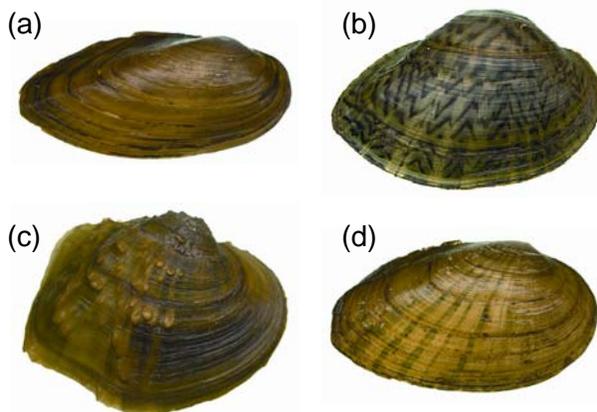




ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RÉTABLISSEMENT DE LA LIGUMIE POINTUE (*Ligumia nasuta*), DE LA TRONCILLE PIED-DE-FAON (*Truncilla donaciformis*), DE LA MULETTE FEUILLE D'ÉRABLE (*Quadrula quadrula*) ET DE LA VILLEUSE IRISÉE (*Villosa iris*) AU CANADA



(a) *Ligumie pointue* (*Ligumia nasuta*), (b) *troncille pied-de-faon* (*Truncilla donaciformis*), (c) *mulette feuille d'érable* (*Quadrula quadrula*), (d) *villeuse irisée* (*Villosa iris*)

© Environnement Canada



Figure 1 Aires de répartition de la ligumie pointue, de la troncille pied-de-faon, de la mulette feuille d'érable et de la villeuse irisée au Canada.

Contexte :

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué la situation de la villeuse irisée en avril 2006 et a désigné cette espèce comme étant en voie de disparition. Les deux unités désignables (UD) de la population de mulette feuille d'érable ont également été évaluées par le COSEPAC en avril 2006, ce qui a donné lieu à deux désignations : l'UD de l'Ontario a été désignée comme étant menacée et celle du Manitoba, comme étant en voie de disparition. L'année suivante, c'est-à-dire en avril 2007, la ligumie pointue a été évaluée comme étant en voie de disparition. Subséquemment, en avril 2008, on a évalué la situation de la troncille pied-de-faon et déterminé que cette espèce était en voie de disparition. On envisage à l'heure actuelle d'inscrire ces quatre espèces sur la liste de l'annexe 1 de la Loi sur les espèces en péril (LEP).

Le secteur des Sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) a mis en place un processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) des espèces pour fournir l'information et les avis scientifiques nécessaires au respect des exigences de la LEP, notamment la prise de décisions relatives à l'inscription à la liste, l'autorisation d'effectuer des activités qui constitueraient autrement une infraction à la LEP et l'élaboration de programmes de rétablissement (MPO, 2007). L'avis que contient l'EPR peut être utilisé pour éclairer les aspects scientifiques et socio-économiques des décisions relatives à l'inscription à la liste, pour l'élaboration d'un programme de rétablissement et d'un plan d'action ainsi que pour soutenir la prise de décisions concernant la délivrance de permis, la conclusion d'accords et le respect des conditions connexes prévues dans la LEP. La présente évaluation tient compte des

données scientifiques disponibles qui serviront à l'évaluation du potentiel de rétablissement de la ligumie pointue, de la troncille pied-de-faon, de la mulette feuille d'érable et de la villeuse irisée au Canada.

SOMMAIRE

- On sait que la ligumie pointue est actuellement présente dans la baie Long Point, dans le ruisseau Lyn et dans le delta de la rivière Sainte-Claire. À l'heure actuelle, on ignore si les populations reproductrices sont présentes dans le lac Beaver ou la rivière Grand. On estime que la ligumie pointue a disparu des Grands Lacs et de leurs grandes voies interlacustres.
- La troncille pied-de-faon occupe actuellement la région des rivières Grand, Sydenham et Thames. Un seul spécimen a été observé dans la rivière Saugeen et dans le delta de la rivière Sainte-Claire. On estime que la troncille pied-de-faon a disparu des Grands Lacs et de leurs grandes voies interlacustres.
- L'aire de répartition de la mulette feuille d'érable au Canada est divisée en deux unités désignables (UD) : la population des Grands Lacs et de l'ouest du Saint-Laurent (UD de l'Ontario) et la population des rivières Saskatchewan et Nelson (UD du Manitoba). En Ontario, l'espèce est présente dans les rivières Ausable, Grand, Ruscom, Sydenham, Thames et Welland ainsi qu'au havre Jordan. Un seul spécimen a été observé dans la rivière Bayfield et dans le delta de la rivière Sainte-Claire. On sait qu'au Manitoba la mulette feuille d'érable occupe actuellement la rivière Assiniboine, mais la présence d'une population reproductrice dans l'ensemble des autres cours d'eau est inconnue.
- On sait que la villeuse irisée est présente dans les rivières Ausable, Bayfield, Grand, Maitland, Moira, Saugeen, Sydenham, Thames et Trent ainsi que dans le delta de la rivière Sainte-Claire. On ignore actuellement si une population de villeuse irisée est présente dans la rivière Salmon.
- Les branchies d'un poisson-hôte approprié constituent l'habitat essentiel pour les glochidies de l'ensemble de ces espèces.
- L'habitat de prédilection des ligumies pointues adultes comprend les zones littorales et abritées des Grands Lacs ainsi que l'étape de courant des cours d'eau à débit lent.
- On trouve généralement les troncilles pied-de-faon dans des cours d'eau de taille moyenne à grande, à des profondeurs allant de moins d'un mètre à plus de cinq mètres.
- La répartition actuelle de la mulette feuille d'érable adulte au Canada indique que cette espèce est habituellement observée dans la partie inférieure de cours d'eau de moyenne ou de grande envergure. Les débits d'eau ne semblent pas être un facteur limitatif pour cette espèce du fait que l'on trouve à la fois dans les cours d'eau à débit lent et à débit rapide.
- Bien que, historiquement, la villeuse irisée ait été présente dans la zone littorale des Grands Lacs et dans leurs voies interlacustres, l'introduction de la moule zébrée a refoulé

cette espèce dans les petits ruisseaux et cours d'eau et dans le delta de la rivière Sainte-Claire. On peut trouver la villeuse irisée dans les parties intermédiaires et supérieures des réseaux hydrographiques, à l'intérieur ou à proximité de bancs et, de façon générale, dans les zones affichant des débits allant de modérés à élevés.

- La sensibilité de la croissance de la population de moules d'eau douce aux perturbations peut être prévue grâce aux caractéristiques du cycle biologique.
- La croissance des populations de moules d'eau douce est particulièrement sensible à la survie des adultes et des juvéniles établis.
- La croissance de la population de troncille pied-de-faon est plus sensible aux changements touchant les caractères de reproduction (âge à la maturité, fécondité et survie des glochidies) que celle des populations de mulette feuille d'érable, de ligumie pointues ou de villeuse irisée.
- L'incertitude entourant les estimations du cycle biologique est la plus élevée pour la survie des glochidies et des juvéniles au stade précoce. Les taux d'infestation des hôtes et l'incidence qu'a la densité des hôtes sur ces taux sont des sujets particulièrement sous-étudiés.
- La plus grande menace pesant sur la survie et la longévité des moules d'eau douce est attribuable à l'introduction et l'établissement de moules de la famille des dreissenidés et à la diminution de la qualité de l'habitat disponible pour les moules d'eau douce. En outre, on dispose de données démontrant que la baisse de la qualité de l'eau, notamment l'accroissement de la turbidité et des solides en suspension, l'augmentation de la charge en éléments nutritifs et l'accroissement des concentrations de contaminants et de substances toxiques, limitent également la répartition des moules d'eau douce. Parmi les autres menaces figurent la modification des régimes d'écoulement et la disparition ou la modification de l'habitat. En raison de la nature parasitique obligatoire du cycle de reproduction des moules, toute menace entraînant une séparation des moules et des poissons-hôtes durant la reproduction peut nuire aux populations de moules. Parmi les menaces secondaires, mentionnons la prédation, les prélèvements et les activités récréatives.
- Il reste de nombreuses sources d'incertitudes relativement au cycle biologique, aux exigences en matière d'habitat des juvéniles, à la répartition et à l'abondance des poissons-hôtes ainsi qu'au chevauchement de l'aire de répartition des moules d'eau douce et de celle des poissons-hôtes. De plus, on comprend mal les menaces qui ont une incidence sur le déclin des populations de moules d'eau douce. De nombreux paramètres nécessaires à la modélisation des populations de moules d'eau douce demeurent inconnus, comme la survie des glochidies, la survie des juvéniles et les taux de croissance de la population. Enfin, on connaît mal la relation qui existe entre la densité de la population hôte et la fréquence du parasitage de celle-ci par les moules.

RENSEIGNEMENTS DE BASE

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué la situation de la villeuse irisée en avril 2006 et a désigné cette espèce comme étant en voie de disparition. Les deux unités désignables (UD) de la population de mulette feuille d'érable ont également été évaluées par le COSEPAC en avril 2006, ce qui a donné lieu à deux désignations : l'UD de l'Ontario a été désignée comme étant menacée et celle du Manitoba, comme étant en voie de disparition. L'année suivante, c'est-à-dire en avril 2007, la ligumie pointue a été évaluée comme étant en voie de disparition. Subséquemment, en avril 2008, on a évalué la situation de la troncille pied-de-faon et déterminé que cette espèce était en voie de disparition. On envisage à l'heure actuelle d'inscrire ces quatre espèces sur la liste de l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Lorsque l'on envisage d'inscrire une espèce sur la liste, le ministère des Pêches et des Océans est tenu de prendre un certain nombre de mesures. Nombre de ces mesures nécessitent de l'information scientifique comme l'état actuel de la population, les menaces pesant sur sa survie et son rétablissement ainsi que la faisabilité de son rétablissement. Le présent avis scientifique est élaboré à l'aide d'une évaluation du potentiel de rétablissement (EPR). Une telle démarche permet de tenir compte des analyses scientifiques examinées par des pairs dans les processus subséquents associés à la LEP, y compris la délivrance de permis pour des dommages et la planification du rétablissement. La présente EPR porte sur la ligumie pointue, la troncille pied-de-faon, la mulette feuille d'érable et la villeuse irisée présentes au Canada et constitue un résumé d'une réunion d'examen par des pairs du Secrétariat canadien de consultation scientifique tenue les 19 et 20 octobre 2010 à Burlington, en Ontario. Deux documents de recherche, le premier offrant de l'information de base sur la biologie de l'espèce, l'habitat de prédilection, la situation actuelle de l'espèce, les menaces pesant sur elle ainsi que les mesures d'atténuation et les solutions de rechange (Bouvier and Morris, 2010) et le deuxième portant sur la modélisation du potentiel de rétablissement (Young and Koops, 2010), brossent un tableau complet de l'information résumée ci-après. Enfin, un compte rendu documente les activités et les principales discussions tenues pendant la réunion (DFO, 2010). Il convient de noter que la bibliographie complète a été retirée du présent document pour des raisons d'espace. Les références complètes sont disponibles dans les publications de Bouvier and Morris (2010) et de Young and Koops (2010).

Description et identification des espèces

Ligumie pointue

La ligumie pointue (*Ligumia nasuta*) est une moule de taille moyenne affichant une longueur moyenne de coquille d'environ 70 mm. La taille de coquille maximale ayant été observée au Canada est d'environ 102 mm. La coquille est mince, étroite et allongée et se distingue par le fait que son extrémité postérieure forme une pointe émoussée. Bien que le dimorphisme sexuel soit subtil, les femelles se distinguent des mâles par un renflement de la coquille le long du bord ventral postérieur. L'extérieur de la coquille est de couleur variable, allant du noir jaunâtre ou noir verdâtre chez les juvéniles au brun foncé ou au noir chez les adultes, avec de fins rayons verts concentrés à l'extrémité postérieure de la coquille. La nacre est de couleur pourpre, rose ou blanc argenté.

Troncille pied-de-faon

La troncille pied-de-faon (*Truncilla donaciformis*) est considérée comme une petite moule d'eau douce, affichant une longue moyenne à l'âge adulte d'environ 35 mm pour l'UD de l'Ontario. On a mesuré une longueur maximale de coquille de 52 mm. La forme de la coquille a été décrite comme étant modérément épaisse, allant d'ovale à triangulaire, avec une extrémité antérieure arrondie et une extrémité postérieure en pointe. La partie dorsale de la crête postérieure est plate. La couleur de la coquille va du jaune au brun verdâtre, avec de nombreux rayons vert foncé bien visibles, qui sont discontinus et forment des marques en forme de chevrons.

La troncille pied-de-faon se prête difficilement à des erreurs d'identification par rapport à la plupart des autres espèces de moules d'eau douce canadiennes du fait que ses marques en forme de chevron et sa taille relativement petite sont incontestablement caractéristiques de cette espèce. La troncille doigt-de-cerf (*Truncilla truncata*), le seul autre membre du genre *Truncilla* que l'on trouve en Ontario, est aussi caractérisée par la présence de marques en forme de chevrons sur la coquille, mais ces marques sont notablement plus épaisses en comparaison de celles de la troncille pied-de-faon. Cette dernière peut être identifiée par sa crête postérieure peu prononcée et par son bord ventral largement incurvé. En outre, les troncilles doigt-de-cerf adultes peuvent croître jusqu'à une taille près de deux fois supérieure à celle des troncilles pied-de-faon au stade adulte.

Mulette feuille d'érable

La mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) est une moule d'eau douce de taille moyenne à grande qui atteint une longueur de coquille moyenne de 90 mm à l'âge adulte, bien que l'on ait mesuré des spécimens adultes atteignant 135 mm en Ontario et 121 mm au Manitoba. La coquille, qui est modérément gonflée et quadrangulaire, présente une extrémité antérieure arrondie et une extrémité postérieure carrée ou tronquée. L'espèce se distingue par ses deux rangées de nodules surélevés qui s'étendent en forme de « V » de l'umbo à l'extrémité ventrale. Une rangée est située au centre et l'autre, sur la crête postérieure; elles sont séparées par une cannelure peu profonde.

La couleur de la coquille peut varier du vert jaunâtre au brun foncé, en passant par le brun verdâtre et le brun pâle, les individus plus vieux occupant l'extrémité la plus foncée du spectre. La nacre est généralement blanc perle et visiblement irisée sur l'extrémité postérieure.

