

# Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur la

## Villeuse irisée *Villosa iris*

au Canada



**PRÉOCCUPANTE**  
2015

**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. 2015. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 89 p. ([http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default\\_f.cfm](http://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm)).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la Villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 45 p. ([www.registrelep.gc.ca/Status/Status\\_f.cfm](http://www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm)).

Note de production :

Le COSEPAC aimerait remercier Julie Vanden Byllaardt et Todd Morris d'avoir rédigé le rapport de situation sur la villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada, aux termes d'un marché conclu avec Environnement Canada. La supervision et la révision de ce rapport ont été assurées par Joseph Carney, coprésident du Sous-comité de spécialistes des mollusques.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

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

Tél. : 819-938-4125

Télec. : 819-938-3984

Courriel : [ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca](mailto: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 Rainbow *Villosa iris* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :

Villeuse irisée — Photo fournie par le rédacteur.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015.

N° de catalogue CW69-14/492-2016F-PDF

ISBN 978-0-660-05006-5



## COSEPAC Sommaire de l'évaluation

### Sommaire de l'évaluation – novembre 2015

**Nom commun**

Villeuse irisée

**Nom scientifique**

*Villosa iris*

**Statut**

Préoccupante

**Justification de la désignation**

Cette petite moule est largement répartie dans le sud de l'Ontario. Les relevés effectués depuis la dernière évaluation en 2006 ont permis de trouver un grand nombre d'individus dans des régions inconnues jusqu'alors, particulièrement dans le cours supérieur de grandes rivières. Il existe de fortes indications d'un recrutement récent dans six des sept sous-populations examinées. Bien que l'espèce ait disparu du lac Érié et des rivières Detroit et Niagara, elle n'a apparemment jamais été commune dans ces eaux. Deux sous-populations (rivière Ausable et lac Sainte-Claire) ont une faible abondance et montrent des signes de déclin continu. Les menaces persistantes qui pèsent sur certaines sous-populations incluent les espèces envahissantes (les moules dreissenidés et le gobie à taches noires) et la pollution (eaux usées domestiques et urbaines ainsi que les effluents d'origine agricole). L'espèce pourrait devenir « menacée » si les menaces ne sont pas gérées ou atténuées de façon efficace.

**Répartition**

Ontario

**Historique du statut**

Espèce désignée « en voie de disparition » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « préoccupante » en novembre 2015.



## COSEPAC Résumé

### Villeuse irisée *Villosa iris*

#### Description et importance de l'espèce sauvage

La villeuse irisée (*Villosa iris*) est une petite moule d'eau douce (d'une longueur moyenne de quelque 55 mm au Canada), dont la coquille, comprimée latéralement, est elliptique-allongée. La coquille est jaunâtre, vert jaunâtre ou brun (chez les vieux spécimens) et est entièrement couverte d'un grand nombre de rayons interrompus vert foncé, étroits et/ou larges. Les rayons peuvent être absents de la partie antérieure de la coquille. La nacre de la moule (côté interne de la coquille) est blanc argenté et irisée, d'où le nom commun de l'espèce. Le genre *Villosa* compte 18 espèces nord-américaines, mais seuls le *Villosa iris* et le *Villosa fabalis* ont des aires de répartition s'étendant au Canada. Seules 2 espèces du genre *Villosa* sont jugées non en péril (G5) en Amérique du Nord, dont l'une est le *V. iris*. Les moules d'eau douce, ou mulettes, constituent des indicateurs sensibles de la santé des écosystèmes, notamment de la qualité de l'eau et de l'habitat, de même que de l'état de la communauté de poissons dont elles dépendent. La sensibilité de la villeuse irisée aux produits chimiques toxiques en fait un indicateur particulièrement intéressant.

#### Répartition

La villeuse irisée a déjà occupé en Amérique du Nord une vaste aire de répartition s'étendant de l'État de New York et de l'Ontario jusqu'au Wisconsin, vers l'ouest, et jusqu'à l'Oklahoma, l'Arkansas et l'Alabama, vers le sud. Au Canada, on compte des mentions pour les rivières Ausable, Bayfield, Détroit, Grand, Maitland, Moira, Niagara, Salmon, Saugeen, Sydenham, Thames et Trent ainsi que pour les lacs Huron, Ontario, Érié et Sainte-Claire. L'espèce semble avoir disparu des Grands Lacs d'aval et des voies interlacustres, à l'exception de la région du delta du lac Sainte-Claire, et est encore présente dans toutes les rivières, à l'exception des rivières Détroit et Niagara.

## Habitat

La villeuse irisée est la plus abondante dans les cours d'eau petits à moyens, mais se trouve aussi dans des lacs intérieurs. Elle a déjà été présente en petits nombres dans toutes les zones côtières peu profondes des Grands Lacs d'aval et des voies interlacustres, dans des substrats fermes de sable et de gravier. Dans les cours d'eau, la villeuse irisée se trouve habituellement dans les radiers ou dans leur voisinage et à la lisière de la végétation émergente, dans des courants modérés à forts. L'espèce occupe des mélanges de substrat faits de galets, de gravier, de sable et, parfois, de vase ou de blocs rocheux. La villeuse irisée est la plus abondante dans les tronçons propres et bien oxygénés, à des profondeurs de moins d'un mètre.

## Biologie

Chez la villeuse irisée, les sexes sont séparés, mais les mâles et les femelles ne diffèrent que légèrement par la forme de la coquille et sont donc difficiles à distinguer. Les glochidies (larves) du *V. iris*, à l'instar des larves de la plupart des autres mulettes, sont des parasites de poissons. La villeuse irisée est une espèce à période de gravidité longue qui fraie à la fin de l'été, la femelle portant ses glochidies pendant tout l'hiver et les relâchant au début du printemps. La maturité sexuelle est atteinte à l'âge de 5 à 9 ans, et les individus peuvent vivre jusqu'à 43 ans. La durée d'une génération est estimée à 15 ans. Les hôtes possibles de la villeuse irisée au Canada comprennent le méné rayé, l'achigan à petite bouche, l'achigan à grande bouche, le crapet vert, le dard vert, le dard arc-en-ciel, la perchaude, le chabot tacheté, le crapet de roche. Les villeuses irisées adultes se nourrissent de bactéries, d'algues et d'autres particules organiques tirées de la colonne d'eau par filtration. Les juvéniles vivent entièrement enfouis dans le substrat, où ils se nourrissent d'aliments similaires qu'ils obtiennent directement du substrat ou de l'eau interstitielle.

## Taille et tendances des populations

La villeuse irisée a probablement disparu des rivières Niagara et Détroit et de la plupart des zones qu'elle occupait autrefois dans les lacs Érié et Sainte-Claire. Une petite population estimée à 1 500 individus occupe les eaux canadiennes du delta du lac Sainte-Claire, mais elle diminue d'environ 7 % par an, d'après les données recueillies dans 9 sites en 2001 et 2003, et a disparu du secteur de la baie Pocket depuis 2011. Les populations des rivières Ausable, Bayfield, Grand, Sydenham et Thames sont petites, les estimations s'élevant à 12 000, 74 000, 25 000, 17 000 et 71 000 individus, respectivement. La population de la rivière Ausable semble être en déclin. Les bassins versants des rivières Maitland, Saugeen et Trent comptent les plus grandes populations de villeuses irisées, lesquelles sont estimées à 4 200 000, 700 000 et 330 000 individus, respectivement. La rivière Maitland abrite la population de villeuses irisées la plus importante et la plus saine du Canada.

## **Facteurs limitatifs et menaces**

Les deux principaux facteurs qui menacent la villeuse irisée sont les espèces envahissantes (surtout dans les localités est et le lac Sainte-Claire) et la pollution (surtout dans les régions sud-ouest). Des moules de la famille des Dreissenidés (*Dreissena polymorpha* et *D. rostriformis*) se sont établies dans les voies navigables où vit la villeuse irisée, notamment les rivières Thames, Trent et Moira et le lac Sainte-Claire. Cette situation est particulièrement apparente dans le bassin versant de la Trent, où les dreissenidés peuvent former des couches de coquilles très denses qui étouffent tout ce qui vit en dessous. Le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), espèce de poisson envahissante, peut aussi avoir des incidences négatives sur les populations de villeuses irisées en perturbant les relations avec les poissons-hôtes, agissant comme des « puits » de glochidies et en entrant en concurrence avec les hôtes. Les populations de villeuses irisées du sud-ouest sont entourées principalement de terres agricoles et d'agglomérations urbaines dotées de stations d'épuration des eaux usées. Par conséquent, leurs bassins versants sont sujets à une érosion accrue et au ruissellement de phosphore, d'azote et de substances toxiques pour la villeuse irisée (sels de voirie, perturbateurs endocriniens, ammoniac, mercure et cuivre). De plus, la rivière Moira fait l'objet d'une exposition chronique à des charges d'arsenic et de cuivre provenant des activités minières en amont des eaux fréquentées par la villeuse irisée. Parmi les autres menaces qui pèsent sur l'espèce, on note la construction de barrages et d'autres modifications du réseau, dont on ignore la gravité des effets. Les poissons-hôtes et les changements anthropiques modifiant la prédation sont considérés comme des facteurs limitatifs secondaires des populations de villeuses irisées.

## **Protection, statut et classements**

Le COSEPAC a évalué la villeuse irisée en 2006 et l'a désignée « en voie de disparition ». L'espèce a été inscrite sur la liste des espèces en voie de disparition de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) du gouvernement fédéral en 2013. Elle a été désignée « menacée » en vertu de la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* (LEVD) de l'Ontario en 2007. La cote nationale de la villeuse irisée est N2N3 (vulnérable à l'échelle nationale – en péril) au Canada et S2S3 en Ontario, seule province où on la trouve. À l'échelle mondiale, la cote de conservation de l'espèce est G5 (définie comme étant manifestement répandue, abondante et non en péril). De façon générale, l'espèce est considérée comme étant non en péril aux États-Unis (N5) mais, dans plusieurs États, la villeuse irisée est considérée comme une espèce en voie de disparition : (Alabama [S3], Arkansas [S2S3], Illinois [S1], Indiana [S3], Michigan [S2S3], New York [S2S3], Caroline du Nord [S1], Oklahoma [S1], Pennsylvanie [S1], Virginie-Occidentale [S2] et Wisconsin [S1]).

## RÉSUMÉ TECHNIQUE

*Villosa iris*

Villeuse irisée

Rainbow

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Ontario

### Données démographiques

Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population).	15 ans
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Inconnu
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Inconnu
Pourcentage [prévu ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [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.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont a) clairement réversibles et b) comprises et c) ont 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	48 051 km <sup>2</sup>
Indice de zone d'occupation (IZO) (Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté)	2 532 km <sup>2</sup>
La population est-elle « gravement fragmentée », c'est-à-dire que > 50 % de sa zone d'occupation totale se situe dans des parcelles d'habitat qui sont a) plus petites que la superficie nécessaire au maintien d'une population viable et b) éloignées les unes des autres par une grande distance, ce qui rend improbable la dispersion.	a. Non  b. Oui

Nombre de « localités * » (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant).	14 (fourchette de 11 à 17). D'après la menace à impact élevé que représentent les espèces exotiques (non indigènes) envahissantes (8.1) (plus particulièrement les dreissenidés et le gobie à taches noires) ainsi que les menaces à impact moyen-élevé associées aux eaux usées domestiques et urbaines (9.1) et aux effluents agricoles et sylvicoles (9.3).
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Déclin observé dans le passé de 38 %. Déclin inféré continu selon les menaces continues (pollution et espèces envahissantes). La localité de la région du delta du lac Sainte-Claire est très petite et apparemment toujours en déclin. Si cette localité était perdue, cela entraînerait une réduction de la zone d'occurrence.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Déclin observé dans le passé de 30 %. Déclin continu inféré d'après les menaces continues (pollution et espèces envahissantes). La localité de la région du delta du lac Sainte-Claire est très petite et apparemment toujours en déclin. Si cette localité était perdue, cela entraînerait une réduction de l'IZO.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de sous-populations?	Déclin inféré continu selon les menaces continues (pollution et espèces envahissantes). La localité de la région du delta du lac Sainte-Claire est très petite et apparemment toujours en déclin. Si cette localité était perdue, cela entraînerait une réduction du nombre de sous-populations.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de « localités * »?	Déclin continu inféré d'après les menaces continues (pollution et espèces envahissantes). La localité de la région du delta du lac Sainte-Claire est très petite et apparemment toujours en déclin. Si cette localité était perdue, cela entraînerait une réduction du nombre de localités.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Déclin observé 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 * »?	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

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



### Nombre d'individus matures dans chaque population

Sous-populations (utilisez une fourchette plausible)	Nombre d'individus matures
Rivière Ausable	5 900-18 000
Rivière Bayfield	74 000
Rivière Grand	4 700-45 000
Lac Sainte-Claire	1 500
Rivière Maitland	2 000 000-6 500 000
Rivière Moira	Inconnu
Rivière Salmon	Inconnu
Rivière Saugeen	520 000-880 000
Rivière Sydenham	17 000-18 000
Rivière Thames	48 000-94 000
Rivière Trent	Inconnu

### 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.
--	-------

### Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou leur habitat, de l'impact le plus élevé au moins élevé)

<ul style="list-style-type: none"> <li>i. Espèces envahissantes (dreissenidés, gobie à taches noires)</li> <li>ii. Pollution (ammoniac, chlore, métaux lourds, produits pharmaceutiques, effluents d'eaux usées, charge en nutriments et en sédiments).</li> </ul>
--

### 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	Michigan S2S3 Pennsylvanie S1 Ohio SNR New York S2S3
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Possible pour la localité de la région du delta du lac Sainte-Claire, improbable pour toutes les autres
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probablement

Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Probablement
Les conditions se détériorent-elles au Canada?+	Oui
Les conditions pour la population source se détériorent-elles?+	Inconnu
La population canadienne est-elle considérée comme un puits?+	Non
La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	Non

### Nature délicate de l'information sur l'espèce

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

### Historique du statut

COSEPAC :

L'espèce a été désignée « en voie de disparition » en avril 2006. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « préoccupante » en novembre 2015.

### Statut et justification de la désignation

<b>Statut :</b> Espèce préoccupante	<b>Code alphanumérique :</b> Sans objet
<p><b>Justification de la désignation :</b>          Cette petite moule est largement répartie dans le sud de l'Ontario. Les relevés effectués depuis la dernière évaluation en 2006 ont permis de trouver un grand nombre d'individus dans des régions inconnues jusqu'alors, particulièrement dans le cours supérieur de grandes rivières. Il existe de fortes indications d'un recrutement récent dans six des sept sous-populations examinées. Bien que l'espèce ait disparu du lac Érié et des rivières Detroit et Niagara, elle n'a apparemment jamais été commune dans ces eaux. Deux sous-populations (rivière Ausable et lac Sainte-Claire) ont une faible abondance et montrent des signes de déclin continu. Les menaces persistantes qui pèsent sur certaines sous-populations incluent les espèces envahissantes (les moules dreissenidés et le gobie à taches noires) et la pollution (eaux usées domestiques et urbaines ainsi que les effluents d'origine agricole). L'espèce pourrait devenir « menacée » si les menaces ne sont pas gérées ou atténuées de façon efficace.</p>	

### Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) :

Ne correspond pas au critère. Le nombre d'individus matures est inconnu, mais estimé à plus de 7 millions. Bien qu'un déclin de la zone d'occurrence et de l'indice de zone d'occupation (IZO) ait été observé, les déclins inférés fondés sur ces changements du nombre d'individus sont inférieurs aux seuils établis.

+ Voir le [Tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification d'évaluation du statut selon l'immigration de source externe).

Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) :

Ne correspond pas au critère. Tant la zone d'occurrence (48 051 km<sup>2</sup>) que l'IZO (2 532 km<sup>2</sup> continus dans les plans d'eau) dépassent les seuils pour le critère de la catégorie « menacée » (< 20 000 km<sup>2</sup> et < 2 000 km<sup>2</sup>, respectivement), la population n'est pas gravement fragmentée (bien que les sous-populations soient séparées les unes des autres, ce qui rend improbable la dispersion), et il existe plus de 10 localités. Toutefois, un déclin continu de la zone d'occurrence, de l'IZO, de la superficie, de l'étendue et de la qualité de l'habitat ainsi que du nombre de localités ou de sous-populations est inféré en raison des menaces continues à impact élevé (pollution et espèces envahissantes).

Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) :

Ne correspond pas au critère. Le nombre d'individus matures est inconnu, mais estimé à plus de 7 millions.

Critère D (très petite population ou répartition restreinte) :

Le critère D1 n'est pas applicable, car la population n'est pas très petite et sa répartition n'est pas restreinte. Le critère D2 (espèce menacée) n'est pas applicable, que ce soit pour l'IZO ou pour le nombre de localités, ces valeurs étant bien au-dessus des seuils établis. Bien que l'espèce soit soumise à des menaces découlant de l'activité humaine, comme les espèces envahissantes et la pollution, les effets de ces menaces ne la mettront pas gravement en péril ni ne la feront disparaître à l'intérieur d'une ou de deux générations après leur apparition.

Critère E (analyse quantitative) :

Sans objet. Aucune analyse quantitative n'a été effectuée.

