

Plan de gestion de la gonidée des Rocheuses (*Gonidea angulata*) en Colombie-Britannique

Gonidée des Rocheuses



2011

Au sujet de la série de plans de gestion de la *Loi sur les espèces en péril*

Qu'est-ce que la *Loi sur les espèces en péril* (LEP)?

La LEP est la loi fédérale qui constitue l'une des pierres d'assise de l'effort national commun de protection et de conservation des espèces en péril au Canada. La Loi est en vigueur depuis 2003 et vise, entre autres, à « *favoriser la gestion des espèces préoccupantes pour éviter qu'elles ne deviennent des espèces en voie de disparition ou menacées* ».

Qu'est-ce qu'une espèce préoccupante?

Selon la LEP, une espèce préoccupante est une espèce sauvage qui peut devenir menacée ou en voie de disparition par l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces signalées à son égard. Les espèces préoccupantes sont inscrites à la Liste des espèces en péril de la LEP.

Qu'est-ce qu'un plan de gestion?

Selon la LEP, un plan de gestion est un document de planification orienté vers l'action qui décrit les activités de conservation et les mesures relatives à l'utilisation des terres qu'il faut prendre pour éviter, à tout le moins, que l'espèce préoccupante ne devienne menacée ou en voie de disparition. Pour de nombreuses espèces, le but ultime d'un plan de gestion est d'atténuer les menaces d'origine anthropique et de retirer l'espèce de la Liste des espèces en péril. Le plan fixe des buts et des objectifs, identifie les menaces et propose diverses activités visant à réduire ces dernières.

L'élaboration de plans de gestion est obligatoire en vertu des articles 65 à 72 de la LEP (http://www.sararegistry.gc.ca/approach/act/default_f.cfm).

Un plan de gestion doit être préparé au plus tard trois ans après l'inscription de l'espèce à la Liste des espèces en péril. Pour les espèces qui ont été inscrites à la LEP lorsque celle-ci a été adoptée, le délai est de cinq ans.

Prochaines étapes

Les orientations contenues dans le plan de gestion permettront aux entités responsables, aux collectivités, aux utilisateurs des terres et aux agents de protection de la nature de mettre en œuvre des mesures de conservation qui auront des effets préventifs ou réparateurs. Le manque de certitude scientifique ne doit pas servir de prétexte pour retarder la prise de mesures efficaces pour éviter qu'une espèce ne devienne davantage en péril; la mise en œuvre de telles mesures pourrait même éviter d'importantes dépenses dans le futur.

La série de plans de gestion

Cette série présente les plans de gestion élaborés ou adoptés par le gouvernement fédéral dans le cadre de la LEP. De nouveaux documents s'ajouteront régulièrement à mesure que de nouvelles espèces seront inscrites et que les plans de gestion actuels seront mis à jour.

Pour en savoir plus

Pour en savoir plus sur la *Loi sur les espèces en péril* et sur les initiatives de conservation, veuillez consulter le Registre public des espèces en péril (<http://www.registrelep.gc.ca>).

**Plan de gestion de la gonid  e des Rocheuses (*Gonidea angulata*) en
Colombie-Britannique [PROPOSITION]**

Mars 2011

Référence recommandée

Pêches et Océans Canada. 2010. Plan de gestion de la gonidée des Rocheuses (*Gonidea angulata*) en Colombie-Britannique [Proposition]. Série de plans de gestion de la *Loi sur les espèces en péril*. Pêches et Océans Canada, Nanaimo. vii + 59 p.

Exemplaires supplémentaires

Il est possible de télécharger des exemplaires de la présente publication à partir du Registre public des espèces en péril (<http://www.registrelep.gc.ca/>).

Illustration de la couverture : Jennifer Heron

Also available in English under the title:

« Management Plan for the Rocky Mountain Ridged Mussel (*Gonidea angulata*) in British Columbia [Proposed] »

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Pêches et des Océans du Canada, 2010. Tous droits réservés.

ISBN 978-1-100-96857-5

N° de catalogue : En3-5/15-2011F-PDF

Le contenu du présent document (sauf les illustrations) peut être utilisé sans permission, à condition que la source soit adéquatement citée.

PRÉFACE

La gonidée des Rocheuses, un mollusque d'eau douce, a été désignée en tant qu'espèce préoccupante en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en juillet 2005. La *Loi sur les espèces en péril* (article 65) exige que le ministre compétent prépare des plans de gestion pour les espèces inscrites comme étant préoccupantes. La Région du Pacifique de Pêches et Océans Canada a codirigé, avec le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, l'élaboration du présent plan de gestion. Celui-ci satisfait aux exigences de la LEP quant au contenu et au processus (LEP, articles 65 à 68).

La réussite de la conservation de cette espèce est fonction de l'engagement et de la collaboration d'un grand nombre de parties qui participeront à la mise en œuvre des orientations formulées dans le présent plan et ne pourra reposer sur Pêches et Océans Canada ou sur une autre instance seulement. Le présent plan fournit des conseils aux autorités et aux organismes susceptibles d'être engagés ou de s'engager dans les activités de conservation de l'espèce. Dans l'esprit de l'Accord national pour la protection des espèces en péril, le ministre des Pêches et des Océans invite toutes les entités responsables ainsi que tous les Canadiens à se joindre à Pêches et Océans Canada pour appuyer le présent plan et le mettre en œuvre au profit de la gonidée des Rocheuses et de l'ensemble de la société canadienne. Le ministre rendra compte des progrès réalisés d'ici cinq ans.

AUTORITÉS RESPONSABLES

En vertu de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada est l'autorité responsable de la gonidée des Rocheuses. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a codirigé l'élaboration du présent plan de gestion.

AUTEURS

Le gouvernement de la Colombie-Britannique et Pêches et Océans Canada ont collaboré à l'élaboration du présent plan de gestion avec Jennifer Heron, Sue Pollard et Heather Stalberg, les auteures du présent document.

COMITÉ TECHNIQUE

Carol Cross, Pêches et Océans Canada, Vancouver, Colombie-Britannique (C.-B).
Ted Down, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, C.-B.
Courtney Druce, Pêches et Océans Canada, Vancouver, C.-B.
Cindy Harlow, Pêches et Océans Canada, Salmon Arm, C.-B.
Jennifer Heron, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, C.-B.
Ray Lauzier, Pêches et Océans Canada, Nanaimo, C.-B.
Louvi Nurse, Pêches et Océans Canada, Vancouver, C.-B.
Sue Pollard, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, C.-B.
Heather Stalberg, Pêches et Océans Canada, Kamloops, C.-B.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier : Lea Gelling (ministère de l'Environnement de la C.-B.), pour avoir fourni les renseignements de base ainsi que les ressources nécessaires aux relevés sur les moules menés en Colombie-Britannique au cours des trois dernières années et pour avoir passé en revue le présent plan de gestion; Byron Woods, du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, pour les cartes des occurrences de l'espèce; le personnel du ministère de l'Environnement de la C.-B. à Penticton (Orville Dyer, Vic Jensen, Don McKee, Jerry Mitchell et Kristina Robbins) pour avoir fourni des informations sur la région de l'Okanagan ainsi que des renseignements fort pertinents pour l'analyse des menaces; Jerry Mitchell, pour avoir joué un rôle clé dans la coordination des accès aux embarcations ainsi que lors des relevés dans la région de l'Okanagan; Ted Antifeau (ministère de l'Environnement de la C.-B.), pour avoir fourni des informations sur la région de Kootenay; Sarah Davies, de Pêches et Océans Canada (MPO), Sue Pollard (ministère de l'Environnement de la C.-B.), Leah Westereng (ministère de l'Environnement de la C.-B.), Raymond Lauzier (MPO), Lily Stanton (MPO), Jennifer Heron (ministère de l'Environnement de la C.-B.) et Leah Ramsay (ministère de l'Environnement de la C.-B.), pour avoir effectué les relevés dans les bassins hydrographiques des rivières Kootenay et Okanagan ainsi que du fleuve Columbia.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE

Conformément à la *Directive du Cabinet sur l'évaluation environnementale des projets de politiques, de plans et de programmes*, une évaluation environnementale stratégique (EES) doit être effectuée pour tous les documents de planification du rétablissement produits en vertu de la LEP. L'objet d'une EES est d'intégrer les considérations environnementales dans l'élaboration des projets de politiques, de plans et de programmes publics afin de soutenir la prise de décisions éclairées sur le plan environnemental.

La planification de la gestion profitera aux espèces en péril et à la biodiversité en général. Il est toutefois reconnu que certaines stratégies peuvent également produire, sans que cela soit voulu, des effets environnementaux négatifs qui dépassent les avantages prévus. Le processus de planification du rétablissement, fondé sur des lignes directrices nationales, tient directement compte de tous les effets environnementaux, notamment des impacts possibles sur les espèces ou les habitats non ciblés. Les résultats de l'EES sont intégrés directement dans le plan de gestion lui-même, mais sont également résumés ci-après.

Le présent plan de gestion sera manifestement bénéfique pour l'environnement en favorisant la gestion de la gonidée des Rocheuses. La possibilité que ce plan ait des effets négatifs non voulus sur d'autres espèces a été prise en considération. L'EES conclut que le présent plan profitera manifestement à l'environnement et qu'il n'entraînera aucun effet négatif important. Le lecteur est invité à se reporter aux sections suivantes du document : Besoins en matière d'habitat et besoins biologiques; Rôle écologique; Facteurs limitatifs; Mesures; Tableau sur la mise en œuvre.

SOMMAIRE

La gonidée des Rocheuses, un mollusque d'eau douce, a été désignée en tant qu'espèce préoccupante en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en juillet 2005. La coquille de ce grand bivalve d'eau douce, qui est trapézoïdale, se distingue principalement par une crête postérieure saillante presque parallèle au bord antérieur, depuis l'umbo jusqu'au bord postéro-basal angulaire de chaque valve. La moitié postérieure de la coquille est plus longue que la moitié antérieure.

Le cycle biologique de la gonidée des Rocheuses est complexe et demeure méconnu. Après avoir été fécondée, la femelle incube les œufs dans sa coquille, jusqu'à l'éclosion de larves microscopiques appelées glochidies. Les glochidies planctoniques, une fois libérées par la moule femelle, doivent se fixer aux branchies d'un poisson hôte approprié (espèce inconnue) dans les jours qui suivent. Après ce stade parasitaire, les glochidies deviennent des juvéniles benthiques autonomes qui quittent le poisson hôte pour s'installer dans le substrat où elles deviennent des moules adultes. Les gonidées adultes vivent dans des substrats appropriés des zones littorales, où elles siphonnent l'eau et poursuivent leur croissance. On ignore à quelle profondeur vivent les moules. L'âge maximal et l'âge à la maturité des moules adultes demeurent aussi inconnus.

Au Canada, la gonidée des Rocheuses est présente en Colombie-Britannique dans le bassin hydrographique de l'Okanagan; on possède un spécimen recueilli au début des années 1900 et portant l'étiquette « Kootenays » (emplacement inconnu) et un autre portant l'étiquette « Vancouver Island » (emplacement inconnu également).

D'après l'ensemble des observations rapportées par diverses sources, on a constaté la présence de spécimens vivants dans onze sites au sein du bassin hydrographique de l'Okanagan (un emplacement). Il est difficile de définir un emplacement (d'après la définition du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada) pour la gonidée des Rocheuses en raison du manque d'information sur la dispersion des individus à tous les stades de développement.

L'aire de répartition actuelle de la gonidée des Rocheuses comprend le bassin hydrographique de la rivière Okanagan, du lieu d'occurrence rapporté le plus au nord, à Vernon, jusqu'au lieu d'occurrence rapporté le plus au sud, dans la région des Osoyoos. L'aire de répartition sera agrandie si on observe des spécimens dans les bassins hydrographiques de la rivière Kootenay ou du fleuve Columbia, ou si on confirme l'observation historique sur l'île de Vancouver.

On ne dispose pas d'information sur la population des gonidées des Rocheuses, et les densités semblent varier selon la disponibilité et la qualité de l'habitat, la densité étant plus faible lorsque la qualité de l'habitat est moins bonne. La plupart des observations font état de 1 à 10 individus par zone de relevé. Cependant, trois sites du bassin hydrographique de l'Okanagan contiennent des colonies de > 100 individus.

On sait peu de choses sur les menaces qui pèsent sur la gonidée des Rocheuses. Parmi les menaces potentielles, mentionnons : 1) l'aménagement des zones de basse plage et riveraines; 2) la canalisation des cours d'eau; 3) la modification et la régularisation des caractéristiques hydrographiques; 4) les espèces aquatiques introduites; 5) la disponibilité d'espèces hôtes; 6) la

pollution des bassins hydrographiques attribuable à l'utilisation des terres; 7) les perturbations ou les dommages directs; 8) le changement climatique.

Le but de la gestion de la gonidée des Rocheuses est *de maintenir des populations viables, autonomes, remplissant leurs fonctions écologiques et largement réparties au sein d'habitats appropriés dans son aire de répartition actuelle en Colombie-Britannique.*

Les objectifs de gestion établis pour la gonidée des Rocheuses sont les suivants : 1) d'ici 2015, combler les lacunes dans les connaissances sur le cycle biologique, sur l'aire de répartition provinciale et sur les menaces pesant sur l'espèce; 2) d'ici 2015, dresser l'inventaire de 75 % de l'habitat littoral potentiel dans le bassin hydrographique de la rivière Okanagan en utilisant un protocole normalisé pour recueillir l'information sur l'habitat et les menaces à chaque site examiné; 3) d'ici 2015, faire en sorte qu'il y ait eu augmentation du nombre d'activités d'intendance lancées ou complétées par les utilisateurs et les gestionnaires des terres situées près d'habitats de la gonidée des Rocheuses; 4) lorsque les résultats des recherches et des inventaires sur la gonidée des Rocheuses seront disponibles, les intégrer à la planification de l'utilisation des terres afin d'éclairer la prise de mesures d'atténuation des menaces et de protection des terres.

L'approche pour la mise en œuvre de nouvelles mesures met l'accent sur la réduction de l'incertitude au sujet de la gonidée des Rocheuses, par exemple son cycle biologique, les facteurs limitatifs et les menaces, par l'intermédiaire de recherches et d'évaluations qui renforceront les fondements des futures mesures de gestion.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	v
AUTORITÉS RESPONSABLES.....	vi
AUTEURS	vi
Comité technique	vi
REMERCIEMENTS.....	vii
ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE.....	vii
SOMMAIRE.....	viii
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES ANNEXES.....	xi
1. CONTEXTE	1
1.1 Information sur l'évaluation de l'espèce par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC)	1
1.2 Description de l'espèce	2
1.2.1. Cycle biologique de la gonidée des Rocheuses	5
1.3 Populations et aire de répartition	9
1.4 Besoins de la gonidée des Rocheuses	13
1.4.1. Besoins en matière d'habitat et besoins biologiques.....	13
1.4.2. Rôle écologique.....	15
1.4.3. Facteurs limitatifs	15
1.5 Menaces	17
1.5.1. Classification des menaces.....	17
1.5.2. Description des menaces	21
1.6 Mesures complétées ou en cours	34
1.7 Lacunes dans les connaissances	35
2. Gestion.....	36
2.1 But de la gestion	36
2.2 Objectifs	36
2.3 Mesures	37
2.3.1. Protection	37
2.3.2. Gestion	38
2.3.3. Recherche	38
2.3.4. Surveillance et évaluation.....	39
2.3.5. Vulgarisation et communication.....	39
2.3.6. Restauration	40
3. Calendrier de mise en œuvre.....	40
4. Plans connexes.....	46
5. RÉFÉRENCES.....	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Gonidée des Rocheuses adulte trouvée en bas du premier barrage dans la rivière Okanagan, au sud d'Oliver, en Colombie-Britannique, en juillet 2007.....	2
Figure 2. Petite (probablement jeune) gonidée des Rocheuses trouvée en juillet 2007 près de Summerland, en Colombie-Britannique, sur une plage récréative du lac Okanagan.....	2
Figure 3. Coquille d'une gonidée des Rocheuses adulte trouvée à la plage pour chiens de Summerland, en Colombie-Britannique, le 28 juin 2007	3
Figure 4. Intérieur d'une coquille de gonidée des Rocheuses; on peut voir qu'il n'y a pas de dent sur la charnière ni de dent pseudo-cardinale	3
Figure 5. Schéma du cycle biologique de la gonidée des Rocheuses	5
Figure 6. Conglutinats de gonidées des Rocheuses, le 28 juin 2007, dans le lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland.....	7
Figure 7. Conglutinats de gonidées des Rocheuses, le 28 juin 2007, dans le lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland.....	7
Figure 8. Aire de répartition mondiale de la gonidée des Rocheuses, <i>Gonidea angulata</i> . Note: Remarquer que l'espèce a une aire de répartition mondiale disjointe.	9
Figure 9. Aire de répartition canadienne de la gonidée des Rocheuses	11
Figure 10. Coquille d'anodonte de Californie	52
Figure 11. L'anodonte de l'Ouest	52
Figure 12. Mulette-perlière de l'Ouest	52
Figure 13. Intérieur d'une mulette perlière de l'Ouest.	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Résumé de la classification des menaces.....	17
Tableau 2. Lacunes dans les connaissances relatives à la gonidée des Rocheuses. ..	35
Tableau 3. Calendrier de mise en œuvre pour la gonidée des Rocheuses.....	41

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Espèces semblables à la gonidée des Rocheuses	52
Annexe 2. Observations de la gonidée des Rocheuses	53
Annexe 3. Glossaire	57
Annexe 4. Références des photographies	60
Annexe 5. Registre des initiatives de collaboration et de consultation	60

1. CONTEXTE

La gonidée des Rocheuses (*Gonidea angulata*) est un bivalve d'eau douce de la sous-famille des ambléminés, laquelle comprend un certain nombre d'espèces de moules à coquille épaisse d'importance commerciale. La gonidée des Rocheuses est considérée comme étant un taxon distinct et constitue la seule espèce encore vivante du genre *Gonidea* en Amérique du Nord (Graf, 2002). De nombreux fossiles du genre *Gonidea* ont été répertoriés dans l'ouest de l'Amérique du Nord (pour de plus amples renseignements, voir COSEPAC, 2003); la taxonomie de ce genre est problématique (COSEPAC, 2003) en raison de cet important répertoire de fossiles. On croit que l'espèce vivante la plus apparentée à ce genre se trouverait en Corée, bien que les chercheurs doivent encore confirmer s'il y a un lien taxonomique ou non entre les deux (COSEPAC, 2003).

L'espèce a plusieurs noms scientifiques, dont *Anodon feminalis* (Gould, 1850); *Anodonta randalli* (Trask, 1855); *Anodon biangulata* (Sowerby, 1869); *Anodonta angulata* var. *subangulata* (Hemphill, 1891) et *Gonidea angulata* var. *haroldiana* (Dall, 1908) (Taylor, 1977, comme on l'indique dans COSEPAC, 2003).

1.1 Information sur l'évaluation de l'espèce par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC)

Date de l'évaluation : Novembre 2003

Nom commun (population) : Gonidée des Rocheuses

Nom scientifique : *Gonidea angulata* (Lea, 1839)

Désignation par le COSEPAC : Espèce préoccupante

Justification de la désignation : La répartition de cette espèce est limitée au sud de la Colombie-Britannique dans les réseaux hydrographiques de l'Okanagan et de la Kootenay. Il est probable que la présence de barrages sur les rivières Kootenay et Okanagan et sur le fleuve Columbia ainsi que la canalisation de la rivière Okanagan aient eu des répercussions sur cette espèce en entraînant une réduction de la qualité et de l'étendue de son habitat.

Occurrence au Canada : Colombie-Britannique

Historique de la désignation par le COSEPAC : Désignée en tant qu'espèce préoccupante en novembre 2003. Évaluation fondée sur un nouveau rapport de situation.

1.2 Description de l'espèce

La gonidée des Rocheuses est un grand bivalve d'eau douce dont la coquille mesure ≤ 125 mm de longueur, ≤ 65 mm de hauteur et 40 mm de largeur, avec une paroi de ≤ 5 mm d'épaisseur. La coquille trapézoïdale, qui est de forme variable, se distingue principalement par une crête postérieure saillante presque parallèle au bord antérieur, depuis l'umbo jusqu'au bord postéro-basal angulaire de chaque valve (Figure 1 et Figure 2). La moitié postérieure de la coquille est plus longue que la moitié antérieure.

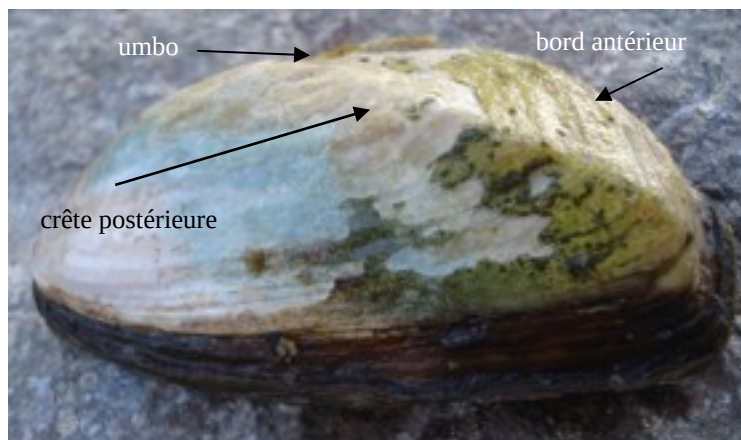


Figure 1. Gonidée des Rocheuses adulte trouvée en bas du premier barrage dans la rivière Okanagan, au sud d'Oliver, en Colombie-Britannique, en juillet 2007. Remarquer l'angle proéminent distinctif de la crête presque parallèle au bord antérieur de la coquille. La moitié postérieure de la coquille est plus longue que la moitié antérieure. Photographie par J. Heron.



Figure 2. Petite (probablement jeune) gonidée des Rocheuses trouvée en juillet 2007 près de Summerland, en Colombie-Britannique, sur une plage récréative du lac Okanagan. Photographie par J. Heron.

