

Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Mulette feuille d'érable *Quadrula quadrula*

Population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent
Population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson

au Canada



Population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent - PREOCCUPANTE
Population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson - MENACEE
2016

COSEPAC
Comité sur la situation
des espèces en péril
au Canada



COSEWIC
Committee on the Status
of Endangered Wildlife
in Canada

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2016. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xviii + 92 p. (<http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=24F7211B-1>).

Rapport(s) précédent(s) :

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. (www.registrelep.gc.ca/status/status_f.cfm).

Note de production :

Le COSEPAC souhaite remercier David Zanatta, Jordan Hoffman et Joseph Carney d'avoir rédigé le rapport de situation sur la mulette feuille d'érable. Le présent rapport a été rédigé aux termes d'un marché conclu avec Environnement et Changement climatique Canada. La supervision et la révision du rapport ont été assurées par Dwayne Lepitzki, coprésident du Sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement et Changement climatique Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : 819-938-4125

Télééc. : 819-938-3984

Courriel : ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca

<http://www.cosepac.gc.ca>

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Mapleleaf *Quadrula quadrula* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :

Mulette feuille d'érable — Fournie par Philip McColl, Section de conception graphique, Institut national de recherche sur les eaux.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2016.

N° de catalogue CW69-14/487-2017F-PDF

ISBN 978-0-660-07785-7



COSEPAC Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – novembre 2016

Nom commun

Mulette feuille d'érable - population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent

Nom scientifique

Quadrula quadrula

Statut

Préoccupante

Justification de la désignation

Cette moule à coquille lourde, qui a la forme d'une feuille d'érable, a une répartition limitée dans le sud de l'Ontario. Il y a des indications d'un déclin continu, mais léger, au sein de l'aire de répartition depuis les trois dernières générations. Des menaces à faible impact, incluant la moule zébrée et la moule quagga, l'altération de l'habitat et la pollution, demeurent. Malgré ces menaces, cette population est estimée comme étant considérable (des millions d'individus) et apparemment stable dans un certain nombre de localités des bassins hydrographiques du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de l'ouest du lac Ontario. Le changement de statut effectué depuis le rapport initial résulte des efforts d'échantillonnage accrus dans l'ensemble de la région, des localités nouvellement découvertes ainsi que des indications de flux génétique récent dans le lac Érié, ce qui semble indiquer un potentiel d'immigration.

Répartition

Ontario

Historique du statut

Espèce désignée « menacée » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « préoccupante » en novembre 2016.

Sommaire de l'évaluation – novembre 2016

Nom commun

Mulette feuille d'érable - population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson

Nom scientifique

Quadrula quadrula

Statut

Menacée

Justification de la désignation

Cette moule à coquille lourde a une petite aire de répartition, se limite à quelques localités, et se trouve dans un habitat dont la qualité devrait continuer à faire l'objet d'un déclin. Les menaces présentes et constantes incluent la pollution causée par les effluents agricoles, les eaux usées urbaines et les sources industrielles. L'arrivée et établissement de la moule zébrée envahissante en 2013 représente une nouvelle menace probablement très grave. Le changement de statut résulte de nouveaux relevés révélant des localités auparavant inconnues.

Répartition

Manitoba

Historique du statut

Espèce désignée « en voie de disparition » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « menacée » en novembre 2016.



COSEPAC Résumé

Mulette feuille d'érable *Quadrula quadrula*

Description et importance de l'espèce sauvage

La mulette feuille d'érable, *Quadrula quadrula*, est une moule d'eau douce. La coquille est épaisse, à profil carré, et sa coloration va du vert jaunâtre au brun foncé, en passant par le brun clair. Habituellement l'espèce se distingue à ses deux rangées de bosses, ou nœuds, qui s'étendent en forme de « V » du sommet au bord ventral de la coquille. On observe des déviations occasionnelles de cet arrangement. Les spécimens canadiens atteignent 130 mm de longueur, 100 mm de hauteur et 50 mm de largeur. L'intérieur de la coquille est blanc, et les dents de la charnière sont marquées.

Répartition

Aux États-Unis, l'espèce est présente dans l'ensemble des réseaux hydrographiques de l'Ohio et du Mississippi, qui s'étendent du Texas à l'Alabama, au sud, et du Minnesota à la Pennsylvanie, au nord. Son aire de répartition s'étend du bassin hydrographique des Grands Lacs, au Minnesota et au Wisconsin, à l'État de New York et à l'intérieur du bassin de la rivière Rouge, au Minnesota et dans le Dakota du Nord. Au Canada, l'aire de répartition de l'espèce se limite, dans le sud de l'Ontario, aux zones côtières et aux cours d'eau moyens à larges des bassins versants des lacs Huron, Sainte-Claire Érié et Ontario. Au Manitoba, On trouve l'espèce dans la rivière Rouge et dans certains de ses affluents, dans la rivière Assiniboine, et dans le lac Winnipeg et dans certains de ses affluents.

Habitat

Le *Q. quadrula* est présent dans divers milieux allant des rivières moyennes à larges au débit lent à modéré, aux lacs et aux réservoirs aux lits composés de vase, de sable ou de gravier. En Ontario et au Manitoba, le *Q. quadrula* est le plus souvent prélevé dans les cours d'eau moyens à larges dont les lits vont du gravier et du sable grossiers à l'argile/vase fermement tassées.

Biologie

Le *Q. quadrula* est une espèce dioïque (les sexes sont séparés), mais les individus des deux sexes ne peuvent pas être distingués à l'aide de la morphologie de la coquille. Les larves, appelées glochidies, grossissent dans les branchies de la femelle et agissent

comme parasites chez les barbus. Les poissons-hôtes connus sont la barbus à tête plate, qui ne vit pas au Canada, et la barbus de rivière, présente au Canada. Le développement sur le poisson-hôte prend environ 50 à 60 jours. Durant cette période, les moules au stade larvaire se transforment en juvéniles, puis se détachent du poisson-hôte, et croissent jusqu'à la taille adulte pour atteindre la maturité. Comme les autres moules d'eau douce, le *Q. quadrula* se nourrit d'algues et de bactéries qu'il filtre dans la colonne d'eau et dans le lit. Le *Q. quadrula* est une espèce longévive, et on a observé, au Manitoba, des individus vivant jusqu'à 64 ans et atteignant en moyenne 22 ans, la durée d'une génération étant d'environ 20 ans.

Taille et tendances des populations

En Ontario, le *Q. quadrula* est restreint à quelques zones côtières et à quelques rivières se jetant dans le lac Huron, le lac Érié, le lac Sainte-Claire et le lac Ontario. L'estimation brute de la taille de la population totale en Ontario est d'au moins 6 millions d'individus. La communauté de moules dans cette région est en déclin, et de nombreuses espèces sont considérées comme disparues des zones qu'elles occupaient autrefois. La comparaison avec les données historiques montre une réduction de l'aire de répartition de l'espèce en Ontario. Des études récentes indiquent que le *Q. quadrula* est abondant dans certaines régions, et que son aire de répartition pourrait être en expansion dans la rivière Sydenham, la rivière Thames inférieure, et la rivière Grand inférieure. Toutefois, compte tenu des menaces actuelles, la menace globale pourrait entraîner un lent déclin au cours des trois prochaines générations.

Au Manitoba, bien que l'effectif de la population soit grossièrement estimé à 1 à 4 millions d'individus, la densité est généralement faible, et semble être en déclin dans certaines régions. L'espèce est présente dans la rivière Rouge et dans les tronçons inférieurs de certains de ses affluents, dans la rivière Assiniboine, et dans les tronçons inférieurs de certains affluents se jetant dans le lac Winnipeg. Les comparaisons avec les données historiques sur la répartition indiquent que la communauté de moules d'eau douce est en déclin au Manitoba. Là où le *Q. quadrula* est présent au Manitoba, il n'est jamais abondant, et la grande quantité de valves fraîches indique un taux élevé de mortalité récente.

Menaces et facteurs limitatifs

Comme presque toutes les moules d'eau douce d'Amérique du Nord, cette espèce est menacée par la perte et la dégradation de son habitat, et par les effets des espèces envahissantes, en particulier des moules zébrées et quaggas, en Ontario. Les moules zébrées menacent actuellement le *Q. quadrula* au Manitoba, car elles s'établissent dans la rivière Rouge, dans le lac Winnipeg et dans des réservoirs du bassin versant de la rivière Rouge, au Dakota du Nord et au Minnesota. Les modifications de l'habitat associées aux moules zébrées ainsi que l'altération des berges de la rivière Rouge et de la rivière Assiniboine (p. ex. enrochements et digues), qui en modifie le débit hydrique, constituent des menaces. En Ontario et au Manitoba, le *Q. quadrula* est présent dans des zones touchées par la pollution industrielle et municipale, et par le ruissellement agricole.

Protection, statuts et classements

Les *Q. quadrula* de l'Ontario (population des Grands Lacs – Ouest du Saint-Laurent) et du Manitoba (population de la Saskatchewan-Nelson) sont inscrites à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* du Canada. La Loi interdit de tuer ou de capturer une espèce protégée, et protège son habitat essentiel lorsque ce dernier a été désigné et approuvé. Les populations de l'Ontario et du Manitoba sont également protégées par la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* de l'Ontario, et par la *Loi sur les espèces et les écosystèmes en voie de disparition* du Manitoba. Le *Q. quadrula* est considéré comme étant stable dans certains États des États-Unis, et comme étant « gravement en péril » dans d'autres États, mais dans la majorité des territoires l'espèce est non classée, ou sa cote est à l'examen. Il existe de grandes populations dans certains États des Grands Lacs, et l'espèce n'est pas considérée « en péril » au Michigan et en Ohio.

RÉSUMÉ TECHNIQUE - Population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent

Quadrula quadrula

Mulette feuille d'érable – Population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent

Mapleleaf, Great Lakes – Upper St. Lawrence population

Répartition au Canada : Ontario

Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquez si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2011] est utilisée)	Estimation : 20 ans.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Oui. Déclin prévu de 3 à 30 % d'après les menaces cumulatives désignées dans le calculateur de menaces.
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Déclin 3 à 30 % prévu sur 3 générations; le déclin prévu sur 2 générations serait plus faible.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Déclin estimé de la zone d'occurrence de 12,5 % au cours des 3 dernières générations (c.-à-d. depuis l'invasion par les dreissenidés). Toutefois, il est peu probable que cette invasion ait entraîné un taux similaire de déclin du nombre d'individus matures, car l'espèce n'a jamais été abondante dans les eaux libres des Grands Lacs. Les localités abritant le plus grand nombre d'individus matures (rivières Thames, Sydenham et Grand) semblent actuellement stables.
Pourcentage [prévu ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	Déclin projeté de 3 à 30 % d'après le calculateur de menaces et les projections concernant la dégradation continue de l'habitat ainsi que la compétition continue avec les dreissenidés. De plus, l'IZO, la zone d'occurrence et le nombre d'individus matures connaîtront probablement un déclin si les sous-populations dont l'effectif est faible (voir ci-dessous) disparaissent.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Déclin présumé de 3 à 30 % dans le futur; déclin estimé de 12,5 % de la zone d'occurrence dans le passé entraînant un déclin inconnu du nombre de moules matures.
Est-ce que les causes du déclin sont a) clairement réversibles et b) comprises et ont c) effectivement cessé?	a) Non b) Oui c) Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence.	Superficie de 26 826 km ² calculée à l'aide de la méthode du plus petit polygone convexe.
Indice de zone d'occupation (IZO) (Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté).	228 km ² discontinus en plaçant un carré sur chaque mention d'observation (57 carrés de 2 x 2 km). 660 km ² continus. D'après un tronçon fluvial continu entre toutes les mentions d'observations (165 carrés de 2 x 2 km).
La population totale est-elle gravement fragmentée, c.-à-d. que plus de 50 % de sa zone d'occupation totale se trouvent dans des parcelles d'habitat qui sont a) plus petites que la superficie nécessaire au maintien d'une population viable et b) séparées d'autres parcelles d'habitat par une distance supérieure à la distance de dispersion maximale présumée pour l'espèce?	a) Non b) Non
Nombre de localités ¹ (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant).	21 localités (ou plus) d'après les tendances cumulatives de la pollution agricole, industrielle et municipale, et les effets des dreissenidés : rivières Ausable, rivière Sydenham Nord, rivière Sydenham Est, rivière Thames, rivière Grand, rivière Welland (+ affluents : rivière Oswego et ruisseau Coyle), baies du lac Ontario (havre Jordan/ruisseau Twenty Mile, ruisseau Sixteen Mile, ruisseau/étang Fifteen Mile, et Cootes Paradise), rivière Ruscom, ruisseau Baptiste, ruisseau McGregor, rivière Bayfield, delta de la rivière Sainte-Claire, affluents du lac Huron (ruisseau Perch/canal Tefler, ruisseau Cow), île Pelée (lac Henry), baie Rondeau.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Oui – déclin prévu de 3 à 30 %. Voir ci-dessus les cases sous Données démographiques .
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Oui – déclin prévu de 3 à 30 %. Voir la case ci-dessus.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de sous-populations?	Oui – déclin prévu de 3 à 30 %. Voir la case ci-dessus.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*?	Oui – déclin prévu de 3 à 30 %. Voir la case ci-dessus. Dans certaines localités, la taille des sous-populations pourrait être très petite (voir Sous-populations , ci-dessus).
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Oui – déclin prévu. La qualité de l'habitat continue de décliner en raison de la pollution découlant principalement du ruissellement agricole. Les dreissenidés contribuent également au déclin prévu de la qualité de l'habitat.

¹ Voir « Définitions et abréviations » sur le [site Web du COSEPAC](#) et [IUCN](#) (février 2014; en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de sous-populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation?	Non

Nombre d'individus matures dans chaque sous-population

Sous-populations (donnez les fourchettes plausibles)	Nombre estimé d'individus matures
Rivière Ausable	10 000 à 180 000
Rivière Sydenham Nord	~ 25 000
Rivière Sydenham Est	1 610 000 à 2 680 000
Rivière Thames	3 765 000 à 8 140 000
Rivière Grand	> 325 000
Rivière Welland (y compris la rivière Oswego et le ruisseau Coyle)	Inconnu (des milliers)
Baies du lac Ontario (havre Jordan/ruisseau Twenty Mile, ruisseau Sixteen Mile, ruisseau/étang Fifteen Mile, et Cootes Paradise)	Inconnu (des milliers)
Rivière Ruscom	Inconnu
Ruisseau Baptiste	Inconnu
Ruisseau McGregor	Inconnu, nombre présumé faible
Rivière Bayfield	Inconnu, petit nombre (seulement 1 animal vivant prélevé)
Delta de la rivière Sainte-Claire	Inconnu, petit nombre (seulement 1 animal vivant prélevé)
Affluents du lac Huron (ruisseau Perch/canal Tefler, ruisseau Cow)	Inconnu, nombre présumé faible
Île Pelée (lac Henry)	Inconnu, nombre présumé faible
Baie Rondeau (lac Érié)	Inconnu, nombre présumé faible (seules des coquilles fraîches ont été prélevées)
Total	Nombre estimé à plus de 6 000 000

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce à l'état sauvage est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans].	S.o. – Données insuffisantes pour réaliser des analyses.
--	--

Menaces (directes, de l'impact le plus élevé à l'impact le plus faible, selon le calculateur des menaces de l'UICN)

Un calculateur des menaces a-t-il été rempli pour cette espèce? Oui

- i. Pollution : Dégradation de l'habitat due à la pollution agricole (envasement, perte de végétation riveraine, érosion des berges et charge de nutriments), municipale et industrielle (p. ex. déversements d'hydrocarbures).
- ii. Modifications des systèmes naturels et Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes : L'infestation par les moules envahissantes de la famille des Dreissenidés pourrait encore causer des déclinés dans certaines sous-populations. Toutefois, plusieurs réseaux fluviaux où vit la muette feuille d'érable courent peu de risques de devenir infestés en raison de l'absence d'ouvrages de retenue en amont susceptibles d'abriter des populations sources de dreissenidés.

Quels autres facteurs limitatifs sont pertinents?

L'abondance des poissons-hôtes n'est probablement pas un problème.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur les plus susceptibles de fournir des individus immigrants au Canada	États-Unis : L'espèce est apparemment non en péril dans la majeure partie de son aire de répartition aux États-Unis, y compris les populations se trouvant du côté états-unien des Grands Lacs.
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Possible. Signes de flux génique récent ($N_m > 1$ entre les populations du Canada et des États-Unis dans le bassin versant du lac Érié.
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probablement. L'habitat est pratiquement identique des deux côtés des Grands Lacs.
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Oui
Les conditions se détériorent-elles au Canada ⁺ ?	Oui, à certains endroits (voir la section Menaces).
Les conditions de la population source se détériorent-elles ² ?	Oui, à certains endroits (menaces similaires à celles pesant sur les sous-populations canadiennes).
La population canadienne est-elle considérée comme un puits ⁺ ?	Non
La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	Potentiellement, vu la proximité de plusieurs grandes populations des États-Unis et du flux génique actuel élevé mesuré entre les populations des États-Unis et du Canada.

Nature délicate de l'information sur l'espèce

L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate? Non

⁺ Voir le [tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification de l'évaluation de la situation d'après une immigration de source externe)

Statut existant

Historique du statut : Espèce désignée « menacée » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « préoccupante » en novembre 2016.

Statut et justification de la désignation

Statut Espèce préoccupante	Code alphanumérique Sans objet.
Justification de la désignation Cette moule à coquille lourde, qui a la forme d'une feuille d'érable, a une répartition limitée dans le sud de l'Ontario. Il y a des indications d'un déclin continu, mais léger, au sein de l'aire de répartition depuis les trois dernières générations. Des menaces à faible impact, incluant la moule zébrée et la moule quagga, l'altération de l'habitat et la pollution, demeurent. Malgré ces menaces, cette population est estimée comme étant considérable (des millions d'individus) et apparemment stable dans un certain nombre de localités des bassins hydrographiques du lac Sainte-Claire, du lac Érié et de l'ouest du lac Ontario. Le changement de statut effectué depuis le rapport initial résulte des efforts d'échantillonnage accrus dans l'ensemble de la région, des localités nouvellement découvertes ainsi que des indications de flux génétique récent dans le lac Érié, ce qui semble indiquer un potentiel d'immigration.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Sans objet. Bien que le taux de déclin passé de la zone d'occurrence ait été de 12,5 % au cours des 3 dernières générations et qu'un déclin présumé allant jusqu'à 30 % soit prévu au cours des 3 prochaines générations selon le calculateur de menaces, ces taux de déclin sont inférieurs aux seuils.

Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Sans objet. Bien que la superficie de la zone d'occurrence (26 826 km² en se fondant sur l'observation d'individus vivants ou de coquilles fraîches de 2000 à 2015) soit supérieure au seuil de la catégorie « espèce menacée » (< 20 000 km² : B1), l'IZO continu est inférieur au seuil de la catégorie « espèce menacée » (< 2 000 km² : B2). Toutefois, l'aire de répartition de l'espèce n'est pas gravement fragmentée, et l'espèce se rencontre dans bien plus que 10 localités. Des déclins de la zone d'occurrence, de l'IZO, de la qualité de l'habitat, du nombre de localités et du nombre de sous-populations sont prévus, mais la perte prévue de plusieurs petites sous-populations/localités n'entraînera qu'un déclin mineur du nombre d'individus matures. L'espèce ne connaît pas de fluctuations extrêmes.

Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Sans objet. Le nombre d'individus matures est inconnu, mais est estimé à plus de 6 millions, et les plus grandes sous-populations semblent actuellement stables.

Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Le critère D1 n'est pas applicable, car le nombre d'individus matures est inconnu, mais estimé à plus de 6 millions.

Ne correspond pas au critère de la catégorie « espèce menacée », D2, car l'IZO et le nombre de localités sont bien supérieurs aux seuils habituels (respectivement 20 km², et au moins 5).

Critère E (analyse quantitative) : Sans objet. Aucune analyse n'a été effectuée.

RÉSUMÉ TECHNIQUE - Population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson

Quadrula quadrula

Mulette feuille d'érable, Population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson

Mapleleaf, Saskatchewan – Nelson Rivers population

Répartition au Canada : Manitoba

Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquez si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2011] est utilisée)	Estimation : 20 ans.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Déclin inféré et prévu de 10 à 70 % d'après les menaces cumulatives désignées dans le calculateur des menaces.
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Pourcentage de déclin prévu de 10 à 70 % sur 3 générations; le pourcentage de déclin sur 2 générations devrait être similaire, car l'impact des dreissenidés devrait être plus grand tôt après l'infestation.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Déclin inféré du nombre d'individus matures d'après les déclinés estimés respectifs de 42,7 % et de 25,8 % de la zone d'occurrence et de l'IZO au cours des 3 dernières générations. Le niveau de confiance dans ces estimations est faible en raison des activités d'échantillonnage limitées dans la rivière Rouge et la rivière Assiniboine.
Pourcentage [prévu ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	Déclin prévu de 10 à 70 % d'après le calculateur des menaces.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de changement, de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Déclin futur présumé de 10 à 70 %; déclin passé de la zone d'occurrence et de l'IZO de 42,7 et de 25,8 % respectivement.
Est-ce que les causes du déclin sont a) clairement réversibles et b) comprises et ont c) effectivement cessé?	a) Non b) Oui c) Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence.	Superficie de 45 097 km ² , calculée à l'aide de la méthode du plus petit polygone convexe.
---	--

<p>Indice de zone d'occupation (IZO). (Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté).</p>	<p>92 km² discontinus en plaçant un carré de grille sur chaque mention d'observation (23 carrés de 2 x 2 km).</p> <p>1 544 km² continus. D'après un tronçon fluvial continu entre toutes les mentions d'observation (386 carrés de 2 x 2 km).</p>
<p>La population totale est-elle gravement fragmentée, c.-à-d. que plus de 50 % de sa zone d'occupation totale se trouvent dans des parcelles d'habitat qui sont a) plus petites que la superficie nécessaire au maintien d'une population viable et b) séparées d'autres parcelles d'habitat par une distance supérieure à la distance de dispersion maximale présumée pour l'espèce?</p>	<p>a) Non b) Non</p>
<p>Nombre de localités* (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant)</p>	<p>Entre 11 et 7.</p> <p><u>11 localités</u> en tenant compte de la présence d'espèces envahissantes : rivière Rouge, rivière La Salle, rivière Seine, rivière Rat, ruisseau Cooks, rivière Assiniboine en amont du canal Portage (barrage), rivière Assiniboine en aval du canal Portage, rivière Brokenhead, rivière Wanipigow, rivière Bloodvein et rivière Bradbury, en tenant compte de la menace posée par les moules zébrées.</p> <p><u>7 localités</u> en tenant compte de la pollution : rivière Rouge (y compris la rivière Seine, la rivière La Salle et le ruisseau Cooks), rivière Rat et rivière Assiniboine (en amont et en aval du barrage du canal Portage), chacune englobant une localité, en tenant compte des apports diffus de polluants dans l'ensemble des bassins (n = 3); les rivières Brokenhead, Wanipigow, Bloodvein et Bradbury représentent 4 autres localités et se jettent toutes dans le lac Winnipeg, séparément de la rivière Rouge, et ne sont pas soumises aux mêmes concentrations de polluants, mais seraient considérées comme des localités distinctes en tenant compte des espèces envahissantes.</p>
<p>Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?</p>	<p>Oui. Déclin observé de 42,7 % au cours des 3 dernières générations. Le niveau de confiance dans cette estimation est faible en raison des activités d'échantillonnage limitées dans la rivière Rouge et la rivière Assiniboine. Même en tenant compte des menaces que représentent la pollution et/ou les infestations de moules zébrées, les sous-populations se trouvant en périphérie pourraient persister un certain temps.</p>

* Voir « Définitions et abréviations » sur le [site Web du COSEPA](#)C et [IUCN](#) (février 2014; en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Oui. Déclin observé de 25,8 % au cours des 3 dernières générations. Le niveau de confiance dans cette estimation est faible en raison des activités d'échantillonnage limitées dans la rivière Rouge et la rivière Assiniboine. Une infestation de moules zébrées et/ou la pollution pourraient réduire encore davantage l'IZO dans le futur.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de sous-populations?	Inconnu
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités**?	Inconnu
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Oui. La qualité de l'habitat continue de décliner en raison de la pollution résultant du ruissellement agricole. Les moules zébrées contribueront également à un déclin prévu de la qualité de l'habitat.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de sous-populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités ³ ?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation?	Non
Nombre d'individus matures dans chaque sous-population	
Sous-populations (donnez les fourchettes plausibles)	
Rivière Rouge	Inconnu
Rivière Assiniboine (en amont du canal Portage)	Inconnu
Rivière Assiniboine (en aval du canal Portage)	Estimation de 1 à 4 millions
Rivière Rat	Inconnu
Rivière Brokenhead	Inconnu
Rivière La Salle	Inconnu
Ruisseau Cooks	Inconnu
Rivière Bloodvein	Inconnu
Rivière Bradbury	Inconnu
Rivière Wanipigow	Inconnu
Rivière Seine	Inconnu
Total	Inconnu, effectif total de la population estimé à au moins 1 à 4 millions d'individus d'après l'extrapolation des données de 2003-2004 recueillies dans la rivière Assiniboine inférieure.

* Voir « Définitions et abréviations » sur le [site Web du COSEPAC](#) et [IUCN](#) (février 2014; en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce à l'état sauvage est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans].	S.o. – Données insuffisantes pour réaliser des analyses
--	---

Menaces (directes, de l'impact le plus élevé à l'impact le plus faible, selon le calculateur des menaces de l'UICN)

Un calculateur des menaces a-t-il été rempli pour cette espèce? Oui
i. Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes et Modifications des systèmes naturels : Infestation de moules zébrées imminente ou en cours dans 8 des 11 localités de cette UD (sauf dans les rivières Wanipigow, Bloodvein et Bradbury); enrochement et endiguement visant à maîtriser les crues.
ii. Pollution : Dégradation de l'habitat due aux activités agricoles (envasement, perte de végétation riveraine, érosion des berges et charge de nutriments), municipale et industrielle.
Quels autres facteurs limitatifs sont pertinents?
L'abondance des poissons-hôtes n'est probablement pas un problème.

Immigration de source externe (immigration de l'extérieur du Canada)

Situation des populations de l'extérieur les plus susceptibles de fournir des individus immigrants au Canada	Dans les mêmes bassins versants que la population canadienne (rivière Rouge), l'espèce est soit non classée, soit cotée S3, soit se trouve au même stade de déclin que la population canadienne.
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Possible
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probablement, mais cette hypothèse devrait être confirmée par des tests.
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Oui
Les conditions se détériorent-elles au Canada ⁺ ?	Oui
Les conditions de la population source se détériorent-elles ⁺ ?	On ne sait pas, mais c'est possible.
La population canadienne est-elle considérée comme un puits ⁺ ?	Non
La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	On ne sait pas, mais c'est possible.

Nature délicate de l'information sur l'espèce

L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate? Non
--

Statut existant

Historique du statut : Espèce désignée en voie de disparition en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « menacée » en novembre 2016.

⁺ Voir le [tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification de l'évaluation de la situation d'après une immigration de source externe)

Statut et justification de la désignation

Statut Espèce menacée	Code alphanumérique B2ab(ii,iii,v)
Justification de la désignation Cette moule à coquille lourde a une petite aire de répartition, se limite à quelques localités, et se trouve dans un habitat dont la qualité devrait continuer à faire l'objet d'un déclin. Les menaces présentes et constantes incluent la pollution causée par les effluents agricoles, les eaux usées urbaines et les sources industrielles. L'arrivée et établissement de la moule zébrée envahissante en 2013 représente une nouvelle menace probablement très grave. Le changement de statut résulte de nouveaux relevés révélant des localités auparavant inconnues.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Sans objet. Le taux actuel de déclin de la zone d'occurrence et de l'IZO au cours des 3 dernières générations est incertain. L'évaluation des menaces permet de prévoir un déclin présumé de 10 à 70 % au cours des 3 prochaines générations, l'incertitude découlant des effets causés par les moules zébrées envahissantes.
Critère B (petite aire de répartition et déclin ou fluctuation) : Bien que la superficie de la zone d'occurrence (45 097 km ² d'après les observations d'individus vivants ou de coquilles fraîches de 2000 à 2015) soit supérieure au seuil de la catégorie « espèce menacée » (< 20 000 km ² : B1), la valeur réelle de l'IZO se trouve entre 92 km ² (discontinu) et 1 544 km ² (continu), et se situe sous les seuils des catégories « espèce en voie de disparition » (< 500 km ²) ou « espèce menacée » (< 2 000 km ² : B2). L'aire de répartition de l'espèce n'est pas gravement fragmentée et ne connaît pas de fluctuations extrêmes. Toutefois, il existe de 7 à 11 localités, le nombre le plus faible étant inférieur au seuil de la catégorie « espèce menacée » (10 localités ou moins). L'IZO et le nombre d'individus matures devraient connaître un déclin en raison du déclin continu de la qualité de l'habitat.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Sans objet. Le nombre d'individus matures est inconnu, mais on estime qu'il est d'au moins 1 à 4 millions.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Le critère D1 n'est pas applicable, car le nombre d'individus matures est inconnu, mais on estime qu'il est d'au moins 1 à 4 millions. Ne correspond pas au critère de la catégorie « espèce menacée », D2, car l'IZO et le nombre de localités sont supérieurs aux seuils habituels (respectivement 20 km ² , et au moins 5). Bien que l'espèce soit vulnérable aux effets des activités humaines ou des événements stochastiques, elle ne devrait pas atteindre le statut de « gravement en péril » au cours des 1 à 2 générations à venir (20 à 40 ans), ou disparaître lorsque ces activités ou ces événements auront lieu.
Critère E (analyse quantitative) : Sans objet. Aucune analyse n'a été effectuée.

PRÉFACE

Depuis le premier rapport de situation du COSEPAC (2006) sur la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*), une grande quantité de nouvelles données sur la répartition a été recueillie concernant l'unité désignable (UD) des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent. De nouvelles occurrences (= localités) ont été découvertes dans plusieurs baies et embouchures noyées du lac Ontario, dans de petits affluents du lac Huron, dans le comté de Lambton, près de Sarnia, et on a redécouvert des individus vivants dans la rivière Welland et dans ses affluents. Une fois les nouvelles données intégrées aux données existantes sur la répartition de l'UD des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent, peu de changements évidents ont été observés sur le plan de la zone d'occurrence et de l'indice de zone d'occupation (IZO), et le nombre de localités est d'au moins 21. Les menaces pesant sur l'UD des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent sont similaires à celles décrites dans le premier rapport : infestation par les moules de la famille des Dreissenidés et pollution attribuable au ruissellement agricole (dans les réseaux fluviaux). Toutefois, ces deux menaces ne sont peut-être pas aussi graves qu'on le craignait. Dans le cas de l'UD de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson, il existe de nouvelles mentions d'animaux vivants dans des affluents de la rivière Rouge et du lac Winnipeg, ce qui accroît le nombre de localités potentielles en comparaison avec le nombre de localités mentionnées dans le premier rapport (COSEWIC, 2006). Les données historiques recueillies au Manitoba comportent une grande part d'incertitude en raison des activités d'échantillonnage limitées dans les grands réseaux fluviaux où la mulette feuille d'érable était autrefois observée. Il est donc difficile de déterminer avec confiance les tendances en matière de zone d'occurrence et d'IZO. Le seul changement majeur pour l'UD de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson depuis le premier rapport de situation reposant sur le fait que les moules zébrées (*Dreissena polymorpha*) se sont établies dans le lac Winnipeg, dans la rivière Rouge et en amont des occurrences canadiennes dans les réservoirs se trouvant dans le bassin versant de la rivière Rouge, au Dakota du Nord, et dans les affluents de la rivière Rouge, au Minnesota. La présence de la moule zébrée dans ces réseaux fluviaux représente une menace active continue, de même qu'une menace prévue dans la rivière Assiniboine, car ces moules envahissantes se propageront sans doute.



HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsables des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

DÉFINITIONS (2016)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'un autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.

** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.

*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.

**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».

***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.



Environnement et
Changement climatique Canada
Service canadien de la faune

Environment and
Climate Change Canada
Canadian Wildlife Service

Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement et Changement climatique Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Mulette feuille d'érable

Quadrula quadrula

au Canada

2016

TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE.....	6
Nom et classification.....	6
Description morphologique.....	6
Structure spatiale et variabilité des populations.....	9
Unités désignables.....	11
Importance de l'espèce.....	12
RÉPARTITION.....	12
Aire de répartition mondiale.....	12
Aire de répartition canadienne.....	13
Zone d'occurrence et zone d'occupation.....	13
Activités de recherche et répartition du <i>Quadrula quadrula</i> en Ontario.....	19
Activités de recherche et répartition du <i>Quadrula quadrula</i> au Manitoba.....	23
HABITAT.....	26
Besoins en matière d'habitat.....	26
Tendances en matière d'habitat en Ontario.....	26
BIOLOGIE.....	31
Cycle vital et reproduction.....	31
Physiologie et adaptabilité.....	33
Déplacements et dispersion.....	34
Relations interspécifiques.....	34
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS.....	36
Ontario.....	36
Manitoba.....	50
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS.....	59
Menaces.....	59
Menaces pesant sur la population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent (tableau 6).....	67
Menaces pesant sur la population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson (tableau 7).....	69
Facteurs limitatifs.....	71
Nombre de localités.....	71
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS.....	72
Statuts et protection juridiques.....	72
Statuts et classements non juridiques.....	73
Protection et propriété de l'habitat.....	74

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS	75
SOURCES D'INFORMATION	77
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT	90
COLLECTIONS EXAMINÉES	91

Liste des figures

Figure 1. Dessin montrant la morphologie de la coquille externe du <i>Quadrula quadrula</i> (d'après Cummings and Mayer 1992).	7
Figure 2. Dessin montrant la morphologie interne de la valve gauche du <i>Quadrula quadrula</i> (d'après Cummings et Mayer, 1992).....	8
Figure 3. Répartition des haplotypes des sous-populations de <i>Quadrula quadrula</i> déterminée à l'aide du cytochrome oxydase I du génome mitochondrial. Les zones ombrées correspondent à l'aire de répartition nord-américaine du <i>Q. quadrula</i> (carte tirée de Parmalee et Bogan, 1998).....	10
Figure 4. Aire de répartition totale du <i>Quadrula quadrula</i> en Ontario, d'après les mentions et les relevés datant d'avant et d'après 2000 rapportées la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. La zone d'occurrence totale calculée (historique et actuelle) est illustrée.	14
Figure 5. Aire de répartition actuelle du <i>Quadrula quadrula</i> en Ontario, d'après les mentions et les relevés de 2000 à 2015 rapportées la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. La rivière Bayfield correspond au point le plus au nord-ouest.	15
Figure 6. Aire de répartition historique du <i>Quadrula quadrula</i> au Manitoba, d'après les mentions et les relevés datant d'avant 1992 rapportés par Clarke (1973) et par Pip (comm. pers., 2004). Le réservoir Shellmouth correspond au point le plus au nord-ouest.	17
Figure 7. Aire de répartition actuelle et calcul de la zone d'occurrence et de l'IZO du <i>Quadrula quadrula</i> au Manitoba, d'après les relevés datant de 2000 à 2015. Le ruisseau Cooks se jette dans la rivière Rouge à Selkirk, avant que cette dernière ne se jette dans le lac Winnipeg. Les rivières suivantes où le <i>Q. quadrula</i> a été observé se trouvent le long de la rive est du lac Winnipeg (du sud au nord) : Brokenhead, Wanipigow, Bloodvein (2 points et un carré) et Bradbury. La rivière La Salle River (triangle et points superposés) se jette dans la rivière Rouge au sud de Winnipeg.....	18
Figure 8. Répartition des classes de taille chez les <i>Q. quadrula</i> vivants prélevés dans la rivière Grand (A) en 1997 (n = 97) et (B) depuis 2008 (n = 131) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.	42
Figure 9. Répartition des classes de taille chez les <i>Q. quadrula</i> vivants prélevés dans la rivière Ausable de 2002 à 2013 (n = 30) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.	43

Figure 10.	Répartition des classes de taille chez les <i>Q. quadrula</i> vivants prélevés dans la rivière Sydenham (A) en 1997 et 1998 (n = 62) et (B) de 2008 à 2011 (n = 112) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.	44
Figure 11.	Répartition des classes d'âge chez les <i>Q. quadrula</i> vivants prélevés dans la rivière Thames (A) en 1997 et 1998 (n = 68) et (B) de 2005 à 2008 (n = 318) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles et indiquent un recrutement récent.	45
Figure 12.	Répartition de la fréquence des tailles chez les <i>Q. quadrula</i> vivants (n = 58) prélevés dans le cadre de relevés minutés dans la rivière Welland, en Ontario, en 2014 (données recueillies pour le présent rapport). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.	46
Figure 13.	Répartition de la fréquence des tailles chez les <i>Q. quadrula</i> vivants (n = 26) prélevés dans le cadre de relevés minutés dans la rivière Ruscom, en Ontario, en 2010 (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.	47
Figure 14.	Répartition de la fréquence des tailles chez les <i>Q. quadrula</i> vivants (n = 50) prélevés dans le cadre de relevés minutés dans le havre Jordan, en Ontario, en 2014 (données recueillies pour le présent rapport). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent. Les données pourraient être faussées en faveur des individus plus gros, car seuls de relevés minutés ont été réalisés (sans excavation du substrat).	48
Figure 15.	Répartition de la fréquence des tailles chez les <i>Q. quadrula</i> prélevés dans la rivière Assiniboine, en Ontario (Carney, 2003a). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.	55
Figure 16.	Répartition des classes de taille chez les <i>Q. quadrula</i> vivants prélevés dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce de 2013 à 2015 (n = 118) (Watkinson, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles et indiquent un recrutement récent.	58

Liste des tableaux

Tableau 1.	Indice de zone d'occupation (IZO) selon une grille de 2 x 2 km superposé au mentions d'occurrence du <i>Q. quadrula</i> en Ontario recueillies depuis 2000.....	16
Tableau 2.	Indice de zone d'occupation (IZO) selon une grille de 2 x 2 km superposée au mentions d'occurrence du <i>Q. quadrula</i> au Manitoba recueillies depuis 2000.....	19

Tableau 3.	Abondance relative du <i>Q. quadrula</i> dans quatre rivières du sud-ouest de l'Ontario.....	40
Tableau 4.	Estimations actuelles de la population de <i>Quadrula quadrula</i> des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent dans les sites où une estimation de la densité a été faite à l'aide de quadrats. <i>Nota</i> : ** signifie que les estimations de la densité ne sont disponibles que pour un site, et que l'écart-type n'est donc pas disponible. Modifié d'après Bouvier et Morris (2010) et d'après Morris (données inédites) (rivière Sydenham).	41
Tableau 5.	Abondance relative du <i>Quadrula quadrula</i> dans la rivière Assiniboine, au Manitoba, d'après de relevés minutés.....	51
Tableau 6.	Évaluation des menaces pour le <i>Quadrula quadrula</i> , population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent.	60
Tableau 7.	Évaluation des menaces pour le <i>Quadrula quadrula</i> , population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson.	64

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

Nom et classification

Nom scientifique : *Quadrula quadrula* (Rafinesque, 1820)

Nom commun français : mulette feuille d'érable

Nom commun anglais : mapleleaf

L'autorité actuellement reconnue en matière de classification et de nomenclature scientifique des mollusques aquatiques au Canada est l'ouvrage de Turgeon *et al.* (1998). Voici la classification actuelle de l'espèce :

Embranchement : Mollusques

Classe : Bivalves

Sous-classe : Paléohétérodontes

Ordre : Onionoïdés

Superfamille : Unionacés

Famille : Unionidés

Sous-famille : Ambléminés

Tribu : Quadrulini

Genre : *Quadrula*

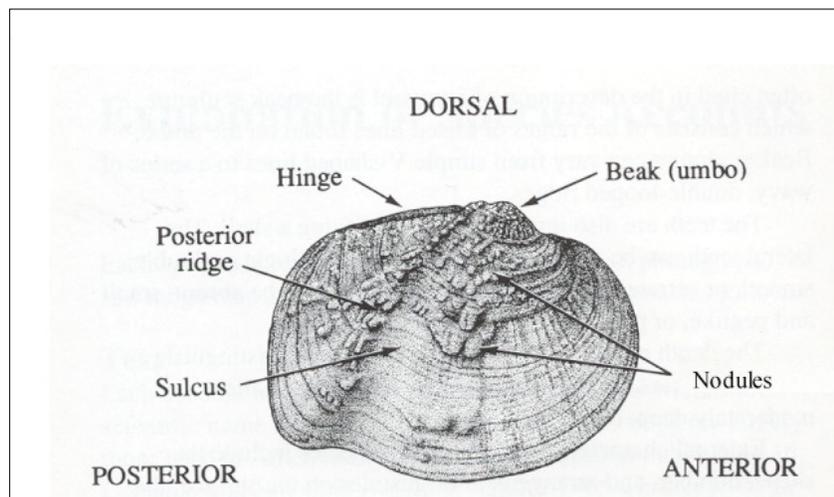
Espèce : *Quadrula quadrula*

Une liste complète des synonymes et l'historique de la nomenclature pour le *Quadrula quadrula* sont fournis par Parmalee et Bogan (1998).