## PRÉFACE

Depuis l'évaluation par le COSEPAC en 2006, qui a désigné l'espèce « en voie de disparition », nombre de nouveaux renseignements ont été recueillis au sujet de l'aire de répartition de l'espèce. Ces nouvelles données influent grandement sur les estimations de la zone d'occurrence, de la zone d'occupation et du nombre de localités. Plus particulièrement, il a été établi que l'espèce vit dans les eaux d'amont de nombreuses rivières, y compris la Bayfield, la Grand, la Maitland, la Saugeen et la Thames ainsi que dans les affluents de la Trent et le cours principal des rivières Moira et Salmon. Des baisses d'effectif ont été signalées pour deux localités, notamment la population du delta du lac Sainte-Claire et celle de la rivière Ausable, le déclin dans le delta du lac Sainte-Claire étant plus marqué (baisses d'effectif et contraction de l'aire de répartition). Des estimations de la taille des populations, fondées sur une méthode d'échantillonnage quantitatif, sont maintenant disponibles pour la majorité des rivières



## 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 (2015)

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  
Canada

Environment  
Canada

Service canadien  
de la faune

Canadian Wildlife  
Service

Canada

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

# Rapport de situation du COSEPAC

sur la

## **Villeuse irisée**

*Villosa iris*

au Canada

2015

## TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE.....	5
Nom et classification.....	5
Description morphologique.....	5
Structure spatiale et variabilité de la population .....	7
Unités désignables (UD).....	7
Importance de l'espèce.....	7
RÉPARTITION .....	7
Aire de répartition mondiale.....	7
Aire de répartition canadienne.....	8
Zone d'occurrence et zone d'occupation .....	16
Activités de recherche .....	17
HABITAT.....	27
Besoins en matière d'habitat .....	27
Tendances en matière d'habitat.....	27
BIOLOGIE .....	32
Cycle vital et reproduction .....	32
Déplacements et dispersion .....	35
Relations interspécifiques.....	35
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS.....	36
Activités et méthodes d'échantillonnage.....	36
Abondance .....	39
Populations disparues .....	39
Fluctuations et tendances.....	41
Effet d'une immigration de source externe .....	51
FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES .....	51
Menaces.....	51
Menaces à impact élevé.....	52
Menaces à impact moyen.....	54
Menaces de gravité inconnue.....	61
Facteurs limitatifs.....	62
Prédation .....	62
Nombre de localités.....	63
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS.....	63
Statuts et protection juridiques .....	63
Statut et classements non juridiques .....	64

Protection et propriété de l'habitat.....	64
REMERCIEMENTS.....	66
EXPERTS CONTACTÉS.....	66
OUVRAGES CITÉS.....	68
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT.....	81
COLLECTIONS EXAMINÉES.....	82

### Liste des figures

Figure 1. (A) Dessin au trait des caractéristiques externes de la coquille et de la structure interne de la valve gauche d'une villeuse irisée (reproduit avec l'autorisation de Burch, 1975). (B) Photographie de spécimens vivants récoltés dans la rivière Maitland, près de Wingham, en Ontario, en 2003 (photographie de D. McGoldrick, INRE).....	6
Figure 2. Aire de répartition nord-américaine de la villeuse irisée ( <i>Villosa iris</i> ) (d'après les renseignements obtenus des autorités concernées). ....	8
Figure 3. Bassins versants ontariens où la villeuse irisée est présente ou a déjà été présente.....	9
Figure 4. Aires de répartition historique (1890-1996) et actuelle (1997-2014) de la villeuse irisée en Ontario (d'après les mentions de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs d'aval). Les mentions actuelles comprennent les individus vivants ou les coquilles fraîches prélevés de 1997 à ce jour, tandis que les mentions historiques comprennent tous les individus vivants et toutes les coquilles (fraîches et vieilles) prélevés avant 1997, ainsi que toutes les vieilles coquilles recueillies après 1997. ....	10
Figure 5. Photographies d'une villeuse irisée femelle gravide : (A) arborant un leurre à l'image d'une écrevisse pour attirer un poisson-hôte et (B) montrant ses branchies marsupiales remplies de glochidies (reproduites avec l'autorisation de M.C. Barnhart, Southwest Missouri State University, Springfield, MO)...	34
Figure 6. Distribution par taille des villeuses irisées pour l'ensemble des 7 sites de la rivière Ausable en 2006 ( $n = 26$ ) et en 2011 ( $n = 3$ ). Tiré de Upsdell <i>et al.</i> (2012). 42	
Figure 7. Distribution par taille des villeuses irisées dans la rivière Bayfield en 2007 ( $n = 33$ ). Tiré de Morris <i>et al.</i> (2012). ....	43
Figure 8. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Moira en 2014 (femelles : $n = 238$ ; mâles : $n = 461$ ). Ministère des Pêches et des Océans du Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, données inédites. ....	46
Figure 9. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Salmon en 2014 (femelles : $n = 152$ ; mâles : $n = 317$ ). Ministère des Pêches et des Océans du Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, données inédites. ....	47



Figure 10. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Saugeen. Tiré de Morris <i>et al.</i> (2007). .....	48
Figure 11. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Thames au cours des relevés de 2004-2005. Tiré de Morris et Edwards (2007). .....	49
Figure 12. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Trent en 2013 ( $n = 109$ ). Ministère des Pêches et des Océans du Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, données inédites. ....	50

### Liste des tableaux

Tableau 1. Sommaire des activités d'échantillonnage actuelles (1997-2014) de moules dans l'aire de répartition de la villeuse irisée (V.iris). L'abréviation « h-p » renvoie au nombre d'heures-personnes consacrées au relevé et les chiffres en exposant indiquent les sites additionnels où on a trouvé uniquement des coquilles. ....	17
Tableau 2. Comparaisons des sous-populations de villeuses irisées d'après des relevés quantitatifs (quadrats).....	40

### Liste des annexes

Annexe 1. Tableau d'évaluation des menaces qui pèsent sur la villeuse irisée ( <i>Villosa iris</i> ).....	83
---	----

## DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

### Nom et classification

Nom scientifique : *Villosa iris* (Lea, 1829)

Nom français commun : villeuse irisée

Nom commun anglais : Rainbow

Les documents faisant autorité pour la classification des mollusques aquatiques des États-Unis et du Canada sont l'ouvrage de Turgeon *et al.* (1998) et le Système d'information taxonomique intégré (2015). La classification actuellement acceptée de l'espèce est la suivante :

Règne : Animaux  
Embranchement : Mollusques  
Classe : Bivalves  
Sous-classe : Paléohétérodontes  
Ordre : Unionoïdés  
Superfamille : Unionacés  
Famille : Unionidés  
Sous-famille : Lampsilinés  
Genre : *Villosa*  
Espèce : *Villosa iris*

Parmalee et Bogan (1998) dressent dans leur ouvrage la liste complète des synonymes de l'espèce, soulignant que le *Villosa iris* est en fait un complexe d'espèces probablement composé de plusieurs espèces que l'on ne peut différencier par leurs seules caractéristiques morphologiques. (Watters *et al.*, 2009). G. Thomas Watters (Ph. D.) a recouru aux caractéristiques de la coquille pour diviser le *Villosa iris* en trois sous-espèces à l'échelle de son aire de répartition, soit le *V. iris iris*, le *V. iris novieboracii* et le *V. iris* « Missouri » (Ohio State University, 2004). La forme *V. iris novieboracii* (Lea, 1838) se trouve dans le réseau fluvial du Saint-Laurent ainsi que dans les réseaux fluviaux de la Wabash et du haut Mississippi; aussi s'agit-il de la seule forme trouvée au Canada.

### Description morphologique

La villeuse irisée est une petite moule d'eau douce, ou mulette, d'abord décrite par I. Lea en 1829 (figure 1), dont la localité type est un plan d'eau non identifié de l'Ohio. La description suivante de l'espèce est une adaptation des ouvrages de Clarke (1981), de Strayer et Jirka (1997) et de Parmalee et Bogan (1998). La coquille est elliptique-allongée, comprimée latéralement et modérément épaisse dans la partie antérieure, devenant assez mince dans la partie postérieure. La crête postérieure est basse et arrondie. La coquille des mâles présente postérieurement une pointe peu aiguisée, tandis que la coquille des femelles est plus étalée et plus largement arrondie, mais ces différences sont subtiles, et la

distinction visuelle des sexes ne se fait pas aisément. Les sommets sont bas et comprimés; leur sculpture consiste en quatre à six bourrelets distincts, le premier étant concentrique et les suivants présentant une double boucle ou étant irréguliers et noduleux. Les dents de la charnière sont de taille moyenne, bien accusée et complète. Les dents pseudocardinales sont hautes, légèrement comprimées, coniques et striées. Les dents latérales sont longues, droites et fines. La surface de la coquille, qui est lisse, arbore cependant des bourrelets de croissance bien accusés. L'épiderme est jaunâtre, vert jaunâtre ou brun (chez les spécimens âgés) et compte de nombreux rayons vert foncé interrompus et larges, ou étroits et larges, qui couvrent la surface entière de la coquille ou sont absents de sa partie antérieure. Les rayons peuvent se noircir chez les vieux spécimens. La nacre est blanc argenté et irisée, d'où le nom commun de l'espèce.

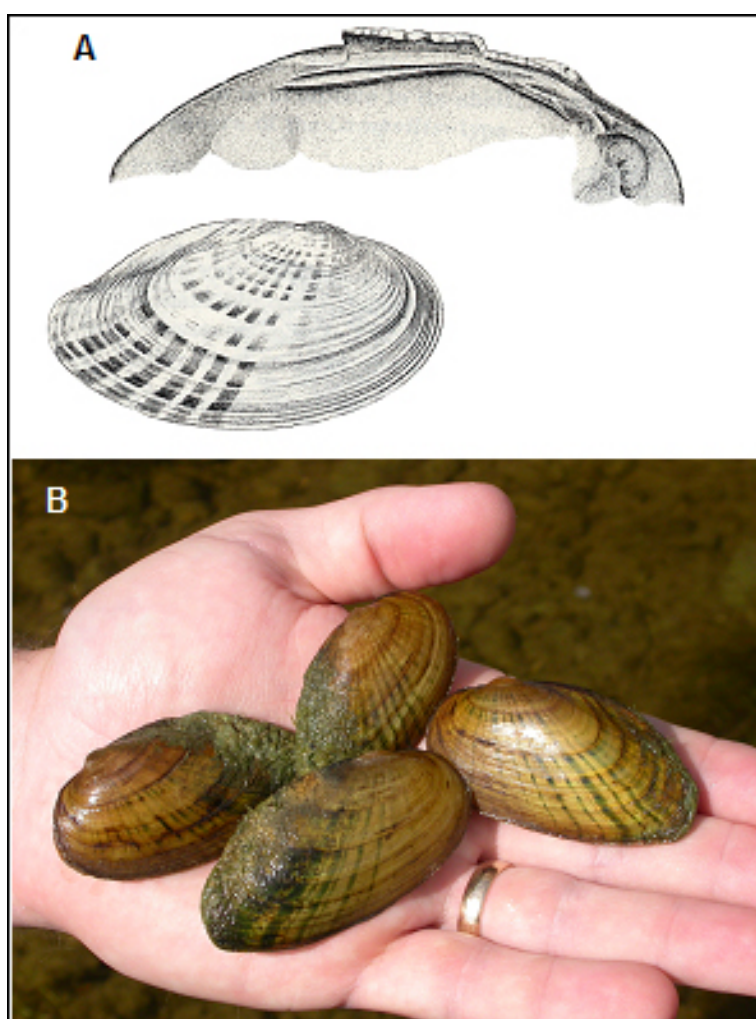


Figure 1. (A) Dessin au trait des caractéristiques externes de la coquille et de la structure interne de la valve gauche d'une villeuse irisée (reproduit avec l'autorisation de Burch, 1975). (B) Photographie de spécimens vivants récoltés dans la rivière Maitland, près de Wingham, en Ontario, en 2003 (photographie de D. McGoldrick, INRE).

La villeuse irisée atteint une longueur maximale approximative de 90 mm au Canada. La longueur moyenne de la coquille adulte est de quelque 55 mm, d'après les mesures prises de 1997 à 2004 par les rédacteurs et leurs collaborateurs sur plus de 300 spécimens vivants. La villeuse irisée se distingue de toutes les autres espèces canadiennes de moules par sa petite taille, sa forme elliptique étroite et ses rayons verts interrompus.

### **Structure spatiale et variabilité de la population**

Il n'existe aucune information concernant la structure de la population de villeuses irisées. Les barrières géographiques, écologiques et comportementales aux déplacements qui pourraient créer un isolement démographique demeurent inconnues.

### **Unités désignables (UD)**

Toutes les villeuses irisées au Canada se trouvent dans la zone biogéographique nationale d'eau douce des Grands Lacs et du Haut-Saint-Laurent. Il n'existe aucune différence connue entre les populations qui pourrait justifier une désignation autre que celle de *V. iris novieboracii* (voir Nom et classification) et, par conséquent, il n'existe qu'une seule UD au Canada.

### **Importance de l'espèce**

Le genre *Villosa* compte 18 espèces (reconnues par Turgeon *et al.*, 1998), mais seuls le *Villosa iris* et le *Villosa fabalis* (villeuse haricot) ont des aires de répartition s'étendant au Canada. La villeuse irisée peut constituer un précieux indicateur de la santé des écosystèmes, car cette espèce est plus sensible aux contaminants environnementaux que la plupart des autres espèces de moules ayant fait l'objet d'analyses à ce jour (Mummert *et al.*, 2003) (voir **FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES**).

## **RÉPARTITION**

### **Aire de répartition mondiale**

La villeuse irisée a déjà été largement répandue dans l'est de l'Amérique du Nord, depuis l'État de New York et l'Ontario vers l'ouest jusqu'au Wisconsin et vers le sud jusqu'à l'Oklahoma, l'Arkansas et l'Alabama. Aux États-Unis, il existe des mentions pour l'Alabama, l'Arkansas, l'Illinois, l'Indiana, le Kentucky, le Michigan, le Missouri, l'État de New York, la Caroline du Nord, le Dakota du Nord, l'Ohio, l'Oklahoma, la Pennsylvanie, le Tennessee, la Virginie, la Virginie-Occidentale et le Wisconsin (figure 2). La répartition actuelle de la villeuse irisée se compare à sa répartition historique, mais l'espèce est en déclin dans la partie occidentale de son aire de répartition américaine (Cummings et Mayer, 1992; Haag, 2012).

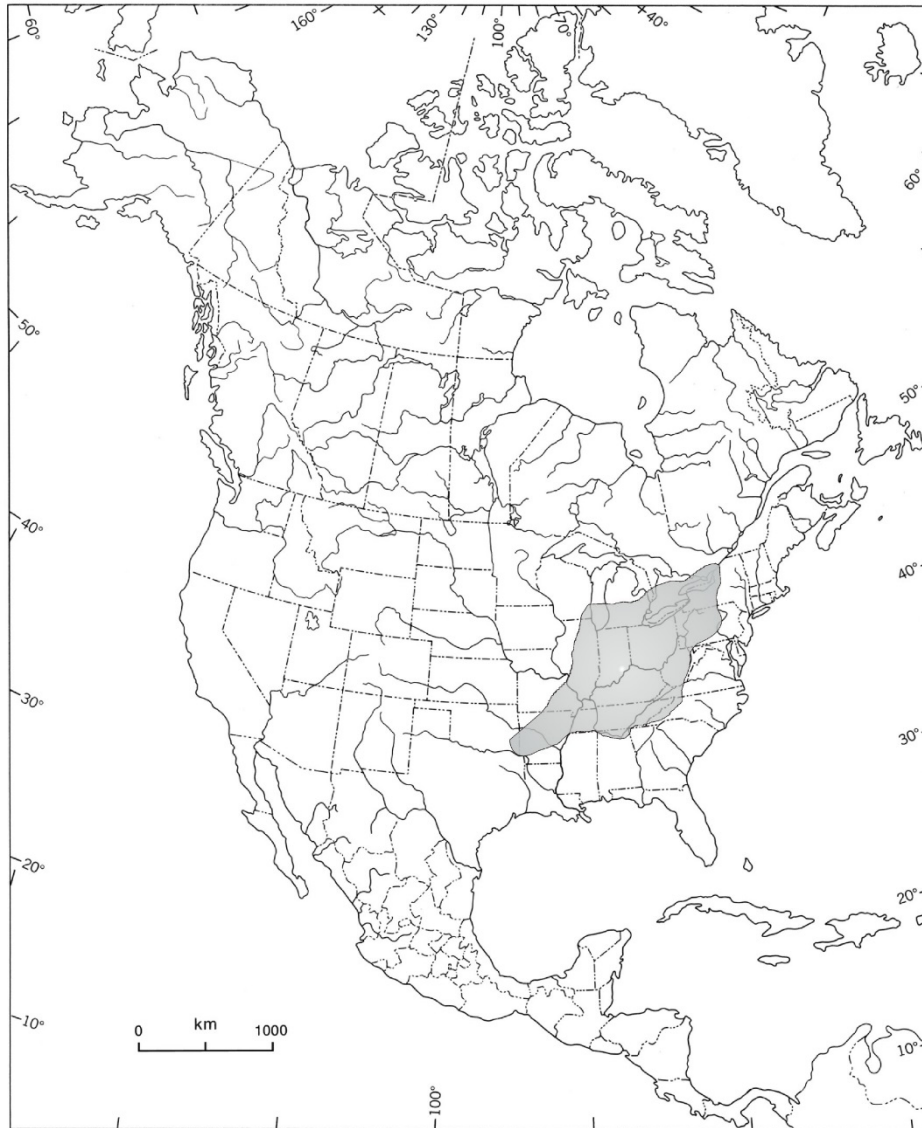
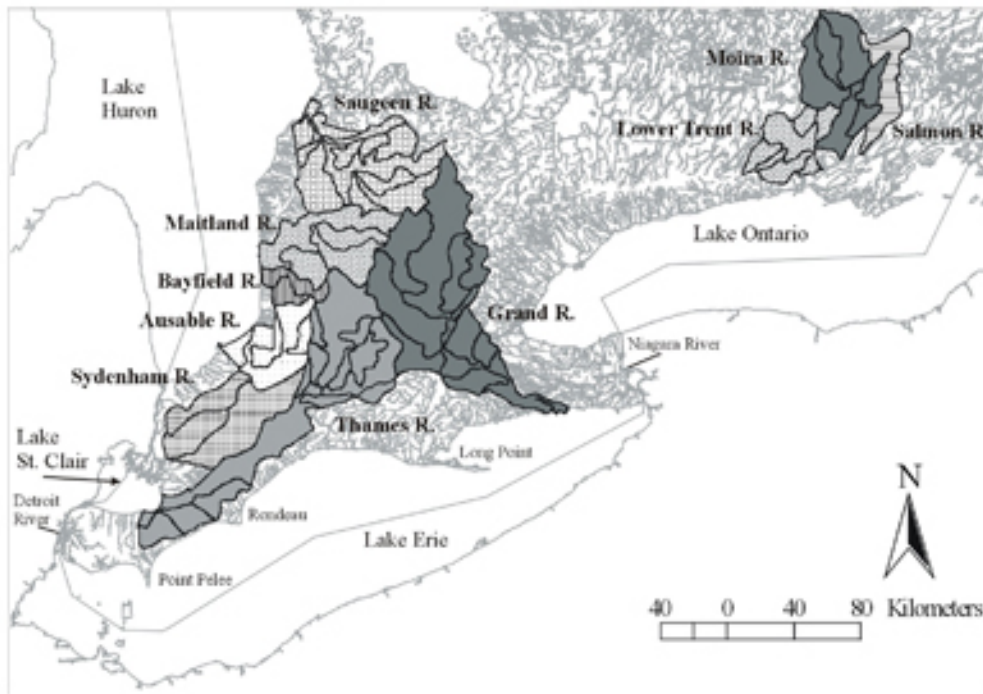


Figure 2. Aire de répartition nord-américaine de la villeuse irisée (*Villosa iris*) (d'après les renseignements obtenus des autorités concernées).

### Aire de répartition canadienne

Au Canada, le *V. iris* n'a été trouvé que dans le sud de l'Ontario. Les observations les plus anciennes de l'espèce au Canada ont été recueillies dans les années 1890 par J. Macoun, qui en a trouvé des spécimens dans la rivière Détroit près de Windsor, dans la rivière Grand près de Cayuga et dans la rivière Thames près de Chatham (bases de données sur les Unionidés des Grands Lacs d'aval [Lower Great Lakes Unionid Database, 2014]; voir **COLLECTIONS EXAMINÉES**). Depuis, 425 mentions d'un peu plus de 3 000 villeuses irisées vivantes ont été signalées.