La coquille de la gonidée des Rocheuses présente de nombreuses lignes de croissance concentriques proéminentes et légèrement surélevées partant de l'umbo (Figure 2). La couleur du periostracum varie du brun jaunâtre au brun noirâtre. La nacre (Figure 3) est généralement blanche ou couleur saumon dans la région de l'umbo et dans la région antérieure de la coquille, s'obscurcissant graduellement vers un bleu pâle le long des bords postérieurs externes de la coquille (Figure 4).



Figure 3. Coquille d'une gonidée des Rocheuses adulte trouvée à la plage pour chiens de Summerland, en Colombie-Britannique, le 28 juin 2007. Remarquer la teinte de la nacre passe du blanc sur la charnière à couleur saumon, puis à bleu pâle sur le bord postérieur de la coquille. Photographie par J. Heron.

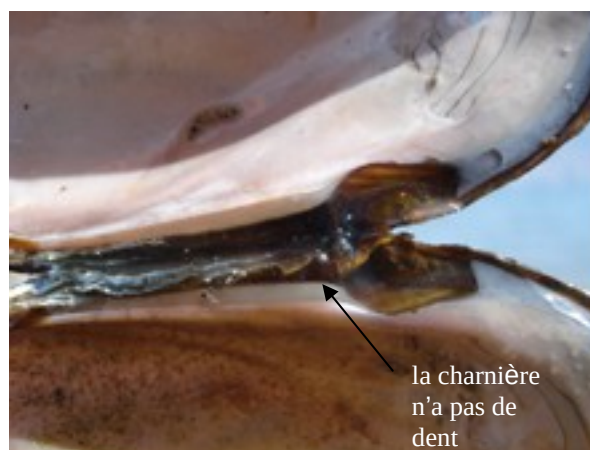


Figure 4. Intérieur d'une coquille de gonidée des Rocheuses; on peut voir qu'il n'y a pas de dent sur la charnière ni de dent pseudo-cardinale. Photographie par J. Heron.

Afin d'éviter tout glissement latéral des deux moitiés de leur coquille, les bivalves possèdent une série de dents ou de crêtes auxquelles correspondent des cavités ou des rainures respectives, sous le ligament de la charnière et le long de la charnière de la coquille (Ruppert *et al.*, 2004). Les dents de la charnière de la gonidée des Rocheuses sont indistinctes, irrégulières et peu développées (Figure 4); les dents pseudo-cardinales sont renflées sur les côtés, courtes et trapues (une dans la valve droite et une ou aucune dans la valve gauche); il n'y a pas de dent latérale (COSEPAC, 2003).

L'aire de répartition canadienne de trois espèces de mollusques d'eau douce chevauche celle de la gonidée; il s'agit de l'anodonte de Californie (*Anodonta californiensis/nuttalliana*), qui ne présente pas la crête postérieure distinctive et a une coquille en forme d'aile (Chong, 2008), de l'anodonte de l'Ouest (*Anodonta kennerleyi/oregonensis*), qui a une coquille lisse et mince, dont les anneaux de croissance concentriques ne forment pas de crêtes proéminentes (Chong, 2008); de la mulette-perlière de l'Ouest (*Margaritifera falcata*), qui ne présente pas de crête postérieure proéminente et a une charnière plus large et plus développée, une dent pseudo-cardinale plus proéminente, une nacre pourpre ainsi qu'une coquille allongée de couleur foncée (voir l'annexe 1 pour les photographies de ces espèces).

Plusieurs caractéristiques du cycle biologique de la gonidée des Rocheuses vivant dans le sud de la Colombie-Britannique demeurent inconnues et nécessitent d'autres études. La gonidée des Rocheuses a probablement le même type de cycle biologique que les autres espèces similaires d'unionidés et d'ambléminés (Ruppert *et al.*, 2004). On croit que la reproduction est annuelle et que sa durée est courte. La reproduction a lieu au printemps (cycle tachytictique, ou court) et les glochidies sont expulsées au cours de l'été. Les preuves permettant de soutenir l'hypothèse d'une stratégie de reproduction tachytictique chez les gonidées des Rocheuses reposent sur trois constats : 1) l'observation de femelles gravides d'avril à juin, mais pas d'août à octobre (Spring Rivers, 2007). Le 28 juin 2007, on a observé une gonidée des Rocheuses femelle en train d'éjecter des congutinatns dans le parc régional Kinsmen, à la plage pour chiens de Summerland (Figure 6, et Figure 7 et voir la Figure 5. Cycle biologique)

; 2) la stratégie tachytictique est commune chez les autres espèces de la sous-famille des ambléminés; 3) l'augmentation du débit d'eau au printemps dans plusieurs voies navigables où l'espèce a été observée (COSEPAC, 2003) contribue vraisemblablement à la dispersion du sperme libéré par les spécimens mâles (Figure 5, Cycle biologique). Les débits d'eau saisonniers et les eaux de ruissellement printanières de la Colombie-Britannique pourraient favoriser la dispersion des glochidies, faire en sorte que de l'eau fraîche soit présente au moment de leur expulsion et agir en tant qu'élément déclencheur de la reproduction. D'autres espèces de moules d'eau douce frayent durant l'été; les femelles portent les glochidies tout l'hiver et les expulsent le printemps suivant (cycle bradytictique, ou long). On peut trouver d'autres renseignements sur les cycles biologiques possibles (quoi que peu probables) dans Dillon (2000), Bauer et Wächtler (2001) ainsi que McMahon et Bogan (2001) (tel qu'indiqué dans COSEPAC, 2003).

L'information limitée dont on dispose sur le comportement de la gonidée des Rocheuses provient d'observations sur le terrain (annexe 2). Dans le lac Okanagan, dans le parc régional Kinsmen, à Summerland, où plus de 100 moules ont été observées au même endroit la même journée (13 juillet 2006) (annexe 2), les spécimens étaient disposés de quelques centimètres à quelques mètres les uns des autres et étaient de presque complètement enfouis dans le substrat à complètement à plat sur le substrat. La plus forte densité de moules a été observée le long d'une bande parallèle à la berge, à environ 15 m de celle-ci et à 1,2 m de profondeur (Moore et Machial, 2007). Les relevés sur les moules n'ont été menés que dans la zone littorale; on ignore donc si la colonie s'étend au-delà de cette zone et à de plus grandes profondeurs.

L'information relative au cycle biologique des gonidées des Rocheuses de la Colombie-Britannique est limitée. L'information sur la biologie présentée ci-après provient du rapport de situation du COSEPAC (2003), de recherches sur la gonidée des Rocheuses menées en Californie (Spring Rivers, 2007) et de l'information générale sur les moules d'eau douce contenue dans Ruppert *et al.* (2004). Fondamentalement, le cycle biologique comporte cinq stades (Figure 5). La température de l'eau et de l'environnement est déterminante pour la survie, la croissance et la reproduction des moules d'eau douce (voir Facteurs limitatifs).

1.2.1. Cycle biologique de la gonidée des Rocheuses

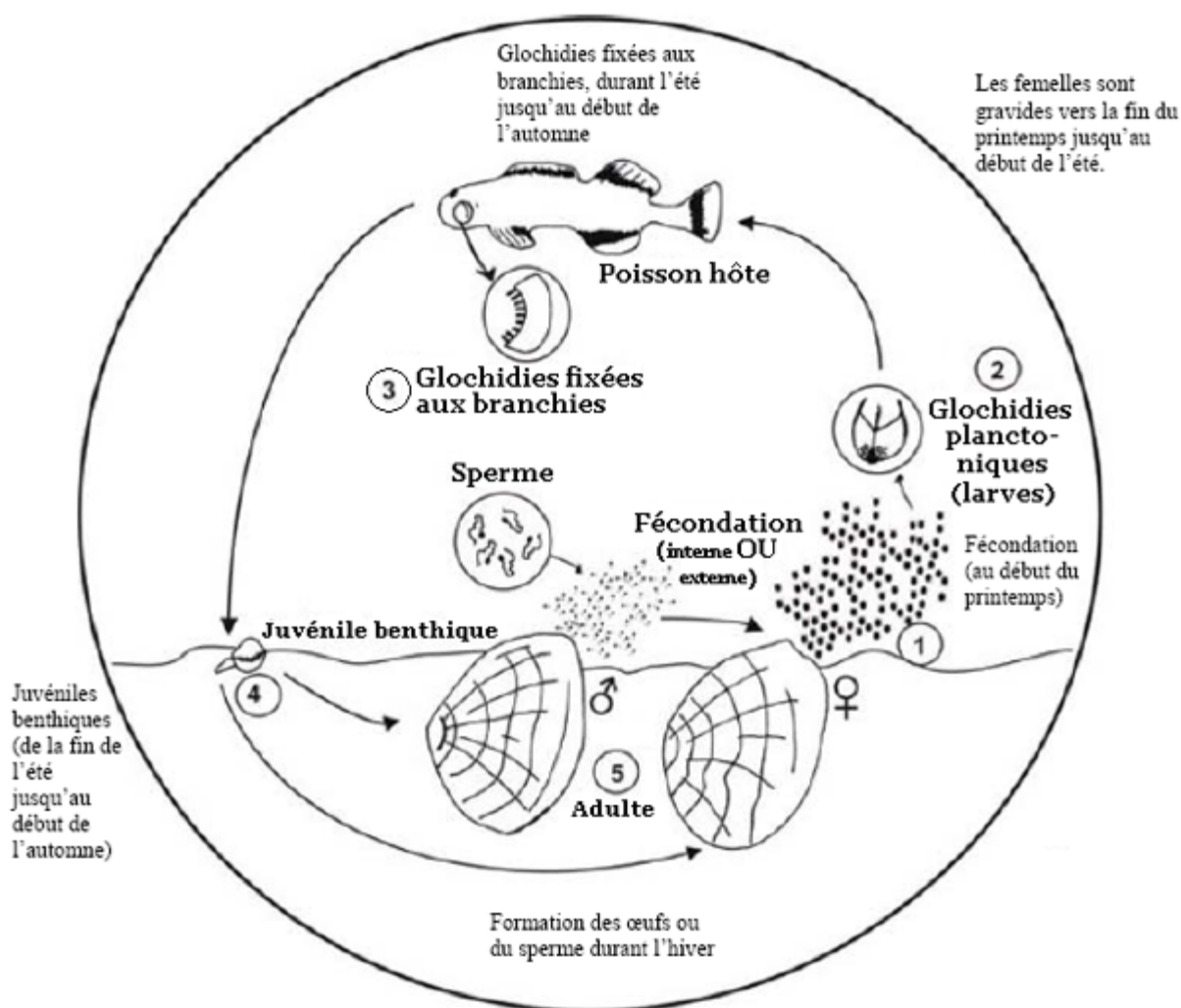


Figure 5. Schéma du cycle biologique de la gonidée des Rocheuses. Stades de développement (1) et (2) : de la fin du printemps jusqu'au début de l'été, les femelles gravides libèrent les larves, qui se trouvent ensuite un poisson hôte. Stade de développement (3) : en été jusqu'au début de l'automne; les glochidies croissent sur le poisson hôte et quittent les branchies. Stade de développement (4) : les juvéniles benthiques flottent librement et s'installent dans le substrat durant l'automne. Stade de développement (5) : les moules juvéniles poursuivent leur croissance, mais l'âge auquel les individus sont en mesure de se reproduire demeure inconnu. Source du schéma : COSEPAC (2003; figure fournie par Terry Frest, 2008).

- **Des œufs non fécondés** (Figure 5, stade de développement 1) se développent dans les branchies des moules femelles. La fécondation est vraisemblablement interne. Les moules mâles (de diverses espèces) libèrent généralement leur sperme dans la colonne d'eau, où il dérive au gré du courant. Lorsque les moules femelles siphonnent de l'eau par leurs branchies, elles siphonnent aussi du sperme, qui féconde alors les œufs. Il convient de noter que ce phénomène n'a pas été étudié pour la gonidée des Rocheuses. On ignore également combien d'œufs une gonidée des Rocheuses femelle peut produire chaque année en moyenne ni à quel âge les individus de cette espèce commencent à produire des œufs ou du sperme. Il ne semble pas y avoir autofécondation chez cette

espèce. Bien que l'on ne dispose d'aucune information à ce sujet, on suppose que la reproduction est déclenchée par l'allongement des jours ou par les changements saisonniers de la température de l'eau.

- **Le développement des glochidies** (Figure 5, stade de développement 1) commence dès que les œufs sont fécondés. Des études menées en Californie indiquent que les femelles sont gravides à partir de la fin avril jusqu'à la mi-juillet (Spring Rivers, 2007). Les œufs donnent naissance à des larves microscopiques appelées glochidies qui se développent dans les branchies des moules femelles pendant 1 à 4 mois.
- **Les glochidies planctoniques** (Figure 5, stade de développement 2) sont libérées par la moule femelle, flottent dans la colonne d'eau, trouvent un poisson hôte approprié dans les quelques jours qui suivent, puis se fixent aux branchies de ce poisson (on traite des poissons hôtes dans la section 3, Glochidies parasites ou commensales). Certaines espèces de moules présentent des structures spécialisées, des tubes mucilagineux appelés conglutinats, qui augmentent les chances que les glochidies puissent trouver un poisson hôte approprié (Figure 6 et Figure 7). Ces conglutinats permettent aux larves de se fixer facilement aux branchies du poisson hôte. Il existe de nombreux exemples décrivant les méthodes élaborées qu'utilisent les unionidés pour attirer les poissons hôtes vers les glochidies (Strayer, 2008), mais on n'a pas étudié l'information sur les substances attractives présentes dans les conglutinats de gonidée des Rocheuses. Le rapport de situation du COSEPAC (2003) révèle que cette espèce n'afficherait pas ce comportement; toutefois, il semble que cette information soit erronée. Le 28 juin 2007, on a observé un spécimen femelle en train de libérer des conglutinats dans le parc régional Kinsmen (plage pour chiens de Summerland), dans le lac Okanagan (Figure 6 et Figure 7). On a recueilli ces conglutinats, et l'identification des glochidies a confirmé qu'il s'agissait d'une gonidée des Rocheuses (Lee, comm. pers., 2007). La moule qui a libéré ces conglutinats était située à environ 1,5 m de profondeur dans la zone littorale, à demi enfoncée parmi les galets couverts de vase (Figure 6 et Figure 7). On n'a recueilli aucune information sur la température, le débit ou la composition chimique de l'eau.

Le moment où la gonidée des Rocheuses libère ses glochidies demeure inconnu, bien que des femelles gravides aient été recueillies d'avril à juillet (COSEPAC, 2003); en conséquence, les femelles libèrent probablement les glochidies au printemps ou au début de l'été (d'avril à juillet). Des études menées dans la rivière Pit, en Californie, ont révélé la présence de glochidies de gonidées des Rocheuses dans l'eau à partir d'avril jusqu'en juillet, l'abondance maximale étant observée à la mi-juin (Spring Rivers, 2007). D'après l'information sur d'autres espèces de moules (même si seulement quelques espèces ont fait l'objet d'une étude), on estime qu'entre 10 et 18 000 glochidies par milliard franchissent les stades de développement 1 et 2 (Jansen *et al.*, 2001, comme on le mentionne dans COSEPAC, 2003).

Les études sur la génétique des unionidés varient grandement d'une espèce à l'autre (Strayer, 2008); les facteurs de dispersion limitant la répartition et l'abondance des populations de moules doivent faire l'objet d'études supplémentaires (Strayer, 2008).



Figure 6. Conglutinats de gonidées des Rocheuses, le 28 juin 2007, dans le lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland. Photographie par Sue Pollard.



Figure 7. Conglutinats de gonidées des Rocheuses, le 28 juin 2007, dans le lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland. Photographie par Sue Pollard.

- **Les glochidies parasites (ou commensales)** (Figure 5, stade de développement 3) vivent et croissent dans les branchies d'un poisson hôte pendant de 2 semaines à 4 mois (possiblement de 1 à 6 semaines; COSEPAC, 2003). Un grand nombre de glochidies peuvent cohabiter sur le même poisson hôte, et leur présence ne nuit généralement pas au poisson hôte (Cunjak et McGladerry, 1991). Des recherches sur la gonidée des Rocheuses menées en Californie ont permis d'observer des glochidies sur des poissons hôtes de la fin mars jusqu'à la mi-juillet (Spring Rivers, 2007).

Les poissons hôtes constituent le principal moyen de dispersion des moules, qui sont surtout sédentaires lorsqu'elles sont adultes. L'identification des poissons hôtes est difficile pour toutes les espèces de moules et la recherche sur les poissons hôtes de la gonidée des Rocheuses est limitée. Parmi les résultats des recherches sur les poissons hôtes de la gonidée des Rocheuses en Californie, mentionnons : 1) *Hysterocarpus traski*

(Tule perch), la seule espèce vivipare indigène en Californie; 2) *Cottus pitensis* (Pit sculpin), une espèce indigène; 3) *Mylopharodon conocephalus* (Hardhead), une autre espèce indigène (Spring Rivers, 2007). Au cours des recherches effectuées par Spring Rivers (2007), on a observé plus de moules juvéniles sur *Cottus pitensis* que sur les deux autres espèces, ce qui laisse sous-entendre que cette espèce pourrait être le poisson hôte le plus important pour la gonidée des Rocheuses dans cette partie de son aire de répartition.

En Californie, parmi les espèces de poissons hôtes de la gonidée des Rocheuses non confirmées, mentionnons le chabot de torrent (*Cottus rhotheus*), la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et la marigane noire (*Pomoxis nigromaculatus*), une espèce non indigène (Spring Rivers, 2007). On dit qu'un poisson hôte est non confirmé si ses branchies sont enkystées par des glochidies, mais qu'on ignore si ces dernières survivront jusqu'au stade de moule après avoir quitté les branchies de ce poisson. Ces trois espèces de poissons vivent dans l'aire de répartition de la gonidée des Rocheuses (d'après McPhail, 2007). Le chabot de torrent est présent dans les réseaux des rivières Okanagan, Similkameen et Kettle, en aval de barrières à poissons et de barrages (McPhail, 2007). La truite arc-en-ciel est largement répartie dans les bassins hydrographiques de l'Okanagan et du Columbia (McPhail, 2007). La marigane noire est présente dans le lac Osoyoos (dans le bassin de l'Okanagan, et à partir du cours inférieur de la rivière Pend d'Oreille, près de son point de confluence avec le fleuve Columbia, au sud de Trail; McPhail, 2007).

- **Les juvéniles benthiques libres** (Figure 5, stade de développement 4) quittent les poissons hôtes et s'installent dans le substrat pour croître jusqu'au stade adulte. Des études en laboratoire menées en Californie indiquent que les glochidies quittent les branchies des poissons hôtes à un moment quelconque entre juin et la fin juillet (Spring Rivers, 2007). On ne sait pas vraiment à quel moment a lieu ce stade de développement en Colombie-Britannique.
- **Les moules adultes** (Figure 5, stade de développement 5) vivent dans un substrat approprié (voir l'information relative à l'habitat pour la description du substrat) dans la zone littorale (cependant, on ignore à quelle profondeur), siphonnant l'eau et poursuivant leur croissance. On ignore à quel âge la gonidée des Rocheuses se reproduit, à quelle vitesse elle croît et combien d'individus correspondent à la progéniture d'une seule moule adulte.

Les crêtes à la surface des coquilles de la gonidée des Rocheuses affichent des lignes noires distinctes pouvant servir à estimer l'âge, de la même façon qu'on compte les anneaux de croissance sur un arbre. Ces anneaux représentent les périodes de faible croissance en hiver, mais sont parfois irréguliers. L'efficacité de cette méthode est variable, devenant moins précise au fur et à mesure que les moules vieillissent et que les taux de croissance diminuent (Ruppert *et al.*, 2004). L'âge maximal à la maturité de la gonidée des Rocheuses demeure inconnu, bien qu'on estime qu'un individu puisse vivre entre 20 et 30 ans d'après des décomptes d'anneaux de croissance (COSEPAC, 2003).

1.3 Populations et aire de répartition

L'aire de répartition mondiale de la gonidée des Rocheuses se situe entièrement dans l'ouest de l'Amérique du Nord, du sud de la Californie jusqu'au sud de la Colombie-Britannique et, vers l'est, du sud de l'Idaho jusqu'au nord du Nevada (Taylor, 1981; Figure 8). L'aire de répartition mondiale de la gonidée des Rocheuses est disjointe. La majorité des observations ont été faites au sud de la marge glaciaire du Wisconsinien et suivent certains des principaux bassins hydrographiques des États de Washington, de l'Oregon, de l'Idaho et du Nevada; toutefois, on a constaté que l'espèce était absente de la majeure partie du sud de la Californie (Figure 8).



Figure 8. Aire de répartition mondiale de la gonidée des Rocheuses, *Gonidea angulata*. Remarquer que l'espèce a une aire de répartition mondiale disjointe. Source de la carte: COSEPAC (2003).

L'aire de répartition canadienne de la gonidée des Rocheuses se situe entièrement en Colombie-Britannique, mais on n'a confirmé la présence de spécimens vivants que dans le bassin

hydrographique de l'Okanagan (Figure 9). Bien que les observations historiques indiquent que l'aire de répartition de la gonidée des Rocheuses s'étend jusqu'à la rivière Kootenay et à l'île de Vancouver, sa répartition actuelle en Colombie-Britannique demeure imprécise et du fait qu'aucun spécimen vivant n'a été observé pour en confirmer l'étendue. On possède un spécimen historique portant l'étiquette « Kootenays » (emplacement inconnu; COSEPAC, 2003); la rivière Kootenay est un tributaire du fleuve Columbia. Un autre spécimen se trouve au musée zoologique de l'Université du Michigan; il porte l'étiquette « Vancouver Island » et a probablement été recueilli en 1890, mais on ne dispose d'aucune information particulière sur ce spécimen (*Anodonta angulata* n° 107902) (Gelling, Pollard et Ramsay, ébauche, 2009). Il est possible que la moule étiquetée « Vancouver Island » ait été vendue ou transportée le long des routes commerciales entre les terres continentales du sud et l'île de Vancouver (Gelling, Pollard et Ramsay, ébauche, 2009). La gonidée des Rocheuses est aussi présente dans la rivière Similkameen, au sud de la frontière, dans l'État de Washington, mais aucun spécimen n'a été recueilli dans cette rivière au Canada. Aucun des relevés menés en octobre 2009 n'a permis d'observer des spécimens dans la Similkameen; d'autres relevés sont donc nécessaires. En outre, l'espèce est présente dans le fleuve Columbia, du côté américain.

