à l'espèce et compte tenu du caractère éparé de l'aire de répartition connue et du fait qu'une recolonisation est improbable, toute perte de l'habitat disponible actuellement est un facteur limitant de la survie de la patelle géante.

La limite thermique supérieure de la patelle géante est d'environ 17° C (Coutant et Becker 1970), et tout dépassement de cette température provoquerait la mort des individus et limiterait par conséquent la survie de l'espèce si cette température devait se maintenir.

La prédation possible par des espèces de poisson envahissantes a été indiquée comme une menace pour la survie de la patelle géante, tout comme la prédation résultant de la mise en valeur des stocks d'esturgeon blanc (*Acipenser transmontanus*) (COSEPAC 2016).

**Élément 11 : Décrire les impacts écologiques potentiels des menaces évaluées dans l'élément 9 sur l'espèce ciblée et les espèces coexistantes. Énumérer les avantages et les inconvénients potentiels pour l'espèce ciblée et les espèces coexistantes si les menaces sont atténuées. Énumérer les efforts existants de surveillance de l'espèce ciblée et des espèces coexistantes associés à chaque menace et relever toute lacune dans les connaissances.**

Comme nous l'avons déjà vu, il a été prouvé qu'aux États-Unis, les barrages ont considérablement réduit l'habitat disponible et l'ont fragmenté, ce qui a limité l'aire de répartition de l'espèce. Comme il n'existe pas de plan imminent de construction d'autres barrages dans l'aire de répartition connue de la patelle géante au Canada, il n'y a pas lieu d'étudier l'impact écologique des barrages. Si des propositions de changement important de l'exploitation des barrages actuels voient le jour, il faudra tenir compte de leurs impacts sur l'habitat en aval de l'espèce, en particulier surveiller la température et la profondeur de l'eau.

Les impacts écologiques des substances polluantes rejetées directement dans l'eau ou d'abord dans l'air par l'usine de pâte à papier à Castlegar ou la fonderie/fabrique d'engrais à Trail constituent une préoccupation permanente car on ne connaît pas les tolérances de la patelle géante à l'égard de telles substances.

Il n'existe pas d'effort de surveillance connu pour les autres espèces coexistantes de mollusques.

### Objectifs de rétablissement

**Élément 12 : Proposer des objectifs de rétablissement concernant l'abondance et l'aire de répartition.**

L'information sur les populations de patelle géante est limitée aux prélèvements et observations fortuits; de ce fait, les renseignements qui pourraient permettre de comprendre la durée de vie, la distance de dispersion et d'autres facteurs ne sont pas encore disponibles. Il est important de combler ces lacunes dans les connaissances car cela fournira des renseignements utiles pour maintenir l'abondance des populations et habitats subsistants et quantifier l'objectif de rétablissement à l'avenir. Il est donc recommandé de fixer des objectifs qualitatifs jusqu'à ce que de futures recherches permettent de dénombrer la population. Entre temps, on recourra à la conservation et à l'accroissement (dans la mesure du possible) de la quantité et de la qualité de l'habitat pour tenter de maintenir l'abondance de la population.

Il faut s'efforcer de prévenir toute réduction de la taille actuelle connue de la population. D'autres relevés exploratoires pourraient être organisés afin de confirmer l'aire de répartition. En attendant, toutefois, l'objectif recommandé est de conserver l'aire de répartition existante connue dans le bassin hydrographique du fleuve Columbia.

Le COSEPAC (2016) a invoqué les critères d'évaluation suivants : B1ab(iii)+2ab(iii), où la zone d'occurrence et l'indice de la zone d'occupation (56 km<sup>2</sup> chacun) sont bien inférieurs aux seuils correspondant à la catégorie « en voie de disparition » (<5 000 km<sup>2</sup> et 500 km<sup>2</sup>, respectivement); le nombre de localités est inférieur à cinq (a) et un déclin continu de la qualité