La mulette feuille d'érable est surtout confondue avec le seul autre membre du genre *Quadrula* en Ontario, à savoir la mulette pustulée (*Quadrula pustulosa*), bien que ces deux espèces puissent être distinguées par le dessin formé par leurs nodules et la forme de leur coquille. Les nodules de la mulette feuille d'érable se limitent d'ordinaire à deux rangées, et la forme de la coquille est quadrangulaire, tandis que les nodules sont répartis de façon moins uniforme sur la mulette pustulée, laquelle possède en outre une coquille arrondie. Il convient de noter que la mulette pustulée n'est pas présente dans les eaux du Manitoba et que la mulette feuille d'érable ne peut être confondue avec aucune autre espèce de moule présente dans cette province.

Villeuse irisée

La villeuse irisée (*Villosa iris*) est une petite moule d'eau douce affichant une longueur moyenne de coquille de 55 mm. Au Canada, les spécimens adultes de villeuse irisée affichent une longueur maximale de coquille de 85 mm. La coquille présente une forme elliptique allongée; elle est comprimée latéralement chez le mâle et modérément gonflée chez la femelle. Bien que le dimorphisme sexuel soit subtil, l'extrémité postérieure de la coquille du mâle forme une pointe émoussée, tandis que la coquille de la femelle est arrondie.

La coquille est lisse et arbore des bourrelets de croissance bien accusés. De couleur vert jaunâtre ou brune, elle compte des rayons vert foncé interrompus qui sont davantage visibles sur sa partie postérieure. Les rayons peuvent être étroits, larges ou présenter une largeur variable sur toute la surface de la coquille. La nacre est généralement blanche et visiblement irisée sur l'extrémité postérieure.

Sa petite taille distinctive, ses rayons verts interrompus et sa forme étroite et elliptique rendent la villeuse irisée facile à différencier des autres moules d'eau douce canadiennes. La villeuse irisée peut être confondue avec la mulette ligamentine juvénile (*Actinonaias ligamentina*).

ÉVALUATION

Répartition actuelle des espèces

Ligumie pointue

Lac Beaver

En 1998, trois coquilles fraîches et entières ont été récoltées au lac Beaver. Une autre vieille valve a été prélevée dans cette zone en 2006. Bien qu'il n'ait pas été officiellement échantillonné, ce site a été revisité depuis, en 2006, et on a observé que le lac Beaver était infesté par la moule zébrée (voir la répartition de la ligumie pointue à la figure 2).

Rivière Grand

La première mention de la ligumie pointue dans la rivière Grand remonte à 1934, lorsque trois coquilles fraîches et entières ont été récoltées près de Dunnville. À la suite de cette observation, cinq coquilles fraîches et entières ont été récoltées en 1963 à approximativement 1 km en aval du site historique d'origine. Plus récemment, une coquille fraîche a été recueillie dans le ruisseau McKenzie en 1995. Aucun individu vivant n'a été découvert dans ce réseau hydrographique.

Grands Lacs et voies interlacustres

Lac Ontario

Dans le lac Ontario, la majorité des observations de ligumie pointue proviennent du bassin hydrographique de la baie de Quinte, y compris les régions qui se trouvent à l'intérieur ou à proximité du comté de Prince Edward. Ces zones incluent la rivière Moira, le lac Consecun, le lac East, la baie Hay et la baie de Quinte proprement dite. Cette espèce a aussi été signalée à divers endroits le long de la rive nord du lac Ontario, y compris l'embouchure du ruisseau Pickering, la pointe de Hanlan (près de Toronto, en Ontario) et le havre Hamilton. La dernière observation d'un spécimen vivant de ligumie pointue dans le lac Ontario remonte à 1996,

lorsque 14 individus vivants ont été observés dans le lac Consecon. On a noté, au moment de la capture, qu'aucune moule zébrée n'était présente. Ce site et de nombreux autres sites d'occurrence historique de la ligumie pointue ont été revisités en 2005, et on a constaté que toutes les zones étaient infestées par la moule zébrée, tandis qu'aucun unionidé vivant n'a été trouvé. On estime que la ligumie pointue a disparu de ces anciennes zones d'occurrence.

Lac Érié

La ligumie pointue prospérait également dans l'ensemble du lac Érié et ses voies interlacustres, l'espèce ayant été observée dans les rivières Niagara et Welland; le long de la rive nord du lac Érié, c'est-à-dire à Crystal Beach, à Port Colborne, à l'embouchure de la rivière Grand, à Port Dover, à Port Rowan ainsi que dans les baies Long Point et Rondeau; à de nombreux emplacements dans le bassin ouest, y compris la pointe Pelée, l'île Pelée, Colchester, l'île Middle Sister, l'île East Sister et Holiday Beach. L'aire de répartition de la ligumie pointue incluait également la rivière Détroit, à Windsor, et Amherstberg. De nombreux sites d'occurrence historique de la ligumie pointue ont été revisités depuis l'invasion par la moule zébrée, et aucun spécimen vivant de ligumie n'a été découvert, ni même aucun unionidé vivant dans de nombreux cas.

Lac Sainte-Claire

Il existe des mentions historiques de la ligumie pointue dans les eaux du large du lac Sainte-Claire et dans la rivière Détroit. Les unionidés ont fait l'objet de relevés intensifs dans le lac Sainte-Claire depuis l'invasion de la moule zébrée, et on estime que la ligumie pointue est disparue des eaux du large du lac Sainte-Claire depuis 1994. De façon similaire, des relevés ciblant les unionidés menés dans la rivière Détroit en 1997-1998 ont indiqué que la ligumie pointue n'était plus présente dans ce réseau.

Lac Loughborough

En 2009, une vieille valve (102 mm) et un vieux fragment de coquille ont été recueillis dans le lac Loughborough, à la hauteur du pont Missouri (route de comté 10), dans l'est de l'Ontario. Cet emplacement n'a pas été officiellement échantillonné, et le spécimen recueilli en 2009 constitue la seule observation connue dans cette région, bien que l'on ait observé à l'époque que la zone était infestée par la moule zébrée.

Ruisseau Lyn

En 2005, deux valves fraîches et une vieille coquille entière de ligumie pointue ont été trouvées dans le ruisseau Golden, un affluent du ruisseau Lyn (tributaire du cours supérieur du Saint-Laurent). Le ruisseau Lyn a été revisité en 2006, et la présence de ligumies pointues vivantes a été observée dans le cadre d'une étude observationnelle qui a été réalisée à sept sites et qui a mené à la découverte d'un total de 42 individus vivants. D'autres études observationnelles ont été réalisées à de nouveaux sites ainsi que dans les sites qui avaient été visités plus tôt entre 2007 et 2009, et on a noté la présence d'individus vivants dans la totalité des emplacements, à une exception près. Un relevé officiel effectué selon la technique de la recherche chronométrée a été mené à un site en 2009 et a permis d'enregistrer la présence de 10 spécimens vivants de ligumie pointue. On estime qu'une population de ligumie pointue est présente dans un tronçon de 8 km du ruisseau Lyn.

Baie Long Point – ruisseau Cedar et marais de la pointe Turkey

L'échantillonnage mené aux trois sites du ruisseau Cedar (un petit bras situé à l'intérieur des limites de la Réserve nationale de faune de Long Point) en août 2008 s'est conclu avec la récolte de 21 ligumies pointues. La même zone a été revisitée en septembre de la même

degré de connectivité avec le lac proprement dit rendent difficiles l'établissement et la survie de la moule zébrée. De nombreux sites ont fait l'objet de relevés dans la zone littorale du lac Sainte-Claire de 1999 à 2001, et des moules vivantes ont été trouvées dans bon nombre de ces sites, y compris la ligumie pointue, qui a été observée dans 16 sites. Une étude subséquente menée en 2003 et en 2005 a permis d'échantillonner 15 sites dans les eaux canadiennes du delta; on a ainsi pu observer des spécimens vivants de ligumie pointue à six de ces sites. Depuis 1999, 310 ligumies pointues vivantes ont été découvertes au cours d'échantillonnages menés dans le delta de la rivière Sainte-Claire.

Rivière Sydenham

Une seule mention concernant la ligumie pointue existe pour la rivière Sydenham et remonte à 1991, mais on ne dispose d'aucune information concernant l'état du spécimen en question (à savoir s'il s'agissait d'un individu vivant ou d'une coquille fraîche ou ancienne).

Lac Whitefish (lac Ontario)

Une unique vieille valve de ligumie pointue a été observée dans le lac Whitefish, en 1995. Le lac Whitefish fait partie de la portion ontarienne du réseau du canal Rideau. Aucun échantillonnage supplémentaire n'a été mené dans cette zone.

Troncille pied-de-faon

Rivière Grand

Un total de huit mentions historiques de la troncille pied-de-faon peut être relevé pour la rivière Grand, l'observation la plus récente remontant à 1997, lorsque 11 individus vivants ont été signalés. Toutes les observations de troncilles pied-de-faon proviennent de la portion inférieure extrême de la rivière Grand, entre l'embouchure, à Port Maitland, et l'aire de conservation de l'île Byng, à Dunnville. L'endroit où avaient eu lieu les observations de 1997 a été revisité depuis, mais n'a toutefois pas été échantillonné officiellement, et aucune autre troncille pied-de-faon n'a été trouvée (voir la répartition de la troncille pied-de-faon à la figure 3).

Grands Lacs et voies interlacustres

Bien que, depuis toujours, la troncille pied-de-faon a toujours été signalée en très faibles nombres dans les activités d'échantillonnage historiques au cours desquelles elle a été observée, on estime que cette espèce n'occupe plus aucune de ses anciennes zones d'occurrence du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de la rivière Détroit. L'une des plus anciennes mentions de la troncille pied-de-faon au Canada remonte à 1934, dans le lac Sainte-Claire. Quatre individus vivants ont également été observés dans le lac Sainte-Claire en 1986. Il s'agit de la dernière fois que la troncille pied-de-faon a été observée dans les eaux du large du lac Sainte-Claire. La première découverte de la troncille pied-de-faon dans le lac Érié remonte à 1951. Il existe des mentions peu nombreuses de coquilles fraîches et anciennes récoltées dans le lac Érié entre 1951 et à la fin des années 1980, et des individus vivants ont été très rarement observés au cours de cette période. On estime que la troncille pied-de-faon était disparue du bassin hydrographique du lac Érié en 1961. La première mention de la troncille pied-de-faon dans la rivière Détroit date de 1982, lorsqu'un seul individu vivant a été prélevé. Il s'agit du premier et unique individu vivant à avoir été prélevé dans ce réseau. La troncille pied-de-faon est maintenant considérée comme étant disparue de l'ensemble de son ancienne aire de répartition dans le lac Sainte-Claire, le lac Érié et la rivière Détroit.

Rivière Saugeen

La seule et unique mention de la troncille pied-de-faon dans le bassin hydrographique du lac Huron date de 2005, lorsqu'un seul individu a été récolté au cours d'une activité d'évaluation des invertébrés benthiques menée dans le ruisseau Muskrat (un tributaire de la rivière Teeswater), dans le bassin hydrographique de la rivière Saugeen. Un échantillonnage précédent effectué dans ce réseau et ciblant les moules d'eau douce n'avait pas permis de déceler la présence de troncilles pied-de-faon. En 2006, après cette découverte, un relevé a été effectué dans ce bassin hydrographique. Ce relevé n'a pas permis d'enregistrer la présence d'autres troncilles pied-de-faon.

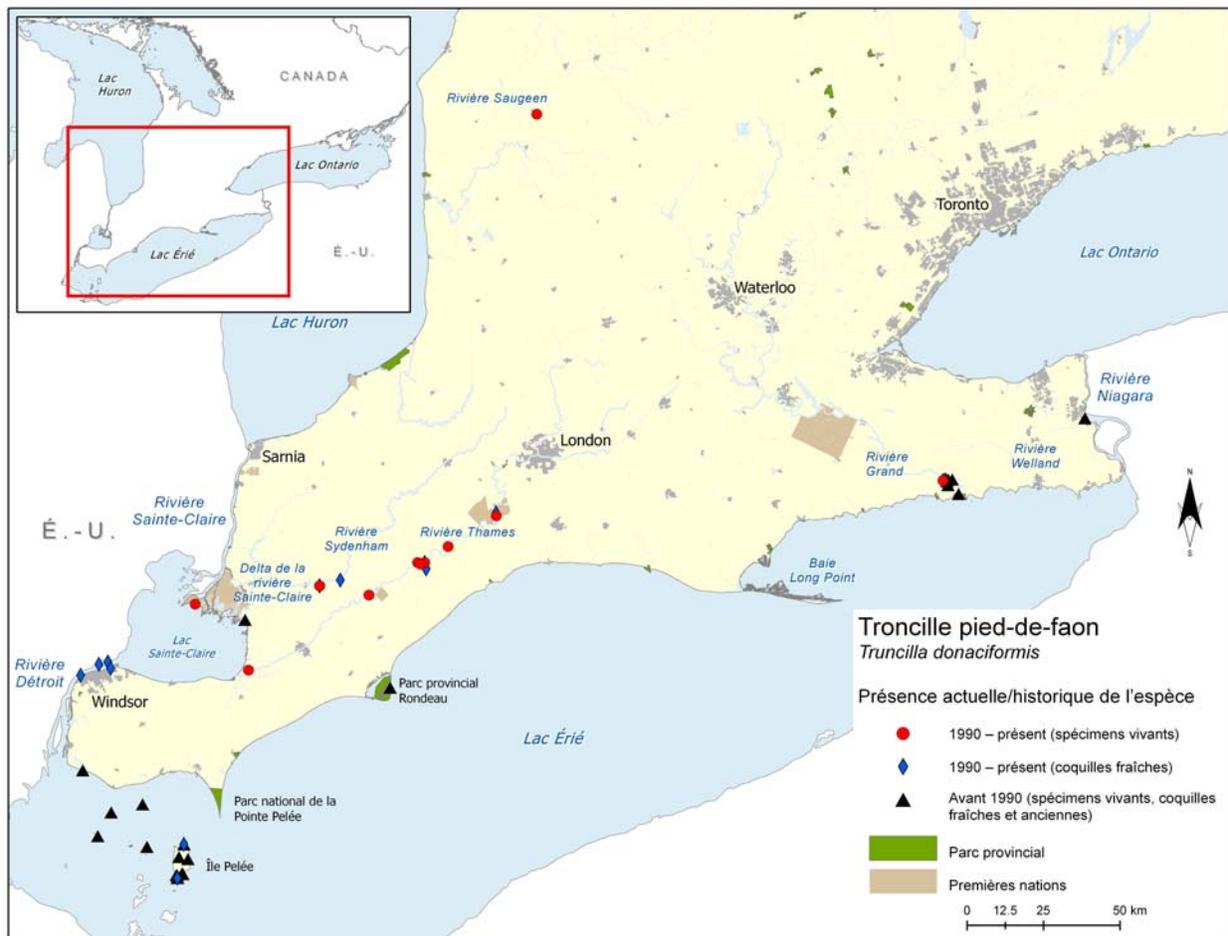


Figure 3. Répartition actuelle et historique de la troncille pied-de-faon au Canada.