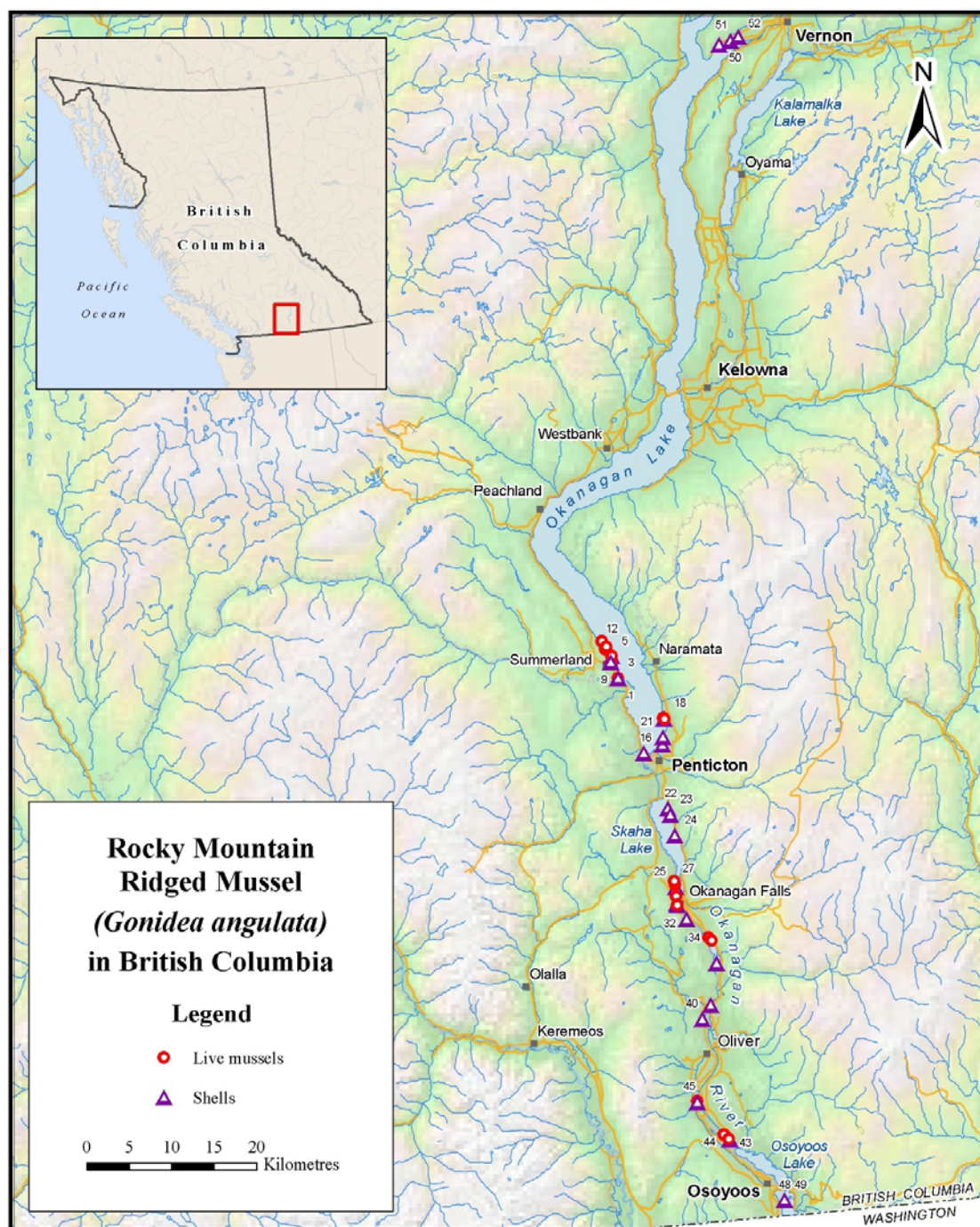


Figure 9. Aire de répartition canadienne de la gonidée des Rocheuses Source : Centre de données sur la conservation du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique (mise à jour en avril 2009 par Byron Woods, ministère de l'Environnement de la C.-B.). Disponible en anglais seulement.

Traduction - figure 9:

British Columbia: Colombie-Britannique
 Pacific Ocean: Océan Pacifique
 Kalamalka Lake: Lac Kalamalka
 Okanagan Lake: Lac Okanagan
 Osoyoos Lake: Lac Osoyoos
 Skaha Lake: Lac Skaha
 Okanagan River: Rivière Okanagan

Rocky Mountain Ridged Mussel (*Gonidea Angulata*) in British Columbia: Gonidée des Rocheuses (*Gonidea Angulata*) en Colombie-Britannique
 Legend: Légende
 Live mussels: Moules vivantes
 Shells: Coquilles
 Kilometres: Kilomètres

Des spécimens vivants ont été trouvés dans onze sites dans le sud du bassin hydrographique de la rivière Okanagan, en Colombie-Britannique (Figure 9; Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique; annexe 2). Il est difficile de définir un emplacement (tel que défini par le COSEPAC) pour la gonidée des Rocheuses en raison du manque d'information sur les limites de dispersion du sperme et des glochidies à leurs divers stades de développement de même que sur la dispersion générale et la capacité de déplacement des adultes. On croit que les individus de cette espèce ne s'éloignent pas beaucoup de l'emplacement où ils se sont établis initialement dans le substrat, au stade juvénile (COSEPAC, 2003).

L'information dont on dispose sur la population des gonidées des Rocheuses est limitée, et les densités semblent varier selon la disponibilité et la qualité de l'habitat, la densité étant plus faible lorsque la qualité de l'habitat est moins bonne (COSEPAC, 2003). Jusqu'à maintenant, les relevés ont été d'ordre général et ont surtout porté sur la détermination de la présence de l'espèce dans une zone donnée.

Au cours des trois dernières années, de nombreux sites du sud-est de la Colombie-Britannique ont fait l'objet d'un relevé pour vérifier la présence de moules, mais certaines parties des bassins hydrographiques des rivières Shuswap, Similkameen et Kootenay ainsi que du fleuve Columbia n'ont pas été étudiées. En 2007, le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique a commandité un relevé sur les invertébrés qui incluait des relevés sur la gonidée des Rocheuses par plongée au tuba ou par observation. Le but de ces relevés était de déterminer la répartition et la quantité relative d'individus de l'espèce dans les bassins hydrographiques des rivières Similkameen et Kootenay ainsi que du fleuve Columbia. En tout, 68 sites ont fait l'objet d'un relevé au sein de 11 bassins hydrographiques; le réseau de l'Okanagan a été le seul où la présence de gonidées des Rocheuses a été confirmée (Moore et Machial, 2007). Durant des relevés menés en 2008 et en 2009, aucune gonidée des Rocheuses n'a été observée dans les bassins hydrographiques de la Kootenay, du Columbia et du cours inférieur de la Similkameen (Centre de données sur la conservation de la C.-B., 2009).

La plupart des gonidées des Rocheuses observées vivantes étaient en groupes de 1 à 10 individus par zone de relevé (annexe 2). On possède des estimations du nombre relatif de moules vivantes pour trois sites du bassin hydrographique de l'Okanagan : 1) dans le lac Okanagan, à la plage pour chiens de Summerland, la population est estimée à plus de 1000 individus; 2) dans le lac Okanagan, dans le parc régional Kinsmen, à Summerland, la population est estimée à plus de 100 individus; 3) dans la rivière Okanagan (au sud du lac Skaha), la population en aval du premier barrage est estimée à environ 200 individus (Centre de données sur la conservation de la C.-B., 2009). Une méthode d'échantillonnage fondée sur un protocole uniforme doit être élaborée en vue des relevés futurs.

Ailleurs dans l'aire de répartition de l'espèce (ouest des États-Unis), Frest (données non publiées, tel que mentionné dans COSEPAC, 2003) a observé des individus distants de plus de 10 m les uns des autres, à des densités de $\sim 1/25 \text{ m}^2$ dans le réservoir Lower Granite, État de Washington, ainsi qu'à des densités de $\sim 16/\text{m}^2$ dans la rivière Okanagan, État de Washington (1988 et 1991). Vannote et Minshall (1982) ont observé des densités variant de 5,5 à $183/\text{m}^2$ dans le canyon de la rivière Salmon, en Idaho. Aucune donnée comparative sur la densité n'est disponible pour les sites d'échantillonnage de la Colombie-Britannique.

La gonidée des Rocheuses est considérée comme vulnérable à l'échelle mondiale (G3) en raison sa répartition limitée et de sa rareté générale au sein de son aire de répartition mondiale connue (NatureServe, 2009). En Colombie-Britannique, l'espèce figure sur la Liste rouge (S1; Centre de données sur la conservation, 2009).

1.4 Besoins de la gonidée des Rocheuses

Les besoins en matière d'habitat, les besoins biologiques et les exigences aux divers stades de développement de la gonidée des Rocheuses sont classés selon les catégories suivantes : 1) types de macrohabitats d'eau douce; 2) exigences en matière de substrats; 3) poissons hôtes pour les glochidies; 4) exigences en matière d'alimentation.

1.4.1. Besoins en matière d'habitat et besoins biologiques

Selon des relevés menés en Colombie-Britannique par le ministère de l'Environnement de la C.-B. et Pêches et Océans Canada (MPO) entre 2005 et 2009, la gonidée des Rocheuses ne vit généralement pas dans les habitats littoraux des lacs où les niveaux d'eau baissent assez pour exposer les moules à l'air libre, où la turbidité est élevée et où les substrats subissent des changements de façon périodique ainsi qu'aux endroits où il y a des fluctuations des concentrations d'oxygène et des épisodes d'anoxie/hypoxie saisonniers (Centre de données sur la conservation de la C.-B., 2009). D'après l'information recueillie sur l'habitat au cours de ces relevés, la moule est présente là où les substrats sont stables et où la qualité de l'eau est constante tout au long de l'année. On a observé que cette espèce est peu tolérante aux charges en éléments nutritifs, à l'envasement, aux changements du substrat ainsi qu'aux faibles débits d'eau (COSEPAC, 2003). Les données sur l'habitat recueillies dans des sites connus en Colombie-Britannique sont quelque peu contradictoires avec celles recueillies pour les populations des États-Unis, où l'espèce semble habiter dans des réseaux hydrographiques plus grands et à plus faible débit (Spring Rivers, 2007).

- 1) **Types de macrohabitats d'eau douce.** En Colombie-Britannique, la gonidée des Rocheuses est surtout observée dans les habitats littoraux de lacs, bien que l'on ignore s'il s'agit d'une préférence de l'espèce dans la partie située le plus au nord de son aire de répartition ou s'il s'agit des vestiges d'une aire de répartition historique plus importante (pour plus d'information, voir la section sur les menaces). Dans les zones se trouvant au sud de l'aire de répartition mondiale de l'espèce, les populations de gonidée des Rocheuses vivent généralement dans des habitats d'eau douce plus grands, bien oxygénés, au débit lent mais constant, comme les fleuves, les rivières, les ruisseaux, les lacs et les tributaires (COSEPAC, 2003). Des relevés menés en Colombie-Britannique de 2005 à 2009 (par le ministère de l'Environnement de la C.-B. et le MPO) ont permis d'observer des spécimens à de faibles profondeurs (< 4 mètres) dans la zone littorale (bien que cette préférence en matière d'habitat puisse être attribuable à l'accès et aux biais dans l'échantillonnage, les relevés n'ayant pas été menés à des profondeurs plus grandes) (Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, 2009). La gonidée des Rocheuses semble préférer les habitats d'eau froide (COSEPAC, 2003), bien qu'on ne dispose pas d'information précise sur les températures en Colombie-Britannique.

- 2) **Exigences en matière de substrat.** En Colombie-Britannique, on observe la gonidée des Rocheuses sur divers substrats, y compris de gros galets, du gravier et du sable, des sédiments vaseux avec végétation éparse, des galets et du gravier sur du sable et à des endroits où les sédiments rendent l'eau turbide quand ils sont remis en suspension. Tous les emplacements où l'on a observé des moules vivantes se situent dans la zone littorale. En Colombie-Britannique, on a observé des populations de plus de 100 individus à trois emplacements; le substrat y était composé d'un mélange de boue, de galets, de gravier et de sable (substrat mixte avec couche de surface boueuse ou meuble). La plupart du temps, les moules sont presque entièrement enterrées, ne gardant exposée que la lèvre postérieure de leur coquille. Dans la rivière Okanagan, on a observé des moules vivantes en aval du barrage McIntyre. Les moules observées étaient principalement coincées entre des rochers et du gravier. En s'enfouissant dans les substrats plus grossiers, les moules peuvent réduire les dommages causés par le déplacement de matériaux plus grossiers au fond de la voie navigable. En Colombie-Britannique, les relevés n'ont été menés qu'à des profondeurs de moins de 3 m; par conséquent, l'information sur le substrat et les préférences en matière de profondeur demeure incomplète. Des études menées aux États-Unis ont permis de trouver des spécimens à une profondeur de plus de 20 m (COSEPAC, 2003). On a tenté d'utiliser un appareil photographique sous-marin pour mener un relevé à des profondeurs plus importantes en Colombie-Britannique, mais on n'a obtenu aucun résultat concluant (Lauzier, comm. pers., 2009).

On ignore si la végétation aquatique joue un rôle au chapitre des préférences en matière d'habitat de la gonidée des Rocheuses. On a remarqué des spécimens parmi des détritiques végétaux dans l'embouchure de la rivière Okanagan (COSEPAC, 2003). On a aussi observé des spécimens vivants près de végétaux émergés dans le lac Okanagan, à Summerland – Terrain de caravaning Illahie Beach (Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, 2009). Au parc provincial du lac Vaseux, deux moules vivantes ont été observées près de végétaux aquatiques submergés (Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, 2009).

- 3) **Poissons hôtes.** La gonidée des Rocheuses a besoin d'un poisson hôte lorsqu'elle est au stade de glochidie. On ne sait pas quels poissons hôtes ni quelles conditions environnementales sont nécessaires à la survie des glochidies en Colombie-Britannique (pour de plus amples renseignements sur les poissons hôtes, voir le paragraphe 1.2, Description de l'espèce).
- 4) **Exigences en matière d'alimentation.** Les unionidés se nourrissent de phytoplancton, de zooplancton, de bactéries, de spores fongiques ainsi que de matières et de débris organiques en suspension dans l'eau (Strayer, 2008). Les gonidées des Rocheuses sont des organismes filtreurs qui absorbent des déchets organiques et des éléments nutritifs de la colonne d'eau. On ignore de quels éléments nutritifs, micro-organismes ou minéraux la gonidée des Rocheuses a besoin et se nourrit. Les moules ont besoin d'extraire le calcium de l'eau pour assurer la saine croissance de leur coquille (Strayer, 2008). Généralement, la présence d'espèces de moules dont la coquille est mince indique un habitat d'eau douce avec sédiments fins qui, lorsqu'ils sont déplacés, ne nuisent probablement pas aux moules; leur coquille mince les protège adéquatement. Comme la gonidée des Rocheuses

a une coquille épaisse composée de calcaire, on peut s'attendre à ce qu'elle vive dans des habitats d'eau douce où le substrat bouge de façon périodique; sa coquille épaisse lui procure une protection accrue.

1.4.2. Rôle écologique

Les moules d'eau douce font partie intégrante du réseau trophique des écosystèmes aquatiques (Vaughn *et al.*, 2007). Les moules adultes sont des organismes filtreurs, qui consomment des matières organiques et un vaste éventail d'organismes en suspension (p. ex. diatomées, phytoplancton et bactéries) dans la colonne d'eau (Vaughn *et al.*, 2007; Strayer 2008). Inversement, et selon le stade de développement, les moules d'eau douce sont la proie de hérons, de canards, de poissons, de rats-laveurs, de loutres, de rats musqués et d'autres prédateurs. La quantité d'eau qu'une moule siphonne et filtre varie selon la taille de l'individu et la population à un emplacement donné. Bien qu'on ne sache pas vraiment quelle est l'ampleur de leur contribution générale, les moules améliorent la qualité de l'eau en la filtrant et en la débarrassant des polluants et des particules en suspension (Farris et van Hassel, 2006), du moins à l'endroit où elles se trouvent.

Les moules servent souvent à mesurer l'intégrité biologique des réseaux d'eau douce et servent également d'indicateurs de la santé des écosystèmes d'eau douce (Bertram et Stadler-Salt, 1999). On a analysé des coquilles de moules pour déterminer les niveaux historiques et actuels de polluants au sein des réseaux hydrographiques (Pampanin *et al.*, 2005). La diminution du nombre de moules ou leur absence dans un système aquatique peut indiquer une pollution de l'eau chronique (Farris et van Hassel, 2006).

1.4.3. Facteurs limitatifs

Les principaux facteurs limitatifs associés à la gonidée des Rocheuses sont les suivants :

- 1) **La dispersion** de la gonidée des Rocheuses, qui est avant tout passive, est surtout assurée par les poissons hôtes dont les branchies accueillent les glochidies parasites. La dispersion est limitée durant les stades de juvénile planctonique et de moule juvénile benthique libre (Figure 5). La dispersion est aussi limitée par les caractéristiques du courant et la connectivité entre les voies d'eau. Le déplacement et la dispersion des moules adultes (post-glochidies) demeurent toutefois inconnus. Une fois déplacé, un spécimen peut se réorienter et s'enfouir de nouveau si les conditions sont adéquates. On n'a observé aucune migration saisonnière ou de reproduction, et l'espèce semble incapable de coloniser rapidement de nouveaux habitats (COSEPAC, 2003).
- 2) **La connectivité entre les habitats d'eau douce** déterminera à quel point la gonidée des Rocheuses peut se disperser entre les bassins hydrographiques et au sein de ceux-ci. Par exemple, des obstacles d'origine anthropique ou naturelle (comme les barrages) ainsi que des habitats disjoints séparés par de grandes zones d'habitats inappropriés limiteront le déplacement des poissons hôtes et des glochidies. Cela peut entraîner le déclin de la population si le recrutement des moules a toujours reposé sur ce déplacement.

- 3) **Les poissons hôtes** sont nécessaires au développement des gonidées des Rocheuses au stade de glochidies (section 1.2). On ignore si cette exigence limite actuellement la productivité de ce type de moule en Colombie-Britannique. On croit que les poissons hôtes sont le principal moyen de dispersion de l'espèce (Strayer, 2008).
- 4) **Des populations petites et isolées** peuvent limiter la dispersion ou le potentiel reproductif de la gonidée des Rocheuses. À certains endroits, l'espèce semble isolée; on a observé de 1 à 10 individus espacés de 10 cm à 50 m les uns des autres (Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, 2009). Bien que la dispersion des glochidies dans le milieu aquatique paraisse efficace, la distance de dispersion maximale du sperme et des glochidies demeure inconnue et pourrait limiter le flux génétique ainsi que le potentiel reproductif. Il se peut qu'une structure de métapopulation existe et qu'elle joue un rôle important dans la survie et le maintien de la population de gonidées des Rocheuses dans certains cours d'eau. Si les emplacements sont isolés, il peut y avoir une perte de diversité génétique, ce qui entraînera une diminution du succès de la reproduction à long terme. Les organismes sessiles comme les mollusques d'eau douce ne peuvent se reproduire qu'à certaines densités minimales. Si la densité chute sous ces seuils, la reproduction s'en trouve grandement compromise (Strayer, 2008). Comme cette information demeure inconnue pour la gonidée des Rocheuses, il faut mener d'autres études sur les populations.
- 5) **Les faibles taux de croissance** peuvent limiter le potentiel reproductif de la gonidée des Rocheuses. L'âge à la maturité sexuelle peut être fonction de la taille de l'individu. Comme les taux de croissance des moules sont étroitement liés à des facteurs abiotiques comme la température et la composition chimique de l'eau et les débits (Strayer, 2008), il est difficile de dissocier l'incidence de ces facteurs de faibles taux de croissance qui pourraient simplement faire partie intégrante du cycle biologique naturel de l'espèce.
- 6) **La disponibilité de la nourriture et des éléments nutritifs** peut avoir un effet limitatif sur les populations de gonidées des Rocheuses. Cette moule est un organisme filtreur et, même si ses exigences en matière d'alimentation demeurent inconnues, on sait que d'autres unionidés filtrent le phytoplancton et d'autres micro-organismes, y compris des bactéries et des déchets organiques présents dans la colonne d'eau (Strayer, 2008). Le lac Okanagan est considéré comme étant pauvre en éléments nutritifs (Okanagan Lake Action Plan, 2008), ce qui pourrait avoir un effet limitatif sur les populations de moules.
- 7) **La température de l'eau, les changements dans la composition chimique de l'eau et les débits d'eau** sont des facteurs déterminants pour la survie, la croissance et la reproduction des moules d'eau douce (Strayer, 2008). Ces facteurs peuvent avoir une incidence sur les quantités d'aliments et d'éléments nutritifs contenues dans les systèmes aquatiques.
- 8) **La disponibilité de substrats appropriés** peut limiter l'établissement de grands gisements de gonidées des Rocheuses. On dispose de peu d'information sur les habitats offrant un substrat optimal en Colombie-Britannique, et les importants gisements de moules dans cette province sont présents dans des habitats différents de ceux décrits pour les populations vivant dans les parties sud de l'aire de répartition de l'espèce (États-Unis).

1.5 Menaces

L'aire de répartition canadienne de la gonidée des Rocheuses coïncide avec une partie de la Colombie-Britannique qui connaît une croissance et des changements rapides en raison du développement urbain et de la croissance de la population humaine. Or, l'aménagement des zones littorales et des bords des lacs se poursuivra sans aucun doute. En Colombie-Britannique, les menaces pesant sur la gonidée des Rocheuses sont principalement reliées à l'habitat et non à l'exploitation directe de cette moule (COSEPAC, 2003).