de l'habitat est observé et inféré (biii), ce déclin étant causé par diverses menaces (COSEPAC 2016). Pour envisager de recommander des objectifs possibles, il faut tenir compte de la nouvelle politique proposée du gouvernement du Canada en matière de survie et de rétablissement (gouvernement du Canada 2016). La patelle géante se trouvant probablement à l'extrémité septentrionale de son aire de répartition mondiale et quels que soient les changements de l'habitat résultant de la construction de barrages sur le fleuve Columbia, les résultats pour l'espèce seraient encore inférieurs aux critères relatifs à la zone d'occurrence et à l'indice de la zone d'occupation et l'espèce serait donc considérée comme se trouvant dans une situation historiquement précaire. Dans la mesure où les dommages irréversibles ont une telle ampleur, c'est-à-dire que la construction des barrages a de façon permanente modifié l'habitat, il est peu probable qu'il soit biologiquement faisable d'améliorer la condition de l'espèce jusqu'à un point où elle s'approche de la limite inférieure de sa *condition historique*, et par conséquent on peut considérer que le rétablissement n'est pas réalisable (tableau 2). Bien que la survie ne soit pas techniquement faisable non plus selon les définitions proposées, compte tenu de la longue persistance affichée par l'espèce, pendant plus de 100 ans de perturbations, on peut considérer que la survie est probable.

Tableau 2. Faisabilité de la survie ou tableau de rétablissement.

**Seuil de survie**

<b>Caractéristique fondamentale de l'espèce</b>	<b>Seuil de survie ou de rétablissement</b> (espèces non précaires)	<b>Est-il techniquement et biologiquement faisable d'atteindre le seuil avant que l'occasion ne soit perdue?</b> (O / N / Inconnu)
Tendance de l'espèce	Stable ou à la hausse depuis plus de dix ans ou trois générations, selon la période la plus longue (jusqu'à 100 ans)	Inconnu. La population était probablement plus importante avant la construction des barrages sur le fleuve Columbia. La construction des barrages remonte à beaucoup plus longtemps que trois générations ou dix ans.
Résilience	La population est suffisamment résiliente pour récupérer des perturbations périodiques et éviter l'effondrement démographique et génétique ou mieux	O : Compte tenu des grands nombres de modifications de l'habitat et d'apports de contaminants, l'espèce persiste.
Redondance	Suffisamment de redondance dans le nombre de (sous) populations ou une assez grande zone d'occupation pour prévenir les pertes catastrophiques ou mieux	Non déterminé
Connectivité entre les populations	N'est pas gravement et anormalement fragmentée	N : L'ancienne aire de répartition probable de l'espèce au Canada a été fragmentée par la construction des barrages. L'aire de répartition actuelle probable ne renferme pas d'autre obstacle aux déplacements vers l'aval.

Caractéristique fondamentale de l'espèce	Seuil de survie ou de rétablissement (espèces non précaires)	Est-il techniquement et biologiquement faisable d'atteindre le seuil avant que l'occasion ne soit perdue? (O / N / Inconnu)
Atténuation des menaces anthropiques	Les menaces importantes sont évitées ou atténuées dans la mesure où elles ne menacent plus l'espèce	N : Il n'est pas possible d'atténuer l'impact de la construction des barrages. Il est possible d'atténuer l'incidence des activités en cours des barrages afin de réduire l'impact des opérations d'assèchement et de la modification des débits. Les impacts des polluants provenant des diverses sources sont atténués en appliquant des procédures opérationnelles normalisées.
<b>Résultat</b>	<i>Si toutes les conditions énoncées ci-dessus peuvent être remplies, l'espèce se situe au-dessus du seuil de survie</i>	<input type="checkbox"/> <b>Seuil de survie atteint</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Seuil de survie non atteint</b>