Delta de la rivière Sainte-Claire

Un échantillonnage d'envergure des moules d'eau douce a été effectué dans le delta de la rivière Sainte-Claire, et une seule troncille pied-de-faon a été observée dans la partie canadienne du delta. Cet unique individu a été observé en 2003 dans l'embouchure de la baie Pocket.

Rivière Sydenham

La troncille pied-de-faon a été découverte pour la première fois dans la rivière Sydenham en 1991, lorsqu'une seule coquille fraîche et entière a été observée. Des relevés subséquents ciblant les moules menés dans cette rivière entre 1997 et 2003 se sont traduits par la récolte de 27 individus vivants et de cinq coquilles fraîches et entières.

Rivière Thames

Ce n'est qu'en 2005 que l'on a trouvé le premier spécimen de troncille pied-de-faon vivant dans la rivière Thames, lorsque des relevés effectués selon la technique de la recherche chronométrée et une excavation subséquente de quadrats ont permis d'enregistrer la présence de 23 individus vivants. Avant 2005, nous n'avions observé dans ce réseau qu'une seule valve de troncille pied-de-faon. Deux autres relevés par excavation de quadrats ont été achevés en 2010, et un total de 45 individus vivants a été enregistré. On estime que la troncille pied-de-faon est relativement répandue dans la partie inférieure de la rivière Thames, et sa présence dans la portion inférieure extrême de ce réseau a été confirmée en 2010, lorsqu'une seule troncille pied-de-faon vivante a été prélevée au cours d'une étude par chalutage menée à proximité de l'embouchure de la rivière. On estime que la population de troncilles pied-de-faon de la rivière Thames pourrait être la plus vaste population subsistante au Canada.

Mulette feuille d'érable

L'aire de répartition canadienne de la mulette feuille d'érable a été séparée en deux unités désignables selon les critères établis par le COSEPAC¹. Les raisons de cette séparation sont, notamment, la présence d'haplotypes uniques (c.-à-d. une séparation génétique) et la distance géographique (c.-à-d. une séparation par la distance). Les populations de l'Ontario (figure 4) proviennent du bassin hydrographique des Grands Lacs et du Saint-Laurent, tandis que les populations du Manitoba (figure 5) sont considérées comme résidant dans une partie du bassin hydrographique de la baie d'Hudson. En outre, les deux populations occupent des régions écogéographiques distinctes en ce sens que la population de l'Ontario occupe l'aire écologique des Grands Lacs et de l'ouest du Saint-Laurent, tandis que la population du Manitoba occupe l'aire écologique d'eau douce des rivières Saskatchewan et Nelson.

Ontario

Rivière Ausable

La mulette feuille d'érable a été détectée pour la première fois dans la rivière Ausable en 2002, avec la récolte de neuf individus vivants. Après cette découverte, on a signalé la présence de mulette feuille d'érable à trois sites supplémentaires en 2004 (n = 9). Le site d'origine échantillonné en 2002 a été revisité en 2006 et, encore une fois, la mulette feuille d'érable y a été observée, cette fois en plus grand nombre (n = 19). Deux autres sites ont été échantillonnés en 2008 et en 2009, et l'on y a récolté respectivement un et sept individus vivants. Ces observations dans la rivière Ausable, ainsi que l'unique individu observé dans la rivière Bayfield, représentent les seules occurrences de la mulette feuille d'érable dans le bassin hydrographique du lac Huron.

Rivière Bayfield

Il n'existe pas de mentions historiques de la mulette feuille d'érable dans la rivière Bayfield. Un seul spécimen vivant a été prélevé dans cette rivière en 2007. L'échantillonnage de moules

¹ http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct2/sct2_5_f.cfm

dans la rivière Bayfield a été très limité, de sorte qu'il est impossible de déterminer si une population reproductrice de mulette feuille d'érable est présente dans ce réseau.

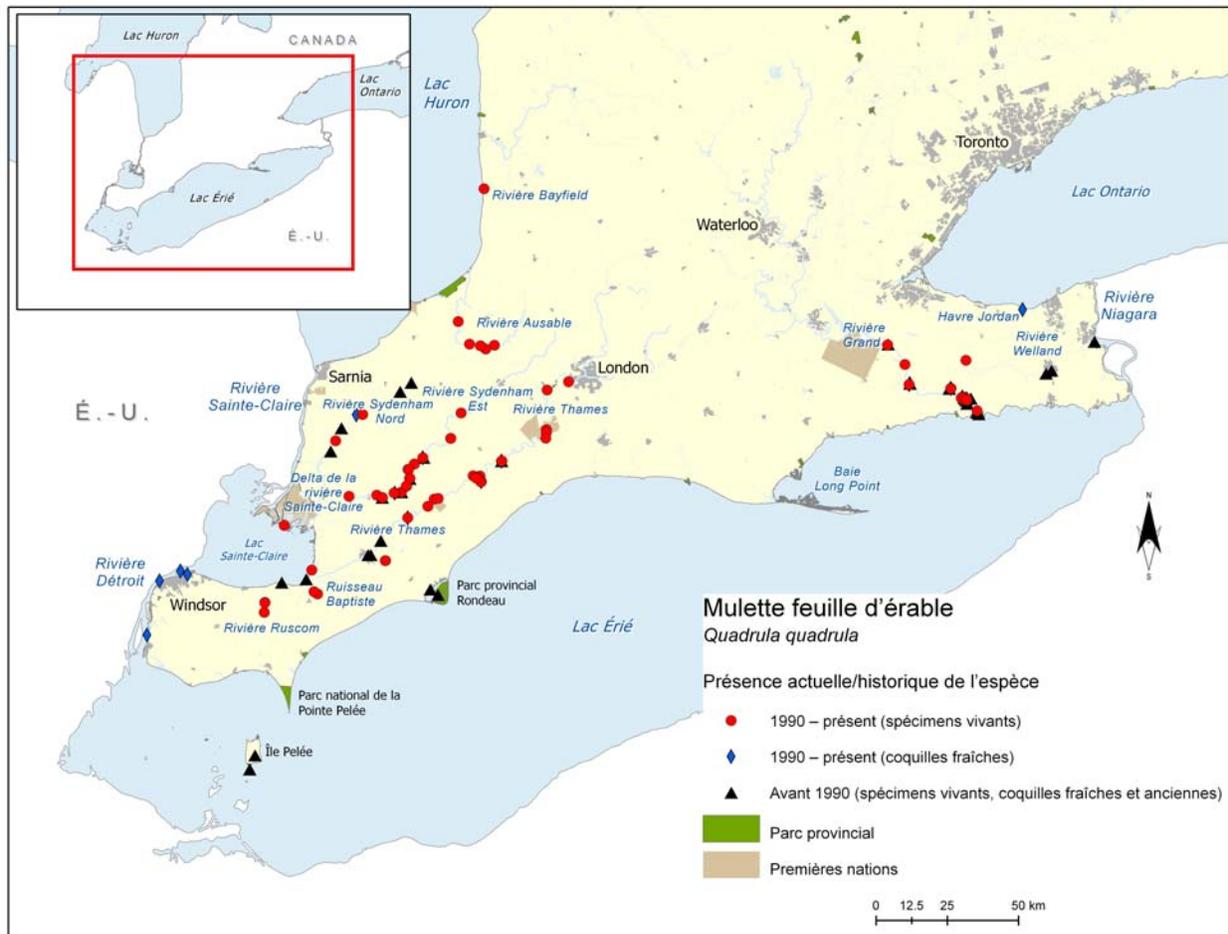


Figure 4. Répartition actuelle et historique de la mulette feuille d'érable dans le sud-ouest de l'Ontario.

Rivière Grand

Il existe des mentions historiques de mulettes feuille d'érable dans la rivière Grand, lesquelles remontent à aussi loin que 1885. Tout au long de l'histoire, l'aire de répartition de la mulette feuille d'érable dans la rivière Grand a toujours correspondu aux 50 km de la partie basse de ce réseau, de Caledonia à Port Maitland. De nombreuses activités d'échantillonnage ont été menées au nord de Caledonia, et aucun autre spécimen de mulette feuille d'érable n'a été découvert. On estime que ce segment de rivière de 50 km représente la totalité de l'aire de répartition de la mulette feuille d'érable dans la rivière Grand.

Grands Lacs et voies interlacustres

En Ontario, la mulette feuille d'érable a été historiquement récoltée dans le lac Érié, le lac Sainte-Claire, la rivière Détroit et la rivière Niagara. Les signalements provenant du lac Érié montrent que la mulette feuille d'érable était présente dans la baie Rondeau et dans la zone entourant l'île Pelée. Quelques mentions historiques existent pour le lac Sainte-Claire, bien

qu'elles concernent en majorité des coquilles ou un seul individu vivant. On ne compte que deux observations de mulette feuille d'érable dans la rivière Niagara, remontant à 1934, et trois dans la rivière Détroit. Ces rares observations semblent indiquer que la mulette feuille d'érable était très rare dans les Grands Lacs proprement dits et dans leurs voies interlacustres, même avant l'invasion par les dreissénidés. Comme c'est le cas pour la plupart des autres moules d'eau douce, on estime que la mulette feuille d'érable a maintenant disparu des Grands Lacs et de leurs voies interlacustres.

Havre Jordan

Le havre Jordan abrite la première population connue de mulette feuille d'érable du lac Ontario. À l'été 2010, trois valves fraîches ainsi que plus de 100 vieilles valves ont été observées sur la côte nord-est du havre Jordan. Aucun individu vivant n'a été découvert au cours de cette étude observationnelle. Nous devons effectuer un relevé officiel dans le havre Jordan ainsi que dans les habitats convenables présents dans le ruisseau Twenty Mile (qui s'écoule dans le lac Ontario à la hauteur du havre Jordan) pour déterminer la taille de cette population de mulette feuille d'érable.

Rivière Ruscom

Dès 1999, on a effectué un échantillonnage de la rivière Ruscom (un tributaire de la rive sud du lac Sainte-Claire) pour déceler la présence de moules d'eau douce, ce qui a entraîné la récolte de neuf mulettes feuille d'érable vivantes. Il n'a pas été possible de déterminer l'état de cette population à partir d'un seul exercice d'échantillonnage; ainsi, l'échantillonnage de ce site en 2010 a été jugé prioritaire afin que nous puissions établir si une population reproductrice y est présente ou non. La mulette feuille d'érable a été observée dans deux autres sites au cours d'un relevé effectué selon la technique de la recherche chronométrée qui a permis de récolter un total de 26 individus vivants.

Delta de la rivière Sainte-Claire

Bien que la mulette feuille d'érable semble avoir disparu des eaux libres du lac Sainte-Claire, on a observé récemment des spécimens de cette espèce dans le delta de la rivière Sainte-Claire et dans la rivière Ruscom. Bien que le premier ait fait l'objet de très nombreux relevés au cours des dix dernières années, la présence de mulettes feuille d'érable dans cette zone n'a été détectée qu'en 2005, année durant laquelle un seul spécimen vivant a été observé dans la baie Chematogan au cours d'un relevé mené par des plongeurs autonomes.

Rivière Sydenham

La première mention de la mulette feuille d'érable dans la rivière Sydenham remonte à 1963. Des membres de cette espèce sont été observés dans ce réseau hydrographique depuis les années 1960. L'aire de répartition de la mulette feuille d'érable dans la rivière Sydenham s'étend de Tupperville à environ 10 km en amont d'Alvinston. Bon nombre d'emplacements d'échantillonnage ayant mené à la découverte de l'espèce le long de ce tronçon de la rivière Sydenham ont été ré-échantillonnés entre 1997 et 2009 et ont continué à donner lieu à des captures de mulette feuille d'érable.

Rivière Thames

La mulette feuille d'érable est présente dans les cours intermédiaire et inférieur de la rivière Thames. Cette dernière a fait l'objet de relevés à grande échelle depuis le milieu des années 1990. De récents relevés par excavation de quadrats ont permis de découvrir des nombres très élevés de mulettes feuille d'érable, le nombre le plus important de mulettes découvertes étant de 225 spécimens enregistrés durant l'excavation d'un seul site en 2010. La

population de mulette feuille d'érable dans le cours inférieur de la rivière Thames est considérée comme l'une des plus stables et des plus abondantes en Ontario.

Rivière Welland

Il existe deux mentions historiques décrivant la population de mulette feuille d'érable de la rivière Welland, aucune n'étant liée à la récolte d'individus vivants. Des relevés généraux de moules d'eau douce ont été achevés dans la rivière Welland en 2008 et, bien qu'aucune mulette feuille d'érable n'ait été observée dans ces deux sites historiques, 25 individus vivants ont été signalés à un site situé à environ 50 km (kilomètres de rivière) en amont du site historique. La réalisation d'autres relevés dans cette zone s'impose si nous voulons déterminer l'importance de cette population nouvellement découverte.

Manitoba

Au Manitoba, on a signalé la présence de la mulette feuille d'érable dans les rivières Assiniboine, Bloodvein, Rouge et Roseau. Des observations non vérifiées de mulette feuille d'érable existent pour les rivières Brokenhead, LaSalle, Morris, Rat, Seine et Shell ainsi que pour le lac Winnipeg. Malheureusement, on ne dispose que d'information très limitée sur ces observations partielles, de sorte que l'on ne peut les utiliser ci-après pour déterminer l'état de la population.