Par ordre d'importance, les menaces pesant sur la gonidée des Rocheuses sont les suivantes : 1) l'aménagement des zones de basse plage et riveraines; 2) la canalisation des cours d'eau; 3) la modification et la régularisation des caractéristiques hydrographiques; 4) les espèces aquatiques introduites; 5) la disponibilité d'espèces hôtes; 6) la pollution des bassins hydrographiques attribuable à l'utilisation des terres; 7) les perturbations ou les dommages directs; 8) le changement climatique. Cette évaluation donne plus d'importance aux menaces observées qu'aux menaces potentielles ou futures au sein de l'aire de répartition de la gonidée des Rocheuses en Colombie-Britannique.

1.5.1. Classification des menaces

Tableau 1. Résumé de la classification des menaces.

1 Aménagement des zones de basse plage, littorales et riveraines		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Perte ou dégradation de l'habitat	Étendue	Généralisée	
			Locale	Globale
Menace générale	Perte du littoral naturel des lacs et des cours d'eau et perte d'habitats riverains	Occurrence	Actuelle	Actuelle
		Fréquence	Selon le site; récurrente	Récurrente
Menace particulière	Fragmentation de l'habitat; transformation de l'habitat, modification des caractéristiques de l'habitat; perte d'habitat de basse plage/littoral; changements du débit d'eau froide entrant dans les lacs	Certitude causale	Élevée	Moyenne
		Gravité	Modérée	Modérée
Facteur de perturbation	Disparitions locales; hausse de la mortalité; diminution de la reproduction et de la productivité; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Élevée	

2 Canalisations de cours d'eau antérieures		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Changements dans la dynamique écologique ou dans les processus naturels	Étendue	Localisée	
			Locale	Globale

Menace générale	Modification de cours d'eau	Occurrence	Actuelle	Actuelle
		Fréquence	Continue	Continue
Menace particulière	Perte de variation dans le mésohabitat; instabilité et affouillement du substrat; fragmentation de l'habitat	Certitude causale	Moyenne	Moyenne
		Gravité	Modérée	Faible
Facteur de perturbation	Hausse de la mortalité; faible succès de la reproduction; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Élevée	

3 Modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Changements dans la dynamique écologique ou dans les processus naturels	Étendue	Généralisée	
			Locale	Globale
Menace générale	Modification des caractéristiques hydrographiques attribuable à la construction de barrages	Occurrence	Historique/actuelle	Actuelle
		Fréquence	Saisonnière	Récurrente
Menace particulière	Bassins hydrographiques de la Kootenay et du Columbia – la fluctuation des niveaux d'eau prévient la formation d'une zone littorale le long des lacs et des plans d'eau; tous les bassins hydrographiques – déviation/modification des débits; sources d'eau froide souterraines ou de surface; échouement; affouillement accru en aval des barrages; interactions non synchronisées entre les parasites et les hôtes	Certitude causale	Faible-moyenne (selon l'emplacement)	Moyenne
		Gravité	Inconnue	Inconnue
Facteur de perturbation	Hausse de la mortalité; diminution de la reproduction; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Moyenne	

4 Espèces aquatiques introduites		Information sur la menace – Nota : l'impact est fonction de l'espèce en cause		
Catégorie de menace	Espèces introduites	Étendue	Localisée-généralisée	
			Locale	Globale
Menace	Concurrence pour les	Occurrence	Anticipée-historique	Anticipée-historique

générale	ressources	Fréquence	Inconnue-continue	Inconnue-continue
Menace particulière	Modification des caractéristiques de l'habitat (composition des végétaux, qualité et composition chimique de l'eau); éloignement des poissons hôtes et accès réduit à ceux-ci	Certitude causale	Faible-élevée	Faible-élevée
		Gravité	Élevée -inconnue	Élevée -inconnue
Facteur de perturbation	Diminution de la taille ou de la viabilité de la population; réduction de la capacité de dispersion des glochidies; diminution de la disponibilité de l'habitat	Importance	Moyenne	

5 Disponibilité des poissons hôtes		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Changements dans la dynamique écologique ou dans les processus naturels	Étendue	Généralisée	
			Locale	Globale
Menace générale	Modification du lit des cours d'eau et des voies d'eau; pêche	Occurrence	Potentielle-inconnue	Potentielle-inconnue
		Fréquence	Inconnue	Inconnue
Menace particulière	Éloignement des poissons hôtes et accès réduit à ceux-ci; prélèvements de poissons hôtes	Certitude causale	Élevée	Élevée
		Gravité	Faible	Faible
Facteur de perturbation	Faible succès de la reproduction; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Faible	

6 Pollution des bassins hydrographiques attribuable à l'utilisation des terres		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Pollution	Étendue	Généralisée	
			Locale	Globale
Menace générale	Charges en sédiments et en éléments nutritifs; traitement des eaux usées	Occurrence	Historique-actuelle	Historique-actuelle
		Fréquence	En cours	En cours
Menace particulière	Pratiques d'utilisation des terres dans le bassin hydrographique et apports subséquents de minéraux et de sédiments dans les voies d'eau adjacentes (p. ex. exploitation forestière, agriculture, extraction de minerais); changements dans les apports d'éléments nutritifs (p. ex. charge en azote, en phosphore et en	Certitude causale	Faible	Faible
		Gravité	Faible	Faible

	d'autres produits chimiques); rejets industriels			
Facteur de perturbation	Effets toxiques et synergiques; baisse de la productivité; hausse de la mortalité; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Faible	

7 Perturbation ou dommages directs		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Perturbation et dérangement	Étendue	Localisée	
			Locale	Globale
Menace générale	Prélèvements de moules par des enfants/adultes qui les déterrent, les écrasent, les enterrent, les lancent, etc.	Occurrence	Faible	Faible
		Fréquence	Inconnue	Inconnue
Menace particulière	Perturbation du cycle biologique; dommages ou blessure causés aux moules; incapacité des moules à se repositionner; destruction du microhabitat	Certitude causale	Élevée	Élevée
		Gravité	Faible	Faible
Facteur de perturbation	Hausse de la mortalité; faible succès de la reproduction; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Faible	

8 Changement climatique		Information sur la menace		
Catégorie de menace	Catastrophes naturelles ou attribuables au climat	Étendue	Généralisée	
			Locale	Globale
Menace générale	Changement climatique	Occurrence	Inconnue	Inconnue
		Fréquence	Inconnue	Inconnue
Menace particulière	Changement dans les régimes météorologiques; mortalité; modification des caractéristiques de l'habitat riverain des lacs et des cours d'eau (p. ex. moins de ruissellement)	Certitude causale	Inconnue	Inconnue
		Gravité	Inconnue	Inconnue
Facteur de perturbation	Faible succès de la reproduction; diminution de la longévité; réduction de la disponibilité des ressources	Importance	Faible	

1.5.2. Description des menaces

Les résumés suivants décrivent les diverses menaces identifiées pour la gonidée des Rocheuses, par ordre d'importance. Il convient de noter que, dans certains cas, les menaces ne sont pas indépendantes d'autres menaces, mais on a tenté de les évaluer séparément afin de simplifier l'évaluation.

1) Aménagement des zones de basse plage, littorales et riveraines

Les bassins hydrographiques de l'Okanagan, de la Kootenay et du Columbia ont connu des transformations considérables en raison de l'utilisation du territoire par les municipalités, l'agriculture, la foresterie et les industries, lesquelles utilisations sont susceptibles de modifier directement l'habitat aquatique (p. ex. perte d'habitat de basse plage naturel, tant riverain que littoral, ce qui a provoqué la fragmentation de l'habitat approprié). On n'a pas étudié l'impact de l'aménagement des zones de basse plage et riveraines sur les populations de moules, mais l'étendue des aménagements effectués sur les berges des lacs et sur les rives des cours d'eau ainsi que leurs impacts potentiels sont énumérés ci-après.

- a. Parmi les **transformations directes de l'habitat des zones littorales des lacs**, mentionnons : les déversements illégaux de sable dans le but de créer des habitats de plages de sable artificiels, les marinas et les bâtiments construits dans des zones riveraines lacustres et fluviales, le retrait direct de la végétation lacustre et fluviale, l'enrochement de protection ou la construction de murs de soutènement, la mise en place illégale d'épis ou de murets dans l'eau pour retenir les sédiments et créer une plage. Ces changements peuvent avoir une incidence directe sur la qualité et la disponibilité de l'habitat ou sur la fragmentation de l'habitat littoral des moules. Ces impacts perdurent depuis le siècle dernier. Ces modifications peuvent aussi avoir une incidence indirecte sur les moules en modifiant les régimes des eaux, l'action des vagues ainsi que le déplacement des sédiments.
- b. **L'enlèvement de la végétation riveraine** influe sur les régimes d'éclairement (Stayer, 2008) et peut, ultimement, avoir un impact sur le phytoplancton en suspension et sur la végétation aquatique vivant dans cette zone.
- c. **La modification des caractéristiques de l'habitat** (p. ex. la construction de jetées, de plates-formes flottantes et de marinas qui assombrissent l'habitat aquatique) peut entraîner des changements dans la végétation. L'ombre pourrait aussi avoir un impact sur la composition des espèces aquatiques vivant sous la jetée (p. ex. refuges pour les poissons, croissance des plantes). Les impacts sur les zones littorales et riveraines perdurent depuis le siècle dernier.
- d. **Les activités de dragage** relatives à la construction de marinas ou de petits quais pour les bateaux sur les propriétés privées au bord des lacs peuvent détruire directement l'habitat aquatique.

- e. **La perturbation des substrats littoraux** attribuable à l'excavation et au remblayage (p. ex. conduites d'eau) peut mener à l'établissement du myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum*), qui est susceptible de provoquer des modifications de l'habitat littoral, car les propriétaires de terres riveraines souhaitent souvent que cette espèce soit éliminée.
- f. **La modification, le détournement et la collecte de l'eau de pluie, de l'eau de la fonte des neiges et de l'eau souterraine** qui, autrement, couleraient directement vers les lacs peuvent avoir un impact local sur la charge en éléments nutritifs ou en minéraux. Les eaux de ruissellement qui entrent dans les lacs par remontée sur les berges ont aussi un effet modérateur sur les températures saisonnières de l'eau située près des berges. L'enlèvement de la végétation riveraine peut mener à une augmentation de l'envasement des voies d'eau en exposant le sol à l'érosion. Ellis (1931) a constaté que les mollusques et les autres organismes benthiques déclinaient suite à l'enlèvement de la végétation riveraine en raison des perturbations subséquentes au fond des cours d'eau. On sait aussi que la qualité de l'eau des milieux comportant de la végétation riveraine est meilleure que celle des milieux où il n'y en a pas (Hunsaker et Levine, 1995).
- g. **L'utilisation de la poussée d'hélices de bateau dans la zone littorale des lacs** par les résidents dans le but de maintenir une profondeur suffisante pour les coques aux quais privés peut avoir des impacts directs locaux en délogeant les moules et leurs substrats de façon régulière.
- h. **Le chauffage géothermique** peut mener à des hausses localisées de la température directement autour du tuyau, ce qui peut avoir des effets localisés sur la flore et la faune, y compris sur les moules. Cette méthode de chauffage est de plus en plus populaire auprès des promoteurs. Puisqu'il s'agit d'une méthode plutôt récente, aucune pratique de gestion optimale n'a été élaborée à cet égard (Robbins, comm. pers., 2009a).

En général, les impacts importants sur l'habitat du poisson dans les tributaires du lac Okanagan attribuables aux activités urbaines et agricoles sont observés à basses altitudes, tandis que les impacts modérés attribuables aux activités urbaines, agricoles et forestières sont observés à de plus hautes altitudes (Rae, 2005). Les trois principales agglomérations urbaines du bassin se trouvent sur les rives du lac Okanagan : Kelowna, Penticton et Vernon. Les rivages sont modifiés par l'aménagement et l'entretien des plages, par des quais ainsi que par des enrochements de protection pour les routes. Ces types d'aménagements peuvent modifier les régimes des vagues et réduire la stabilité du rivage, augmentant par le fait même la sédimentation et l'érosion. Une estimation produite au milieu des années 1990 indiquait que 80 % des berges sud-ouest et nord du lac avaient été modifiées de quelque façon que ce soit (Rae, 2005). La canalisation de la rivière Okanagan en 1958 a provoqué la disparition de 85 % de la végétation riveraine (Rae, 2005).

Lorsque des moules sont enterrées dans le sable ou dans le substrat ou, encore, lorsqu'on

drague le long des berges des lacs, on observe une mortalité directe (comme le démontrent Krueger *et al.*, 2007). Des études démontrent que la perturbation physique peut entraîner des diminutions de la reproduction ainsi que des effets négatifs sur les glochidies (Hastie et Young, 2003, comme on le mentionne dans Kruger *et al.*, 2007). Un faible succès de la reproduction peut s'ensuivre en raison de l'incapacité du sperme à se disperser à cause de la turbidité. En outre, un habitat inapproprié n'attire pas les poissons hôtes nécessaires aux glochidies. D'après une étude récente, les gonidées des Rocheuses sont particulièrement vulnérables aux perturbations lorsqu'elles portent leurs œufs et elles pourraient même avorter (Spring Rivers Ecological Sciences, 2007). On ignore si des gonidées des Rocheuses vivent dans les eaux plus profondes situées au-delà de la zone littorale et si l'aménagement des berges a des impacts négatifs sur ces populations. D'autres études sont nécessaires pour identifier les menaces pesant sur ces habitats.

Dans l'ensemble, la portée de chaque menace propre au littoral est probablement localisée (pas sur l'ensemble des berges des lacs); cependant, selon une perspective cumulative, l'impact général est considéré comme étant important. En outre, tous les bassins hydrographiques subissent de fortes pressions attribuables à l'aménagement qui s'accroîtront de façon importante d'ici les vingt prochaines années. Malheureusement, une étude sur la conformité menée en 2008 dans les lacs Okanagan et Skaha au sujet de l'aménagement des zones riveraines et de basse plage a permis de constater que près de 100 % des aménagements riverains évalués n'étaient pas conformes (p. ex. aucune demande de permis en vertu de la *Water Act* de la Colombie-Britannique ou, dans certains cas, on avait obtenu un permis, mais les aménagements ne correspondaient pas à ce permis). Plus particulièrement, aucune des 35 propriétés choisies au hasard sur une portion de 30 km des berges aménagées au lac Okanagan n'était conforme. Dans le même ordre d'idées, on n'avait pas fait de demande de permis pour 99,9 % des 194 sites répartis le long des berges du lac Skaha (Nield, 2009). Les impacts des aménagements non conformes sur l'habitat n'ont pas été évalués et les résultats soulignent les difficultés entourant la gestion des pressions attribuables à ces aménagements. Le protocole relatif aux basses plages des grands lacs de la région de l'Okanagan (Okanagan Region Large Lakes Protocol (disponible à <http://www.env.gov.bc.ca/okanagan/esd/ollp/documents/Foreshore-protocol-May2009.pdf>) sert de ligne directrice pour l'aménagement et, sur une période de mise en œuvre d'environ un an, a permis de régler certains cas de non-conformité, particulièrement en ce qui concerne les quais et les marinas (Robbins, comm. pers. 2009b). Des initiatives de surveillance et de vérification du respect du *Riparian Area Regulation* pour les aménagements au-dessus de la laisse des hautes eaux sont également mises en œuvre par le gouvernement de la Colombie-Britannique (Robbins, comm. pers., 2009b).

Les impacts cumulatifs de l'aménagement des rives et des berges pourraient, ultimement, entraîner une réduction de la taille et de la viabilité d'une population à un emplacement donné. Parmi ces impacts, mentionnons un déclin de la disponibilité et de la qualité du substrat où les moules peuvent s'enfouir et chercher refuge, une mortalité accrue à tous les stades de développement attribuable à la pression exercée par la prédation, une

incapacité des glochidies à se disperser et une incapacité des moules benthiques libres à s'enfouir ou à s'installer au fond.

2) Canalisations de cours d'eau antérieures (c.-à-d. effets de la modification de la morphologie des cours d'eau)

La présente section porte sur l'incidence de la modification de la morphologie des cours d'eau en raison de la canalisation sur la gonidée des Rocheuses. Les régimes de débits et de niveaux de l'eau associés à l'exploitation des barrages (y compris ceux utilisés pour maîtriser les crues) sont traités dans la partie portant sur la menace 3) *Modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques*. On dispose de peu d'information sur les menaces associées à la canalisation des cours d'eau, bien que certains impacts sur la gonidée des Rocheuses soient évidents. Au sein de son aire de répartition mondiale, la gonidée des Rocheuses vit généralement dans de grands cours d'eau, peu profonds et au débit lent (COSEPAC, 2003). Cependant, la majorité des observations effectuées en Colombie-Britannique (sauf dans le cas de la rivière Okanagan) l'ont été dans des habitats lacustres (Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, 2009). Il est possible que la gonidée des Rocheuses ait autrefois habité dans de grands cours d'eau de la Colombie-Britannique (p. ex. les rivières Okanagan et Kootenay ainsi que le fleuve Columbia) mais, aujourd'hui, en raison de la canalisation, du dragage et de la régularisation des débits, l'espèce est présente dans des habitats qui ne respectent pas nécessairement ses préférences à cet égard (p. ex. grands lacs).

En 1958, on a terminé la canalisation de la rivière Okanagan afin de prévenir les inondations majeures (Rae, 2005). La rivière, qui autrefois serpentait une grande plaine d'inondation, a été réduite à un chenal présentant peu de caractéristiques d'habitat, comme des rapides, des bassins et des contre-courants. La longueur de la rivière est passée de 61 à 41 km, et environ 93 % du chenal d'origine a été modifié (Rae, 2005). En conséquence, le chenal a maintenant une pente d'écoulement supérieure à celle de la rivière d'origine, et on a construit 17 barrages en béton pour adoucir la pente. Le chenal a été dragué, des digues ont été construites des deux côtés du chenal et, comme on l'a déjà mentionné, 85 % de la végétation riveraine a disparu. Ces changements, en plus de l'important aménagement urbain et agricole près du chenal, ont entraîné des vitesses de courant plus élevées avec peu ou pas de refuges pour les poissons hôtes potentiels, un risque plus élevé d'affouillement et des modifications des régimes de température.

Il a été prouvé que la canalisation entraînait des déclin chez d'autres espèces de moules. Strayer et Ralley (1993) ont conclu que les changements dans le lit d'un cours d'eau ont provoqué le déclin de l'alasmidonte renflée (*Alasmidonta varicose*) et de l'alasmidonte naine (*Alasmidonta heterodon*) dans le nord-est des États-Unis. Aucune recherche semblable n'a été effectuée pour la gonidée des Rocheuses.

Une initiative a été lancée pour restaurer la rivière Okanagan (Okanagan River Restoration Initiative [ORRI]). La phase 1 de l'ORRI consistait à recréer des méandres, entre 2008 et 2009, sur 1,2 km du chenal endigué de la rivière qui, une fois les travaux exécutés, mesurait 1,4 km. L'opération comprenait le rebranchement de deux méandres

morts afin de former un chenal double avec deux îles, une diversité de types d'habitats ainsi qu'une plaine inondable plus grande et ce, sur un tronçon de 600 m de la rivière (Mathews, comm. pers., 2010). Aucune chute artificielle n'a été enlevée durant cette opération (Mathews, comm. pers., 2010). La phase 2 consiste à reconstruire un autre tronçon de 600 m en aval du site de la phase 1 ainsi qu'à modifier une chute artificielle verticale; ces travaux seront amorcés en 2010. Avant toute modification, ces tronçons de la rivière ont fait l'objet d'un relevé sur les poissons et les moules en 2006, et aucune moule n'a été détectée durant ce relevé (Dyers, comm. pers., 2008). Il est possible que ces nouveaux méandres changent le potentiel d'habitat pour la moule et augmentent la quantité d'habitats disponibles. Le réalignement pourrait aussi diminuer les vitesses du courant, facilitant ainsi l'accès à cette zone à des poissons hôtes potentiels. Comme on l'a mentionné, la gonidée des Rocheuses vit dans de grands cours d'eau dans les parties sud de son aire de répartition; la restauration de plus grands cours d'eau devrait donc améliorer notre compréhension de l'aire qu'elle habitait par le passé.

3) Modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques (effets de l'exploitation des barrages)

La présente section traite de l'incidence que le débit et les niveaux de l'eau associés à l'exploitation des barrages et des digues de même que les déviations de cours d'eau peuvent avoir sur l'habitat aquatique. L'hydrologie des rivières Okanagan et Kootenay ainsi que du fleuve Columbia a été beaucoup modifiée au cours du siècle dernier. En ce qui concerne la Kootenay et le Columbia, ces changements sont surtout liés à l'aménagement et à la gestion d'importantes installations hydro-électriques. Cependant, dans le bassin hydrographique de l'Okanagan, les changements ont été apportés surtout pour répondre aux demandes en eau à des fins domestiques ou d'irrigation ainsi que pour éliminer les crues dans les zones urbaines.

La construction de barrages sur une rivière et la création subséquente d'un grand lac font en sorte que les rochers et les galets deviennent prédominants dans les habitats situés en aval et entraînent une augmentation de la charge sédimentaire en aval du barrage (Parmalee et Hughes, 1993; Blalock et Sickel, 1996; comme le mentionne Watters, 2000). L'impact global de la construction d'un barrage et de la modification du débit sur les mollusques est fonction du type de barrage (Watters, 2000) : l'emplacement du point de restitution (p. ex. sous l'eau ou en cascade sur l'eau), la saison de débit et la date de construction du barrage (c.-à-d. que, comme généralement les moules vivent longtemps et croissent lentement, les changements dans les gisements de moules pourraient donc n'être ressentis que plusieurs années plus tard; Strayer, 2008). Les effets en aval (p. ex. dans un lac ou un réservoir) sont aussi fonction du débit sortant des barrages.