Avant 1997, le *V. iris* était prélevé dans les rivières Ausable, Détroit, Grand, Maitland, Moira, Niagara, Salmon, Saugeen, Sydenham, Thames et Trent, ainsi que dans les lacs Ontario, Érié et Sainte-Claire. Cependant, la majorité de ces activités d'échantillonnage étaient opportunistes ou semi-quantitatives et, dans la majorité des cas, se concentraient sur des sites des cours inférieurs ou des rivages des lacs. Les relevés les plus récents ont commencé à examiner un éventail plus vaste de types de milieux, plus particulièrement les sites des cours d'eau d'amont et des affluents. D'après cette nouvelle information, l'aire de répartition connue de la vilieuse irisée s'est étendue et englobe plusieurs affluents des rivières Ausable, Bayfield, Grand, Saugeen et Thames, ainsi que des zones de l'est de l'Ontario, y compris les rivières Trent et Salmon (figure 3). La répartition historique de la vilieuse irisée en Ontario est fondée sur 85 mentions (provenant généralement de relevés qualitatifs) recueillies entre 1890 et 1996 (figure 4). La répartition actuelle de l'espèce repose sur 340 mentions (animaux vivants et coquilles), dont la plupart proviennent de relevés réalisés de 1997 à 2014 (figure 4). Neuf mentions historiques et une mention actuelle ne présentent aucune coordonnée et ne font pas partie des cartes.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Lake Huron = Lac Huron	Thames R. = R. Thames
Lake Ontario = Lac Ontario	Long Point = Baie Long Point
Maitland River = R. Maitland	Grand River = R. Grand
Ausable R. = R. Ausable	Moira R. = R. Moira
Sydenham R. = R. Sydenham	Lower Trent R. = Cours inférieur de la Trent
Lake St. Clair = Lac Sainte-Claire	Salmon R. = R. Salmon
Detroit River = Rivière Détroit	Kilometers = Kilomètres
Point Pelee = Pointe Pelée	Rondeau = Baie Rondeau
Lake Erie = Lac Érié	

Figure 3. Bassins versants ontariens où la vilieuse irisée est présente ou a déjà été présente.

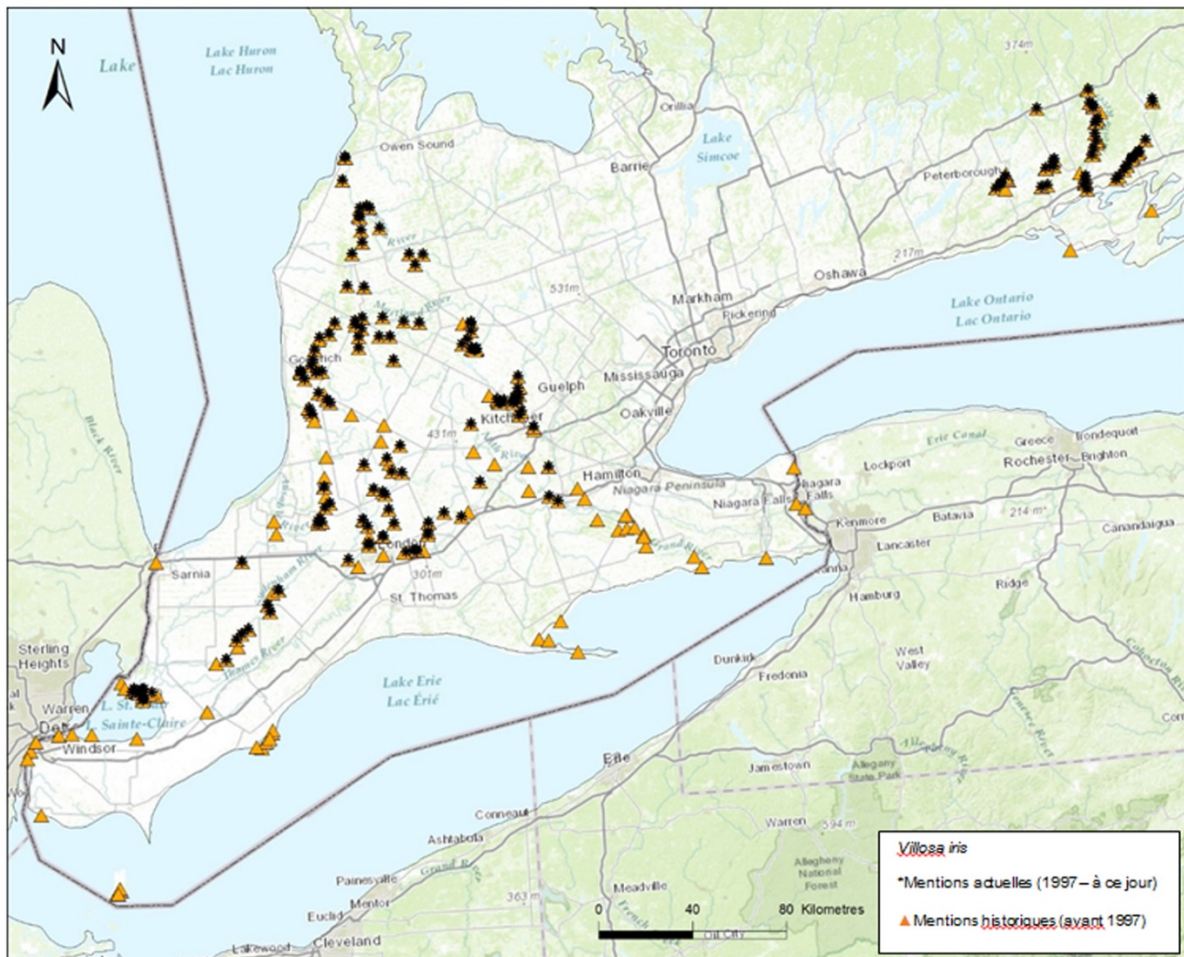


Figure 4. Aires de répartition historique (1890-1996) et actuelle (1997-2014) de la villeuse irisée en Ontario (d'après les mentions de la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs d'aval). Les mentions actuelles comprennent les individus vivants ou les coquilles fraîches prélevés de 1997 à ce jour, tandis que les mentions historiques comprennent tous les individus vivants et toutes les coquilles (fraîches et vieilles) prélevés avant 1997, ainsi que toutes les vieilles coquilles recueillies après 1997.

### Rivière Ausable

La première mention du *V. iris* a été faite en 1950 par I.G. Reiman dans le bras supérieur de la rivière, près de Springbank (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Seulement 39 moules vivantes ont été découvertes depuis, et toutes se trouvaient à l'intérieur des tronçons supérieurs, depuis Brinsley jusqu'à Nairn, ainsi que dans deux affluents : le ruisseau Narin et la petite rivière Ausable (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Au total il existe cinq sites où la villeuse irisée réside à l'heure actuelle, et huit sites supplémentaires associés à des mentions de vieilles coquilles et de coquilles fraîches.

## Rivière Bayfield

Il n'existe aucune mention historique concernant la villeuse irisée dans la rivière Bayfield, la première mention d'un spécimen prélevé datant de 2005 alors qu'une seule coquille fraîche a été découverte accidentellement par l'Office de protection de la nature de Ausable-Bayfield (ABCA : Ausable Bayfield Conservation Authority; base de données sur les Unionidés des Grands Lacs d'aval, 2014). Des relevés de reconnaissance ciblés effectués en 2007 et 2011 par Pêches et Océans Canada (MPO) ont permis de détecter la villeuse irisée à 9 sites (18 au total) : 2 dans la rivière Bannockburn, 3 dans des tronçons supérieurs du chenal principal (de Clinton à Vanastra), ainsi qu'à 4 sites dans des eaux d'amont, où seules des coquilles ont été trouvées (33 individus vivants; Morris *et al.*, 2012). Aucun individu ou aucune coquille n'a été retrouvé dans les tronçons inférieurs de la rivière. Ces relevés, qui représentent le premier examen officiel des unionidés dans le bassin versant de la rivière Bayfield, viennent confirmer l'existence d'une population de villeuses irisées.

## Rivière Détroit

Des relevés effectués en 1992 confirment que la villeuse irisée a occupé les eaux canadiennes de la rivière Détroit, trois individus vivants ayant été découverts à l'un des quatre sites recensés (Schloesser *et al.*, 1998). La seule autre mention canadienne a signalé 34 coquilles fraîches de villeuses irisées en 1890 (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Des relevés détaillés et à long terme ont montré que tous les unionidés ont disparu du bras principal de la rivière (Schloesser *et al.*, 2006; Zanatta *et al.*, 2015) du côté américain, et aucun *V. iris* n'a été recueilli au cours des derniers relevés effectués en 1998 et en 2015. Comme les sites américains sont très proches des sites canadiens, il est raisonnable de supposer que cette disparition s'est également produite dans les eaux canadiennes.

## Rivière Grand

Bien que Kidd (1973) ait prélevé des coquilles de villeuses irisées à de nombreux sites du cours inférieur de la rivière Grand, il n'y a eu que cinq mentions de moules vivantes de l'espèce dans ce secteur, malgré les activités de relevé dans plus d'une centaine de sites (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Quatre de ces mentions datent des années 1970 : 1 mention de 10 individus dans un site du ruisseau Boston, 1 mention de 1 individu dans un site du ruisseau Fairchild, et 2 mentions de 1 individu chacune dans 2 sites du ruisseau MacKenzie (Kidd, 1973). La cinquième mention est celle d'un spécimen vivant découvert près de Brantford en 2012 (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014).

Des relevés plus récents et plus vastes ont été effectués dans les eaux d'amont et les affluents de la rivière Grand. Depuis les années 1970, 40 villeuses irisées vivantes ont été signalées dans ces zones, dont 34 ont été découvertes au cours de la dernière décennie. Trois de ces spécimens se trouvaient dans la rivière Mallet, 14 dans la rivière Conestogo et 17 dans les secteurs d'amont du bras principal de la rivière. De nombreuses mentions de



vieilles coquilles et de coquilles fraîches existent pour les rivières Mallet, Conestogo et Nith (la majorité provient de recherches menées sur les rivages), ce qui donne à penser que cette zone héberge des populations répandues de villeuses irisées. Les aires de répartition de l'espèce s'étendent probablement plus en amont dans le bassin versant vers des zones n'ayant jamais fait l'objet de relevés. Auparavant, les relevés de villeuses irisées ne visaient pas les systèmes d'amont. Il est possible que les nombreuses coquilles détectées dans le cours inférieur de la rivière pendant la période historique soient des coquilles emportées à partir de tronçons supérieurs, lesquels n'avaient pas été échantillonnés.

### Lac Érié

Des coquilles de villeuses irisées ont été recueillies dans la baie Long Point, la baie Rondeau et l'île Pelée, dans le lac Érié, au cours des années 1930, 1960 et 1970. D. Zanatta et D. Woolnough ont effectué des relevés à six sites (totalisant 12 heures-personnes consacrées ou 12 h-p) dans la baie Rondeau en 2001. Les chercheurs ont découvert une moule vivante (*Amblema plicata*) et de vieilles coquilles de 15 autres espèces, mais aucune du *V. iris*. En 2014, les rédacteurs du rapport ont mené conjointement avec le ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario (MRNFO) un nouveau relevé plus approfondi de la baie Rondeau, en consacrant 54 h-p à des recherches visuelles et tactiles pour l'ensemble des 12 sites, y compris les sites historiques. Une vieille valve de villeuse irisée a été observée à un site se trouvant entre les sites historiques de 1934 et 1961. Au total, 2 227 coquilles ou fragments de coquilles de 24 espèces ont été recueillis et, parmi eux, on comptait un nombre important de vieilles valves, indiquant ainsi une abondance élevée de moules de la période historique, mais très peu datant de la période actuelle. Seulement trois animaux vivants ont été découverts : un pleurobème écarlate (*Pleurobema sintoxia*), une amblème à trois côtes (*Amblema plicata*) et une grande anodonte (*Pyganodon grandis*). La baie Long Point a fait l'objet d'un nombre de relevés récents et limités de moules, et aucune villeuse irisée n'a été signalée, tandis que l'île Pelée n'a pas fait l'objet de relevés récents. Les eaux américaines du bassin ouest et du secteur autour des îles Bass ont fait l'objet d'échantillonnages en 1998 (33 sites) et de 2004 à 2009 (17 sites), et aucun *V. iris* n'a été observé (Ecological Specialists, 1999; Crail *et al.*, 2011). En fait, jamais une mention de villeuse irisée vivante n'a été faite dans les eaux canadiennes du lac Érié : seules des coquilles, les dernières coquilles fraîches datant de 1966, ont été prélevées.

### Lac Ontario

Des villeuses irisées ont été prélevées à deux occasions dans le lac Ontario : la première fois, dans la baie de Quinte en 1932, et la deuxième, sur une plage au sud de Hillier, en 1996 (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Aucune de ces mentions ne présentait des informations supplémentaires concernant le nombre de moules recueillies ou l'intensité ou la méthode de recherche. Au cours des 10 dernières années, des recherches exhaustives englobant 51 sites ont été menées dans des milieux humides côtiers du lac Ontario à l'aide de diverses techniques (plongée avec tuba, recherche visuelle et méthodes du demi-hectare à l'aide de recherches visuelles et tactiles et de petites pelles) et n'ont donné lieu à aucune découverte de spécimens ou de coquilles de

villeuses irisées (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Les zones de la baie de Quinte et de Hillier faisaient partie de ces recherches. Des relevés assez intensifs ont été réalisés dans les milieux humides côtiers du lac Ontario, mais la majorité de ces travaux ciblaient la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*). Ces relevés étaient concentrés sur des secteurs au substrat mou et limoneux, qui ne constituent généralement pas l'habitat de prédilection de la villeuse irisée.

### Lac Sainte-Claire

Entre 1999 et 2001, Zanatta *et al.* (2002) ont réalisé des relevés à 95 sites dans les zones riveraines du lac Sainte-Claire et ont découvert des moules vivantes à 33 sites. La villeuse irisée était présente à 13 d'entre eux, tous en eaux canadiennes, notamment la baie de Mitchell's et la baie Johnston, dans la région de l'île Walpole. Deux ans plus tard, Metcalfe-Smith *et al.* (2004) ont effectué des relevés à 28 sites (relevés au moyen de piquets et de cordes et relevés sur une durée déterminée) dans le delta et ont observé que l'espèce était beaucoup plus fréquente en eaux américaines qu'en eaux canadiennes (70 % par rapport à 30 % des sites échantillonnés, respectivement). De nouveaux relevés effectués de 2004 à 2006 et en 2011 ont indiqué que la villeuse irisée occupait uniquement 3 des 17 sites en eaux canadiennes, et les relevés au moyen de piquets et de cordes les plus récents, effectués en 2006 et en 2011, ont mis au jour la zone d'occupation la plus faible, les taux étant de 0 % (0 sur 2 sites) et de 11 % (1 sur 9 sites). Dans les relevés de 2011, la villeuse irisée était présente uniquement dans la région de l'île Squirrel et de la baie Bass, et aucun individu n'a été trouvé dans la baie Pocket, où l'espèce avait autrefois été observée en petits nombres. La villeuse irisée n'a pas été signalée dans les eaux du large du lac Sainte-Claire, que ce soit avant ou après l'invasion par les dreissenidés (Nalepa *et al.*, 1996), bien qu'il existe une mention historique de l'espèce dans la rivière Sainte-Claire (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014).

### Rivière Maitland

Les premières observations de villeuses irisées dans la rivière Maitland ont eu lieu près de Wingham, d'Auburn (deux sites) et de Seaforth dans les années 1930 (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Toutefois, le premier spécimen vivant connu a été prélevé en 1998 par S. Staton lors d'un relevé au cours duquel on a consacré 1,5 heure-personne (h-p). Au total, 33 sites ont fait l'objet de relevés dans l'ensemble du bassin versant de la Maitland entre 1998 et 2012, dont environ plus de la moitié abritait des populations de villeuses irisées à des densités élevées. Dix des sites où on a signalé des villeuses irisées vivantes sont des affluents représentant tous les tronçons de la rivière (Middle Maitland, Maitland Sud et petite rivière Maitland). Dans l'ensemble, la rivière Maitland semble toujours abriter la plus grande population restante de villeuses irisées au Canada.

## Rivière Moira

De 1938 à 1964, la villeuse irisée a été signalée à six sites historiques des rivières Moira et Skootamatta. Les relevés effectués par Environnement Canada en 1996 ont révélé la présence de 32 individus vivants à trois des six sites de la rivière Moira. En 2014, le MPO et le MRNFO ont échantillonné de nouveau conjointement les deux rivières dans le but d'étendre les relevés à des zones n'ayant pas fait l'objet de recherches. La villeuse irisée est très répandue dans la rivière Moira, et sa répartition s'étend dans l'ensemble du tronçon situé entre Tweed et un point immédiatement en amont de l'embouchure de la rivière dans les zones les plus développées de Belleville. Toutefois, il convient de signaler qu'il existe de grandes parties d'habitat qui ne conviennent probablement pas à l'espèce (zones profondes et densément couvertes de végétation) y compris des lacs. Le seul site ayant fait l'objet d'un relevé le long de la rivière Skootamatta comprenait aussi des villeuses irisées, mais en nombres plus faibles.

## Rivière Niagara

Trois mentions historiques de la villeuse irisée existent dans les eaux canadiennes de la rivière Niagara : une pour Niagara-on-the-Lake en 1936, une juste en amont des chutes Niagara en 1934 et une sur le côté ouest de l'île Navy en 1983 (seule mention confirmant un spécimen vivant) (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Dix ans plus tard, des relevés effectués pour la New York Power Authority ont confirmé l'absence d'individus vivants et de coquilles à proximité de cette région (Riveredge Associates, 2005). Zanatta *et al.* (2015) n'ont trouvé aucune preuve de la présence de l'espèce lors de leurs récents relevés dans la rivière Niagara.

## Rivière Salmon

De 1998 à 2008, Fred Schueler a signalé des observations de coquilles de la villeuse irisée dans les régions de Lonsdale, de Kingsford et de Milltown, près de la rivière Salmon. En 2010-2011, une découverte fortuite de la première villeuse irisée vivante a été faite par des employés du MRNFO qui menaient des travaux sur une autre espèce. En 2014, le MRNFO a effectué conjointement avec le MPO des relevés sur une durée déterminée et découvert des individus vivants à 5 des 7 sites (459 moules vivantes en 22,5 h-p; ce total peut toutefois constituer une surestimation en raison d'un échantillonnage répété tout au long de la saison sur le terrain). L'espèce n'a pas été retrouvée aux deux sites échantillonnés les plus en amont (juste au sud de Tamworth). Kingsford est l'endroit le plus en amont où des villeuses irisées ont été détectées, et la répartition s'étend en aval vers le site le plus au sud ayant fait l'objet de recherches entre Lonsdale et Milltown.

## Rivière Saugeen

Dix-huit sites abritant des individus vivants ou des coquilles de la villeuse irisée ont été signalés dans ce bassin versant. Cela comprend la mention historique d'une coquille entière retrouvée dans un étang à Southampton, ainsi qu'un et cinq individus à deux sites le long du bras principal de la rivière en 1993 et en 1998, respectivement (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Depuis, le MPO a entrepris des échantillonnages plus étendus et exhaustifs dans la rivière et ses affluents, dans les 15 nouveaux sites. Un pourcentage impressionnant de 68 % de villeuses irisées observées dans le bassin se trouvaient dans la rivière Teeswater, même si celle-ci ne possède qu'un tiers des sites ayant fait l'objet de recherches. Parmi les autres affluents abritant la villeuse irisée figurent la rivière Saugeen Nord, la rivière Saugeen Sud et la Beatty Saugeen. Morris *et al.* (2007) ont observé que l'espèce était largement répandue, mais numériquement rare (comptant pour moins de 5 % de toutes les espèces de moules). Fait intéressant, à l'un des sites, la villeuse irisée était l'unique espèce retrouvée.