Description morphologique

La mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) est une moule d'eau douce de taille moyenne à grande, qui se distingue à ses deux rangées de nodules s'étendant en forme de « V » de l'umbo à l'extrémité ventrale (figure 1). Une rangée est située au centre, et l'autre, sur la crête postérieure. Elles sont séparées par une cannelure peu profonde. La description suivante de l'espèce est fondée sur Clarke (1981), Cummings et Mayer (1992), Parmalee et Bogan (1998), Graf et Ó Foighil (2000), Cicerello et Schuster (2003), Haag et Staton (2003), et Hay *et al.* (2003). La morphologie des spécimens canadiens correspond à

la fourchette de variation rapportée concernant les spécimens des États-Unis. La morphologie conchyliologique des deux sexes est semblable. La coquille est épaisse, modérément gonflée et quadrangulaire. L'extrémité antérieure est arrondie, et l'extrémité postérieure est carrée, ou tronquée. Le sommet est petit et légèrement surélevé au-dessus de la ligne de la charnière. Il est sculpté et présente une boucle double ou un motif en zigzag qui irradie vers l'extrémité ventrale pour former deux rangées de nodules. Les nodules sur l'umbo sont petits et denses, et sont généralement érodés chez les individus âgés. Les nodules distaux par rapport à l'umbo peuvent être allongés ou arrondis. Les nodules irradiant de l'umbo sont séparés par un sinus, ou sillon, large et peu profond. Habituellement, l'une des rangées est située au centre, et l'autre, du côté postérieur. Le motif varie occasionnellement, allant de petits nodules dispersés sur la surface de la coquille à l'absence de nodules (Neel, 1941). La coloration du periostracum est variable, et va du vert jaunâtre au brun pâle chez les jeunes individus, et du brun verdâtre au brun foncé chez les individus âgés. Les stries de croissance annuelle sur la coquille sont nettes et bien définies, en particulier chez les jeunes, mais celles du pourtour peuvent être nombreuses et difficiles à distinguer chez les individus âgés.



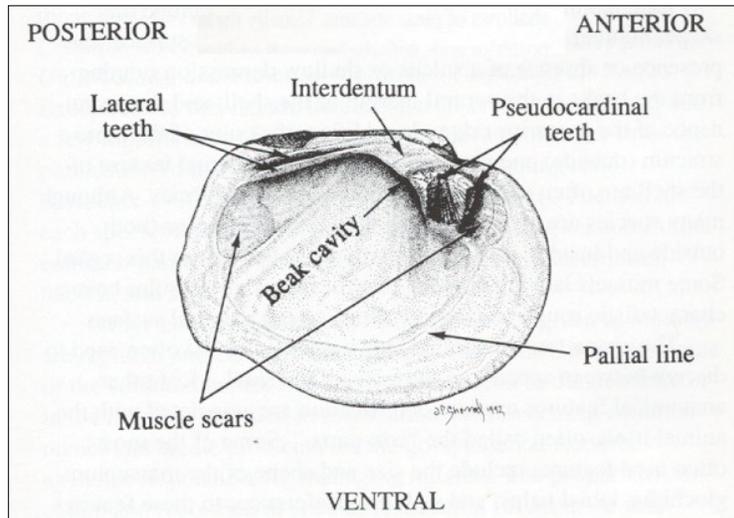
Veillez voir la traduction française ci-dessous :

DORSAL = VUE DORSALE
 Hinge = Charnière
 Posterior ridge = Crête postérieure
 Nodules = Nodules
 Beak (umbo) = Bec (umbo)
 Sulcus = Sillon
 POSTERIOR = CÔTÉ POSTÉRIEUR
 ANTERIOR = CÔTÉ ANTÉRIEUR

Figure 1. Dessin montrant la morphologie de la coquille externe du *Quadrula quadrula* (d'après Cummings and Mayer 1992).

Les dents pseudocardinales sont bien développées, allongées verticalement et cannelées; il y en a deux dans la valve gauche et une dans la droite (figure 2). La dent pseudo-cardinale de la valve droite est dure, épaisse et triangulaire. Celles de la valve

gauche sont rugueuses et solides, et se rejoignent parfois dorsalement. La valve gauche compte deux dents latérales hautes, assez longues et droites, parfois cannelées. La seule dent latérale de la valve droite est haute, longue et droite, et elle peut aussi être cannelée. L'interdentum est large. La cavité ombonale est profonde, mais ouverte. La nacre est blanche et irisée postérieurement.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

VENTRAL = VUE VENTRALE
 Interdentum = Interdentum
 Lateral teeth = Dents latérales
 Pseudocardinal teeth = Dents pseudocardinales
 Beak cavity = Cavité umbonale
 Muscle scars = Impressions du muscle
 Pallial line = Ligne palléale
 POSTERIOR = CÔTÉ POSTÉRIEUR
 ANTERIOR = CÔTÉ ANTÉRIEUR

Figure 2. Dessin montrant la morphologie interne de la valve gauche du *Quadrula quadrula* (d'après Cummings et Mayer, 1992).

Selon Parmalee et Bogan (1998), le *Quadrula quadrula* atteint 120 mm de longueur à la maturité. Au Canada, Clarke (1981) mentionne que des *Q. quadrula* atteignent 125 mm de longueur (135 mm d'après Morris, données inédites), 100 mm de hauteur et 50 mm de largeur. Au Manitoba, des individus de 121 mm de longueur, de 88 mm de hauteur et de 52 mm de largeur ont été signalés (Carney, 2003a).

En Ontario, le *Q. quadrula* est très similaire au *Quadrula pustulosa* (mulette pustulée – espèce canadienne évaluée comme étant faiblement prioritaire par le Sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC) et au *Cyclonaias turberculata* (espèce candidate en vue de l'appel d'offres de l'automne 2017 du COSEPAC). Ces espèces peuvent être distinguées de la manière suivante. Le *Q. quadrula* présente des nodules qui se restreignent à deux bandes qui s'étendent jusqu'au sommet, alors que le *Q. pustulosa*

présente des nodules épars et plus uniformément répartis ne s'étendant pas jusqu'au sommet. La coquille du *Q. quadrula* est quadrangulaire, alors que celle du *Q. pustulosa* est arrondie. Le *Q. pustulosa* possède aussi un rayon vert proéminent qui s'étend à partir du sommet, et que le *Q. quadrula* ne possède pas. Le *Cyclonaias tuberculata* possède une grande quantité de petits pustules qui s'étendent du sommet à l'extrémité postérieure de la coquille, en passant par le bord ventral. Toutefois, ces pustules ne sont pas disposés en rangées, comme ils le sont chez le *Q. quadrula*. Chez le *C. tuberculata*, la nacre est d'un violet distinct, alors que chez le *Q. quadrula* elle est blanche. Les juvéniles du *C. tuberculata* peuvent être particulièrement difficiles à distinguer des juvéniles du *Q. quadrula*. Au Canada, aucune autre moule ne peut être confondue avec le *Q. quadrula*.

La description suivante de la morphologie des tissus mous est fondée sur Lydeard *et al.* (1996) et sur Graf et Ó Foighil (2000). Le *Q. quadrula* utilise ses quatre hémibranchies comme marsupiums. Les espaces interlamellaires des hémibranchies sont connectés par des cloisons complètes. Les tubes d'eau du marsupium sont indivis, et non tripartites; il n'y a aucun gonflement de la cloison interlamellaire dans les tubes d'eau. Les bords du marsupium gravide sont nets. L'extrémité ventrale du marsupium ne dépasse pas la portion non marsupiale des branchies. Le manteau ventral du siphon est simple, et il n'est pas modifié par des papilles ou des motifs semblables à un leurre.

Structure spatiale et variabilité des populations

Davis (1984) et Johnson *et al.* 1998a, b, c), à l'aide de l'électrophorèse des alloenzymes, ont respectivement décrit les variations génétiques des populations de *Q. quadrula* du Wisconsin et de l'Arkansas. Ils ont signalé des valeurs semblables pour le nombre d'allèles par locus (1,6) et le polymorphisme moyen (0,35-0,36) chez ces populations. Par contre, la moyenne dans la population du Wisconsin correspond à presque deux fois celle de la population de l'Arkansas. Ces données diffèrent de celles rapportées par Berg *et al.* (1998), qui ont étudié la variation alloenzymatique de populations de *Q. quadrula* de l'Ohio et du bas Mississippi; ils ont observé des valeurs de polymorphisme moyen, d'hétérozygotie moyenne, et de nombre d'allèles par locus beaucoup plus élevées que celles rapportées par Davis (1984) et Johnson *et al.* (1998a, b, c). Berg *et al.* (1998) ont également rapporté des valeurs de F_{st} et de distance génétique de Nei plus faibles que celles signalées par Johnson *et al.* (1998a, b, c). Ces données sur la distance génétique indiquent qu'il existe peu de variations génétiques entre les populations de *Q. quadrula* que Berg *et al.* ont examiné, et ce, même si une distance allant jusqu'à 2 000 km de rivière les sépare. Berg *et al.* (1998) ont avancé qu'il s'agissait peut-être d'une conséquence du flux génétique élevé attribuable à l'utilisation, par les glochidies, d'hôtes extrêmement mobiles (voir la section **BIOLOGIE : Cycle vital et reproduction**).

L'analyse préliminaire (figure 3) de données inédites (Levine, comm. pers., 2004; Zanatta, données inédites) sur la région du gène COI chez les populations de *Q. quadrula* de certaines régions des États-Unis, de l'Ontario et du Manitoba partagent la majorité de leurs haplotypes avec certaines populations des États-Unis. Ces résultats donnent à penser que les populations canadiennes sont des sous-ensembles issus des populations américaines. La diversité des haplotypes des populations de l'Ontario et du Manitoba

semble faible. Toutefois, ces deux populations présentent des haplotypes uniques qui ne sont partagés dans aucune autre région. Ceci révèle qu'il existe des données génétiques uniques dans chacune des populations de l'Ontario et du Manitoba.

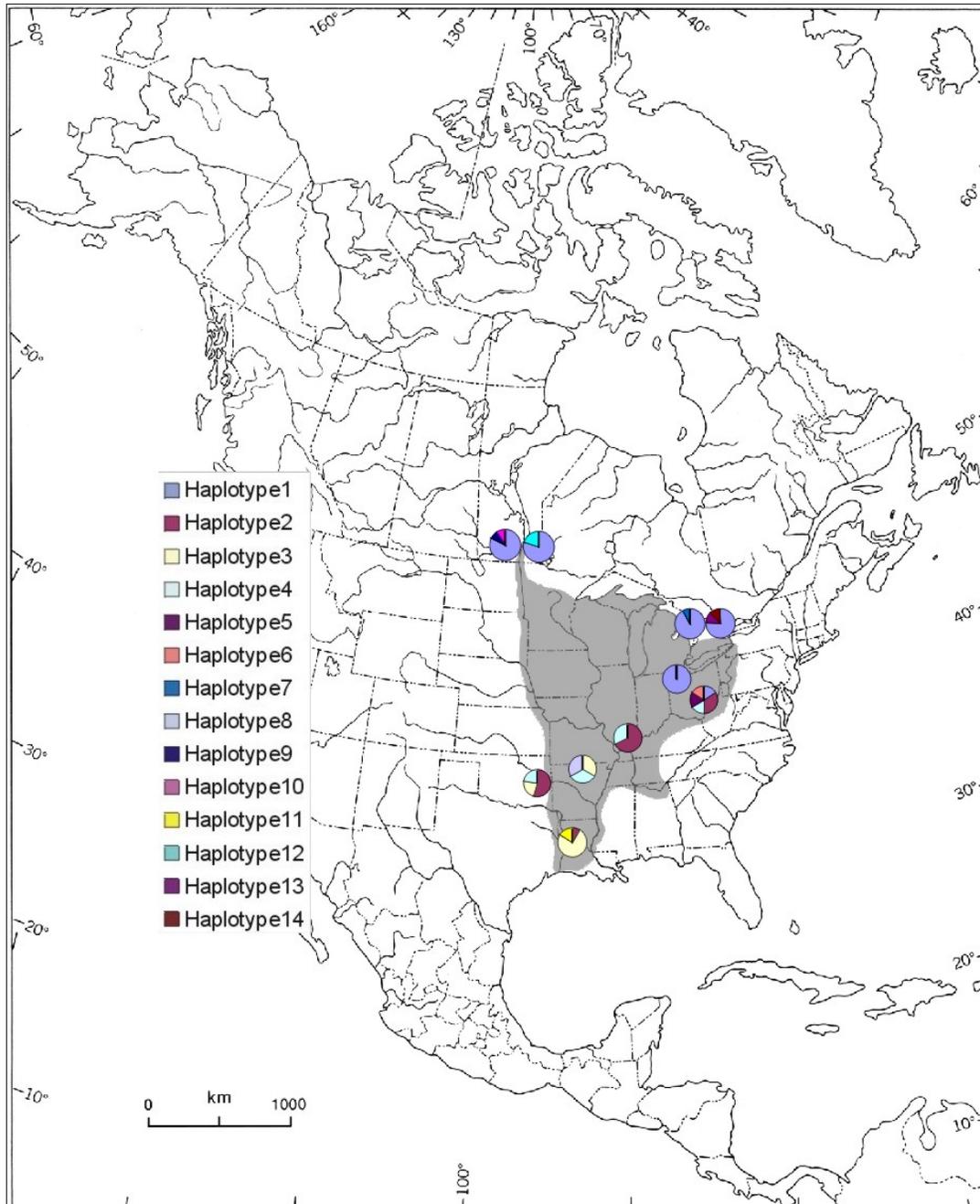


Figure 3. Répartition des haplotypes des sous-populations de *Quadrula quadrula* déterminée à l'aide du cytochrome oxydase I du génome mitochondrial. Les zones ombrées correspondent à l'aire de répartition nord-américaine du *Q. quadrula* (carte tirée de Parmalee et Bogan, 1998).

La structure génétique de la population de *Q. quadrula* dans la région des Grands Lacs a été étudiée en détail depuis le dernier rapport de situation du COSEPAC (2006). Galbraith *et al.* (2015) ont observé une importante diversité génétique chez les *Q. quadrula* échantillonnés dans les rivières Sydenham, Thames et Grand, avec une grande richesse allélique et une importante hétérozygotie dans huit loci microsatellites. La structure génétique du *Q. quadrula* était surtout évidente d'un cours d'eau à l'autre : les populations génétiques de *Q. quadrula* montraient des indices de division entre le site échantillonné dans la Sydenham et les sites échantillonnés dans la Grand et la Thames, les individus des deux derniers sites ne formant qu'une seule population (Galbraith *et al.*, 2015). Paterson *et al.* (2015) ont observé des signes évidents de flux génique entre les sites d'échantillonnage, de même qu'un clair isolement par la distance dans les zones côtières du lac Érie (partie du lac se trouvant aux États-Unis), de la rivière Maumee et de la rivière Grand (en Ontario). À plus grande échelle, des analyses des génotypes à l'aide de l'ADN microsatellite montrent que le *Q. quadrula* est probablement entré dans les Grands Lacs à la fin de la glaciation du Pléistocène par une voie unique, au moyen d'une connexion entre le réseau de la rivière Illinois (bassin versant du fleuve Mississippi supérieur) et le lac Michigan, et qu'il s'est ensuite dispersé dans l'ensemble de la région des Grands Lacs, et ne représente qu'une seule population génétique présentant un important flux génique (nombre de migrants par génération $[Nm] > 1$, Zanatta, données inédites). De plus, il semble que les sous-populations de *Q. quadrula* dans le lac Ontario se soient établies récemment (au cours des 200 dernières années) et que leur dispersion dans le lac ait été facilitée par la construction du canal Welland (Hoffman et Zanatta, données inédites).

Unités désignables

Le COSEPAC reconnaît l'existence d'unités inférieures à l'espèce (unités désignables [UD]). Les populations de *Q. quadrula* de l'Ontario et du Manitoba devraient être considérées comme des unités désignables séparées, car elles sont distinctes et importantes sur le plan de l'évolution. Elles satisfont aux trois critères du caractère distinct : l'occupation de différentes zones biogéographiques nationales d'eau douce du COSEPAC, une disjonction naturelle, et une distinction génétique. D'abord, elles occupent des zones biogéographiques d'eau douce distinctes. La population de l'Ontario occupe la zone biogéographique nationale d'eau douce des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent, alors que la population du Manitoba occupe la zone biogéographique nationale d'eau douce de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson. Deuxièmement, elles sont séparées par une importante disjonction de l'aire de répartition. La population de l'Ontario fait partie du bassin versant des Grands Lacs et du Saint-Laurent, et la population du Manitoba fait partie du bassin versant de la baie d'Hudson. En tant qu'organismes aquatiques, les moules et leurs poissons-hôtes ne se dispersent qu'à l'intérieur de ces bassins versants continentaux. En pratique, cela signifie que ces populations sont isolées et disjointes les unes des autres, et distinctes des autres populations nord-américaines de *Q. quadrula* du bassin de la rivière Ohio et du Mississippi, aux États-Unis. Troisièmement, elles peuvent être reconnues comme distinctes sur le plan génétique. Malgré une faible diversité génétique et le fait que la majorité des individus partagent un haplotype commun à toutes les populations nord-américaines, chaque population possède des haplotypes uniques. Les sous-populations de l'Ontario possèdent deux haplotypes distincts, et celles du Manitoba,

trois. L'importance sur le plan de l'évolution est également démontrée par les différences génétiques susceptibles de révéler une adaptation évolutionnaire locale aux différentes zones biogéographiques d'eau douce, comme on l'a démontré pour les poissons d'eau douce. En ce qui concerne le *Q. quadrula*, deux UD sont déjà reconnues (COSEWIC, 2006), et ont été nommées population des Grands Lacs – Ouest du Saint-Laurent et population de la Saskatchewan-Nelson. Ces anciens noms sont changés ici pour correspondre aux zones biogéographiques nationales d'eau douce du COSEPAC, mais les différentes UD pourraient également être respectivement appelées population de l'Ontario et population du Manitoba dans le présent rapport.

Importance de l'espèce

Il existe 20 espèces reconnues du genre *Quadrula*, parmi lesquelles une est considérée « disparue du pays », et quatre sont considérées « en voie de disparition » aux États-Unis (Williams *et al.*, 1993). Parmi les autres espèces, beaucoup sont considérées « vulnérables » à « gravement en péril » dans la majeure partie de leurs aires de répartition (NatureServe, 2016). Deux espèces du genre *Quadrula*, le *Q. pustulosa* et le *Q. quadrula*, sont présentes au Canada. La muette feuille d'érable est l'espèce la plus répandue du genre *Quadrula*; au Canada, elle est présente dans le sud-ouest de l'Ontario et au Manitoba. Elle semble en outre être actuellement l'espèce la plus stable dans la majeure partie de l'aire de répartition du genre *Quadrula*. En tenant compte de la situation des autres espèces du même genre, le *Q. quadrula* représente peut-être la meilleure possibilité de conserver le genre *Quadrula* à long terme. Les populations canadiennes se trouvent dans des bassins hydrographiques continentaux isolés de la principale aire de répartition de l'espèce; elles présentent des haplotypes uniques et constituent une base d'information écologique qui contribue à la conservation de la diversité de l'espèce.

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

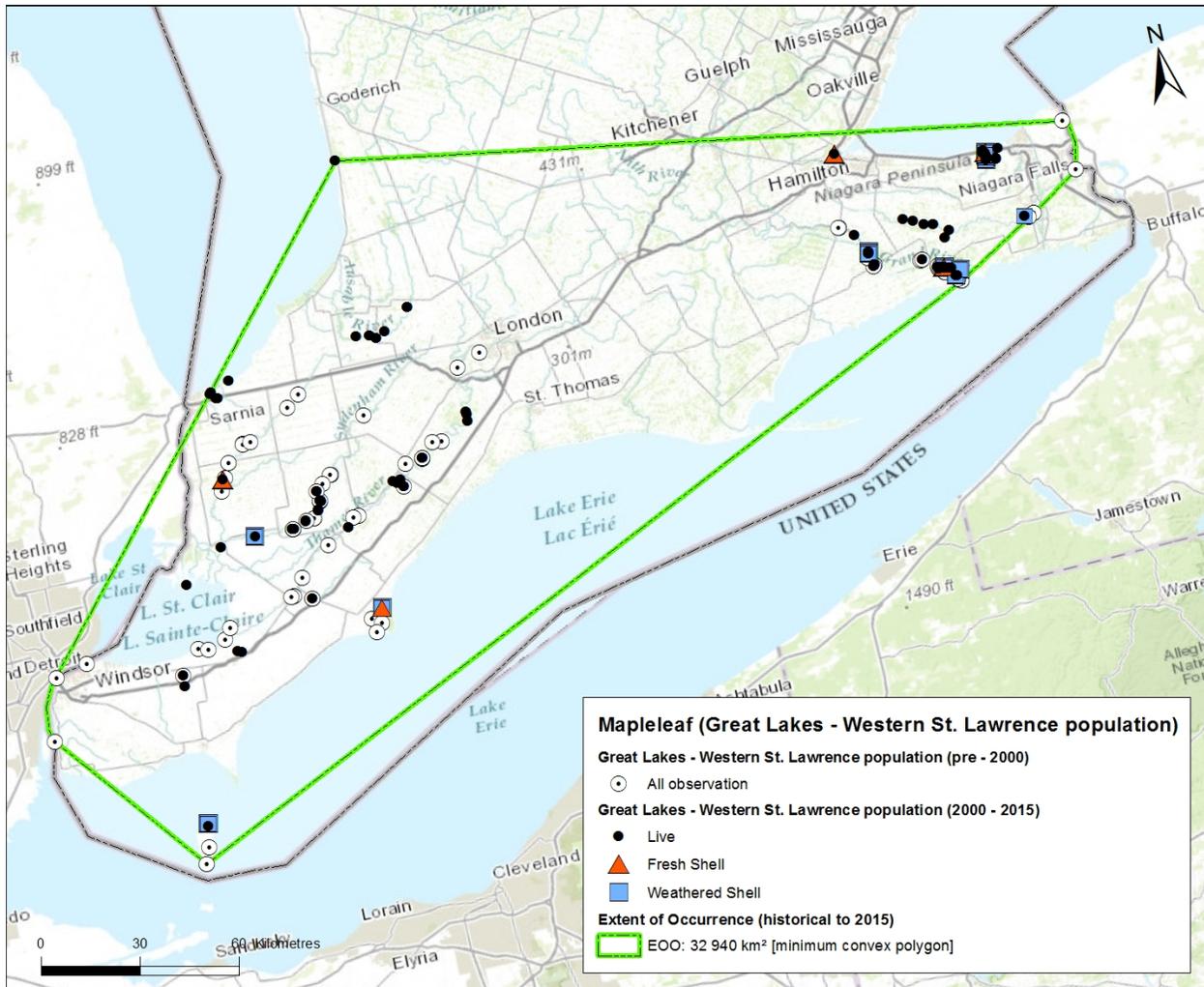
L'aire de répartition du *Quadrula quadrula* (localité-type : rivière Ohio) comprend l'ensemble des bassins versants de la rivière Ohio et du fleuve Mississippi, et s'étend vers le sud-est jusqu'à la Louisiane, vers le sud-ouest jusqu'à l'est du Texas, et vers le nord-ouest jusqu'au Minnesota (Clarke, 1981; Parmalee et Bogan, 1998; figure 3). L'espèce est présente dans le bassin versant de la rivière Rouge, au Dakota du Nord, au Minnesota et au Manitoba (Clarke, 1981; Cvanara, 1983). Dans le bassin versant des Grands Lacs, l'espèce a été observée dans les bassins versants des lacs Huron, Érié, Sainte-Claire et Ontario. Aux États-Unis, le *Q. quadrula* a été observé en Alabama, en Arkansas, en Iowa, en Illinois, en Indiana, au Kansas, au Kentucky, en Louisiane, au Michigan, au Minnesota, au Missouri, au Mississippi, dans le Dakota du Nord, au Nebraska, dans l'État de New York, en Ohio, en Oklahoma, en Pennsylvanie, dans le Dakota du Sud, au Tennessee, au Texas, au Wisconsin et en Virginie-Occidentale (Parmalee et Bogan, 1998; NatureServe, 2016).

Aire de répartition canadienne

Au Canada, le *Quadrula quadrula* n'a été signalé qu'en Ontario et au Manitoba (figure 3). En Ontario (figures 4 et 5), le *Q. quadrula* a été observé dans les lacs Sainte-Claire et Érié, et dans la rivière Niagara, de même que dans leurs affluents : le ruisseau Baptiste et les rivières Grand, Thames, Ruscom, Sydenham et Welland. On la trouve également dans les affluents de la partie sud du lac Huron, notamment dans la rivière Ausable, la rivière Bayfield, le ruisseau Perch/canal Tefler et dans le ruisseau Cow. Des individus vivants ont été trouvés dans le havre Jordan/ruisseau Twenty Mile, à Cootes Paradise (havre Hamilton), dans le ruisseau/étang Fifteen Mile et dans le ruisseau Sixteen Mile, qui sont des embouchures noyées de l'ouest du lac Ontario. Au Manitoba (figures 6 et 7), le *Q. quadrula* a été observé dans les rivières Assiniboine, Bloodvein, Bradbury, Brokenhead, La Salle, Rat, Rouge, Roseau, Seine et Wanipigow, et dans le ruisseau Cooks.

Zone d'occurrence et zone d'occupation

La zone d'occurrence actuelle (2000-2015) pour la population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent, calculée à l'aide de la méthode du plus petit polygone convexe autour des sites où des individus vivants ou des coquilles fraîches ont été observés est de 26 826 km² (figure 5). La superficie totale de la zone d'occurrence, y compris toutes les mentions historiques (avant 2000) et actuelles (2000-2015) est de 32 940 km² (figure 4); ce calcul suppose que l'aire de répartition ne s'est pas étendue depuis 2000 et que les nouvelles mentions d'occurrence sont le résultat des activités d'échantillonnage (voir la section suivante). La contraction de l'aire de répartition par la perte des sous-populations des rivières Détroit et Niagara et le long de la rive sud du lac Sainte-Claire a fait en sorte qu'on a calculé une diminution de 12,5 % de la zone d'occurrence. L'IZO discontinu actuel, calculé en fonction de l'occupation (d'individus vivants ou de coquilles fraîches) à l'aide d'une grille à carrés de 2 km de côté, est de 228 km² (tableau 1, figure 5); un IZO discontinu identique de 228 km² est calculé à partir de toutes les mentions datant d'avant 2000. Cette similarité apparente est encore une fois le résultat de sous-populations nouvellement découvertes, et camoufle la perte de carrés de la grille qui étaient autrefois occupés. L'IZO continu actuel est de 660 km² (calculé en incluant les carrés de 2 x 2 km le long des réseaux fluviaux se trouvant entre les carrés occupés, mais en excluant les eaux libres des Grands Lacs, où la densité des infestations par les moules de la famille des Dreissenidés (moule zébrée, *Dreissena polymorpha*, et moule quagga, *D. bugensis*) est élevée.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

UNITED STATES = ÉTATS-UNIS

Mapleleaf (Great Lakes – Western St. Lawrence population) = Mulette feuille d’érable (population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent)

Great Lakes – Western St. Lawrence population (pre-2000) = Population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent (avant 2000)

All observations = Toutes les observations

Live = Individus vivants

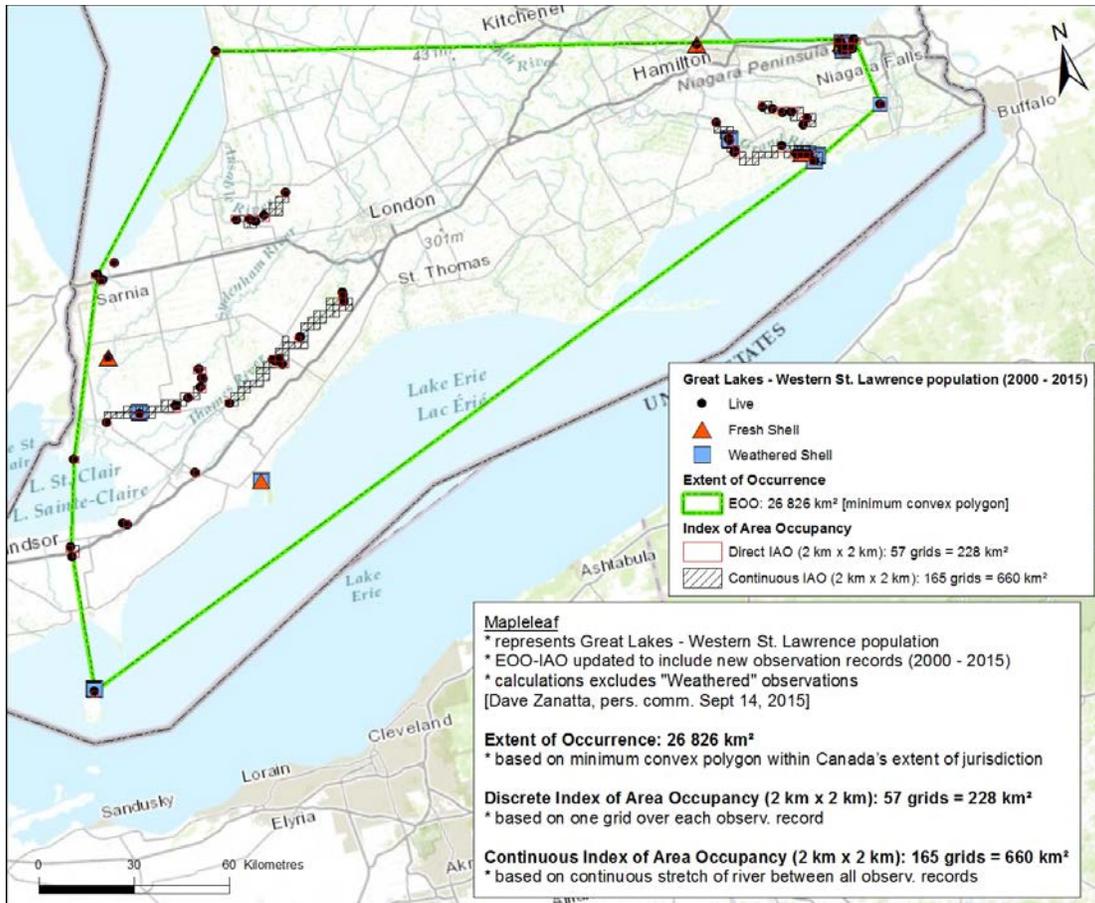
Fresh Shell = Coquilles fraîches

Weathered Shell = Coquilles altérées par les éléments

Extent of Occurrence (historical to 2015) = Zone d’occurrence (historique à 2015)

EOO: 32 940 km² (minimum convex polygon) = Zone d’occurrence : 32 940 km² (plus petit polygone convexe)

Figure 4. Aire de répartition totale du *Quadrula quadrula* en Ontario, d’après les mentions et les relevés datant d’avant et d’après 2000 rapportées la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. La zone d’occurrence totale calculée (historique et actuelle) est illustrée.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

UNITED STATES = ÉTATS-UNIS

Great Lakes – Western St. Lawrence population (2000-2015) = Population des Grands Lacs – Ouest Saint-Laurent (2000-2015)

Live = Individus vivants

Fresh Shell = Coquilles fraîches

Weathered Shell = Coquilles altérées par les éléments

Extent of Occurrence = Zone d'occurrence

EOO: 26 826 km² (minimum convex polygon) = Zone d'occurrence : 26 826 km² (plus petit polygone convexe)

Index of Area Occupancy = Indice de zone d'occupation

Direct IAO (2 km x 2 km): 57 grids = 228 km² = IZO discontinu (2 x 2 km) : 57 carrés = 228 km²

Continuous IAO (2 km x 2 km): 165 grids = 660 km² = IZO continu (2 x 2 km) : 165 carrés = 228 km²

represents Great Lakes – Western St. Lawrence population = représente la population des Grands Lacs – Ouest du Saint-Laurent

EOO-IAO updated to include new observation records (2000-2015) = Zone d'occurrence et IZO mis à jour pour inclure les nouvelles mentions d'occurrence

calculations excludes « Weathered » observations = le calcul exclut l'observation de coquilles altérées par les éléments

based on minimum convex polygon within Canada's extent of jurisdiction = basé sur le plus petit polygone convexe à l'intérieur du territoire du Canada

based on one grid over each observ. record = basé sur un carré placé sur chaque mention d'observation

based on continuous stretch of river between all observ. records = basé sur un tronçon de rivière continu entre toutes les mentions d'observation

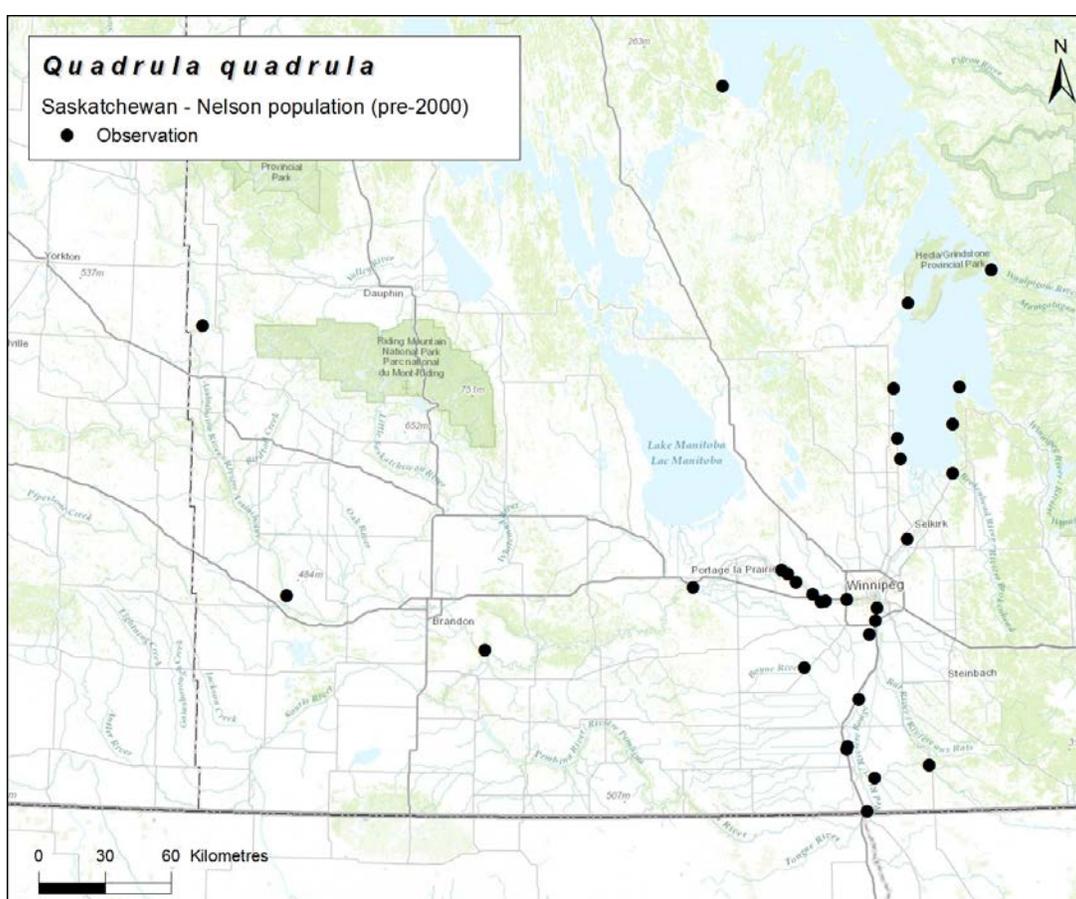
Figure 5. Aire de répartition actuelle du *Quadrula quadrula* en Ontario, d'après les mentions et les relevés de 2000 à 2015 rapportées la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. La rivière Bayfield correspond au point le plus au nord-ouest.

Tableau 1. Indice de zone d'occupation (IZO) selon une grille de 2 x 2 km superposée aux mentions d'occurrence du *Q. quadrula* en Ontario recueillies depuis 2000.