On dénombre plusieurs barrages hydro-électriques imposants et autres installations liées à la production d'électricité sur la Kootenay et sur le Columbia. Les débits en aval des barrages dans les parties riveraines peuvent varier de manière quotidienne, hebdomadaire ou saisonnière selon l'installation, ce qui peut occasionner des échouements et de l'affouillement le long du cours d'eau, selon la vitesse de variation du débit. Dans un même ordre d'idées, les abaissements de niveau dans le réservoir des lacs en Flèche sont

considérables (c.-à-d. de plusieurs mètres) et sont susceptibles de faire échouer des organismes sessiles tels que les moules. Des environnements aussi variables ne sont pas propices à l'établissement d'habitats riverains stables et peuvent être la source de conditions de type lacustres à très faible productivité. Les réservoirs tendent également à piéger les sédiments, ce qui clarifie l'eau en aval du barrage, mais épaissit les couches de sédiments dans le réservoir. Ces habitats modifiés ne vont pas qu'avoir un impact sur la répartition des moules : ils vont aussi modifier et fragmenter la répartition des poissons hôtes.

La régularisation des débits dans le bassin hydrographique de l'Okanagan associée aux barrages n'est pas du même ordre de grandeur que dans le Columbia, mais elle peut tout de même avoir une incidence sur la répartition des moules. Ainsi, le barrage Penticton, qui est exploité depuis des dizaines d'années à la décharge du lac Okanagan, contribue à empêcher les inondations et à emmagasiner l'eau durant les périodes de faible débit. Cependant, les changements annuels du débit entraînent des niveaux d'eau variables, surtout dans le lac Okanagan (Rae, 2005). De même, les lacs Skaha, Vaseux et Osoyoos ont tous un barrage à leur décharge pour régulariser les débits (respectivement les barrages des chutes Okanagan, McIntyre et Zosel). Même si la diminution des niveaux d'eau du lac peut provoquer l'échouement et le dessèchement des moules des habitats littoraux peu profonds, les cibles actuelles liées au moment, à la vitesse et à l'ampleur de la baisse ne devraient pas avoir d'impacts importants (McKee, comm. pers., 2009). Au cours d'une année normale, le niveau du lac Okanagan diminue de moins de 1 m en vertu de l'actuel plan d'exploitation du système de régularisation du lac Okanagan (McKee, comm. pers., 2009). Avant, on abaissait le niveau de l'eau par étapes à partir de la fin de l'automne jusqu'à l'hiver; aujourd'hui, la baisse est terminée avant la période de reproduction qui a lieu en octobre sur les berges du lac Kokanee afin que les œufs ne soient pas exposés pendant l'hiver (McKee, comm. pers., 2009); en outre, cette ligne directrice permet probablement de protéger la plupart des moules de la déshydratation. Les moules ont la capacité, bien que limitée, de suivre les niveaux d'eau lorsque les températures de l'eau sont relativement douces (c.-à -d. fin de l'été/début de l'automne); par conséquent, celles qui se trouvent dans les zones très peu profondes (c.-à-d. moins de 1 m) à l'été et au début de l'automne peuvent se déplacer vers de plus grandes profondeurs lorsque la baisse des niveaux survient, ce qui les empêche d'être exposées pendant l'hiver. Cependant, si les niveaux d'eau étaient diminués pendant l'hiver, lorsque les moules sont incapables de suivre les niveaux d'eau, celles vivant dans les profondeurs inférieures à 1 m pourraient se dessécher. Lorsque l'accumulation annuelle de neige est extrêmement importante, on augmente le débit sortant pendant l'hiver (février), ce qui peut accroître les risques de dessèchement des moules situées à des profondeurs inférieures à 1 m, qui peuvent être exposées directement ou gelées dans les baies protégées où la surface du lac est gelée (McKee, comm. pers., 2009). Les lacs Skaha et Vaseux sont sujets à des changements de niveau d'eau plus fréquents, quoique beaucoup moins importants que ceux du lac Okanagan – les cibles sont de 10 cm et de 20 cm respectivement, selon le plan d'exploitation du système de régularisation du lac Okanagan (McKee, comm. pers., 2009).

Le débit sortant en aval des chutes Okanagan et du barrage McIntyre peut provoquer de l'affouillement, qui pourrait avoir un impact important sur les moules dans la rivière Okanagan, plus particulièrement pendant la crue printanière du lac (avril-juin) (McKee, comm. pers., 2009). Un petit nombre de coquilles de gonidées des Rocheuses dont la nacre était usée a été observé dans la section canalisée de la rivière Okanagan, le long des bords, à la surface du lit du cours d'eau, ce qui indique peut-être un affouillement antérieur (Pollard, comm. pers., 2009). Qui plus est, les relevés sur les moules effectués en août 2009 dans la partie du chenal naturel de la rivière en aval du barrage McIntyre indiquent des zones de dépôts de sédiments très limitées où les moules pourraient s'établir, ce qui laisse sous-entendre que de l'affouillement a lieu régulièrement (Pollard, comm. pers., 2009). Finalement, pour ce qui est du barrage à la décharge du lac Skaha, du barrage MacIntyre à la décharge du lac Vaseux et du barrage Zosel situé en aval du lac Osoyoos, seul le barrage Zosel fait l'objet d'une gestion permettant la migration des poissons vers l'amont; les autres barrages sont considérés comme faisant la plupart du temps obstacle à cette migration (Rae, 2005).

4) Espèces aquatiques introduites

Des espèces aquatiques introduites habitent déjà dans la majorité des cours d'eau des bassins hydrographiques de l'Okanagan, de la Kootenay ainsi que du Columbia (Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, 2009). Parmi ces espèces de poissons non indigènes, mentionnons la carpe (*Cyprinus carpio*), la marigane noire (*Pomoxis nigromaculatus*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et la perchaude (*Perca flavescens*) de même que le myriophylle en épi. La majorité de ces espèces sont présentes depuis des décennies dans les bassins susmentionnés; cependant, la tendance générale est à la propagation des espèces non indigènes, et le bassin hydrographique de l'Okanagan ne fait pas exception à la règle. Même si beaucoup d'espèces non indigènes peuvent se révéler relativement inoffensives, plusieurs d'entre elles sont très envahissantes, voire dévastatrices, pour les écosystèmes si elles venaient à s'y établir. La liste des espèces considérées comme envahissantes et susceptibles d'avoir un impact sur la gonidée des Rocheuses est présentée ci-après. L'importance globale modérée de cette menace témoigne du fait que les deux espèces les plus envahissantes, soit la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*), ne sont actuellement pas présentes en Colombie-Britannique. On ne sait pas précisément si la présence des espèces non indigènes indiquées sur la liste ci-après a eu ou a un impact sur la gonidée des Rocheuses. En résumé, voici certaines des espèces aquatiques introduites qui ont ou peuvent avoir une incidence sur la gonidée des Rocheuses.

- a. **Le myriophylle en épi** s'est propagé dans plusieurs bassins hydrographiques de la Colombie-Britannique et croît en peuplements denses à des profondeurs de 0,5 à 10 mètres. Cette plante se reproduit par voie végétative, par les pousses et les stolons qui s'étalent sur le lit des cours d'eau, ou par la fragmentation et la dispersion passive de ses tiges duveteuses (Aiken *et al.*, 1979).

Le myriophylle en épi a une incidence sur les processus écologiques naturels des

réseaux hydrographiques, car il modifie la qualité de l'eau et la structure physique de l'habitat immergé. Dans l'ensemble, la plante exerce une concurrence aux macrophytes aquatiques et vient à les remplacer (Aiken *et al.*, 1979; Miller et Trout, 1985; Hanna, 1984; Madsen *et al.*, 1991), perturbe la dynamique prédateurs-proies (c.-à-d. que beaucoup de poissons de plus grande taille ne peuvent entrer dans ces peuplements denses), peut avoir un impact sur les cycles de reproduction des poissons indigènes (Newroth, 1985) et modifie la composition chimique de l'eau, causant ainsi des proliférations d'algues (Environnement Canada, 2008). Cette plante modifie aussi les caractéristiques de l'habitat (qualité de l'eau, composition de la végétation, composition chimique de l'eau, teneur en oxygène), ce qui peut éventuellement réduire la disponibilité de substrats appropriés, exercer une concurrence pour les éléments nutritifs ou, encore, éloigner les espèces de poissons hôtes ou limiter leur accès. Parmi les effets potentiels relatifs à ces changements, on peut constater une réduction de la taille ou de la viabilité des populations de moules, une réduction de la capacité des glochidies à se disperser, un faible succès de la reproduction et une réduction globale de la disponibilité des ressources. La lutte contre le myriophylle en épi peut également poser une menace du fait que l'on travaille mécaniquement le substrat où peuvent se trouver des moules ou du fait que l'on déplace ou remet les sédiments en suspension.

- b. ***L'achigan à grande bouche et l'achigan à petite bouche*** se sont établis dans les bassins hydrographiques de l'Okanagan, de la Kootenay et du Columbia (ministère de l'Environnement de la C.-B., 2008). Ces deux espèces sont des prédateurs agressifs qui peuvent exercer une concurrence ou une prédation sur les poissons et amphibiens indigènes. On sait que l'achigan à grande bouche a une incidence indirecte et directe sur l'abondance et la répartition d'autres espèces de poissons (Harvey, 1991). Cependant, sans information sur les poissons hôtes potentiels, on ne peut déterminer si ces deux espèces ont un effet négatif sur les poissons hôtes de la gonidée des Rocheuses; en fait, ces espèces pourraient également servir de poissons hôtes.
- c. ***Les moules zébrées et les moules quaggas*** n'ont pas été observées en Colombie-Britannique (100th Meridian Initiative, 2009), même si un récent exercice de modélisation fondé sur le calcium minéral a prévu, avec une probabilité élevée, que ces moules s'établiraient dans le réseau de l'Okanagan si elles y étaient introduites (Matthias Herborg, données non publiées, 2009). Les deux espèces poursuivent leur expansion vers l'ouest et vers le nord depuis leurs points d'introduction d'origine, dans l'est de l'Amérique du Nord. On a observé la première population californienne de moules zébrées dans le réservoir San Justo, en janvier 2008 (United States Geological Survey, 2009). De même, on observe des populations de moules quaggas dans de nombreux autres lacs de Californie depuis sa découverte, en janvier 2007 (United States Geological Survey, 2009). Les moules zébrés et les moules quaggas ont soulevé des préoccupations parmi les agents de conservation, car elles ont entraîné la disparition d'unionidés

indigènes dans les zones qu'elles ont envahies, comme la région des Grands Lacs (Ricciardi *et al.*, 1998; Schloesser *et al.*, 2006).

- d. **La petite corbeille d'Asie (*Corbicula fluminea*)** est un petit bivalve d'eau douce (généralement < 3cm) qui s'est propagé dans les lacs, les voies d'eau, les grands cours d'eau et les habitats estuariens de certaines parties de l'Amérique du Nord (Carlton, 1992). Cette espèce habite dans divers types de substrats d'eau douce, y compris les substrats composés de gravier et de sable et dans de grands cours d'eau (Hornbach, 1992), chevauchant les habitats types de la gonidée des Rocheuses. On sait que la petite corbeille d'Asie a pris la place de mollusques indigènes afin de s'approprier l'espace et la nourriture (Strayer, 2008). On a observé des petites corbeilles d'Asie dans l'État de Washington (Foster *et al.*, 2008) et dans les basses terres continentales de la Colombie-Britannique (Centre de données sur la conservation de la C.-B.); on n'a pas encore relevé d'occurrence de cette espèce dans l'intérieur sud.

5) Disponibilité des poissons hôtes

On ne sait pas précisément quelles sont les menaces pesant sur les poissons hôtes et dans quelle mesure celles-ci ont une incidence sur le déclin général de la gonidée des Rocheuses. De façon générale, la composition des poissons et de leurs populations au sein de l'aire de répartition canadienne de la gonidée des Rocheuses a changé au cours du siècle dernier. L'un des impacts directs est le prélèvement de poissons dans le cadre de la pêche récréative, et l'un des impacts indirects est la concurrence avec les poissons introduits (p. ex. l'achigan) ainsi que d'autres facteurs modifiant l'habitat (voir ci-haut). Les poissons hôtes sont essentiels au cycle biologique des moules, même si on ne leur accorde pas tous le même niveau d'importance quant au rôle qu'ils jouent dans le recrutement des moules (Strayer, 2008). De nombreux facteurs servent à déterminer l'efficacité d'un poisson hôte, dont l'abondance de l'espèce, les profils saisonniers et l'exposition aux glochidies (Strayer, 2008). Bien qu'on sache peu de choses à ce sujet, les poissons hôtes peuvent développer une résistance aux glochidies ainsi qu'une immunité intraspécifique entre poissons hôtes (Strayer, 2008); des études supplémentaires doivent être menées sur ces facteurs et d'autres facteurs.

En ce qui concerne les espèces possibles de poissons hôtes pour la gonidée des Rocheuses, la composition des espèces indigènes du lac Okanagan et de la rivière Okanagan est demeurée stable, quoi que plusieurs espèces non indigènes s'y sont ajoutées (Mitchell, comm. pers., 2009). À l'exception de la population de poissons du lac Kokanee qui décline de façon importante depuis les années 1980, on n'a observé aucune tendance en matière d'abondance des poissons indigènes. Parmi les poissons vivant dans les zones littorales peu profondes du lac, il y a des espèces de chabots, la truite arc-en-ciel (qui se nourrit la nuit), des espèces de sucets ainsi que deux espèces non indigènes, soit la perchaude et l'achigan à petite bouche (Mitchell, comm. pers., 2009). Finalement, une réduction considérable du nombre de poissons hôtes ou la disparition d'espèces de poissons hôtes aurait des conséquences majeures sur la population de moules du lac Okanagan; ailleurs, la perte de poissons hôtes a en effet entraîné la disparition locale

de certaines espèces de moules (Strayer, 2008, et références citées). Cependant, on n'a aucune preuve que les populations de poissons indigènes du bassin hydrographique de l'Okanagan aient vécu un déclin assez important ou qu'elles soient disparues pour avoir un impact sur la répartition ou sur l'abondance des moules. En outre, la plupart des espèces de poissons indigènes (et non indigènes) sont toujours présentes dans les sections de cours d'eau fragmentées par l'érection des barrages; qui plus est, on ne prévoit pas de changements à grande échelle dans la composition des poissons dans un avenir rapproché (Mitchell, comm. pers., 2009).

6) Pollution des bassins hydrographiques attribuable à l'utilisation des terres

En modifiant la qualité de l'eau, les pratiques d'utilisation des terres peuvent éventuellement avoir un impact sur la capacité des habitats à soutenir la vie aquatique. De façon générale, on peut définir la pollution comme étant l'introduction de substances délétères dans l'environnement aquatique, comme des toxines, des éléments nutritifs et des sédiments. Les sources de pollution des cours d'eau peuvent être ponctuelles (une seule source identifiable et localisée) ou diffuses (origines non ponctuelles et non identifiées), et chacune d'entre elles peut contribuer au degré cumulatif de pollution.

Au sein de l'aire de répartition de la gonidée des Rocheuses, la pollution provenant de sources ponctuelles et diffuses varie selon le bassin hydrographique. Dans la Kootenay, les activités de production hydroélectrique, minière et forestière étaient ou sont prédominantes pour ce qui est des impacts d'origine anthropique sur la qualité de l'eau (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2000). Dans le bassin hydrographique du Columbia, les activités de production hydroélectrique, minière et agricole sont l'impact d'origine anthropique prédominant sur la qualité de l'eau. Dans l'Okanagan, l'agriculture, le rejet des eaux usées et le déversement des eaux pluviales municipales, les fosses septiques et les champs d'épuration ainsi que l'exploitation forestière contribuent à la pollution (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2000).

Les charges en éléments nutritifs, en sédiments et en substances délétères chimiques dans les eaux de ruissellement suivant une forte pluie provenant des zones agricoles, de la déforestation et des villes dans les cours d'eau adjacents sont considérées comme étant des sources diffuses, et ces contaminants peuvent avoir des effets cumulatifs importants sur la qualité de l'eau. Par exemple, le lac Osoyoos affiche la plus haute teneur en azote parmi tous les lacs du bassin hydrographique de l'Okanagan (Rae, 2005), et sa température est plus élevée que celle des lacs Skaha ou Okanagan. Bien que les charges élevées en éléments nutritifs soient partiellement attribuables à la morphologie du lac (très peu profond), le ruissellement provenant des zones agricoles et urbaines environnantes y contribue vraisemblablement. La forte productivité et la faible profondeur du lac Osoyoos augmentent le taux de décomposition de la matière organique qui repose au fond du plan d'eau, ce qui occasionne finalement une réduction des concentrations en oxygène, plus particulièrement durant la période chaude de l'été (Rae, 2005). En conséquence, l'extrémité nord du lac est déjà devenue anoxique et, maintenant, les 20 m à partir du fond le sont; cependant, la couche supérieure à la thermocline

n'affiche jamais de condition d'anoxie (Jensen, comm. pers., 2009). Puisqu'on ignore le statut de la gonidée des Rocheuses et la profondeur maximale où elle vit, il est impossible de déterminer s'il s'agit d'un facteur limitatif dans le lac Osoyoos, bien que cela ait un impact sur les poissons du bassin hydrographique.

La pollution de sources ponctuelles renvoie à des points de rejet relatifs aux eaux usées, à l'exploitation minière, à la production de pâtes et papiers et à d'autres industries ainsi qu'aux déversements accidentels de produits chimiques. La pollution de sources ponctuelles n'est plus aussi importante qu'au début du dix-neuvième siècle, principalement en raison des normes de rejet plus rigoureuses établies par tous les paliers de gouvernement. Aujourd'hui, la pollution de sources ponctuelles est généralement associée à un déversement accidentel de produits chimiques, à une fuite de produits chimiques provenant d'une industrie ou au rejet d'effluents d'égouts et d'installations minières. Au bord de la Kootenay, près de Fenwick Station, l'usine de pâte kraft de Skookumchuck a probablement la plus grande incidence sur la qualité de l'eau (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2000). Teck Cominco, propriétaire de la mine Teck Cominco Sullivan, à Kimberley, qui a été fermée en 2001, fait présentement fonctionner une installation de traitement des eaux de drainage au printemps et à l'automne afin de traiter les eaux de ruissellement provenant du site (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2007). Bien que ce ne soit pas habituel, on constate parfois la présence d'acides et d'autres contaminants provenant de divers sites miniers, comme la fuite d'acide et de plomb dans le fleuve Columbia de la fonderie Teck Cominco à Trail, en mai 2008 (Spokesman Review, 2008). Le complexe de fonderie et de fabrication d'engrais Cominco, dans le réseau hydrographique du Columbia, a réduit le volume de ses déchets, ce qui a entraîné une tendance à la hausse de la qualité de l'eau près de Waneta pour ce qui est des métaux, du phosphore et des ions majeurs (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2000).

Dans le passé, les rejets d'eaux usées étaient la cause de pollution de sources ponctuelles dans le réseau hydrographique de l'Okanagan. Le traitement tertiaire mis en œuvre dans les années 1980 a grandement réduit la charge en éléments nutritifs dans le lac Okanagan, à un point tel qu'aujourd'hui, la qualité de l'eau n'y est plus préoccupante. La mine Brenda était une mine à ciel ouvert où l'on a extrait du cuivre et du molybdène de 1970 à 1990; environ 200 millions de tonnes de minerai ont été traitées durant cette période (Patterson, 2003). Les eaux traitées provenant des bacs de décantation des résidus miniers s'écoulaient dans le ruisseau Trepanier (Rae, 2005); depuis 1998, il y a une installation de traitement des eaux, et les concentrations en molybdène sont maintenant inférieures à ce qui est exigé par les lignes directrices concernant l'eau potable de la Colombie-Britannique (Xstrata Copper, Brenda Mines, 2008). Aucune autre activité minière n'a d'incidence sur la qualité de l'eau dans le bassin de l'Okanagan; cependant, on prévoit qu'il y aura une augmentation des eaux de ruissellement suivant une forte pluie provenant des zones urbaines en raison de l'expansion continue de ces dernières (Jensen, comm. pers., 2009).

La qualité de l'eau dans les trois réseaux hydrographiques principaux a fait l'objet d'un suivi à divers endroits pendant plus de 20 ans (Ministère de l'Environnement, des Terres

et des Parcs et Environnement Canada, 2000). Sept des sites situés directement dans les cours d'eau sont considérés comme étant dotés des caractéristiques générales nécessaires à la vie aquatique; le Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada ont déterminé que la qualité de l'eau était soit passable, soit bonne (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2007). Toutefois, il convient de noter que certains constituants atteignaient parfois des niveaux dangereux (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2000). En outre, les résultats des activités de suivi ne sont pas représentatifs de l'ensemble du bassin, et les niveaux de polluants pourraient varier de façon importante d'un site à l'autre (Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs et Environnement Canada, 2000). Il est donc difficile d'évaluer dans quelle mesure les polluants sont susceptibles d'avoir une incidence sur la présence des moules en Colombie-Britannique. Cependant, comme le mentionne la section ci-après, l'espèce est vulnérable à certains constituants.

Les effets des toxines d'origine anthropique sur les moules sont étayés dans un important corpus documentaire dont Strayer fait le résumé (2008). Strayer (2008) met l'accent sur trois classes particulièrement préoccupantes de polluants comprenant l'ammoniac non ionisé (NH₃), des substances toxiques hautement compatibles avec les sédiments et des perturbateurs endocriniens. Toutes ces substances sont associées au ruissellement provenant des zones urbaines et agricoles – engrais, pesticides, produits antiallergiques, médicaments pour animaux de ferme et détergents (Strayer, 2008). Certains de ces polluants se concentrent dans les sédiments en raison de leur solubilité réduite dans l'eau, peuvent persister longtemps après la suppression de la source de contamination et peuvent être particulièrement toxiques pour les moules juvéniles qui puisent directement leur nourriture dans les sédiments (Strayer, 2008). Le ruissellement agricole et la sédimentation sont des facteurs prédominants qui menacent les moules dans l'est de l'Amérique du Nord (Richter *et al.*, 1997). En général, les substances toxiques peuvent entraîner une diminution du taux de croissance, un ralentissement de la respiration et du métabolisme, une détérioration des tissus et peuvent même provoquer la mort chez certaines moules (Fuller, 1974; Goudreau *et al.*, 1993). Les effets cumulatifs à long terme de la pollution de sources diffuses sur les moules peuvent prendre des années à se manifester clairement en raison de la longévité de ces mollusques et du long décalage avant l'observation d'une réaction à un changement provoqué par la pollution (Strayer, 2008).