## Rivière Sydenham

La rivière Sydenham constitue l'un des systèmes les mieux étudiés au Canada en ce qui concerne la richesse et l'abondance des unionidés. Même si ce système compte plusieurs mentions historiques de la villeuse irisée, l'abondance de l'espèce semble faible, avec seulement un ou deux individus à chaque site (10 individus vivants dans l'ensemble des 12 sites; Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Seuls quelques spécimens ont été trouvés vivants à 2 des 12 sites ayant fait l'objet de relevés quantitatifs de 1999 à 2003 (Metcalf-Smith *et al.*, 2003) et à 4 des 10 sites rééchantillonnés en 2012-2013. Très peu de mentions (historiques ou actuelles) signalent plus d'un individu, et la majorité des individus se trouvent dans l'est de la rivière Sydenham; des nombres plus faibles vivent dans le ruisseau Bear (tronçon nord). Il semble que la villeuse irisée n'ait jamais existé en grand nombre dans cette rivière.

## Rivière Thames

À l'heure actuelle, la présence de la villeuse irisée est restreinte à la rivière Thames Nord et à plusieurs de ses affluents, à un petit tronçon de la rivière Middle Thames et à deux sites de la rivière Thames Sud, près d'Innerkip et de Dorchester (Mackie, 2011b; Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). La majorité des mentions historiques proviennent de la Middle Thames, y compris la première récolte de moules vivantes réalisée en 1977, dans le cadre de laquelle 108 individus ont été trouvés près de Thamesford (Salmon et Green, 1983). Morris et Edwards (2007) signalent que les tronçons inférieurs de la rivière Thames hébergent les communautés de moules les plus diversifiées et les plus abondantes; toutefois, c'est dans le cours supérieur et ses affluents (en amont de London) que peuvent être trouvées les populations de villeuses irisées. Dans le bassin versant, les effectifs les plus élevés de la villeuse irisée sont observés dans les eaux d'amont, notamment les ruisseaux Fish et Otter, suivis des ruisseaux Medway et Stoney et, dans une moindre mesure, les ruisseaux Black, Dingman et Oxbow, où l'espèce représente

de 0,6 à 25 % de la communauté de moules (Morris et Edwards, 2007). Il semble que la villeuse irisée se trouve rarement dans la rivière Thames, mais qu'elle soit occasionnellement abondante dans les tronçons les plus en amont.

### Rivière Trent

Des relevés récents à grande échelle (semi-quantitatifs et quantitatifs) ont été effectués dans l'ensemble de l'est de l'Ontario, principalement dans le bassin versant de la rivière Trent (53 sites, 109 individus vivants, échantillonnages répétés) au cours de la dernière année (2013). Ces travaux ont été entrepris à la suite de la découverte de vieilles coquilles et d'individus vivants de la villeuse irisée dans le ruisseau Mill par F. Schueler en 1996 et de plusieurs autres espèces en péril dans les eaux avoisinantes. Les individus vivants se rencontrent surtout dans les affluents du bassin versant de la Trent. Parmi les plans d'eau les plus productifs, on note le ruisseau Rawdon, et des découvertes sont aussi signalées dans les ruisseaux Burnley, Cold et Percy. Même si aucune villeuse irisée n'a été observée dans le ruisseau Salt, il est évident que d'anciennes populations y vivaient, comme en témoigne la découverte de trois vieilles coquilles. De façon générale, très peu d'unionidés ont été signalés le long de la rivière même; seules quatre villeuses irisées vivantes ont été détectées dans l'ensemble des neuf sites. Toutefois, de nombreuses coquilles de l'espèce ont été trouvées, soit jusqu'à 40 vieilles coquilles par site.

### **Zone d'occurrence et zone d'occupation**

La zone d'occurrence a été calculée à l'aide de la méthode du plus petit polygone convexe. La zone d'occurrence historique ou maximale (1890–2014) de la villeuse irisée a été estimée à 77 182 km<sup>2</sup>, comparativement à la zone d'occurrence actuelle de 48 051 km<sup>2</sup> (1997-2014), ce qui équivaut à une baisse de 38 %. L'indice de zone d'occupation (IZO) a été calculé en utilisant une grille à carrés de 2 km de côté, conformément aux cartes de l'habitat essentiel présentées dans le programme de rétablissement de la villeuse irisée (DFO, 2014). L'IZO maximal a été estimé à 3 604 km<sup>2</sup>, tandis que l'IZO actuel est de 2 532 km<sup>2</sup>, ce qui représente une perte de 30 % depuis 1997. Il convient de souligner que la majorité du déclin, tant de la zone d'occurrence que de l'IZO, peut être attribué au fait d'avoir retiré certaines zones (rivière Détroit, lac Érié, cours inférieur de la rivière Grand et rivière Niagara) où rien n'indique que la villeuse irisée a déjà été répandue ou abondante. Lorsqu'une comparaison est établie avec le rapport de situation de 2006, il semblerait que l'IZO ait considérablement augmenté, passant de 10,87 km<sup>2</sup> à 2 532 km<sup>2</sup>. Cette augmentation est due à la réalisation de relevés dans de nouvelles zones depuis 2006 et à un changement dans les méthodes de calcul (fondées sur une grille de 2 km de côté plutôt que sur une zone d'occupation biologique en 2006). La zone d'occurrence actuelle (48 051 km<sup>2</sup> par rapport à 53 700 km<sup>2</sup> en 2006) et les estimations maximales de la zone d'occurrence (77 182 km<sup>2</sup> par rapport à 76 500 km<sup>2</sup> en 2006) ont très peu changé, et l'accroissement de l'IZO n'est donc pas représentatif d'une expansion de l'aire de répartition, mais plutôt de nouvelles détections.

## Activités de recherche

Il existe 94 mentions historiques (1890-1996) de la villeuse irisée dans la base de données sur les Unionidés des Grands Lacs d'aval, qui présentent une répartition dans les rivières Ausable, Bayfield, Détroit, Grand, Maitland, Moira, Niagara, Salmon, Saugeen, Sydenham, Thames et Trent, ainsi que dans les lacs Ontario, Érié et Sainte-Claire. On suppose que la majorité des spécimens recueillis proviennent de recherches menées sur les rives, et les documents d'accompagnement comprennent souvent très peu d'information. Seulement 7 % des mentions sont complètes, tandis que la majorité ne présente pas les données indispensables, par exemple la condition du spécimen (mort ou vivant), les coordonnées du site, les activités ou les méthodes de recherche. Un faible pourcentage, soit seulement 27 %, des mentions historiques de la villeuse irisée est fondé sur des moules confirmées vivantes. Les mentions fondées uniquement sur des coquilles devraient être interprétées avec prudence, plus particulièrement lorsque des populations connues existent en amont.

Trois-cent-quarante-et-une mentions actuelles (1997-2014) indiquent que la villeuse irisée se rencontre toujours dans la majorité des 14 plans d'eau historiques, ainsi que dans la rivière Bayfield. L'année 1997 marque le début de l'actuelle période considérée, car c'est à ce moment qu'ont été amorcés les échantillonnages systématiques, ciblés et semi-quantitatifs des moules dans les bassins versants. Le tableau 1 présente un sommaire des méthodes et des activités d'échantillonnage ainsi que de l'aire de répartition actuelle de l'espèce.

**Tableau 1. Sommaire des activités d'échantillonnage actuelles (1997-2014) de moules dans l'aire de répartition de la villeuse irisée (V.iris). L'abréviation « h-p » renvoie au nombre d'heures-personnes consacrées au relevé et les chiffres en exposant indiquent les sites additionnels où on a trouvé uniquement des coquilles.**

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
Rivière Ausable	1/4	1998	2,5 – 4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		Pêches et Océans Canada
	2/5	2002	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		Pêches et Océans Canada
	0/1	2004	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		Pêches et Océans Canada
	3/7	2006	69 – 75 quadrats de 1 m <sup>2</sup>		Upsdell <i>et al.</i> , 2012
	0/1	2009	75 quadrats de 1 m <sup>2</sup>		Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield, données inédites
	1/1	2010	15 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Moule découverte lors de recherches visant d'autres espèces; nouveau relevé du site en 2002	J. Vanden Byllaardt, données inédites
	2/7	2011	74 – 80 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Sites antérieurement échantillonnés en 2006	Upsdell <i>et al.</i> , 2012

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	1/1	2012	Recherche visuelle (1 x 300 m <sup>2</sup> )	Espèce trouvée dans une parcelle au cours d'une étude sur le comportement; nouveau relevé du site en 2006	T.J. Morris, données inédites
<b>Rivière Bayfield</b>	0/1	2005	Inconnu	Coquille trouvée d'une manière fortuite	ABCA, données inédites
	5/18	2007	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Relevés ciblant des espèces en péril	Morris <i>et al.</i> , 2012
	1/1	2011	75 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Relevé ciblant la villeuse irisée	T.J. Morris, données inédites
<b>Rivière Détroit</b>	0/1	1997	4 transects linéaires de 120 m <sup>2</sup>	Sites où des unionidés vivants ont été observés en 1990	Schloesser <i>et al.</i> , 2006, données inédites
	0/4	1998	2 parcelles de 500 m <sup>2</sup> échantillonnées durant 25 et 60 minutes (appareil respiratoire autonome de plongée)	Sites où des unionidés vivants ont été observés en 1992 et 1994	Schloesser <i>et al.</i> , 2006
	0/1	1998	10 quadrats aléatoires à l'intérieur d'une grille de 10 m <sup>2</sup> , excavation du substrat jusqu'à 30 cm de profondeur	Sites où des unionidés vivants ont été observés en 1987	Schloesser <i>et al.</i> , 2006, données inédites
<b>Rivière Grand</b>	0/15 <sup>3</sup>	1997	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/7	1997	Inconnu		M.J. Oldham, données inédites
	0/17 <sup>4</sup>	1997	4,5 h-p (collecte à gué)	Cours supérieur et inférieur de la Grand	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 1998
	0/1	1998	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	1/7 <sup>2</sup>	1998	4,5 h-p (collecte à gué)	Cours supérieur et inférieur de la Grand	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 1999
	0/2	2001	Inconnu		J.L. Metcalfe-Smith, données inédites
	0/4	2004	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	2/6 <sup>1</sup>	2004	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		J.L. Metcalfe-Smith, données inédites
	0/1	2005	2,5 – 3 h-p (relevés sur une durée déterminée)		J.L. Metcalfe-Smith, données inédites
	0/2	2005	Recherche visuelle (examen de boîtes d'observation)	Recherche de moules femelles gravides d'espèces en péril; nouveaux relevés en 2007, 2008, 2009, 2010, 2011	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	1/7 <sup>4</sup>	2006	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/2	2006	330 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand (Thurber Engineering)	Mackie, 2006

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	2/1 <sup>4</sup>	2007	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/2	2007	Fouilles manuelles et excavation du substrat		G.L. Mackie, données inédites
	0/4	2007	48-65 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Tous les sites des travaux de Metcalfe-Smith <i>et al.</i> (2000)	T.J. Morris, données inédites
	3/11 <sup>5</sup>	2008	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/7	2008	Inconnu		D. Zanatta, données inédites
	1/1	2008	825 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand (région de Waterloo et Stantec)	Mackie, 2008a
	1/5 <sup>4</sup>	2009	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/1	2009	1 525 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand (Bot Construction)	Mackie, 2009
	1/4 <sup>3</sup>	2010	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/1	2010	3,8 h-p (relevés sur une durée déterminée)		T.J. Morris, données inédites
	0/2	2010	78 et 93 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand, (région de Waterloo et Ecoplans)	Mackie, 2010a
	0/4	2011	6 h-p (relevés sur une durée déterminée)		T.J. Morris, données inédites
	0/6	2011	4,5-6 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveaux relevés	T.J. Morris, données inédites
	0/1	2011	10 h-p (relevés sur une durée déterminée)		P.L. Gillis, données inédites
	1/1	2011	435 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand (Natural Resource Solutions)	Mackie, 2011a
	8/15 <sup>7</sup>	2012	Recherche visuelle et le long des berges	Relevés ciblant la villeuse irisée	A. Timmerman, données inédites
	0/1	2012	3 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveau relevé	T.J. Morris, données inédites
	2/2	2012	8 h-p (relevés sur une durée déterminée)		P.L. Gillis, données inédites
	0/1	2012	3 640 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand (Natural Resource Solutions)	Mackie, 2012a
	0/1	2012	289 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Grand (ministère des Transports de l'Ontario et Dufferin Construction)	Mackie <i>et al.</i> , 2012
	0/1 <sup>1</sup>	2013	Recherche visuelle	Relevé non officiel avant le projet de relocalisation potentiel	G.L. Mackie, comm. pers., 2014



Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	0/2	2013	2,25 et 8 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveau relevé	J.D. Ackerman, données inédites
	0/1	2013	5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveau relevé	T.J. Morris, données inédites
	0/1	2014	30 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveau relevé	T.J. Morris, données inédites
<b>Lac Érié</b>	0/33 <sup>1</sup>	1998	0,1 – 1,18 h-p (appareil respiratoire autonome de plongée)	Eaux américaines	Ecological Specialists, 1999
	0/6	2001	2 h-p (plongée avec tuba)	Baie Rondeau	D. Zanatta et D. Woolnough, données inédites
	0/17	2005	1,5 h-p (plongée avec tuba et relevés de plage)	Plages de l'île Pelée, de pointe Pelée, de Sunset de et Lakewood; Office de protection de la nature de Holiday Beach et Meadows	D. McGoldrick, données inédites
	0/3	2007	Inconnu	Baie Long Point	J. Gilbert, données inédites
	0/1	2009	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Relevé ciblant la ligumie pointue	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/17	2007-2009	Relevé de 20 à 60 min. et recherche visuelle de 4 quadrats aléatoires de 100 m <sup>2</sup>	Eaux américaines	Crail <i>et al.</i> , 2011
	0/12 <sup>1</sup>	2014	4,5 h-p (recherche visuelle ou tactile avec observateurs)	Sites historiques de la baie Rondeau	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
<b>Lac Ontario</b>	0/1	1998	Inconnu	Cootes Paradise	S. Staton, données inédites
	0/1	2000	Recherche visuelle le long des berges	Sunfish Pond	P. Smith, données inédites
	0/15	2005	0,5-2 h (plongée avec tuba, recherche visuelle ou relevé de plage)	Baie de Quinte, lacs Consecon, East et West	McGoldrick, 2005
	0/9	2011	10 h-p (recherche visuelle et tactile) et 10 h-p (récolte avec une pelle à main)	Milieux humides/marais	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
	0/3	2011	3,5 h-p (récolte avec une pelle à main)	Étang Sunfish, ruisseau Grindstone, baie Carrolls	T.J. Morris, données inédites
	0/18	2012	10 h-p (recherche visuelle et tactile) et 10 h-p – (récolte avec une pelle à main)	Milieux humides/marais	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
	0/13	2013	10 h-p (recherche visuelle et tactile) et 10 h-p (récolte avec une pelle à main)	Milieux humides/marins	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
	0/2	2014	1 et 10 h-p (relevés sur une durée déterminée – récolte avec une pelle à main)	Havre Jordan	T.J. Morris, données inédites

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
Lac Sainte-Claire	0/30	1998	10 transects à des profondeurs de 1, 2,5 et 4 m en utilisant 5 quadrats de 1 m <sup>2</sup> et 20 bennes Ekman dans chaque transect		Zanatta <i>et al.</i> , 2002
	11/77	1999	Sites d'une profondeur < 2 m = 0,75 h-p (plongée avec tuba et si des moules étaient présentes) et 0,75 h-p supplémentaires; sites d'une profondeur > à 2 m = 0,5 h-p (appareil respiratoire autonome de plongée)	Comprend 10 sites échantillonnés en 1998	Zanatta <i>et al.</i> , 2002
	2/10	2000	1,5 h-p (plongée avec tuba; 10 quadrats de 1 m <sup>2</sup> )	Comprends les 10 sites affichant la plus forte abondance de 1999	Zanatta <i>et al.</i> , 2002
	5/9	2001	5 – 21 parcelles circulaires de 65 m <sup>2</sup> (plongée avec tuba)	4 des sites antérieurement échantillonnés	Zanatta <i>et al.</i> , 2002
	12/18 <sup>2</sup>	2003	16 – 30 parcelles circulaires de 65 m <sup>2</sup> (plongée avec tuba)	9 sites en eaux canadiennes du delta; 9 sites en eaux américaines; comprend 9 sites antérieurement échantillonnés en 2001	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2004
	3/10 <sup>3</sup>	2003	0,5 – 3 h-p (plongée avec tuba)	2 sites en eaux canadiennes du delta; 8 sites en eaux américaines	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2004
	1/2	2004	29 et 138 parcelles circulaires de 65 m <sup>2</sup> (plongée avec tuba)	Nouveaux relevés des sites de 2003	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2005a
	1/4 <sup>1</sup>	2005	3 – 4 h-p (plongée avec tuba)	Baies Chematogan, Hoeshoe et St. Anne, chenal Johnson	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2005 b
	0/2	2006	~ 9 h-p (plongée avec tuba)	Relevés ciblant des espèces en péril, deux sites ayant déjà fait l'objet d'relevés (Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2005b)	K.A. McNichols-O'Rourke comm. pers., 2014
	1/9 <sup>1</sup>	2011	5 – 101 parcelles circulaires de 65 m <sup>2</sup> (plongée avec tuba) ou 2 – 3 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveaux relevés des sites échantillonnés par Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2004.	T.J. Morris, données inédites
Rivière Maitland	1/1	1998	1,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		McGoldrick et Metcalfe-Smith, 2004
	8/11 <sup>2</sup>	2003	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Comprend un nouveau relevé d'un site échantillonné en 1998	McGoldrick et Metcalfe-Smith, 2004

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	9/10	2004	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		J.L. Metcalfe-Smith, données inédites
	1/1	2008	Relevé sur une durée déterminée		J.D. Ackerman, données inédites
	6/6	2008	60 – 63 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Nouveau relevé des sites de 1998, 2003 et 2004	T.J. Morris, données inédites
	0/1	2009	6-8 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Études sur la migration verticale; nouveau relevé du site de 2003	T.J. Morris, données inédites
	1/1	2010	1,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Nouveau relevé du site échantillonné par Ackerman en 2009	J.D. Ackerman, données inédites
	1/1	2012	17 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Relevé réalisé avec l'école secondaire Wingham; nouveau relevé du site de 2003	T.J. Morris, données inédites
	8/11	2012	6 – 8 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Comprend un nouveau relevé d'un site échantillonné en 2003	Epp <i>et al.</i> , 2013
	0/1 <sup>1</sup>	2012	Recherche le long des berges		A. Timmerman, données inédites
<b>Rivière Moira</b>	2/2	2011	Observation fortuite	Découverte fortuite lors de relevés visant les anguilles	MRNO, données inédites
	15/18	2014	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée), nouveaux relevés à deux reprises au cours de la saison	Un site le long de la rivière Skootamatta	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
<b>Rivière Niagara</b>	0/22 <sup>3</sup>	2001-2002	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Eaux américaines	Riveredge Associates, 2005
<b>Rivière Salmon</b>	0/1 <sup>1</sup>	1998	Recherche le long des berges		F. et J. Schueler, données inédites
	0/5 <sup>5</sup>	2005-2007	1,75 h-p (recherche le long des berges)	Jusqu'à 116 coquilles de la villeuse irisée trouvées	F. Schueler, données inédites
	2/6 <sup>4</sup>	2010-2011	Observation fortuite	Découvertes fortuites lors d'un relevé visant les anguilles	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
	5/7	2014	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée; nouveaux relevés à deux reprises au cours de la saison)		S. Reid et T.J. Morris, données inédites
<b>Rivière Saugeen</b>	1/1	1998	Recherche le long des berges		F. Scheuler, données inédites
	0/1	2005	Observation fortuite	Découverte en menant d'autres études	D. Halliwell, B. Upsdell, M. Benner et D. McGoldrick, données inédites
	1/4 <sup>3</sup>	2006-2007	Recherche le long des berges	Comprend la rivière Saugeen Sud	A. Timmerman, données inédites
	5/8	2006	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Comprend les rivières Beatty Saugeen et Saugeen Nord	Morris <i>et al.</i> , 2007