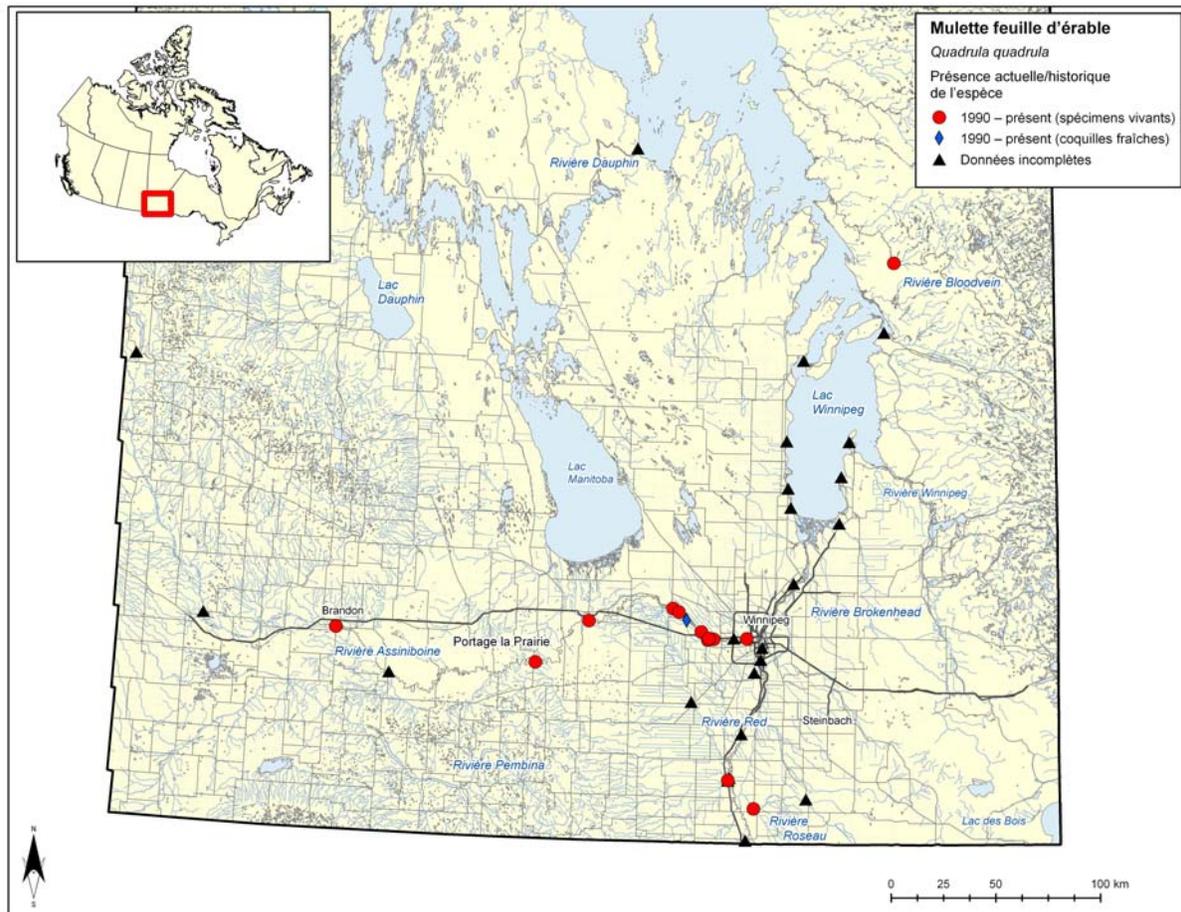


Figure 5. Répartition actuelle et historique de la muette feuille d'érable au Manitoba [certains points ont été numérisés à partir de la carte de la répartition fournie dans le rapport de situation du COSEPA (2006)].

Rivière Assiniboine

La plus importante population connue de muette feuille d'érable au Manitoba se trouve dans la rivière Assiniboine. La première mention de la muette feuille d'érable dans ce réseau fait suite à des relevés ciblant les moules qui ont été réalisés de 1959 à 1969. Les méthodes utilisées durant ces relevés comprenaient des recherches visuelles en eau claire, à l'aide d'une boîte d'observation au fond vitré et le toucher. La méthode utilisée et la date de capture des spécimens de muette feuille d'érable prélevés n'étaient pas précisées. La muette feuille d'érable a été de nouveau observée durant un relevé mené par des plongeurs autonomes en 1992. De plus, six individus vivants ont été découverts durant un projet d'études supérieures en 1995. La méthode d'échantillonnage ayant permis de recueillir ces spécimens reposait sur l'utilisation d'un petit râteau à moules. Jusqu'ici, on estimait que l'aire de répartition de la muette feuille d'érable était restreinte au cours inférieur de la rivière Assiniboine (en aval du canal de dérivation de Portage la Prairie). Quarante-deux autres animaux vivants ont été dénombrés durant des relevés subséquents effectués selon la technique de la recherche chronométrée. Ces résultats nous permettent d'étendre la description de l'aire de répartition de la muette feuille d'érable au cours supérieur de la rivière Assiniboine, en amont du canal de

dérivation de Portage la Prairie qui est considéré comme constituant un obstacle impossible à franchir vers l'amont pour les poissons et une barrière complète à la dispersion en amont des hôtes portant des glochidies. En 2007, à la suite d'un projet de construction de pont et des activités ultérieures de relevé et de déplacement des moules qui ont été réalisées sur place, quatre mulettes feuille d'érable vivantes ont été observées près de la ville de Brandon, ce qui a permis de démontrer une fois encore que l'aire de répartition de la mulette feuille d'érable s'étend, dans la rivière Assiniboine, tant en amont qu'en aval du canal de dérivation de Portage la Prairie. Un autre individu vivant a été capturé à un site où un échantillonnage visant cette espèce avait été antérieurement mené, durant un atelier d'identification des moules tenu en 2009.

Rivière Bloodvein

Une seule mulette feuille d'érable vivante a été signalée dans la rivière Bloodvein, cet individu ayant été observé durant une excursion de canot organisée en 2005. Aucun relevé connu visant à vérifier la présence d'une population reproductrice dans ce réseau n'a été réalisé.

Rivière Rouge

La présence de la mulette feuille d'érable a été signalée dans la rivière Rouge, c'est-à-dire dans des régions comme celles de Fort Gary, de St. Jean Baptiste, d'Aubigny, d'Emerson et de Winnipeg, mais aucune information n'est disponible concernant les dates ou les années d'échantillonnage, le nombre d'individus capturés ou la méthode de capture. Aucune capture d'individu vivant n'a été effectuée dans la rivière Rouge depuis celles mentionnées dans les rapports historiques. On estime qu'une population viable de mulette feuille d'érable peut subsister dans la rivière Rouge; cette hypothèse repose sur la géomorphologie de la rivière, l'habitat de prédilection de la mulette feuille d'érable et l'observation de nombreuses mulettes feuille d'érable échouées à la suite d'une baisse des niveaux d'eau.

Rivière Roseau

Nous disposons d'information très limitée sur la présence de la mulette feuille d'érable dans la rivière Roseau. Les connaissances concernant la mulette feuille d'érable dans ce réseau sont limitées à une mention historique indiquant que la mulette feuille d'érable avait été observée à Tolstoi (nombre d'individus vivants inconnu) et à la capture d'un individu vivant en 1992 près de la ville de Dominion. On ne sait pas à l'heure actuelle si une population de mulette feuille d'érable subsiste dans la rivière Roseau.

Villeuse irisée

Rivière Ausable

De rares mentions de la villeuse irisée existent pour la rivière Ausable depuis 1998, date à laquelle un seul individu a été capturé. Depuis 2002, des relevés effectués selon la technique de la recherche chronométrée et des échantillonnages par quadrats ont permis de dénombrier 54 autres animaux vivants, dont 16 ont été observés durant une même activité d'échantillonnage (voir la répartition de la villeuse irisée à la figure 6).

Rivière Bayfield

La première occurrence de la villeuse irisée dans la rivière Bayfield est représentée par le prélèvement d'une seule coquille fraîche, en 2005. Un relevé officiel, échelonné sur une période de deux jours, a été réalisé dans la rivière Bayfield en 2007 et a permis de dénombrier un total

de 28 individus vivants. Ce relevé officiel représente le seul échantillonnage connu ciblant les moules d'eau douce dans la rivière Bayfield.

Rivière Grand

Bien que l'on ait dénombré un bon nombre de mentions historiques de la villeuse irisée dans la rivière Grand, l'abondance globale de cette espèce dans ce réseau est relativement faible. La première occurrence documentée de la villeuse irisée dans la rivière Grand remonte à 1890. Depuis 1970, 27 individus vivants ont été observés dans ce réseau, mais seulement onze d'entre eux l'ont été au cours de la dernière décennie. Toutefois, on a signalé de nombreuses observations de coquilles fraîches au cours de cette même période dans les affluents de la rivière Grand, comme les rivières Conestogo et Mallet. Bien que les mentions historiques de la villeuse irisée indiquent que son aire de répartition s'étend aux tronçons inférieurs de la rivière Grand, aucune villeuse irisée vivante n'a été observée dans cette section de la rivière Grand depuis 1971.

Grands Lacs et voies interlacustres

Historiquement, la villeuse irisée était présente dans la zone littorale du lac Érié (baie Long Point, baie Rondeau), du lac Ontario et du lac Sainte-Claire (rive sud), dans l'ensemble de la rivière Niagara, dans la rivière Détroit ainsi qu'à un unique emplacement dans la rivière Sainte-Claire. La dernière occurrence d'une villeuse irisée vivante dans l'un de ces réseaux a été enregistrée en 1992, lorsque trois individus ont été prélevés de la rivière Détroit. Des relevés ont été réalisés, à la suite de l'invasion par les moules de la famille des dreissénidés, dans tous les sites d'occurrence historique de la villeuse irisée. On estime que la villeuse irisée, à l'instar des trois autres moules d'eau douces susmentionnées, a disparu des Grands Lacs et de ses principales voies interlacustres.

Rivière Maitland

À l'exception de quelques mentions historiques datant des années 1930, la villeuse irisée n'a pas été observée dans la rivière Maitland avant 1998. Des activités d'échantillonnage à grande échelle menées dans ce réseau au cours de la dernière décennie ont permis de dénombrer plus de 700 individus vivants dans 19 sites distincts. On estime que la population de villeuse irisée de la rivière Maitland représente la plus importante population subsistante de cette espèce au Canada.

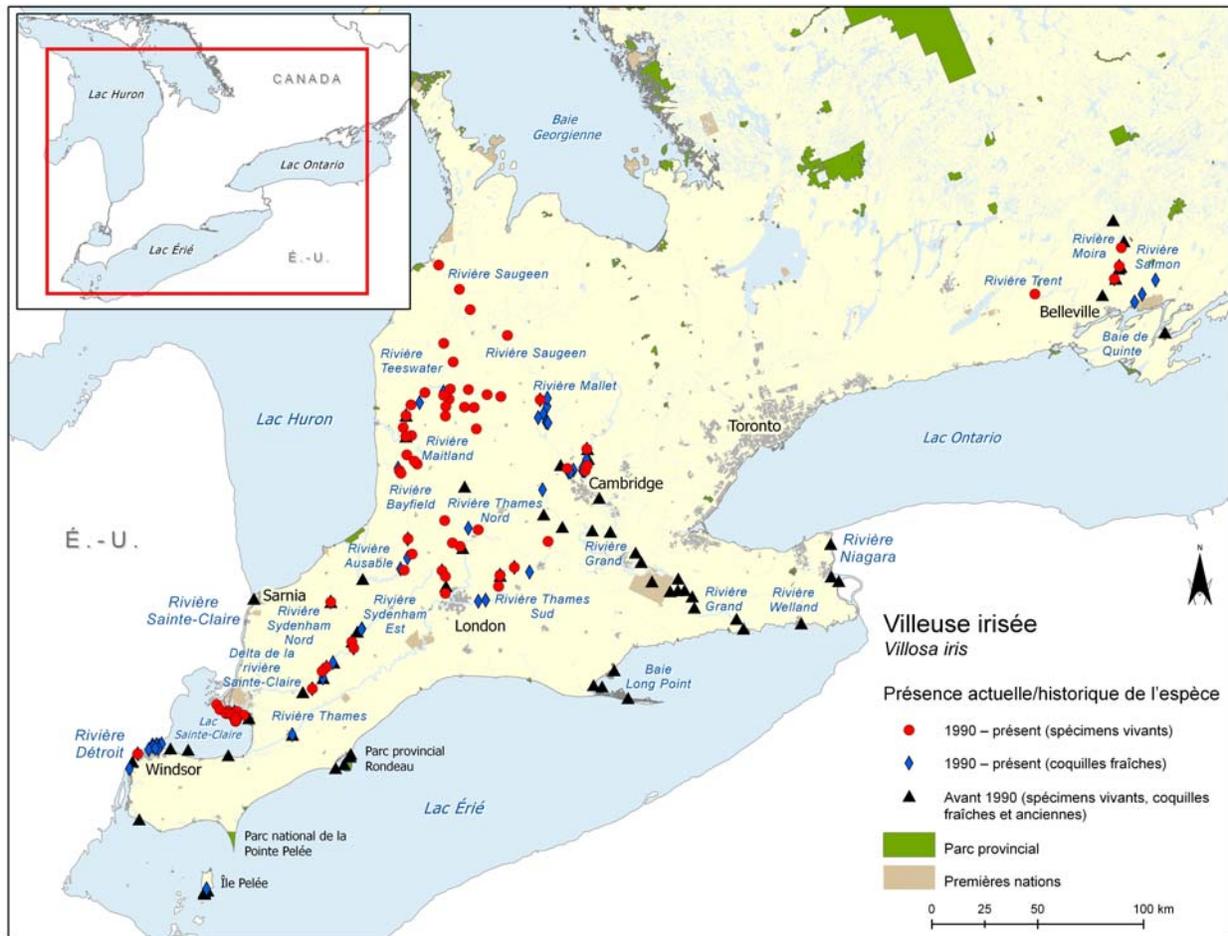


Figure 6. Aire de répartition actuelle et historique de la villeuse irisée au Canada.

Rivières Moira, Salmon et Trent

L'aire de répartition connue de la villeuse irisée dans l'est de l'Ontario est limitée à trois réseaux hydrographiques, à savoir les rivières Moira, Trent et Salmon. Il convient de noter qu'un nombre très limité d'activités d'échantillonnage ciblant les moules d'eau douce ont été réalisées par le passé et dans la période récente dans ces trois réseaux. Un total de 32 (1996), de 2 (1996) et de 0 individus vivants ont été prélevés dans les rivières Moira, Trent et Salmon respectivement. D'autres recherches menées près de la berge ont été réalisées dans la rivière Salmon entre 2005 et 2010, et plus de 100 vieilles coquilles ainsi que quelques coquilles fraîches ont été observées. D'autres activités d'échantillonnage quantitatif doivent être menées dans l'ensemble de l'est de l'Ontario afin que nous puissions acquérir de nouvelles connaissances sur la communauté de moules d'eau douce présente dans cette région.