Localités	Indice de zone d'occupation (km ²)
Rivière Ausable	20
Rivière Sydenham Nord	4
Rivière Sydenham Est	32
Rivière Thames	28
Rivière Grand	44
Rivière Welland	20
Ruisseau Coyle	4
Rivière Oswego	4
Havre Jordan/ruisseau Twenty Mile	16
Étang Sixteen Mile	4
Ruisseau/étang Fifteen Mile	4
Cootes Paradise/ruisseau Spencer	4
Rivière Ruscom	8
Ruisseau Baptiste	4
Ruisseau McGregor	4
Rivière Bayfield	4
Delta de la rivière Sainte-Claire	4
Ruisseau Perch/canal Tefler	8
Ruisseau Cow	4
Lac Henry (île Pelée)	4
Baie Rondeau (lac Érié)	4
IZO TOTAL	228

La comparaison de l'aire de répartition historique et de l'aire de répartition actuelle (2000-2015) au Manitoba est également faussée par la présence de sous-populations nouvellement découvertes et par le fait que les sites précédemment occupés n'ont pas fait l'objet de nouveaux inventaires. L'aire de répartition actuelle au Manitoba a connu un déclin évident en comparaison avec l'aire de répartition historique (Clarke, 1973; Pip, comm. pers., 2004; Watkinson, comm. pers., 2015; Morris, données inédites) (figures 6 et 7). En mesurant à l'aide du plus petit polygone convexe tracé autour des sites comportant des individus vivants ou des coquilles fraîches, la zone d'occurrence actuelle (2000-2015) est d'environ 45 097 km² (figure 7), par rapport à la zone d'occurrence historique de 78 755 km², calculée à l'aide de toutes les mentions datant d'avant 2000 : ceci correspond à un déclin apparent de 42,7 %. L'IZO discontinu actuel (carrés de grille de 2 km de côté occupés par des individus vivants ou des coquilles fraîches) est estimé à 92 km² (tableau 2; figure 7), en comparaison avec l'IZO discontinu historique de 124 km², calculé à

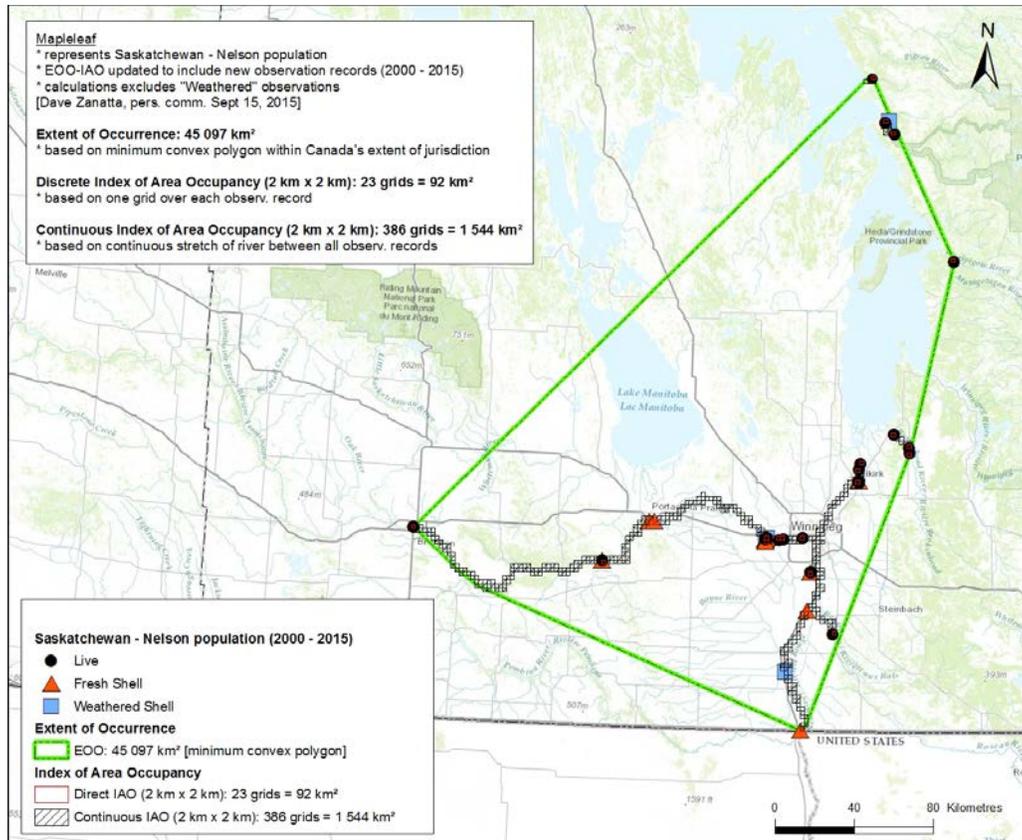
l'aide de toutes les mentions datant d'avant 2000 : ce qui représente un déclin de 25,8 %. L'IZO continu actuel (suivant les réseaux fluviaux occupés) est de 1 544 km². L'IZO continu n'inclut pas les eaux libres du lac Winnipeg, où le *Q. quadrula* n'a pas été observé au cours des dernières années, et où les moules zébrées se sont récemment établies (voir la section **Menaces**). On reconnaît que les activités d'échantillonnage n'ont peut-être pas été suffisantes pour déterminer s'il y a bien eu un déclin de la zone d'occurrence ou de l'IZO avec la contraction apparente de la zone d'occurrence venant du fait que l'on n'ait pas observé l'espèce récemment, soit le long de la rivière Assiniboine en amont de Brandon, soit le long de la rive ouest-centre du lac Winnipeg. Toutefois, aucune de ces zones n'a fait l'objet de nouveaux inventaires. Le calcul des déclin s'appuie sur les données disponibles. Le déclin de l'IZO pourrait être plus fiable en raison de la disparition apparente de l'espèce du lac Winnipeg.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Saskatchewan – Nelson population (pre-2000) = population de la Saskatchewan-Nelson (avant 2000)
 Kilometres = Kilomètres

Figure 6. Aire de répartition historique du *Quadrula quadrula* au Manitoba, d'après les mentions et les relevés datant d'avant 1992 rapportés par Clarke (1973) et par Pip (comm. pers., 2004). Le réservoir Shellmouth correspond au point le plus au nord-ouest.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

UNITED STATES = ÉTATS-UNIS

Saskatchewan-Nelson population (2000-2015) = Population de la Saskatchewan-Nelson (2000-2015)

Live = Individus vivants

Fresh Shell = Coquilles fraîches

Weathered Shell = Coquilles altérées par les éléments

Extent of Occurrence = Zone d'occurrence

EOO: 45 097 km² (minimum convex polygon) = Zone d'occurrence : 45 097 km² (plus petit polygone convexe)

Index of Area Occupancy = Indice de zone d'occupation

Direct IAO (2 km x 2 km): 23 grids = 92 km² = IZO discontinu (2 x 2 km) : 23 carrés = 92 km²

Continuous IAO (2 km x 2 km): 366 grids = 1 544 km² = IZO continu (2 x 2 km) : 366 carrés = 1 544 km²

represents Saskatchewan-Nelson population = représente la population de la Saskatchewan-Nelson

EOO-IAO updated to include new observation records (2000-2015) = Zone d'occurrence et IZO mis à jour pour inclure les nouvelles mentions d'occurrence

calculations excludes « Weathered » observations = le calcul exclut l'observation de coquilles altérées par les éléments

based on minimum convex polygon within Canada's extent of jurisdiction = basé sur le plus petit polygone convexe à l'intérieur du territoire du Canada

based on one grid over each observ. record = basé sur un carré placé sur chaque mention d'observation

based on continuous stretch of river between all observ. records = basé sur un tronçon de rivière continu entre toutes les mentions d'observation

Figure 7. Aire de répartition actuelle et calcul de la zone d'occurrence et de l'IZO du *Quadrula quadrula* au Manitoba, d'après les relevés datant de 2000 à 2015. Le ruisseau Cooks se jette dans la rivière Rouge à Selkirk, avant que cette dernière ne se jette dans le lac Winnipeg. Les rivières suivantes où le *Q. quadrula* a été observé se trouvent le long de la rive est du lac Winnipeg (du sud au nord) : Brokenhead, Wanipigow, Bloodvein (2 points et un carré) et Bradbury. La rivière La Salle River (triangle et points superposés) se jette dans la rivière Rouge au sud de Winnipeg.

Tableau 2. Indice de zone d'occupation (IZO) selon une grille de 2 x 2 km superposée aux mentions d'occurrence du *Q. quadrula* au Manitoba recueillies depuis 2000.

Localités	Indice de zone d'occupation (km ²)
Rivière Assiniboine (en amont du canal Portage)	16
Rivière Assiniboine (en aval du canal Portage)	20
Rivière Rouge	12
Rivière Brokenhead	12
Ruisseau Cooks	4
Rivière Rat	4
Rivière La Salle	4
Rivière Wanipigow	4
Rivière Bloodvein	8
Rivière Bradbury	4
Rivière Seine	4
IZO TOTAL	92

Activités de recherche et répartition du *Quadrula quadrula* en Ontario

La base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs a servi à recenser les mentions du *Q. quadrula* en Ontario. La base de données est continuellement mise à jour par le M. Todd Morris et son équipe du ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO), grâce aux résultats de nouveaux relevés effectués, de même qu'à l'aide de relevés réalisés ailleurs en Ontario par d'autres organismes (p. ex. ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario – MRNF). La base de données compte actuellement plus de 10 000 mentions de 40 espèces prélevées depuis 1860 dans plus de 2 500 sites des bassins versants des lacs Ontario, Érié et Sainte-Claire ainsi que du bassin inférieur du lac Huron. Pour obtenir une description détaillée de la base de données et de ses sources, voir Metcalfe-Smith *et al.* (1998a).

Le *Q. quadrula* a déjà été observé dans les rivières Détroit, Sydenham, Thames, Grand, Welland et Niagara, de même que dans les lacs Érié et Sainte-Claire. Voici les mentions les plus anciennes de l'espèce dans chacun de ces bassins : des années 1880 aux années 1930, dans le cadre de divers recensements menés dans la rivière Détroit (Schloesser *et al.*, 2006), en 1963 par H.D. Athearn dans la rivière Sydenham, près de Shetland; en 1894 par J. Macoun dans la rivière Thames, près de Chatham; en 1885 par J. Macoun dans la rivière Grand, près de Cayuga; en 1983 par D.J. Berg dans la rivière Welland, à Welland; en 1934 par J.P. Oughton dans la rivière Niagara; en 1894 par J. Macoun dans le lac Érié, à la baie Rondeau; en 1965 par C.B. Stein dans le lac Sainte-Claire, près de l'embouchure de la rivière Thames. La figure 4 montre l'aire de répartition totale du *Q. quadrula* en Ontario, y compris l'aire de répartition historique fondée sur

106 observations faites entre 1885 et 2000. L'aire de répartition actuelle de l'espèce, établie d'après 1 647 mentions (individus vivants) datant de 2000 à 2015 (c.-à-d. durant la dernière génération de *Q. quadrula*).

La disparition quasi totale des populations de *Q. quadrula* et d'autres espèces de moules d'eau douce des eaux canadiennes et américaines du bassin inférieur des Grands Lacs et de ses voies interlacustres est attribuable aux effets négatifs des moules de la famille des Dreissenidés. De petites populations de moules indigènes isolées subsistent toujours dans quelques zones côtières, où les densités de dreissenidés sont demeurées faibles (voir par exemple Nichols et Wilcox, 1997; Zanatta *et al.*, 2002; McGoldrick *et al.*, 2009; Crail *et al.*, 2011; Zanatta *et al.*, 2015; Morris, données inédites). Dans la rivière Détroit, moins de 10 % de la population d'unionidés, et seulement 13 des 24 espèces qui y étaient présentes avant l'arrivée des dreissenidés ont survécu jusqu'en 1994 (Schloesser *et al.*, 1998). Seulement 5 moules vivantes ont été observées au cours des recensements de suivi menés dans plusieurs localités, en 1998 (Schloesser *et al.*, 2006), mais aucune n'appartenait à l'espèce *Q. quadrula*. Nalepa *et al.* (1996) ont mené des travaux de recensement dans 29 localités situées au large du lac Sainte-Claire en 1986, 1990, 1992 et 1994. Des *Q. quadrula* vivants ont été observés dans une localité aux États-Unis en 1986 et en 1990, mais non pendant les recensements subséquents. Gillis et Mackie (1994) ont recensé une zone au large de l'embouchure de la rivière Puce, sur la rive sud-ouest du lac Sainte-Claire, de 1990 à 1992. Le nombre d'espèces trouvées est passé de 11 en 1990 à 4 en 1991, et aucune moule vivante n'a été trouvée en 1992. Aucun *Q. quadrula* n'a été trouvé durant ces relevés. De 1999 à 2001, Zanatta *et al.* (2002) ont recensé 95 sites dans des zones situées près des rives du lac Sainte-Claire; ils ont découvert un *Q. quadrula* près de l'embouchure de la rivière Thames, en 1999. En 2003, Metcalfe-Smith *et al.* (2004) ont procédé à un recensement semblable dans 28 sites dans les eaux canadiennes et américaines du delta du lac Sainte-Claire, et ils n'ont trouvé aucun *Q. quadrula* vivant. Un individu vivant a ensuite été prélevé dans le delta, en 2005, mais aucun autre individu n'a été prélevé depuis (McGoldrick *et al.*, 2009). Des *Q. quadrula* ont été signalés dans la baie Rondeau, sur la rive nord du lac Érié, en 1894 et en 1961, mais seules de vieilles coquilles abîmées ont été trouvées au cours d'un recensement mené en 2001 (Zanatta, données inédites). En 2014 et 2015, d'autres échantillonnages réalisés par le MRNF de l'Ontario dans 15 sites (4,5 heures-personnes [h-p] de recherche dans chaque site) de la baie Rondeau ont révélé la présence d'individus vivants d'espèces appartenant à l'ordre des Unionidés, notamment un grand nombre de grandes anodontes (*Pyganodon grandis*); deux coquilles fraîches de *Q. quadrula* ont été trouvées (Reid *et al.*, 2016). La présence de *Q. quadrula* a été signalée dans l'île Pelée en 1962, 1978 et 1985, et des coquilles y ont été prélevées en 1992. Aucun autre recensement n'a été mené autour de l'île Pelée, mais 19 localités des îles Bass, situées à proximité, dans les eaux américaines, à quelques kilomètres de l'île Pelée, ont fait l'objet de recensements en 1998, et aucun unionidé n'y a été observé (Ecological Specialists Inc., 1999). Pourtant, en 1960, un site de l'île South Bass abritait 27 espèces de mollusques vivants. Un relevé non officiel réalisé par le MRNF de l'Ontario dans le lac Henry (dans une baie), à l'extrémité nord de l'île Pelée, a révélé la présence de deux *Q. quadrula* vivants à l'été 2015 (Cairns, comm. pers., 2015). Il existe 2 mentions historiques de *Q. quadrula* dans la rivière Niagara. En 2001, un recensement a été effectué dans 13 localités pour le compte de la New York Power Authority. De vieilles

coquilles de 16 espèces ont été trouvées, et une des localités abritait des spécimens vivants de 3 espèces. Malheureusement, le consultant qui a réalisé le recensement n'a pas été en mesure de révéler le nom des espèces vivantes découvertes (Schneider, comm. pers., 2002). Un autre échantillonnage (limité) effectué en 2011 du côté américain de la rivière Niagara n'a pas permis de récupérer des *Q. quadrula* vivants (Zanatta *et al.*, 2015). La présence de *Q. quadrula* vivants a été confirmée dans la rivière Welland en 2008, et 25 individus vivants ont été prélevés dans un seul site près de Warner, dans la région de Niagara, en Ontario (Morris *et al.*, 2012a). Le même site de la rivière Welland a été visité de nouveau en 2014 et a été recensé pendant 12,5 h-p, ce qui a donné lieu à l'observation de 58 *Q. quadrula* vivants (Hoffman, données inédites), et d'autres spécimens vivants ont été prélevés en 2015 dans le ruisseau Coyle et dans la rivière Oswego (affluents de la rivière Welland, Morris, données inédites).

En 2010, le *Q. quadrula* a été découvert dans le havre Jordan, une baie de l'ouest du lac Ontario. D'autres relevés effectués en 2011, 2013, 2014 et 2015 ont permis de confirmer la présence d'une grande quantité d'individus vivants dans le havre Jordan/ruisseau Twenty Mile, et de spécimens vivants dans d'autres baies côtières du lac Ontario : ruisseau Sixteen Mile, ruisseau/étang Fifteen Mile, Cootes Paradise/ruisseau Spencer (havre Hamilton) (Reid *et al.*, 2014; Minke-Martin *et al.*, 2015; Ontario MNRF, données inédites; McNichols-O'Rourke et Morris, données inédites).

D'après Metcalfe-Smith *et al.* (2003), le *Q. quadrula* a été observé plus fréquemment dans la rivière Sydenham lors des relevés réalisés de 1999 à 2004 que dans les relevés menés dans le passé (avant 1991). On a observé des spécimens dans 56 % des 16 sites ayant fait l'objet de recensements de 1997 à 1999, alors que, de 1929 à 1991, l'espèce n'était présente que dans 30 % des 23 sites des mêmes tronçons. Les recensements intensifs menés dans la rivière Sydenham se sont poursuivis, et, à la fin de 2004, un total de 18 sites avaient fait l'objet d'un échantillonnage semi-quantitatif et 15 autres, d'un échantillonnage quantitatif (dans 13 sites, l'échantillonnage a été réalisé à l'aide des 2 techniques). On sait aujourd'hui que l'aire de répartition du *Q. quadrula* dans le bras est de la rivière Sydenham s'étend de Tupperville à environ 10 km en amont d'Alvinston. De nombreux sites ayant été échantillonnés avec succès le long de ce tronçon de la rivière Sydenham ont été rééchantillonnés de 1997 à 2015; chaque fois, des *Q. quadrula* y ont été observés (Metcalfe-Smith et Zanatta, 2003; Bouvier et Morris, 2010; Morris, données inédites). Des *Q. quadrula* ont été observés de manière plus éparsée dans le bras nord de la rivière Sydenham (ruisseau Bear), depuis Petrolia, vers l'aval jusqu'à Wallaceburg (Metcalfe-Smith et Zanatta, 2003).

Il n'existe que des mentions historiques éparsées de moules dans la rivière Thames. Cependant, le *Q. quadrula* a été signalé dans plusieurs sites des tronçons intermédiaire et inférieur de la rivière en 1894, 1934, 1963, 1973, 1985 et 1991-1992. La rivière a fait l'objet de relevés intensifs dans les années 1990 et 2000. Morris (1996) a recensé 30 sites en 1994, en mettant l'accent sur les petits affluents; il a observé le *Q. quadrula* dans un site du ruisseau McGregor, à Chatham. Metcalfe-Smith *et al.* (1998b, 1999) ont échantillonné 16 sites, principalement dans le cours principal, et ont observé l'espèce dans 7 sites de la partie inférieure du bassin versant. Morris a recensé 25 sites de la Thames supérieure, en

amont de Delaware, en 2004, et n'a observé aucun *Q. quadrula*. En 2005, Morris est retourné recenser la Thames inférieure et a observé des spécimens de *Q. quadrula* dans 10 sites. Bien que ses données n'étendent pas l'aire de répartition de l'espèce dans la rivière Thames, elles comblent certaines lacunes relatives à la couverture et montrent que le *Q. quadrula* occupe la majeure partie de la Thames inférieure (Morris et Edwards, 2007). Les données connues n'indiquent aucun changement temporel dans la répartition du *Q. quadrula* dans la rivière Thames.

Des *Q. quadrula* vivants ont été observés dans la rivière Ruscom, un affluent du lac Sainte-Claire, et dans le ruisseau Baptiste, un affluent, de la Thames inférieure, où 9 spécimens ont été observés lors des relevés de 2011 (McNichols-O'Rourke *et al.*, 2012). Dans la rivière Ruscom, le *Q. quadrula* a été découvert pour la première fois en 1998 par Zanatta (2000), dans le cadre de relevés limités. D'autres relevés effectués par le MPO ont permis d'observer 26 spécimens vivants dans 2 sites sur 6 en 2010 (McNichols-O'Rourke *et al.*, 2012).

La rivière Grand est l'un des bassins hydrographiques de l'Ontario où les moules sont le plus étudiées; en effet, il existe près de 1 000 mentions réalisées entre 1885 et 2014. Des collections ont été créées presque toutes les décennies. D'importants recensements ont été menés de 1970 à 1972 (68 sites; Kidd, 1973), en 1995 ainsi qu'en 1997 et en 1998 (94 sites; Metcalfe-Smith *et al.*, 2000a). La répartition du *Q. quadrula* n'a pas changé dans la rivière Grand; l'espèce a toujours été présente dans la partie aval de la rivière, sur les 50 km qui séparent Caledonia de Port Maitland. En 2008, de nombreux spécimens vivants ont été observés en amont du barrage, à Dunnville (Paterson *et al.*, 2015). En 2011, 5 sites ont été recensés dans la rivière Grand inférieure, et des *Q. quadrula* vivants ont été observés dans tous les sites (McNichols-O'Rourke *et al.*, 2012). Des spécimens ont encore été prélevés en 2014 en aval du barrage, à Dunnville (Hoffman, données inédites; Minke-Martin *et al.*, 2015).

Le *Q. quadrula* peut aussi être trouvé dans certains affluents du sud du lac Huron. Detweiler (1918) a réalisé des travaux d'échantillonnage dans la rivière Ausable en 1916, principalement afin d'y trouver des espèces à coquille épaisse susceptibles d'être utilisées dans l'industrie du bouton de nacre. Il existe également des mentions datant de 1929 et de 1950 et visant un site près de Hungry Hollow, dans la partie inférieure du bassin. Morris et Di Maio (1998-1999) ont effectué un recensement dans 6 sites de la rivière en 1993-1994. Le *Q. quadrula* ne faisait pas partie des 14 espèces trouvées. Metcalfe-Smith *et al.* (données inédites) ont recensé 25 sites de la rivière de 1998 à 2004 et y ont observé 23 espèces de moules vivantes, dont le *Q. quadrula*, qui était présent dans 4 sites concentrés dans un court tronçon de la partie inférieure du cours principal. D'autres relevés par quadrats effectués par l'Office de protection de la nature d'Ausable Bayfield (OPNAB) et le MPO, de 2009 à 2013, ont permis de confirmer cette répartition dans la rivière Ausable (ABCA, données inédites; Bouvier et Morris, 2010). En 2007, un spécimen vivant a été trouvé à l'embouchure de la rivière Bayfield durant un bioblitz intensif du bassin versant (Morris *et al.*, 2012b). Des relevés effectués en 2014 visant 2 petits affluents (ruisseau Perch/canal Tefler et ruisseau Cow) se jetant dans le sud du lac Huron, près de Sarnia, ont permis d'observer 24 *Q. quadrula* vivants (Carroll, données inédites). Il s'agit de

nouvelles mentions dans des cours d'eau qui n'avaient pas encore été recensés dans le bassin versant du lac Huron. Les relevés réalisés dans les bassins versants des rivières Maitland et Saugeen n'ont pas permis d'observer d'indices de la présence du *Q. quadrula* (McNichols-O'Rourke *et al.*, 2012), et il semble peu probable que le *Q. quadrula* ait déjà occupé le bassin inférieur du lac Huron au nord de la rivière Bayfield.

Activités de recherche et répartition du *Quadrula quadrula* au Manitoba

Il existe peu de mentions historiques du *Q. quadrula* au Manitoba. Clarke (1973) a résumé l'historique des recherches malacologiques dans le bassin intérieur du Canada ainsi que les résultats des recherches menées sur la répartition des mollusques de 1959 à 1969. Au cours de cette période, des recensements ont été effectués au Manitoba, pendant 7 ans. Au total, 103 sites ont été examinés, et environ 15 310 spécimens représentant 13 espèces ont été prélevés. Les méthodes d'échantillonnage comprenaient des recherches visuelles en eau claire, à l'aide d'une boîte d'observation à fond vitré, et le toucher. La collecte a donc eu lieu près de la rive, à une profondeur qui n'excédait pas la hauteur de la taille (environ 1 m). De 1961 à 2000, Pip (comm. pers., 2004) a effectué des recherches sur les mollusques d'eau douce au Manitoba; elle a enregistré la présence de moules d'eau douce dans divers sites le long de la rivière Assiniboine, dans des affluents de la rivière Rouge, et dans le lac Winnipeg. Ces deux sources, de même qu'une étude unique de Scaife et Janusz (1992), fournissent l'essentiel des données sur la répartition historique du *Q. quadrula* au Manitoba jusqu'en 2000.

Les résultats résumés par Clarke (1973) indiquent que, dans le bassin de la baie d'Hudson, le *Q. quadrula* était réparti dans la rivière Rouge et dans les tronçons inférieurs de ses principaux affluents, tels que les rivières Assiniboine et Roseau, au Manitoba (figure 6), la rivière Rouge Lake, au Minnesota, et les rivières Pembina et Sheyenne, au Dakota du Nord. Au Manitoba, Clarke (1973) signale le *Q. quadrula* dans la rivière Rouge à Saint-Jean-Baptiste et à Aubigny, et rapporte des mentions historiques dans la rivière Rouge à Fort Garry, à Winnipeg et à Emerson. Le *Q. quadrula* a également été prélevé dans la rivière Assiniboine à Winnipeg et dans les environs, de même que dans la rivière Roseau près de Tolstoi. Des données recueillies par Pip (comm. pers., 2004) établissent l'aire de répartition de l'espèce sur toute la longueur de la rivière Assiniboine, soit du lac des Prairies, à Winnipeg, ainsi que dans certains sites des rivières Shell, Rat, Morris, Seine et La Salle et du lac Winnipeg. À l'exception de la rivière Assiniboine inférieure, près de Winnipeg, il s'agit de sites dans lesquels le *Q. quadrula* n'avait pas été observé dans le passé (Clarke, 1973). Watson *et al.* (1998) et Carney (2003a; données inédites) n'ont pas non plus observé de *Q. quadrula* dans les sites additionnels mentionnés par Pip. L'étude par Scaife et Janusz (1992) dans la rivière Assiniboine, près de Winnipeg, a révélé la présence de *Q. quadrula* bien à l'intérieur de l'aire de répartition établie par Clarke (1973) et Pip (comm. pers., 2004). En prenant ces résultats conjointement, il semble raisonnable de conclure que la répartition historique de l'espèce se limitait à la rivière Rouge ainsi qu'aux tronçons inférieurs de ses affluents, à la rivière Assiniboine et au lac Winnipeg.

Les recherches sur les communautés de moules d'eau douce du Manitoba réalisées à la fin des années 1990 et au début des années 2000 laissent croire que l'aire de répartition du *Q. quadrula* est en déclin. Dans le bassin versant de la rivière Assiniboine, Watson *et al.*, (1998) et Carney (2003a) ont recensé l'espèce dans la rivière Assiniboine inférieure, soit dans le tronçon se trouvant en aval du canal Portage, un vaste barrage situé à Portage la Prairie qui détourne l'eau de la rivière Assiniboine vers le lac Manitoba, au nord. Watson *et al.* (1998) ont recensé 18 sites dans un tronçon de 157 km de la rivière Assiniboine, entre Portage la Prairie et Winnipeg, et ils ont prélevé des spécimens de *Q. quadrula* dans 4 de ces sites. Watson *et al.* (1998) ont inventorié 167 autres sites dans 15 rivières s'écoulant dans la rivière Assiniboine, et n'ont trouvé l'espèce dans aucun de ces sites. Carney (2003a, 2004a, 2000b) a fait des échantillonnages dans 67 sites répartis dans 10 rivières, et a récupéré des *Q. quadrula* vivants dans certains sites de la rivière Assiniboine inférieure. Ces sites se trouvaient en grande partie dans les mêmes tronçons que ceux rapportés par Watson *et al.* (1998). De plus, Carney (2003a) a prélevé un seul petit individu à environ 50 km en amont du canal Portage (figure 7). À ce moment, il s'agissait de l'unique cas rapporté de *Q. quadrula* en amont du canal Portage. De vastes recensements effectués ultérieurement en amont du canal Portage jusqu'au réservoir Shellmouth n'ont pas permis de trouver d'autres spécimens de cette espèce (Carney, données inédites). Toutefois, Mazur (2007), dans le cadre d'une relocalisation de moules associée à la construction d'un pont, a rapporté la présence de quatre *Q. quadrula* dans la rivière Assiniboine à la hauteur de la ville de Brandon. Ces individus ont été récupérés en plongée autonome dans un transect de la rivière. Ces observations laissent croire que le *Q. quadrula* est présent dans l'ensemble du tronçon de la rivière Assiniboine, jusqu'au réservoir Shellmouth, mais des recherches en plongée autonome dans les eaux profondes non accessibles à l'aide des méthodes de recherche employées précédemment (à la main dans les eaux peu profondes) seront nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

Des relevés réalisés par Pip (comm. pers., 2004) dans l'ensemble du lac Winnipeg, dans les années 2000, n'ont révélé aucun signe de la présence du *Q. quadrula*. Un seul *Q. quadrula* vivant a été signalé (Staton, comm. pers., 2005) dans la rivière Bloodvein, qui se jette dans le lac Winnipeg, durant une expédition en canot. Cette zone n'avait jamais été recensée auparavant en ce qui concerne les moules. Cette heureuse découverte a permis de soulever la possibilité que le *Q. quadrula* soit présent dans les affluents de l'est du lac Winnipeg, et qu'il est peut-être encore présent dans le lac Winnipeg lui-même. D'autres relevés menés en 2015 ont permis de confirmer qu'une grande quantité de *Q. quadrula* vivants étaient présents dans la rivière Bloodvein (Watkinson, comm. pers., 2015). On a rapporté la présence de deux *Q. quadrula* vivants dans la rivière Bradbury, un affluent du lac Winnipeg situé au nord de la rivière Bloodvein (Oliver et Lowdon, 2015). Un nouveau site dans la rivière Wanipigow (un affluent du lac Winnipeg) a également été découvert en 2015, et trois individus vivants y ont été observés (Watkinson, comm. pers., 2015). Des relevés réalisés dans la rivière Brokenhead ont permis d'observer un total de six *Q. quadrula* vivants dans trois sites près de l'embouchure de cette dernière au lac Winnipeg (Morris, données inédites). Collectivement, ces nouvelles découvertes donnent à penser qu'il pourrait exister des sous-populations isolées de *Q. quadrula* dans des affluents situés sur les rives est et nord du lac Winnipeg. Ces données sont conservées dans la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs.

Les relevés réalisés par le MPO (Morris, données inédites) dans le ruisseau Cooks, un affluent de la rivière Rouge, au nord de Winnipeg, ont permis d'observer 7 *Q. quadrula* vivants en 2013, et trois individus vivants, de même que des coquilles fraîches en 2014. Les relevés réalisés dans la rivière La Salle, dans le parc La Barriere, au sud de Winnipeg, n'ont permis d'observer qu'un seul *Q. quadrula* vivant en 2011. La présence de l'espèce dans ce site a été confirmée avec 3 et 29 individus vivants observés respectivement en 2013 et 2014 (Morris, données inédites). La rivière Rat a fait l'objet de relevés en 2013, et un seul individu vivant a été observé (Morris, données inédites). Carney (2004a) n'a observé aucun *Q. quadrula* vivant dans les sites recensés par Clarke (1973) le long de la rivière Rouge, malgré la grande présence de coquilles fraîches d'individus échoués en raison des bas niveaux d'eau en 2003. En 2004, Carney et Watkins (données inédites) ont recensé des sites le long de la rivière Rouge, au sud de Winnipeg, y compris ceux mentionnés par Clarke (1973), mais n'ont observé aucun *Q. quadrula* vivant. Ils ont trouvé une demi-douzaine de coquilles vides très altérées par l'exposition aux éléments. Les relevés réalisés par le MPO en 2013, près de l'autoroute 75, n'ont pas permis d'observer des individus vivants, mais ont permis de prélever 80 coquilles entières (Morris, données inédites). Ces données appuient l'hypothèse selon laquelle il existe un assemblage sain de *Q. quadrula* dans la rivière Rouge, mais il sera extrêmement difficile d'en confirmer la présence vu la nature de la rivière. En 1992, des *Q. quadrula* vivants ont été prélevés dans la rivière Roseau (Carney, données inédites), mais non dans le cadre des relevés réalisés en 2003-2004. L'espèce n'a pas été observée dans cette rivière depuis.

Les populations dans l'Assiniboine semblent se présenter en assemblages de quelques individus largement séparés par de grands tronçons de lit fluvial composé de sables mouvants, ce qui constitue un habitat qui n'est absolument pas convenable. L'absence d'activités de recherche intensives dans cette rivière reflète les difficultés et les dangers associés au recensement en raison de la taille, de la force du courant et de la turbidité de la rivière. La présence du *Q. quadrula* dans les affluents laisse croire que l'espèce est présente dans la rivière Rouge, mais cette hypothèse n'a pas été confirmée en raison des difficultés d'échantillonnage. La présence de l'espèce dans les rivières Bloodvein, Bradbury et Wanipigow accroît la possibilité distincte de la présence d'assemblages encore non découverts dans d'autres rivières qui se jettent dans le lac Winnipeg. On ignore si des sous-populations subsistent dans la rivière Roseau. Des études récentes n'ont pas révélé d'indices de la présence de l'espèce dans cette rivière dans les sites où elle a déjà été observée. Toutefois, la quantité limitée d'activités de recherche dans cette rivière et les faibles densités de moules ne peuvent pas exclure la présence de *Q. quadrula* dans la rivière Roseau. Toutes ces observations ont été faites à l'intérieur de la zone d'occurrence historique, mais accroissent l'indice de zone d'occupation (IZO).

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

Le *Quadrula quadrula* se rencontre dans divers milieux, notamment dans les rivières moyennes à larges dont le courant est lent à modéré, dans les grandes baies fluviales, dans les milieux humides côtiers et les baies des Grands Lacs, dans les lacs peu profonds et dans les bassins de retenue profonds. L'espèce a été observée dans des substrats de vase, de sable et de gravier. Les substrats de prédilection mentionnés sont les mélanges de sable et de gravier fin (Parmalee et Bogan, 1998), et de vase et de sable (Clarke, 1981). Cette variabilité reflète probablement l'adaptabilité de l'espèce à des milieux précis et à divers substrats. Au Canada, le *Q. quadrula* est la plupart du temps recueilli dans des rivières moyennes à larges, dans du gravier et du sable grossier fermement tassé ou dans des substrats d'argile/vase fermement tassés. Le *Q. quadrula* est habituellement prélevé à la surface du substrat en position de « pierre tombale », sa marge postérieure exposée au courant de l'eau, et sa marge antérieure fermement enfouie dans le substrat. En Ontario et au Manitoba, on a autrefois observé l'espèce dans de grands lacs, mais les données indiquent que l'espèce est largement disparue des milieux d'eaux libres en raison de la compétition et de la modification de l'habitat attribuables à la présence des dreissenidés ainsi qu'au ruissellement agricole (Schloesser et Nalepa, 1994; Pip, comm. pers., 2004).

Tendances en matière d'habitat en Ontario

L'invasion des Grands Lacs par les moules de la famille des dreissenidés a commencé en 1986 (avec les moules zébrées) et avait entraîné la quasi-disparition des moules indigènes des lacs Érié et Sainte-Claire, de même que des rivières Détroit et Niagara, au milieu des années 1990. Seules des communautés isolées présentant une richesse spécifique réduite et une abondance relativement faible survivent encore dans plusieurs baies et marais le long de la rive états-unienne du lac Érié et dans la région du delta du lac Sainte-Claire. Comme le *Q. quadrula* a toujours été rare dans ces eaux, la perte de ces milieux est moins significative pour la population globale de l'espèce que pour nombre d'autres unionidés. Il est intéressant de constater que le *Q. quadrula* est l'espèce dominante d'unionidés dans les zones côtières de l'ouest du lac Érié (côté états-unien du lac), et qu'il représente > 60 % de la communauté relique dans laquelle les unionidés ont été capables de survivre à l'invasion par les dreissenidés (Zanatta *et al.*, 2015). Malgré les types d'habitats similaires (baies, embouchures noyées, et milieux humides côtiers) du côté canadien du lac Érié, on ne trouve actuellement le *Q. quadrula* que dans le lac Henry (une baie côtière de l'île Pelée, Cairns comm. pers., 2015), dans la baie Rondeau, et à l'embouchure de la rivière Grand. Les habitats dans les baies côtières de l'ouest du lac Ontario sont très similaires sur le plan hydrologique à ceux où le *Q. quadrula* est présent dans l'ouest du lac Érié (Zanatta *et al.*, 2015). Les bassins versants des baies côtières du lac Ontario, où le *Q. quadrula* est actuellement présent sont les suivants : ruisseau Twenty Mile (havre Jordan), ruisseau Sixteen Mile, ruisseau/étang Fifteen Mile, et Cootes Paradise (havre Hamilton); ils montrent tous des indices de charge élevée en nutriments (phosphore), et leurs conditions forestières et riveraines sont dégradées (NPCA, 2012).

Les communautés de moules dans la rivière Grand ont connu un déclin marqué, passant de 32 espèces à seulement 17 au début des années 1970. Kidd (1973) a attribué ce déclin à la pollution, à la l'envasement et à la présence de barrages. Il a trouvé d'autres moules vivant en aval de barrages ou dans des réservoirs, et a remarqué qu'aucun de ces barrages n'était muni de passes à poissons. Il a également observé que les concentrations d'oxygène dissous étaient faibles dans les tronçons inférieurs de la rivière, fort probablement en raison du ruissellement agricole. La pollution attribuable aux eaux usées était probablement la principale cause du déclin des moules dans cette rivière (Metcalf-Smith *et al.*, 2000b). Au moment où le relevé de Kidd a été effectué, seulement 7 des 22 usines d'épuration des eaux usées (UEEU) situées le long de la rivière disposaient d'un système de traitement secondaire depuis 10 ans, 7 autres étaient passées d'aucun traitement à un traitement secondaire durant cette période, et les 8 autres étaient en train de mettre en place des installations de traitement pour la première fois. Vingt-cinq ans plus tard, Metcalfe-Smith *et al.* (2000b) ont observé que les communautés de moules de la rivière avaient augmenté (fort probablement en réponse aux importantes améliorations dans la qualité de l'eau et à une augmentation associée du nombre de poissons d'eaux chaudes, dont le nombre d'espèces était passé de 16 à 26) (Coleman, 1991). McNichols *et al.* (2012) ont confirmé que 26 espèces de moules peuvent être trouvées vivantes dans la rivière Grand depuis 2011, notamment 4 espèces désignées en voie de disparition aux termes de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). Les 5 espèces qui semblent être disparues de la rivière Grand sont également désignées « en voie de disparition » aux termes de la LEP. La population humaine du bassin versant a presque triplé, passant de 375 000 à 985 000 de 1971 à 2014, et on s'attend à ce qu'elle atteigne 1,53 million en 2051 (CRD, 1997 et 2009). Le pourcentage du débit quotidien minimal consistant d'effluents traités variait de 1 à 22 % en 1993, et la capacité de la rivière de recevoir davantage d'eaux usées à un coût raisonnable était remise en question. La proportion du bassin hydrographique de la rivière utilisée à des fins agricoles est passée de 68 % en 1976 à 75 % en 2014 (GRCA, 2014). L'intensité de la culture en rangées a augmenté, et avec elle a augmenté le potentiel d'érosion du sol et de ruissellement de pesticides et d'engrais. La production de bétail a changé, devenant plus concentrée et spécialisée, et met davantage l'accent sur les porcins et les ovins que sur les bovins. La manipulation du fumier a également changé, passant de solide à liquide, et la gestion inadéquate de ces déchets liquides est devenue un problème dans certaines régions (GRCA, 1998). Le barrage Dunnville, près de l'embouchure de la rivière Grand, est en place depuis 1829 et constitue une barrière connue au déplacement des poissons vers l'amont, malgré l'existence d'une passe à poissons (Bunt *et al.*, 2000). Bien qu'il constitue un obstacle aux déplacements des poissons vers l'amont et qu'il se trouve au milieu de la zone occupée par le *Q. quadrula* dans la rivière Grand, le barrage Dunnville ne semble pas influencer sur la structure génétique du *Q. quadrula*, et aucune différenciation n'a été observée dans les sous-populations vivant en amont et en aval (Hoffman et Zanatta, données inédites). Il est possible que le barrage n'ait pas été en place assez longtemps (vu la durée d'une génération chez le *Q. quadrula*) pour qu'une différenciation génétique devienne évidente.