**Seuil de rétablissement minimal**

Caractéristique fondamentale de l'espèce	Seuil de survie ou de rétablissement (espèces non précaires)	Est-il techniquement et biologiquement faisable d'atteindre le seuil avant que l'occasion ne soit perdue? (O / N / Inconnu)
Condition de l'espèce	S'est améliorée, alors qu'elle avait au départ été considérée comme étant en péril	Inconnu. La première évaluation a été réalisée en 2016.
Représentation (présence de l'espèce dans les communautés écologiques concernées)	Évaluation grossière de la condition historique	N : Il est probable que l'aire de répartition de l'espèce était plus étendue avant la construction des barrages.
Indépendamment de la connectivité avec les populations à l'extérieur du Canada	Oui : la connectivité peut être importante, mais ne peut être nécessaire	N : Les barrages actuels dans l'État de Washington empêchent la migration vers l'amont.
Indépendamment des interventions de l'espèce	Oui	O : Aucune intervention n'est requise.
<b>Résultat</b>	<i>Si le seuil de survie et toutes les conditions ci-dessus peuvent être respectés, le rétablissement est réalisable</i>	<input type="checkbox"/> <b>Rétablissement réalisable</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Rétablissement non réalisable</b>

**Élément 13 : Projeter les trajectoires attendues des populations sur une période raisonnable (minimum de 10 ans) sur le plan scientifique et des trajectoires au fil du temps jusqu'à l'atteinte des objectifs de rétablissement potentiels, en fonction des paramètres actuels de la dynamique des populations de patelle géante.**

Comme il n'existe pas d'information quantitative sur l'abondance, il n'est pas possible de fournir des objectifs numériques et des trajectoires.

**Élément 14 : Présenter un avis sur la mesure dans laquelle l'habitat approprié disponible répond aux besoins de l'espèce, tant actuellement que lorsque les objectifs de rétablissement de l'espèce proposés dans l'élément 12 sont atteints.**

L'espèce est actuellement limitée à son aire de répartition existante. Sauf si d'autres populations sont trouvées dans d'autres tronçons du fleuve, l'habitat disponible actuellement répond aux besoins correspondant à l'abondance et à l'aire de répartition existantes.

**Élément 15 : Évaluer la probabilité que les objectifs de rétablissement potentiels puissent être atteints selon les paramètres actuels de la dynamique des populations et comment cette probabilité varierait selon différents paramètres de mortalité (en particulier selon des valeurs plus faibles) et de productivité (en particulier selon des valeurs plus élevées).**

Compte tenu de la rareté des données sur les caractères biologiques, la dynamique et l'abondance des populations, il n'est pas possible de fournir les trajectoires des populations et les probabilités d'atteindre différents objectifs. Cependant, la prémisse générale est que les menaces et la limitation de l'habitat qui prévalent actuellement se sont exercées sur de nombreuses générations de patelles géantes et que l'espèce survit encore. Cette prémisse s'accompagne néanmoins d'une grande incertitude. Des recherches ciblées sur les paramètres du cycle biologique, l'abondance et l'aire de répartition permettraient sans doute de fournir des trajectoires pour différents objectifs quantitatifs.

### **Scénarios des mesures d'atténuation et des solutions de rechange**

**Élément 16 : Dresser une liste des mesures d'atténuation réalisables et des activités de rechange raisonnables aux activités posant des menaces pour l'espèce et son habitat (énumérées dans les éléments 8 et 10).**

Il n'est pas possible de proposer des mesures d'atténuation réalisables qui s'attaqueraient directement aux menaces. Cependant, une meilleure compréhension de la biologie fondamentale de l'espèce et des impacts possibles des polluants provenant des effluents de la fonderie et de l'usine de pâte à papier ou des zones urbaines et de l'agriculture pourrait s'avérer utile pour le processus décisionnel. Ces effets potentiels sont inconnus à l'heure actuelle. En outre, une meilleure compréhension des interactions possibles entre la patelle géante et des espèces envahissantes ou mises en valeur pourrait être utile à la gestion.

**Élément 17 : Dresser l'inventaire des activités susceptibles d'accroître les valeurs des paramètres de survie ou de productivité de l'espèce (définis dans les éléments 3 et 15).**

La collecte d'autres renseignements biologiques et sur l'aire de répartition pourrait aider à déterminer les facteurs qui régissent l'abondance de la population et la survie des individus. Par exemple :

- Déterminer la profondeur maximale à laquelle l'espèce peut survivre. Cette information peut être utile pour estimer l'abondance de la population.