Rivière Saugeen

La villeuse irisée a été observée dans la rivière Saugeen pour la première fois en 1993, date à laquelle un seul individu vivant a été capturé. Depuis cette première découverte, un total de 53 autres individus vivants ont été observés dans dix différents sites, y compris des sites se trouvant dans le cours principal de la rivière, dans la rivière Saugeen Sud et dans l'un des affluents de la rivière Saugeen, à savoir la rivière Teeswater.

Delta de la rivière Sainte-Claire

Des villeuses irisées vivantes ont été observées de façon sporadique dans le delta de la rivière Sainte-Claire depuis 1999, mais celles-ci étaient d'ordinaire trouvées en faibles nombres, ce qui peut donner à penser que de petites populations isolées puissent exister dans l'ensemble du delta. Les activités d'échantillonnage nous ont permis d'observer que la villeuse irisée était beaucoup plus abondante dans les eaux littorales des États-Unis que dans celles du Canada.

Rivière Sydenham

La villeuse irisée a été observée à de rares occasions dans la rivière Sydenham depuis le milieu des années 1960. Depuis que l'espèce a été observée pour la première fois en 1963, 22 individus vivants ont été signalés. Malheureusement, les relevés quantitatifs et les efforts d'échantillonnage accrus qui ont réalisés en 2002-2003 n'ont permis de capturer que sept individus vivants. On estime que la villeuse irisée est rare dans l'ensemble de la rivière Sydenham.

Rivière Thames

La majorité des mentions concernant la présence de la villeuse irisée dans la rivière Thames se limitent aux tronçons supérieurs de la rivière ainsi qu'aux affluents des cours supérieur et inférieur de la rivière Thames. Des relevés effectués selon la technique de la recherche chronométrée en 2004 et en 2005 dans l'ensemble de ces zones ont permis de découvrir plus de 90 individus vivants.

État de la population

Afin d'évaluer l'état de la population, on a classé chaque population en fonction de son abondance (indice d'abondance) et de sa trajectoire (trajectoire de la population). L'indice d'abondance repose sur les estimations quantitatives de la densité et les estimations de la taille de la population qui sont actuellement disponibles. La trajectoire de la population a été évaluée en fonction des meilleures connaissances disponibles concernant la trajectoire actuelle de la population. Un niveau de certitude a été associé aux classements attribués à l'indice d'abondance et à la trajectoire de la population selon le mode d'évaluation utilisé : 1 = analyse quantitative; 2 = échantillonnage normalisé; 3 = opinion d'experts. On a ensuite combiné les valeurs de l'indice d'abondance et de la trajectoire de la population dans une matrice de l'état de la population afin de déterminer l'état de chaque population. L'état de chaque population a par la suite été catégorisé à l'aide des termes suivants : mauvais, passable, bon, inconnu ou disparu (tableau 1). La certitude attribuée à chaque évaluation de l'état de la population reflète le niveau de certitude le plus bas associé à chaque paramètre initial utilisé. Voir Bouvier and Morris (2010) pour connaître la méthode complète utilisée pour l'évaluation de l'état des populations.

Région du Centre et de l'Arctique EPR de la ligumie pointue, de la troncille pied-de-faon, de la mulette feuille d'érable et de la villeuse irisée

Tableau 1. État de l'ensemble des populations (a) de ligumie pointue, (b) de troncille pied-de-faon, (c) de mulette feuille d'érable (UD de l'Ontario), (d) de mulette feuille d'érable (UD du Manitoba) et (e) de villeuse irisée au Canada, d'après l'analyse de l'indice d'abondance et de la trajectoire de la population. La certitude attribuée à chaque évaluation de l'état de la population reflète le niveau de certitude le plus bas associé à chaque paramètre initial utilisé (indice d'abondance ou trajectoire de la population). L'astérisque (*) indique que la population n'est représentée que par un seul individu vivant.

(a) Ligumie pointue

Population	État de la population	Certitude
Lac Beaver	Inconnu	3
Rivière Grand	Inconnu	3
Grands Lacs et voies interlacustres	Disparu	2
Baie Long Point	Mauvais	3
Ruisseau Lyn	Mauvais	3
Delta de la rivière Sainte-Claire	Mauvais	3

(b) Troncille pied-de-faon

Population	État de la population	Certitude
Rivière Grand	Mauvais	3
Grands Lacs et voies interlacustres	Population disparue	2
Rivière Saugeen *	Mauvais	3
Delta de la rivière Sainte-Claire*	Mauvais	3
Rivière Sydenham	Mauvais	3
Rivière Thames	Passable	3

(c) Mulette feuille d'érable (UD de l'Ontario)

Population	État de la population	Certitude
Rivière Ausable	Mauvais	3
Rivière Bayfield*	Mauvais	3
Rivière Grand	Passable	3
Grands Lacs et voies interlacustres	Population disparue	2
Rivière Ruscom	Mauvais	3
Delta de la rivière Sainte-Claire*	Mauvais	3
Rivière Sydenham	Bon	3
Rivière Thames	Bon	3
Rivière Welland	Mauvais	3

(d) Mulette feuille d'érable (UD du Manitoba)

Population	État de la population	Certitude
Rivière Assiniboine	Mauvais	3
Rivière Bloodvein*	Inconnu	3
Rivière Roseau	Inconnu	3

(e) Villeuse irisée

Population	État de la population	Certitude
Rivière Ausable	Mauvais	3
Rivière Bayfield	Mauvais	3
Rivière Grand	Mauvais	3
Grands Lacs et voies interlacustres	Disparu	2
Rivière Maitland	Bon	3
Rivière Moira	Mauvais	3
Rivière Salmon	Inconnu	3
Rivière Saugeen	Mauvais	3
Delta de la rivière Sainte-Claire	Mauvais	3
Rivière Sydenham	Mauvais	3
Rivière Thames	Mauvais	3
Rivière Trent	Mauvais	3

Exigences en matière d'habitat

Glochidies

Afin de mieux comprendre les exigences en matière d'habitat des moules d'eau douce, il faut d'abord comprendre leur cycle biologique unique. Durant la période de reproduction, les mâles situés en amont libèrent du sperme dans la colonne d'eau, que les femelles filtrent ensuite à l'aide de leurs branchies. Le sperme se dépose dans les parties postérieures des branchies de la femelle, dans une région particulière où les œufs sont fertilisés. Les œufs fertilisés y sont conservés jusqu'à ce qu'ils atteignent le stade de larves. Bien que certaines moules d'eau douce affichent, de façon évidente, un dimorphisme sexuel (les femelles à maturité étant caractérisées par la présence d'un renflement sur le bord ventral postérieur), les femelles de ligumies pointues, de troncilles pied-de-faon, de mulettes feuille d'érable et de villeuses irisée ne diffèrent que très légèrement des mâles en ce qui a trait à la forme de la coquille, et les deux sexes sont souvent difficile à différencier.

Stratégie de couvaison

Les moules d'eau douce sont souvent catégorisées selon les modes de couvaison et de relâchement de glochidies employés. Deux catégories renvoient aux couveuses à long terme (bradytictiques) et à court terme (tachytictiques). La ligumie pointue, la troncille pied-de-faon et la villeuse irisée sont bradytictiques, ce qui signifie qu'elles fraient à la fin de l'été, couvent leurs glochidies tout l'hiver et relâchent ensuite ces dernières au début du printemps. Inversement, la mulette feuille d'érable est considérée comme étant tachytictique puisqu'elle fraie tôt dans la saison, couve ses glochidies durant une période plus courte et relâche ces dernières au cours de la même année. Quelque soit la stratégie de couvaison utilisée, une fois que les femelles ont relâché leurs glochidies, ces dernières doivent s'enkyster sur les branchies d'un poisson-hôte approprié.

Poissons-hôtes

Trois poissons-hôtes ont été identifiés pour la ligumie pointue : l'épinoche à cinq épines (*Culaea inconstans*), le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) et la perchaude (*Perca flavescens*). Les expériences menées en laboratoire sur les poissons-hôtes donnent à penser que la perchaude

est vraisemblablement l'hôte de prédilection puisqu'elle donne lieu au relâchement d'un nombre de moules juvéniles considérablement supérieur aux autres espèces.

Le poisson-hôte potentiel de la troncille pied-de-faon doit encore faire l'objet d'une analyse en laboratoire, mais l'on estime qu'il s'agit du malachigan (*Aplodinotus grunniens*) ou du doré noir (*Sander canadensis*). Les deux espèces ont été signalées comme étant des hôtes potentiels de cette espèce de moule aux États-Unis. On sait que le malachigan est présent dans tous les milieux où la troncille pied-de-faon a été observée, à l'exception du ruisseau Muskrat (bassin hydrographique de la rivière Saugeen), où une troncille vivante a été observée. Il convient également de noter que le doré noir n'a jamais été signalé dans cette zone.

Les poissons-hôtes connus de la mulette feuille d'érable incluent la barbue à tête plate (*Pylodictus olivaris*), qui est actuellement absente du Canada, et la barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*). L'aire de répartition de cette dernière chevauche celle de la mulette feuille d'érable, tant en Ontario qu'au Manitoba.

De nombreux poissons-hôtes de la villeuse irisée ont été identifiés aux États-Unis, dont le méné rayé (*Luxilus chrysocephalus*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), le crapet vert (*Lepomis cyanellus*), le dard vert (*Etheostoma blennioides*), le dard arc-en-ciel (*Etheostoma caeruleum*) et la perchaude (*Perca flavescens*), que l'on trouve au Canada, ainsi que le cyprin *Ermystax dissimilis* et le dard *Etheostoma camurum*, qui sont absents du Canada. Parmi les hôtes potentiels figurant dans cette liste, l'achigan à grande bouche a été confirmé comme étant un poisson-hôte de la villeuse irisée en Ontario. Le chabot tacheté (*Cottus bairdi*) et le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*) ont également été identifiés comme des espèces hôtes possibles pour la transformation des glochidies chez la villeuse irisée.

Leurres

Les moules d'eau douce utilisent toutes sortes de leurres pour attirer les poissons-hôtes appropriés à leur espèce. Bon nombre d'espèces ont élaboré des stratégies complexes pour attirer les hôtes et ainsi accroître la probabilité que leurs glochodies puissent se fixer sur un hôte convenable. La ligumie pointue utilise un stimulus visuel pour attirer son poisson-hôte. Elle expose son manteau en ouvrant légèrement ses valves, puis fait onduler ses papilles blanches pour mimer un amphipode en train de nager. Au moment où un poisson-hôte attiré attaque ce leurre, la moule femelle expulse ses glochidies, facilitant ainsi leur fixation sur les branchies du poisson. De façon similaire, la villeuse irisée modifie la forme et le mouvement de son manteau afin de mimer une écrevisse en train de ramper. Pour sa part, la mulette feuille d'érable utilise une stratégie légèrement différente pour attirer un poisson-hôte en ce sens qu'elle se sert de conglutinats (paquets de glochidies). Ces conglutinats peuvent porter des marques, semblables à celles de proies, qui trompent les poissons-hôtes potentiels. Contrairement à ce qui se passe chez la ligumie pointue et la villeuse irisée, le manteau de la mulette feuille d'érable semble rester inchangé. On en sait très peu sur les stimulus visuels utilisés par la troncille pied-de-faon, bien que l'on ait observé que celle-ci ouvre légèrement ses valves lorsqu'on la manipule. Dans le cas du malachigan (une espèce molluscivore), on avance que la consommation de troncilles pied-de-faon gravides constitue le seul moyen pour la femelle de faciliter le relâchement de ses glochidies directement dans la bouche de ce poisson. L'eau est ensuite évacuée par les branchies, ce qui offre la possibilité aux glochidies de se fixer aux branchies du poisson-hôte.

Durée de fixation

Quelle que soit la méthode d'exposition et de fixation, les glochidies demeurent enkystées jusqu'à leur métamorphose en juvéniles. Chez la ligumie pointue, on a observé des temps de fixation allant de onze à 32 jours, cette durée semblant tributaire de la température de l'eau. Chez la muette feuille d'érable, le développement sur le poisson-hôte s'échelonne, selon les observations, sur une période de 51 à 68 jours, la température jouant un rôle clé dans la durée du développement. La durée de fixation chez la troncille pied-de-faon et chez la villeuse irisée est inconnue.

L'enkystement est une étape obligatoire du cycle biologique de la ligumie pointue, de la troncille pied-de-faon, de la muette feuille d'érable et de la villeuse irisée, qui ne peuvent se développer sans passer par ce stade. Les branchies d'un poisson-hôte approprié peuvent être considérées comme une exigence en matière d'habitat pour les moules d'eau douce au stade de glochidies.

Juvéniles

À la suite de leur métamorphose, les moules d'eau douce juvéniles quittent les branchies du poisson hôte, s'enfouissent dans le substrat et y restent jusqu'à la maturité. Le délai de maturation peut varier d'une espèce de moules à l'autre, et nous ne disposons pas d'estimations précises pour la plupart des espèces. On estime que seulement 0,000001 % des glochidies survivent jusqu'au stade de juvénile. La stratégie de survie de ces espèces pour surmonter ce haut taux de mortalité consiste à produire énormément de glochidies. Il est difficile de déterminer les exigences en matière d'habitat des moules juvéniles du fait que ces dernières ne sont pas faciles à détecter et ont tendance à s'enfouir. Cependant, les méthodes de relevés propres aux moules adultes permettent habituellement de trouver des juvéniles. Une fois que les moules ont atteint la maturité sexuelle, elles émergent du substrat pour prendre part à l'échange de gamètes.

Adultes

Ligumie pointue

L'habitat de prédilection des ligumies pointues adultes comprend les zones littorales et abritées des Grands Lacs ainsi que l'étale de courant des cours d'eau à débit lent. Les substrats de prédilection sont la boue et le sable, et les profondeurs privilégiées vont, selon les observations, de 0,3 à 4,5 m. En particulier dans le lac Sainte-Claire, on a découvert des spécimens de ligumie pointue dans des substrats composés à plus de 95 % de sable situés dans la zone de transition entre la zone humide émergente et les eaux libres. On a par ailleurs découvert des ligumies pointues vivantes dans des zones du ruisseau Lyn décrites comme étant des cours d'eau exempts de moules zébrées, affichant des débits lents et dont les lits sont sableux, limoneux et argileux.

Troncille pied-de-faon

On trouve généralement la troncille pied-de-faon adulte dans les cours d'eau de taille moyenne à grande, à des profondeurs allant de moins d'un mètre à plus de cinq mètres. Selon les descriptions, les substrats de prédilection sont le sable ou la boue, bien que quelques relevés récents aient fait état de la présence de troncilles pied-de-faon sur des substrats dominés par des roches ou du gravier.