Les tendances en matière d'habitat dans le bassin versant de la rivière Sydenham sont résumées d'après les données de Staton *et al.* (2003) et de l'Office de protection de la nature de la région de Sainte-Claire (2013). Avant l'établissement des Européens, le bassin versant de la rivière était composé de 70 % de forêts et de 30 % de marécages. En 1983, 81 % de la zone terrestre était utilisée aux fins d'activités agricoles intensives (principalement pour la culture du maïs et du soya), et il ne restait que 12 % de terres forestières et < 1 % de marécages. Soixante pour cent du bassin versant est drainé par des tuyaux enterrés. Les concentrations de phosphore total (PT) dépassent de façon constante l'objectif provincial de qualité de l'eau (OPQE) depuis les 30 dernières années. L'Office de protection de la nature de la région de Sainte-Claire (2013) avance que les concentrations de phosphore se sont stabilisées ou améliorées de 2005 à 2010 dans les sous-bassins versants des cours inférieur et intermédiaire de la Sydenham Est, où le *Q. quadrula* a été observé. Les concentrations de chlorure sont relativement faibles, mais augmentent lentement (un phénomène répandu ayant été attribué à l'utilisation accrue de sels de voirie). Les charges sédimentaires attribuables au ruissellement de surface et aux tuyaux de drainage sont élevées, et le bras nord de la rivière est particulièrement turbide. Les zones riveraines boisées, importantes pour la stabilisation des berges et pour l'interception des nutriments et des sédiments provenant du ruissellement de surface, sont très limitées. La population humaine autour de la rivière Sydenham est très restreinte (74 000), 50 % de la population vivant en milieu rural, et 50 % vivant dans des villes ou des villages. Malgré un taux de croissance démographique modeste, toutes les municipalités ont amélioré leurs installations de traitement des eaux usées au cours des 30 dernières années. Les fuites de nutriments et de contaminants provenant d'installations sanitaires en milieu rural constituent un problème important et constant, en particulier dans le bras nord.

Les tendances en matière d'habitat dans le bassin versant de la rivière Thames (y compris dans le ruisseau Baptiste) sont résumées d'après les données de Taylor *et al.* (2004), de l'Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure (2012), et de l'Office de protection de la nature de la rivière Thames inférieure (2012). L'agriculture est la principale forme d'utilisation des terres dans le bassin versant de la rivière Thames, 75 % de la zone terrestre de la Thames supérieure et 88 % de la zone terrestre de la Thames inférieure étant utilisés à des fins agricoles. Les zones forestières ont été réduites à 11,3 % de la zone terrestre dans la Thames supérieure, et à 10 % dans la Thames inférieure. Dix pour cent du bassin versant est considéré comme appartenant à une zone urbaine, avec une population globale de 515 640 habitants concentrée dans les villes de London, de Stratford et de Woodstock, dans le bassin versant supérieur, et de Chatham, dans le bassin versant inférieur. Avec le déboisement des terres, les inondations sont devenues un grave problème. Trois importants barrages et réservoirs ont été construits dans le bassin versant supérieur entre 1952 et 1965. Un grand nombre de barrages et de déversoirs privés ont été construits depuis les années 1980, et il existe aujourd'hui 177 structures dans le bassin versant supérieur, et 65 structures dans le bassin versant inférieur. Des moules de la famille des Dreissenidés ont été découvertes dans les réservoirs de Fanshawe et de Springbank en 2003, et se sont depuis propagées vers l'aval, où certaines étaient fixées sur des moules indigènes, en 2004 (Morris, données inédites). Le drainage à l'aide de tuyaux enterrés est dominant dans 56 % des terres du bassin versant. Les données sur la qualité de l'eau recueillies depuis les années 1960 montrent que les concentrations de

phosphore et de métaux lourds sont en déclin, alors que les concentrations de nitrates et de chlorure augmentent. Le nombre de déversements de polluants est passé à 670 incidents rapportés de 2006 à 2010, par rapport à 380 incidents 5 ans plus tôt. La Thames supérieure compte 22 installations de traitement des eaux usées.

Les tendances en matière d'habitat dans le bassin versant de la rivière Ausable sont résumées d'après les données de Nelson *et al.* et de l'OPNAB (2013). L'habitat des moules dans la rivière Ausable a subi au fil du temps des altérations très importantes. Avant la colonisation européenne, le bassin versant de la rivière était couvert à 80 % de forêts, à 19 % de végétation de basse terre et à 1 % de marécages. En 1983, 85 % de la zone terrestre était utilisés à des fins agricoles (70 % de cultures en rangées), et il ne restait plus que 13 % de petits boisés isolés, ce qui est similaire à la proportion actuelle (14 %). Plus de 70 % du bassin versant est maintenant drainé par des tuyaux enterrés, et les concentrations de PT ont augmenté au moins dans le cours supérieur de la rivière, en comparaison avec les concentrations d'*E.coli*, qui ont diminué depuis 2007. Le cours naturel de la basse Ausable n'existe plus depuis la fin du 19^e siècle, car il a été dérivé à deux endroits pour atténuer les inondations. La rivière Ausable a été décrite comme hydrologiquement instable, car elle subit d'importantes augmentations de débit par suite du ruissellement consécutif aux tempêtes. Les rivières Sydenham et Thames, situées à proximité, sont plus stables à cet égard (Richards, 1990). Il existe 21 barrages dans le bassin versant causant une rétention des sédiments en amont, et un affouillement en aval. Les concentrations de nitrates dépassent actuellement les recommandations fédérales pour la prévention de l'eutrophisation et la protection de la vie aquatique, et elles augmentent lentement. Les concentrations moyennes de matières en suspension dans le cours inférieur de la rivière Ausable dépassent les niveaux maximums pour la santé de la vie aquatique. (Nelson *et al.*, 2003; Ausable River Recovery Team, 2004). La rivière Bayfield relève de l'OPNAB, et son état est pire que celui de la rivière Ausable en ce qui touche certains aspects des tendances en matière d'habitat. La couverture forestière est moindre (7,2 % en 2012), et les concentrations d'*E.coli* sont plus de deux fois plus élevées. En ce qui concerne la pollution, les concentrations de PT sont plus faibles dans les eaux d'amont de la rivière Bayfield par rapport à la moyenne des concentrations dans le reste du bassin versant, qui est similaire à la superficie occupée par des terres agricoles (83 %; ABCA, 2013).

Le bassin versant de la rivière Welland a été très modifié au cours des 200 dernières années avec la construction du canal Welland. Le tronçon en amont du canal (incluant la rivière Oswego et le ruisseau Coyle), où le *Q. quadrula* vit actuellement, est un bassin versant agricole dont les eaux de surface sont de piètre qualité en raison des charges de nutriments très élevées (phosphore) et du couvert forestier et des zones riveraines dégradés (NPCA, 2012). La portion inférieure de la rivière est en grande partie alimentée par les eaux dérivées du canal Welland (lac Érié), et le tronçon de la rivière allant de Chippawa, en Ontario, à la rivière Niagara a vu son débit inversé de manière à entrer le canal de dérivation de la centrale électrique autour de Niagara Falls. Il existe des mentions historiques de *Q. quadrula* dans le tronçon inférieur de la rivière. La qualité de l'eau dans la portion inférieure de la rivière Welland est pauvre en raison des charges élevées de nutriments (phosphore), mais les conditions du couvert forestier et des zones riveraines sont considérées comme étant acceptables (NPCA, 2012).

Les tendances en matière d'habitat dans les autres bassins versants où la présence du *Q. quadrula* est connue comprennent maintenant la rivière Ruscom et quelques petits cours d'eau du sud du lac Huron (comté de Lambton). La rivière Ruscom est très dégradée en ce qui concerne les charges de nutriments (phosphore) et le couvert forestier, et se trouve dans un paysage presque entièrement utilisé à des fins agricoles (Watershed Checkup, 2015). Le ruisseau Cow et le ruisseau Perch/canal Tefler, dans le comté de Lambton, sont très dégradés, et contribuent à la détérioration de petits cours d'eau en banlieue de Sarnia. Les deux ruisseaux présentent une piètre qualité de l'eau en raison des charges de nutriments (phosphore), et les conditions de leurs zones forestières et riveraines sont pauvres à très pauvres (SCRCA, 2013).

Tendances en matière d'habitat au Manitoba

Les bassins versants de la rivière Rouge et de la rivière Assiniboine s'écoulent dans ce qui était autrefois une prairie de hautes herbes à herbes mixtes. Il s'agit de l'un des biomes les plus modifiés sur la planète, et il n'en reste que 1 % (Meffe et Carroll, 1997). La colonisation par les Européens, brisant les terres par le labourage, de même que l'agriculture industrielle contemporaine ont contribué à la disparition de ce biome. La majeure partie des terres de ces bassins versants est maintenant destinée à l'agriculture, et le sol est travaillé pour la culture de céréales et de grains oléagineux, et sont utilisées pour le pâturage ou à des fins de développement urbain/industriel. L'industrie porcine croissante et l'établissement de porcheries à densité élevée dans l'ensemble du bassin versant représentent une menace potentielle en raison de la charge en nutriments découlant du ruissellement, ou de la défaillance catastrophique potentielle de systèmes d'entreposage d'eaux usées (p. ex. lagunes) (Vandean, 2003). Les effets sur les cours d'eau qui s'écoulent dans l'ensemble du paysage ne peuvent pas être trop soulignés. La principale préoccupation actuelle est l'apport diffus de nutriments provenant du ruissellement agricole (Manitoba Conservation, 2000). Les dommages causés aux berges découlant de l'accès non contrôlé de troupeaux de bovins à la rivière constituent un deuxième problème. Le prélèvement et l'utilisation de l'eau à des fins industrielles représentent également une préoccupation en matière de qualité. Le problème le plus récent lié à la qualité de l'eau au Manitoba concerne les porcheries industrielles. Ces installations mènent des activités d'élevage de centaines de milliers de porcs par site chaque année. Les déchets produits sont particulièrement préoccupants, soit à cause des déversements catastrophiques potentiels des réservoirs de stockage, soit à cause du ruissellement une fois que les déchets ont été épandus sur les terres comme « engrais naturels ».

La principale préoccupation concernant l'habitat du *Q. quadrula* au Manitoba est la qualité de l'eau. Jones et Armstrong (2001) ont analysé les données existantes sur la qualité de l'eau au Manitoba, et ont rapporté une importante augmentation des concentrations d'azote total (AT) et de PT dans le bassin versant des rivières Rouge et Assiniboine au cours des 30 dernières années. Ces augmentations allaient de 29 à 62 % respectivement pour le PT dans la rivière Rouge et la rivière Assiniboine, et de 54 à 57 % respectivement pour l'AT dans la rivière Rouge et la rivière Assiniboine. Ces deux

nutriments contribuent de façon majeure à l'apport en nutriments et à la charge de nutriments dans les voies navigables, phénomène qui peut entraîner une eutrophisation et une dégradation de la qualité de l'eau dues aux cultures. L'étude de Jones et Armstrong (2001) a été suivie par l'étude de Bourne *et al.* (2002), qui se sont concentrés sur les bassins versants des rivières Rouge et Assiniboine. Les données ont été rapportées en AT et en PT exprimés en tonnes par année en raison de la variation extrême des charges de nutriments aux échelles hebdomadaire, saisonnière et annuelle. Bourne *et al.* (2002) ont observé que l'apport en nutriments était substantiel, et qu'il provenait principalement de sources diffuses, en particulier du ruissellement agricole. Ils ont rapporté que, de 1994 à 2001, la rivière Assiniboine transportait en moyenne 3 682 tonnes d'AT par année, et 637 tonnes de PT par année près de son exutoire dans la rivière Rouge. Durant la même période, la rivière Rouge transportait en moyenne 15 301 tonnes d'AT par année, et 4 269 tonnes de PT par année. Cet apport en nutriments a entraîné un accroissement de l'eutrophisation du lac Winnipeg de telle manière que des proliférations d'algues à l'échelle du bassin sont visibles depuis l'espace (Lake Winnipeg Implementation Committee, 2005). Ces apports en nutriments et ces charges élevées de nutriments ne se limitent pas aux rivières Rouge et Assiniboine. Graveline *et al.* (2005) ont rapporté des situations similaires dans la rivière Rat et le ruisseau Joubert. Corriveau *et al.* (2013) ont mentionné que les apports en phosphore et en azote dans le bassin versant sont le plus importants lors du ruissellement printanier et de la fonte nivale.

De plus en plus de preuves indiquent que les moules d'eau douce sont sensibles à l'ammoniac à des concentrations inférieures à celles considérées comme étant « acceptables » par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (U.S.E.P.A., 2013) (Augspurger *et al.*, 2003; Bartsch *et al.*, 2003; Mummert *et al.*, 2003). Le stade juvénile semble le plus vulnérable à cette exposition, ce qui peut entraîner la persistance des populations adultes, mais ne donner lieu à aucun recrutement. Ce phénomène pourrait causer l'illusion d'une population en santé s'appuyant sur la persistance des populations adultes. Le *Q. quadrula* et ses congénères n'ont fait l'objet de tests dans aucune des études susmentionnées. Toutefois, des tests ont révélé une sensibilité des juvéniles à de faibles concentrations d'ammoniac parmi une grande variété d'espèces (Augspurger *et al.*, 2003), et ces résultats pourraient être applicables au *Q. quadrula*. La trajectoire croissante de la charge d'azote dans les cours d'eau du Manitoba, en plus de l'absence apparente de recrutement dans certaines des populations existantes de *Q. quadrula* (voir **Manitoba, Abondance et Fluctuations et tendances**) sont donc préoccupantes.

BIOLOGIE

Cycle vital et reproduction

Les moules d'eau douce de la famille des Unionidés possèdent un cycle vital complexe comprenant un stade larvaire appelé glochidie. Elles sont alors parasites obligatoires, le plus souvent sur un poisson-hôte. Le cycle vital du *Q. quadrula* reflète de façon générale le cycle vital des unionidés. Durant la période de fraye, le mâle libère son sperme dans l'eau par son siphon exhalant. Le sperme est transporté dans l'eau par le

courant et est intercepté par la femelle à l'aide de son siphon inhalant, et ses branchies filtrent le sperme. Chez la femelle, les œufs sont libérés et conservés dans une région spécialisée des branchies appelée « marsupium ». Le sperme qui a été filtré est amené dans le marsupium, où les œufs sont fécondés. Les œufs fécondés se développent en glochidies, et celles-ci sont couvées dans le marsupium.

Le *Q. quadrula* est dioïque. Il n'est pas possible de distinguer les mâles et les femelles à leur morphologie externe. Les femelles sont considérées comme ayant une courte période de gravidité (tachytictique). Les mentions faisant état de la durée de la saison de gravidité semblent varier selon l'endroit, et la période va de mai à août aux États-Unis (Parmalee et Bogan, 1998) et de la fin du printemps au début de l'été au Canada (Clarke, 1981), et pourrait dépendre de la température. Dans la rivière Sydenham, des *Q. quadrula* gravides ont été observées de la mi-juillet à la mi-août (Morris, données inédites). Au Manitoba, aucun *Q. quadrula* portant des glochidies n'a été observé, et on n'a jamais observé d'œufs dans les marsupiums de femelles après la mi-juin (Carney 2003a, obs. pers.). Ces données pourraient porter à croire que, du moins au Manitoba, la reproduction n'est pas réussie chaque année, et que la période durant laquelle les glochidies sont disponibles pour infester un hôte est très limitée.

Les glochidies de *Q. quadrula* sont de forme ovée, sont dépourvues de crochets, et mesurent environ 80 µm de longueur et de hauteur (Clarke, 1981; Morris, données inédites). Le *Q. quadrula* libère ses glochidies dans des conglutinants lancéolés d'environ 10 mm de longueur et 3 mm de largeur à l'extrémité la plus large. Le conglutinat (un agrégat solide de glochidies) est habituellement blanc, et peut présenter des « points » noirs épars distribués de façon aléatoire. On présume que le poisson-hôte est infesté quand il mord le conglutinat qui libère les glochidies, qui peuvent alors se fixer aux branchies du poisson. Bien que ce phénomène n'ait pas été observé chez le *Q. quadrula*, d'autres membres étroitement apparentés du genre *Quadrula* ont été observés utilisant leur manteau comme leurre, ce que l'on croit servir à attirer les barbues agissant comme hôtes (Seitman *et al.*, 2012). Il n'existe pas de données sur la fécondité du *Q. quadrula*. Haag et Staton (2003) ont étudié les caractères reproducteurs de plusieurs espèces de moules, notamment ceux des congénères *Q. asperata* et *Q. pustulosa*, prélevés dans des sites au Mississippi et en Alabama. Dans le cas de ces deux espèces, ils mentionnent que la fécondité augmente avec la longueur de la coquille. Ils ont noté des différences concernant le taux maximal de fécondité, et la fécondité en fonction de l'âge chez les deux espèces. Le *Quadrula asperata* présentait une fécondité maximale s'approchant de 30 000 ovules en développement dans les branchies, alors que le *Q. pustulosa* présentait une fécondité maximale d'environ 50 000 œufs. Haag et Staton (2003) ont également mentionné des différences en ce qui concerne l'âge auquel la capacité reproductive est maximale pour ces deux espèces. La fécondité maximale du *Q. asperata* est atteinte autour de 15 ans, alors que le *Q. pustulosa* atteint sa fécondité maximale autour de 30 ans (Haag et Staton, 2003). La fécondité chez les deux espèces décline à la suite de l'atteinte de ces valeurs maximales. Le *Q. quadrula* atteint probablement la maturité sexuelle autour du même âge que le *Q. asperata* et le *Q. pustulosa*, quelque part entre 3 et 10 ans. Les différences rapportées pour ces deux congénères font en sorte qu'il est difficile de prédire la fécondité maximale et l'âge après lequel la fécondité diminue chez le *Q. quadrula*. Il semble probable

que les étés frais et les hivers longs et froids du Canada pourraient allonger la période précédant la maturité, et entraînerait des valeurs concernant la fécondité de beaucoup inférieures à celles rapportées pour le *Q. asperata* et le *Q. pustulosa* chez les individus examinés dans le sud des États-Unis.

Howard et Anson (1922) ont déterminé que la barbue à tête plate (*Pylodictus olivaris*) était un hôte convenable. La barbue à tête plate n'est pas considérée comme une espèce indigène du Canada (Scott et Crossman, 1973), mais quatre spécimens ont été pris dans les eaux canadiennes du lac Érié (Crossman et Leach, 1979; Gagnon. comm. pers., 2005). Il n'existe aucune mention de spécimens de cette espèce au Manitoba. La barbue à tête plate était le seul hôte connu du *Q. quadrula* jusqu'à ce que Schwebach *et al.* (2002) signalent la transformation réussie de glochidies de *Q. quadrula* sur des barbues de rivière (*Ictalurus punctatus*), une espèce répandue au Manitoba et en Ontario (Scott et Crossman, 1973; Stewart et Watkinson, 2004). Le temps requis pour le succès de la métamorphose était de 51 à 68 jours, avec une température de l'eau d'au moins 13 °C et d'au plus 20 °C (Schwebach *et al.*, 2002). Il semble raisonnable de croire que la barbue de rivière pourrait servir d'hôte convenable pour les populations canadiennes de *Q. quadrula*. D'autres espèces du genre *Quadrula* utilisant la barbue de rivière comme hôte ont également été observées (Fuller, 1974). Il est intéressant de noter que la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*) possède une aire de répartition qui se rapproche le plus, et qui est presque identique à celle du *Q. quadrula* (Lee *et al.*, 1980), et il pourrait s'agir d'un hôte convenable, mais cette hypothèse reste encore à vérifier.

Le *Q. quadrula* est une espèce longévive. Carney (2003a, b; obs. pers), à l'aide de coupes minces de la coquille (Clark, 1980; Neves et Moyer, 1988) a rapporté l'existence d'individus dont l'âge allait jusqu'à 64 ans dans la rivière Assiniboine, au Manitoba. L'âge moyen était de 22,1 ans (n = 47). Les données relatives à l'âge ne sont pas disponibles pour les populations de l'Ontario, mais correspondent probablement à celles rapportées pour le Manitoba. Par conséquent, la durée moyenne d'une génération est d'environ 20 ans.

Physiologie et adaptabilité

Aucune étude propre à la physiologie du *Q. quadrula* n'est connue. En tant que mollusque, il a besoin d'un apport en calcium suffisant pour la croissance de sa coquille durant toute sa vie. On sait que les juvéniles d'autres espèces d'unionidés sont sensibles à l'ammoniac à des concentrations inférieures à celles actuellement énoncées dans les critères de l'E.P.A. des États-Unis en matière de qualité de l'eau, et il semble probable que cette sensibilité s'appliquerait au *Q. quadrula* (voir **Tendances en matière d'habitat au Manitoba**). Le *Q. quadrula* doit être capable de survivre à de grands écarts de température. En hiver, les rivières du Manitoba sont couvertes de glace, et la température de l'eau est proche de 0 °C, alors qu'en été elle peut atteindre 27 °C.

La gamme d'habitats convenables laisse croire que la capacité adaptative de cette espèce est plutôt bonne. Des glochidies se sont métamorphosées avec succès en situation expérimentale en utilisant la barbue de rivière comme hôte. Le dénombrement non officiel

de ces moules transplantées avec succès par des entreprises commerciales donne à penser que cette espèce peut être transportée et transplantée.

Déplacements et dispersion

Les moules d'eau douce au stade adulte sont en grande partie sessiles, et ne se déplacent habituellement pas sur plus de 100 m, et normalement sur une distance bien inférieure. Par conséquent, la capacité des individus adultes de se disperser ou de migrer est fortement limitée, bien que possible (Schwalb et Pusch, 2007). Les hôtes connus du *Q. quadrula* sont des espèces de barbares capables de voyager sur de grandes distances en de courtes périodes (Wendel et Kelsch, 1999; Stewart et Watkinson, 2004; Butler et Wahl, 2011). Ceci pourrait laisser croire que le *Q. quadrula* est capable de se disperser sur de grandes distances. Berg *et al.* (1998) ont utilisé la variation allozymique pour montrer que le flux génique était élevé entre des populations de *Q. quadrula* séparées par de grandes distances à l'intérieur des bassins hydrographiques de l'Ohio et du Mississippi. Les populations de l'Ontario et du Manitoba vivent dans des bassins hydrographiques isolés les uns des autres, et sont séparées des bassins hydrographiques de l'Ohio et du Mississippi depuis des milliers d'années; la dispersion entre ces bassins versants n'est donc pas possible (voir **Immigration de source externe** pour la dispersion à l'intérieur des bassins hydrographiques reliés aux États-Unis pour chaque UD).

Relations interspécifiques

Pour de l'information sur l'utilisation des poissons-hôtes, voir **Cycle vital et reproduction**.

Les prédateurs des moules comprennent des poissons, des mammifères et des oiseaux. Baker (1918) a identifié le malachigan (*Aplodinotus grunniens*), l'esturgeon jaune (*Aspioner fulvescens*), le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*), le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) et les meuniers (*Catostomus* spp.) comme étant des poissons prédateurs des moules. La prédation par le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) peut être un important facteur susceptible de limiter certaines populations de moules (Tyrrell et Hornbach, 1998), et on a rapporté que le rat musqué se nourrissait de *Q. quadrula* (Nakato *et al.*, 2005). On a observé que les rats musqués pouvaient manger jusqu'à 37 000 moules par année dans un lac du nord de l'Alberta (Convey *et al.*, 1989; Hanson *et al.*, 1989) et que ceux-ci pourraient représenter une grave menace pour les espèces et les populations en voie de disparition (Neves et Odum, 1989). Les chironomides larvaires qui se nourrissent des tissus des moules peuvent entraîner la perte de plus de 50 % des branchies (Gordon *et al.* 1978), et nuire à la respiration et à la reproduction, et pourraient être considérés comme des parasites ou des prédateurs selon la définition utilisée.

Les moules sont parasitées par les helminthes (Digénères) et les mites, qui peuvent entraîner des effets nuisibles chez les moules infectées. Les moules peuvent être infectées tant par les digéniens au stade adulte que par les digéniens au stade larvaire, qui incluent les stades de sporocyste ou de métacercarie. Le parasitisme par des sporocystes peut entraîner l'infertilité chez les moules infectées (Esch et Fernandez, 1993). Un relevé

exhaustif visant les moules au Manitoba incluant l'examen des parasites n'a pas révélé de parasitisme du *Q. quadrula* par des sporocystes (Carney, 2003a). Un seul individu de l'espèce *Q. quadrula* a été infecté par des métacercaires, mais il n'a pas été prouvé que ce stade causait l'infertilité, et on n'a observé aucun signe d'infertilité chez cet individu infecté. Divers helminthes peuvent également agir comme parasites des moules. L'*Aspidogaster conchicola*, dans le sac péricardique et le rein, et le *Cotylogaster occidentalis*, dans l'intestin, ont tous deux été observés chez le *Q. quadrula* (Hendrix *et al.*, 1985). Carney (2003a) a étudié les *Q. quadrula* de la rivière Assiniboine, au Manitoba, et a rapporté qu'environ 60 % étaient infectés par l'*A. conchicola*, et 6 %, par le *C. occidentalis*. L'intensité moyenne de l'infection allait de 1 à 71 (moyenne = 17) pour l'*A. conchicola*, et de 1 à 2 pour le *C. occidentalis*. L'infection par l'*A. conchicola* peut causer des dommages au tissu épithélial rénal (Williams, 1942; Michelson, 1970).

Les mites au stade adulte appartenant à la famille des Unionicolidés sont des symbiontes communs dans la cavité du manteau des moules, de même que dans le tissu du manteau, où elles agissent comme larves parasites, et il se pourrait qu'il existe des liens évolutifs étroits entre les deux groupes, qui pourraient représenter des exemples de coévolution, dans certains cas (Vidrine, 1996). Carney (2003a) a rapporté qu'aucun *Q. quadrula* prélevé dans la rivière Assiniboine, au Manitoba, n'était infesté par des mites.

À ce jour, il n'existe aucune donnée liée au parasitisme du *Q. quadrula* en Ontario. Il semble probable que ce qui a été mentionné pour le Manitoba soit également valide pour les populations de l'Ontario, car les hôtes et les parasites sont présents dans les deux régions (Hendrix *et al.*, 1985; Carney, 2003a).

On a largement débattu au sujet des sources de nourriture et des habitudes alimentaires des unionidés. La majeure partie de ce débat mettait l'accent sur le fait qu'il existe des problèmes lorsque vient le moment de séparer ce qui est ingéré et ce qui est réellement assimilé. Comme les unionidés filtrent l'eau, ils se nourrissent en triant les particules de nourriture dans la cavité du manteau avant de les ingérer, et dans l'estomac après l'ingestion (Nichols et Garling, 2000). Bien que le mode d'alimentation et le régime alimentaire du *Q. quadrula* n'aient pas fait l'objet d'études ciblées, Raikow et Hamilton (2001) et Christian et Smith (2004) indiquent qu'une variété d'espèces de moules utilisent des ressources alimentaires similaires. La présentation qui suit suppose que ce qui a été mentionné pour les autres espèces de moules pourrait s'appliquer au *Q. quadrula*.

Les renseignements disponibles révèlent que les moules adultes se nourrissent de particules fines de matière organique en suspension dans la colonne d'eau (Tankersley, 1996; Ward, 1996). Toutefois, on ne sait pas avec exactitude quels éléments de ces matières en suspension sont réellement utilisés pour la nutrition (Gatenby *et al.*, 1993; Nicholls et Garling, 2000). Allen (1914) a rapporté la présence de diatomées et d'algues dans le tube digestif d'unionidés, et a proposé que les algues, les protozoaires, les bactéries et la matière organique constituaient les principales sources d'éléments nutritifs (Allen, 1921). Certaines matières ingérées ne sont pas nécessairement digérées, mais peuvent survivre au passage dans le tube digestif (Churchill et Lewis, 1924; Miura et Yamashiro, 1990). Imlay et Paige (1972) avancent que les unionidés obtiennent leurs

éléments nutritifs en se nourrissant de bactéries et de protozoaires. Nichols et Garling (2000) ont étudié le régime alimentaire de sept espèces de moules au moyen de l'analyse d'isotopes stables, du contenu stomacal et d'analyses biochimiques, et ont déterminé qu'il existait une sélection positive des aliments dans le régime alimentaire en se fondant sur la concentration d'algues et de diatomées dans l'intestin. Bien que les algues et les diatomées étaient ingérées et concentrées dans l'intestin, les bactéries constituaient la principale source d'éléments nutritifs. Toutefois, les algues représentaient tout de même un apport nécessaire du régime alimentaire, et fournissaient des éléments nutritifs essentiels (Nichols et Garling, 2000).

Il existe également un certain degré d'incertitude concernant la mesure dans laquelle les moules se nourrissent de détritiques et de matière organique se trouvant dans le substrat. Les moules au stade juvénile peuvent utiliser les cils de leur pied pour se nourrir dans le substrat (*pedal feeding* en anglais) Gatenby *et al.* (1993) ont avancé que les juvéniles se nourrissent d'algues et de limon. Yeager *et al.* (1993) et Yeager et Cherry (1994) ont montré que les moules juvéniles peuvent se nourrir principalement de bactéries se trouvant dans le substrat, mais l'importance de ces dernières comme sources d'éléments nutritifs pour les adultes est moins certaine. Les moules adultes sont capables de filtrer les particules en suspension dont la taille varie de 0,9 à 250 μm (Silverman *et al.*, 1997), ce qui laisse croire que la matière organique en suspension est importante dans le régime alimentaire et dans la nutrition des moules. Toutefois, Raikow et Hamilton (2001) ont utilisé des rapports d'isotopes stables pour déterminer le régime alimentaire de 12 espèces de moules, et ont avancé que le régime alimentaire de ces dernières était composé de 80 % de matières déposées, et de 20 % de matières en suspension.

Si les données précédentes s'appliquent au *Q. quadrula*, les conclusions suivantes concernant l'alimentation pourraient être tirées. Les matières trouvées dans les interstices pourraient constituer la principale source d'éléments nutritifs pour les juvéniles. Les adultes pourraient également se nourrir dans le substrat de même que de matière organique en suspension dans la colonne d'eau. Les bactéries semblent constituer la principale source d'éléments nutritifs, et les algues fournissent de nombreux éléments essentiels dans le régime alimentaire. Il est évident que de plus amples recherches sont nécessaires pour préciser les habitudes alimentaires et la nutrition des unionidés.

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Ontario

Activités et méthodes d'échantillonnage

Relevés historiques

Environ 80 % de l'information sur la répartition historique du *Q. quadrula* en Ontario s'appuie sur des spécimens de musée ou sur des données sur la présence ou l'absence de l'espèce. Il n'existe que peu ou pas de renseignements sur les méthodes

d'échantillonnage, les activités de recherche et le nombre de sites recensés où l'espèce n'était pas présente; on ignore même si les animaux étaient morts ou vivants lorsqu'ils ont été prélevés. Les données sur l'abondance relative (capture par unité d'effort, ou CPUE) sont disponibles à partir de relevés minutés de 10 sites de la rivière Sydenham réalisés en 1985 (Mackie et Topping, 1988) et de 16 sites de la même rivière, en 1991 (Clarke, 1992). Deux des sites recensés par Mackie, en 1985, ont été recensés de nouveau de 12 à 13 ans plus tard par Metcalfe-Smith *et al.* (1998b, 1999). Ces données peuvent donc être comparées. Trois des sites recensés par Clarke, en 1991, ont également été recensés de nouveau en 1997-1998, mais le *Q. quadrula* n'a jamais été observé dans ces sites. Kidd (1973) a recensé 68 sites de la rivière Grand de 1970 à 1972, et 14 de ces sites ont été recensés de nouveau 25 ans plus tard à raison d'un effort d'échantillonnage similaire (Metcalfe-Smith *et al.*, 2000a). Neuf sites se trouvaient dans les tronçons supérieur et intermédiaire de la rivière, ce qui se trouve à être à l'extérieur de l'aire de répartition de l'espèce dans le réseau fluvial, mais 5 sites se trouvaient dans les tronçons inférieurs, et peuvent être comparés.

Relevés récents

Les relevés réalisés de 1995 à 2015 à l'intérieur de l'aire de répartition du *Q. quadrula* en Ontario étaient soit semi-quantitatifs (recherches minutées), soit quantitatifs (relevés par quadrats). Les mêmes méthodes et efforts d'échantillonnage ont été utilisés durant toute cette période, et sont décrits ci-dessous. La seule exception était le relevé de 1995, dans la rivière Grand, qui a été fondé sur un moins grand effort d'échantillonnage que les autres relevés (voir Metcalfe-Smith *et al.*, 2000a).

Relevés minutés

Dans les rivières, les relevés ont été réalisés à l'aide d'une technique intensive de relevés minutés élaborée par Metcalfe-Smith *et al.* 2000a). Brièvement, le lit du cours d'eau est recensé visuellement par une équipe de trois personnes utilisant des cuissardes, des verres fumés polarisants et des bathyscopes, pour un effort d'échantillonnage total de 4,5 heures-personne (h-p). Là où la visibilité est faible, les recherches sont faites au toucher. La longueur du tronçon recensé varie selon la largeur de la rivière, mais est généralement de 100 à 300 m. Les moules vivantes sont conservées dans l'eau dans des sacs-filets de plongeur jusqu'à la fin de la période de recherche, puis sont identifiées au rang de l'espèce, dénombrées, mesurées (longueur de la coquille), classées en fonction du sexe (si elles sont sexuellement dimorphiques) et remises dans le lit du cours d'eau. Au cours des 20 dernières années, de tels relevés ont été menés dans les rivières Grand, Thames, Sydenham, Ausable, Maitland, Welland, Bayfield, Saugeen, Moira, Trent et Salmon, et dans plusieurs petits affluents des lacs Ontario, Érié et Huron, par plusieurs recenseurs différents. De 2011 à 2015, le MRNF de l'Ontario a recensé 40 milieux humides côtiers et baies du lac Ontario à l'aide de méthodes visuelles/tactiles et de râteaux à coquillages (12 heures chacun; Reid *et al.*, 2014).

Dans le lac Sainte-Claire, les recherches à des profondeurs supérieures à 2 m ont été réalisées par deux plongeurs, à raison d'un effort d'échantillonnage total de 0,5 h-p, alors que les recherches à des profondeurs inférieures à 2 m ont été réalisées par 3 personnes, à l'aide d'un masque et d'un tuba, à raison d'un effort d'échantillonnage total de 0,75 h-p (Zanatta *et al.*, 2002). Dans les sites où des moules vivantes ont été trouvées (tous étaient peu profonds), les recherches à l'aide de tubas ont atteint un total de 1,5 h-p. D'autres relevés intensifs ont été menés par McGoldrick *et al.* (2009), Morris (données inédites) et Zanatta *et al.* (2015) en 2011, à raison d'un effort d'échantillonnage similaire à celui utilisé par Zanatta *et al.* (2002).

Relevés quantitatifs

Les relevés dans les rivières ont été réalisés à l'aide d'une technique intensive d'échantillonnage quantitatif permettant de générer des estimations précises de variables démographiques telles que la densité, les classes d'âge, la fréquence des classes de taille et les taux de recrutement. Le guide standard pour la surveillance des moules d'eau douce est celui de Strayer et Smith (2003). La technique d'échantillonnage quantitatif employée dans les rivières de l'Ontario franchissables à gué est résumée ci-dessous :

L'échantillonnage a été effectué par une équipe de recensement composée de 2 personnes munies d'un enregistreur de données, et a demandé 2 jours de travail par site. Dans chaque site, environ 400 m² de la portion la plus productive du tronçon (habituellement un radier) a été sélectionné pour l'échantillonnage. Comme les portions les plus productives sont choisies, il faut faire preuve de prudence lors des extrapolations pour estimer la taille des sous-populations pour des bassins versants entiers. L'échantillonnage quantitatif a été réalisé à l'aide de quadrats de 1 m² et d'un plan d'échantillonnage systématique avec trois départs aléatoires. La zone à échantillonner a été divisée en parcelles de superficie égale (5 m de longueur x 3 m de largeur), et chaque parcelle a ensuite été divisée en 15 quadrats de 1 m². Les trois mêmes quadrats choisis aléatoirement ont été échantillonnés dans chaque bloc. Par conséquent, 20 % de la zone de 400 m² a été échantillonnée dans chaque site. Chaque quadrat a été recensé par deux personnes jusqu'à ce que toutes les moules vivantes aient été récupérées (~ 8 minutes-personne). Toutes les roches prises dans le substrat (à l'exception des grosses pierres) ont été enlevées, et le substrat a été excavé jusqu'à une profondeur de 10 à 15 cm, de manière à trouver les juvéniles (on sait que les jeunes moules s'enfouissent profondément dans le substrat les trois premières années de leur vie). Toutes les moules vivantes trouvées dans chacun des quadrats ont été identifiées, dénombrées et mesurées. On en a déterminé le sexe lorsque c'était possible, puis on les a remises dans le lit du cours d'eau. Plusieurs variables relatives à l'habitat (p. ex. la profondeur, la vitesse du courant, la composition du substrat) ont également été mesurées. Des relevés quantitatifs ont été réalisés dans les rivières Sydenham, Thames et Ausable, et dans certaines portions de la rivière Grand (Bouvier et Morris, 2010). Il est à noter que l'habitat du *Q. quadrula* dans la rivière Grand inférieure n'est pas particulièrement convenable pour ce type de recensement.

Un différent type de relevés quantitatifs a été réalisé dans la région du delta du lac Sainte-Claire. Dans chaque site, l'échantillonnage a été réalisé par plusieurs équipes (habituellement trois) de deux personnes, chacune étant composée d'un plongeur avec tuba et d'un assistant pour transporter le matériel et les moules. Chaque plongeur avec tuba nageait jusqu'à ce qu'il aperçoive une moule, puis recensait une zone circulaire d'un rayon de 65 m² autour de la moule, et prélevait toutes les autres moules vivantes trouvées. Chaque équipe a échantillonné dix parcelles circulaires ainsi mesurées. Toutes les moules vivantes ont été identifiées, dénombrées et mesurées. On en a déterminé le sexe, puis on les a remises au fond du lac. Les méthodes sont décrites en détail dans Metcalfe-Smith *et al.* (2004) et dans McGoldrick *et al.* (2009). De tels relevés ont été réalisés en 2001 et 2003 et, dans une mesure limitée, en 2004 et 2011 (Morris, données inédites).