- Déterminer la présence ou l'absence de la patelle géante en aval et en amont du barrage Hugh Keenleyside dans le fleuve Columbia et dans d'autres affluents de ce dernier.
- Surveiller la température de l'eau et sa profondeur aux emplacements où l'espèce a été observée.

**Élément 18 : Présenter un avis sur la faisabilité de restaurer l'habitat selon des valeurs plus élevées si l'habitat disponible actuellement est insuffisant pour atteindre les objectifs de rétablissement (voir l'élément 14). L'avis doit être présenté dans le contexte des options possibles pour atteindre les objectifs concernant l'abondance et l'aire de répartition.**

Le seul moyen qui permettrait de rétablir l'habitat de la patelle géante pour soutenir un objectif plus élevé en matière de population ou d'aire de répartition est d'éliminer les barrages existants sur le fleuve Columbia et de laisser le fleuve reprendre son régime d'écoulement naturel. Cependant, l'élimination des barrages ne se traduirait pas nécessairement par la recolonisation de l'habitat présumé occupé auparavant étant donné les préférences précises de l'espèce en matière de caractéristiques fluviales. Il est également irréalisable d'éliminer les barrages.

**Élément 19 : Estimer la diminution attendue du taux de mortalité découlant de chaque mesure d'atténuation et activité de rechange énumérée dans l'élément 16, ainsi que l'augmentation de la productivité ou de la survie associée à chaque mesure de l'élément 17.**

Compte tenu de la rareté des données sur les caractères biologiques, la dynamique et l'abondance des populations, il n'est pas possible de fournir les trajectoires des populations et les probabilités d'atteindre différents objectifs.

**Élément 20 : Projeter la trajectoire attendue des populations (et les incertitudes attendues) sur une période raisonnable sur le plan scientifique et jusqu'au moment où seront atteints les objectifs de rétablissement, en fonction des taux de mortalité et des taux de productivité liés aux mesures particulières énoncées dans l'élément 19. Inclure celles qui présentent la plus forte probabilité de survie et de rétablissement possible pour des valeurs de paramètre réalistes sur le plan biologique.**

Compte tenu de la rareté des données sur les caractères biologiques, la dynamique et l'abondance des populations, il n'est pas possible de fournir les trajectoires des populations et les probabilités d'atteindre différents objectifs.

**Élément 21 : Recommander des valeurs de paramètres sur les taux de productivité et de mortalité initiaux et, si nécessaire, des caractéristiques particulières concernant les modèles de population qui pourraient être requises pour permettre l'exploration d'autres scénarios dans le cadre de l'évaluation des impacts économiques, sociaux et culturels en appui au processus d'inscription.**

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

### **Évaluation des dommages admissibles**

**Élément 22 : Évaluer le taux maximal de mortalité anthropique et de destruction de l'habitat que l'espèce peut subir sans risque pour sa survie ou son rétablissement.**

Il n'est pas possible de fournir à ce point un avis quantitatif sur les dommages admissibles. Les activités existantes, bien qu'apparemment graves, ne semblent pas affecter la survie de la

population actuelle étant donné que l'espèce existe encore. Il convient de coordonner les dommages directs résultant de l'échantillonnage scientifique afin de prélever le moins d'animaux possible tout en pouvant répondre aux questions sur les niveaux de population.

## Conclusions

Le COSEPAC a estimé que la patelle géante est en voie de disparition. Il existe très peu de renseignements pour étayer les options de rétablissement ou les décisions d'inscription. Bien que le rétablissement soit considéré comme non réalisable compte tenu de la nature historiquement précaire de l'espèce, sa survie est probable dans les conditions environnementales actuelles. Il est recommandé de poursuivre les études en cours afin d'élaborer des indices de l'abondance et de confirmer l'aire de répartition de l'espèce au Canada.

## Collaborateurs

Collaborateur	Organisme d'appartenance
Joy Wade	Fundy Aqua Research (coresponsable)
Sean MacConnachie	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique (coresponsable)
Tammy Norgard	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique
Lesley MacDougal	Secteur des sciences du MPO, Région du Pacifique (rédactrice)
Herb Klassen	LEP, MPO, Région du Pacifique
Dwayne Lepitzki	Coprésident du Sous-comité sur les mollusques du COSEPAC

## Approuvé par

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

November 02, 2017

## Sources de renseignements

British Columbia. 1979. Ministry of Environment. Kootenay air and water quality study phase II. Water quality in the Lower Columbia River Basin. Water Investigations Branch. File No. 0322512-1. 258 p.