Mulette feuille d'érable

On constate, d'après l'aire de répartition actuelle des mulettes feuille d'érable adultes au Canada, que cette espèce occupe habituellement des cours d'eau de moyenne à grande envergure. Les débits d'eau ne semblent pas être un facteur limitatif pour l'espèce, car elle a été découverte dans des cours d'eau à la fois à débit lent et à débit rapide. Des relevés récents ont montré que le substrat de prédilection de la mulette feuille d'érable est dominé par du gravier grossier fermement compacté ou par des roches, bien que l'on puisse également trouver cette espèce dans des substrats boueux, sableux ou composé de gravier fin. Les valeurs de la vitesse de l'eau dans les sites de la rivière Assiniboine où l'on a réussi à prélever la mulette feuille d'érable allaient de 0,42 à 0,72 m s-1.

Villeuse irisée

Bien que, par le passé, la villeuse irisée ait pu être observée dans la zone littorale des Grands Lacs et de leurs voies interlacustres, l'introduction de la moule zébrée a refoulé cette espèce dans les petits ruisseaux et cours d'eau ainsi que dans le delta du lac Sainte-Claire. Dans les réseaux hydrographiques, on peut trouver des villeuses irisées à l'intérieur ou à proximité de bancs et le long des limites de la végétation émergente. Elles occupent généralement des zones affichant des courants allant de modérés à forts, dans un substrat mixte composé de galets, de gravier ou de sable.

Résidence

Dans la LEP, la résidence se définit comme étant un « *gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation* ». Selon l'interprétation du MPO, une résidence doit être construite par l'organisme. Compte tenu de la description narrative ci-devant des exigences en matière d'habitat au stade de glochidies ainsi qu'aux stades juvénile et adulte, la ligumie pointue, la troncille pied-de-faon, la mulette feuille d'érable et la villeuse irisée ne construisent pas de résidence pendant leur cycle biologique.

Menaces pesant sur la survie et le rétablissement

Au cours des 30 dernières années, la diversité et l'abondance des espèces de moules d'eau douce indigènes ont décliné partout au Canada et aux États-Unis. Il semble que les facteurs limitatifs les plus importants pour la stabilisation et la croissance des populations de moules d'eau douce au Canada soient en grande partie attribués à l'introduction et à l'établissement de moules de la famille des dreissenidés ainsi qu'au déclin de la qualité des habitats disponibles pour les moules d'eau douce. La vaste aire de répartition historique des moules d'eau douce dans les Grands Lacs et dans leurs voies interlacustres a été dévastée par l'introduction des moules de la famille des dreissenidés, et bon nombre des zones où des moules d'eau douce étaient autrefois observées ne présentent plus, à l'heure actuelle, un habitat convenable.

En outre, on dispose de données démontrant que la baisse de la qualité de l'eau, notamment l'accroissement de la turbidité et des solides en suspension, l'augmentation de la charge en éléments nutritifs et l'accroissement des concentrations de contaminants et de substances toxiques, limitent également la répartition des moules d'eau douce. Ce déclin de la qualité de l'eau est le résultat d'activités comme la construction de barrages et de bassins de retenue, la modification des voies d'eau (p. ex. canalisation, dragage, arasement) et l'adoption de pratiques

d'aménagement du territoire (p. ex. pratiques liées à l'exploitation agricole, à l'exploration minière et à la construction). La présence de bassins de retenue se traduit habituellement par l'envasement, la stagnation de l'eau, la perte d'habitats en eau peu profonde, l'accumulation de polluants et la diminution de la teneur en éléments nutritifs de l'eau, tandis que la présence de barrages modifie les régimes d'écoulement et de température et sépare les moules de leurs poissons-hôtes. Les activités de canalisation, de dragage et d'arasement entraînent une rupture de la séquence entre les zones de courant et de bassins et modifient les profils de circulation et la composition du substrat. Les moules présentés dans la trajectoire de la drague sont détruites, tandis que le limon et les solides en suspension produits par ces activités peuvent se déplacer en aval et affecter négativement d'autres populations de moules. Les sédiments remués durant les activités de canalisation ou de dragage peuvent entraîner une remise en suspension des contaminants, une augmentation des concentrations d'éléments fertilisants inorganiques, une réduction de la photosynthèse et un accroissement de la demande en oxygène biochimique. Les pratiques d'aménagement du territoire, comme celles associées à l'exploitation agricole, à l'exploitation forestière et minière et à la construction, entraînent habituellement le rejet de sédiments, de polluants et de sels dans les cours d'eau.

On estime que les produits chimiques toxiques de source ponctuelle et non ponctuelle, notamment ceux issus de l'agriculture, sont aujourd'hui l'une des principales menaces pesant sur les populations de moules. Des substances comme l'arsenic, le cadmium, le chlore, le cuivre, le mercure et le zinc peuvent être toxiques pour les moules d'eau douce, car celles-ci accumulent ces substances présentes dans l'environnement. En raison de la nature parasitique obligatoire du cycle de reproduction des moules, toute menace entraînant une séparation des moules et des poissons-hôtes durant la reproduction peut nuire aux populations de moules. Les menaces pesant directement sur les hôtes, notamment les obstacles au déplacement et les activités récréatives comme la pêche à la ligne et les pressions dues à l'exploitation, auront des effets cumulatifs sur les populations de moules.

Niveau des menaces

Afin d'évaluer le niveau des menaces, chaque menace a été catégorisée en ce qui concerne sa probabilité d'occurrence et son impact pour l'ensemble des sites dans lesquels on estime qu'une population de ligumie pointue, de troncille pied-de-faon, de mulette feuille d'érable ou de villeuse irisée peut exister [voir Bouvier and Morris (2010) pour tous les détails]. Le degré de la probabilité d'occurrence associé à la menace a été évalué au moyen des termes « connue », « probable », « peu probable » ou « inconnue », et l'impact des menaces a été qualifié comme étant « élevé », « modéré », « faible » ou inconnu. On a par la suite combiné la probabilité d'occurrence et l'impact des menaces pour chaque site dans la matrice relative au niveau des menaces pour établir un niveau des menaces final pour chaque population (tableau 2). La certitude a été catégorisée pour les impacts des menaces et est fondée sur les sources suivantes : 1 = études causales; 2 = études corrélatives; 3 = opinions d'experts.

Tableau 2. Probabilité et impact des menaces pour l'ensemble des sites au Canada dans lesquels on estime qu'une population de ligumie pointue (LP), de troncille pied-de-faon (TPF), de mulette feuille d'érable (MFE) ou de villeuse irisée (VI) peut exister. Le degré de la probabilité d'occurrence associée à la menace a été évalué au moyen des termes « connue », « probable », « peu probable » ou « inconnue », et l'impact des menaces a été qualifié comme étant « élevé », « modéré », « faible » ou « inconnu ». La certitude est associée à l'impact des menaces (IM) et est fondée sur les meilleures données disponibles (1 = études causales; 2 = études corrélatives; 3 = opinions d'experts). Les références (réf.) sont fournies, et la liste complète des références apparaît à la suite du tableau. La présence de chaque espèce est indiquée pour chaque site au moyen du code attribué à l'espèce, lequel figure sous le nom du site. Les cellules en gris indiquent que la menace n'est pas applicable à la population en raison de la nature du système aquatique dans lequel le site se trouve. L'ordre d'apparition des cours et des plans d'eau a été déterminé en fonction de leur emplacement géographique (de l'ouest vers l'est).

Manitoba

	Rivière Assiniboine	Rivière Rouge	Rivière Roseau	Rivière Bloodvein
Menace	MFE	MFE	MFE	MFE
Espèces exotiques	Moyen (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Turbidité et charge en sédiments	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Faible (3)
Contaminants et substances toxiques	Élevé (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Charge en éléments nutritifs	Faible (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Faible (3)
Modification des régimes d'écoulement	Moyen (3)	Moyen (3)	Faible (3)	
Disparition et perturbation de l'habitat	Moyen (3)	Moyen (3)	Faible (3)	Faible (3)
Poissons-hôtes (LP)				
Poissons-hôtes (MFE)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Faible (3)
Poissons-hôtes (TPF)				
Poissons-hôtes (VI)				
Prédation et exploitation	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)
Activités récréatives	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

Ontario

	Rivière Ruscom	Delta de la rivière Sainte-Claire	Delta de la rivière Sainte-Claire	Rivière Sydenham
Menace	MFE	MFE, TPF	LP, VI	VI
Espèces exotiques	Élevé (2)	Élevé (2)	Élevé (2)	Moyen (2)
Turbidité et charge en sédiments	Moyen (3)	Faible (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Contaminants et substances toxiques	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Charge en éléments nutritifs	Moyen (3)	Faible (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Modification des régimes d'écoulement	Moyen (3)			Moyen (3)
Disparition et perturbation de l'habitat	Élevé (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Poissons-hôtes (LP)		Moyen (3)	Moyen (3)	
Poissons-hôtes (MFE)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Poissons-hôtes (TPF)		Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Poissons-hôtes (VI)		Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Prédation et exploitation	Inconnu (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)
Activités récréatives	Inconnu (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

	Rivière Sydenham	Cours supérieur de la rivière Thames	Cours inférieur de la rivière Thames	Rivière Ausable
Menace	MFE, TPF	VI	MFE, TPF	VI
Espèces exotiques	Moyen (3)	Élevé (2)	Élevé (2)	Moyen (3)
Turbidité et charge en sédiments	Moyen (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Contaminants et substances toxiques	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Charge en éléments nutritifs	Moyen (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Modification des régimes d'écoulement	Moyen (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Disparition et perturbation de l'habitat	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Moyen (3)
Poissons-hôtes (LP)				
Poissons-hôtes (MFE)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (2)
Poissons-hôtes (TPF)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	
Poissons-hôtes (VI)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Moyen (2)
Prédation et exploitation	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)
Activités récréatives	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

Ontario (suite)

	Rivière Ausable	Rivière Bayfield	Rivière Bayfield	Rivière Maitland
Menace	MFE	VI	MFE	VI
Espèces exotiques	Moyen (2)	Moyen (2)	Moyen (2)	Moyen (2)
Turbidité et charge en sédiments	Moyen (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Contaminants et substances toxiques	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Charge en éléments nutritifs	Moyen (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Modification des régimes d'écoulement	Moyen (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Moyen (3)
Disparition et perturbation de l'habitat	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Poissons-hôtes (LP)				
Poissons-hôtes (MFE)	Moyen (2)	Moyen (3)	Moyen (3)	
Poissons-hôtes (TPF)				
Poissons-hôtes (VI)	Moyen (2)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Prédation et exploitation	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)
Activités récréatives	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

	Rivière Saugeen	Baie Long Point	Rivière Grand	Rivière Grand
Menace	VI, TPF	LP	VI	TPF, MFE
Espèces exotiques	Moyen (2)	Élevé (2)	Élevé (2)	Élevé (2)
Turbidité et charge en sédiments	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (2)	Moyen (2)
Contaminants et substances toxiques	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (2)	Élevé (2)
Charge en éléments nutritifs	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (2)	Moyen (2)
Modification des régimes d'écoulement	Moyen (3)		Moyen (2)	Moyen (2)
Disparition et perturbation de l'habitat	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (2)	Élevé (2)
Poissons-hôtes (LP)		Moyen (3)		
Poissons-hôtes (MFE)				Élevé (3)
Poissons-hôtes (TPF)				Élevé (3)
Poissons-hôtes (VI)	Élevé (3)		Élevé (3)	
Prédation et exploitation	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)
Activités récréatives	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

Ontario (suite)

	Rivière Grand	Havre Jordan	Rivière Welland	Rivière Trent
Menace	LP	MFE	MFE	VI
Espèces exotiques	Moyen (2)	Élevé (2)	Moyen (2)	Élevé (2)
Turbidité et charge en sédiments	Élevé (2)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Contaminants et substances toxiques	Élevé (2)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Charge en éléments nutritifs	Élevé (2)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Modification des régimes d'écoulement	Moyen (2)		Faible (3)	Élevé (3)
Disparition et perturbation de l'habitat	Élevé (2)	Moyen (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Poissons-hôtes (LP)	Moyen (3)			
Poissons-hôtes (MFE)		Moyen (3)	Moyen (3)	
Poissons-hôtes (TPF)				
Poissons-hôtes (VI)				Élevé (3)
Prédation et exploitation	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Inconnu (3)
Activités récréatives	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

	Rivière Salmon	Rivière Moira	Lac Beaver
Menace	VI	VI	LP
Espèces exotiques	Élevé (2)	Élevé (2)	Élevé (2)
Turbidité et charge en sédiments	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Contaminants et substances toxiques	Moyen (3)	Élevé (3)	Inconnu (3)
Charge en éléments nutritifs	Moyen (3)	Moyen (3)	Inconnu (3)
Modification des régimes d'écoulement	Faible (3)	Moyen (3)	
Disparition et perturbation de l'habitat	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Poissons-hôtes (LP)			Moyen (3)
Poissons-hôtes (MFE)			
Poissons-hôtes (TPF)			
Poissons-hôtes (VI)	Moyen (3)	Moyen (3)	
Prédation et exploitation	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)
Activités récréatives	Inconnu (3)	Faible (3)	Faible (3)

NOTA : Le niveau de la menace correspond à une combinaison de l'impact actuel de la menace et de la probabilité actuelle que cette menace se concrétise à un site donné. Il n'indique pas l'impact potentiel qu'une menace pourrait avoir sur une population de moules d'eau douce si cette menace pouvait se matérialiser à l'avenir.

Modélisation du potentiel de rétablissement

Notre analyse est divisée en quatre parties. Premièrement, l'information sur les indices vitaux des moules d'eau douce appartenant à la famille des unionidés a été compilée, y compris les taux de fécondité et de survie selon le stade. Des estimations « faibles » et « élevées » représentatives ont été choisies pour chaque indice vital. On a combiné ces estimations selon toutes les permutations possibles afin de construire des matrices de projection de la population, chacune représentant un profil différent du cycle biologique. Deuxièmement, la sensibilité (élasticité) des taux de croissance de la population aux variations de chaque indice vital a été déterminée pour toutes les matrices. Troisièmement, nous avons, au moyen d'une analyse typologique, divisé les matrices dans des groupes en tenant compte des profils d'élasticité. Enfin, on a construit et utilisé des arbres de classification pour prédire les profils d'élasticité de ces quatre espèces de moules à la lumière de ce qu'on savait de leurs cycles biologiques et de leurs indices vitaux. Voir Young and Koops (2010) pour tous les détails relatifs au modèle, aux paramètres utilisés et aux résultats obtenus.