Une nouvelle approche semi-quantitative pour le recensement des zones côtières des Grands Lacs a été utilisée dans le cadre de relevés récents (Minke-Martin *et al.*, 2015; Zanatta *et al.*, 2015). Cette méthode s'appuie sur un relevé minuté de 2 h-p dans une zone de 0,5 ha. Elle a été utilisée pour les relevés de 2011 dans le delta de la rivière Sainte-Claire, et pour les relevés de 2014 dans la rivière Grand inférieure (en aval du barrage Dunnville) et dans les baies côtières de l'ouest du lac Ontario.

Abondance

Le *Q. quadrula* n'est plus présent dans les eaux libres (eaux profondes au large) des Grands Lacs et dans les chenaux les reliant; il n'existe donc pas de données sur l'abondance à présenter pour ces eaux (voir **Fluctuations et tendances**). Le *Q. quadrula* semble fonctionnellement disparu du lac Sainte-Claire (seulement un individu a été observé au cours des 15 dernières années malgré les relevés intensifs). Une nouvelle mention de l'île Pelée donne à penser que l'espèce n'est pas complètement disparue du côté canadien de l'ouest du lac Érié (Cairns, comm. pers., 2015), tout comme le laissent croire les coquilles fraîches trouvées dans la baie Rondeau (Reid *et al.*, 2016). Les nouvelles découvertes dans les baies côtières de l'ouest du lac Ontario suggèrent que la taille des populations est assez grande (> 150 individus vivants prélevés depuis 2010), mais aucune donnée sur la densité n'est actuellement disponible, et la zone d'occupation dans ces baies côtières est plutôt petite (Minke-Martin *et al.*, 2015; Morris, données inédites). Les estimations relatives aux captures par unité d'effort pour le havre Jordan (3,4/h-p) laissent croire que la densité est relativement élevée en comparaison avec la grande taille des populations dans les rivières Grand, Thames et Sydenham. Toutefois, la zone d'occupation dans ces baies côtières est relativement petite.

Dans les systèmes lotiques, l'espèce est actuellement présente dans la rivière Grand (bassin versant du lac Érié), dans le bassin versant de la rivière Welland (bassin versant de la rivière Niagara), dans le bassin versant du lac Sainte-Claire, dans le bassin versant de la rivière Thames (y compris dans les ruisseaux McGregor et Baptiste), dans la rivière Sydenham (y compris dans le bras Nord/ruisseau Bear) et dans la rivière Ruscom, dans la rivière Ausable (sud du bassin versant du lac Huron), et dans certains autres affluents du sud du lac Huron, dans le sud-ouest de l'Ontario. La vaste majorité (estimation supérieure à 75 % de la population totale) des *Q. quadrula* en Ontario semble se trouver dans les

rièreres Thames, Sydenham et Grand. Des relevés minutés ont été réalisés dans 113 sites dans ces rivières de 1997 à 2004, à raison de 4,5 h-p/site. Les résultats de tels relevés semi-quantitatifs peuvent être utilisés pour comparer l'abondance relative des populations de *Q. quadrula* d'une rivière à l'autre (tableau 3). Le *Q. quadrula* semble être abondant dans seulement trois des sites recensés dans le bassin versant de la rivière Welland, mais là où sa présence a été observée, la CPUE est similaire (4,6 h-p) à celle des rivières où le *Q. quadrula* est observé en densité élevée dans le sud-ouest de l'Ontario (Bouvier et Morris, 2010; MPO, données inédites). La population de la rivière Ausable semble petite, et seulement 18 spécimens vivants ont été observés. Si la CPUE n'est comparée qu'à l'aide des données provenant des sites dans les tronçons occupés de chaque rivière, la densité de la population est la plus élevée dans la rivière Grand (CPUE = 6,9 spécimens/h-p), suivie par la rivière Thames (2,9), la rivière Sydenham (2,0) et la rivière Ausable (1,0). Toutefois, le personnel du MPO a réalisé des relevés minutés (4,5 h-p) dans chacun des 10 sites de la Thames inférieure en 2005, et ont observé 3 134 spécimens vivants et 20 espèces, parmi lesquels 422 individus étaient des *Q. quadrula* (tableau 3). L'espèce était la deuxième à troisième espèce la plus abondante dans presque tous les sites (Morris et Edwards, 2007). La CPUE pour cette espèce dans le cadre du relevé était de 9,6 spécimens/h-p, ce qui correspond à plus de 3 fois la CPUE rapportée lors des relevés précédents (2,9 spécimens/h-p). Il semble que la rivière Thames pourrait abriter la plus grande population de *Q. quadrula* du sud-ouest de l'Ontario.

Tableau 3. Abondance relative du *Q. quadrula* dans quatre rivières du sud-ouest de l'Ontario.

Rivière	N ^{bre} de sites recensés	N ^{bre} de moules vivantes prélevées (toutes espèces confondues)	Fréquence de l'occurrence du <i>Q. quadrula</i> (% de sites)	Abondance relative du <i>Q. quadrula</i> (% dans la communauté)	Capture par unité d'effort pour le <i>Q. quadrula</i> (n ^{bre} /heure-personne)	Année(s) du relevé
Ausable	25	5 013	16 %	0,4 %	0,2/h-p	1998 ² , 2002 ³ , 2004 ³
Sydenham	18	2 357	50 %	3 %	1,0/h-p	1997-1998 ^{1,2} , 2003 ³
Thames	41 10	4 906 3 134	17 % 100 %	2 % 13,5 %	0,5/h-p 9,6/h-p	1997-1998 ^{1,2} , 2004-2005 ⁴
Grand	29 5	1 903 74	17 % 80 %	8 % 55 %	1,1/h-p 4,1/h-p	1997-1998 ^{1,2} , 2004 ³ , 2011 ⁵

¹Metcalfe-Smith *et al.* (1998b); ²Metcalfe-Smith *et al.* (1999); ³Metcalfe-Smith *et al.* (données inédites); ⁴Morris et Edwards (2007).

⁵Minke-Martin *et al.* (2015)

La CPUE obtenue à partir des relevés minutés fournit de l'information sur la densité relative de la population. Les vraies estimations de la densité ne sont disponibles que pour les rivières Ausable, Grand, Sydenham et Thames. Le tableau 4 présente les estimations de la densité pour ces rivières, et extrapole la taille des populations en fonction de ces densités et de l'aire d'occupation biologique (largeur moyenne du cours d'eau x longueur du tronçon occupé) (mais voir les précautions à prendre dans la section **Ontario – Relevés récents**). Les rivières Thames et Sydenham abritent probablement des populations de plus de un million d'individus, alors que la population de la rivière Ausable est plus petite d'au

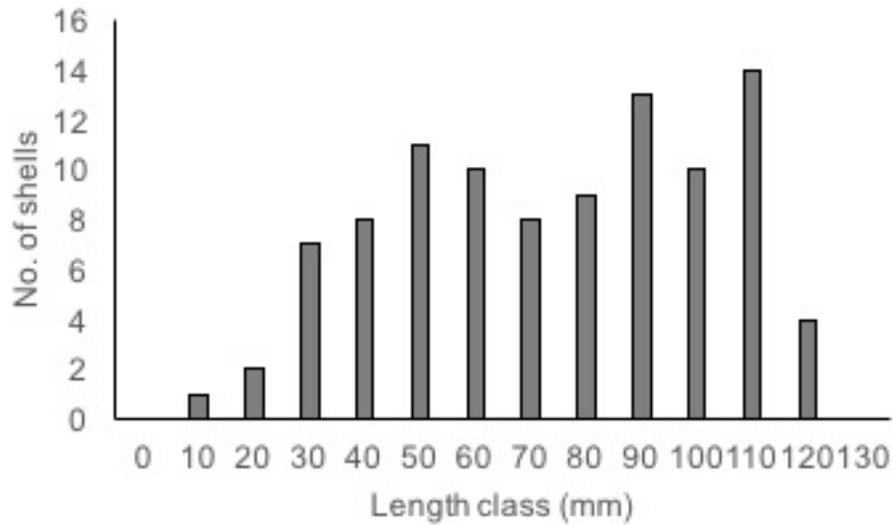
moins un ordre de grandeur. Un seul site de la rivière Grand, échantillonné à l'aide de quadrats, abritait des *Q. quadrula* (et les populations ont été quantitativement estimées comme étant plus denses vers l'aval). Par conséquent, la taille de la population est probablement sous-estimée (Bouvier et Morris, 2010; Morris, données inédites).

Tableau 4. Estimations actuelles de la population de *Quadrula quadrula* des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent dans les sites où une estimation de la densité a été faite à l'aide de quadrats. *Nota*: ** signifie que les estimations de la densité ne sont disponibles que pour un site, et que l'écart-type n'est donc pas disponible. Modifié d'après Bouvier et Morris (2010) et d'après Morris (données inédites) (rivière Sydenham).

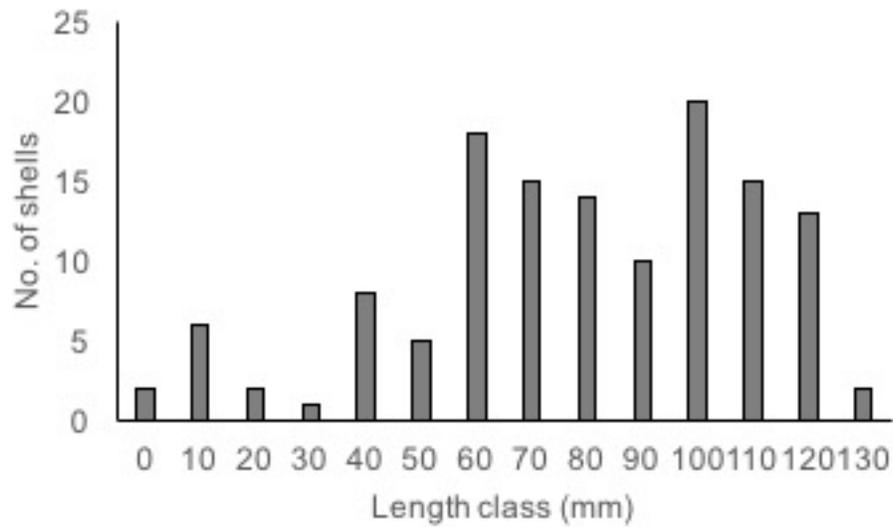
Population	Densité moyenne totale d'unionidés (n ^{bre} /m ²) (écart-type)	Densité des <i>Q. quadrula</i> (n ^{bre} /m ²) (écart-type)	Zone d'occupation (m ²)	Taille estimée de la population
Rivière Ausable	2,065 (± 1,945)	0,135 (± 0,121)	712 637	~ 9977 – 183 005
Rivière Grand**	2,253**	0,030**	10 827 716	~ 324 831
Rivière Sydenham ¹	5,826 (± 1,587)	0,370 (± 0,092)	5 800 645	~ 1 612 579 – 2 679 898
Rivière Thames	5,045 (± 0,748)	0,508 (± 0,187)	11 733 405	~ 3 765 144 – 8 144 262

¹ Morris, données inédites

La longueur de la coquille a été mesurée chez chaque moule vivante prélevée durant les relevés dont il est question ci-dessus. La répartition de la fréquence des tailles en ce qui concerne les *Q. quadrula* vivants prélevés lors de relevés minutés récents dans les rivières Grand, Ausable, Sydenham, Thames, Welland et Ruscom est présentée dans les figures 8 à 13. Lorsque cela était possible, des comparaisons ont été faites concernant la répartition des classes de taille entre les données prélevées avant le premier rapport de situation et les données recueillies depuis (p. ex. après 2006). Les données montrent clairement un recrutement récent dans toutes ces rivières. La seule exception à ce recrutement récent a été observée dans le havre Jordan, dans le lac Ontario, qui montrait une distribution des tailles déséquilibrée en faveur d'une population âgée montrant peu de signes de recrutement récent (figure 14). Toutefois, aucune excavation du substrat n'a été réalisée dans le havre Jordan.



A)



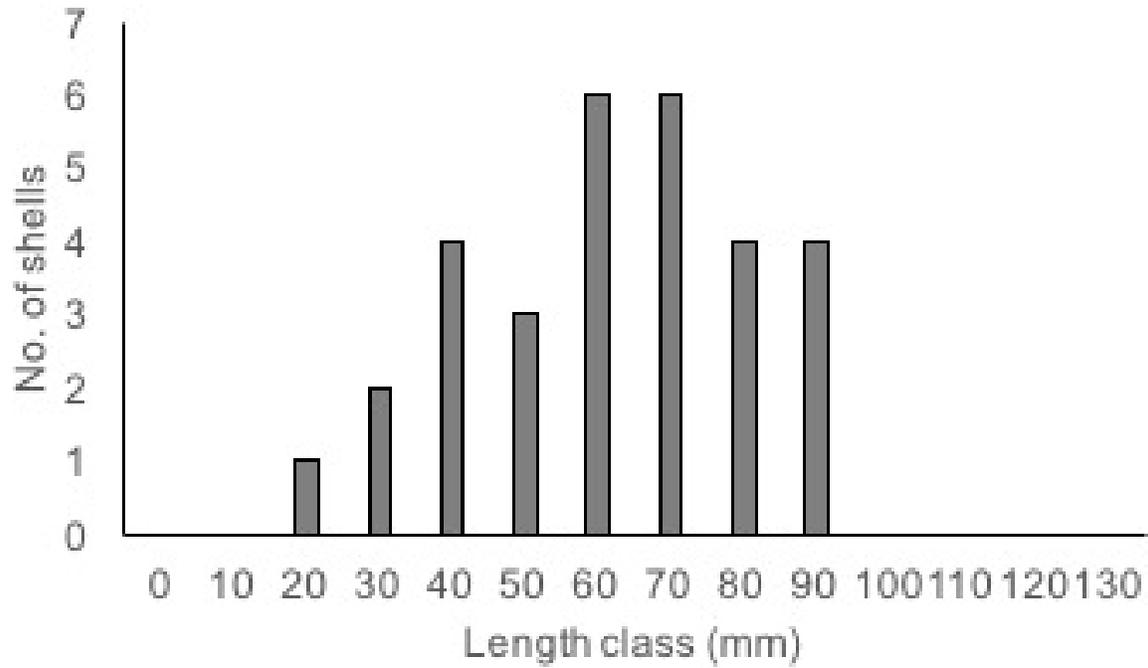
B)

Veillez voir la traduction française ci-dessous :

No. of shells = N^{bre} de coquilles

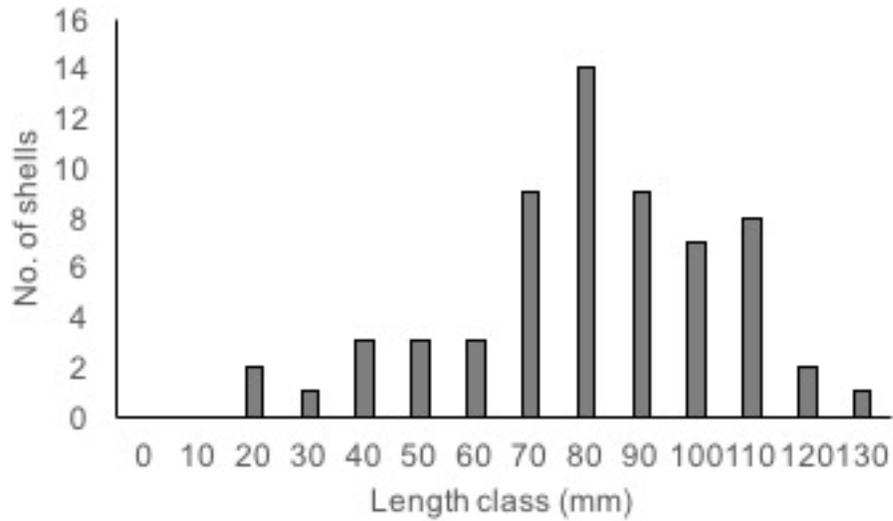
Length class = Classe de taille

Figure 8. Répartition des classes de taille chez les *Q. quadrula* vivants prélevés dans la rivière Grand (A) en 1997 (n = 97) et (B) depuis 2008 (n = 131) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.

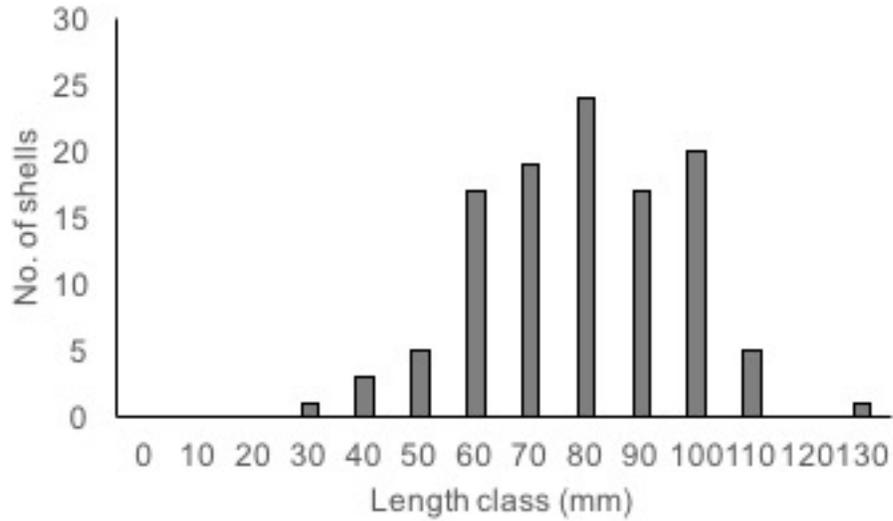


Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 No. of shells = N^{bre} de coquilles
 Length class = Classe de taille

Figure 9. Répartition des classes de taille chez les *Q. quadrula* vivants prélevés dans la rivière Ausable de 2002 à 2013 (n = 30) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.



A)



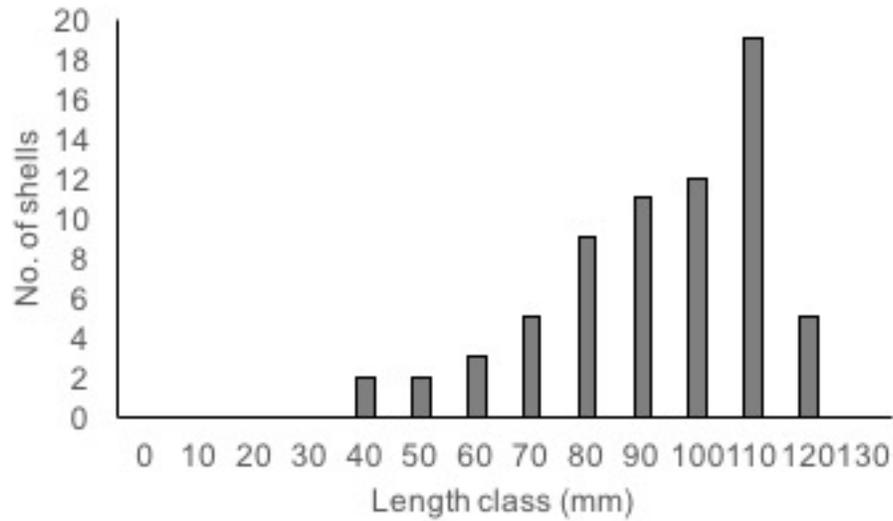
B)

Veillez voir la traduction française ci-dessous :

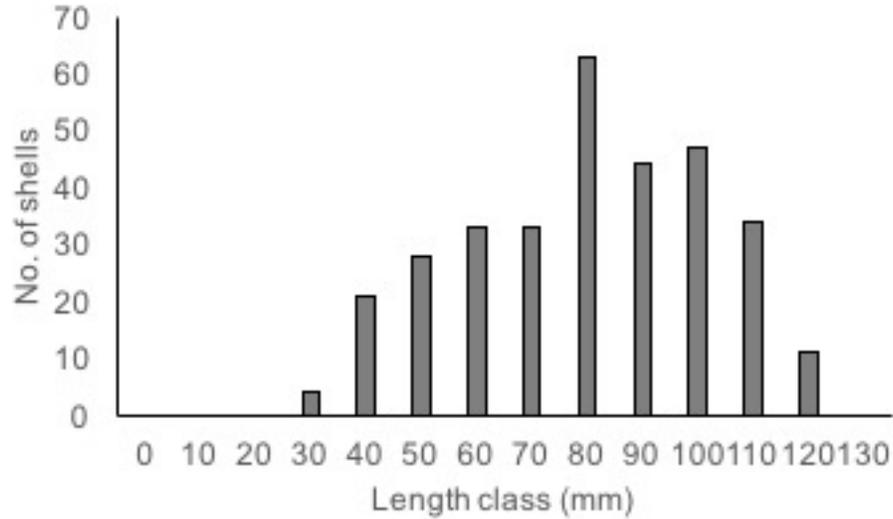
No. of shells = N^{bre} de coquilles

Length class = Classe de taille

Figure 10. Répartition des classes de taille chez les *Q. quadrula* vivants prélevés dans la rivière Sydenham (A) en 1997 et 1998 (n = 62) et (B) de 2008 à 2011 (n = 112) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.



A)



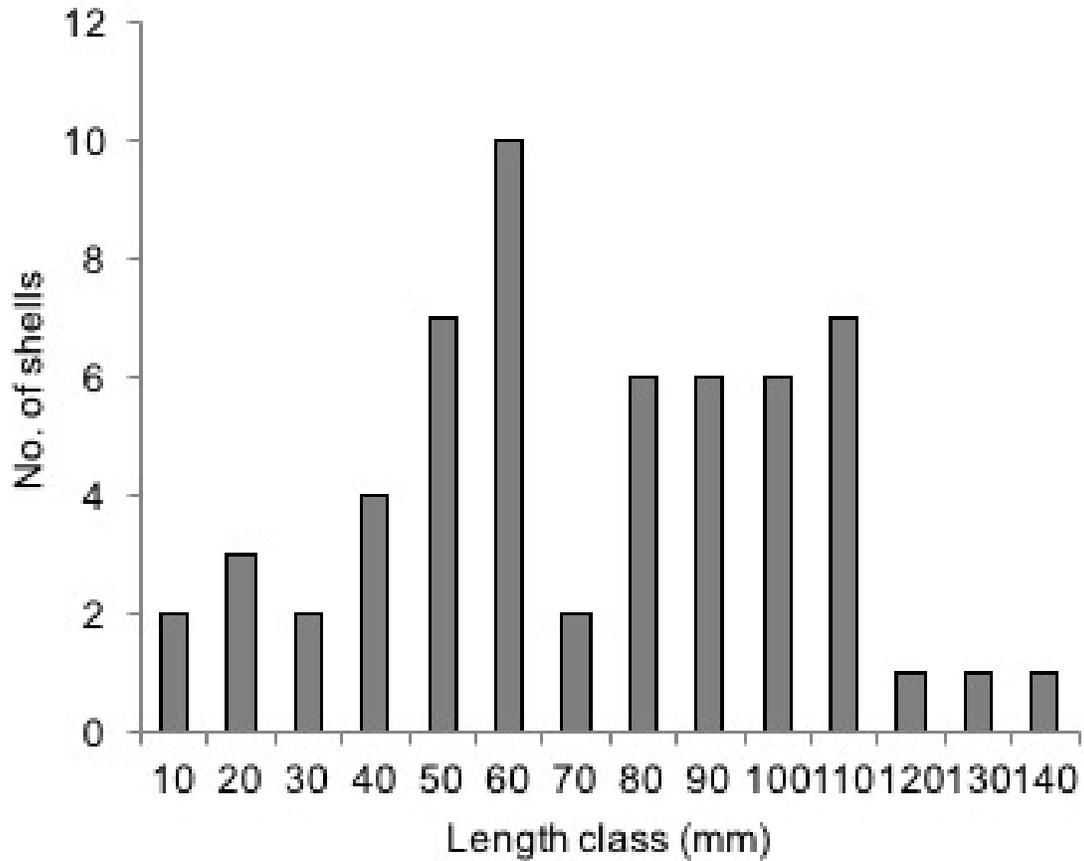
B)

Veillez voir la traduction française ci-dessous :

No. of shells = N^{bre} de coquilles

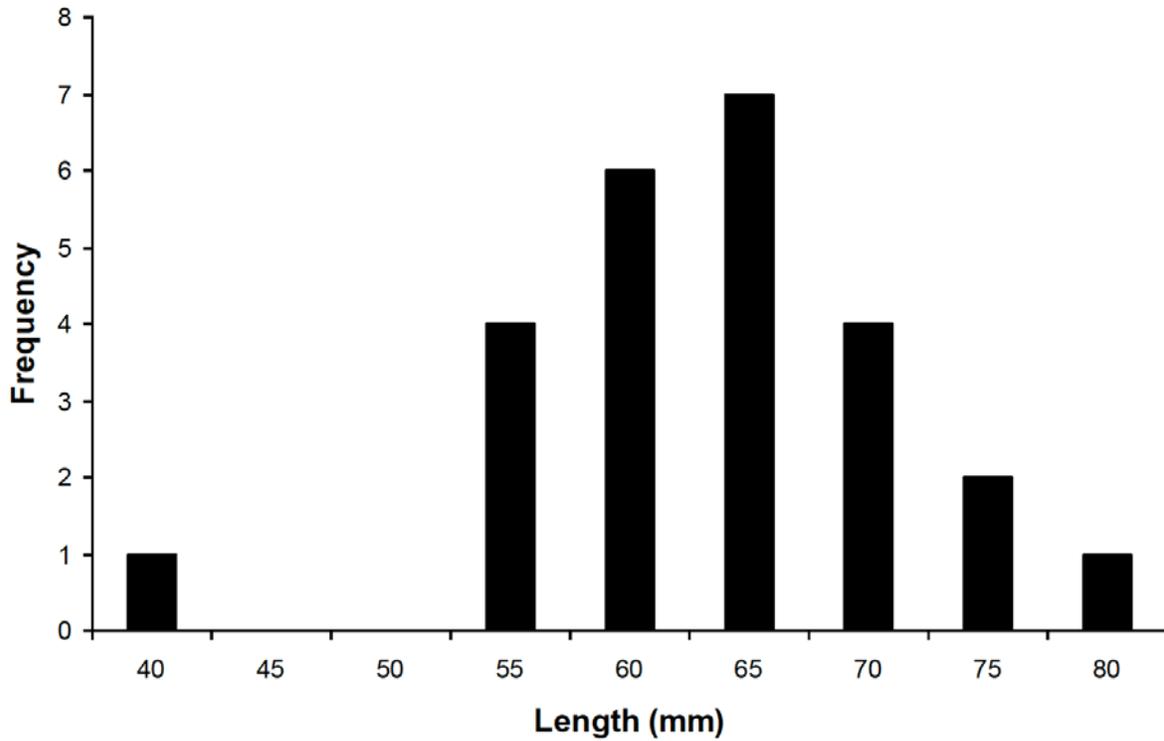
Length class = Classe de taille

Figure 11. Répartition des classes d'âge chez les *Q. quadrula* vivants prélevés dans la rivière Thames (A) en 1997 et 1998 (n = 68) et (B) de 2005 à 2008 (n = 318) (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles et indiquent un recrutement récent.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 No. of shells = N^{bre} de coquilles
 Length class = Classe de taille

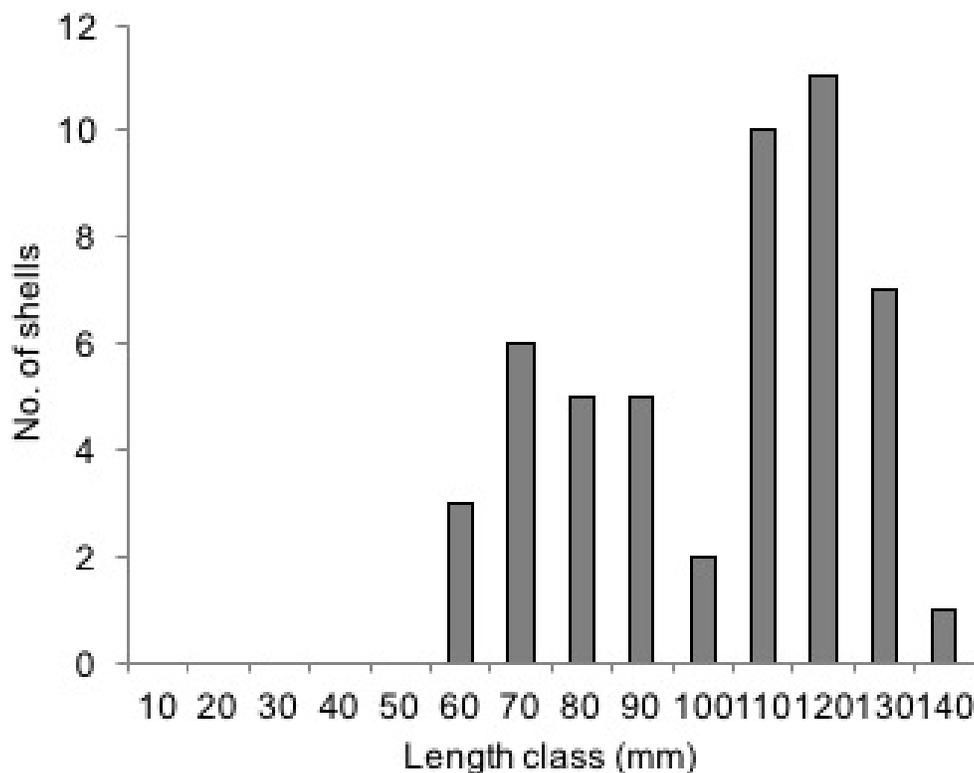
Figure 12. Répartition de la fréquence des tailles chez les *Q. quadrula* vivants (n = 58) prélevés dans le cadre de relevés minutés dans la rivière Welland, en Ontario, en 2014 (données recueillies pour le présent rapport). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Frequency = Fréquence
 Length (mm) = Longueur (mm)

Figure 13. Répartition de la fréquence des tailles chez les *Q. quadrula* vivants (n = 26) prélevés dans le cadre de relevés minutés dans la rivière Ruscom, en Ontario, en 2010 (Morris, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

No. of shells = N^{bre} de coquilles

Length class = Classe de taille

Figure 14. Répartition de la fréquence des tailles chez les *Q. quadrula* vivants (n = 50) prélevés dans le cadre de relevés minutés dans le havre Jordan, en Ontario, en 2014 (données recueillies pour le présent rapport). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent. Les données pourraient être faussées en faveur des individus plus gros, car seuls de relevés minutés ont été réalisés (sans excavation du substrat).

Fluctuations et tendances

Le *Q. quadrula* semble disparu des eaux libres canadiennes du lac Érie (à l'exception d'individus nouvellement découverts dans le lac Henry, sur la pointe Pelée, et de coquilles fraîches découvertes dans la baie Rondeau), le lac Sainte-Claire (un individu vivant en 2005, aucun dans les relevés de 2011-2012) et dans les rivières Détroit et Niagara en raison des effets de la présence de la moule zébrée et de la moule quagga. Toutefois, l'espèce a toujours été extrêmement rare dans ces eaux. Par exemple, il existe quelques mentions éparses de l'espèce dans les eaux canadiennes du lac Érié, mais il ne s'agissait que de coquilles. Parmi ces mentions, 4 proviennent de la baie Rondeau (1894, 1961, une observation non datée, et 2015), 5 de l'île Pelée (1962, 1978, 1992, 2004 et 2015) et 1 de Port Maitland, à l'embouchure de la rivière Grand, en 1936. Le *Q. quadrula* n'a été observé que dans 1 des 29 sites recensés dans les eaux libres du lac Sainte-Claire, en 1986, avant l'invasion des moules zébrées, et représentait 0,7 % des 281 moules prélevées dans tous

les sites (Nalepa *et al.*, 1996). De manière similaire, seulement une des 1 279 moules vivantes (0,08 %) prélevées dans 13 sites répartis un peu partout dans la rivière Détroit en 1982-1983 était un *Q. quadrula* (Schloesser *et al.*, 1998). Zanatta *et al.* (2002) ont prélevé 2 356 moules vivantes dans 95 sites dans les eaux riveraines du lac Sainte-Claire de 1999 à 2001, et une seule d'entre elles (0,04 %) était un *Q. quadrula* (prélevé en 1999 à l'embouchure de la rivière Thames). Néanmoins, même à de faibles densités, en raison de leur taille énorme, ces plans d'eau devraient avoir déjà abrité une importante proportion de la population de l'Ontario, mais l'espèce n'a pas été observée dans le lac, malgré les travaux continus durant toutes les années 2000 (McGoldrick *et al.*, 2009) et en 2011 (Morris, données inédites). Dans le lac Érié, à l'exception des coquilles fraîches trouvées dans la baie Rondeau et de la découverte récente d'animaux vivants dans le lac Henry, sur l'île Pelée, le *Q. quadrula* n'a pas été observé dans les eaux canadiennes depuis l'établissement des dreissenidés. La présence du *Q. quadrula* dans les baies côtières de l'ouest du lac Ontario était inconnue avant 2010; il n'existe donc pas de données sur les tendances. Malgré l'importante présence des dreissenidés dans le lac Ontario, le *Q. quadrula* demeure présent dans les baies côtières et est relativement à l'abri de l'infestation intense par les dreissenidés. Ces milieux côtiers semblent être similaires à ceux observés du côté américain de l'ouest du lac Érié (Zanatta *et al.*, 2015).

La CPUE pour le *Q. quadrula* dans la rivière Sydenham était de 1,4/h-p dans 10 sites en 1985 (Mackie et Topping, 1988), de 0,12/h-p dans 6 sites en 1991 (Clarke, 1992), et de 1,1/h-p dans 18 sites en 1997-1998 et 2003 (Metcalf-Smith *et al.*, 1998b; Metcalf-Smith et Zanatta, 2003). Deux sites ont été recensés en 1985 et 1998; la CPUE pour l'un des sites, dans la Sydenham Est, était de 8,0/h-p en 1985, et de 1,1/h-p en 1998, et la CPUE pour un site du ruisseau Bear était de 5,0/h-p en 1985 et de 1,3/h-p en 1998 et, selon des rapports anecdotiques, l'espèce y était encore abondante en 2010 (Morris, données inédites). Ces données laissent croire que l'abondance du *Q. quadrula* pourrait avoir connu un déclin dans le réseau, mais ne correspondent pas aux preuves indiquant que l'espèce se rencontre plus fréquemment aujourd'hui que dans le passé (voir **Activités de recherche et Répartition du *Quadrula quadrula* en Ontario**).

Kidd (1973) a prélevé 0, 0, 0, 1 et 9 *Q. quadrula* dans 5 sites de la rivière Grand inférieure en 1971-1972, alors que Metcalf-Smith *et al.* (2000a) ont prélevé 0, 0, 1, 57 et 27 spécimens dans les mêmes sites 25 ans plus tard. Kidd (1973) a observé que le nombre d'espèces de moules vivant dans la rivière avait décliné de façon marquée par rapport aux dénombrements historiques (seulement 6 des 25 espèces rapportées dans les tronçons inférieurs étaient encore présentes dans les années 1970). Ce déclin a été attribué à l'envasement, à la construction de barrages et de réservoirs et, en particulier à la pollution par les eaux usées. Le *Q. quadrula* a été l'une des espèces à avoir survécu. Les populations de la plupart des espèces de moules, notamment de *Q. quadrula*, ont depuis augmenté grâce à d'importantes améliorations de la qualité de l'eau.

Aucune donnée n'est disponible pour déterminer si des changements sont survenus sur le plan de la taille de la population avec le temps chez le *Q. quadrula* dans la rivière Ausable ou dans la rivière Thames, mais les données récentes provenant de 10 sites de la Thames inférieure donnent à penser que la population est en santé (figure 11).

Globalement, la taille de la population semble stable dans l'UD des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent (ou de l'Ontario). La vaste majorité de la population, dans le cas de cette UD, semble résider dans trois rivières : la rivière Thames, la rivière Sydenham et la rivière Grand inférieure, et on estime que la population compte des millions d'individus. Les estimations relatives à la densité faites au cours des 15 dernières années, de même que les données récentes sur les classes de taille indiquent que les populations dans ces rivières sont toutes apparemment stables et relativement en santé. Toutefois, la longévité de l'espèce pourrait aussi masquer des tendances en matière d'abondance. On ne peut pas en savoir autant sur la taille ou les tendances des sous-populations dans la plupart des autres plans d'eau actuellement occupés, mais plusieurs d'entre elles pourraient être assez grandes, et apparemment stables (p. ex. dans le bassin versant de la rivière Welland et dans les milieux humides côtiers et les baies côtières de l'ouest du lac Ontario), et montrer des signes de recrutement récent.

Immigration de source externe

Bien que les sous-populations de *Q. quadrula* en Ontario soient isolées les unes des autres ainsi que des sous-populations des États-Unis, il existe une possibilité d'immigration de source externe. Il est possible que les sous-populations des affluents des Grands Lacs inférieurs des deux côtés de la frontière entre le Canada et les États-Unis aient été connectées dans le passé grâce aux sous-populations des lacs Érié et Sainte-Claire, mais les moules indigènes sont presque entièrement disparues des lacs en raison des effets des moules zébrées et quaggas, ce qui rend la connectivité difficile. Néanmoins, comme les barbes servant d'hôtes sont hautement vagiles (Wendel et Kelsch, 1999; Butler et Wahl, 2011) et qu'il existe encore plusieurs sous-populations de grande taille (p. ex. zones côtières de l'ouest du lac Érié, rivière Maumee, rivière Belle, rivière Saginaw) du côté américain du lac Érié (Zanatta *et al.*, 2015) et du lac Huron (Zanatta, données inédites), l'immigration de source externe pourrait potentiellement se produire, mais les zones entre les sous-populations pourraient ne pas être convenables pour les moules et leurs hôtes. Des études génétiques récentes (Paterson *et al.*, 2015; Hoffman et Zanatta, données inédites; Mathias et Zanatta, données inédites) ont révélé un degré élevé de flux génique récent ($N_m > 1$, voir **Structure spatiale et variabilité de la population**) entre les populations des États-Unis et celles du Canada, mais on a également observé des signes de flux génique limité entre les sous-populations dans les zones côtières de l'ouest du lac Érié, dans la rivière Grand inférieure, dans la rivière Welland, et dans les baies de l'ouest du lac Ontario.

Manitoba

Activités et méthodes d'échantillonnage

Relevés historiques

Toutes les données historiques concernant la répartition du *Q. quadrula* au Manitoba proviennent soit de spécimens de musée, soit de données sur la présence ou l'absence de

l'espèce (voir par exemple Clarke, 1973). Les données sur les activités et les méthodes d'échantillonnage ne sont pas disponibles. Les sites où le *Q. quadrula* n'était pas présent peuvent être déterminés par comparaison avec les sites où d'autres espèces ont été prélevées. Toutefois, il n'existe pas de donnée sur les sites étudiés où aucune espèce de moule n'a été prélevée.

Relevés récents

Les relevés récents réalisés au Manitoba peuvent être divisés en deux périodes temporelles : ceux ayant eu lieu du début des années 1990 à 2005 environ, et ceux ayant eu lieu après 2011, avec une seule relocalisation de moules, à Brandon, en 2007. Les objectifs de ces relevés différaient, de même que les activités et les méthodes d'échantillonnage. Ces différences rendent les comparaisons difficiles.