Canadian Broadcasting Corporation (CBC). 2012. [BC pulp mill fined \\$150K in "acutely lethal" spill](#). Communiqué mis à jour le 27 juillet 2012 (consulté le 12 septembre 2017).

Clarke, A.H. 1976. Endangered Freshwater Mollusks of Northwestern North America. Am. Malacol. Bull. 1976: 18-19.

Clarke, A.H. 1981. The freshwater molluscs of Canada. Musée national des sciences naturelles, Musée national du Canada, Ottawa (Ont.). 446 p.

COSEPAC. 2010a. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chabot de Columbia (*Cottus hubbsi*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. xii + 35 p.

- COSEPAC. 2010b. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chabot à tête courte (*Cottus confusus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. xii + 32 p.
- COSEPAC. 2010c. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le naseux d'Umatilla (*Rhinichthys umatilla*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. xii + 45 p.
- COSEPAC. 2016. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la patelle géante du fleuve Columbia *Fisherola nuttallii* au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. x + 42 p.
- Coutant, C.C., Becker, C.D. 1970. Growth of the Columbia River Limpet, *Fisherola nuttalli* (Haldeman), in normal and reactor-warmed water. BNWL-1537, Pacific Northwest Laboratory, Richland (Wash.). 14 p.
- Environnement et Changement Climatique Canada. 2012. Zellstoff Celgar condamnée pour le rejet d'effluents dans le fleuve Columbia. Communiqué mis à jour le 23 juillet 2013 (consulté le 12 septembre 2017).
- Environnement et Changement Climatique Canada. 2016. Amende de 3 millions de dollars à Teck Metals pour avoir pollué le fleuve Columbia. Communiqué mis à jour le 4 mars 2016 (consulté le 12 septembre 2017).
- Frest, T.J. 1999. A review of the land and freshwater molluscs of Idaho. Final report prepared for Idaho Conservation Data Centre, Idaho Department of Fish and Game, Boise (ID). 281 p. + appendices.
- Frest, T.J., Johannes E.J. 1995. Interior Columbia basin mollusc species of special concern. Final Report, Contract # 43-0E00-4-9112 to The Interior Columbia Basin Ecosystem Management Project, 286 p.
- Frest, T.J., Johannes E.J. 1997. Land snail survey of the lower Salmon River drainage, Idaho. Idaho Bureau of Land Management, 367 p.
- Frest, T.J., Johannes E.J. 2000. An annotated checklist of Idaho land and freshwater molluscs. J. Idaho Acad. Sci. 36(2): 1-51.
- Gouvernement du Canada. 2016. Politique sur la survie et le rétablissement [Proposition]. *Loi sur les espèces en péril* : Séries de politiques et de lignes directrices. Gouvernement du Canada, Ottawa, 10 p.
- Hannibal, H. 1912. A synopsis of the recent and tertiary freshwater mollusca of the Californian Province, based upon an ontogenetic classification. Proc. Malac. Soc. Lond. X(II): 112-165.
- Harvey, B., Brown, T. 2011. Recovery potential assessment for the Umatilla Dace (*Rhinichthys umatilla*). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/107. vi + 40 p.
- Hyman, L.L. 1967. The invertebrates. Vol VI. Mollusca I. McGraw-Hill (N-Y). 792 p.
- Hawes, K., Larratt, H., Swain, N. 2014. Lower Columbia River Aquatic Receiving Environment Monitoring Program for the Teck Metals Ltd. Trail Smelter – Annual Data Collection and Interpretation Report. Ecoscape Environmental Consultants Ltd. 148 p.
- Kootenaybiz. 2015. [Zellstoff Celgar](#) is one of the largest and most modern Kraft pulp mills in North America (consulté le 12 septembre 2017).
- L.C. 2002, ch. 29. [Codification – Loi sur les espèces en péril](#). (consulté le 12 septembre 2017)