Profils de sensibilité

La combinaison de toutes les permutations plausibles des valeurs faibles et élevées pour les six indices vitaux nous a permis d'obtenir 48 profils distincts pour le cycle biologique. De façon générale, le taux de croissance des populations de moules d'eau douce a été plus sensible à la survie des juvéniles et des adultes (0,48 et 0,56 respectivement, moyenne sur les 48 ensembles). L'analyse typologique a révélé trois regroupements distincts d'élasticités (figure 7) qui se distinguent par les caractéristiques suivantes.

- Groupe 1. Prédominance des indices vitaux liés à la reproduction : l'âge à la maturité, la fécondité et la survie des glochidies sont beaucoup plus sensibles dans ce groupe que dans les autres; la survie des juvéniles, la survie des adultes et l'âge à la maturité affichent tous une importance similaire.
- Groupe 2. Prédominance de la survie des adultes : la survie des adultes est en moyenne 1,8 fois plus importante que la survie des juvéniles; ce groupe est le seul dans lequel la durée de vie affiche une certaine importance.
- Groupe 3. Prédominance de la survie des juvéniles : La survie des juvéniles est très importante et est au moins deux fois plus sensible que la survie des adultes et l'âge à la maturité.

Parmi les 48 matrices examinées, 16 appartenaient au groupe 1, 24 au groupe 2 et huit au groupe 3. La moyenne et la fourchette des élasticités pour chaque groupe sont résumées dans le tableau 3. Il convient de noter que l'élasticité de l'âge à la maturité est négative. Cela signifie qu'un âge plus tardif à la maturité entraînerait une diminution du taux de croissance de la population.

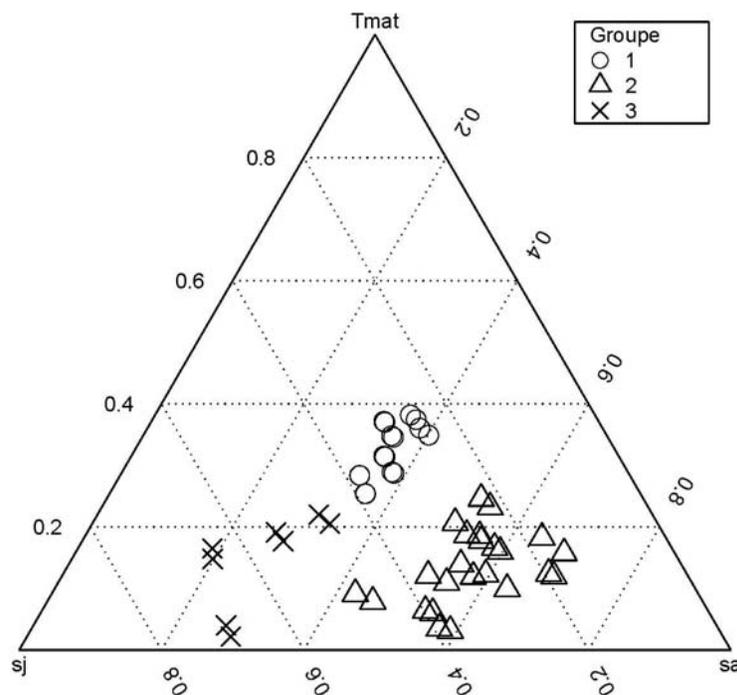


Figure 7. Graphique triangulaire illustrant les élasticités de l'âge à la maturité (T_{mat}), de la survie des adultes (s_a) et de la survie des juvéniles (s_j) pour des moules d'eau douce appartenant à la famille des unionidés. Chaque point représente une matrice différente du cycle biologique. Les élasticités sont mises à l'échelle de façon que les trois valeurs soient illustrées de façon proportionnelle. Les symboles représentent le groupe auquel a été assigné le profil d'élasticité : 1) prédominance des indices vitaux liés à la reproduction; 2) prédominance de la survie des adultes; 3) prédominance de la survie des juvéniles.

Tableau 3. Moyenne et fourchette des élasticités pour les indices vitaux des moules d'eau douce par groupe de profils d'élasticité. s_1 = survie des glochidies; s_j = survie des juvéniles; s_a = survie des adultes; f = fécondité; T_{mat} = âge à la maturité; T_{max} = âge maximal. En gras : taux qui permettent de distinguer les groupes. La valeur accompagnée d'un astérisque (*) est considérablement plus élevée dans ce groupe comparativement aux autres groupes (test de Wilcoxon par paires, $p < 0,05$).

Groupe		s_1	s_j	s_a	f	T_{mat}	T_{max}
1: Prédominance des indices liés à la reproduction	des	0,25*	0,49	0,56	0,25*	- 0,52*	0,004
		(0,21, 0,27)	(0,42, 0,53)	(0,47, 0,67)	(0,21, 0,27)	(-0,33, - 0,67)	(0, 0,03)
2: Prédominance de la survie des adultes		0,11	0,32	0,59	0,11	- 0,14	0,01
		(0,01, 0,18)	(0,07, 0,66)	(0,26, 0,83)	(0,01, 0,18)	(-0,03, - 0,26)	(0, 0,10)
3: Prédominance de la survie des juvéniles		0,12	0,98*	0,46	0,12	- 0,28	0,00004

Classification de l'élasticité d'après le cycle biologique

Deux indices vitaux (fécondité et âge à la maturité) ont eu la plus grande incidence sur les profils d'élasticité en permettant de prédire à quel groupe appartenait les profils d'élasticité avec une précision d'environ 92 %; seules quatre des 48 matrices ont été mal classées au moyen de ces deux prédicteurs dans un arbre de classification. Le fait de connaître les taux de survie des adultes et des juvéniles a permis d'augmenter la précision à 100 % (figure 8). Les

matrices appartenant au groupe d'élasticités dominé par les indices liés à la de reproduction (groupe 1) étaient toutes caractérisées par une maturité précoce et une fécondité élevée. Une fécondité élevée et une maturité tardive avaient tendance à faire ressortir le rôle joué par la survie des juvéniles (groupe 3), à deux exceptions près (appartenant toutes deux au groupe 2). Les matrices dans lesquelles la fécondité était moindre ont toutes été classifiées comme étant dominées par la survie des adultes (groupe 2), à deux exceptions près. Lorsque l'âge à la maturité ou la fécondité sont inconnus, il devient beaucoup plus difficile de prédire le profil d'élasticité à partir de ce modèle (mauvaise classification dans 21 % et 42 % des cas respectivement).

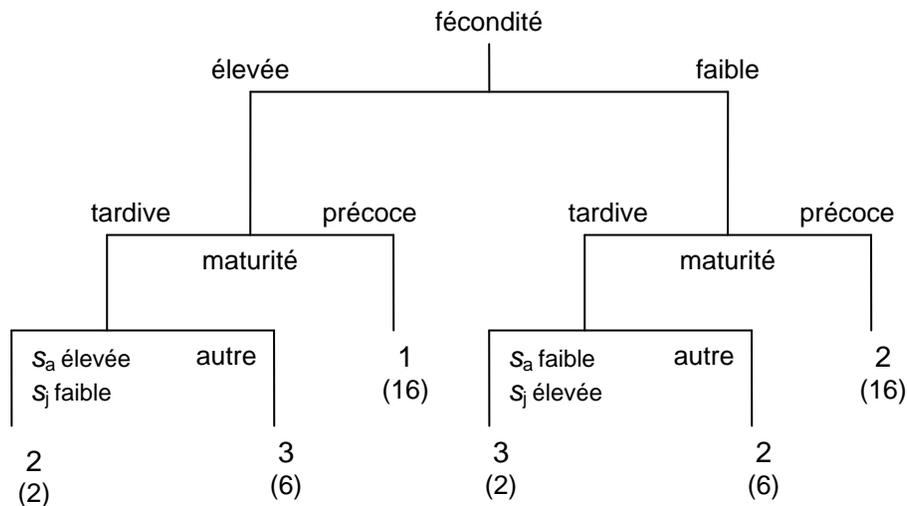


Figure 8. Arbre de décision permettant de prédire le profil d'élasticité d'une espèce d'après son cycle biologique et ses indices vitaux [voir Young and Koops (2010) pour les valeurs des indices vitaux et le tableau 3 pour un résumé des groupes d'élasticités]. Groupes de profils d'élasticité : 1) prédominance des indices vitaux liés à la reproduction; 2) prédominance de la survie des adultes; 3) prédominance de la survie des juvéniles. Le nombre de matrices (sur 48) qui sont classées dans chaque branche figure entre parenthèses.

Classification des espèces

À l'aide d'information limitée concernant chaque espèce, on peut classer en partie les quatre espèces de moules au moyen de l'arbre de la figure 8. Les indices vitaux connus ainsi que le profil d'élasticité le plus probable sont résumés dans le tableau 4 [voir Young and Koops (2010) pour les sources]. En outre, le niveau de certitude est également établi d'après la façon dont les matrices de projection hypothétiques présentant des éléments semblables du cycle biologique ont été classifiées.

La ligumie pointue, la muette feuille d'érable et la villeuse irisée appartiennent fort probablement ($\geq 75\%$) au groupe d'élasticités 2, mais aussi peut-être au groupe 3. Cela signifie que la croissance de la population de ces espèces est susceptible d'être le plus sensible aux changements affectant la survie des adultes (groupe 2), mais qu'elle peut également être très sensible aux changements affectant la survie des juvéniles (groupe 3). Ces espèces sont relativement peu sensibles aux indices liés à la reproduction (fécondité, survie des glochidies et âge à la maturité). La troncille pied-de-faon affiche une probabilité égale d'appartenir au groupe 1 (si la fécondité est élevée) ou au groupe 2 (si la fécondité est faible). Dans ce dernier cas, la croissance de la population sera le plus sensible à la survie des juvéniles, tandis que si

Région du Centre et de l'Arctique EPR de la ligumie pointe, de la troncille pied-de-faon, de la mulette feuille d'érable et de la villeuse irisée

l'espèce appartient au groupe 1, la croissance sera beaucoup plus affectée par les changements touchant la reproduction, comparativement à ce qu'on observe chez les trois autres espèces.

Tableau 4. Estimations (Est.) des indices vitaux connus et classification (Class.) des indices que sont la survie (élevée/faible), l'âge à la maturité (précoc/tardif) ou la durée de vie (courte/longue) pour les quatre espèces de moules d'eau douce. Des groupes possibles de profils d'élasticité sont associés à un niveau de confiance fondé sur une analyse typologique des matrices représentant 48 cycles biologiques différents (voir le texte) : 1) prédominance des indices vitaux liés à la reproduction; 2) prédominance de la survie des adultes; 3) prédominance de la survie des juvéniles.

Paramètre	Ligumie pointue		Troncille pied-de-faon		Mulette feuille d'érable		Villeuse irisée	
	Est.	Class.	Est.	Class.	Est.	Class.	Est.	Class.
s_1 (survie des glochidies)	-	-	-	-	-	-	-	-
s_j (survie des juvéniles)	-	-	-	-	-	-	-	-
s_a (survie des adultes)	-	-	-	-	-	-	0,93	élevée
f (fécondité)	27 000	faible	-	-	< 50 000	faible	-	-
T_{mat} (âge à la maturité)	-	-	-	précoc e	≥ 8	tardif	≤ 9	tardif
T_{max} (durée de vie)	-	-	≥ 11	courte	64	longu e	48	longu e
Groupe	2 (92 %)		1 (50 %)		2 (75 %)		2 (75 %)	
(niveau de confiance)	3 (8 %)		2 (50 %)		3 (25 %)		3 (25 %)	

Dommmages admissibles et temps de rétablissement

En l'absence d'information complète sur les indices vitaux, les taux actuels de croissance des populations ne peuvent être estimés. Nous ne pouvons, par conséquent, déterminer si les populations en question sont en croissance ou en déclin ni ne pouvons donner des estimations précises des dommages admissibles ou des temps de rétablissement. En utilisant les groupes d'élasticités et les arbres de décision relatifs aux indices vitaux, nous pouvons toutefois prédire quels sont les indices vitaux qui sont susceptibles d'être les plus sensibles aux dommages et les plus réceptifs au rétablissement. Nous nous attendons à ce que les dommages touchant les indices vitaux affichant l'élasticité la plus élevée soient ceux qui affectent de façon la plus négative les taux de croissance des populations. Inversement, nous nous attendons à ce que les stratégies de rétablissement qui se traduisent par une augmentation de ces mêmes indices aient l'incidence la plus positive sur la croissance des populations. Par exemple, si la survie des adultes affiche une élasticité de 0,6, une variation de 10 % (augmentation ou diminution) entraînera alors une variation de $0,1 \times 0,6 = 6\%$ du taux de croissance de la population en question.

Dans la planification des stratégies de rétablissement, il faut tenir compte du potentiel d'amélioration des indices vitaux, en plus de leur sensibilité. Par exemple, la survie des glochidies est l'un des indices vitaux les moins sensibles chez les moules d'eau douce, mais le potentiel d'amélioration de cet indice peut excéder celui d'un indice plus sensible. Cela pourrait être le cas, par exemple, si l'on observait des dommages affectant la survie des glochidies, telle l'existence d'une barrière physique séparant les moules des poissons-hôtes, ou si la survie des adultes ou des juvéniles était déjà très élevée.

Résumé de l'avis scientifique sur les dommages admissibles

- Lorsque la trajectoire démographique est en déclin, aucun dommage admissible n'est permis.
- Lorsque la trajectoire démographique est inconnue, l'ampleur des dommages admissibles ne peut être évaluée que lorsque des données démographiques sont disponibles.
- La tenue de recherches scientifiques pour permettre l'accroissement des connaissances sur la population doit être permise.
- En l'absence d'estimations de l'abondance des populations, aucun dommage ayant une incidence sur la survie des adultes ou des juvéniles établis ne doit être permis pour la ligumie pointue, la mulette feuille d'érable, la villeuse irisée ou la troncille pied-de-faon. De plus, aucun dommage admissible ayant une incidence sur la fécondité ou sur la survie des glochidies ne doit être permis pour la troncille pied-de-faon.