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	0/1 <sup>1</sup>	2010	Relevé non officiel		E. Vokey, données inédites
	6/11 <sup>2</sup>	2011	0,5 - 4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Principalement les rivières Teeswater, Saugeen Nord et Beatty Saugeen. Quatre sites ont déjà été échantillonnés en 1993-1994 et en 2006	T.J. Morris, données inédites
	2/4	2011	75 – 78 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Comprend les rivières Teeswater et Beatty Saugeen. Nouveaux relevés des sites de 1993-1994, 2006 et 2011	T.J. Morris, données inédites
<b>Rivière Sydenham</b>	3/17 <sup>8</sup>	1997-1998	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2003
	2/15	1999-2003	60 – 80 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Comprend 12 sites échantillonnés en 1997-1998	Metcalfe-Smith <i>et al.</i> , 2007
	0/15	2001	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	9 sites antérieurement échantillonnés en 1997-1998	D. Woolnough, 2002
	2/11	2002	> 110 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; 10 sites antérieurement échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/7	2003	~ 212 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/7	2004	~ 176 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/6	2005	~ 120,5 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2005	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites
	0/4	2006	~ 47,5 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	0/2	2006	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites
	0/4	2007	~ 20 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2007	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites
	0/4	2008	~ 41 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2008	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites
	0/1	2008	167 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Sydenham (Wallaceburg Community Task Force and Chatham-Kent Economic Development Services)	Mackie, 2008b
	0/au moins 11	2008-2009	Inconnu		D. Zanatta, données inédites
	0/3	2009	~ 35 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2009	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003.	T.J. Morris, données inédites
	0/3	2010	~ 39 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2010	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	0/2	2011	~ 61 h-p (relevés sur une durée déterminée et excavation du substrat)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2011	Excavation du substrat	Cours sur l'identification des moules; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites
	0/1	2011	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		T.J. Morris, données inédites
	4/10	2012-2013	23-25 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	T.J. Morris, données inédites
	0/2	2013	60 et 60,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; tous les sites ont déjà été échantillonnés en 1999-2003	J.D. Ackerman, données inédites
<b>Rivière Thames</b>	2/16 <sup>6</sup>	1997-1998	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		J.L. Metcalfe-Smith, données inédites
	0/1	1998	Recherche le long des berges		A. Timmerman, données inédites
	3/au moins 3	2003-2004	Relevé sur une durée déterminée		Office de conservation de la nature de la rivière Thames (cours supérieur de la rivière), données inédites
	7/37 <sup>3</sup>	2004-2005	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	27 sites sur le cours supérieur de la rivière Thames, 10 sites sur le cours inférieur de la rivière Thames.	Morris et Edwards, 2007
	1/12	2004-2005	60-80 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Sites des travaux de Morris et Edwards (2007)	T.J. Morris, données inédites
	0/2	2006	720 quadrats de 1 m <sup>2</sup> (360 quadrats à chaque site)	Projet de relocalisation du ruisseau Medway (Stantec)	G.L. Mackie, comm. pers., 2013
	0/1	2006	~ 3 h-p relevés sur une durée déterminée	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	1/2	2007	729 quadrats de 1 m <sup>2</sup> (561 quadrats à un site et 168 quadrats à l'autre)	Projet de relocalisation du ruisseau Medway (Stantec)	Mackie, 2007
	0/1	2008	1 quadrat de 444 m <sup>2</sup>	Parcelle échantillonnée 14 fois entre mai et octobre.	T.J. Morris, données inédites; TM-10 de Morris et Edwards, (2007)
	0/17 <sup>1</sup>	2008	4 – 4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Recherches ciblant la villeuse haricot, un site antérieurement échantillonné en 1997-1998	D. Zanatta, D. Woolnough et T.J. Morris, données inédites

Plan d'eau	N <sup>bre</sup> de sites où des individus vivants ont été observés/ n <sup>bre</sup> total de sites échantillonnés	Année	Activités de recherche (par site)	Notes	Source
	0/1 <sup>1</sup>	2008	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée) (examen de boîtes d'observation ou technique de tamisage de gravier et de substrats plus fins entre les doigts)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; sites antérieurement échantillonnés dans Morris et Edwards (2007)	K.A. McNichols-O'Rourke comm. pers., 2014
	0/1	2009	Recherche visuelle	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril; les sites ont déjà été échantillonnés dans Morris et Edwards (2007)	K.A. McNichols-O'Rourke comm. pers., 2014
	1/6	2010	45 – 78 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Sites antérieurement échantillonnés dans Morris et Edwards (2007)	T.J. Morris, données inédites
	0/3	2010	1 830 quadrats de 1 m <sup>2</sup> (630, 750 et 450 par site)	Projet de relocalisation du ruisseau Medway (Stantec et Ville de London)	Mackie, 2010b
	0/1	2010	1 h-p (relevés sur une durée déterminée)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	0/2	2010	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée)		T.J. Morris, données inédites
	2/4	2011	32 h-p (relevés sur une durée déterminée) (boîtes d'observation ou technique de tamisage de gravier et de substrats plus fins entre les doigts)	Relevés ciblant des moules femelles d'espèces en péril	K.A. McNichols-O'Rourke, comm. pers., 2014
	1/1	2011	435 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la Thames (Comté de Middlesex)	Mackie, 2011b
	0/5	2011	3 – 13 h-p (relevés sur une durée déterminée)		J.D. Ackerman, données inédites
	0/1	2011	Relevé sur une durée déterminée		Trout Unlimited, données inédites
	1/1	2012	~ 300 m <sup>2</sup> (20 m longueur x 15 m largeur) (plongée avec appareil respiratoire autonome)	Projet de relocalisation d'urgence du ruisseau Stoney (Delcan)	Mackie et Beneteau, 2012
	1/1	2012	318 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Projet de relocalisation de la rivière Thames (ministère des Transports de l'Ontario et Delcan)	Mackie, 2012b
	1/3	2013	1 – 33 h-p (relevés sur une durée déterminée)		J.D. Ackerman, données inédites
<b>Rivière Trent</b>	9/51 <sup>8</sup>	2013	4,5 h-p (relevés sur une durée déterminée), nouveaux relevés des sites à deux reprises au cours de la saison	41 sites le long des affluents : ruisseaux Burnley, Hoards, Cold, Percy, Rawdon, Salt et Trout	S. Reid et T.J. Morris, données inédites
	1/1	2013	75 quadrats de 1 m <sup>2</sup>	Ruisseau Rawdon	S. Reid et T.J. Morris, données inédites

## HABITAT

### Besoins en matière d'habitat

La villeuse irisée affiche la plus grande abondance dans les eaux d'amont des rivières petites ou moyennes (van der Schalie, 1938; Strayer, 1983; Parmalee et Bogan, 1998; Watters *et al.*, 2009). L'espèce vit aussi dans des lacs intérieurs et s'est déjà trouvée dans toutes les zones peu profondes proches des rives des Grands Lacs d'aval et des voies interlacustres, dans des substrats fermes de sable et de gravier (Clarke, 1981; Strayer et Jirka, 1997; Zanatta *et al.*, 2002). Dans les rivières, la villeuse irisée se trouve ordinairement dans les radiers ou dans leur voisinage et à la lisière de la végétation émergente, dans des courants modérés à forts. L'espèce occupe des mélanges de substrat composés de galets, de gravier, de sable et, parfois, de vase ou de rochers. La villeuse irisée est la plus abondante dans des tronçons propres et bien oxygénés, à des profondeurs de moins d'un mètre (van der Shalie, 1938; Gordon et Layzer, 1989; Parmalee et Bogan, 1998).

### Tendances en matière d'habitat

L'envahissement des Grands Lacs par la moule zébrée a débuté en 1986 (Hebert *et al.*, 1989) et avait mené à la quasi-disparition des moules indigènes des lacs Érié, Sainte-Claire et Ontario, de même que des rivières Détroit et Niagara, au milieu des années 1990 (Schloesser *et al.*, 1998, 2006; Riveredge Associates, 2005). La plus grande partie de l'habitat historique dans les Grands Lacs a été rendu inhospitalier à la suite de cet envahissement. Seules quelques communautés isolées comptant peu d'espèces et peu d'individus survivent encore dans des baies et des marais le long du littoral du lac Érié et dans la zone du delta du lac Sainte-Claire où les densités de dreissenidés sont faibles. Cette perte d'habitat riverain a un impact considérable sur les calculs de la zone d'occurrence et de l'IZO; toutefois, il semble que la villeuse irisée n'ait jamais été abondante dans ces milieux et que l'impact global sur la situation de l'espèce soit probablement moindre que celui observé sur d'autres espèces (p. ex. la ligumie pointue [*Ligumia nasuta*]), qui préfèrent ce type d'habitat.

Les communautés de moules de la rivière Grand ont connu un déclin radical, passant du total historique de 32 espèces à seulement 17 espèces au début des années 1970. Kidd (1973) a attribué ce déclin à la pollution, à l'envasement et à la présence de barrages. Il n'a trouvé que peu de moules vivant en aval des barrages ou dans les réservoirs et constaté qu'aucun des barrages n'était doté d'une passe à poissons. Il a également remarqué que les concentrations d'oxygène dissous étaient faibles et que la turbidité était élevée dans les tronçons inférieurs de la rivière, fort probablement en raison du ruissellement agricole. La pollution par les eaux usées a sans doute été la grande cause du déclin des moules dans cette rivière (Metcalf-Smith *et al.*, 2000b). À l'époque où Kidd a effectué ses relevés, seulement 7 des 22 stations de traitement des eaux usées de la rivière offraient un traitement secondaire depuis les 10 dernières années, 7 autres étaient passées de



l'absence de traitement au traitement secondaire pendant cette période et les 8 stations restantes étaient en train d'installer pour la première fois des équipements de traitement. Vingt-cinq ans plus tard, Metcalfe-Smith *et al.* (2000b) ont constaté un rétablissement des communautés de moules de la rivière, fort probablement grâce aux importantes améliorations apportées à la qualité de l'eau, ainsi qu'une hausse correspondante du nombre de poissons d'eau chaude (y compris les poissons-hôtes suivants : crapet de roche [*Ambloplites rupestris*] et perchaude [*Perca flavescens*]), qui est passé de 16 à 26 espèces (Coleman, 1991). McNichols *et al.* (2012) confirment que 26 espèces de moules vivent dans la rivière Grand depuis 2011, y compris 4 espèces désignées en voie de disparition par le gouvernement fédéral. Cinq des 6 espèces qui semblent avoir disparu de la Grand sont aussi évaluées comme des espèces en péril. La population humaine du bassin versant a presque triplé, passant de 375 000 à 985 000 entre 1971 et 2014, et devrait croître pour atteindre 1,53 million d'ici 2051 (GRCA, 1997, 2014). Le pourcentage du débit quotidien minimal comprenant des effluents traités rejetés par des stations de traitement des eaux usées variait de 1 à 22 % en 1993, et la capacité de la rivière à recevoir des eaux résiduaires additionnelles à un coût raisonnable est remise en question. La proportion du bassin de la Grand utilisée à des fins agricoles s'est accrue, passant de 68 % en 1976 à 75 % en 2014 (GRCA, 2014). Les cultures en rangs ont augmenté et, avec elles, le risque d'accroissement de l'érosion du sol et de ruissellement de pesticides et d'engrais. L'élevage a changé, devenant plus concentré et plus spécialisé et délaissant les bovins au profit des porcs et des moutons, ce qui peut contribuer à réduire le piétinement. On manutentionne aussi le fumier davantage sous forme liquide que sous forme solide depuis un certain temps, et la gestion inadéquate de ces déchets liquides a causé des problèmes dans certaines régions (GRCA, 1998).

Les tendances de l'habitat dans le bassin versant de la rivière Sydenham présentées ci-dessous sont un résumé des constatations de Staton *et al.* (2003) et de l'Office de protection de la nature de la région de St. Clair (SCRCA, 2013a, b, c). Avant la colonisation européenne, le bassin versant de la Sydenham se constituait à 70 % de forêts et à 30 % de marécages. En 1983, 81 % des terres servaient à une agriculture intensive (surtout du maïs et du soja), et il restait seulement 12 % de forêts et moins de 1 % de marécages. Soixante pour cent du bassin versant est drainé par canalisations souterraines. Les concentrations de phosphore total ont, depuis 30 ans, continuellement dépassé l'objectif provincial de qualité de l'eau (OPQE), mais sont demeurées stables ou sont devenues légèrement plus acceptables dans le bras est des cours inférieur et moyen. La majeure partie du phosphore est associée à des particules provenant probablement du ruissellement agricole. Les concentrations de chlorures sont relativement faibles, mais augmentent lentement; cette tendance généralisée est attribuée à l'utilisation grandissante de sels de voirie. Les charges sédimentaires issues du ruissellement et des canalisations souterraines sont élevées, mais la qualité des eaux de surface du bras nord de la rivière est demeurée stable. Les zones riveraines boisées, qui sont importantes pour la stabilisation des berges et l'interception des nutriments et des sédiments provenant du ruissellement, sont très limitées. La population humaine installée dans le bassin versant de la Sydenham est petite (74 000); la moitié de cette population vit en milieu rural et l'autre moitié habite les villes et les villages. Malgré un taux de croissance démographique modeste, toutes les municipalités ont mis à niveau leurs installations de traitement des

eaux au cours des 30 dernières années. Toutefois, les fuites de nutriments et de contaminants à partir des fosses septiques rurales constituent un problème important et permanent, particulièrement dans le bras nord de la rivière.

Les tendances en matière d'habitat dans le bassin versant de la Thames présentées plus bas sont un résumé des travaux de Taylor *et al.* (2004), de l'Office de protection de la nature de la rivière Thames supérieure (UTRCA, 2012) et de l'Office de protection de la nature de la vallée Lower Thames (LTVCA, 2012). L'agriculture constitue la forme dominante d'utilisation des terres du bassin versant de la Thames, 75 % de la superficie dans le cours supérieur et 88 % dans le cours inférieur servant aux activités agricoles. Les zones boisées ont été réduites pour s'établir à 11,3 % de la superficie des terres dans le cours supérieur de la rivière et à 10 % dans le cours inférieur. Dix pour cent du bassin versant est classé urbain, les grandes concentrations (515 640 habitants) se trouvant dans les villes de London, de Stratford et de Woodstock dans la partie supérieure du bassin versant, et à Chatham, dans la partie inférieure du bassin. Au fil du défrichage des terres, les inondations sont devenues très problématiques. Trois grands barrages et réservoirs ont été aménagés dans le bassin supérieur entre 1952 et 1965. Plusieurs barrages et déversoirs privés ont été construits depuis les années 1980, et il y a maintenant 177 structures de cette nature dans le bassin supérieur et 65 dans le bassin inférieur. Des dreissenidés ont été découverts dans les réservoirs Fanshawe et Springbank en 2003 et se sont depuis répandus en aval, où l'on en a trouvé, en 2004, qui s'étaient fixés sur des moules indigènes (Morris, données inédites, 2004). Ces deux réservoirs, heureusement, se trouvent en aval des populations existantes de villeuses irisées. L'étendue du drainage par canalisations souterraines est de 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 à la baisse, tandis que les concentrations de nitrates et de chlorures sont en croissance. Le nombre de déversements de polluants signalés s'est accru, passant à 670 pour la période de 2006-2010, par rapport à 380 incidents sur la période des cinq années précédentes. Le cours supérieur de la Thames, où se rencontre principalement la villeuse irisée, est modérément turbide, tandis que le cours inférieur l'est fortement. La conservation des sols demeure un problème grave dans le bassin versant.

Les tendances en matière d'habitat dans le bassin versant de la rivière Ausable présentée ci-dessous sont tirées des travaux de Nelson *et al.* (2003) et de l'Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield (ABCA, 2013a, b). Au fil du temps, l'habitat des moules dans la rivière Ausable a subi des perturbations très importantes. Avant la colonisation européenne, le bassin était couvert à 80 % de forêts, à 19 % de végétation de basses terres et à 1 % de marais. En 1983, une proportion de 85 % de la superficie terrestre servait à l'agriculture (70 % de cultures en rangs), et il n'en restait que 13 % en petits boisés épars, correspondant à une superficie semblable à celle qui existe aujourd'hui (14 %). Plus de 70 % du bassin est maintenant drainé par des canalisations souterraines, et les concentrations de phosphore total ont augmenté au moins dans le cours supérieur de la rivière Ausable. Le cours naturel de la portion inférieure de l'Ausable n'existe plus depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, car il a été dérivé en deux endroits pour atténuer les inondations. La rivière Ausable est instable en ceci qu'elle subit d'importantes augmentations de débit par suite du ruissellement consécutif aux orages. Les rivières

Sydenham, Thames et Maitland, ses voisines, sont plus stables à cet égard (Richards, 1990). Il y a dans le bassin versant 21 barrages qui causent une rétention sédimentaire en amont et un affouillement en aval. Les concentrations en nitrates actuelles dépassent les recommandations fédérales pour la prévention de l'eutrophisation et la protection de la vie aquatique et augmentent lentement, à l'instar des concentrations de chlorures (provenant des sels de voirie), qui approchent les 250 mg/L (ABCA, 2013b). Les concentrations totales moyennes de solides en suspension dans le cours inférieur de la rivière Ausable dépassent les concentrations recommandées pour les pêches. La rivière Bayfield est sous la responsabilité de l'Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield, et son état est bien pire que celui de la rivière Ausable en ce qui concerne certains aspects des tendances en matière d'habitat. Par exemple, le couvert forestier était moins étendu en 2012 (à 7,2 %). Sur le plan de la pollution, les concentrations de phosphore total dans les eaux d'amont de la rivière Bayfield sont inférieures à la concentration moyenne pour le bassin versant, la superficie des zones agricoles de cette zone étant elle aussi moins élevée que la moyenne pour le bassin (83 %; ABCA, 2013b).