En 1992, sous la supervision de M. Terry Dick, de l'Université du Manitoba, Carney et ses collègues (données inédites) ont étudié quatre sites de la rivière Assiniboine, et un site de la rivière Roseau dans le but de déterminer de façon provisoire quelles espèces de moules étaient présentes. Des *Q. quadrula* ont été prélevés dans trois sites de la rivière Assiniboine et dans le site de la rivière Roseau. Il est préférable de considérer ces activités comme étant quantitatives, car les recherches ont été effectuées par périodes de durée variable, et par des équipes comportant également un nombre variable de personnes (de 1 à 5). Dans tous les cas, les recherches ont été faites au toucher. L'effort d'échantillonnage allait de 2 à 10 h-p (tableau 5).

Tableau 5. Abondance relative du *Quadrula quadrula* dans la rivière Assiniboine, au Manitoba, d'après de relevés minutés.

Source	N ^{bre} de sites recensé	N ^{bre} de moules vivantes prélevées (toutes espèces confondues)	Fréquence de l'occurrence du <i>Q. quadrula</i> (% de sites)	Abondance relative du <i>Q. quadrula</i> (% de la communauté)	Capture par unité d'effort pour le <i>Q. quadrula</i> (n ^{bre} /h-p)
Carney, 1992 inédit	3	540	100 %	11 %	1,26
Watson <i>et al.</i> 1998	18	75	27 %	8 %	0,66
Pip, 2000	302	S.o.	0,006 %	S.o.	S.o.
Carney, 2003a (en aval du canal Portage)	6	239	33 %	18 % ¹	1,5
Carney, 2003a (en amont du canal Portage)	16	316	6 %	0,3 %	0,025
Watkins, 2003 inédit	6	485	33 %	6,19 %	1,54
Watkins et Carney, 2004 inédit*	1	S.o.	100 %	S.o.	2

* Le relevé ciblait le *Quadrula quadrula*, et aucune autre espèce n'a été enregistrée. Un grand nombre d'individus de plusieurs espèces ont été observés.

Scaife et Janusz (1992) ont étudié la viabilité d'une récolte commerciale de coquilles dans la rivière Assiniboine inférieure. Ils ont rapporté les résultats d'une étude réalisée en plongée autonome sur 21 km à l'aide de quadrats de 1 m² disposés de façon aléatoire; ils ont trouvé 62 *Q. quadrula* dans 24 des 120 quadrats, et ont mesuré une densité moyenne de 0,52/m².

Watson *et al.* (1998) ont entrepris une étude visant à déterminer la répartition et l'abondance des moules d'eau douce dans la rivière Assiniboine inférieure et dans 15 de ses affluents. Les sites d'échantillonnage dans la rivière Assiniboine, entre Portage la Prairie et Winnipeg, ont été choisis en suivant un plan d'échantillonnage par strates (Watson *et al.*, 1998). Dix-huit transects traversant la rivière ont été échantillonnés à l'aide d'un petit râteau à coquillages. Le prélèvement consistait à passer le râteau dans le substrat 5 fois à chacun des 5 points équidistants dans la rivière. Les affluents ont été échantillonnés visuellement, au toucher ou à l'aide du râteau, selon la limpidité et la profondeur de l'eau. L'effort d'échantillonnage a été de 30 minutes-personne dans chaque site. Les échantillonneurs (Watson *et al.*, 1998) ont récupéré un total de 6 *Q. quadrula* vivants dans les 17 sites recensés dans la rivière Assiniboine, et la présence de coquilles vides a été mentionnée dans un autre site. On n'a observé aucun signe de la présence du *Q. quadrula* dans les 167 sites recensés dans les affluents de la rivière Assiniboine.

Pip (2000) a entrepris un relevé exhaustif des mollusques d'eau douce au Manitoba, en 1998, dans le but de comparer ses résultats avec ceux d'études antérieures. Elle a recensé de nouveau 302 des 312 sites recensés environ 20 ans plus tôt. Bien que ces relevés visaient principalement les gastéropodes, il existait certains résultats concernant les moules, en particulier un déclin de 4 à 2 dans le nombre de sites dans lesquels le *Q. quadrula* avait été observé. Ce déclin s'est produit au cours de l'intervalle de 20 ans entre les deux études. Malheureusement, aucune donnée n'a été rapportée concernant la méthodologie de prélèvement, les sites ou l'abondance (Pip, 2000).

Carney (2003a, 2004a) a prélevé des moules dans des sites se trouvant le long de 10 rivières au Manitoba. Le but était de prélever des tissus à des fins d'analyse de l'ADN, de déterminer l'état reproductif et le statut démographique, et d'étudier les parasites des moules. Les permis restreignent les prélèvements à un maximum de 20 individus, toutes espèces confondues, dans chaque site, sauf dans un site de référence de la rivière Assiniboine inférieure. Une fois que 20 individus d'une espèce étaient prélevés, aucun autre individu de cette même espèce n'était prélevé. Par conséquent, les activités de prélèvement d'une espèce commune s'arrêtaient, et les chercheurs se concentraient sur les espèces moins communes. Néanmoins, le temps passé à effectuer des recherches a été noté de manière à ce que l'effort d'échantillonnage, exprimé en h-p, puisse être déterminé. La limite pour le *Q. quadrula* n'a été atteinte dans aucun des sites et, en effet, les activités d'échantillonnage ont mis l'accent sur cette espèce en raison de sa rareté et de l'absence de preuves de la production réussie de glochidies.

Carney (2004b) a rapporté les résultats d'une étude quantitative visant les moules de la rivière Assiniboine dans le parc provincial de Spruce Woods. Un total de 620 quadrats de 1 m² quadrats dans 49 transects ont été recensés, mais aucun *Q. quadrula* n'a été récupéré. Dans le cadre de cette étude, la densité moyenne pour toutes les espèces a été estimée à 0,08/m².

La présence de *Q. quadrula* dans la rivière Bloodvein, qui se jette du côté est du lac Winnipeg, a été rapportée en 2004 (Staton, comm. pers., 2005). Un relevé réalisé en 2010 n'a pas permis d'observer l'espèce dans la rivière Bloodvein, mais aucune information n'est donnée sur les méthodes employées. Trois sites de la rivière Brokenhead, près de l'embouchure du lac Winnipeg, ont été recensés en 2013, et on y a observé de 1 à 3 *Q. quadrula* vivants, le nombre d'individus augmentant avec la distance par rapport au lac. Comme on ne dispose pas de renseignements sur les activités et les méthodes, il est difficile de tirer des conclusions sur cette tendance apparente. En juillet 2015, une étude plus exhaustive a permis d'observer 30 individus vivants (Watkinson, comm. pers., 2015). Aucun relevé historique visant les moules n'a été effectué dans cette rivière ou dans d'autres rivières du côté est du lac Winnipeg. Un autre site a également été découvert dans la rivière Wanipigow en 2015. Trois individus vivants y ont été observés, mais aucune donnée sur les méthodes de relevé n'est disponible à l'heure actuelle.

En 2007, un projet de relocalisation de moules a été entrepris en association avec la construction d'un pont traversant la rivière Assiniboine, à Brandon. Quatre individus adultes y ont été découverts. On a déjà cru que l'aire de répartition historique dans la rivière Assiniboine, qui s'étend jusqu'au barrage Shellmouth (point le plus au nord-ouest à la figure 6), s'était contractée jusqu'au canal Portage (directement au nord de Portage la Prairie, figures 6 et 7). La découverte de *Q. quadrula* à Brandon, bien en amont du canal Portage indique que l'espèce est encore présente dans la rivière Assiniboine supérieure, et que son aire de répartition actuelle pourrait correspondre à son aire de répartition historique. Pour confirmer cette hypothèse et pour évaluer toute sous-population existant en amont du canal Portage, il faudrait déployer un effort considérable en raison de la taille, de la turbidité et de la force du courant de la rivière Assiniboine. En 2009, Pêches et Océans Canada a mené un atelier sur l'identification des moules dans la rivière Assiniboine, mais celui-ci n'a permis d'observer qu'un seul *Q. quadrula* vivant, dans un site où l'individu avait déjà été prélevé.

De nouvelles études ont été entreprises en 2011 au Manitoba, dans la rivière La Salle, un affluent de la rivière Rouge, près du parc La Barriere, sous la supervision du MPO (Morris, comm. pers., 2015), et des *Q. quadrula* ont été observés en 2011 (1 individu), en 2013 (3 individus) et 2014 (29 individus). Aucune information n'est actuellement disponible concernant l'effort et les méthodes d'échantillonnage. Le ruisseau Cooks, un affluent de la rivière Rouge, près de Selkirk, a été recensé en 2013 et en 2014. Sept *Q. quadrula* vivants ont été observés en 2013, et un seul individu a été observé en 2014 (Morris, comm. pers., 2015). En 2013, un seul individu de l'espèce a été observé dans rivière Rat, également un affluent de la rivière Rouge (Morris, comm. pers., 2015). L'individu a été observé près de St. Pierre Jolys, qui se trouve à une bonne distance en amont de la confluence avec la rivière Rouge. En raison des conditions d'échantillonnage

dangereuses, aucun individu vivant n'a été prélevé dans la rivière Rouge elle-même, mais des coquilles fraîches ont été observées en 2013 (Morris, données inédites). Ces données sont encourageantes, car même si ces sites se trouvent dans la zone d'occurrence existante pour cette espèce, ils accroissent l'IZO par rapport à la valeur fournie dans le rapport du COSEPAC précédent.

Abondance

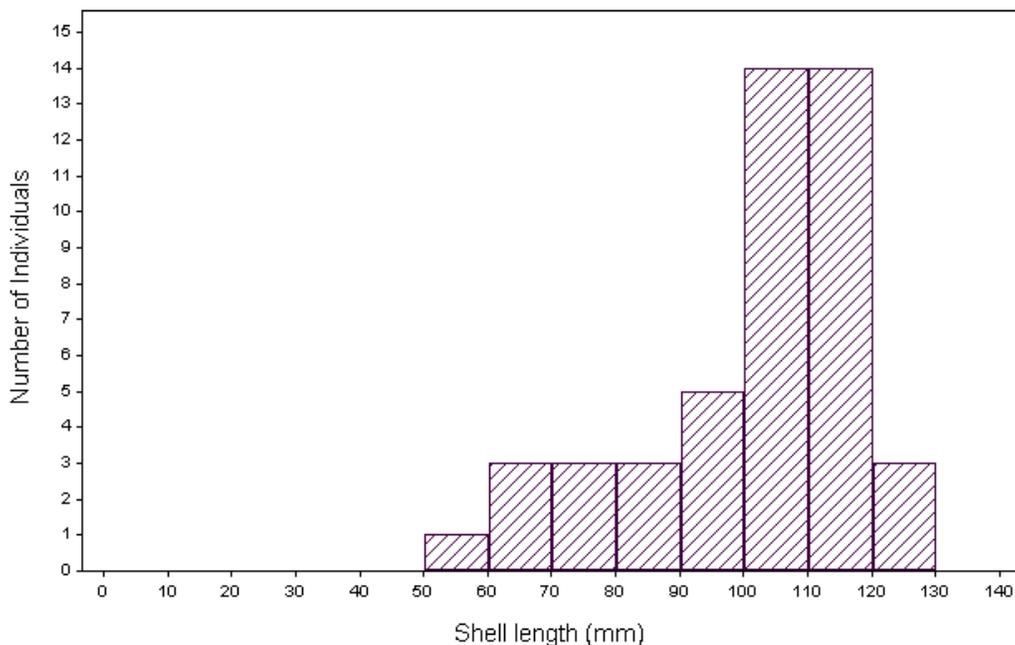
Il n'est possible d'estimer la densité du *Q. quadrula* au Manitoba que dans la rivière Assiniboine inférieure à l'aide des résultats rapportés par Scaife et Janusz (1992). Comme on le décrit précédemment, ils ont récupéré, en plongée autonome, 62 *Q. quadrula* dans 24 des 120 quadrats. La densité moyenne serait donc de 0,52 *Q. quadrula*/m². Ce calcul devrait être considéré comme une limite supérieure dans la mesure du possible, car Carney (2004b) a rapporté une densité moyenne de 0,08/m² pour toutes les espèces de moules, dans le cadre d'une étude de plus grande envergure effectuée dans un autre tronçon moins profond de la rivière Assiniboine échantillonné à gué, d'une rive à l'autre.

Si la densité de 0,52/m² est acceptée comme limite supérieure approximative de la densité du *Q. quadrula*, alors la taille de la sous-population dans ce tronçon de la rivière Assiniboine peut être estimée. La zone d'occupation biologique, fondée sur la longueur du tronçon occupé (150 km) multipliée par la largeur moyenne du tronçon (50 m) dans cette portion de la rivière Assiniboine est de 7,5 km². Une densité de 0,52 individu par m² donne un effectif total estimé de la sous-population de 3 900 000 individus dans cette rivière. Cette valeur devrait être considérée comme une limite extrême, car de longs tronçons de la rivière Assiniboine présentent un substrat de sables mouvants, non convenable comme habitat pour les moules, comme le reflètent les densités beaucoup plus faibles chez toutes les espèces rapportées par Carney (2004b) dans la plupart des tronçons. De plus, Watson *et al.* (1998) n'ont récupéré des *Q. quadrula* que dans 27 % des sites se trouvant le long de la rivière Assiniboine. Ce grand nombre d'échantillons le long de la rivière Assiniboine sans *Q. quadrula* indique clairement que l'espèce est absente sur toute la longueur de cette rivière. En utilisant cette valeur (27 %) pour calculer la proportion de la rivière étant convenable pour le *Q. quadrula*, on obtient une estimation révisée de la sous-population de 1 050 000 individus. Par conséquent, on estime que la sous-population de *Q. quadrula* de la rivière Assiniboine compte de 1 à 4 millions d'individus, la limite inférieure semblant plus plausible. Ces nombres très divergents ne servent qu'à souligner le besoin pressant d'obtenir davantage de données sur les moules de ce bassin versant et des autres bassins versants du Manitoba.

Il n'existe pas de données utiles pour estimer la taille des sous-populations de *Q. quadrula* dans la rivière Rouge et la rivière Roseau. Aucun spécimen vivant n'a été prélevé dans la rivière Rouge depuis les études rapportées par Clarke (1973). Le dernier spécimen vivant observé dans la rivière Roseau était un individu prélevé en 1992 (Carney, données inédites). En 1991, six autres individus ont été observés par le personnel de la Direction de la pêche du Manitoba dans la rivière Roseau inférieure (Erickson, comm. pers., 2005). Il semble probable que l'espèce soit présente dans la rivière Rouge simplement en s'appuyant sur la taille de la rivière, mais rien ne permet de formuler la

même hypothèse pour la rivière Roseau. L'absence de données régulières sur le prélèvement dans la rivière Bloodvein, la rivière Brokenhead, le ruisseau Cooks, la rivière La Salle, la rivière Rouge et la rivière Rat, de même que la rareté des données sur l'abondance, empêchent toute tentative d'estimation des tendances relatives à l'abondance dans ces cours d'eau. Ces données sont utiles pour déterminer la présence ou l'absence de l'espèce, et contribuent aux connaissances croissantes en matière de répartition du *Q. quadrula* au Manitoba.

Ni Watson *et al.* (1998) ni Scaife et Janusz (1992) n'ont rapporté de valeurs concernant la taille des moules qu'ils ont prélevées. Tous les individus recueillis par Carney (2003a) ont été mesurés, et leur âge a été déterminé à l'aide de coupes minces, mais seule la longueur des moules prélevées dans la rivière Assiniboine est présentée (figure 15), de manière à maintenir l'uniformité avec les données présentées pour l'Ontario. La taille des spécimens allait de 53 mm à 123 mm (moyenne = 101 mm). On a noté une absence d'individus de petite taille, ce qui semble commun dans la population du Manitoba (Carney, obs. pers.). L'absence d'individus de petite taille, même de 50 à 100 mm, indique que le recrutement est faible ou nul. Carney (2003a; données inédites) n'a jamais observé que deux *Q. quadrula* gravides contenant des glochidies. Cette absence apparente de reproduction est cohérente avec le recrutement faible ou nul.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Number of individuals = Nombre d'individus

Shell length (mm) = Longueur de la coquille (mm)

Figure 15. Répartition de la fréquence des tailles chez les *Q. quadrula* prélevés dans la rivière Assiniboine, en Ontario (Carney, 2003a). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles, et indiquent un recrutement récent.

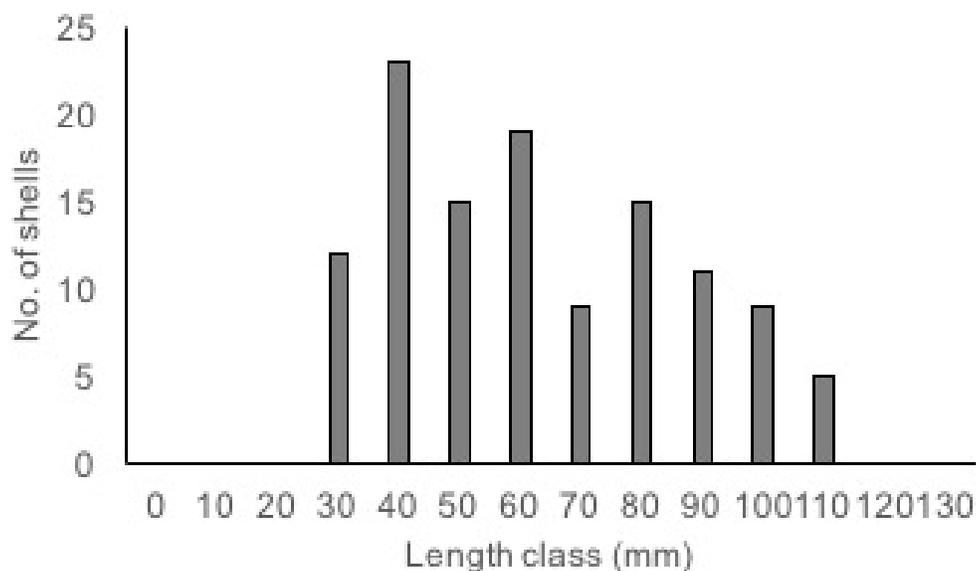
Fluctuations et tendances

Clarke (1973) a indiqué, d'une part, que le *Q. quadrula* était relativement commun à abondant (tableau 2, page 12), mais, d'autre part, le texte indique qu'elle était « d'ordinaire peu commune » (page 33). Là où Clarke (1973) fournit ses données d'échantillonnage, le nombre d'individus prélevés au Manitoba n'est jamais très élevé. Les données actuelles correspondent avec le fait que le *Q. quadrula* est une espèce peu commune. Watson *et al.* (1998) ont recensé le plus grand nombre de sites de la rivière Assiniboine inférieure (en aval du canal Portage) et ont noté la présence du *Q. quadrula* dans 27 % des sites étudiés, ne récupérant que 6 individus sur 157 km de rivière, avec une CPUE estimée de 0,66 (tableau 5). La comparaison des CPUE indique que la densité des sous-populations est assez variable, même au sein des cours d'eau, et qu'elle va de 0, dans les rivières Rouge et Roseau, à 1,5 dans la rivière Assiniboine (tableau 5). En 2003, Watkins (données inédites) a recensé 6 sites dans la rivière Assiniboine, à Winnipeg, à raison de 19,5 h-p, et la CPUE était de 1,54 (écart de 0 à 9). En 2004, Carney et Watkins (données inédites) ont recensé de nouveau un de ces sites (où la CPUE = 9) à raison de 3 h-p, et ont noté une CPUE de 0,37, ce qui représente plus d'un ordre de grandeur sous la valeur de l'année précédente. Les données disponibles indiquent que l'abondance du *Q. quadrula* est la plus élevée dans la rivière Assiniboine à l'intérieur et à proximité du périmètre ouest de la ville de Winnipeg, et qu'elle diminue en allant vers l'amont au canal Portage et en allant vers l'aval vers la confluence avec la rivière Rouge. Un seul individu a été documenté sur les quelque 900 km de la rivière Assiniboine en amont du canal Portage (Carney, 2003a).

Les données historiques indiquent une aire de répartition qui inclut la rivière Rouge et de nombreux affluents, la longueur de la rivière Assiniboine jusqu'au lac des Prairies, et de nombreux sites du lac Winnipeg (figure 6). Durant la période allant de 1992 à 2004, le *Q. quadrula* n'a été observé que sur environ la moitié de la longueur de la rivière Assiniboine, le canal Portage représentant une ligne de démarcation. La découverte de *Q. quadrula* en 2007, à Brandon, donne à penser que l'aire de répartition n'a pas été réduite. L'abondance de toute sous-population en amont du canal Portage est encore inconnue. Aucun spécimen vivant n'a récemment été récupéré dans la rivière Rouge ou dans le lac Winnipeg (figure 7; le point noir juste au sud de Winnipeg correspond à de multiples mentions le long de la rivière La Salle, alors que ceux au nord de Winnipeg correspondent au ruisseau Cooks; ces deux cours d'eau sont des affluents de la rivière Rouge).

L'abondance du *Q. quadrula* connaît probablement un déclin au Manitoba. Clarke (1973) a mentionné la présence du *Q. quadrula* dans la rivière Roseau. Depuis, 6 individus ont été observés en 1991 (Erickson, comm. pers., 2005), et 1 individu a été observé en 1992 (Carney, données inédites). Aucun *Q. quadrula* vivant n'a été observé récemment dans la rivière Rouge (Carney, 2004a; Carney et Watkins, données inédites), bien que des coquilles fraîches aient été observées en 2013 (Morris, données inédites). Clarke (1973) a rapporté avoir prélevé 25 *Q. quadrula* dans la rivière Rouge, à St. Jean Baptiste. En 2003, durant une période où les niveaux de l'eau étaient exceptionnellement bas, Carney (2004a) a été en mesure d'échantillonner toute la largeur de la rivière au même site, il n'a trouvé aucun spécimen vivant, mais a observé beaucoup de coquilles vides le long de la rive. Aucune de ces valves n'était fraîche. En 2004, Carney et Watkins (données inédites) sont retournés à ce site ainsi qu'à d'autres sites le long de la rivière Rouge où Clarke (1973) avait prélevé des *Q. quadrula*, et n'ont trouvé que quelques valves très usées par les éléments. Bien que la rivière Rouge soit exceptionnellement difficile à échantillonner, le fait que Clarke ait été capable de prélever 25 individus vivants et que personne d'autre n'ait été en mesure de le faire par la suite laisse croire fortement qu'il y a eu un déclin dans l'abondance du *Q. quadrula* dans la rivière Rouge au Manitoba.

Les autres sites où la présence du *Q. quadrula* a été mentionnée n'ajoutent que des points à l'intérieur de l'aire de répartition précédemment connue de l'espèce, et ces sites se trouvent dans des affluents de la rivière Rouge et du lac Winnipeg. L'absence de toute mention de l'espèce dans le lac Winnipeg (Pip, comm. pers., 2004) laisse croire qu'elle est disparue de ce lac; l'invasion des moules zébrées en empêchera le rétablissement. L'abondance globale peut encore être en déclin, même si de nouveaux sites sont découverts. Si l'abondance de l'espèce est en déclin, les sites nouvellement découverts n'annulent pas ce déclin. Les données sur les classes de taille recueillies avant 2003 montrent un taux de recrutement apparemment nul dans l'ensemble de la rivière Assiniboine (figure 15), et correspondent à une population qui maintient son aire de répartition, mais qui dégénère lentement. Toutefois, les données recueillies de 2013 à 2015 dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce au Manitoba (notamment sur 24 spécimens de la rivière Assiniboine) montrent des signes de recrutement récent (figure 16). Le déclin continu de la qualité de l'eau et la nouvelle menace causée par les moules zébrées mènent tous à une conclusion justifiable selon laquelle l'abondance pourrait être en déclin, malgré la découverte de nouveaux sites.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

No. of shells = N^{bre} de coquilles

Length class = Classe de taille

Figure 16. Répartition des classes de taille chez les *Q. quadrula* vivants prélevés dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce de 2013 à 2015 (n = 118) (Watkinson, données inédites). Les spécimens de moins de 50 mm sont considérés comme étant des juvéniles et indiquent un recrutement récent.

Immigration de source externe

Le bassin versant de la rivière Rouge fait partie du bassin versant de la baie d'Hudson, mais il n'est lié d'aucune manière au bassin versant adjacent du Mississippi. Par conséquent, il ne pourrait pas y avoir d'immigration de source externe naturelle des populations du bassin versant de la rivière Rouge depuis les populations des bassins versants du Mississippi, à l'est, et du Missouri, au sud. Bien que les sous-populations du Manitoba semblent se présenter sous forme d'assemblages d'individus largement séparés, peu d'obstacles limitent les déplacements des poissons-hôtes éventuels. Par conséquent, il est raisonnable de croire que le *Q. quadrula* forme une population unique et diffuse au Manitoba. Le canal Portage, dans la rivière Assiniboine, les écluses dans la rivière Rouge, à Lockport, et les barrages de basse chute, dans la rivière Roseau, constituent les seuls obstacles aux déplacements des poissons dans la zone d'occurrence de l'espèce au Manitoba. Le canal Portage est un obstacle infranchissable et représente une barrière absolue à la dispersion vers l'amont des hôtes infestés de glochidies.

La situation de l'espèce dans les portions de la rivière Rouge se trouvant au Dakota du Nord et au Minnesota n'est pas bien connue. On ne dispose pas de renseignements sur l'espèce au Dakota du Nord (Dyke, comm. pers., 2004). Carney (2003b) n'a pas rencontré l'espèce dans les sites du Dakota du Nord dans lesquels Cvancara (1970) a mentionné la présence du *Q. quadrula*. Les études limitées dans la rivière Rouge supérieure entreprises par le personnel du département des ressources naturelles du Minnesota n'ont permis de

récupérer que trois *Q. quadrula* (Davis, comm. pers., 2004). Un relevé réalisé par Hart (1995) dans la rivière Otter Tail, un affluent de la rivière Rouge, au Minnesota, n'a permis de récupérer que 10 *Q. quadrula* sur un total de 4 851 individus. Un projet de translocation de moules provenant de 2 sites de construction d'un pont sur la rivière Otter Tail (Ceas, 2001) n'a permis d'observer aucun *Q. quadrula*. Il s'agirait essentiellement d'un recensement des moules de ces 2 sites. Ces rapports laissent croire que le *Q. quadrula* est une composante non commune de la communauté de moules dans le bassin versant de la rivière Rouge au Manitoba, au Dakota du Nord et au Minnesota. La mobilité connue de la barbe de rivière, un hôte potentiel (Stewart et Watkinson, 2004) dans la rivière Rouge, laisse croire que la possibilité d'une immigration de source externe à partir de population du réseau de la rivière Rouge à l'extérieur du Manitoba est limitée. Toutefois, les indices actuels révèlent qu'il existe peu de populations dans le Dakota et au Minnesota susceptibles d'agir comme populations sources. De plus, les populations des États-Unis du bassin versant de la rivière Rouge, au Dakota du Nord et au Minnesota, ont connu les mêmes déclin démographiques inférés qu'au Manitoba (Hart, 1995; Ceas, 2001; Carney, 2003b).

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Menaces

Les rédacteurs du rapport ont appliqué le calculateur des menaces de l'UICN (Master *et al.*, 2009) et ont déterminé l'impact des menaces en se fondant sur des catégories normalisées. L'impact est calculé en attribuant une valeur à la portée (proportion de la population canadienne exposée à une menace précise au cours des 10 prochaines années), à la gravité (pourcentage de réduction de la proportion de la population exposée aux effets causés par la menace au cours des 3 prochaines générations), et à l'immédiateté de diverses menaces. Bien que l'impact global calculé pour la population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent (tableau 6) soit élevé à modéré, on le considère comme un impact modéré, ce qui signifie qu'un déclin de la population de 3 à 30 % est attendu au cours des 3 prochaines générations en raison de diverses menaces qui seront présentes au cours des 10 prochaines années. De manière similaire, l'impact global calculé pour la population de la Saskatchewan-Nelson (tableau 7) se situe dans une fourchette de « très élevé » à « faible », mais a été corrigé à « élevé », ce qui signifie qu'un déclin de 10 à 70 % est prévu au cours des 3 prochaines générations en raison de diverses menaces présentes au cours des 10 prochaines années; beaucoup d'incertitude subsistait quant à l'ampleur de l'impact de l'invasion des moules zébrées. Cet impact global des menaces est à l'heure actuelle le seul moyen disponible pour prévoir les déclin démographiques futurs. Les menaces sont classées de l'impact le plus élevé à l'impact le plus faible pour chaque UD.

Tableau 6. Évaluation des menaces pour le *Quadrula quadrula*, population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent.

Nom de l'espèce	Mulette feuille d'érable (<i>Quadrula quadrula</i>), population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent		
Date	19/08/2015		
Évaluateur(s)	Dwayne Lepitzki (animateur, coprésident responsable), Dave Zanatta (corédacteur), Jordan Hoffman (corédacteur), Joe Carney (corédacteur), Todd Morris (SCS, MPO), Doug Watkinson (MPO), Sarah Hogg (MRNFO), Daelyn Woolnough (SCS), Andrew Hebda (SCS)		
Références	Ébauche de l'évaluation des menaces basée sur l'ébauche de rapport de situation; évaluation des menaces officielle publiée le 19 août 2015 à l'aide des cartes de l'aire de répartition mises à jour		
		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
Impact des menaces		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	0	0
C	Moyen	2	0
D	Faible	2	4
Impact global des menaces calculé :		Élevé	Moyen
Impact global attribué :		C = Moyen	
Ajustement de l'impact global calculé – justification		L'impact moyen (déclin de 3 à 30 %) est plus approprié que l'impact élevé (déclin de 10 à 70 %), même compte tenu des effets cumulatifs, en particulier parce que l'espèce semble survivre dans les eaux eutrophes. L'impact des changements climatiques est inconnu pour le moment, particulièrement à court terme.	
Commentaires généraux sur les menaces		Toutes les localités pour cette UD sont touchées par des infestations de dreissenidés et/ou par le ruissellement agricole.	

Menace	Impact (calculé)	Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
1 Développement résidentiel et commercial					
1.1 Zones résidentielles et urbaines					
1.2 Zones commerciales et industrielles					
1.3 Zones touristiques et récréatives					Aucune nouvelle marina ou rampe de mise à l'eau connue, donc aucune menace perçue.
2 Agriculture et aquaculture					
2.1 Cultures annuelles et pluriannuelles de produits autres que le bois					
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte					
2.3 Élevage de bétail					Aucun nouveau parc à bestiaux et aucune nouvelle porcherie, aucune menace perçue découlant du piétinement par le bétail.
2.4 Aquaculture en mer et en eau douce					

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
3	Production d'énergie et exploitation minière						
3.1	Forage pétrolier et gazier						
3.2	Exploitation de mines et de carrières						Aucune extraction de gravier connue susceptible de représenter une menace.
3.3	Énergie renouvelable						Aucun parc éolien dans les zones riveraines.
4	Corridors de transport et de service	D	Faible	Petite (1 - 10 %)	Extrême (71 - 100 %)	Élevée (menace continue)	
4.1	Routes et voies ferrées						
4.2	Lignes de services publics		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Le pipeline Eastern Gateway pourrait représenter une menace, mais ceci nécessite un examen.
4.3	Voie de transport par eau	D	Faible	Petite (1 - 10 %)	Extrême (71 - 100 %)	Élevée (menace continue)	Dragage lié aux voies navigables, aux ports et aux marinas dans la rivière Grand inférieure, dans le havre Jordan et dans les milieux côtiers. Un tiers de la population vit dans la rivière Grand.
4.4	Corridors aériens						
5	Utilisation des ressources biologiques		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (menace continue)	
5.1	Chasse et capture d'animaux terrestres						
5.2	Cueillette de plantes terrestres						
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois						
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (menace continue)	Effets sur les poissons-hôtes et les glochidies.
6	Intrusions et perturbations humaines		Négligeable	Grande (31 - 70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	
6.1	Activités récréatives		Négligeable	Grande (31 - 70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	VTT dans les rivières, navigation, pêche.
6.2	Guerre, troubles civils et exercices militaires						
6.3	Travail et autres activités		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Activités de recherche.
7	Modifications des systèmes naturels	CD	Moyen-faible	Restreinte (11 - 30 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Élevée (menace continue)	
7.1	Incendies et suppression des incendies						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages		Négligeable	Généralisée (71 - 100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Des barrages empêchent le déplacement des poissons. Les poissons-hôtes ne sautent pas par-dessus les obstacles. Dans la rivière Thames, la sous-population vit en aval du barrage, mais ce dernier pourrait limiter l'expansion de la sous-population. Aucune nouvelle construction de barrage n'est prévue. De l'eau est prélevée aux fins d'irrigation, ce qui influe sur une grande portion des sous-populations, mais la gravité de cet impact devrait être minimale. La modélisation montre que le barrage Dunville aura des répercussions à long terme (données inédites).
7.3	Autres modifications de l'écosystème	CD	Moyen - faible	Restreinte (11 - 30 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Élevée (menace continue)	Enlèvement de chicots, gestion de zones côtières visant la sauvagine et la végétation (et non les moules), modification de l'habitat par les dreissenidés, poissons envahissants (carpe). L'assèchement pour la sauvagine a eu des conséquences létales pour l'espèce aux États-Unis, mais il n'est pas permis, car l'espèce est protégée dans les zones où les lois s'appliquent (LEP et <i>Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition</i> de l'Ontario.)
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	D	Faible	Généralisée (71 - 100 %)	Légère (1 - 10 %)	Élevée (menace continue)	
8.1	Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes	D	Faible	Généralisée (71 - 100 %)	Légère (1 - 10 %)	Élevée (menace continue)	Étouffement par les dreissenidés et prédation par les poissons envahissants se nourrissant de mollusques (p. ex. gobie à taches noires). Ces espèces sont présentes dans les réseaux fluviaux (dreissenidés [en faible nombre dans la Thames et la Grand] et gobies à taches noires).
8.2	Espèces indigènes problématiques		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Extrême (71 - 100 %)	Élevée (menace continue)	Les tas de coquilles vidées par des rats musqués comprenaient des coquilles de moules à feuille d'érable, mais très peu d'individus sont touchés par cette menace. Les individus qui font l'objet de prédation sont tués. Par conséquent : faible portée, mais gravité extrême. On ignore si l'humain est une cause sous-jacente de cette augmentation.
8.3	Matériel génétique introduit						
9	Pollution	CD	Moyen - faible	Généralisée (71 - 100 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	D	Faible	Généralisée (71 - 100 %)	Légère (1 - 10 %)	Élevée (menace continue)	Sels de voirie, eaux usées urbaines et ruissellement urbain. Les sous-populations se trouvent en aval de centres urbains majeurs et sont donc exposées à la pollution. La majeure partie du débit de la rivière passe par une usine d'épuration des eaux usées.
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen - faible	Généralisée (71 - 100 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Déversement de pipelines, chemins de fer, effluents industriels; le canal présente un potentiel de débordement. Si cela se produit, les conséquences seront négatives, et l'impact est donc modéré. La menace la plus grave serait un déversement; il ne s'agit donc pas d'une exposition continue.
9.3	Effluents agricoles et sylvicoles	D	Faible	Généralisée (71 - 100 %)	Légère (1 - 10 %)	Élevée (menace continue)	Un impact chronique à long terme pourrait causer un lent déclin.
9.4	Déchets solides et ordures						
9.5	Polluants atmosphériques						
9.6	Apports excessifs d'énergie						
10	Phénomènes géologiques						
10.1	Volcans						
10.2	Tremblements de terre et tsunamis						
10.3	Avalanches et glissements de terrain						
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents		Inconnu	Généralisée (71 - 100 %)	Inconnue	Modérée - faible	Cette UD est exposée à toutes ces influences (portée généralisée), mais l'impact pourrait au final être neutre, car les effets pourraient être bénéfiques pour les poissons-hôtes (qui à leur tour permettraient l'expansion de l'aire de répartition potentielle). Rien ne prouve actuellement que les changements climatiques influent sur la population.
11.1	Déplacement et altération de l'habitat						
11.2	Sécheresses						
11.3	Températures extrêmes						
11.4	Tempêtes et inondations						

Tableau 7. Évaluation des menaces pour le *Quadrula quadrula*, population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson.

Nom de l'espèce	Mulette feuille d'érable (<i>Quadrula quadrula</i>), population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson		
Date :	19/08/2015		
Évaluateur(s) :	Dwayne Lepitzki (animateur, coprésident responsable), Dave Zanatta (corédacteur), Jordan Hoffman (corédacteur), Joe Carney (corédacteur), Todd Morris (SCS, MPO), Doug Watkinson (MPO), Sarah Hogg (MRNFO), Daelyn Woolnough (SCS), Andrew Hebda (SCS)		
Références :	Ébauche de l'évaluation des menaces basée sur l'ébauche de rapport de situation; évaluation des menaces officielle publiée le 19 août 2015 à l'aide des cartes de l'aire de répartition mises à jour		
		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
Impact des menaces		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	1	0
C	Moyen	2	0
D	Faible	0	3
Impact global des menaces calculé :		Très élevé	Faible
Impact global attribué :		B = Élevé	
Ajustement de l'impact global calculé – justification		Fondé sur la menace potentielle posée par la moule zébrée (un déclin de 10 à 70 % est prévu au cours des 3 prochaines générations), en combinaison avec d'autres menaces.	
Commentaires généraux sur les menaces		Toute l'UD est menacée par les effets des activités agricoles. Une infestation par des moules zébrées dans l'ensemble de l'UD est peu probable au cours des 10 prochaines années.	