- Neitzel, D.A., Frest, T.J. 1989. Survey of Columbia River Basin streams for Giant Columbia River Spire Snail *Fluminicola columbiana* and Great Columbia River Limpet *Fisherola nuttalli*. Technical Report PNL-7103, Battelle Pacific Northwest Laboratory, Richland (Wash.). 59 p.
- Neitzel, D.A., Frest, T.J. 1990. Survey of Columbia River Basin Streams for Columbia Pebblesnail and Shortface Lanx. *Fisheries* 15(2): 2-3.
- Neitzel, D.A., Frest, T.J. 1992. Survey of Columbia River Basin streams for Columbia Pebblesnail *Fluminicola columbiana* and Shortface Lanx *Fisherola nuttalli*. Technical Report PNL-8229, Rev. 1, Battelle Pacific Northwest Laboratory, Richland (Wash.). 84 p.
- Neitzel, D.A., Frest, T.J. 1993. Survey of Columbia River Basin streams for Columbia Pebblesnail *Fluminicola columbiana* and Shortface Lanx *Fisherola nuttalli*. Technical Report PNL-8229, Battelle Pacific Northwest Laboratory, Richland (Wash.). 84 p.
- Newell, R.L. 2003. Chapter 8 Aquatic macroinvertebrates. In Biodiversity Studies of the Hanford site 2002-2003. J.R. Evans, M.P. Lih and P.W. Dunwiddie (éd.). The Nature Conservancy, Washington Field Office, Seattle (Wash.). 94 p.
- Queen, J.M., 2008. Inter-areas component of the river corridor baseline risk assessment sampling summary. Washington Closure Hanford. Préparé pour le US Department of Energy, Richland Operations Office. 228 p.
- Stagliano, D.M., Stephens, G.M., Bosworth, W.R. 2007. Aquatic Invertebrate Species of Concern on USFS Northern Region Lands. Report to USDA Forest Service, Northern Region. Montana Natural Heritage Program, Helena, Montana and Idaho Conservation Data Center, Boise (ID). 95 p. + appendices.
- Taylor, D.W. 1982. Status report on giant Columbia River limpet in southwestern Idaho. Tomales Bay Marine Laboratory, Marshall, California, U.S. Department of the Interior, Fisheries and Wildlife Service, Portland (Ore.). 9 p.
- Taylor, D.W. 1985. Evolution of Freshwater Drainages and Molluscs in Western North America. In Late Cenozoic History of the Pacific Northwest: Interdisciplinary Studies on the Clarkia Fossil Beds of Northern Idaho. C.J. Smiley, A.E. Leviton, and M. Berson (éd.), p. 265-309. American Association for the Advancement of Science, San Francisco (Calif.).
- Thorp, T.H., Covich, A.P. (éd.). 2010. Ecology and Classification of Freshwater Invertebrates, third edition. Elsevier. 1021 p.
- Tiller, B. 2015. Assessment of the emergency drawdown impact on the molluscs and other organisms in Wanapum Lake, Columbia River, Grant County, Washington. DRAFT Field summary report submitted to Public Utility District No.2 of Grant County. 49 p.
- Turnbull, E.G. 1980. Trail Between Two Wars: The Story of a Smelter City. Morriss Printing Co. Ltd. Victoria (C.-B.). 93 p.
- Wirth, J.D. 2000. Smelter Smoke in North America: The Politics of Transborder Pollution. Lawrence: University of Kansas Press. ISBN 0700609849. 252 p.

**Le présent rapport est disponible auprès du :**

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

Téléphone : (250) 756-7208

Courriel: [csap@dfo-mpo.gc.ca](mailto:csap@dfo-mpo.gc.ca)

Adresse Internet: [www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/)

ISSN 1919-3815

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2018



La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2018. Évaluation du potentiel de rétablissement de la Patelle géante (*Fisherola nuttalli*).  
Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2018/001

*Also available in English :*

*DFO. 2018 Recovery potential assessment for Shortface Lanx (*Fisherola nuttalli*). DFO Can.  
Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2018/001.*