Il s'est produit d'importants changements dans l'utilisation des terres dans le bassin de la rivière Maitland au cours des 30 dernières années (Malhiot, comm. pers., 2004). Les quelques impacts mineurs de l'expansion urbaine et industrielle ont été fort modestes relativement aux changements technologiques survenus dans l'industrie agricole. Les exploitations agricoles des années 1960 et 1970 se concentraient sur la culture du foin et le pâturage. De petites cultures céréalières étaient pratiquées en rotation dans les champs de graminées, tandis que les meilleures terres étaient réservées à la culture du maïs. Un vaste réseau de drainage souterrain a été installé pendant les années 1970. Il fallait de meilleures sorties d'eau pour répondre à la hausse du drainage, ce qui a nécessité l'installation ou l'amélioration de fossés de drainage, particulièrement dans les milieux humides. De plus, dans les années 1970, on s'est tourné vers la grosse machinerie agricole, ce qui a entraîné l'agrandissement des champs par enlèvement des clôtures et des haies et par redressement des limites des champs. Il est aujourd'hui possible de cultiver du maïs et des haricots sur des terres qui ne convenaient auparavant qu'au pâturage et à la culture du foin. La quantité de cultures en rangs a beaucoup augmenté tout au long des années 1980 grâce à la mise au point de meilleures variétés de semences. Ces avancées technologiques ont augmenté l'apport de nutriments, de pesticides et de sédiments dans les cours d'eau. À mesure qu'augmentaient les prix des terres en raison de la valeur accrue des récoltes, une tendance vers les parcs d'engraissement de bovins s'est également dessinée. De plus, l'élevage porcin industriel a nettement augmenté dans les années 1990. Ces deux changements ont réduit l'accès des bovins aux cours d'eau (ce qui a probablement diminué le piétinement), mais ont également causé de nouveaux impacts liés à l'épandage de lisier sur les terres cultivables drainées par canalisations souterraines. Les programmes environnementaux instaurés pour limiter les impacts de ces changements ont eu un certain succès grâce aux activités suivantes : promotion des pratiques de conservation du sol, restauration de cours d'eau (par le confinement des animaux et le reboisement) et, plus récemment, gestion des nutriments. Selon un récent rapport sur le rendement du bassin versant, le couvert forestier est plus grand que celui de la majorité des autres bassins versants (jusqu'à 26,95 %) à l'intérieur de l'aire de répartition de la villeuse irisée, et le sous-bassin du cours inférieur de

la Maitland obtient les meilleures cotes en ce qui concerne les concentrations actuelles de phosphore (MVCA, 2013).

Des changements d'utilisation des terres se sont aussi produits dans le bassin de la rivière Saugeen (Nichol, comm. pers., 2005). Certaines parties de ce bassin versant (Huron-Kinloss, Kincardine) font actuellement l'objet d'une transition vers une exploitation agricole plus intensive. Le drainage à canalisations souterraines se généralise passablement dans les parties ouest du bassin, et l'on observe un développement continu dans les zones urbaines existantes et le long des rives du lac Huron. De nombreux propriétaires fonciers mettent en œuvre des pratiques exemplaires de gestion susceptibles d'améliorer la qualité de l'eau, mais ne le font que lorsqu'ils peuvent en tirer des incitatifs. Les concentrations de nitrates, de nitrites et de phosphore total ont diminué en moyenne au cours des 10 dernières années et sont toutes inférieures aux objectifs de qualité de l'eau dans le bassin versant du cours principal inférieur de la Saugeen. En 2013, 19,5 % de la superficie était boisée, ce qui représente une légère augmentation par rapport à 2006. Le bassin versant compte aujourd'hui 21 barrages et 4 stations de traitement des eaux usées, et 76 % des terres sont utilisées à des fins agricoles (SVCA, 2013a). Le bassin versant de la rivière Teeswater s'en tire bien, avec seulement 66 % des terres consacrées à l'agriculture, 29 % aux boisés et 0,6 % au développement urbain (SVCA, 2013b). Aucune station de traitement des eaux usées n'est présente, et on retrouve 14 barrages. Le phosphore total a diminué au cours des 10 dernières années. Les concentrations de nitrites et de nitrates ont quadruplé sur 10 ans, mais demeurent bien en deçà des normes de qualité de l'eau potable. Les concentrations de chlorures provenant des sels de voirie varient de 1,0 à 14 mg/L (SVCA, 2013a, b).

Bien que les deux tiers du bassin versant de la rivière Moira (partie supérieure) soient situés dans le Bouclier canadien, où les activités agricoles sont limitées (Sprague, comm. pers., 1997), la villeuse irisée se rencontre aussi dans la partie inférieure du bassin versant, où des activités agricoles ont cours. Des dreissenidés ont été observés dans les lacs Moira et Stoco, juste en amont des populations de villeuses irisées de la rivière Moira. La contamination de la rivière par les métaux et l'arsenic, probablement attribuable à une longue tradition d'activités des mines et des fonderies, est probablement la principale source de stress pour la communauté aquatique (QC, 2008). Les rivières Moira et Salmon sont situées sur le territoire de l'administration de l'Office de protection de la nature de Quinte, qui comprend 59 % de couvert forestier (QC, 2013). De récentes études ont révélé les tendances suivantes dans le bassin versant : ruissellement causé par la fonte des neiges survenant plus tôt en hiver, débits plus élevés au cours des mois d'hiver et débits plus faibles que la moyenne au cours de l'été (QC, 2013). Ces changements reflètent les niveaux d'eau élevés et les inondations des rivières Moira, Salmon et Trent observés au printemps 2014, à la suite des grandes quantités de neige reçues dans le bassin versant. Les rivières Moira et Salmon reçoivent généralement un faible apport de sels de voirie, et des concentrations de chlorures s'élevant en moyenne à 7 et à 9 mg/L, respectivement, bien que les concentrations puissent atteindre 138 mg/L localement (QC, 2008).

Le bassin versant de la rivière Trent couvre 2 121 km<sup>2</sup> et englobe 12 sous-bassins versants et 8 principaux affluents (LTCA, 2013). Dans l'ensemble, 35 % du bassin versant est boisé. Le ruisseau Rawdon présente les meilleures conditions, avec environ 50 % de couvert forestier, contrairement au ruisseau Trout, qui présente le plus petit couvert forestier et dont le territoire sert principalement à l'agriculture. Le bassin versant comprend une partie de la moraine d'Oak Ridges, formation glaciaire composée de couches de sable et de gravier qui retient l'eau et alimente 65 cours d'eau. On manque de données cohérentes et à long terme pour évaluer les tendances des concentrations de phosphore total, de nitrates et de nitrites; cependant, deux puits servant à des activités de suivi indiquent des concentrations élevées de chlorures, de nitrates et de nitrites, lesquelles dépassent les normes de qualité de l'eau potable. La rivière Trent est occasionnellement sujette à des inondations et à des niveaux d'eau élevés; c'était particulièrement le cas au printemps 2014. La voie navigable Trent-Severn comprend une série de 45 écluses, dont plusieurs sont à proximité de la résidence de villeuses irisées, dont Percy Reach, Glen Ross et Frankford. Il n'est donc pas surprenant de trouver des dreissenidés dans l'ensemble du bassin, y compris aux sites occupés par la villeuse irisée, en raison de la circulation intense des bateaux dans cette région.

## BIOLOGIE

Comme toutes les moules d'eau douce, ou mulettes, la villeuse irisée est un animal sédentaire qui s'enfouit partiellement ou complètement dans le substrat des rivières, des ruisseaux et des lacs. Les mulettes adultes sont des organismes filtreurs qui se nourrissent en aspirant des particules de débris organiques, des algues (de diverses tailles; voir Beck et Neves, 2003) et des bactéries de la colonne d'eau et, comme on l'a démontré récemment, des sédiments (Nichols *et al.*, 2005). Les juvéniles vivent entièrement enfouis dans le substrat, où ils se nourrissent d'aliments de même nature obtenus directement du substrat ou de l'eau interstitielle (Yeager *et al.*, 1994; Gatenby *et al.*, 1997). Les aspects du cycle vital de la villeuse irisée résumés dans les sections suivantes sont tirés d'une revue de la littérature accessible ainsi que des connaissances sur l'espèce des rédacteurs du présent rapport.

### Cycle vital et reproduction

Le cycle vital de la villeuse irisée est semblable à celui de toutes les mulettes. On peut le décrire comme suit (adapté de Strayer, 2008; Watters *et al.*, 2009; Haag, 2012) : lors de la fraye, les mâles libèrent leur sperme dans l'eau et les femelles vivant en aval le captent par filtration avec leurs branchies. Les œufs sont fécondés dans une région spécialisée des branchies de la femelle appelée marsupium, où ils demeurent jusqu'à ce qu'ils atteignent le stade larvaire appelé glochidie. Selon des indications récentes, le naissain des femelles peut être fécondé par de nombreux mâles (Christian *et al.*, 2007). La femelle relâche alors les glochidies, qui doivent se fixer à un hôte approprié, habituellement un poisson. Les glochidies s'encapsulent sur l'hôte et se nourrissent de ses fluides corporels, jusqu'à leur métamorphose en juvéniles. Ceux-ci se détachent de leur hôte, tombent sur le substrat et commencent à vivre de façon autonome. On estime que la proportion de glochidies qui

survivent jusqu'au stade juvénile n'est que de 0,000001 % (Bauer et Wächtler, 2001). Les moules compensent cette mortalité extrêmement élevée en produisant une grande quantité de glochidies – souvent plus d'un million. Les moules juvéniles sont difficiles à trouver, car elles sont petites et s'enfouissent rapidement dans les sédiments après avoir quitté leur hôte. Les moules juvéniles demeurent enfouies jusqu'à ce qu'elles aient presque atteint la maturité sexuelle, moment où elles émergent alors en vue de la fraye (Watters *et al.*, 2001).

On présume que la villeuse irisée est dioïque, mais elle est parfois décrite comme étant hermaphrodite. Il existe des différences subtiles dans les caractéristiques externes de la coquille des mâles et des femelles (voir **Description morphologique**). La villeuse irisée est une espèce bradyctique (sa période de gravidité est longue) : la fraye a lieu à la fin de l'été, et la femelle porte ses glochidies durant tout l'hiver et les libère au début du printemps (Watters *et al.*, 2009). Les glochidies sont semi-elliptiques, grandes et à courte charnière, et elles font environ 230 µm de longueur et 290 µm de hauteur (Clarke, 1981; Watters *et al.*, 2009). Selon des études menées aux États-Unis, les poissons-hôtes de la villeuse irisée sont le méné rayé (*Luxilus chrysocephalus*), l'*Erimystax dissimilis*, l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides*), le crapet vert (*Lepomis cyanellus*), l'*Etheostoma camurum*, le dard vert (*Etheostoma blennioides*), le dard arc-en-ciel (*Etheostoma caeruleum*) et la perchaude (*Perca flavescens*) (Watters et O'Dee, 1997; O'Connell et Neves, 1999). Toutes ces espèces, sauf l'*Erimystax dissimilis* et l'*Etheostoma camurum*, se rencontrent dans l'ensemble de l'aire de répartition ontarienne de la villeuse irisée et, par conséquent, peuvent servir d'hôtes aux glochidies dans les eaux canadiennes. Les poissons-hôtes spécifiques des populations canadiennes ont été confirmés comme étant le chabot tacheté (*Cottus bairdii*), l'achigan à grande bouche, la perchaude et le crapet de roche (*Ambloplites rupestris*; Woolnough *et al.*, 2007; McNichols *et al.*, 2008). Le manteau de la villeuse irisée femelle est modifié : il présente des extensions imitant, par la forme comme par le mouvement, une écrevisse qui marche (figure 5). Une fois les glochidies prêtes à être libérées, la femelle arbore ce « leurre » afin d'attirer un poisson-hôte. Ce comportement s'accompagne d'un mouvement de bercement de la femelle et de l'agitation de ses longues extensions (Haag, 2012). Les glochidies sont relâchées quand le poisson s'approche suffisamment pour toucher le leurre.

En se fondant sur l'âge moyen des villeuses irisées adultes obtenu par l'examen des anneaux de croissance internes, Vanden Byllaardt *et al.* (2013) estiment la durée d'une génération à 15 ans. Leurs données indiquent que la maturité sexuelle peut être atteinte dès l'âge de 5 à 9 ans, selon l'âge déterminé auquel les femelles commencent à se différencier morphologiquement des mâles, et révèlent que la durée de vie ne dépasse pas 43 ans chez cette espèce. Cette situation fait contraste aux données recueillies sur la même espèce en Ohio, où des spécimens de plus de 15 ans sont tenus pour rares et la maturité sexuelle semble survenir dès l'âge de 3 ans (Watters *et al.*, 2009).

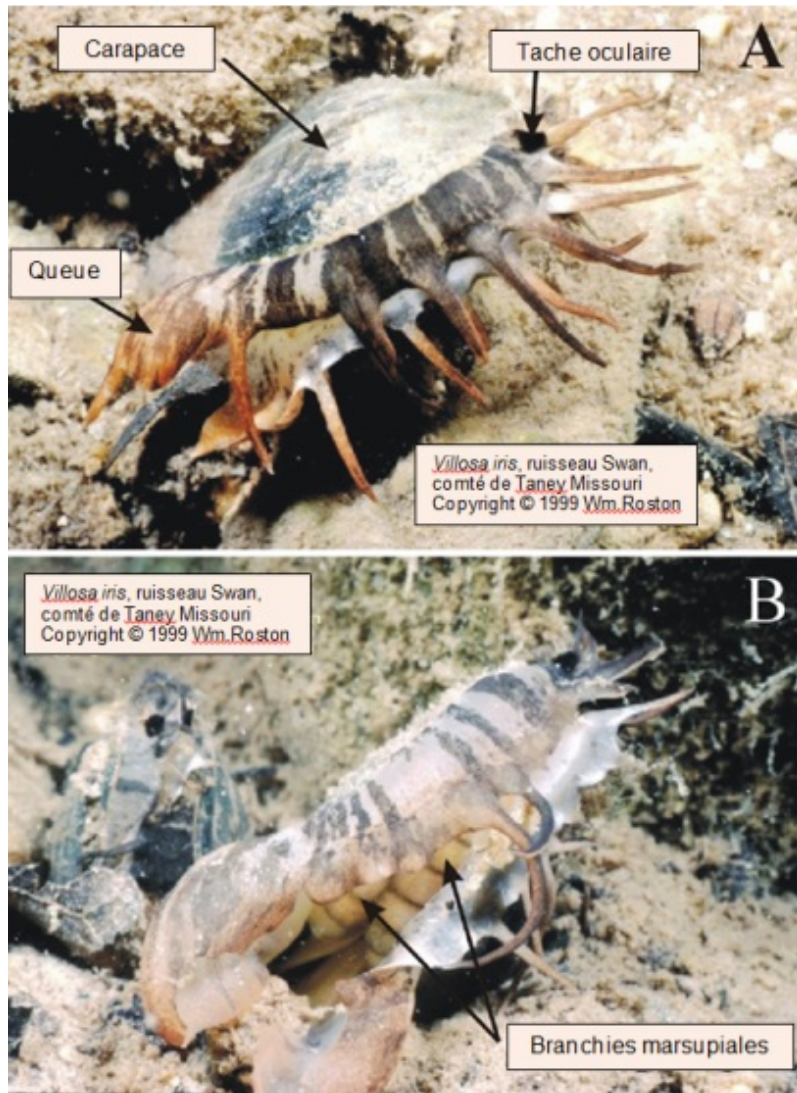


Figure 5. Photographies d'une villeuse irisée femelle gravide : (A) arborant un leurre à l'image d'une écrevisse pour attirer un poisson-hôte et (B) montrant ses branchies marsupiales remplies de glochidies (reproduites avec l'autorisation de M.C. Barnhart, Southwest Missouri State University, Springfield, MO).

## Physiologie et adaptabilité

Les mulettes sont des indicateurs sensibles des conditions environnementales des cours d'eau et des lacs, car de nombreuses espèces nécessitent d'une eau et d'un habitat de qualité optimale pour survivre (voir **FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES**). De façon générale, la villeuse irisée est le plus fréquemment observée dans les petits ruisseaux à fond de sable et de galets et à débit rapide (Watters *et al.*, 2009). L'espèce est particulièrement sensible aux faibles teneurs en oxygène, surtout lorsque la température est élevée (24,5 °C; Chen *et al.*, 2001). À 16,5 °C, les individus peuvent respirer normalement et mieux réguler leur consommation d'oxygène qu'à 24,5 °C (Chen *et al.*, 2001). Les autres besoins écologiques propres à l'espèce (vitesse du courant, pH, etc.) de la villeuse irisée ne sont pas connus.

Les mulettes, en raison de leur cycle vital complexe, sont particulièrement sensibles aux perturbations environnementales. Non seulement elles sont menacées par des perturbations qui ont sur elles des effets directs, mais elles le sont également par celles qui touchent les populations de leurs poissons-hôtes. Des succès récents ont été signalés dans l'élevage en captivité de plusieurs espèces de moules d'eau douce (voir p. ex. Hanlon et Neves, 2000). Des essais de lâcher de villeuses irisées juvéniles d'élevage et de plusieurs autres espèces réalisés aux États-Unis ont été assez fructueux (Barnhart, 2004; Fraley, 2014), mais leurs résultats à long terme sont encore en cours d'évaluation.

### **Déplacements et dispersion**

Une fois adultes, les mulettes sont essentiellement sédentaires, ne parcourant pas plus de quelques mètres sur le fond du lac ou de la rivière (Strayer, 2008). Si leur habitat cesse de leur convenir (p. ex. à cause d'une baisse du niveau de l'eau), certaines espèces sont capables de se déplacer sur plusieurs mètres par jour (Strayer, 2008). Le seul moment où peut survenir une dispersion importante est pendant le stade de parasite. Des poissons-hôtes parasités peuvent transporter des larves d'unionidés sur des centaines de mètres ou de kilomètres vers de nouveaux milieux, permettant ainsi aux larves de repeupler des populations décimées. Bien que la distance absolue parcourue par les poissons-hôtes connus de la villeuse irisée soit petite (en moyenne 67 m; Schwalb *et al.*, 2011), la vaste aire de répartition de cette dernière et le nombre d'hôtes recensés indiquent que l'espèce n'est probablement pas touchée par des limites de dispersion. La dispersion est particulièrement importante pour les échanges génétiques entre populations (Nedeau *et al.*, 2000).

### **Relations interspécifiques**

Les larves de la villeuse irisée sont des parasites obligatoires des poissons. Les poissons-hôtes spécifiques des populations canadiennes de villeuses irisées sont le chabot tacheté, l'achigan à grande bouche, la perchaude et le crapet de roche, ainsi que le méné rayé, l'achigan à petite bouche, le crapet vert, le dard vert et le dard arc-en-ciel, comme l'ont confirmé des études américaines (voir Cycle vital et reproduction).

La prédation peut avoir des incidences importantes sur les mulettes. Parmi les prédateurs importants, on compte le rat musqué (*Ondatra zibethicus*) et le raton laveur (*Procyon lotor*) (Fuller, 1974; Tyrrell et Hornbach, 1998). Une espèce envahissante, le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), peut aussi se nourrir de mulettes juvéniles et perturber les populations de poissons-hôtes.



## TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

### Activités et méthodes d'échantillonnage

#### Relevés historiques

Environ 70 % des mentions historiques de la villeuse irisée au Canada sont fondées sur des spécimens de musée ou des données de présence-absence. Dans la plupart des cas, il n'existe que peu d'information, voire aucune, sur la méthode d'échantillonnage, les activités de recherche et le nombre de sites visités où l'espèce était *absente*, et on ne sait même pas si les animaux étaient morts ou vivants lors de la collecte. Les données sur les effectifs de cette période sont extrêmement limitées. Les estimations de l'abondance relative (captures par unité d'effort, ou CPUE) sont tirées des relevés sur une durée déterminée dans plusieurs sites de la rivière Sydenham dans les années 1960 (Stein, comm. pers., 1996) et en 1991 (Clarke, 1992). Ces sites ont fait l'objet de nouveaux relevés en 1997 et 1998 (Metcalf-Smith *et al.*, 1998 b, 1999), et il est possible de comparer les résultats obtenus. Kidd (1973) a fouillé 68 sites de la rivière Grand de 1970 à 1972, et 14 de ces sites ont été fouillés de nouveau 25 ans plus tard selon un protocole d'échantillonnage similaire (Metcalf-Smith *et al.*, 2000b). Un site de la rivière Thames a fait l'objet d'un échantillonnage quantitatif en 1977 et un site voisin a été échantillonné de la même manière en 2004. Au cours des trois dernières années, l'accent a été mis sur le rééchantillonnage des sites historiques (années 1960) dans le lac Ontario (Hillier et baie de Quinte) et le lac Érié (baie Rondeau) ainsi que sur l'échantillonnage de nouveaux sites voisins selon des méthodes de relevé sur une durée déterminée. Il existe peu de sites historiques dans l'est de l'Ontario, à l'exception de la rivière Moira (sites découverts pendant la période de 1938 à 1964). Bien qu'il soit impossible de faire des comparaisons quantitatives, les nouvelles activités d'échantillonnage dans ce bassin versant montrent que les sous-populations de villeuses irisées se maintiennent.