Menace	Impact (calculé)	Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
1 Développement résidentiel et commercial	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	
1.1 Zones résidentielles et urbaines					
1.2 Zones commerciales et industrielles					
1.3 Zones touristiques et récréatives	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Aucune nouvelle marina ou rampe de mise à l'eau dans la rivière et le fleuve, mais, à court terme, il existe des projets continus d'expansion de marinas et de construction de nouvelles rampes de mise à l'eau.
2 Agriculture et aquaculture					
2.1 Cultures annuelles et pluriannuelles de produits autres que le bois					Changement continu des cultures. Effets incertains. Non coté.
2.2 Plantations pour la production de bois et de pâte					

Menace		Impact (calculé)	Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
2.3	Élevage de bétail					Incertain concernant l'augmentation du nombre de porcheries; il pourrait y avoir un moratoire continu sur les nouvelles porcheries. Peu de signes de piétinement. Non coté.
2.4	Aquaculture en mer et en eau douce					
3 Production d'énergie et exploitation minière						
3.1	Forage pétrolier et gazier					
3.2	Exploitation de mines et de carrières					
3.3	Énergie renouvelable					
4 Corridors de transport et de service		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	
4.1	Routes et voies ferrées	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Nouvelle route construite du côté est du lac Winnipeg. Cette route traverse des cours d'eau dans lesquels des moules sont présentes.
4.2	Lignes de services publics	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Pipelines (p. ex. Eastern Gateway). S'applique à la nouvelle pipeline est-ouest de même qu'à l'entretien des pipelines existantes.
4.3	Voies de transport par eau					
4.4	Corridors aériens					
5 Utilisation des ressources biologiques		Négligeable	Généralisée (71 -100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	
5.1	Chasse et capture d'animaux terrestres					
5.2	Cueillette de plantes terrestres					
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois					
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques	Négligeable	Généralisée (71 -100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Pêche commerciale possible visant les barbues (hôte) dans le lac Winnipeg. Pêche récréative actuelle et continue visant la barbu de rivière dans la rivière Rouge.
6 Intrusions et perturbations humaines		Négligeable	Restreinte (11 – 30 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	
6.1	Activités récréatives	Négligeable	Restreinte (11 – 30 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Navigation dans une certaine mesure, mais pas autant que dans le sud de l'Ontario, impact négligeable.
6.2	Guerre, troubles civils et exercices militaires					
6.3	Travail et autres activités	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Chercheurs

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
7	Modifications des systèmes naturels	CD	Moyen - faible	Grande (31 - 70 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Élevée (menace continue)	
7.1	Incendies et suppression des incendies						
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages		Négligeable	Grande (31 - 70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (menace continue)	Barrages, canaux de dérivation, prélèvement d'eau aux fins d'irrigation, gestion de l'eau visant à maîtriser les crues.
7.3	Autres modifications de l'écosystème	CD	Moyen - faible	Grande (31 - 70 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Élevée (menace continue)	Enrochement dans la rivière Rouge (Winnipeg et sud de Winnipeg), les berges de la rivière Assiniboine sont grandement altérées par l'endiguement et l'enrochement à des fins de maîtrise des crues, ce qui modifie l'hydrologie de la rivière; les moules zébrées sont arrivées et modifieront l'habitat.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	BD	Élevé – faible	Grande (31 - 70 %)	Grave - légère (1 - 70 %)	Élevée (menace continue)	
8.1	Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes	BD	Élevé – faible	Grande (31 - 70 %)	Grave - légère (1 - 70 %)	Élevée (menace continue)	Les moules zébrées sont arrivées, elles auront un impact, mais on ignore encore la gravité. En se fondant sur le Mississippi, le sud de l'Ontario, la rivière Détroit, etc., la fourchette d'effets possibles est vaste.
8.2	Espèces indigènes problématiques						Aucune prédation supérieure à la normale.
8.3	Matériel génétique introduit						
9	Pollution	CD	Moyen - faible	Grande (31 - 70 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	D	Faible	Généralisée (71 -100 %)	Légère (1 - 10 %)	Élevée (menace continue)	Brandon, Portage La Prairie, Winnipeg, Grand Forks, Fargo (Dakota du Nord).
9.2	Effluents industriels et militaires	CD	Moyen - faible	Grande (31 - 70 %)	Modérée - légère (31 - 70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Usine d'emballage de viandes de Brandon, déversements potentiels de pipelines, industrie à Winnipeg. Immédiateté modérée en tenant compte d'un possible déversement de pipeline.
9.3	Effluents agricoles et sylvicoles	D	Faible	Généralisée (71 -100 %)	Légère (1 - 10 %)	Élevée (menace continue)	Beaucoup d'effluents agricoles provenant de la Saskatchewan, du Manitoba, du Dakota du Nord et du Minnesota.
9.4	Déchets solides et ordures						
9.5	Polluants atmosphériques						
9.6	Apports excessifs d'énergie						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
10	Phénomènes géologiques						
10.1	Volcans						
10.2	Tremblements de terre et tsunamis						
10.3	Avalanches et glissements de terrain						
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents		Inconnu	Généralisée (71 -100 %)	Inconnue	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans/3 gén.)	Cette UD est exposée à toutes ces influences (portée généralisée), mais l'impact pourrait au final être neutre, car les effets pourraient être bénéfiques pour les poissons-hôtes (qui à leur tour permettraient l'expansion de l'aire de répartition potentielle). Rien n'indique pour le moment que les changements climatiques ont effectivement des effets sur la population.
11.1	Déplacement et altération de l'habitat						
11.2	Sécheresses						
11.3	Températures extrêmes						
11.4	Tempêtes et inondations						La fréquence des inondations a augmenté, mais on en ignore la gravité.

Menaces pesant sur la population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent (tableau 6)

Pollution (menace 9 de l'UICN – impact modéré-faible)

Strayer et Fetterman (1999) désignent l'apport diffus de nutriments, de sédiments et de toxines comme constituant la principale menace pour les unionidés, les activités agricoles en étant les plus grandes contributrices. Les activités agricoles représentent 75 % de l'utilisation des terres dans le bassin de la rivière Grand, et environ 80 % de l'utilisation des terres dans les bassins des rivières Sydenham et Thames. Les concentrations de nutriments enregistrées sont constamment supérieures aux normes acceptées dans le bassin de la Sydenham. La présence de barrages et l'envasement sont préoccupants dans le bassin de la Thames. Le portrait est le même dans la rivière Ausable, environ 80 % des terres étant utilisées à des fins agricoles, et les solides et les nutriments en suspension dépassant les lignes directrices fédérales. On s'attend également à une augmentation de la population humaine à l'intérieur de ces bassins versants, ce qui entraînera une urbanisation accrue avec des effets concomitants sur la qualité de l'eau (voir **Tendances en matière d'habitat en Ontario**). La plupart des sous-populations de *Q. quadrula* se trouvent dans des zones où les activités agricoles et/ou d'utilisation des terres sont intensives, et sont exposées au ruissellement. Toutefois, comme la majeure partie des

sous-populations les plus abondantes semblent relativement stables et apparemment capables de se reproduire, on croit que le *Q. quadrula* pourrait tolérer l'exposition chronique à des concentrations élevées de nutriments et de solides en suspension. Dans le pire des scénarios, les effluents agricoles pourraient causer un lent déclin.

Les déversements accidentels de pipelines (p. ex. produits pétroliers), les chemins de fer et les sources de pollution industrielles semblent avoir l'impact toxique potentiel le plus élevé. L'ensemble de l'UD pourrait être exposée à des déversements industriels, l'impact pouvant être modéré à léger, tout dépendant de l'ampleur et de la nature du déversement. Ce type d'exposition toxique serait bref, mais potentiellement catastrophique.

Modifications des systèmes naturels (menace 7 de l'UICN – impact modéré-faible)

Les dreissenidés font concurrence aux unionidés et modifient l'habitat, le rendant moins hospitalier pour les unionidés (plus de détails ci-dessous). Jusqu'à 30 % de tous les *Q. quadrula* de cette UD sont potentiellement touchés par cette menace.

Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques (menace 8 de l'UICN – impact faible)

L'étouffement par les dreissenidés et la prédation par le gobie à taches noires pourraient avoir des effets sur l'ensemble de l'UD. Les dreissenidés sont présents en faible quantité dans les rivières Thames et Grand, et pourraient avoir des effets sur > 50 % de tous les *Q. quadrula* de cette UD. Le gobie à taches noires est présent en faibles quantités dans tous les sites, mais l'effet de la prédation des *Q. quadrula* juvéniles, le cas échéant, est inconnu.

De nombreuses espèces de moules des Grands Lacs ont vu leur sous-populations locales détruites par l'établissement des moules zébrées (Schlosser *et al.*, 1996). Les moules zébrées et quagga se fixent à la coquille des unionidés et nuisent à l'enfouissement, au déplacement, à l'alimentation, à la respiration et aux activités physiologiques de ces dernières (Haag *et al.*, 1993; Baker et Hornbach, 1997). Cette perturbation entraîne la mort des unionidés. Vu la croissance démographique explosive des moules zébrées, ces dernières peuvent éliminer des sous-populations entières d'unionidés en très peu de temps en se fixant directement à leur coquille, en leur faisant concurrence pour la nourriture et en modifiant l'habitat. Des preuves indiquent que le *Q. quadrula* est en grande partie disparu du lac Érié, du lac Sainte-Claire, et des rivières Niagara et Détroit en raison de l'infestation par les moules zébrées. Les observations de moules zébrées dans le réservoir Fanshawe, dans la rivière Thames, indiquent que les sous-populations de *Q. quadrula* dans cette rivière pourraient être menacées par cette espèce envahissante (Maskant, 2004). La moule zébrée est encore considérée comme une grave menace pour le *Q. quadrula* ainsi que pour toutes les espèces d'unionidés. Toutefois, la population de *Q. quadrula* des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent pourrait avoir passé le pire stade de l'invasion par les dreissenidés, et la coexistence pourrait être possible là où la densité des dreissenidés est faible (Lucy *et al.*, 2014). Les sites nouvellement découverts dans les baies côtières de l'ouest du lac Ontario se trouvent très près des eaux grandement

infestées par les dreissenidés. Toutefois, seul un nombre limité de dreissenidés (moules zébrées et quaggas) a été observé en train d'infester les coquilles de *Q. quadrula* dans ces zones, et il semble que la gravité de la menace ne soit que légère.

Les gobies à taches noires représentent une autre menace potentielle pour les unionidés, car ils se nourrissent d'unionidés au stade juvénile, font concurrence à certains hôtes pour l'espace, et se nourrissent des œufs de ces derniers (Poos *et al.*, 2010). Ils pourraient également agir comme un puits démographique pour les glochidies. L'impact global de cette menace pour le *Q. quadrula* pourrait n'être que léger, car les barbues sont également des prédateurs des gobies, et la coquille des *Q. quadrula*, même au stade juvénile, pourrait être trop épaisse pour les gobies ne les mâchent. Il pourrait donc s'agir d'une menace dont l'impact n'est que négligeable.

Corridors de transport et de service (menace 4 de l'UICN – impact faible)

Le dragage du benthos visant à approfondir les voies navigables, les ports et les marinas est souvent pratiqué dans la rivière Grand inférieure et dans les milieux côtiers de l'ouest du lac Ontario. Environ le tiers de la population se trouve dans la rivière Grand inférieure, et jusqu'à 10 % de la population totale estimée de *Q. quadrula* pourrait être touchée par ce type d'impact.

Menaces pesant sur la population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson (tableau 7)

Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques (menace 8 de l'UICN – impact élevé-faible)

La moule zébrée est considérée comme établie dans la rivière Rouge et dans le lac Winnipeg (Watkinson, comm. pers., 2015). La première découverte de moules zébrées dans le bassin versant de la rivière Rouge a été faite dans le lac Pelican, au Minnesota, en 2009 (Owen, 2015). En 2010, les moules zébrées avaient migré sur 120 km, jusqu'à Wahpeton, au Dakota du Nord, dans la rivière Rouge. Cet endroit se trouve à 800 km au sud de la frontière du Manitoba, mais en amont; il était donc inévitable que les moules zébrées continuent leur migration en descendant la rivière Rouge, jusqu'au Manitoba. Des moules zébrées ont été découvertes dans des ports à Balsam Bay, à Gimli, à Silver Harbour, et à Winnipeg Beach, en 2013 (Watkinson, comm. pers., 2015). Ces ports ont été traités avec de la potasse liquide afin d'éliminer les moules. Cette méthode semble avoir été efficace dans ces sites, mais, en août 2014, des moules zébrées ont été découvertes dans d'autres parties du bassin sud. De grandes quantités de larves véligères ont été observées au début de 2015 dans la rivière Rouge, là où cette dernière entre au Manitoba, à Emerson, depuis le Dakota du Nord (Watkinson, comm. pers., 2015), et des individus adultes ont été observés lors de la mise à l'eau d'un bateau à Selkirk, fixées à des potamilus ailés (*Potamilus alatus*) dans le cadre d'un projet de relocalisation associé à une traverse de pipeline dans la rivière Rouge (Watson, comm. pers., 2015). L'évaluation de Therriault *et al.* (2013) permet de conclure que les effets écologiques les plus importants associés aux dreissenidés étaient les effets négatifs sur le biote qui habite les zones au large de lacs

ou de cours d'eau, par exemple la perte de productivité chez le phytoplancton, le zooplancton, les poissons planctonivores et les unionidés, les effets sur ces derniers se traduisant en de graves déclin de l'abondance et de la biodiversité. Les Grands lacs constituent un exemple de ce qui peut se produire lorsque les moules zébrées envahissent un espace (voir le même impact pour l'autre UD). Il semble raisonnable de prédire que les populations indigènes d'unionidés de la rivière Rouge et du lac Winnipeg connaîtront un déclin, mais l'ampleur de ce déclin au cours des trois prochaines générations causé par la menace agissant au cours des dix prochaines années est incertaine, ce qui explique la large fourchette concernant la gravité de cette menace (tableau 7). Certaines petites portions de la population survivront probablement à l'infestation initiale. La principale préoccupation est liée à l'établissement éventuel de la moule zébrée dans la rivière Assiniboine. Cela serait possible si la moule zébrée vient à être introduite dans le réservoir Shellmouth, près des eaux d'amont de la rivière Assiniboine. Cette éventualité semble probable par le déplacement de bateaux d'un bassin versant à un autre. La pêche est populaire dans la rivière Rouge, le lac Winnipeg et le réservoir Shellmouth. Ce n'est donc qu'une question de temps avant qu'un bateau dont les eaux de cale ou le châssis de remorque contaminés par des larves véligères de moule zébrée se déplace depuis un site infesté jusqu'au réservoir Shellmouth. Une fois dans le réservoir Shellmouth, cette source de larves de moules zébréesensemencera continuellement le reste de la rivière Assiniboine, et causeront la disparition attendue de la communauté locale de moules.

Modifications des systèmes naturels (menace 7 de l'UICN – impact modéré-faible)

La majeure partie des réseaux de la rivière Rouge et de la rivière Assiniboine ont été endigués et/ou des enrochements ont été aménagés dans les levées de terrain pour lutter contre les inondations. Les enrochements détruisent l'habitat des moules en enterrant l'argile et les galets avec de gros rochers. Les digues et les enrochements peuvent tous deux modifier l'hydrologie de façon nuisible pour la survie des moules (Libois et Hallet-Libois, 1987; Watters, 1999). L'arrivée des moules zébrées a non seulement un effet sur le *Q. quadrula*, mais a également des effets indirects, notamment en supplantant les espèces indigènes de moules et en modifiant l'habitat (Ward et Ricciardi, 2013).

Pollution (menace 9 de l'UICN – impact modéré-faible)

Les concentrations élevées de nutriments et de polluants constituent une menace présente et continue pour le *Q. quadrula*. Les apports de source ponctuelle, comme les eaux usées domestiques et urbaines de Brandon, Portage La Prairie, Winnipeg, Grand Forks et Fargo, au Dakota du Nord, de même que les effluents industriels associés à l'usine d'emballage de viande de Brandon, et l'industrie à Winnipeg, sont des sources d'effluents dont les effets nuisibles sur les moules d'eau douce est démontré (Gillis, 2012; Gillis *et al.*, 2014). Les effluents agricoles de source diffuse de la Saskatchewan, du Manitoba, du Dakota du Nord et du Minnesota qui se jettent dans les réseaux de la rivière Rouge et de la rivière Assiniboine contribuent aux apports en nutriments et en toxines, qui représentent des menaces majeures pour les unionidés (Strayer et Fetterman, 1999). Les charges de phosphore et d'azote dans ces réseaux dépassent les normes légales (Environment Canada, 2011). Il a été prouvé que ces charges élevées de nutriments

constituent d'importants facteurs limitatifs pour les populations de moules d'eau douce (Augspurger *et al.*, 2003; Bartsch *et al.*, 2003; Mummert *et al.*, 2003)

Facteurs limitatifs

La principale limitation naturelle à la répartition et à l'abondance des moules d'eau douce est la disponibilité, la répartition et l'abondance des poissons-hôtes requis pour la réalisation complète du cycle vital des moules. Si le poisson-hôte est absent, alors il ne peut pas y avoir de recrutement. Si une espèce de moule est longévive, la persistance des populations adultes peut donner lieu à l'illusion d'une population de moules en santé malgré l'absence de recrutement en raison d'un poisson-hôte manquant. Comme le *Q. quadrula* est une espèce relativement longévive, les preuves de recrutement (et non uniquement la présence de moules adultes) indiqueraient la présence de populations viables en santé. Les poissons-hôtes connus du *Q. quadrula* comprennent la barbue de rivière et la barbue à tête plate. La barbue de rivière est une espèce commune en Ontario et au Manitoba. Ce facteur ne devrait donc pas limiter le succès de la reproduction chez le *Q. quadrula*. Toutefois, les populations de poissons devraient faire l'objet d'une surveillance pour s'assurer que la reproduction des moules est possible.

Nombre de localités

Ontario

Les principales menaces (tableau 6) pesant sur la population des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent sont : la pollution de source agricole, municipale et industrielle (impact modéré-faible), la modification des systèmes naturels (impact modéré-faible, notamment les effets sur l'habitat causés par les dreissenidés), et les espèces envahissantes (impact faible – principalement l'infestation par les dreissenidés). Un déversement (agricole, industriel ou autre) est probablement l'événement plausible le plus grave susceptible d'influer sur le nombre de localités. Toutes les sous-populations, définies par plan d'eau (tableau 1), sont exposées à la menace continue d'un déversement d'effluents toxiques, ce qui donne au moins 21 localités. Sur 21 sous-populations, seulement 11 (rivière Thames, rivière Grand, havre Jordan, ruisseau Sixteen Mile, ruisseau/étang Fifteen Mile, Cootes Paradise, ruisseau Coyle, delta de la rivière Sainte-Claire, rivière Bayfield, lac Henry/île Pelée, baie Rondeau) sont actuellement menacées par les dreissenidés. Ceci s'explique par le fait que les 10 autres sous-populations se trouvant dans des cours d'eau n'abritent pas de population source en amont (dans un lac ou un bassin de retenue) susceptible de produire des larves véligères de dreissenidés qui pourraient infester les populations d'unionidés.

Manitoba

Les principales menaces (tableau 7) pesant sur la population de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson sont : les espèces envahissantes (impact élevé-faible; infestation par les dreissenidés), la modification des systèmes naturels (impact modéré-faible; dreissenidés et durcissement des berges), et la pollution (impact modéré-faible;

activités urbaines, agricoles et industrielles). Ces menaces laissent croire qu'il existe actuellement de 7 à 11 localités au Manitoba (tableau 2). La menace que représente la pollution de source diffuse existe dans la rivière Rouge (y compris dans la rivière Seine, la rivière La Salle et le ruisseau Cooks, qui en sont des affluents), la rivière Rat (mais elle pourrait être considérée comme faisant partie de la localité de la rivière Rouge, puisqu'elle en est un affluent) et la rivière Assiniboine (en amont et en aval du barrage du canal Portage), chacune représentant une localité unique (n = 3). Les rivières Brokenhead, Wanipigow, Bloodvein et Bradbury (qui se jettent toutes dans le lac Winnipeg, du côté est, séparément de la rivière Rouge) représentent chacune une localité distincte (n = 4), car elles ne font pas l'objet d'une pollution de même ampleur, ou provenant de la même source. Il existe donc 7 localités, en se fondant sur les menaces découlant de la pollution et de la présence des moules zébrées. La menace associée uniquement aux moules zébrées donne 11 localités, en supposant que chaque plan d'eau occupé ne sera pas touché simultanément par l'infestation : rivière Rouge, rivière La Salle, rivière Seine, rivière Rat, ruisseau Cooks, rivière Assiniboine en amont du canal Portage, rivière Assiniboine en aval du canal Portage, rivière Brokenhead, rivière Wanipigow, rivière Bloodvein et rivière Bradbury. Les affluents de la rivière Rouge sont considérés comme des localités différentes, car elles se trouvent en amont de la rivière Rouge, et la rivière Assiniboine compte pour deux localités, une en amont, et une en aval du canal Portage.

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

Statuts et protection juridiques

Le *Q. quadrula* de l'UD des Grands Lacs et du haut Saint-Laurent, en Ontario, et l'UD de la rivière Saskatchewan et du fleuve Nelson, au Manitoba, est inscrit à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du Canada. La Loi interdit de tuer ou de capturer des espèces en voie de disparition ou menacées, et protège l'habitat essentiel, lorsque celui-ci est désigné. Un programme de rétablissement et un plan d'action qui ont été proposés pour l'UD de l'Ontario (Fisheries and Oceans Canada, 2016) désignent l'habitat essentiel, et les principales mesures seront mises en œuvre.

L'Ontario est l'une des six provinces possédant une législation distincte sur les espèces en péril. Les espèces désignées « en voie de disparition » sont protégées de la destruction volontaire en vertu de ces lois. Le *Q. quadrula* est actuellement inscrit comme espèce menacée dans la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* de l'Ontario. La collecte de moules vivantes est considérée comme de la « pêche » et relève du *Règlement de pêche de l'Ontario* pris en application de la *Loi sur les pêches*. Cela signifie que les moules ne peuvent être recueillies en Ontario sans une autorisation du MRNF de l'Ontario. Dans cette province, les espèces menacées et en voie de disparition reçoivent une protection contre le développement et l'altération des sites par l'intermédiaire d'une Déclaration de principes provinciale prise en application de la *Loi sur l'aménagement du territoire* de l'Ontario. La *Loi sur l'aménagement des lacs et des rivières de l'Ontario* (qui interdit l'endiguement ou le détournement d'un cours d'eau qui entraînerait son envasement) protège également l'habitat de la moule, comme peut le faire la *Loi de 2007*

sur les espèces en voie de disparition de l'Ontario. Le développement riverain dans cette province est régi par la réglementation sur les plaines inondables appliquée par les offices locaux de protection de la nature.

Le *Q. quadrula* est inscrit sur la liste des espèces en voie de disparition de la *Loi sur les espèces et les écosystèmes en voie de disparition* du Manitoba. Cette loi a pour objectif de désigner des espèces indigènes comme étant en voie de disparition, menacées, disparues ou disparues de la province, d'assurer et d'accroître la survie des espèces en voie de disparition ou menacées, et de permettre la réintroduction d'espèces disparues de la province. Aux termes de la Loi, il est interdit de blesser, de posséder, de déranger ou d'importuner une espèce reconnue comme étant en voie de disparition, menacée ou réintroduite. De plus, l'habitat ou les ressources dont dépendent ces espèces ne peuvent être détruits, dérangés ou importunés. Il est interdit de tuer, de prendre, de recueillir ou de capturer et de garder en vie de telles espèces. Les exceptions à cette loi, qui nécessitent un permis, incluent les études scientifiques et les objectifs liés à la protection ou à la réintroduction de ces espèces. Le ministre peut également accorder des exemptions s'il est convaincu que la protection et la préservation des espèces sont assurées ou si des mesures appropriées sont prises pour que soit réduit au minimum l'impact de l'activité envisagée. Au Manitoba, les moules sont considérées comme des mollusques et sont donc régies par la Direction de la pêche. À l'heure actuelle, la collecte de moules d'eau douce dans la province nécessite un permis délivré par la Direction de la pêche.

Statuts et classements non juridiques

Le *Q. quadrula* est désigné « non en péril » (G5) en Amérique du Nord; à l'échelle nationale, l'espèce est « non en péril » (N5) aux États-Unis (en date du 11 mai 2006) et « en péril-vulnérable » (N2N3) au Canada (en date du 14 mai 2013) (NatureServe, 2016). En date d'août 1996, l'IUCN classe l'espèce dans sa Liste rouge des espèces menacées comme une espèce à faible risque/préoccupation mineure, et mentionne que la cote devrait être mise à jour (IUCN Species Survival Commission, 2016). On a dressé un portrait de la situation générale des moules d'eau douce au Canada en 2004, et une mise à jour a été effectuée en 2010 (CESCC, 2010); le *Q. quadrula* a reçu la cote 1 (en péril) à l'échelle nationale et dans les deux provinces (Manitoba et Ontario) où il se trouve. L'espèce est classée à l'échelle provinciale comme étant « en péril » (S2) par le Centre d'information sur le patrimoine naturel de l'Ontario (Enns, comm. pers., 2016), et « gravement en péril » (S1) par le Manitoba Conservation Data Centre (Friesen, comm. pers., 2016); NatureServe (2016) propose la cote S2 en Ontario et au Manitoba. Les cotes de l'espèce établies par NatureServe (2016) à l'échelle étatique sont les suivantes : Alabama (S4 : apparemment non en péril), Arkansas (S5), Illinois (S5), Indiana (S4), Iowa (SNR), Kansas (S4), Kentucky (S4S5), Louisiane (S5), Michigan (SNR : non classée), Minnesota (SNR), Mississippi (S5), Missouri (S4), Montana (SNA : non applicable), Nebraska (SNR), État de New York (SH : possiblement disparue/historique), Dakota du Nord (S3), Ohio (S5), Oklahoma (S5), Pennsylvanie (S1S2), Dakota du Sud (S2), Tennessee (S5), Texas (S3), Virginie-Occidentale (S2) et Wisconsin (S3).

Protection et propriété de l'habitat

Ontario

Les terres bordant les tronçons des rivières Sydenham, Thames, Ausable et Grand qu'occupe le *Q. quadrula* sont surtout des propriétés privées et des terres à vocation agricole. Seulement trois petites propriétés du bassin versant de la rivière Sydenham, soit l'aire de conservation Shetland (7 ha), la forêt du canton de Mosa (20 ha) et l'aire de gestion de la faune Moore (près du ruisseau Bear, où le *Q. quadrula* est présent) sont des propriétés publiques et jouissent d'une certaine protection (Andreae, comm. pers., 1998). Dans le bassin versant de la rivière Thames, on trouve 21 zones naturelles, qui totalisent 6 200 ha, mais seulement une – l'aire de conservation Big Bend (16 ha) – est située dans le même tronçon que le *Q. quadrula* (Thames River Background Study Research Team, 1998). Quatre réserves des Premières Nations sont également présentes dans ce tronçon (Delaware de Moraviantown, Munsee Delaware, Oneida de la Thames et Chippewa de la Thames), et elles occupent plus de 6 700 ha le long d'une section de rivière de quelque 45 km. L'Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield (OPNAB) possède plusieurs propriétés, qui couvrent un total de 1 830 ha dans tout le bassin (Snell and Cecile Environmental Research, 1995). Moins de 3 % des terres du bassin versant de la rivière Grand sont de propriété publique (GRCA, 1998). On compte 11 aires de conservation, dont seulement une (aire de conservation Byng Island) se trouve dans l'aire de répartition du *Q. quadrula*. Des programmes de rétablissement et des plans d'action ont été mis en œuvre pour les écosystèmes aquatiques des rivières Ausable, Sydenham et Thames afin de protéger et de rétablir des espèces aquatiques et semi-aquatiques, dont des poissons, des moules, des tortues et des serpents (Ausable River Recovery Team, 2005; Sydenham River Recovery Team, 2002; Thames River Recovery Team, 2004). De nombreux propriétaires fonciers prennent part à des projets de remise en état des zones riveraines et d'amélioration des pratiques d'utilisation des terres qui, à terme, profiteront à toutes les espèces aquatiques.

Manitoba

On a déterminé la propriété des terres au bord des rivières Assiniboine, Rouge et Roseau à l'aide d'un système d'information géographique (cartes de base de 1:500 000 de la couche des plans d'eau). Les terres le long de ces rivières sont principalement de propriété privée et à vocation agricole. Environ 19 % de la rivière Rouge pourrait être considéré comme se trouvant en milieu urbain, et passe par Winnipeg et Selkirk. À l'exception de petites villes, le reste se trouve dans un milieu agricole. Il n'y a aucune terre protégée le long des rivières Rouge ou Roseau. Quelque 7 % des terres appartiennent à la Couronne, 9 % sont des terres de réserves des Premières Nations, et les 84 % restant sont des terres privées principalement utilisées pour l'agriculture. Sur la longueur totale d'environ 1 000 km de la rivière Assiniboine, au Manitoba, 84 % des terres environnantes sont privées et à vocation agricole, 6 % sont des terres urbaines, et quelque 10 % se trouvent dans un parc ou une aire de gestion de la faune (AGF). Approximativement 60 % de ces parcs ou AGF sont protégés, c'est-à-dire que l'exploitation minière, l'exploitation forestière, l'aménagement hydroélectrique et d'autres activités qui touchent l'habitat

sauvage sont interdits. Les parcs et les AGF non protégés sont des terres de la Couronne qui ne font l'objet d'aucune réglementation ni d'aucun décret indiquant qu'ils sont protégés. Environ la moitié de ces terres désignées (certaines étant protégées, d'autres pas) se trouvent sur la même rive de la rivière, et la rive opposée est de propriété privée. Cependant, si on examine le tronçon de la rivière Assiniboine depuis l'aval du canal de dérivation Portage jusqu'à la confluence avec la rivière Rouge, seulement 7 % des terres sont protégées (parc provincial Beaudry), et le reste des terres sont agricoles (80 %) et urbaines (13 %), puisque la rivière passe par Winnipeg.

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Environnement Canada a financé la préparation de la présente mise à jour par l'intermédiaire du Secrétariat du COSEPAC. Le rapport de situation original du COSEPAC (COSEWIC, 2006) sur la mulette feuille d'érable au Canada a été préparé par J. Metcalfe-Smith, J. Carney et W. Watkins. Les contributions des corédacteurs du rapport original (à titre de document évolutif) ont été essentielles à la mise à jour.

Backlund, Doug. Novembre 2004. South Dakota Department of Game Fish and Parks. 523 E. Capitol-Foss Building. Pierre, SD 57501.

Bonneau, Don. Novembre 2004. Iowa State Department of Natural Resources. 502 E 9th Street. Des Moines, IA 50319-0034.

Centre for Indigenous Environmental Resources, Inc. (CIER). Juin 2005. 3rd Floor - 245 McDermot Avenue Winnipeg, MB Canada R3B 0S6.

Clayton, Janet. Novembre 2004. West Virginia Division of Natural Resources. PO Box 67 Elkins, WV 26421.

Cook, Stan. Novembre 2004. Alabama Department of Conservation and Natural Resources, Wildlife and Fisheries Division. 64 N. Union St. Montgomery, AL 36130

Cummings, Kevin. Novembre 2004. Illinois Natural History Survey. 607 East Peabody Drive, Champaign, IL 61820.

Davis, Mike. Novembre 2004. Minnesota Department of Natural Resources. 100 N. Bismarck Expressway Bismarck, ND 58501-5095

DeShaon, Jeff. Novembre 2004. Ohio Environmental Protection Agency. P.O. Box 1049 Columbus, Ohio 43216-1049.

Dyke, Steve. Novembre 2004. North Dakota Fish and Game. 500 Lafayette Road St. Paul, MN 55155-4040.

Erickson, Martin. Novembre 2005. Manitoba Water Stewardship, Fisheries Branch. 200 Saulteaux Crescent, Winnipeg, MB R3J 3W3

Faiman, Scott. Novembre 2004. Missouri Department of Conservation, Resource Science Center.

Fisher, Brant. Novembre 2004. Indiana Department of Natural Resources, Edinburgh, IN 46124.

Gagnon, Elsa. Novembre 2005. Environment Canada, Évaluation et gestion de l'information. 351, boulevard St-Joseph, Gatineau, QC.

Hardon, Mike. Novembre 2004. Kentucky Department of Fish and Wildlife Resources. #1 Game Farm Road Frankfort, KY 40601.

Hayes, Kristin. Novembre 2004. Kansas Department of Wildlife and Parks, Fisheries Division. Pratt, KS 67124.

Howells, Robert. Novembre 2004. Texas Parks and Wildlife Department. 4200 Smith School Road. Austin, TX 78744.

Jones, Bob. Novembre 2004. Mississippi Museum of Natural Science. 2148 Riverside Dr. Jackson MS 39202-11353

Levine, Todd. Novembre 2004. Department of Zoology, Miami University, 212 Pearson Hall, Oxford, OH 45056.

Morris, T.J. Consultations approfondies durant la préparation (2014-2015). Pêches et Océans Canada, Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques, 867, route Lakeshore, Burlington, ON, L7S 1A1.

Myers, Sandi. Novembre 2004. Pennsylvania Department of Environmental Protection. Harrisburg, PA 17105.

Nicholson, Bev. Juin 2005. Department of Anthropology, Brandon University. Brandon, MB R7A 6A9.

O'Brien, Cathy. Novembre 2004. New York Department of Environmental Conservation, 625 Albany, NY 12233-4750.

Osborne, Cindy. Novembre 2004. Arkansas Natural Heritage Commission. 323 Center St. Little Rock, AR 72201.

Pip, Eva. Mai 2004. Department of Biology, University of Winnipeg. 515 Portage Ave. Winnipeg, MB R3B 2E9.

Schainost, Steve. Novembre 2004. Nebraska Game and Parks Commission. 299 Husker Road, Alliance, NE 69301.

Scheidegger, Karl. Novembre 2004. Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Fish Management and Habitat Protection. 101 S. Webster St. Madison, WI 53717.

Schneider, K. Novembre 2002. Stuyvesant Environmental Consulting, LLC. P.O. Box 169, 16 Frisbee Lane, Syuyvesant Falls, NY 12174.

Staton, Shawn. Octobre 2005. Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques. 87 route Lakeshore, Burlington, ON, L7R 4A6.

Steuck, Mike. Novembre 2004. Iowa State Department of Natural Resources. 502 E 9th Street. Des Moines, IA 50319-0034.

Sutherland, D., Mars 2004. Natural Heritage Information Centre, 300 Water Street, 2nd Floor, North Tower. P.O. Box 7000, Peterborough, Ontario K9J 8M5.

- Vaughn, Caryn. Novembre 2004. Oklahoma Biological Survey. 111 E. Chesapeake Street. Norman, OK 73019.
- Watkinson, Doug. Juillet 2015. Freshwater Institute 501 University Crescent, Winnipeg, Manitoba, R3T 2N6
- Watson, Ernest. Août 2015. Freshwater Institute, 501 University Crescent, Winnipeg, Manitoba, R3T 2N6
- Withers, David. Novembre 2004. Tennessee Department of Environment and Conservation. 711 R.S. Gass Blvd. Nashville, TN 37243.

SOURCES D'INFORMATION

- ABCA (Ausable Bayfield Conservation Authority). 2013. Watershed Report Cards. Site Web : <http://www.abca.on.ca/page.php?page=watershed-report-card-2013>. [consulté en octobre 2015].
- Ausable River Recovery Team. 2005. Recovery strategy for species at risk in the Ausable River: An ecosystem approach, 2005-2010. Ausable Bayfield Conservaiton Authority. 129 p.
- Allen, W.R. 1914. The food and feeding habits of freshwater mussels. *Biological Bulletin* **27**:127-14.
- Allen, W.R. 1921. Studies of the biology of freshwater mussels. *Biological Bulletin* **40**:210-241.
- Andreae, M., comm. pers. 1998. *Correspondance verbale avec J. Metcalfe-Smith*. Mars 1998. Biologiste, Office de protection de la nature de la région de St. Clair, Strathroy, Ontario.
- Augspurger, T., A.E. Keller, M.C. Black, W.G. Cope et F.J. Dwyer. 2003. Water quality guidance for protection of freshwater mussels (Unionidae) from ammonia exposure. *Environmental Toxicology and Chemistry* **22**:2569-2575.
- Baker, F.C. 1918. The relation of shellfish to fish in Oneida Lake, New York. *New York State College of Forestry at Syracuse University, Circular*:11-34.
- Baker, S.M. et D.J. Hornbach. 1997. Acute physiological effects of Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) infestation on two unionid mussels, *Actinonaias ligamentina* and *Amblema plicata*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **54**:512-519.
- Bartsch, M.R., T.J. Newton, J.W. Allran, J.A. O'Donnell et W.B Richardson. 2003. Effects of pore-water ammonia on in situ survival and growth of juvenile mussels (*Lampsilis cardium*) in the St. Croix riverway, Wisconsin, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry* **22**:2561-2568.
- Berg, D.J., E.G. Cantonwine, W.R. Hoeh et S.I. Guttman. 1998. Genetic structure of *Quadrula quadrula* (Bivalvia: Unionidae): little variation across large distances. *Journal of Shellfish Research* **17**:1365-1373.

- Bourne, A., N. Armstrong et G. Jones. 2002. A preliminary estimate of total nitrogen and total phosphorus loading to streams in Manitoba, Canada. Water Quality Management Section. Manitoba Conservation Report No. 2002 – 04. 49 pp.
- Bouvier, L.D. et 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. Canadian Science Advisory Secretariat, Research Document 2010/120. Fisheries and Oceans Canada, Burlington, Ontario. vi + 51 p.
- Bunt, C.M., S.J. Cooke et R.S. McKinley. 2000. Assessment of the Dunnville Fishway for passage of Walleyes from Lake Erie to the Grand River, Ontario. Journal of Great Lakes Research 26:482-488.
- Butler, S.E. et D.H. Wahl. 2011. Distribution, movements, and habitat use of channel catfish in a river with multiple low-head dams. River Research and Applications 27:1182-1191.
- Cairns, M., comm. pers. 2015. *Correspondance par courriel avec T. Morris*. Juillet 2015. Écologiste de zone – Zone Sud-Ouest, Parcs Ontario, ministère des Richesses naturelles et des Forêts, gouvernement de l'Ontario, London, Ontario.
- Carney, J.P. 2003a. Freshwater mussels (Mollusca: Unionidae) in the Assiniboine, Souris and Pembina Rivers, Manitoba: demographics, reproduction and parasitism. Data report submitted to the Province of Manitoba Conservation Data Centre. 56 p.
- Carney, J.P. 2003b. Freshwater mussels (Mollusca: Unionidae) in the Souris and Pembina Rivers, North Dakota: demographics and parasitism. Data report submitted to the State of North Dakota Game and Fish Department. 17 p.
- Carney, J.P. 2004a. Distributions of freshwater mussels (Mollusca: Unionidae) in the Brokenhead, Birch, La Salle, Roseau and Red Rivers in Manitoba. Data report submitted to the Province of Manitoba Conservation Department. 27 p.
- Carney, J.P. 2004b. A survey of the freshwater mussel (Bivalvia: Unionidae) fauna of the Assiniboine River in Spruce Woods Provincial Park. Data report submitted to the Province of Manitoba Conservation Department and Manitoba Parks. 14 p.
- Ceas, P. 2001. Collection and **translocation of mussels from two township bridge reconstruction corridors in Otter Tail County**, Minnesota. Final report submitted to the Natural Heritage and Nongame Research Program, Minnesota Department of Natural Resources. 12 p.
- CESCC (Canadian Endangered Species Conservation Council). 2010. Wild Species: the General Status of Species in Canada. Site Web : <http://www.wildspecies.ca> [consulté en octobre 2015]. [Également disponible en français : CCCEP (Conseil canadien de conservation des espèces en péril). 2010. Espèces sauvages : la situation générale des espèces au Canada. Site Web : <http://www.wildspecies.ca>]
- Christian, A.D. et B.N. Smith. 2004. Trophic position and potential food sources of 2 species of unionid bivalves (Mollusca: Unionidae) in 2 small Ohio streams. Journal of the North American Benthological Society 23:101-113.