Durant leurs premiers stades de vie, les moules d'eau douce (c.-à-d. glochidies ainsi que juvéniles récemment établis) semblent être beaucoup plus vulnérables à certains produits chimiques que d'autres organismes aquatiques souvent testés (Wang *et al.*, 2007 a, b et références citées). À ce titre, on a tenté de déterminer les niveaux de toxicité de certains contaminants dont le cuivre, l'ammoniac et le chlore sur les moules, et on formulera des recommandations sur des normes de qualité de l'eau respectant les besoins des moules (Wang *et al.*, 2007a, b). À la lumière de ces constatations, les concentrations les plus faibles auxquelles des effets ont été observés sur les moules d'eau douce ont été comparées aux concentrations de toxines de cuivre mesurées fréquemment dans divers tributaires du lac Okanagan (Jensen, comm. pers., 2009). Certains tributaires (ruisseaux

Kelowna, Peachland et B-X) peuvent afficher des concentrations considérées comme ayant de faibles effets chroniques sur les moules (c.-à-d. environ de 8,5 à 9,5 parties par million); toutefois, la plupart des tributaires se situent dans la fourchette de 2 à 3 parties par million, et la dilution dans le lac entraîne des niveaux considérablement inférieurs (Jensen, comm. pers., 2009). En ce qui concerne les charges en éléments nutritifs dans le bassin de l'Okanagan, il pourrait y avoir des nitrates à certains endroits en raison des eaux de ruissellement provenant de terres agricoles, mais ces effets isolés ne se produisent que dans certains tributaires. Au moment où ils atteignent le lac, les nitrates sont très dilués et, dans de nombreux cas, ne posent plus de menace, car des pratiques de gestion optimales sont adoptées (Jensen, comm. pers., 2009). Certains médicaments tels que les perturbateurs endocriniens contenus dans les eaux usées peuvent être préoccupants, en particulier dans des endroits précis en aval des stations d'épuration des eaux usées à Okanagan Falls et à Penticton; des études pour déterminer les niveaux de contamination sont actuellement en cours (Jensen, comm. pers., 2009).

7) Perturbation ou dommage direct

La perturbation des gonidées des Rocheuses ou les dommages directs causés à celles-ci comprennent le déplacement des moules ou de gisements de moules lorsqu'on creuse, qu'on les déplace, qu'on les ensevelit, qu'on les prélève et qu'on les écrase. Parmi quelques exemples de perturbation ou de dommage direct, mentionnons la cueillette ou l'écrasement de moules vivantes par des enfants qui lancent parfois les moules dans l'eau, dans un habitat où le substrat n'est pas approprié. Bien que cela ne soit pas considéré comme une menace considérable, une nouvelle documentation éducative et explicative doit être élaborée pour informer les utilisateurs des plages de l'importance de la gonidée des Rocheuses et des menaces qui pèsent sur cette espèce.

8) Changement climatique

Le changement climatique aura une incidence sur la température de l'eau, sur les zones de végétation au bord des lacs ainsi que sur les profils hydrographiques des cours d'eau. Des changements dans les profils hydrographiques des cours d'eau du bassin de l'Okanagan ont déjà été observés en raison du changement climatique, c.-à-d. crues plus hâtives et débits plus faibles en automne, et on prévoit qu'ils se poursuivront dans le futur (Rae, 2005). En ce qui concerne la gonidée des Rocheuses, les changements de température de l'eau auront un impact sur le succès de la reproduction et l'évolution du cycle biologique (Strayer, 2008); ils pourraient même mener à la désynchronisation du cycle biologique de la moule par rapport aux profils de température saisonniers. Des changements dans l'hydrographie pourraient aussi avoir un impact sur les températures et sur la stabilité de l'habitat. Le changement climatique est une menace sur laquelle on dispose de peu d'information, même si des recherches où l'on modélise des scénarios combinant des demandes pour la gestion de l'eau, un changement dans la température et dans les régimes pluviométriques, la répartition des poissons hôtes ainsi que d'autres facteurs pourraient aider à prévoir et à prioriser les mesures de protection nécessaires pour l'habitat de la gonidée des Rocheuses.

1.6 Mesures complétées ou en cours

- 1) Données compilées sur la gonidée des Rocheuses de 1905 à 2009. Compilation effectuée par Lea Gelling, Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, 2009.
- 2) Relevés menés sur la gonidée des Rocheuses entre 2005 et 2009 dans le bassin hydrographique de la rivière Okanagan. Menés par le ministère de l'Environnement de la C.-B. (de 2005 à 2009).
- 3) Relevés généraux menés sur la gonidée des Rocheuses au sein du bassin hydrographique de la rivière Okanagan et dans la zone de la Kootenay par l'Équipe de conservation de la Colombie-Britannique. Menés par l'équipe Espèces d'invertébrés en péril (Moore et Machial, 2007).
- 4) Rapport de situation sur la gonidée des Rocheuses mis à jour par L. Gelling, S. Pollard et L. Ramsay pour le COSEPAC. Soumis en décembre 2009 aux fins d'examen.
- 5) Relevés sur les moules menés au sein des bassins hydrographiques des rivières Okanagan et Kootenay ainsi que dans le fleuve Columbia en 2008. Menés conjointement par le ministère de l'Environnement de la C.-B. et le MPO.
- 6) Projet de participation du public, d'information sur les moules d'eau douce et de consignation des observations mis en œuvre à l'été et à l'automne 2008. Des trousseaux d'information ont été envoyés aux divers groupes d'intérêt dans la province, y compris aux bénévoles du ministère de l'Environnement de la C.-B. (p. ex. employés de parcs et biologistes), aux groupes de naturalistes, aux boutiques d'équipement de plongée ainsi qu'aux autres groupes intéressés susceptibles de recueillir des échantillons de coquilles de moules d'eau douce et des données sur celles-ci. Le but était d'avoir des bénévoles pour retourner les échantillons au Centre de données sur la conservation de la C.-B. à des fins d'identification et de compilation des données.
- 7) Modalités relatives à des notifications en vertu de la *Water Act* établies par le ministère de l'Environnement, région de l'Okanagan, dont : sauvetage et relocalisation de moules vivantes d'après un protocole élaboré par le MPO; critères de conception de quai exigeant que les quais laissent passer la lumière dans les zones importantes pour la reproduction du saumon rouge, desquelles profiteront toutes les autres moules présentes à ces endroits (Robbins, comm. pers., 2010). Ces modalités peuvent être consultées aux paragraphes e) et h), à l'adresse suivante : http://www.env.gov.bc.ca/wsd/regions/okr/wateract/terms_conditions_okanagan.pdf. Les zones où des moules vivantes ont été observées se situent dans les zones rouges précisées dans le protocole relatif aux basses plages des grands lacs de la région de l'Okanagan (Robbins, comm. pers., 2010).

La gonidée des Rocheuses bénéficie indirectement de nombreux outils pour la planification et la protection de l'habitat, lesquels améliorent ou protègent les conditions de l'habitat et traitent des enjeux en matière de débit.

- Outil de gestion de l'eau et des poissons dans la rivière Okanagan (Okanagan River Fish Water Management Tool). Ce modèle établit un équilibre entre les

préoccupations en rapport avec les loisirs, la maîtrise des crues et les besoins des poissons; il pourrait être modifié pour tenir compte d'éventuelles préoccupations au sujet des moules.

- Pratiques de gestion optimales régionales du ministère de l'Environnement en matière d'installation et de maintenance de prises d'eau, disponibles à l'adresse : http://www.env.gov.bc.ca/wld/documents/bmp/BMPIntakes_WorkingDraft.pdf
- Efforts pour restaurer l'habitat (tel que mentionné à la section 1.5.2.2 Menaces, Canalisations de cours d'eau antérieures).
- Planification agroenvironnementale – propose des pratiques de gestion des terres améliorées.
- Planification de l'utilisation de l'eau – actuellement en cours dans le ruisseau Trout, et on considère son application à d'autres tributaires de l'Okanagan, y compris le ruisseau Mission.

1.7 Lacunes dans les connaissances

Tableau 2. Lacunes dans les connaissances relatives à la gonidée des Rocheuses.

<i>Biologie</i>	• Le cycle biologique, y compris les mois et les déclencheurs de la reproduction, de la fécondation, de la dispersion des glochidies et l'implantation dans les poissons hôtes. • Les poissons hôtes en Colombie-Britannique, y compris les espèces non indigènes potentielles. • La longévité, la croissance et le potentiel reproductif (production de sperme et d'œufs), la survie des glochidies et la capacité de dispersion. • Les exigences et préférences en matière d'alimentation. • Les parasites ou les commensaux reconnus pour vivre dans les moules d'eau douce, comme les nématodes, les sangsues, les douves, les acariens, les distomes et les vers plats. On ignore quels parasites vivent dans les gonidées des Rocheuses et quels en sont les effets.
<i>Statut de l'habitat et exigences en matière d'habitat</i>	• La qualité de l'eau dans l'habitat, y compris la température de l'eau ainsi que les concentrations en éléments nutritifs, en oxygène et en autres minéraux dissous nécessaires au maintien de la santé des moules. • La description du substrat de l'habitat aquatique, y compris la composition du substrat, les zones d'occurrence sur le littoral et aux plus grandes profondeurs. • L'amélioration de la cartographie des sites connus et l'élaboration d'un système d'évaluation de la qualité de l'habitat (p. ex. bon, moyen, faible et aménagé (ne convient plus)). • Déterminer la préférence pour les exigences en matière d'habitat d'eau froide; la gonidée des Rocheuses semble favoriser les habitats d'eau froide, même si on ne dispose d'aucune information précise sur la température en Colombie-Britannique. • L'importance de la proximité de la surface et de sources d'eau froide souterraine pour les agrégations de moules.
<i>Statut et répartition de l'espèce</i>	• Déterminer les paramètres servant à désigner les sites occupés par la gonidée des Rocheuses. • Clarifier et délimiter une zone d'occurrence à chaque site où la population compte plus de 100 individus. • Établir un protocole normalisé pour calculer les estimations de population dans les zones où plus de 20 individus sont présents. • Dresser une liste des habitats devant faire l'objet d'un relevé selon leur priorité, à

	l'aide d'applications de cartographie SIG, et poursuivre les inventaires dans les bassins hydrographiques de l'Okanagan, de la Kootenay et du Columbia. Le bassin hydrographique de la Similkameen et l'île de Vancouver devraient faire l'objet d'un relevé sur les moules. • Mener d'autres relevés à l'aide d'une caméra sous-marine, en couvrant une zone et une profondeur plus grandes. Assurer la comparabilité des données provenant des plongeurs et des vidéos en les étalonnant.
<i>Clarification des menaces et des facteurs limitatifs</i>	• Évaluer si les charges en éléments nutritifs nuisent aux populations ou non (peuvent en accroître la productivité). • Clarifier les menaces propres à l'espèce, y compris les parasites et les maladies, les polluants, les activités récréatives, les espèces envahissantes ainsi que les impacts de la sédimentation causée par la perturbation du substrat dans la zone littorale, en aval et en amont des populations importantes. • Accroître les recherches sur le potentiel de restauration de l'habitat, y compris des méthodes pour atténuer les menaces et les impacts attribuables aux activités récréatives, au dragage, aux polluants et à la sédimentation. • Préciser si des espèces de poissons non indigènes servent d'hôtes aux glochidies. • Préciser la durée de la survie des glochidies quand le poisson hôte meurt.
<i>Autre</i>	• Le savoir traditionnel des Autochtones au sujet de la répartition et des tendances historiques de la gonidée des Rocheuses, à savoir si les coquilles ont fait l'objet de troc, si on a trouvé des coquilles dans des tertres des Premières nations et quelle est l'importance culturelle de cette espèce.

2. GESTION

2.1 But de la gestion

Le but de la gestion de la gonidée des Rocheuses est de *maintenir des populations viables, autonomes, remplissant leur fonction écologique et largement réparties au sein d'habitats appropriés dans son aire de répartition actuelle de la Colombie-Britannique.*

Relativement à l'atteinte de ce but, l'aire de répartition actuelle de la gonidée des Rocheuses comprend le bassin hydrographique de la rivière Okanagan, de l'endroit le plus au nord où l'on a observé une coquille (à Vernon) jusqu'à celui le plus au sud (région des Osoyoos). L'aire de répartition sera agrandie si on observe des spécimens dans les bassins hydrographiques de la Kootenay ou du Columbia ou si on confirme l'observation ayant eu lieu par le passé à l'île de Vancouver.

2.2 Objectifs

- 1) D'ici 2015, combler les lacunes dans les connaissances sur le cycle biologique, sur l'aire de répartition provinciale et sur les menaces pesant sur la gonidée des Rocheuses.
- 2) D'ici 2015, dresser l'inventaire de 75 % de l'habitat littoral potentiel dans le bassin hydrographique de la rivière Okanagan, en utilisant un protocole normalisé pour recueillir l'information sur l'habitat et les menaces à chaque site examiné.

- 3) D'ici 2015, faire en sorte qu'il y ait eu augmentation du nombre d'activités d'intendance lancées ou complétées par les utilisateurs et les gestionnaires des terres situées près des habitats de la gonidée des Rocheuses.
- 4) Lorsque les résultats des recherches et des inventaires sur la gonidée des Rocheuses seront disponibles, les intégrer à la planification de l'utilisation des terres afin d'éclairer la prise de mesures d'atténuation des menaces et de protection des terres.

2.3 Mesures

Les mesures de rétablissement de la gonidée des Rocheuses sont divisées en six catégories :

1) Protection; 2) Gestion; 3) Recherche; 4) Surveillance et évaluation; 5) Vulgarisation et communication; 6) Restauration (voir tableau 3). Comme on a pu le constater dans les sections précédentes, il existe une importante incertitude quant au cycle biologique, à la répartition, aux facteurs limitatifs de la gonidée des Rocheuses ainsi qu'aux menaces pesant sur cette espèce. En conséquence, l'approche globale décrite ci-après doit mettre l'accent sur des mesures supplémentaires visant à réduire cette incertitude à l'étape de la mise en œuvre, par exemple par la recherche, la surveillance et l'évaluation. Cette méthode devrait constituer le fondement des mesures de gestion qui seront prises dans le futur.

2.3.1. Protection

Certaines mesures sont déjà mises en place pour protéger la gonidée des Rocheuses et son habitat. Celles-ci incluent la réglementation, les protocoles et les lignes directrices fédérales et provinciales. Bien que la plupart de ces mesures concernent les poissons et l'habitat du poisson en général, quelques lignes directrices émises en vertu de protocoles régionaux tiennent plus particulièrement compte de la gonidée des Rocheuses. Comme on l'indique dans la section 1.5.2.1, ces mesures de protection font également l'objet d'une surveillance et d'une vérification.

- 1) Protection à l'échelle fédérale
 - a. *Loi sur les pêches*
 - b. *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*
- 2) Protection à l'échelle provinciale
 - a. *Fish Protection Act* et *Riparian Areas Regulation*
 - b. *Water Act* et *Water Protection Act*
 - c. En vertu du *Riparian Areas Regulation* de la *Water Act* de la Colombie-Britannique, on a élaboré un protocole relatif aux basses plages des grands lacs de la région de l'Okanagan, qui est disponible à l'adresse suivante : <http://www.env.gov.bc.ca/okanagan/esd/ollp/documents/Foreshore-protocol-May2009.pdf>. Selon ce document, les promoteurs de projets qui seront situés sous la laisse de haute mer doivent respecter des protocoles particuliers selon le type et l'emplacement de l'activité en ce qui concerne les zones de pêche vulnérables ainsi que la gonidée des Rocheuses. Pour les projets à grande échelle (p. ex. quais multiples et marinas), les promoteurs doivent également mener une étude sur les

vagues, le vent et les sédiments afin de tenir compte des changements qui peuvent être liés au projet (Robbins, comm. pers., 2009a).

Parmi les initiatives stratégiques qui pourraient également inclure la gonidée des Rocheuses pour améliorer sa protection, mentionnons les suivantes :

- 1) Intégrer des considérations relatives aux moules dans la stratégie de gestion durable de l'eau dans la région de l'Okanagan (*Okanagan Sustainable Water Strategy*) et dans le projet d'approvisionnement et de demande en eau du bassin de l'Okanagan (*Okanagan Water Supply and Demand Project*) dirigés par le Okanagan Basin Water Board (<http://www.obwb.ca/index/>).
- 2) Transmettre l'information sur la gonidée des Rocheuses et ses besoins en matière d'habitat aux agents responsables de la protection de l'habitat de tous les paliers de gouvernement qui mettent en œuvre des mesures en vertu du *Riparian Areas Regulation* de la *Forest and Range Practices Act* de la province ou des politiques agricoles (ministère de l'Agriculture et des Terres de la Colombie-Britannique, 2008).
- 3) Inciter les gestionnaires des ressources en eau à prendre la conservation des moules en considération dans leurs décisions concernant l'attribution des ressources en eau.
- 4) Incorporer des dispositions de gestion relatives aux moules dans les pratiques de gestion optimales et les lignes directrices, y compris dans les lignes directrices concernant l'aménagement du milieu riverain, et ce à tous les paliers de gouvernement.

2.3.2. Gestion

Les mesures de gestion de la gonidée des Rocheuses nécessitent une approche qui fera intervenir tous les paliers administratifs. Les dispositions relatives à la gonidée des Rocheuses doivent être intégrées davantage aux documents de planification ainsi qu'aux lignes directrices en vigueur aux échelles fédérale, provinciale, régionale et municipale. Le protocole relatif aux basses plages des grands lacs de la région de l'Okanagan tient compte des moules et l'on fournit des protocoles d'échantillonnage à ceux qui demandent au ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique la permission de construire des marinas ou des quais, d'effectuer du dragage ou d'aménager les rives d'un lac (Nield, comm. pers., 2009).

2.3.3. Recherche

Il existe plusieurs lacunes importantes dans les connaissances sur la gonidée des Rocheuses (section 1.7). En matière de recherche, on mettra un accent prioritaire sur le cycle biologique, sur les poissons hôtes, sur la cartographie de l'habitat, sur la clarification des menaces pesant sur l'espèce et sur les poissons hôtes ainsi que sur l'inventaire dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce au Canada. On doit dresser l'inventaire des mollusques dans les réseaux hydrographiques des rivières Kootenay et Similkameen ainsi que du fleuve Columbia, et dans le cours inférieur de la rivière Thompson. On doit également dresser des inventaires supplémentaires dans le sud de l'île de Vancouver pour confirmer l'absence de la moule à cet endroit ou pour confirmer que le spécimen historique a fait l'objet d'un échange commercial (une coquille datant d'environ 1890 est conservée au Musée de zoologie de l'Université du Michigan).

Tout en travaillant sur ces lacunes dans les connaissances, nous poursuivrons les efforts afin d'accroître l'intérêt de la recherche universitaire. À l'heure actuelle, la reproduction en captivité de gonidées des Rocheuses pour introduire des individus supplémentaires dans les populations sauvages et dans d'autres emplacements n'est ni envisagée ni jugée nécessaire à la gestion de l'espèce. La reproduction en captivité peut toutefois être utilisée pour accroître les connaissances sur le cycle biologique et sur la capacité reproductrice de l'espèce, et cette recherche doit être réalisée dans le bassin hydrographique d'où proviennent les spécimens. Aussi, le transfert de spécimens à l'intérieur d'un bassin hydrographique ou entre différents bassins hydrographiques n'est pas considéré comme une priorité, bien qu'une analyse décisionnelle ainsi qu'un document de travail doivent être élaborés pour déterminer si cette activité de recherche serait bénéfique.

2.3.4. Surveillance et évaluation

Les mesures de surveillance et d'évaluation visent à améliorer et à mettre en œuvre les protocoles normalisés d'évaluation des populations et de l'habitat (p. ex. normes sur les données des inventaires des poissons [Fish Inventory Data Standards; FIDS]; formulaires de rapport sur les mollusques du Centre de données sur la conservation) afin de surveiller les populations dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce au Canada. Une surveillance continue est nécessaire aux emplacements où l'on a observé la gonidée des Rocheuses vivante dans le bassin hydrographique de l'Okanagan.

2.3.5. Vulgarisation et communication

L'intendance nécessite la collaboration volontaire de tous les Canadiens afin de protéger les espèces en péril et les écosystèmes dont ces dernières ont besoin. Dans l'Accord sur les espèces en péril conclu entre le Canada et la Colombie-Britannique, on reconnaît que « l'intendance par les propriétaires des terres et des plans d'eau, ainsi que par leurs utilisateurs, est essentielle afin d'éviter que des espèces ne deviennent en péril et pour protéger et rétablir les espèces qui sont en péril » et que « des mesures coopératives et volontaires sont les premières approches pour assurer la protection et le rétablissement des espèces en péril » (Environnement Canada, 2009). Parmi les mesures d'intendance, mentionnons le respect des lignes directrices ou des pratiques de gestion optimales pour soutenir les espèces en péril, la protection de façon volontaire d'importantes zones d'habitats, l'ajout de clauses restrictives concernant la conservation dans des titres de propriété, le don écologique de propriétés (en tout ou en partie) pour protéger certains écosystèmes ou certaines espèces en péril et la vente de propriétés à des fins de conservation.

L'éducation du public ainsi que les initiatives d'intendance doivent cibler davantage les citoyens qui peuvent agir directement sur la protection des espèces, y compris les personnes œuvrant dans le milieu de la pêche récréative, les propriétaires et les gestionnaires de propriétés riveraines adjacentes à des colonies de moules, les gestionnaires de terres publiques (p. ex. plages et propriétés de loisir) ainsi que les professionnels de la ressource travaillant ou habitant dans les districts régionaux et les municipalités. Les stratégies de vulgarisation et de communication viennent compléter les mesures de protection mises en œuvre (section 2.3.1). Le gouvernement de la Colombie-Britannique a donc décidé d'étendre au grand public la diffusion du protocole

relatif aux basses plages des grands lacs de la région de l'Okanagan et la communication d'information à cet égard (Robbins, comm. pers., 2009a).