#### Relevés récents

Les relevés réalisés entre 1997 et 2014 dans l'aire de répartition ontarienne de la villeuse irisée étaient soit semi-quantitatifs (relevés sur une durée déterminée, relevés au moyen de piquets et de cordes, recherche visuelle et tactile), soit quantitatifs (relevés par quadrat). Les mêmes méthodes d'échantillonnage ont été utilisées partout et sont décrites ci-dessous.

#### *Relevés semi-quantitatifs*

##### Relevés sur une durée déterminée

Dans les cours d'eau, les relevés ont été effectués au moyen d'une technique intensive de relevé sur une durée déterminée, élaborée afin de repérer les espèces de moules rares. Cette technique est décrite en détail dans l'ouvrage de Metcalf-Smith *et al.* (2000a). En résumé, le lit de la rivière est inspecté à l'œil nu par une équipe de 3 personnes ou plus munies de cuissardes, de lunettes de soleil polarisées et de

bathyscopes, et l'effort d'échantillonnage totalise 4,5 heures-personnes (h-p). Quand la visibilité est mauvaise, la recherche se fait au toucher. La longueur du tronçon fouillé varie selon la largeur de la rivière, mais est généralement de 100 à 300 m. Les moules vivantes sont gardées dans l'eau, dans des sacs-filets de plongeur jusqu'à la fin de la période de relevé. On procède alors à leur identification jusqu'au niveau taxinomique de l'espèce, à leur dénombrement, à leur mesure (longueur de coquille) et à la détermination de leur sexe (si elles sont sexuellement dimorphes) avant de les retourner sur le lit de la rivière. Au cours de la dernière décennie, des relevés de ce type ont été menés par plusieurs chercheurs dans les rivières Ausable, Bayfield, Grand, Maitland, Moira, Salmon, Saugeen, Sydenham, Thames et Trent ainsi que dans le lac Érié. Les efforts d'échantillonnage par d'autres chercheurs variaient de 1,0 à 15 h-p par site.

Dans le lac Sainte-Claire, des relevés sur une durée déterminée ont été réalisés à des profondeurs de plus de 2 mètres par 2 plongeurs équipés d'un appareil respiratoire autonome, pour un effort total de 0,5 h-p, tandis que des recherches à des profondeurs moindres ont été effectuées par 3 personnes équipées d'un masque et d'un tuba, pour un total de 0,75 h-p (Zanatta *et al.*, 2002). Dans les sites où des moules vivantes ont été repérées (tous à des profondeurs peu élevées), la plongée avec tuba a été adoptée et l'effort a été étendu à 1,5 h-p.

#### Piquets et cordes

Des relevés au moyen de piquets et de cordes ont aussi été effectués dans la région du delta du lac Sainte-Claire. À chaque site, un échantillonnage a été réalisé par plusieurs (habituellement trois) équipes de deux personnes, soit un plongeur et un assistant pour transporter l'équipement et les moules. Chaque plongeur nageait jusqu'à ce qu'il trouve une moule, puis plaçait un piquet dans l'eau, à l'endroit de leur découverte. Il effectuait ensuite un relevé dans une zone circulaire de 65 m<sup>2</sup> autour de la moule trouvée et prélevait toutes les autres moules vivantes dans cette zone. Chaque équipe échantillonnait 10 de ces parcelles circulaires. Les équipes identifiaient ensuite les moules vivantes, les dénombreaient, les mesuraient, déterminaient leur sexe, puis les retournaient sur le lit de la rivière. Les méthodes sont décrites en détail dans Metcalfe-Smith *et al.* (2004). De tels relevés ont été effectués en 2001, 2003, 2004 et 2011.

#### Recherches visuelles et tactiles

Les zones de faible visibilité et à substrat particulièrement mou, comme les milieux humides côtiers du lac Ontario, ont été échantillonnées à l'aide de méthodes visuelles et tactiles, qui nécessitaient la participation d'une équipe de deux ou de trois personnes équipées d'une combinaison isothermique et de dispositifs de flottaison. Avant l'échantillonnage, une grille était superposée sur une carte de sites, et 10 points étaient choisis au hasard. À chaque point, un membre de l'équipe se positionnait sur un dispositif de flottaison et remuait délicatement les sédiments avec ses pieds, et toutes moules découvertes devaient être amenées à la surface aux fins d'identification, de mesure et de détermination du sexe, si cela était possible. Aux mêmes points d'échantillonnage, on fouillait les sédiments à l'aide d'un râteau à coquillage durant une heure afin d'y trouver des

moules. Ce type de relevé a été effectué dans l'ensemble des milieux humides du lac Ontario de 2011 à 2013 (Reid *et al.*, 2014).

### *Relevés quantitatifs*

Les relevés en cours d'eau étaient réalisés selon une technique d'échantillonnage quantitatif exigeante en termes de temps et de main-d'œuvre qui permet la production d'estimations précises de variables démographiques telles que la densité, les fréquences de classes de taille et les taux de recrutement. Le protocole de suivi a été élaboré avec le concours de M. David R. Smith (Ph. D.), biostatisticien de l'U.S. Geological Survey, afin d'évaluer les impacts des projets de développement sur les moules figurant sur la liste des espèces en péril du gouvernement fédéral américain. M. Smith et M. David L. Strayer (Ph. D.), lui aussi expert américain des moules, ont récemment obtenu de la Guidelines and Techniques Committee of the Freshwater Mollusk Conservation Society le mandat de produire un guide d'échantillonnage des populations de mulettes. Ce guide (Strayer et Smith, 2003) comprend une description du protocole appliqué, résumé ci-dessous.

L'échantillonnage, réalisé par une équipe de deux à six fouilleurs et de un responsable de la consignation des données, a exigé environ de 2 à 3 jours de travail par site. À chaque site, près de 400 m<sup>2</sup> de la partie la plus productive du tronçon (habituellement un radier) ont été choisis pour l'échantillonnage. Un échantillonnage quantitatif a été exécuté selon des quadrats de 1 m<sup>2</sup> et un plan d'échantillonnage systématique à trois départs aléatoires. La zone à échantillonner a été divisée en blocs de même taille (5 m de longueur x 3 m de largeur), chaque bloc étant divisé à son tour en 15 quadrats de 1 m<sup>2</sup>. Les 3 mêmes quadrats choisis au hasard ont été échantillonnés dans chaque bloc. Ainsi, 20 % (soit 75 m<sup>2</sup>) de la superficie de 400 m<sup>2</sup> a été échantillonnée à chaque site. Chaque quadrat a été fouillé par 2 personnes jusqu'à ce que toutes les moules vivantes aient été trouvées (~ 8 minutes). Toutes les pierres enfoncées (sauf les gros rochers) ont été retirées et le substrat a été excavé jusqu'à une profondeur de 10 à 15 cm afin de trouver des moules juvéniles. On sait que les jeunes moules s'enfouissent profondément dans le substrat et y demeurent pendant les trois premières années de leur vie. Toutes les moules vivantes trouvées dans chaque quadrat ont fait l'objet d'une identification, d'un dénombrement, de mesures et d'une détermination du sexe, avant d'être retournées sur le lit de la rivière. Plusieurs variables de l'habitat (p. ex. la profondeur, la vitesse du courant, la composition du substrat) ont aussi été mesurées. De tels relevés quantitatifs n'ont été menés jusqu'ici que dans huit rivières, soit l'Ausable, la Bayfield, la Grand, la Maitland, la Saugeen, la Sydenham, la Thames et la Trent. En raison du niveau d'effort élevé requis pour effectuer des relevés par quadrat, seulement quelques sites par rivière sont recensés suivant cette technique. Certains des relevés de la rivière Grand s'inscrivaient dans une initiative de relocalisation des moules et étaient plus intensifs (jusqu'à 3 640 quadrats de 1 m<sup>2</sup> fouillés, équipes composées de jusqu'à 15 personnes et période de relevé de 2 semaines).

## Abondance

Des estimations quantitatives de l'abondance peuvent être faites pour les rivières Ausable, Bayfield, Grand, Maitland, Saugeen, Sydenham et Thames, ainsi que pour le lac Sainte-Claire. On estime que les rivières Salmon et Moira abritent de nombreuses villeuses irisées, mais ces systèmes n'ont pas encore fait l'objet de relevés quantitatifs (les communautés de moules de ces deux rivières comprennent respectivement 11 et 12 % de villeuses irisées) (Lower Great Lakes Unionid Database, 2015). Un seul site de la rivière Trent a fait l'objet d'un relevé quantitatif (ruisseau Rawdon), et l'on pense que l'espèce y est très abondante. L'extrapolation de cette densité sur toute la longueur de la rivière ne produirait pas une estimation exacte de l'abondance et, par conséquent, cette rivière n'a pas été incluse (S. Reid, comm. pers., 2015). L'abondance a été évaluée en mesurant la distance entre les sites les plus en amont et ceux les plus en aval et en multipliant cette valeur par la valeur moyenne de la largeur du cours d'eau et de la densité de villeuse irisée. La connectivité des sites et des affluents était fondée sur l'habitat essentiel, qui a été récemment délimité pour l'espèce (DFO, 2014). Les estimations démographiques devraient uniquement être utilisées de façon relative, car elles sont souvent fondées sur un échantillonnage quantitatif limité.

## Populations disparues

Selon les données actuelles (Lower Great Lakes Unionid Database, 2015), la villeuse irisée a disparu de la rivière Détroit, du lac Érié, de la rivière Niagara et du lac Ontario.

### Populations d'abondance élevée (rivières Maitland et Saugeen)

Le bassin versant de la rivière Maitland abrite la plus grande population de villeuses irisées et abrite 78 % de la population canadienne de l'espèce, et les effectifs totaux étant estimés à 4,2 millions d'individus (tableau 2). Ce système présente les densités les plus élevées connues (2,4 individus/m<sup>2</sup>) dans l'ensemble de la deuxième zone d'occupation en importance (5,69 km<sup>2</sup>), et le nombre le plus impressionnant de prises est de 115 individus prélevés lors d'un relevé sur une durée déterminée avec 4,5 h-p (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). Au total, 898 villeuses irisées vivantes ont été trouvées dans ce bassin, dont 440 au cours des 10 dernières années, dans l'ensemble des cours d'eau, à l'exception des tronçons inférieurs. L'espèce se rencontre dans l'ensemble de tous les bras de la rivière, y compris la rivière Middle Maitland, la rivière Maitland Sud et la petite rivière Maitland), où elle semble être également très productive (densité allant jusqu'à 1,4 individu/m<sup>2</sup> et CPUE de 26 individus/h-p). Les bassins versants des rivières Saugeen et Trent hébergent les sous-populations au deuxième et troisième rang en importance, soit 700 000 et 330 000 villeuses irisées, respectivement. L'espèce se retrouve dans tout le chenal principal, la Saugeen Nord et la Saugeen Sud, ainsi que dans la rivière Teeswater, occupant 2,2 km<sup>2</sup> du tronçon de la rivière dans le bassin versant.

**Tableau 2. Comparaisons des sous-populations de villeuses irisées d'après des relevés quantitatifs (quadrats).**

Plan d'eau	Densité moyenne (individus/m <sup>2</sup> ± erreur-type)	Zone d'occupation (km <sup>2</sup> )	Taille de la sous-population estimée	Années des relevés
Rivière Ausable	0,07 ± 0,03	0,18	5 900 – 18 000	1998-2012
Rivière Bayfield	0,28 ± s.o.	0,26	74 000	2005-2011
Rivière Grand	0,01 ± 0,01	3,89	4 700 – 45 000	1997-2013
Lac Sainte-Claire	0,0002 ± s/o*	6,82	1 500	1999-2011
Rivière Maitland	0,74 ± 0,40	5,69	2 000 000 – 6 500 000	2003-2012
Rivière Saugeen	0,31 ± 0,08	2,28	520 000 – 880 000	1997-2011
Rivière Sydenham	0,01 ± 0,00	1,24	17 000 – 18 000	1997-2013
Rivière Thames	0,06 ± 0,02	1,27	48 000 – 94 000	1997-2013

s/o. = sans objet

\* Densité estimée selon les relevés (quadrats)

### Populations d'abondance modérée (rivières Bayfield et Thames)

Les rivières Bayfield et Thames (tableau 2) abritent des populations de taille moyenne. Une petite partie de la zone (0,26 km<sup>2</sup>) est fréquentée par la villeuse irisée dans les rivières Bayfield et Bannockburn, mais à une densité élevée (0,28 individu/m<sup>2</sup>), ce qui amène l'estimation du nombre d'individus à 74 000, soit 2 % de toutes les moules observées. La vaste majorité des villeuses irisées du bassin versant de la Thames se trouvent dans les rivières Thames Nord et Middle Thames, ainsi que dans les ruisseaux Fish, Otter et Medway (total de 71 000 individus). Plusieurs affluents, y compris les ruisseaux Stoney, Oxbow, Black et Dingman, n'ont pas fait l'objet de relevés quantitatifs et/ou n'abritent qu'un site; ils sont donc exclus. Des mentions dispersées d'individus solitaires vivants et des mentions de vieilles coquilles existent pour la rivière Thames Sud.

### Populations de faible abondance (rivières Grand, Ausable et Sydenham)

Les sous-populations les plus petites se trouvent dans les rivières Grand, Ausable et Sydenham (tableau 2). Toutes les villeuses irisées de la rivière Grand se trouvent dans le cours supérieur de la Grand et ses affluents, comme les rivières Mallet et Conestogo. Bien que le bassin versant possède l'une des zones d'occupation les plus vastes (3,89 km<sup>2</sup>), la population s'élève seulement à 25 000 individus, à cause de la faible densité de l'espèce (0,01 individu/m<sup>2</sup>). Un court tronçon de 0,18 km<sup>2</sup> de la rivière Ausable abrite de faibles densités (0,07 individu/m<sup>2</sup>) de villeuses irisées, ce qui donne un effectif estimé de 12 000 individus (1 % de toutes les moules observées; Upsdell *et al.*, 2012). Un tronçon continu comparativement plus étendu de la rivière Sydenham Est de 1,24 km<sup>2</sup> affiche une densité de 0,01 individu/m<sup>2</sup>, ce qui donne une taille de population estimée à 17 000 individus. L'espèce est aussi présente dans le ruisseau Bear, mais ce dernier ne

compte qu'un site et ne fait donc pas partie de l'estimation.

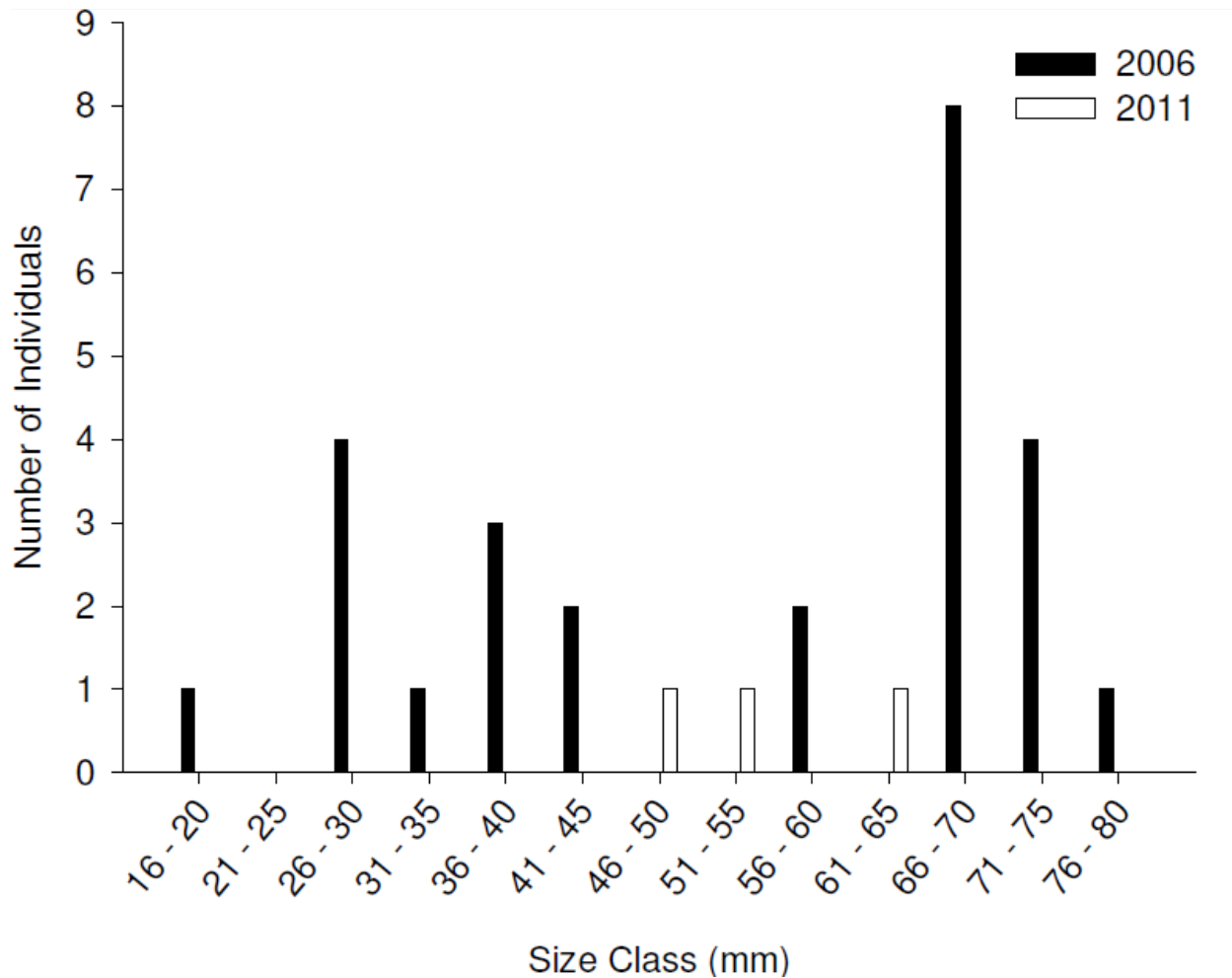
### Population d'abondance très faible (delta du lac Sainte-Claire)

C'est dans le delta du lac Sainte-Claire qu'on retrouve la plus petite sous-population canadienne de villeuses irisées existante restante, dont la taille est estimée à seulement 1 500 individus. Bien que ce bassin possède la zone d'occupation la plus étendue (6,82 km<sup>2</sup>), il présente aussi les densités les plus faibles dans l'ensemble du Canada, à 0,0002 individu/m<sup>2</sup> (tableau 2). De nouveaux relevés effectués en 2011 ont confirmé la présence de la villeuse irisée dans la zone de l'île Squirrel du delta, mais son absence des baies Pocket et Horseshoe. Les relevés réalisés entre 2001 et 2005 dans les baies Mitchell et Johnston indiquaient la présence de villeuses irisées, et on estime que l'espèce se maintient dans ces zones, bien qu'aucun relevé officiel n'ait été entrepris depuis cette période.