- Churchill, E.P. et S.I. Lewis. 1924. Food and feeding in fresh-water mussels. *Bulletin of the United States Bureau of Fisheries [Document 963]* **39**:439-471.
- Cicerello, R.R. et G.A. Schuster. 2003. A Guide to the Freshwater Mussels of Kentucky. Kentucky State Nature Preserves Commission Scientific and Technical Series 7:1-62.
- Clark, G.R., II. 1980. Study of molluscan shell structure and growth using thin sections. Pp. 603-606. In D.C. Rhoads et R.A. Lutz (eds.). *Skeletal Growth of Aquatic Organisms*. Plenum Press, New York, New York, U.S.A. xiii + 750 pp.
- Clarke, A.H. 1973. The freshwater molluscs of the Canadian Interior Basin. *Malacologia* 13:1-509.
- Clarke, A.H. 1981. The Freshwater Molluscs of Canada. National Museum of Natural Sciences/National Museums of Canada, Ottawa, Canada. 446 pp. [Également disponible en français : Clarke, A.H. 1981. Les mollusques d'eau douce du Canada, Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa, Canada. 447 p.]
- Clarke, A.H. 1992. Ontario's Sydenham River, an important refugium for native freshwater mussels against competition from the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*. *Malacology Data Net* 3:43-55.
- Coleman, S.J. 1991. Assessment of fish and fish habitat associated with urban and agricultural areas in the Grand River. M.Sc. dissertation, Trent University, Peterborough, Ontario. 127 p.
- Convey, L.E., J.M. Hanson et W.C. MacKay. 1989. Size-selective predation on unionid clams by muskrats. *Journal of Wildlife Management* **53**:654-657.
- Corriveau, J. P.A. Chambers et J.M. Culp. 2013. Seasonal variation in nutrient export along streams in the Northern Great Plains. *Water Air and Soil Pollution* 224:1594-1600.
- COSEWIC (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2006. COSEWIC assessment and status report on the Mapleleaf *Quadrula quadrula* (Saskatchewan–Nelson population and Great Lakes–Western St. Lawrence population) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 58 p. [Également disponible en français : COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la moule feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) Population de la Saskatchewan - Nelson et Population des Grands Lacs - Ouest du Saint-Laurent au Canada. Ottawa. vii + 66 p.]
- Crail, T.D., R.A. Krebs et D.T. Zanatta. 2011. Unionid mussels from nearshore zones of Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research* 37:199-202.
- Crossman, E.J. et J.H. Leach. 1979. First Canadian record of a flathead catfish. *Canadian Field-Naturalist* 93:179-180.
- Cummings, K.S. et C.A. Mayer. 1992. Field Guide to Freshwater Mussels of the Midwest. Illinois Natural History Survey Manual 5. xii + 194 p.

- Cvancara, A.M. 1970. Mussels (Unionidae) of the Red River Valley in North Dakota and Minnesota U.S.A. *Malacologia* 10:57-92.
- Cvancara, A.M. 1983. Aquatic Mollusks of North Dakota. Report of Investigation No. 78 North Dakota Geological Survey. Fargo, North Dakota. v + 141 p.
- Davis, G.M. 1984. Genetic relationships among some North American Unionidae (Bivalvia): sibling species, convergence, and cladistic relationships. *Malacologia* 25:629-648.
- Davis, M., comm. pers. 2004. *Correspondance par courriel avec J. Carney*. Novembre 2004. Minnesota Department of Natural Resources. 100 N. Bismarck Expressway Bismarck, North Dakota 58501-5095
- Detweiler, J.D. 1918. The pearly fresh-water mussels of Ontario. Contributions to Canadian Biology, Supplement to the 7th Annual Report, Sessional Paper No. 38, Fisheries Branch, Department of Naval Service:75-91.
- Dyke, S., comm. pers. 2004. *Correspondance par courriel avec J. Carney*. Novembre 2004. North Dakota Fish and Game. 500 Lafayette Road St. Paul, Minnesota. 55155-4040.
- Ecological Specialists Inc. 1999. Final report: Unionid survey in the western basin of Lake Erie near the Bass Islands and southwest shore. Prepared for: Ohio Division of Wildlife – Department of Natural Resources, Columbus, Ohio and U.S. Fish and Wildlife Service, Reynoldsburg, Ohio. 22 p.
- Enns, A., comm. pers. 2016. *Correspondance par courriel avec B. Bennett (membre du COSEPAC) transférée à D.A.W. Lepitzki*. 25 novembre. National Data Manager, NatureServe Canada.
- Environment Canada. 2011. State of Lake Winnipeg: 1999-2007. viii + 209 p.
- Erickson, M., comm. pers. 2005. *Correspondance par courriel avec J. Carney*. Novembre 2005. Manitoba Water Stewardship, Fisheries Branch. 200 Saulteaux Crescent, Winnipeg, Manitoba R3J 3W3
- Esch, G.W. et J.C. Fernandez. 1993. A Functional Biology of Parasitism. Ecological and Evolutionary Implications. Chapman and Hall, London, United Kingdom. xiii + 337 p.
- Fisheries and Oceans Canada. 2016. Recovery strategy and action plan for the Mapleleaf (*Quadrula quadrula*) in Canada (Great Lakes-Western St. Lawrence population) [Proposed]. *Species at Risk Act Recovery Strategy Series*. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. vi + 57 pp. [Également disponible en français : Pêches et Océans Canada. 2016. Programme de rétablissement et plan d'action visant la moule-feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) au Canada (population des Grands Lacs - ouest du Saint-Laurent) [Proposition] *Loi sur les espèces en péril*, série des programmes de rétablissement. Pêches et Océans Canada, Ottawa, vi + 57 p.]

- Friesen, C., comm. pers. 2016. *Correspondance par courriel avec B. Bennett (membre du COSEPAC) transférée à D.A.W. Lepitzki*. 25 novembre. Coordinateur, Manitoba Conservation Data Centre.
- Fuller, S.L.H. 1974. Clams and Mussels (Mollusca: Bivalvia). Pp. 215-273. In C.W. Hart, Jr. and S.L.H. Fuller (eds.). *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Academic Press, New York, New York, U.S.A. xiv. + 389 p.
- Gagnon, E., comm. pers. 2005. *Correspondance par courriel avec J. Metcalfe-Smith*. Novembre 2005. Environnement Canada, Évaluation et gestion de l'information. 351, boulevard St-Joseph, Gatineau, Quebec.
- Galbraith, H.S., D.T. Zanatta et C.C. Wilson. 2015. Comparative analysis of riverscape genetic structure in rare, threatened and common freshwater mussels. *Conservation Genetics* 16:845-857.
- Gatenby, C.M., R.J. Neves et B.C. Parker. 1993. Preliminary observations from a study to culture recently metamorphosed mussels. *Bulletin of the North American Benthological Society* 10:128 [abstract].
- Gillis, P.L. 2012. Cumulative impacts of urban runoff and municipal wastewater effluents on wild freshwater mussels (*Lasmigona costata*). *Science of the total Environment* 431:348-356.
- Gillis, P.L., S.K. Higgins et M.B. Jorge. 2014. Evidence of oxidative stress in wild freshwater mussels (*Lasmigona costata*) exposed to urban-derived contaminants. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 102:62–69.
- Gillis, P.L. et G.L. Mackie. 1994. Impact of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*, on populations of Unionidae (Bivalvia) in Lake St. Clair. *Canadian Journal of Zoology* 72:1260-1271.
- Gordon, M.J., B.K. Swan et C.G. Patterson. 1978. *Baeoetenus bicolor* (Diptera: Chironomidae) parasitic in unionid bivalve molluscs, and notes on other chironomid-bivalve associations. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 35:154-157.
- Graf, D.L. et D. Ó Foighil. 2000. The evolution of brooding characters among the freshwater pearly mussels (Bivalvia: Unionoidea) of North America. *Journal of Molluscan Studies* 66:157-170.
- Graveline, P.G., W.J. Western et D.S. MacDonell. 2005. Rat River – Joubert Creek aquatic habitat and riparian assessment survey. Unpublished report prepared for Seine Rat River Conservation District by North/South Consultants, Winnipeg, Manitoba 98 p.
- GRCA (Grand River Conservation Authority). 1997. State of the Grand River watershed: focus on watershed issues 1996-1997. Grand River Conservation Authority, Cambridge, Ontario. 36 p.
- GRCA (Grand River Conservation Authority). 1998. State of the watershed report: background report on the health of the Grand River watershed, 1996-97. Grand River Conservation Authority, Cambridge, Ontario. 143 p.

- GRCA (Grand River Conservation Authority). 2014. State of the watershed report: Spring 2014 a grand history in the making. Grand River Conservation Authority, Cambridge, Ontario. 12 p.
- Haag, W.R., D.J. Berg, D.W. Garton et J.L. Farris. 1993. Reduced survival and fitness in native bivalves in response to fouling by the introduced Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in western Lake Erie. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:13-19.
- Haag, W.R. et J.L. Staton. 2003. Variation in fecundity and other reproductive traits in freshwater mussels. *Freshwater Biology* 48:2118-2130.
- Hanson, J.M., W.C. MacKay et E.E. Prepas. 1989. Effect of size-selective predation by muskrats (*Ondatra zibethicus*) on a population of unionid clams (*Anodonta grandis simpsonianus*). *Journal of Animal Ecology* 58:5-28.
- Hart, R.A. 1995. **Mussel** (Bivalvia: Unionidae) **habitat suitability criteria** for the Otter Tail River, Minnesota. Mémoire de maîtrise, North Dakota State University. 60+ pp.
- Hay, R., D. Heath et L. Kitchel. 2003. Freshwater Mussels of the Upper Mississippi River. Wisconsin Department of Natural Resources. 60 p.
- Hendrix, S.S., M.F. Vidrine et R.H. Hartenstine. 1985. A list of records of freshwater aspidogastriids (Trematoda) and their hosts in North America. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington* 52:289-296.
- Howard, A.D. et B.J. Anson. 1922. Phases in the parasitism of the Unionidae. *Journal of Parasitology* 9:68-82.
- Imlay, M.J. et M.L. Paige. 1972. Laboratory growth of freshwater sponges, unionid mussels, and sphaeriid clams. *Progressive Fish-Culturist* 34:210-216.
- IUCN Species Survival Commission. 2016. IUCN redlist entry for *Quadrula quadrula*. Site Web : <http://www.iucnredlist.org/> [consulté en août 2016].
- Johnson, R.L., F.Q. Liang et J.L. Farris. 1998a. Genetic diversity among four Amblemini species (Bivalvia: Unionidae) in the Cache and White Rivers, Arkansas. *Southwestern Naturalist* 43:321-332.
- Johnson, R.L., F.Q. Liang et J.L. Farris. 1998b. Genetic relationships of several Amblemini species (Bivalvia: Unionidae) in Arkansas. *Journal of Shellfish Research* 17:1237-1242.
- Johnson, R.L., F.Q. Liang et J.L. Farris. 1998c. Genetic diversity and cellulolytic activity among several species of unionid bivalves in Arkansas. *Journal of Shellfish Research* 17:1375-1382.
- Jones, G. et N. Armstrong. 2001. Long-term trends in total nitrogen and total phosphorus concentrations in Manitoba streams. Water Quality Management Section, Water Branch. Manitoba Conservation Branch Report No. 2001 – 07. 154 p.
- Kidd, B.T. 1973. Unionidae of the Grand River drainage, Ontario, Canada. Mémoire de maîtrise, Carleton University, Ottawa, Ontario, Canada. 172 p.

- Lake Winnipeg Implementation Committee. 2005. Restoring the Health of Lake Winnipeg – A Report by the Lake Winnipeg Implementation Committee. 56 p.
- Lee, D.S., C.R. Gilbert, C.H. Hocutt, R.E. Jenkins, D.E. McAllister et J.R. Stauffer, Jr. 1980. Atlas of North American Freshwater Fishes. North Carolina Biological Survey Publication 1980-12. North Carolina State Museum of Natural History, Raleigh, North Carolina, U.S.A. ix + 854 p.
- Levine, T., comm. pers. 2004. *Correspondance par courriel avec J. Metcalfe-Smith*. Novembre 2004. Candidat au doctorat, Department of Zoology, Miami University, 212 Pearson Hall, Oxford, Ohio 45056.
- Libois, R.M. et C. Hallet-Libois. 1987. The unionid mussels (Mollusca: Bivalvia) of the Belgian upper River Meuse: an assessment of the impact of hydraulic works on the water self-purification. *Biological Conservation* 42:115-132.
- LTVCA (Lower Thames Valley Conservation Authority). 2012. Lower Thames Valley Watershed Report Card 2012. Lower Thames Valley Conservation Authority, Chatham, Ontario. 8 p.
- Lucy, F., L.E. Burlakova, A. Karatayev, S. Mastitsky et D.T. Zanatta. 2014. Zebra mussel impacts on unionids: A synthesis of trends in North America and Europe. Pp. 623-646. *In* T.F. Nalepa et D.W. Schloesser (eds.). *Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impact, and Control*, 2nd Edition, CRC Press, Boca Raton Florida.
- Lydeard, C., M. Mulvey et G.M. Davis. 1996. Molecular systematics and evolution of reproductive traits of North American freshwater unionacean mussels (Mollusca: Bivalvia) as inferred from 16S rRNA gene sequences. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 351:1593-1603.
- Mackie, G.L. et J.M. Topping. 1998. Historical changes in the Unionid fauna of the Sydenham River watershed and downstream changes in shell morphometrics of three common species. *Canadian Field-Naturalist* 102:617-626.
- Manitoba Conservation. 2000. Development of a Nutrient Management Strategy for Surface Waters in Southern Manitoba. Water Quality Management Section, Manitoba Conservation, Winnipeg, Manitoba. Information Bulletin 2000-2E. 10 p.
- Maskant, K. 2004. Zebra Mussels found in the Thames. Thames Strategy Newsletter. Winter 2003-2004:2.
- Master, L., D. Faber-Langendoen, R. Bittman, G.A. Hammerson, B. Heidel, J. Nichols, L. Ramsay et A. Tomaino. 2009. NatureServe conservation status assessments: factors for assessing extinction risk. NatureServe, Arlington, Virginia. 57 p.
- Mazur, K. 2007. Assiniboine River bridge construction. PTH 10 – 18th Street Brandon. Mussel survey and relocation. A report prepared for Manitoba Infrastructure and Transportation by North/South Consultants Inc. 7 p.

- McGoldrick D.J., J.L. Metcalfe-Smith, M.T. Arts, D.W. Schloesser, T.J. Newton, G.L. Mackie, E.M. Monroe, J. Biberhofer, K. Johnson. 2009. Characteristics of a refuge for native freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in Lake St. Clair. *Journal of Great Lakes Research* 35:137-146.
- McNichols-O'Rourke, K.A., A. Robinson et T.J. Morris. 2012. Summary of freshwater mussel timed search surveys in southwestern Ontario in 2010 and 2011. *Canadian Manuscript Reports of Fisheries and Aquatic Sciences*. 3009:vi + 42 p.
- Meffe, G.K. et C.R. Carroll. 1997. *Principles of Conservation Biology*, 2nd ed. Sinauer Associates Inc. Sunderland Massachusetts, U.S.A. 729 p.
- Metcalfe-Smith, J.L., J. Di Maio, S.K. Staton et S.R. de Solla. 2003. Status of the freshwater mussel communities of the Sydenham River, Ontario, Canada. *American Midland Naturalist* 150:37-50.
- Metcalfe-Smith, J.L., J. Di Maio, S.K. Staton et G.L. Mackie. 2000a. Effect of sampling effort on the efficiency of the timed search method for sampling freshwater mussel communities. *Journal of the North American Benthological Society* 19(4):725-732.
- Metcalfe-Smith, J.L., G.L. Mackie, J. Di Maio et S.K. Staton. 2000b. Changes over time in the diversity and distribution of freshwater mussels (Unionidae) in the Grand River, southwestern Ontario. *Journal of Great Lakes Research* 26(4):445-459.
- Metcalfe-Smith, J.L., D.J. McGoldrick, M. Williams, D.W. Schloesser, J. Biberhofer, G.L. Mackie, M.T. Arts, D.T. Zanatta, K. Johnson, P. Marangelo et T.D. Spencer. 2004. Status of a refuge for native freshwater mussels (Unionidae) from impacts of the exotic Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in the delta area of Lake St. Clair. Environment Canada, National Water Research Institute, Burlington, Ontario. NWRI Technical Note No. AEI-TN-04-001. 50 p.
- Metcalfe-Smith, J.L., S.K. Staton, G.L. Mackie et N.M. Lane. 1998a. Selection of candidate species of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) to be considered for national status designation by COSEWIC. *Canadian Field-Naturalist* 112:425-440.
- Metcalfe-Smith, J.L., S.K. Staton, G.L. Mackie et I.M. Scott. 1999. Range, population stability and environmental requirements of rare species of freshwater mussels in southern Ontario. Environment Canada, National Water Research Institute, Burlington, Ontario. NWRI Contribution Bo. 99-058. 91 p.
- Metcalfe-Smith, J.L., S.K. Staton, G.L. Mackie et E.L. West. 1998b. Assessment of the current conservation status of rare species of freshwater mussels in southern Ontario. Environment Canada, National Water Research Institute, Burlington, Ontario. NWRI Contribution No. 98-019. 84 p.
- Metcalfe-Smith, J.L. et D.T. Zanatta. 2003. Development of a monitoring program for tracking the recovery of endangered freshwater mussels in the Sydenham River, Ontario: Report on activities in Year 1 (2002-03). Environment Canada, National Water Research Institute, Burlington, Ontario. NWRI Technical Note No. AEI-TN-03-001. 48 p.
- Michelson, E.H. 1970. *Aspidogaster conchicola* from freshwater gastropods in the United States. *Journal of Parasitology* 56:709-712.

- Minke-Martin, V., K.A. McNichols-O'Rourke et T.J. Morris. 2015. Initial application of the half-hectare unionid survey method in wetland habitats of the Laurentian Great Lakes, southern Ontario. Canadian Manuscript Reports of Fisheries and Aquatic Sciences. 3069:vi + 35 p.
- Miura, T. et T. Yamashiro. 1990. Size selective feeding of *Anodonta calipygos*, a phytoplanktivorous freshwater bivalve, and viability of egested algae. Japanese Journal of Limnology 51:73-78.
- Morris, T.J. 1996. The unionid fauna of the Thames River drainage, southwestern Ontario. Prepared for Aquatic Ecosystems Branch, Ontario Ministry of Natural Resources. 59 p.
- Morris, T.J., comm. pers. 2015. *Correspondance par courriel avec D. Zanatta*. Août 2015. Pêches et Océans Canada, Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques, 867, route Lakeshore, Burlington, Ontario, L7S 1A1.
- Morris, T.J. et J. Di Maio. 1998-1999. Current distributions of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in rivers of southwestern Ontario. Malacological Review 31/32:9-17.
- Morris, T.J. et A. Edwards. 2007. Freshwater mussel communities of the Thames River, Ontario: 2004-2005. Canadian Manuscript Reports of Fisheries and Aquatic Sciences. 2810:v + 30 p.
- Morris, T. J., K.A. McNichols-O'Rourke et A. Robinson. 2012a. A preliminary survey of the freshwater mussels of the Welland River watershed in 2008. Canadian Manuscript Reports of Fisheries and Aquatic Sciences. 2991:iv + 11 p.
- Morris, T. J., K.A. McNichols-O'Rourke et A. Robinson. 2012b. A preliminary survey of the freshwater mussels of the Bayfield River watershed and nearby Lake Huron tributaries. Canadian Manuscript Reports of Fisheries And Aquatic Sciences. 2993:v + 22 p.
- Mummert, A.K., R.J. Neves, T.J. Newcomb et D.S. Cherry. 2003. Sensitivity of juvenile freshwater mussels (*Lampsilis fasciola*, *Villosa iris*) to total and un-ionized ammonia. Environmental Toxicology and Chemistry 22:2545-2553.
- Nakato, T., J. Christensen et L.A. Carver. 2005. Size and age distributions of freshwater mussels consumed by muskrats in the Mississippi River near Fairport, Iowa. Poster Presentation. Freshwater Mollusk Conservation Society 4th Biennial Symposium. May 15-18, 2005. St. Paul, Minnesota.
- Nalepa, T.F., D.J. Hartson, G.W. Gostenik, D.L. Fanslow et G.A. Lang. 1996. Changes in the freshwater mussel community of Lake St. Clair from Unionidae to *Dreissena polymorpha* in eight years. Journal of Great Lakes Research 22(2):354-369.
- NatureServe. 2016. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life [application Web]. Version 7.1. NatureServe, Arlington, Virginia. Site Web : <http://explorer.natureserve.org> [consulté le 19 mai 2016].

- Neel, J.K. 1941. A taxonomic study of *Quadrula quadrula* (Rafinesque). Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan 448:1-8, 1 plate.
- Nelson, M., M. Veliz, S. Staton et E. Dolmage. 2003. Towards a recovery strategy for Species at Risk in the Ausable River: Synthesis of background information. Prepared for the Ausable River Recovery Team. 92 pp.
- Neves, R.J. et S.N. Moyer. 1988. Evaluation of techniques for age determination of freshwater mussels (Unionidae). American Malacological Bulletin 6:179-188.
- Neves, R.J. et M.C. Odum. 1989. Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Virginia. *Journal of Wildlife Management* 53:934-941.
- Nichols, S.J. et D. Garling. 2000. Food-web dynamics and trophic-level interactions in a multispecies community of freshwater unionids. Canadian Journal of Zoology 78:871-882.
- Nichols, S.J. et D.A. Wilcox. 1997. Burrowing saves Lake Erie clams. Nature 389:921.
- NPCA (Niagara Peninsula Conservation Authority). 2012. Watershed Report Cards. Site Web : <https://npca.ca/watershed-report-cards> [consulté en octobre 2015].
- Oliver, J. et M. Lowdon. 2015. Bradbury River Mussel Salvage. A report prepared for East Side Road Authority (ESRA). AAE Tech Services Inc. 11 p.
- Owen, B. 2015. Tracking invasion of zebra mussels. Winnipeg Free Press. Site Web : <http://www.winnipegfreepress.com/local/tracking-invasion-of-zebra-mussels-313146631.html> [consulté en août 2015].
- Parmalee, P.W. et A.E. Bogan. 1998. The Freshwater Mussels of Tennessee. The University of Tennessee Press, Knoxville, Tennessee. xi + 328 pp.
- Paterson, W.L., T.A. Griffith, L.E. Burlakova, R.W. Krebs et D.T. Zanatta. 2015. An evaluation of the genetic structure of mapleleaf mussels (*Quadrula quadrula*) in the Lake Erie watershed. Journal of Great Lakes Research 41:1123-1130.
- Pip, E. 2000. The decline of freshwater mollusks in southern Manitoba. Canadian Field-Naturalist 114:555-560.
- Pip, E., comm. pers. 2004. *Correspondance par courriel avec J. Carney*. Mai 2004. Department of Biology, University of Winnipeg. 515 Portage Ave. Winnipeg, MB R3B 2E9.
- Poos, M., A. Dextrase, A. Schwalb et J. Ackerman. 2010. Secondary invasion of the Round Goby into high diversity Great Lakes tributaries and species at risk hotspots: potential new concerns for endangered freshwater species. Biological Invasions 12:1269-1284.
- Raikow, D.F. et S.K. Hamilton. 2001. Bivalve diets in a midwestern U.S. stream: a stable isotope enrichment study. Limnology and Oceanography 46:514-522.
- Reid, S.M., A. Brumpton, S. Hogg et T. Morris. 2014. A comparison of visual-tactile and clam rake search methods to survey freshwater mussels in Great Lakes coastal wetlands. Walkerana - The Journal of the Freshwater Mollusk Conservation Society 17:17-23.

- Reid, S.M., V. Kopf, A. LeBaron et T.J. Morris. 2016. Remnant freshwater mussel diversity in Rondeau Bay, Lake Erie. *Canadian Field-Naturalist* 130:76-81.
- Richards, R.P. 1990. Measures of flow variability and a new flow-based classification of Great Lakes tributaries. *Journal of Great Lakes Research* 16:53-70.
- Scaife, B. et L. Janusz. 1992. A survey of freshwater mussels on the Assiniboine River, September 1992. Manitoba Department of Natural Resources Fisheries Branch Manuscript Report No. 92-02. v + 24 p.
- Schloesser, D.W., W.P. Kovalak, G.D. Longdon, K.L. Ohnesorg et R.D. Smithee. 1998. Impact of zebra and quagga mussels (*Dreissena* spp.) on freshwater unionids (Bivalvia: Unionidae) in the Detroit River of the Great Lakes. *The American Midland Naturalist* 140:299-313.
- Schloesser, D.W., J.L. Metcalfe-Smith, W.P. Kovalak, G.D. Longton et R.D. Smithee. 2006. Extirpation of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) following the invasion of dreissenid mussels in an interconnecting river of the Laurentian Great Lakes. *American Midland Naturalist* 155:307-320.
- Schloesser, D.W. et T.F. Nalepa. 1994. Dramatic decline of unionid bivalves in offshore waters of western Lake Erie after infestation by the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51:2234-2242.
- Schloesser, D.W., T.F. Nalepa et G.W. Mackie. 1996. Zebra Mussel infestation of unionid bivalves in North America. *American Zoologist* 36:300-310.
- Schneider, K., comm. pers. 2002. *Correspondance par courriel avec J. Metcalfe-Smith*. November 2002. Stuyvesant Environmental Consulting, LLC. P.O. Box 169, 16 Frisbee Lane, Syuyvesant Falls, New York 12174.
- Schwalb, A.N. et M.T. Pusch. 2007. Horizontal and vertical movements of unionid mussels in a lowland river. *Journal of the North American Benthological Society*, 26:261-272.
- Schwebach, M., D. Schriever, V. Kanodia, N. Dillon, M. Hove, M. McGill, C. Nelson, J. Thomas et A. Kapuscinski. 2002. Channel Catfish is a suitable host for Mapleleaf glochidia. *Ellipsaria* 4:12-13.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1973. *Freshwater Fishes of Canada*. Bulletin 184. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Canada. xi + 966 pp. [Également disponible en français : Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Bulletin 184. Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa, Canada. xi + 1026 p.]
- SCRCA (St. Clair Region Conservation Authority). 2013. *Watershed Report Cards*. Site Web : <http://www.scrca.on.ca/about-us/2013-watershed-report-cards/> [consulté en octobre 2015].
- Sietman, B.E., J.M. Davis et M.C. Hove. 2012. Mantle display and glochidia release behaviors of five quadruline freshwater mussel species (Bivalvia: Unionidae). *American Malacological Bulletin* 30(1):39-46.

- Silverman, H., S.J. Nichols, J.S. Cherry, E. Achberger, J.W. Lynn et T.H. Dietz. 1997. Clearance of laboratory-cultured bacteria by freshwater bivalves: differences between lentic and lotic unionids. *Canadian Journal of Zoology* 75:1857-1866.
- Snell and Cecile Environmental Research. 1995. Ausable Bayfield Conservation Authority Watershed Management Strategy. Ausable Bayfield Conservation Authority, Exeter, Ontario. 54 pp + appendices.
- Spooner, D.E., M.A. Xenopoulos, C. Schneider et D.A. Woolnough. 2011. Coextirpation of host–affiliate relationships in rivers: the role of climate change, water withdrawal, and host-specificity. *Global Change Biology* 17:1720–1732.
- Staton, S., comm. pers. 2005. *Correspondance par courriel avec J. Metcalfe-Smith*. Octobre 2005. Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques. 87, route Lakeshore, Burlington, Ontario, L7R 4A6.
- Staton, S.K., A. Dextrase, J.L. Metcalfe-Smith, J. Di Maio, M. Nelson, J. Parish, B. Kilgour et E. Holm. 2003. Status and trends of Ontario's Sydenham River ecosystem in relation to aquatic species at risk. *Environmental Monitoring and Assessment* 88:283-310.
- Stewart, K.W. et D.A. Watkinson. 2004. *The Freshwater Fishes of Manitoba*. University of Manitoba Press, Winnipeg, Manitoba, Canada. 276 p.
- Strayer, D.L. et A.R. Fetterman. 1999. Changes in the distribution of freshwater mussels (Unionidae) in the upper Susquehanna River basin, 1955-1965 to 1996-1997. *American Midland Naturalist* 142:328-339.
- Strayer, D.L. et D.R. Smith. 2003. *A guide to sampling freshwater mussel populations*. American Fisheries Society, Monograph 8, Bethesda, Maryland. 103 pp.
- Sydenham River Recovery Team. 2002. *Recovery Strategy for Aquatic Species at Risk in the Sydenham River: An Ecosystem Approach*. St. Clair Region Conservation Authority 78 p. Site Web : <http://www.sydenhamriver.on.ca/Publications/RecoveryStrategyJuly2002.pdf> [consulté en octobre 2015].
- Tankersley, R.A. 1996. Multipurpose gills: effect of larval brooding on the feeding physiology of freshwater unionid mussels. *Invertebrate Biology* 115: 243-255.
- Taylor, I., B. Cudmore-Vokey, C. MacCrimmon, S. Madzia et S. Hohn. 2004. *The Thames River Watershed: Synthesis Report (draft)*. Prepared for the Thames River Recovery Team. 74 p.
- Thames River Background Study Research Team. 1998. *The Thames River Watershed: A background study for nomination under the Canadian Heritage Rivers System*. Upper Thames River Conservation Authority, London, Ontario. 162 p.
- Thames River Recovery Team. 2004. *Recovery strategy for species at risk in the Ausable River: An ecosystem approach*. Upper Thames River Conservation Authority. 99 pp. Site Web : <http://thamesriver.on.ca/watershed-health/aquatic-species-at-risk/> [consulté en octobre 2015].

- Therriault, T.W., A.M. Weise, S.N. Higgins, S. Guo et J. Duhaime. 2013. Risk Assessment for Three Dreissenid Mussels (*Dreissena polymorpha*, *Dreissena rostriformis bugensis*, and *Mytilopsis leucophaeata*) in Canadian Freshwater Ecosystems. DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2012/174:v + 88 p.
- Turgeon, D.D., J.F. Quinn, Jr., A.E. Bogan, E.V. Coan, F.G. Hochberg, W.G. Lyons, P.M. Mikkelsen, R.J. Neves, C.F.E. Roper, G. Rosenberg, B. Roth, A. Scheltema, F.G. Thompson, M. Vecchione et J.D. Williams. 1998. Common and scientific names of aquatic invertebrates from the United States and Canada: mollusks. 2nd edition. American Fisheries Society, Special Publication 26, Bethesda, Maryland, U.S.A. ix + 526 p.
- Tyrrell, M. et D.J. Hornbach. 1998. Selective predation by muskrats on freshwater mussels in 2 Minnesota rivers. *Journal of the North American Benthological Society* 17:301-310.
- U.S.E.P.A. (United States Environmental Protection Agency). 2013. Aquatic life ambient water quality criteria for ammonia – freshwater. 242 p.
- UTRCA (Upper Thames River Conservation Authority). 2012. Upper Thames River Watershed Report Card Summary. Upper Thames River Conservation Authority, London, Ontario. 4 p.
- Vandean, T. 2003. The negative social impacts of Manitoba's hog industry and the implications for social sustainability. Research Report for Manitoba Legislative Internship Programme. 36 p.
- Vidrine, M.F. 1996. North American Najadicola and Unionicola: Systematics and Coevolution. Gail Q. Vidrine Collectibles, Eunice, Louisiana, U.S.A. vi + 145 p.
- Ward, J.E. 1996. Biodynamics of suspension-feeding in adult bivalve mussels: particle capture, processing, and fate. *Invertebrate Biology* 115:218-231.
- Ward, J.M. et A. Ricciardi. 2013. Impacts of *Dreissena* on benthic macroinvertebrate 1731 communities: predictable patterns revealed by invasion history. Pp. 599-610. *In* T.F. Nalepa et D. Schloesser (eds.). *Quagga and Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*, CRC Press, Florida.
- Watershed Checkup. 2015. Ontario Conservation Authority Watershed Report Cards. Site Web : <http://watershedcheckup.ca/conservation-authority-map> [consulté en octobre 2015].
- Watkinson, D., comm. pers. 2015. *Correspondance par courriel avec T. Morris*. August 2015. Freshwater Institute, 501 University Crescent, Winnipeg, Manitoba, R3T 2N6.
- Watson, E.T., comm. pers. 2015. *Correspondance par courriel avec J. Carney*. Août 2015. Freshwater Institute, 501 University Crescent, Winnipeg, Manitoba, R3T 2N6

- Watson, E.T., L.C. Graham et W.G. Franzin. 1998. The distribution of Unionidae (Mollusca: Bivalvia) in the Assiniboine River drainage in Manitoba. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2232: iv + 31 p.
- Watters, G.T. 1999. Freshwater mussels and water quality: A review of the effects of hydrologic and instream habitat alterations. Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium. Ohio Biological Survey, Columbus Ohio. Pp. 261-274
- Wendel, J.L. et S.W. Kelsch. 1999. Summer range and movement of Channel Catfish in the Red River of the North. American Fisheries Society Symposium 24:203-214.
- Williams, C.O. 1942. Observations on the life history and taxonomic relationships of the trematode *Aspidogaster conchicola*. Journal of Parasitology 28:467-475.
- Williams, J.D., M.L. Warren, K.S. Cummings, J.L. Harris et R.J. Neves. 1993. Conservation status of freshwater mussels of the United States and Canada. Fisheries 18:6-22.
- Yeager, M.M. et D.S. Cherry. 1994. Feeding and burrowing behaviors of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae). Journal of the North American Benthological Society 13:217-222.
- Yeager, M.M., D.S. Cherry et R. Neves. 1993. Interstitial feeding behavior of juvenile unionid mussels. *Association of Southeastern Biologists Bulletin* 40: 113 [abstract].
- Zanatta, D.T. 2000. Biotic and abiotic factors related to the distribution of unionid mussels in Lake St. Clair. Mémoire de maîtrise. University of Guelph. Guelph, Ontario. 121 p.
- Zanatta, D.T., J. Bossenbroek, L. Burlakova, T. Crail, F. de Szalay, T.A. Griffith, D. Kapusinski, A. Karateyev, R.A. Krebs, E.S. Meyer, W.L. Paterson, T.J. Prescott, M.T. Rowe, D. Schloesser et M.C. Walsh. 2015. Distribution of native mussel (Unionidae) assemblages in coastal Lake Erie, Lake St. Clair, and connecting channels, twenty-five years after the dreissenid invasion. *Northeastern Naturalist* 22:223-235.
- Zanatta, D.T., G.L. Mackie, J.L. Metcalfe-Smith et D.A. Woolnough. 2002. A refuge for native freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from impacts of the exotic Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in Lake St. Clair. *Journal of Great Lakes Research* 28:479-489.

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT

M. David Zanatta est professeur adjoint au département de biologie de l'Université du Michigan (Michigan University), et possède plus de 15 ans d'expérience sur les unionidés. Il détient un baccalauréat ès sciences (avec distinction) en biologie de l'Université Laurentian (Laurentian University) (1998), une maîtrise ès sciences en zoologie de l'Université de Guelph (University of Guelph) (2000), un doctorat de l'Université de Toronto (University of Toronto) (2007), où il a mené des recherches sur l'évolution et la génétique des populations chez les lamsilidés, et a reçu une bourse de recherche postdoctorale du

CRSNG à l'Université Trent (Trent University) en 2008, avant de devenir professeur associé à l'Université de Central Michigan (Central Michigan University). M. Zanatta est co-auteur de nombreux articles revus par des pairs sur la biologie des moules d'eau douce, y compris de recherches sur la mulette feuille d'érable. Il a également rédigé plusieurs rapports de situation du COSEPAC sur des espèces de moules d'eau douce du Canada, et siège au sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC. Il est également membre des équipes de rétablissement des rivières Thames, Sydenham et Ausable et de l'équipe de rétablissement des moules d'eau douce de l'Ontario.

M. Jordan Hoffman est diplômé en biologie de l'Université de Central Michigan. Il a obtenu son baccalauréat ès sciences de l'Université d'Oakland (Oakland University) (Rochester, Michigan) en 2011, et une maîtrise ès sciences en écologie et en biologie évolutionnaire de l'Université Tulane (Tulane University) (Nouvelle-Orléans, Louisiane), en 2014. Il possède divers intérêts concernant la biodiversité et la biologie de la conservation, et a récemment achevé son mémoire de maîtrise portant sur l'étude de la dispersion et de la structure génétique des populations de *Q. quadrula* en Ontario. Il est actuellement membre de la Société de conservation des mollusques d'eau douce (Freshwater Mollusk Conservation Society).

M. Joseph Carney est professeur agrégé à l'Université Lakehead (Lakehead University), à Thunder Bay, en Ontario. Il a reçu son doctorat de l'Université du Manitoba (University of Manitoba) en 2000, dont la thèse portait sur l'évolution et l'écologie des communautés de parasites chez la perchaude (*Perca flavescens*). Depuis 2002, il a entrepris un programme de recherche portant sur l'écologie et la conservation des moules d'eau douce (Mollusques : Unionidés) dans le bassin versant de la rivière Rouge au Manitoba, en Saskatchewan et au Dakota du Nord. Il a publié plusieurs articles et rapports scientifiques portant sur les moules d'eau douce. Il est membre de la Société américaine des parasitologues (American Society of Parasitologists), de la Société canadienne de zoologie et de la Société de conservation des mollusques d'eau douce. Il est membre du sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC depuis 2005, et en est actuellement le coprésident (depuis 2015).

COLLECTIONS EXAMINÉES

Les collections de moules d'eau douce du Manitoba sont limitées. Le Musée manitobain de l'homme et de la nature possède une petite collection, déposée par Ernie Watson. Cette collection a été examinée par William Watkins, l'un des rédacteurs du rapport précédent. Une plus grande collection de recherche est tenue par J. Carney, corédacteur du présent rapport, et cette collection est régulièrement examinée. Les spécimens de référence de la collection personnelle de M^{me} Eva Pip ont été examinés.

En 1996, toutes les données récentes et historiques disponibles sur les occurrences de moules d'eau douce dans le réseau hydrographique des Grands Lacs d'aval ont été compilées dans une base de données informatisée associée à un SIG, soit la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs inférieurs. Cette base de données est

hébergée dans les bureaux du MPO, à Burlington (Ontario). Les données proviennent de la littérature primaire, de musées d'histoire naturelle, d'agences gouvernementales fédérales, provinciales et municipales (et de certaines agences des États-Unis), d'offices de conservation, de plans d'assainissement pour les secteurs préoccupants des Grands Lacs, de thèses universitaires et de firmes de consultation environnementale. Les collections de moules de six musées d'histoire naturelle de la région des Grands Lacs (Musée canadien de la nature, Ohio State University Museum of Zoology, Musée royal de l'Ontario, University of Michigan Museum of Zoology, Rochester Museum and Science Center et Buffalo Museum of Science) ont fourni plus des deux tiers des données. J.L. Metcalfe-Smith (corédactrice du rapport de situation de 2006) a personnellement examiné les collections tenues par le Musée Royal de l'Ontario, le Musée de zoologie de l'Université du Michigan (University of Michigan Museum of Zoology) et le Musée des sciences de Buffalo (Buffalo Museum of Science), de même que de petites collections tenues par le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. La base de données continue à être mise à jour, et contient plus de 10 000 mentions d'unionidés du lac Ontario, du lac Érié, du lac Sainte-Claire et de leurs bassins versants, de même que de plusieurs des principaux affluents du lac Huron inférieur. Cette base de données est actuellement gérée par le Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques du MPO.