Parmi les mesures de vulgarisation en cours, mentionnons la distribution de dépliants d'information sur les moules dans les boutiques d'équipement de plongée et dans les marinas ainsi qu'aux représentants du gouvernement (tous les paliers) et aux professionnels de la ressource. Des panneaux et des documents d'interprétation seront présents sur les plages et les berges de lacs qui abritent des populations de moules, et ceux-ci cibleront plus particulièrement les personnes qui pourraient déterrer, enterrer ou déplacer des moules à l'intérieur de la zone.

2.3.6. Restauration

L'habitat de la gonidée des Rocheuses en Colombie-Britannique comprend principalement des substrats de fonds boueux et mous recouverts d'un mélange de galets, de gravier et de sable dans la zone littorale des lacs ou des cours d'eau. Ce type d'habitat convient rarement pour les propriétés de rivage lacustre à vocation récréative, c'est pourquoi on y a souvent effectué des activités de dragage et d'aménagement de plages, par exemple. La restauration de l'habitat touché par l'aménagement à des fins récréatives (p. ex. plages de sable artificielles), le dragage et les activités de canalisation (p. ex. pour les marinas) est possible mais demeure difficile et demande la participation de tous les paliers de gouvernement. Les initiatives de restauration qui visent plus particulièrement la gonidée des Rocheuses feront vraisemblablement partie de projets de restauration de bassins hydrographiques à plus grande échelle. Par exemple, le Projet de restauration de la rivière Okanagan a pour but de rétablir les méandres sur une section de la rivière Okanagan, tout juste au nord d'Oliver. Ce projet comprend l'élargissement d'une section de la rivière Okanagan et l'agrandissement de la plaine inondable, ce qui améliorera l'habitat riverain et aquatique dans cette zone (Matthews, comm. pers., 2008). On envisage la possibilité de transférer des moules dans cette zone ou (une fois l'identification des poissons hôtes confirmée) d'y transférer des poissons porteurs de glochidies dans le but d'établir une population. Il faut procéder à de plus amples recherches et à une analyse décisionnelle concernant le transfert de gonidées des Rocheuses dans cette zone. En 2006-2007, cette zone a fait l'objet de relevés visant un certain nombre d'espèces, y compris la gonidée des Rocheuses; cependant, aucune moule ni coquille n'y a été observée (Matthews, comm. pers., 2008). Une surveillance annuelle de ce site pourrait permettre l'observation de nouvelles moules qui se seront établies dans cette section restaurée de la rivière.

3. CALENDRIER DE MISE EN ŒUVRE

On recommande l'adoption d'une approche unispécifique; cependant, les mesures de gestion prises pour la gonidée des Rocheuses présentent également des avantages pour d'autres espèces aquatiques. Une approche écosystémique pourrait être adoptée à plus long terme, plus particulièrement si d'autres mollusques d'eau douce sont inscrits à la liste de la LEP. L'intégration de dispositions relatives à la conservation dans les plans de gestion des aires protégées municipales et régionales améliorera la probabilité du succès de la conservation de cette espèce.

Pêches et Océans Canada incite d'autres agences et organismes à participer à la conservation de la gonidée des Rocheuses en prenant part à la mise en œuvre du présent plan de gestion. Le tableau 3 résume les mesures recommandées pour soutenir les buts et les objectifs en matière de gestion. Les activités mises en œuvre par Pêches et Océans Canada sont sujettes à la disponibilité de fonds et d'autres ressources nécessaires. Pêches et Océans Canada dirigera les activités de recherche en vue de rédiger la liste des lacunes dans les connaissances, des ressources et des approches nécessaires pour combler ces lacunes, et des partenaires qui participeront aux recherches nécessaires; en plus de superviser la mise en œuvre des protocoles d'inventaire et de surveillance dans l'ensemble du bassin de l'Okanagan. Au besoin, des partenariats avec des organismes et des secteurs particuliers nous permettront de disposer de l'expertise et des ressources nécessaires pour mener à bien les mesures indiquées. La mise en œuvre de celles-ci est toutefois fonction des priorités et des contraintes budgétaires de chaque organisme. Les prochaines mises à jour du plan de gestion consigneront les mesures qui auront été mises en œuvre.

Tableau 3 : Calendrier de mise en œuvre pour la gonidée des Rocheuses. Pour des descriptions plus complètes, voir les sections 2.3, Mesures, 2.2, Objectifs et 1.5.2, Menaces.

Mesure	Objectif	Priorité	Menaces ou préoccupations étudiées	Échéancier
Stratégie générale : Protection				
Appliquer les lois, les lignes directrices et les pratiques de gestion optimales et assurer un suivi.	3	Élevée	1) aménagement des zones de basse plage et riveraines; 2) canalisations de cours d'eau antérieures; 3) modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques; 4) espèces aquatiques introduites; 5) disponibilité d'espèces hôtes; 6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique; 7) perturbation ou dommage direct	En cours
Stratégie générale : Gestion				
Intégrer la gonidée des Rocheuses dans les lignes directrices et dans les documents de planification fédéraux, provinciaux, régionaux	4	Élevée	1) aménagement des zones de basse plage et riveraines; 2) canalisations de cours d'eau antérieures; 3) modification et	En cours

et municipaux au fur et à mesure que nous en saurons davantage sur l'espèce.			régularisation des caractéristiques hydrographiques; 4) espèces aquatiques introduites; 5) disponibilité d'espèces hôtes; 6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique; 7) perturbation ou dommage direct	
Stratégie générale : Recherche				
Élaborer un calendrier pour l'inventaire des bassins hydrographiques où les observations de gonidées des Rocheuses sont non confirmées (Kootenay, Columbia, Similkameen et sud de l'île de Vancouver)	1	Élevée	1) aménagement des zones de basse plage et littorales; 2) canalisations de cours antérieures; 3) modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques; 4) espèces aquatiques introduites;	2010
Rédiger la liste des lacunes dans les connaissances, des ressources nécessaires pour combler ces lacunes, des approches à adopter pour les combler; ainsi que des partenaires qui participeront aux recherches nécessaires.	1	Élevée	5) disponibilité d'espèces hôtes; 6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique; 7) perturbation ou dommage direct	2010
Créer des liens avec les universités et conscientiser aux occasions de recherche.	1	Modérée		En cours
Créer des liens internationaux, particulièrement avec les biologistes et les professionnels de la	1	Modérée		En cours

ressource américains travaillant sur la gonidée des Rocheuses et sur la conservation des mollusques.				
Stratégie générale : Surveillance et évaluation				
Continuer à utiliser et à améliorer les lignes directrices sur les inventaires établies pour les mollusques d'eau douce (p. ex. lignes directrices du FDIS) et les lignes directrices sur les rapports du Centre de données sur la conservation de la C.-B.	1	Élevée	1) aménagement des zones de basse plage et riveraines; 2) canalisations de cours d'eau antérieures; 3) modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques; 4) espèces aquatiques introduites;	En cours
Compléter la cartographie (système d'information géographique) qui définit l'habitat potentiel de la gonidée des Rocheuses dans le bassin de l'Okanagan	2	Élevée	5) disponibilité d'espèces hôtes; 6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique; 7) perturbation ou dommage direct	2010
Élaborer un calendrier de surveillance et d'inventaire pour le bassin de l'Okanagan (p. ex. en utilisant les cartes bathymétriques et les photographies aériennes).	2	Élevée		2010
Améliorer le protocole normalisé pour l'inventaire des mollusques et de leurs habitats ainsi que pour la cueillette d'information sur les menaces.	2	Élevée		En cours
Mettre en œuvre des protocoles d'inventaire et de surveillance dans l'ensemble du bassin de l'Okanagan.	2	Élevée		2015
Stratégie générale : Vulgarisation et communication				

Poursuivre la diffusion de l'information dans les boutiques d'équipement de plongée et dans les marinas ainsi qu'aux représentants du gouvernement (tous les paliers) et aux professionnels de la ressource.	3	Élevée	1) aménagement des zones de basse plage et riveraines; 4) espèces aquatiques introduites; 5) disponibilité d'espèces hôtes; 6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique; 7) perturbation ou dommage direct	En cours
Transmettre l'information concernant le Protocole relatif aux grands lacs au grand public.	3	Élevée		En cours
Élaborer et diffuser du matériel didactique sur la gonidée des Rocheuses en mettant l'accent sur l'importance et la fonction écologique des mollusques d'eau douce comme indicateurs de la qualité de l'eau.	3	Élevée		2010
Modifier les pratiques de gestion optimales de l'habitat afin d'y inclure les habitats de la gonidée des Rocheuses adjacents à des résidences et à des entreprises privées situées sur les rivages lacustres et les rendre accessibles.	3	Élevée		2012
Fournir des documents de formation ou d'information aux professionnels de la ressource qui travaillent à l'intérieur ou près de l'habitat de la gonidée des Rocheuses.	3	Élevée		2011
Élaborer et mettre en œuvre un système	3	Élevée		2015

complet de production de rapports sur les observations de gonidées des Rocheuses de concert avec des programmes de délivrance de permis de pêche ainsi que des programmes de pêche récréative dans le bassin hydrographique de la rivière Okanagan.				
Travailler en collaboration avec les groupes d'intendance locaux afin de communiquer avec les propriétaires de terrains situés sur les berges de lacs et adjacents à des habitats idéaux pour la gonidée des Rocheuses occupés (présence de moules) ou non (habitat qui peut être restauré).	3	Élevée		2015
Travailler en collaboration avec les groupes d'intendance locaux afin de mettre sur pied une infrastructure, des lignes directrices en matière de pratiques de gestion optimales et examiner d'autres approches qui limitent le ruissellement des eaux usées des propriétés privées et des zones agricoles. Ces initiatives pourraient être mises en œuvre de concert avec d'autres mesures prises pour d'autres espèces en péril.	3	Élevée	6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique	2015
Stratégie générale : Restauration				
Tenir compte de la	1, 3	Faible	1) aménagement des	En cours

gonidée des Rocheuses dans les projets de restauration à l'échelle du bassin hydrographique.			zones de basse plage et riveraines; 2) canalisations de cours d'eau antérieures; 3) modification et régularisation des caractéristiques hydrographiques; 5) disponibilité d'espèces hôtes; 6) pollution liée à l'utilisation des terres dans le bassin hydrographique	
--	--	--	---	--

4. PLANS CONNEXES

Le sous-comité sur les mollusques du COSEPAC prévoit réévaluer la gonidée des Rocheuses en avril 2010.

5. RÉFÉRENCES

- Aiken, S.G., P.R. Newroth et I. Wile. 1979. The biology of Canadian weeds. 34. *Myriophyllum spicatum* L. Canadian Journal of Plant Science, 59: 201-215.
- Bauer, G. et K. Wächtler (éd.) 2001. Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida. Ecological Studies 145. Springer-Verlag, Berlin. xxii + 394 p.
- Bertram, P. et N. Stadler-Salt. 1999. Selection of indicators for Great Lakes Basin ecosystem health. Publication conjointe de la US Environmental Protection Agency et d'Environnement Canada. Disponible à <http://nepis.epa.gov>
- Blalock, H.N. et J.B. Sickel. 1996. Changes in mussel (Bivalvia: Unionidae) fauna within the Kentucky portion of Lake Barkley since impoundment of the lower Cumberland River. American Malacological Bulletin 13: 111 – 116.
- Canadian Okanagan Basin Technical Working Group. 2009. <http://www.obtwg.ca/contact.php>. (Consulté le 2 octobre 2009).
- Carlton, J. 1992. Introduced marine and estuarine mollusks of North America: an end-of-the-20th-century perspective. Journal of Shellfish Research 11(2): 489 – 505.
- Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique. 2010. BC Species and Ecosystems Explorer. B.C. Minist. of Environ. Victoria, C.-B. Disponible à <http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/> (Consulté le 18 août 2009).
- Chong, J., J. Brim Box, J. Howard, D. Wolf, T. Myers et K. Mock. 2007. Three deeply divided lineages of the freshwater genus *Anodonta* in western North America. Conservation Genetics 9(5):1303 – 1309.
- COSEPAC 2003. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur la gonidée des Rocheuses (*Gonidea angulata*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Disponible à Ottawa. vi + 29 p. http://www.sararegistry.gc.ca/default_e.cfm

- Cunjak, R.A. et S.E. McGladdery. 1991. The parasite host relationship of glochidia (Mollusca: Margaritiferidae) on the gills of young-of-the-year Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal canadien de zoologie*, 69: 353 - 358.
- Dillon, R. T. 2000. *The Ecology of Freshwater Molluscs*. Cambridge University Press. xii + 509 p.
- Dyer, O., comm. pers. 2008. *In-person communication to J. Heron*. Août 2008. Biologiste de la faune. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Ellis, M.M. 1931. A survey of conditions affecting fisheries in the upper Mississippi River. Bureau of Fisheries, Fishery Circular 5: 1 – 18.
- Environnement Canada. 2008. Eurasian watermilfoil (*Myriophyllum spicatum* L.). Site Web du Service canadien de la faune. Disponible à <http://www.ec.gc.ca/stl/default.asp?lang=Fr&n=C902C3DD-1> (Consulté en août 2008).
- Environnement Canada. 2009. Accord sur les espèces en péril conclu entre le Canada et la Colombie-Britannique (Consulté le 18 août 2009).
- Farris, J.L. et J.H. van Hassel. 2006. *Freshwater Bivalve Ecotoxicology*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 375 p.
- Foster, A. M., P. Fuller, A. Benson, S. Constant et D. Raikow. Mai 2008. *Corbicula fluminea*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. Date de révision : 1/25/2007. Disponible à <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.asp?speciesID=92>. Consulté le 15 septembre 2009.
- Fuller, S.L.H. 1974. Clams and mussels (Mollusca: Bivalvia). Dans : *Pollution ecology of freshwater invertebrates*, éd. C.W. Hart et S.L.H. Fuller, 215-73. New York: Academic Press.
- Gelling, L., S. Pollard et L. Ramsay. 2009. Mise à jour du rapport de situation sur la gonidée des Rocheuses, ébauche. En préparation pour le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.
- Goudreau, S.E., R.J. Steeves et R.J. Sheehan. 1993. Effects of wastewater treatment plant effluents on freshwater mollusks in the upper Clinch River, Virginia. *Hydrobiologia*, 252: 211 – 230.
- Graf, D. L. Molecular phylogenetic analysis of two problematic freshwater mussel genera (*Unio* and *Gonidea*) and re-evaluation of the classification of Nearctic Unionidae (Bivalvia: Palaeoheterodonta: Unionidae). *Journal of Molluscan Studies*. 68: 65 – 71.
- Hanna, E. 1984. Restoration of aquatic vegetation in Rondeau Bay, Lake Erie. *The Plant Press*, 2: 99-101.
- Hastie, L. et M. Young. 2003. Timing of spawning and glochidial release in Scottish freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) populations. *Freshwater Biology*, 48: 2107 – 2117.
- Harvey, B.C. 1991. Interactions among stream fishes: predator-induced habitat shifts and larval survival. *Oecologia*, 87(1): 1432 – 1939.
- Hornbach D.J. 1992. Life-history traits of a riverine population of the Asian clam *Corbicula fluminea*. *American Midland Naturalist*, 127(2): 248-257.
- Hunsaker, C.T. et D.A Levine. 1995. Hierarchical approaches to the study of water quality in rivers. *BioScience*, 45: 193-203.

- Jansen, W., G. Bauer et E. Zahner-Meike. 2001. Glochidia mortality in freshwater mussels, p. 185-211, dans G. Bauer et K. Wächtler (éd.), *Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionoida*. Ecological Studies 145. Springer-Verlag, Berlin. xxii + 394 p.
- Jensen, V., comm. pers. 2009. *Workshop discussion*. Septembre 2009. Biologiste principal (impacts environnementaux). Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Kruger, K., P. Chapman, M. Hallock et T. Quinn. Some effects of suction dredge placer mining on the short-term survival of freshwater mussels in Washington. *Northwest Science*, 81(4): 323-332.
- Lauzier, R., comm. pers. 2008. *Phone conversation with J. Heron*. Septembre 2008. Biologiste (évaluation des stocks), Pêches et Océans Canada, Nanaimo, C.-B.
- Lee, J., comm. pers. 2007. *E-mail correspondence to J. Heron*. Juillet 2009. Malacologue du secteur privé.
- Madsen, J.D., J.W. Sutherland, J.A. Bloomfield, L.W. Eichler et C.W. Boylen. 1991. The decline of native vegetation under dense Eurasian watermilfoil canopies. *Journal of Aquatic Plant Management*, 29: 94 – 99.
- Matthews, S., comm. pers. 2008. *In-person conversation with J. Heron*. Août 2008. Chef de section. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Matthews, S., comm. pers. 2010. *E-mail correspondence to S. Pollard*. Février 2010. Chef de section. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- McKee, D., comm. pers. 2009. *Workshop discussion*. Septembre 2009. Hydrologue/ingénieur. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- McPhail, J.D. 2007. *The freshwater fishes of British Columbia*. The University of Alberta Press, Edmonton, Alberta. 620 p.
- McMahon, R.F. et A.E. Bogan. 2001. Mollusca: Bivalvia, pp. 331-429. Dans Thorp, J. et A. Covich (éd.). 2001. *Evolution and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press. xvi + 1056 p. [2^e édition]
- Miller, G.L. et M.A. Trout. 1985. Changes in the aquatic plant community following treatment with the herbicide 2,4-D in Cayuga Lake, New York. p. 126-138 dans L.W.J. Anderson, éd. *Proceedings of the First International Symposium on Watermilfoil (Myriophyllum spicatum) and related Haloragaceae species*, 23-24 juillet 1985, Vancouver, Colombie-Britannique. The Aquatic Plant Management Society, Inc., Vicksburg, Mississippi.
- Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et Environnement Canada. Mars 2000. *Water quality trends in selected British Columbia waterbodies*. 164 p. Disponible à <http://www.waterquality.ec.gc.ca/web/Environment~Canada/Water~Quality~Web/assets/images/English/WatTrendFeb29.pdf>
- Ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique et Environnement Canada. Mars 2007. *The British Columbia and Yukon Territory water quality report (2001–2004), an application of the Canadian water quality index*. 70 p. Disponible à [http://waterquality.ec.gc.ca/web/Environment~Canada/Water~Quality~Web/assets/PDFs/B.C.YTWQ%20Report%20\(2001-2004\)0907.pdf](http://waterquality.ec.gc.ca/web/Environment~Canada/Water~Quality~Web/assets/PDFs/B.C.YTWQ%20Report%20(2001-2004)0907.pdf)
- Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. 2008a. Site Web de la *Fish Protection Act*. Disponible à http://www.env.gov.bc.ca/habitat/fish_protection_act/. (Consulté en août 2008).

- Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. 2008b. Site Web du *Riparian Areas Regulations*. Disponible à http://www.env.gov.bc.ca/habitat/fish_protection_act/riparian/riparian_areas.html (Consulté en août 2008).
- Ministère de l'Agriculture et des Terres de la Colombie-Britannique. 2008. Résumés de la réglementation. Disponible à http://www.agf.gov.bc.ca/ministry/legsum/legsum_index_mal.stm (Consulté en août 2008).
- Mitchell, J., comm. pers. 2009. Workshop discussion. Septembre 2009. Spécialiste de l'inventaire des ressources. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Moore, A. et L. Machial. 2007. Invertebrate Species At Risk *Gonidea angulata* report August 30, 2007. B.C. Conservation Corp Invertebrate Species At Risk survey crew. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, 6 p.
- NatureServe. 2009. NatureServe explorer: an online encyclopedia of life [web application]. Version 7.1. NatureServe, Arlington, Virginie. Disponible à <http://www.natureserve.org/explorer> (Consulté le 5 octobre, 2009).
- Nield, Lora. 2009. Lakeshore development compliance project. 2008-2009. Rapport préliminaire produit pour le ministère de l'Environnement, région de l'Okanagan.
- Nield, L., comm. pers. 2009. *Phone conversation with J. Heron and O. Dyer*. Septembre 2009. Biologiste principal des écosystèmes. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Newroth, P.R. 1985. A review of Eurasian Water milfoil impacts and management in British Columbia. p. 139 – 153. Dans: Proc. First Int. Symp. On watermilfoil (*Myriophyllum spicatum*) and related Haloragaceae species. 23-24 juillet 1985. Vancouver, C.-B., Canada. Aquatic Plant Management Society, Inc.
- Okanagan Basin Water Board. 2008. <http://www.obwb.ca/index/>. Consulté le 18 août 2009.
- Okanagan Lake Action Plan, 2008. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Disponible à <http://www.env.gov.bc.ca/okanagan/esd/olap.html> (Consulté en avril 2009).
- Pampanin, D.M., I. Marangon, E. Volpato, G. Campesan et C. Nasci. 2005. Stress biomarkers and alkali-labile phosphate level in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) collected in the urban area of Venice (Venice Lagoon, Italy). *Environmental Pollution*, 136(1):103-107.
- Parmalee, P.W. et M.H. Hughes. 1993. Freshwater mussels (Mollusca: Pelecypoda:Unionidae) of Tellico Lake: twelve years after impoundment of the Little Tennessee River. *Annals of the Carnegie Museum* 62: 81 – 93.
- Patterson, M. 2003. Water management and molybdenum treatment at the closed Noranda Inc. – Brenda Mines site, Peachland, C.-B. Disponible à <https://circle.ubc.ca/bitstream/2429/9433/1/05+Patterson.pdf>
- Pollard, S., comm. pers. 2009. *Phone conversation with H. Stalberg*. Septembre 2009. Spécialiste des espèces aquatiques en péril. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, C.-B.
- Robbins, K., comm. pers. 2009a. *Workshop Discussion*. Septembre 2009. Biologiste des écosystèmes. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Robbins, K., comm. pers. 2009b. *E-mail correspondence to Susan Pollard*. Décembre 2009. Biologiste des écosystèmes. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.