Mesures d'atténuation et solutions de rechange

De nombreuses menaces pesant sur les populations de moules se rapportent à la perte d'habitats et à la dégradation de ceux-ci. Gestion de l'habitat du poisson du MPO a élaboré des mesures d'atténuation générales concernant 19 séquences des effets en vue de protéger les espèces aquatiques en péril dans la région des Grands Lacs de l'Ontario (tableau 5; Coker *et al.*, 2010). D'autres mesures d'atténuation et de rechange en lien avec l'introduction d'espèces exotiques, les ruptures de la relation moules-poissons-hôtes, la prédation et les prélèvements de même que les activités récréatives sont examinées.

Tableau 5. Menaces pesant sur les populations de moules d'eau douce et séquences des effets associées à chaque menace. 1 – élimination de la végétation; 2 – nivellement; 3 – excavation; 4 – utilisation d'explosifs; 5 – utilisation d'équipement industriel; 6 – nettoyage et entretien de ponts ou d'autres structures; 7 – plantation riveraine; 8 – paissance du bétail sur les bords des cours d'eau; 9 – relevés sismiques en milieu marin; 10 – mise en place de matériaux ou de structures dans l'eau; 11 – dragage; 12 – extraction d'eau; 13 – gestion des débris organiques; 14 – gestion des eaux usées; 15 – ajout ou enlèvement de végétation aquatique; 16 – changement dans les périodes, la durée et la fréquence des débits; 17 – problèmes associés au passage des poissons; 18 – enlèvement de structures; 19 – mise en place d'installations aquicoles en milieu marin.

Menaces	Séquences des effets
Turbidité et charge en sédiments	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18
Contaminants et substances toxiques	1, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18
Charge en éléments nutritifs	1, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Modifications des régimes d'écoulement	10, 11, 12, 16, 18
Destruction et modification de l'habitat	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18
Poissons-hôtes (obstacles au déplacement)	10, 16, 17

Espèces exotiques

L'introduction et l'établissement d'espèces exotiques peuvent avoir un effet négatif sur les populations de moules d'eau douce.

Mesures d'atténuation

- Évaluation de la probabilité d'invasion d'un plan d'eau par des espèces exotiques.
- Surveillance, dans les bassins hydrographiques, de la présence et de l'abondance d'espèces exotiques pouvant avoir un effet négatif sur les populations de moules d'eau douce ou sur l'habitat de prédilection de celles-ci.
- Élaboration et mise en œuvre de plans pour examiner les risques et les impacts potentiels ainsi que les mesures proposées dans l'éventualité où les activités de surveillance permettraient de détecter l'arrivée ou l'établissement d'une espèce exotique.
- Lancement d'une campagne de sensibilisation du public sur les méthodes appropriées de nettoyage des bateaux que l'on doit transférer depuis une voie d'eau infestée.
- Restriction de l'utilisation des bateaux dans les zones particulièrement vulnérables à l'introduction et à la dissémination de la moule zébrée (c.-à-d. les réservoirs dans les rivières Thames et Grand).

Solutions de rechange

- Introductions non autorisées
 - Aucune.
- Introductions autorisées
 - N'effectuer aucune introduction aux endroits où des populations de moules d'eau douce sont présentes.

Poissons-hôtes

L'augmentation de l'envasement peut limiter la capacité du poisson-hôte à voir le leurre de la moule femelle, empêchant ainsi les glochidies de passer de la moule aux branchies du poisson-hôte. Si une diminution de la visibilité attribuable à une augmentation de l'envasement devient un facteur limitatif du succès de reproduction des moules, on doit mettre œuvre des séquences d'atténuation des effets découlant d'un envasement accru.

En outre, une diminution du nombre de poissons-hôtes ou de la zone où se chevauchent les aires de répartition des poissons-hôtes et des moules d'eau douce pourrait diminuer les probabilités de rencontres entre les poissons et les moules.

Mesures d'atténuation

- Mise en œuvre d'un plan de gestion des espèces de poissons-hôtes appropriées. Cela augmenterait la survie des poissons-hôtes et leur nombre, créerait une population de poissons-hôtes en santé et, par la suite, augmenterait les probabilités qu'un poisson-hôte rencontre une moule d'eau douce grvide.
- Remise à l'eau immédiate des poissons-hôtes pêchés à la ligne dans les zones où des moules d'eau douce préoccupantes sont présentes. Voir les cartes de la répartition de chaque espèce de moule dans la section « Répartition actuelle des espèces » ainsi que la discussion sur la présence vérifiée et potentielle de poissons-hôtes dans la section « Exigences en matière d'habitat ».
- Surveillance des bassins hydrographiques, évaluation des risques et mise en œuvre de plans d'action touchant les espèces exotiques potentielles susceptibles d'affecter les poissons-hôtes. Les mêmes étapes que celles proposées ci-devant pour les espèces exotiques doivent être mises en œuvre.

Solutions de rechange

- Mise en place de restrictions saisonnières ou zonales à la pêche des espèces de poissons qui sont des hôtes connus des glochidies de la ligumie pointue, de la troncille pied-de-faon, de la mulette feuille d'érable ou de la villeuse irisée.

Prédation et prélèvements

Le rat musqué, le vison et le raton laveur peuvent avoir des effets négatifs sur les populations de moules d'eau douce. Il faut prendre en considération le fait que, si cette menace se matérialise, elle sera localisée et aura un impact relativement faible sur les populations de moules d'eau douce. Par ailleurs, les prélèvements effectués par les humains à des fins de consommation sont aussi considérés comme une menace pesant sur les moules d'eau douce.

Mesures d'atténuation

- Si l'on découvre des prédateurs qui, à petite échelle, ont un impact sur les populations de moules d'eau douce, il faut envisager de lutter contre ceux-ci.
- Il faut lancer une campagne de sensibilisation du public aux effets négatifs de la consommation des moules d'eau douce chez les humains.
- Il faut accentuer les activités de mise en application de la réglementation dans les zones où l'on sait que des moules d'eau douce sont prélevées pour la consommation humaine.

Solutions de rechange

- Aucune.

Activités récréatives

Les activités récréatives comme la conduite de véhicules tout terrain (VTT) à travers des cours d'eau, la navigation, la pêche à la mouche, le nettoyage des berges et la pratique du canot et du kayak peuvent avoir une incidence négative sur les gisements de moules.

Mesures d'atténuation

- Lancement d'une campagne de sensibilisation du public aux effets négatifs des activités récréatives susmentionnées sur les moules d'eau douce.

Solutions de rechange

- Aucune.

Sources d'incertitude

Malgré les efforts concertés consentis pour accroître nos connaissances des populations de ligumie pointue, de troncille pied-de-faon, de mulette feuille d'érable et de villeuse irisée au Canada, il existe encore des incertitudes concernant leur cycle biologique. Parmi les domaines de recherches futures, citons les taux de mortalité naturelle, les durées de fixation des glochidies et les menaces limitant la survie des espèces de moules d'eau douce.

Les domaines dans lesquels l'incertitude est particulièrement importante concernent le stade de juvénile. On dispose de très peu d'information sur l'habitat de prédilection des moules d'eau douce juvéniles et sur la survie des individus après le stade de la glochidie et durant le stade de

juvénile. En outre, il est très difficile de prélever des femelles gravides de certaines espèces au cours de recherches sur le terrain; ces prélèvements qui nous permettraient d'acquérir des connaissances accrues sur la fécondité et la capacité reproductrice de ces espèces. Aussi, la découverte de femelles gravides permettrait la tenue d'expériences sur les relations qui existent entre les poissons-hôtes et certaines espèces et qui doivent encore être étudiées. De l'information supplémentaire sur les indices vitaux utilisés dans le cadre des efforts de modélisation contribuerait à une prédiction plus précise de la sensibilité des quatre espèces de moules. On en sait peu, également, sur la relation entre la densité de la population hôte et la fréquence de la rencontre hôte-moule. Si l'on mesurait le taux de croissance de la population, on pourrait utiliser celui-ci pour en déduire par inférence un taux de survie pour les glochidies (si tous les autres indices vitaux étaient connus). On ne connaît pas le taux de croissance des populations des quatre espèces examinées dans le présent document.

Des études supplémentaires sur les exigences en matière d'habitat s'imposent si nous voulons déterminer l'habitat essentiel à toutes les étapes du cycle biologique de ces moules d'eau douce. D'autres études sur l'habitat de prédilection de ces espèces pourraient également faciliter la détermination des zones de transfert possibles. En outre, des travaux sur le terrain doivent être menés à bien dans tous les emplacements où seuls quelques individus ont été observés, et ce, afin que nous puissions déterminer si une population reproductrice existe ou non et, le cas échéant, établir la densité de l'espèce à ces emplacements. Un travail quantitatif sur le terrain plus poussé doit également être accompli dans les zones qui n'ont pas encore été échantillonnées. Nous avons besoin d'accomplir un travail d'inventaire plus poussé qui nous éclairerait sur l'évaluation de l'état de la population. Ce type de travail est particulièrement nécessaire au Manitoba, dans l'est de l'Ontario ainsi que dans le cours inférieur de bon nombre de grands cours d'eau du sud-ouest de l'Ontario où les échantillonnages ont été très limités.

Il faut mener des expériences en laboratoire plus poussées et, si possible, des expériences sur le terrain afin d'identifier les poissons-hôtes de chaque espèce de moules d'eau douce actuellement en péril. Par exemple, le poisson-hôte de la troncille pied-de-faon est, selon les données disponibles pour les populations du sud, le malachigan. Des expériences en laboratoire, utilisant des échantillons de populations canadiennes, doivent être menées si l'on veut vérifier l'utilisation du malachigan comme poisson-hôte de la troncille pied-de-faon. Également, on a vérifié que la barbue de rivière était bien un poisson-hôte de la mulette feuille d'érable, et l'on a avancé que d'autres membres de la famille des poissons-chats présents au Canada [p. ex. barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*)] pourraient également jouer le rôle d'hôtes. La relation qui pourrait exister entre la mulette feuille d'érable et d'autres membres de la famille des poissons-chats doit être analysée. Bon nombre de poissons-hôtes de la villeuse irisée ont fait l'objet de vérifications aux États-Unis. Au Canada, à l'heure actuelle, seuls le crapet de roche, l'achigan à grande bouche et le chabot tacheté ont été confirmés comme étant des hôtes convenables durant des expériences menées en laboratoire. Des expériences sur la fixation des glochidies doivent être parachevées pour tous les autres poissons-hôtes potentiels de la villeuse irisée. Une fois que l'hôte d'une espèce a été identifié, il convient de déterminer sa répartition, son abondance et la santé globale de sa population. La connaissance des poissons-hôtes que ces espèces de moules d'eau douce en péril utilisent durant leur stade parasitique obligatoire pourrait nous aider à comprendre davantage les raisons de leur déclin. Il est nécessaire de déterminer la répartition et l'abondance des hôtes et de quantifier le degré de chevauchement entre les aires de répartition des moules et de leurs poissons-hôtes.

Nombre de menaces ont été relevées pour les populations de ligumie pointue, de troncille pied-de-faon, de mulette feuille d'érable et de villeuse irisée au Canada, bien que la gravité de

ces menaces soit actuellement inconnue. Il faut mener davantage d'études causales afin de pouvoir évaluer, avec plus de certitude, l'impact de chaque menace sur chaque population. Dans la littérature, les impacts des menaces sont en général examinés à un niveau général (c.-à-d. au niveau d'une communauté de moules). Il est important d'approfondir nos connaissances de la probabilité des menaces et de leurs impacts sur l'espèce. Une recherche est en cours pour déterminer les effets directs et indirects que le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) pourrait avoir sur les moules d'eau douce indigènes. Ce genre de recherche sur les menaces que certaines espèces exotiques peuvent avoir sur des moules indigènes est nécessaire si nous voulons mieux éclairer les décisions relatives à la gestion des espèces exotiques. Bien que la prédation fasse partie des menaces potentielles pesant sur les moules indigènes, on ne connaît pas actuellement le niveau de prédation par les ratons laveurs et par d'autres prédateurs. Des recherches sont nécessaires si nous voulons être en mesure de déterminer les niveaux de prédation des moules indigènes. Une fois que nous comprendrons mieux les niveaux de prédation, nous pourrons comparer l'aire de répartition des prédateurs à celles des espèces de moules préoccupantes afin de déterminer leur degré de chevauchement.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

- Bouvier, L.D. and T.J. Morris. 2010. Information in support of a Recovery Potential Assessment of Eastern Pondmussel (*Ligumia nasuta*), Fawnsfoot (*Truncilla donaciformis*), Mapleleaf (*Quadrula quadrula*), and Rainbow (*Villosa iris*) in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/120. vi + 51 p.
- Coker, G.A., D.L. Ming, and N.E. Mandrak 2010. Mitigation guide for the protection of fishes and fish habitat to accompany the species at risk recovery potential assessments conducted by Fisheries and Oceans Canada (DFO) in Central and Arctic Region. Version 1.0. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2904. vi + 40 p.
- COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) Population de la Saskatchewan - Nelson et Population des Grands Lacs - Ouest du Saint-Laurent, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 66 p.
- DFO. 2010. Proceedings of the Fisheries and Oceans Canada Science Advisory Process on the Recovery Potential Assessment of Eastern Pondmussel (*Ligumia nasuta*), Fawnsfoot (*Truncilla donaciformis*), Mapleleaf (*Quadrula quadrula*), and Rainbow (*Villosa iris*); 19-20 October 2010. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2010/049.
- MPO. 2007. Protocole révisé pour l'exécution des évaluations du potentiel de rétablissement. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2007/039.
- Young, J.A.M. and M.A. Koops. 2010. Recovery Potential Modelling of Eastern Pondmussel (*Ligumia nasuta*), Fawnsfoot (*Truncilla donaciformis*), Mapleleaf (*Quadrula quadrula*), and Rainbow (*Villosa iris*) in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/119. iv + 10 p.

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Lynn Bouvier
Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences
aquatiques
Pêches et Océans Canada
867, chemin Lakeshore
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
Téléphone : 905-336-4863
Télécopieur : 905-336-6437
Courriel : Lynn.Bouvier@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Centre et de l'Arctique
Pêches et Océans Canada
501, Université Crescent
Winnipeg (Manitoba)
R3T 2N6

Telephone:(204) 983-5131

Fax: (204) 984-2403

E-Mail: xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca

Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1919-5109 (Imprimé)

ISSN 1919-5117 (En ligne)

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2011

*An English version is available upon request at the above
address.*



LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2011. Évaluation du potentiel de rétablissement de la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*), de la troncille pied-de-faon (*Truncilla donaciformis*), de la muette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) et de la villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2010/073.