- Robbins, K., comm. pers. 2010. *E-mail correspondence to Susan Pollard*. Février 2010. Biologiste des écosystèmes. Ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Penticton, C.-B.
- Rae, R. 2005. The state of fish and fish habitat in the Okanagan and Similkameen basins. Préparé pour le Canadian Okanagan Basin Technical Working Group, Westbank, C.-B. 99 p.
- Ricciardi, A., R. Neves et J. Rasmussen. 1998. Impending extinctions of North American freshwater mussels (Unionoida) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Journal of Animal Ecology*, Volume 67(4): 613-619.
- Richter, B.D., D.P. Braun, M.A. Mendelson et L.L. Master. 1997. Threats to imperilled freshwater fauna. *Conservation Biology*, 11(5): 1081-1093.
- Ruppert, E.E., R.S. Fox et R.D. Barnes. 2004. *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach*. Brooks/Cole- Thompson Learning, Belmont, CA. 963 + xvii p.
- Schloesser, D.W., J.L. Metcalfe-Smith, W.P. Kovalak *et al.* Extermination of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) following the invasion of dreissenid mussels in an interconnecting river of the Laurentian Great Lakes. 2006. *American Midland Naturalist*, 155(2): 307-320.
- Spokesman Review, Teck Cominco spills more lead acid, May 30, 2008. Disponible à <http://www.spokesmanreview.com/breaking/story.asp?ID=15127> (Consulté le 31 juillet 2009).
- Spring Rivers Ecological Sciences. 2007. Reproductive Timing of Freshwater Mussels and Potential Impacts of Pulsed Flows on Reproductive Success. California Energy Commission, PIER Energy Related Environmental Research Program. Disponible à <http://www.energy.ca.gov/2007publications/CEC-500-2007-097/CEC-500-2007-097.PDF> (Consulté le 4 octobre 2009).
- Taylor, D.W. 1977. Rocky Mountain and intermountain freshwater molluscs: an Annotated List. 40 p. [manuscrit non publié]
- Taylor, D.W. 1981. Freshwater molluscs of California: a distributional checklist. *California Fish and Game* 67(3): 140 – 163.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2008. Freshwater Mussels of the Upper Mississippi River System. <http://www.fws.gov/midwest/mussel/index.html>. Consulté en septembre 2008.
- US Geological Survey. 2008. Disponible à <http://nas.er.usgs.gov/taxgroup/mollusks/zebramussel/> (Consulté le 28 juillet 2008).
- Vannote, R.L. et G.W. Minshall. 1982. Fluvial processes and local lithology controlling abundance, structure, and composition of mussel beds. *Proclamations of the National Academy of Sciences, USA*, 79: 4103-4107.
- Vaughn, C.C., S.J. Nichols. et D.E. Spooner. 2007. Community and foodweb ecology of freshwater mussels. *Journal of the North American Benthological Society*, 27(2): 409–423.
- Watters, G.T. 2000. Freshwater mussels and water quality: a review of the effects of hydrologic and instream habitat alterations. *Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium*, 1999, p. 261-274, Ohio Biological Survey.
- Williams, J.D. et R.J. Neves. 1995. Freshwater mussels: A neglected and declining aquatic resource, p. 177-179, dans E.T. LaRoe, G.S. Farris, C.E. Puckett, P.D. Doran et M. J. Mac (éd.), *Our living resources: A report to the nation on the distribution, abundance, and health of U.S. plants, animals and ecosystems*. U.S. Department of the Interior, National Biological Service, Washington, D.C. xi + 530 p.

- Wang, N., C.G. Ingersoll, I.E. Greer, D.K. Hardesty, C.D. Ivey, J.L. Kunz, W.G. Brumbaugh, F.J. Dwyer, A.D. Roberts, T. Augspurger, C.M. Kane, R.J. Neves et M.C. Barnhart. 2007a. Acute toxicity of copper, ammonia, and chlorine to glochidia and juveniles of freshwater mussels (Unionidae). *Environmental Toxicity and Chemistry* 26:2036-2047.
- Wang, N., C.G. Ingersoll, I.E. Greer, D.K. Hardesty, C.D. Ivey, J.L. Kunz, W.G. Brumbaugh, F.J. Dwyer, A.D. Roberts, T. Augspurger, C.M. Kane, R.J. Neves et M.C. Barnhart. 2007b. Chronic toxicity of copper and ammonia to juvenile freshwater mussels (Unionidae). *Environmental Toxicity and Chemistry* 26:2048-2056.
- xstrata copper Brenda Mines (closed site). <http://www.brendamines.ca/> and Newsletter #34, Trepanier Creek Water Quality Monitoring report, September 22, 2008. Disponible à <http://www.brendamines.ca/pdfs/2008-Newsletters.pdf> (Consulté le 31 juillet 2009).
- 100th Meridian Initiative. 2009. Disponible à http://www.fs.fed.us/r4/resources/aquatic/images/mussels_map2_final.pdf (Consulté le 28 juillet 2009).

Sites Web consultés

- Site Web de COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). Disponible à www.cosewic.gc.ca. (Consulté le 17 août 2009).
- Site Web de l'Agence canadienne d'inspection des aliments sur les espèces envahissantes. Disponible à <http://www.inspection.gc.ca/francais/plaveg/invenv/invenvf.shtml> (Consulté le 28 février 2008).

Annexe 1. Espèces semblables à la gonidée des Rocheuses



Figure 10. Coquille d'anodonte de Californie de taille et de forme semblables à celles de la gonidée des Rocheuses, mais sans la crête latérale presque parallèle au bord antérieur de la coquille. Photographie par J. Heron.



Figure 11. L'anodonte de l'Ouest présente une ligne latérale moins prononcée ainsi qu'une coquille mince et lisse. Photographie par J. Heron.



Figure 12. Mulette-perlière de l'Ouest. Remarquer la concavité sur le bord extérieur de la coquille (plus prononcée chez les spécimens plus âgés). Ces spécimens proviennent du ruisseau Ashton, à l'est d'Enderby et au nord d'Armstrong, en Colombie-Britannique. Photographie par L. Gelling.

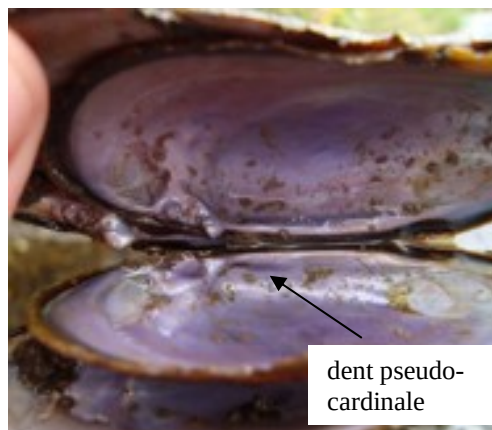


Figure 13. Intérieur d'une mulette perlière de l'Ouest. Remarquer la nacre pourprée et la grosse dent pseudo-cardinale. Photographie par J. Heron.

Annexe 2. Observations de la gonidée des Rocheuses (Centre de données sur la conservation de la C.-B., 2009)

Numéro sur la carte de la figure 9	Date	Nom de l'emplacement	11U est	11U nord	Moule vivante ou coquille	Moment de l'observation
1	Juillet 2004	Lac Okanagan; Summerland – Illahie Beach RV Park	308920	5495715	Coquille	Récent
2	2005-08-15	Lac Okanagan; Summerland - Illahie Beach RV Park	308990	5495735	Vivante	Récent
3	2006-03-24	Lac Okanagan; Illahie Beach	308990	5495735	Coquille	Récent
4	�t� 2005	Lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland	308545	5498380	Coquille	Récent
5	2006-03-27	Lac Okanagan, Summerland – Peach Orchard Beach (ou plage pour chiens)	308545	5498380	Coquille	Récent
6	2006-03-24	Lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland	308545	5498380	Vivante	Récent
7	2007-06-28	Lac Okanagan; plage pour chiens de Summerland	308545	5498380	Vivante	Récent
8	2007-07-10	Lac Okanagan; 3 Mile Point Dog Beach	313704	5490386	Vivante	Récent
9	2006-03-27	Lac Okanagan, parc régional Kinsmen, Summerland	308439	5497491	Vivante	Récent
10	2006-06-01	Lac Okanagan, parc régional Kinsmen, Summerland	308439	5497491	Vivante	Récent
11	2006-07-13	Lac Okanagan, parc régional Kinsmen, Summerland	308439	5497491	Vivante	Récent
12	2006-03-27	Lac Okanagan, Crescent Beach, Summerland	307623	5500290	Vivante	Récent
13	2006-03-27	Lac Okanagan, Houseboat Beach, Summerland	307932	5499327	Vivante	Récent

Numéro sur la carte de la figure 9	Date	Nom de l'emplacement	11U est	11U nord	Moule vivante ou coquille	Moment de l'observation
14	2008-09-29	Lac Okanagan, Summerland Waterfront Resort	308352	5497727	Coquille	Récent
15	2008-08-20	Lac Okanagan, Mansion Site (environ 300 m au nord de la Houseboat Beach), Summerland	308052	5499589	Vivante	Récent
16	Mars 1906	Penticton; endroit où la riv�re Okanagan quitte le lac Okanagan	310867	5486584	Coquille	Historique
17	2005-10-09	Penticton; nord du club nautique (extrême sud du lac Okanagan, côté est)	313190	5487308	Coquille	Récent
18	2006-07-16	3 Mile Beach, côté est du lac Okanagan, au nord de Penticton	313744	5490359	Coquille	Récent
19	2006-07-24	3 Mile Beach, côté est du lac Okanagan, au nord de Penticton	313798	5490273	Vivante	Récent
20	2006-04-08	Penticton; nord du club nautique (extrême sud du lac Okanagan, côté est)	313345	5488168	Coquille	Récent
21	2006-04-08	Penticton; nord du club nautique (extrême sud du lac Okanagan, côté est)	313351	5488188	Coquille	Récent
22	1991-08-09	Lac Skaha, Penticton. � 1,12 km au sud de l'intersection de l'avenue Brantford et du chemin Lakeside	312883	5479739	Coquille	Historique
23	2005-08-16	Lac Skaha, Penticton. � environ 1,3 km au sud de l'intersection de l'avenue Brantford et du chemin Lakeside (voie d'arrêt)	313084	5478972	Coquille	Récent
24	2006-07-11	Lac Skaha; côté est, à l'écart des routes	313311	5476514	Coquille	Récent
25	2007-07-07	Lac Skaha; résidence de H. Richardson, Okanagan Falls	312619	5470413	Coquille	Récent

Numéro sur la carte de la figure 9	Date	Nom de l'emplacement	11U est	11U nord	Moule vivante ou coquille	Moment de l'observation
26	2008-07-19	Lac Skaha; extrême sud, Kettle Valley Railway	312645	5470756	Vivante	Récent
27	2008-07-19	Lac Skaha; extrême sud, Kettle Valley Railway	312574	5471161	Vivante	Récent
28	1960-08-19	Okanagan Falls	312514	5468538	Coquille	Historique
29	1960-08-20	Okanagan Falls	312514	5468538	Coquille	Historique
30	1963-06-12	Okanagan Falls; Okanagan Falls Park	312514	5468538	Coquille	Historique
31	2008-07-19	Rivière Okanagan, sud du lac Skaha	312555	5469344	Vivante	Récent
32	2005-08-16	Rivière Okanagan (sud du lac Skaha), en aval du 1 ^{er} barrage, au sud du parc provincial, à la zone d'accès	312546	5468301	Coquille	Récent
33	2007-06-27	Rivière Okanagan (sud du lac Skaha), en aval du 1 ^{er} barrage, au sud du parc provincial, à la zone d'accès	312546	5468301	Vivante	Récent
34	2005-08-16	Rivière Okanagan (sud du lac Skaha), en aval du 2 ^e barrage, au sud du parc provincial, à la zone d'accès	313442	5466525	Coquille	Récent
35	1972-08-06	Lac Vaseux, 13,6 km au nord d'Oliver, à la plage publique	315758	5464029	Vivante	Historique
36	2005-08-16	Lac Vaseux (extrême sud de Summit Drive); zone d'accès publique à partir de la route à l'extrême sud du lac	316307	5460923	Coquille	Récent
37	2006-07-11	Parc provincial du lac Vaseux	316057	5463622	Vivante	Récent
38	2007-07-07	Parc provincial du lac Vaseux	316052	5463621	Vivante	Récent
39	2005-08-17	Rivière Okanagan; à environ 2 km au sud du	315004	5456140	Coquille	Récent

Numéro sur la carte de la figure 9	Date	Nom de l'emplacement	11U est	11U nord	Moule vivante ou coquille	Moment de l'observation
		lac Gallagher; accès au pont				
40	2002-08-02	Ruisseau Park Rill, dans la ville d'Oliver	313825	5454579	Coquille	Historique
41	1983-10-04	à mi-chemin entre Oliver et l'entrée du lac Osoyoos	312024	5445043	Vivante	Historique
42	1982-10-27	à mi-chemin entre Oliver et l'entrée du lac Osoyoos	312024	5445043	Vivante	Historique
43	2005-08-17	400 m au sud de la route 22, à partir du pont	315229	5440060	Coquille	Récent
44	2007-07-07	Rivière Okanagan (en amont du pont de la route 22)	314668	5440748	Vivante	Récent
45	2005-08-17	Pont de la route 18	312034	5444925	Coquille	Récent
46	1982-10-28	Rivière Okanagan; 1,5 km en amont de l'entrée du lac Osoyoos	315170	5440141	Vivante	Historique
47	1983-10-04	Rivière Okanagan; 1,5 km en amont de l'entrée du lac Osoyoos	315170	5440141	Vivante	Historique
48	1990-08-16	Lac Osoyoos, côté nord du Parc provincial Haynes Point	320766	5432175	Coquille	Historique
49	2005-08-17	Lac Osoyoos, côté nord du Parc provincial Haynes Point	320766	5432175	Coquille	Récent
50	2008-03-27	Lac Okanagan; Vernon, Beachcomber Bay	330115	5568363	Coquille	Récent
51	2008-03-27	Lac Okanagan; Vernon, Kennedy Lane Beach	331455	5568703	Coquille	Récent
52	2008-10-30	Lac Okanagan; Vernon, Kin Beach	332466	5569003	Coquille	Récent

Annexe 3. Glossaire

Ambléminés	Sous-famille de mollusques dont la plupart ont un stade de développement appelé glochidies, lesquelles se logent dans les branchies d'un poisson hôte pour poursuivre leur croissance.
Anoxie	Réseau hydrographique affichant de faibles concentrations en oxygène dissous.
Benthique	Fond d'un cours d'eau, d'un lac ou d'un océan, où l'eau entre en contact avec les sédiments accumulés (U.S. Fish and Wildlife Service, 2008).
Bivalves	Mollusques (majoritairement aquatiques) possédant une coquille formée de deux pièces symétriques unies par une charnière.
Inscrite à la Liste bleue	Communauté écologique, espèce ou sous-espèce indigène préoccupante [anciennement vulnérable] en Colombie-Britannique. La préoccupation tient au fait que certaines caractéristiques la rendent particulièrement vulnérable aux activités anthropiques ou aux événements naturels. La liste bleue recense les organismes en péril, mais non ceux qui sont disparus du pays, en voie de disparition ou menacés (Centre de données sur la conservation de la C.-B., 2009).
Bradyctique	La reproduction a lieu l'été; les femelles portent les glochidies tout l'hiver et les expulsent au printemps.
Commensalisme	Type de symbiose entre deux (ou plusieurs) organismes d'espèces différentes vivant en étroite proximité l'un de l'autre et dans laquelle l'une des parties n'est pas affectée par la relation, tandis que l'autre en tire profit.
Poisson hôte confirmé	Selon des essais d'élevage en laboratoire, les glochidies d'une espèce de moule donnée se fixent à un individu d'une espèce de poisson hôte particulière, y croissent et le quittent après avoir terminé ce stade de leur cycle biologique.
Conglutinat	Masse de glochidies liées par du mucus (U.S. Fish and Wildlife Service, 2008).
G3	Mondialement vulnérable : risque de disparition modéré en raison d'une aire de répartition restreinte, du petit nombre de populations (souvent 80 ou moins), de déclin récents et généralisés ainsi que d'autres facteurs (NatureServe, 2009).
Genre	Groupe taxonomique comprenant une ou plusieurs espèces.

Glochidies	Terme désignant les larves de moules d'eau douce qui possèdent peu ou pas de capacité motrice, qui sont prêtes à être relâchées par les femelles moules et qui se fixent d'ordinaire à un vertébré hôte pour compléter ce stade de leur cycle biologique (U.S. Fish and Wildlife Service 2008).
Hypoxie	Réseau hydrographique présentant de fortes concentrations en oxygène dissous.
Zone littorale	Zone éclairée de l'habitat aquatique où la lumière pénètre jusqu'au fond.
Emplacement	Zone particulière sur le plan géographique où un groupe ou un individu de l'espèce est (ou a été) observé. La population totale d'une espèce peut être répartie dans plusieurs sites. La dispersion entre les sites est très rare, voire impossible. Une seule menace peut rapidement avoir un impact sur tous les individus d'un site. Lorsqu'un taxon est touché par plus d'une menace, l'emplacement doit être défini en considérant la menace plausible la plus grave (Source : adapté de l'UICN, 2001; COSEPAC, 2009).
Micro-organismes	Petits organismes qui ne sont visibles qu'au microscope et qui sont situés au bas de plusieurs chaînes alimentaires.
Couche mucilagineuse	Substance ou couche visqueuse qui protège de la déshydratation.
Nacre	Couche brillante et mince qu'on trouve à l'intérieur de la coquille des mollusques.
Espèce indigène	Espèce sauvage qui se trouve au Canada naturellement, ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine d'une région où elle se trouvait naturellement, a produit des populations viables et a persisté au Canada au moins 50 ans (COSEPAC, 2008).
Parasite	Organisme qui vit sur ou dans un autre organisme (hôte), qui y croît et s'y nourrit, mais qui ne contribue pas à la survie de l'hôte.
Periostracum	Couche organique externe mince recouvrant la coquille, dont la couleur est de brun jaunâtre à brun noirâtre.
Planctonique	Qui affiche les mouvements caractéristiques du plancton (U.S. Fish and Wildlife Service, 2008).

Inscrite à la Liste rouge	Communauté écologique, espèce ou sous-espèce indigène qui est disparue, en voie de disparition ou menacée en Colombie-Britannique. Les organismes qui sont disparus ne sont plus présents à l'état sauvage en Colombie-Britannique, mais peuvent l'être ailleurs. Les organismes en voie de disparition sont exposés à une disparition ou à une extinction imminente. Les organismes menacés peuvent devenir en voie de disparition si l'effet des facteurs limitatifs n'est pas inversé. Les espèces et sous-espèces inscrites à la Liste rouge peuvent être désignées comme étant disparues, en voie de disparition ou menacées en vertu de la <i>Wildlife Act</i> (voir http://www.env.gov.bc.ca/wld/faq.htm#2). Tous les taxons inscrits à la Liste Rouge ne seront pas nécessairement inscrits à la liste de la Loi. L'inscription de taxons à ces listes indique que ceux-ci sont en péril et qu'ils doivent faire l'objet d'un examen (Centre de données sur la conservation de la C.-B., 2009).
S1	Espèce très gravement menacée dans la nation ou dans l'État/la province en raison de son extrême rareté (souvent cinq observations ou moins) ou parce que certains facteurs, comme un déclin très marqué, la rendent particulièrement vulnérable à une disparition de l'État/la province (NatureServe, 2009).
Préoccupante	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou une espèce en voie de disparition en raison de ses caractéristiques biologiques et des menaces signalées à son égard (COSEPAC, 2008).
Stolon	Rameau qui rampe le long du lit d'un lac.
Pseudo-cardinale	Dents triangulaires, souvent dentelées, situées sur la partie dorsale antérieure de la coquille. Structures semblables à des dents qui servent à maintenir les parties de la coquille liées chez certaines espèces.
Tachytictique	La reproduction a lieu au printemps et les glochidies sont expulsées l'été.
Taxonomiquement	Espèce étroitement apparentée à une autre sur le plan biologique.
Umbo	Partie dorsale gonflée d'une coquille (U.S. Fish and Wildlife Service, 2008).

Poisson hôte non confirmé	Poisson hôte portant des glochidies dans ses branchies sans que l'on sache si les glochidies parviennent à maturité et réussissent à s'établir en tant que moules adultes.
Unionidés	Moules d'eau douce de l'ordre des Unionoida. Le mot latin <i>Unio</i> signifie « perle » (U.S. Fish and Wildlife Service, 2008).

Annexe 4. Références des photographies

Lea Gelling, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. Lea.Gelling@gov.bc.ca

Jennifer Heron, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique.
Jennifer.Heron@gov.bc.ca

Sue Pollard, ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. Sue.Pollard@gov.bc.ca

Annexe 5. Registre des initiatives de collaboration et de consultation

La gonidée des Rocheuses est inscrite en tant qu'espèce « préoccupante » à l'annexe I de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). En tant qu'espèce aquatique, la gonidée des Rocheuses relève de la compétence du gouvernement fédéral et est gérée par Pêches et Océans Canada (MPO), 200 — 401 rue Burrard, Vancouver, Colombie-Britannique, V6C 3S4.

Le MPO et le gouvernement de la Colombie-Britannique ont participé à l'élaboration de cette version préliminaire en formant une équipe de gestion constituée d'experts. Les processus de coordination et de consultation entre le gouvernement fédéral et le gouvernement de la Colombie-Britannique à propos de la gestion et de la protection des espèces en péril sont indiqués dans l'*Accord sur les espèces en péril conclu entre le Canada et la Colombie-Britannique* (2005).

Une version préliminaire du plan de gestion a été publiée, du 21 décembre 2009 au 22 janvier 2010, sur le site Web de la Région du Pacifique du MPO afin que le public puisse la commenter; une ébauche initiale (décembre 2009) du plan de gestion ainsi que les renseignements de base ont été fournis. Ces consultations ont été menées sur le Web; cependant, on a également effectué des envois postaux aux Premières nations et aux administrations des municipalités situées dans l'aire de répartition de l'espèce. Nous n'avons reçu aucun commentaire des Premières nations, des administrations municipales ni par l'intermédiaire du site Web de la Région du Pacifique du MPO.