## **Fluctuations et tendances**

### Rivière Ausable

Upsdell *et al.* (2012) ont entrepris en 2006 une étude quinquennale visant à examiner les changements dans la composition de la communauté de moules de la rivière Ausable. Les chercheurs ont observé que 71 % de leurs stations de suivi (5 sur 7) présentaient des déclinés importants de la densité, et ce, pour toutes les espèces de moules présentes, et que 43 % (3 sur 7) présentaient un déclin des espèces en péril. Les stations étaient dispersées et situées dans l'ensemble des sous-bassins des cours supérieur, moyen et inférieur de la rivière Ausable. La villeuse irisée a été observée à trois des sept sites en 2006 et à deux seulement en 2011. La densité de l'espèce a décliné aux 2 sites, passant de 0,21 à 0,01 individu/m<sup>2</sup> (petite rivière Ausable) et de 0,12 à 0,03 individu/m<sup>2</sup> (chenal principal), ce qui représente en moyenne une perte de 85 %. Les chercheurs ont aussi signalé la présence de villeuses irisées juvéniles (< 30 mm de longueur) en 2006, mais leur absence lors des relevés de 2011, ce qui indique une baisse potentielle du recrutement (figure 6). De même, en 2010, un site dans le ruisseau Nairn a fait l'objet d'un nouvel échantillonnage à l'aide de la méthode de relevé sur une durée déterminée, et une diminution des CPUE a été rapportée, de 0,22 à 0,13 individu/h-p sur une durée de 8 ans (Vanden Byllaardt, données inédites). Il semble que la villeuse irisée ne soit pas une composante importante de la communauté de moules de la rivière Ausable et qu'elle pourrait être en déclin dans l'ensemble de cette rivière.



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

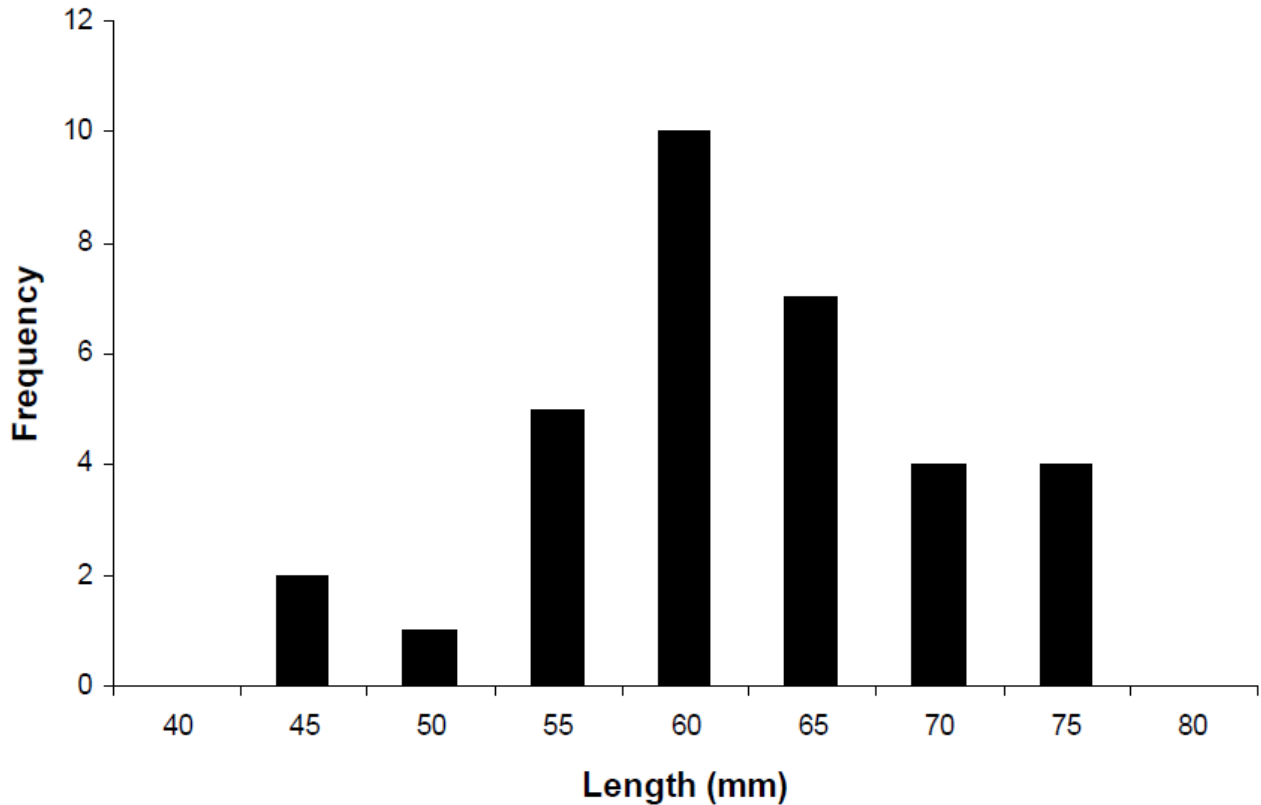
Number of individuals = Nombre d'individus

Size Class = Classe de taille

Figure 6. Distribution par taille des villeuses irisées pour l'ensemble des 7 sites de la rivière Ausable en 2006 ( $n = 26$ ) et en 2011 ( $n = 3$ ). Tiré de Upsdell *et al.* (2012).

### Rivière Bayfield

Toutes les données sur la villeuse irisée dans la rivière Bayfield ont été obtenues ces sept dernières années. Il n'existe aucune donnée temporelle permettant d'analyser les tendances au fil du temps. Un nouvel échantillonnage a été effectué en 2011, mais aucune comparaison directe ne peut être faite en raison d'un changement de la méthode de relevé. Morris *et al.* (2012) ont confirmé la présence d'une population de villeuses irisées dont la reproduction et le recrutement sont actifs, comme le montre le vaste éventail de classes de taille (figure 7).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**  
 Frequency = Fréquence  
 Length = Longueur

Figure 7. Distribution par taille des villeuses irisées dans la rivière Bayfield en 2007 ( $n = 33$ ). Tiré de Morris *et al.* (2012).

### Rivière Détroit

À partir des années 1990, la communauté d'unionidés de la rivière Détroit a connu des déclinés très marqués qui ont entraîné sa disparition. Des études à long terme réalisées par Schloesser *et al.* (2006) ont documenté ce déclin. Au cours de leurs premiers relevés (1987 et 1992), les chercheurs ont observé 1 000 unionidés vivants dans l'ensemble des 6 sites, mais, lors de nouveaux relevés en 1997-1998, ils n'en ont trouvé que 5, et ce, même après avoir fouillé une zone deux fois plus étendue. Même si la villeuse irisée n'a jamais été une composante importante de la communauté de moules (2 % en 1992), le nombre de moules a décliné de façon continue, passant de 14 individus en 1992 à 2 en 1994, puis à 0 en 1998. L'étude conclut que les densités totales d'unionidés sont trop faibles ( $< 0,01$  individu/m<sup>2</sup>) pour assurer la viabilité des populations dans la rivière Détroit. Zanatta *et al.* (2015) ont récemment confirmé de nouveau cette conclusion.



## Rivière Grand

Auparavant, on croyait que la villeuse irisée occupait seulement une fraction de son aire de répartition historique dans le bassin de la rivière Grand. Cette affirmation était largement fondée sur le relevé effectué par Kidd (1973) dans la rivière au cours de la période 1970-1972, ainsi que sur les nouveaux relevés réalisés par Metcalfe-Smith *et al.* (2000) 25 ans plus tard. Au cours de ces relevés, seulement 4 individus vivants ont été détectés dans l'ensemble des 94 sites (0,02 individu/h-p) entre 1995 et 1997-1998, comparativement à 15 individus dans l'ensemble des 68 sites (0,05 individu/h-p) dans les relevés effectués par Kidd (1973); la majorité des villeuses irisées observées lors des relevés de Kidd (1973) provenant toutefois d'un seul site. Ces échantillonnages ont mis l'accent principalement sur les cours inférieur et moyen de la rivière et sur ses affluents, mais ont négligé le cours supérieur et les affluents de la rivière. Il semble que les cours inférieur et moyen de la rivière n'aient jamais hébergé un grand nombre de villeuses irisées, et ce, même dans le passé. Ce constat reflète ce que l'on observe dans les autres grands systèmes fluviaux avoisinants, comme la rivière Thames.

Au cours des 10 dernières années, les recherches ont porté davantage sur les communautés d'unionidés dans les affluents et les eaux d'amont de la Grand, au moyen d'échantillonnages opportunistes dans les rivières Conestogo et Mallet et à leurs points de confluence avec le cours supérieur de la Grand. Depuis 2004, 35 villeuses irisées vivantes ont été détectées dans ces zones. En 2012, 2 relevés sur une durée déterminée effectués dans le cours supérieur de la Grand ont révélé des CPUE moyennes de 0,31 individu/h-p, ce qui est beaucoup plus élevé que les CPUE tirées d'études précédentes et d'autres sites dans cette rivière (Lower Great Lakes Unionid Database, 2014). De plus, 7 relocalisations de moules ont été réalisées depuis 2006, dont 2 ont permis de détecter une densité moyenne de 0,01 individu/m<sup>2</sup> dans les régions du cours supérieur (Mackie, 2008 a, 2011a). Le cours supérieur de la Grand et ses affluents semblent abriter la majorité des villeuses irisées de ce système, et un suivi continu sera nécessaire pour établir avec exactitude les fluctuations du nombre d'individus.

## Lacs Érié et Ontario

La villeuse irisée a pratiquement été éliminée des lacs Érié et Ontario, bien que ces systèmes n'aient jamais hébergé de vastes populations de l'espèce. Récemment, des zones associées à des mentions historiques de la villeuse irisée dans les deux lacs ont fait l'objet de nouveaux relevés exhaustifs (2011-2014), qui n'ont pas permis de confirmer la présence de cette espèce, malgré la découverte d'une vieille coquille dans la baie Rondeau en 2014 (Ecological Specialists, 1999; McGoldrick, 2005; Crail *et al.*, 2011; Pêches et Océans Canada et ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario, données inédites).

## Lac Sainte-Claire

Dix-huit sites ont fait l'objet d'échantillonnages (relevés à l'aide de piquets et de cordes) dans la région du delta du lac Sainte-Claire en 2003 : 9 sites en eaux canadiennes et 9 en eaux américaines (Metcalf-Smith *et al.*, 2004). Des villeuses irisées ont été observées dans 3 des 9 sites en eaux canadiennes, et la densité moyenne était de 0,002 individu/m<sup>2</sup>. Depuis, des activités de recherche plus intensives ont été nécessaires pour obtenir des spécimens, car les densités semblent décliner, comme en témoignent les relevés des sites à l'île Squirrel. Les densités ont diminué de plus de 1 ordre de grandeur sur une période de 8 ans, passant de 0,003 individu/m<sup>2</sup> en 2003 (5 individus sur 1 950 m<sup>2</sup>) à 0,001 individu/m<sup>2</sup> en 2004 (10 individus sur 8 970 m<sup>2</sup>) et à 0,0002 individu/m<sup>2</sup> en 2011 (1 individu sur 6 565 m<sup>2</sup>), ce qui représente une perte de 12 % par année. La villeuse irisée n'a jamais été une composante importante de la communauté de moules du côté canadien (1 %), et il semble y avoir une baisse de leurs effectifs, de même qu'une contraction de la répartition à l'île Squirrel. Les relevés effectués en 2011 ont montré que la villeuse irisée a disparu de la région du delta de la baie Pocket. Tous les relevés ont indiqué que les dreissenidés continuaient d'utiliser des unionidés comme substrat dans ces zones.

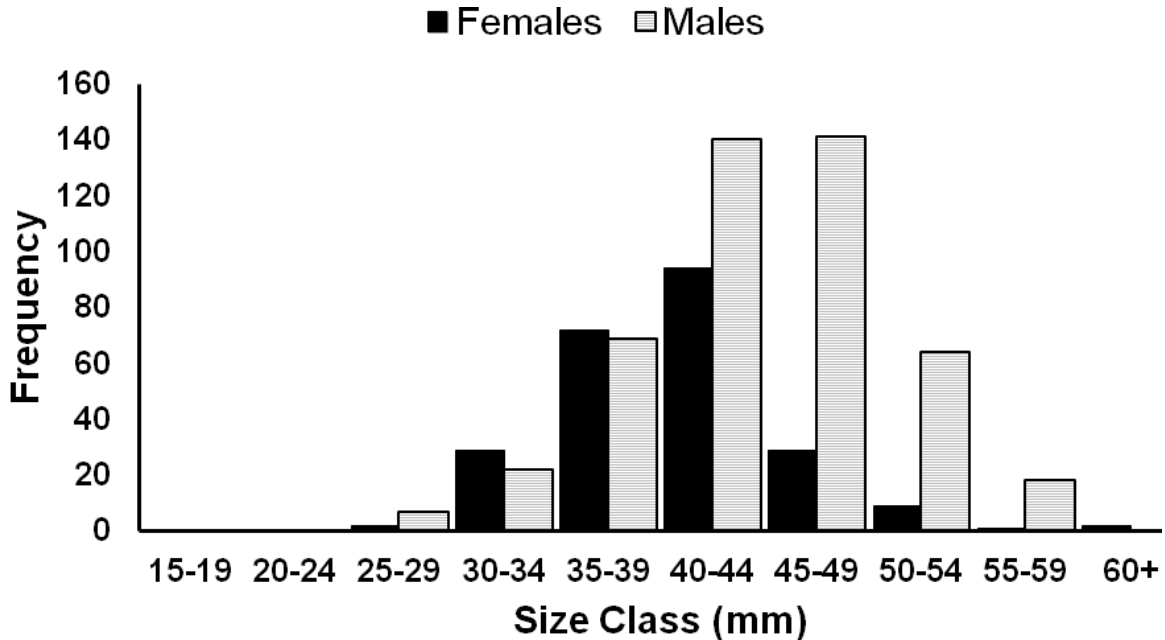
## Rivière Maitland

Comme les relevés effectués dans la rivière Maitland sont relativement récents (les activités intensives ont commencé en 2003), on en sait peu sur les tendances et les fluctuations de sa population de villeuses irisées. Quatre échantillonnages importants ont été réalisés dans la rivière Maitland : trois relevés sur une durée déterminée (2003, 2004, 2012) englobant de nouveaux sites, et un nouveau relevé (2008) au moyen de méthodes quantitatives (quadrats). La villeuse irisée se rencontre régulièrement à 70 % des sites ou plus, et elle représente l'espèce la plus abondante dans ce système (abondance relative de 61 %), les densités variant de 0,2 à 2,4 individus/m<sup>2</sup>. Ces densités sont plus élevées que celles de tout autre plan d'eau, et ce, par trois ordres de grandeur, faisant ainsi de la rivière Maitland celle qui abrite la sous-population la plus importante et la plus productive de villeuses irisées.

## Rivière Moira

Bien que les mentions de l'espèce remontent à 1938 pour la rivière Moira, il n'existe aucune information sur les activités de recherche, ce qui complique les comparaisons aux mentions actuelles. Toutefois, certains des sites ayant fait l'objet de nouveaux relevés en 1996 et 2014 présentaient des valeurs proches des mentions passées (près de Stoco, Latta et Chisholm Mills), ce qui démontre que l'espèce se maintient bien. En 1996, les CPUE à Stoco et à Chisholm Mills étaient de 5,33 et de 0,88 individu/h-p, et elles ont augmenté, pour s'établir à 7,70 et à 1,78 individu/h-p en 2014 (moyenne pour l'ensemble des 3 relevés/saison de terrain), respectivement. Contrairement aux 2 sites précédents, une baisse a été observée à celui de Latta, de 29,33 à 4,96 individus/h-p sur une période de près de 20 ans. L'augmentation de l'abondance de 8 à 11 % par année à certains sites et la diminution de 5 % à d'autres sites pourraient traduire une faible migration des gisements de moules, plutôt que des pertes et gains réels. La distribution par taille des mâles et des

femelles pour l'ensemble du bassin démontre l'existence d'une population de villeuses irisées saine et productive, au sein de laquelle un recrutement a lieu (figure 8).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Frequency = Fréquence  
 Size Class = Classe de taille  
 Females = Femelles  
 Males = Mâles

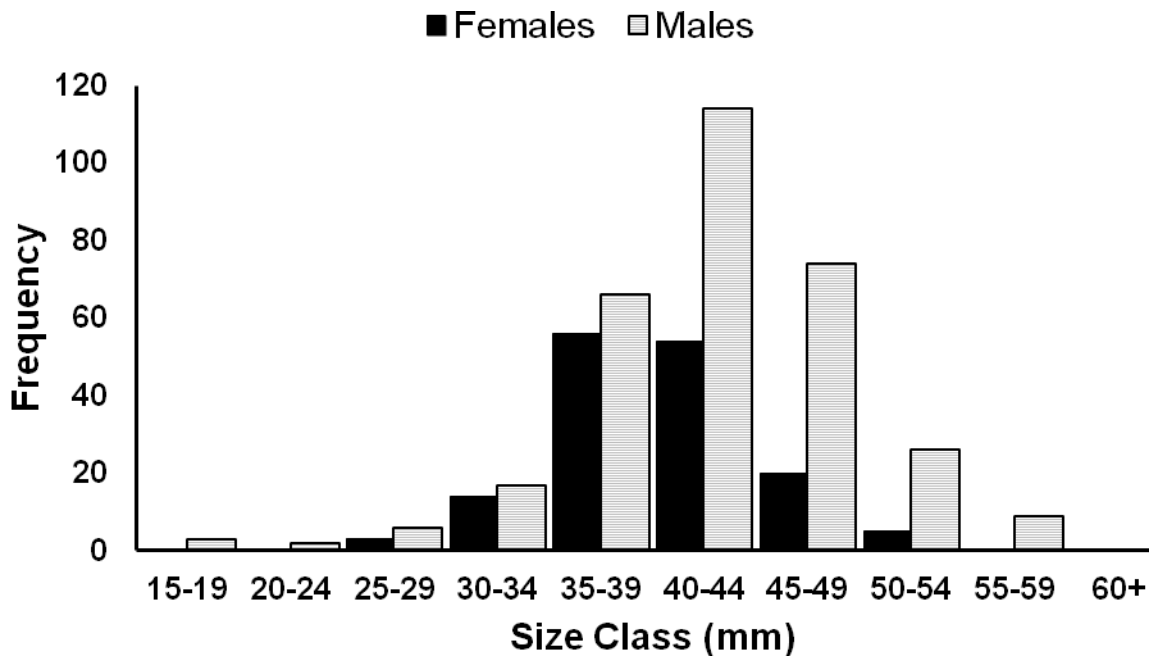
Figure 8. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Moira en 2014 (femelles :  $n = 238$ ; mâles :  $n = 461$ ). Ministère des Pêches et des Océans du Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, données inédites.

### Rivière Niagara

La seule preuve de l'existence de villeuses irisées vivantes dans les eaux canadiennes de la rivière Niagara provient des relevés entrepris en 1983. Dix ans plus tard, les relevés menés par la New York Power Authority démontrent que la villeuse irisée et d'autres unionidés ne se rencontrent plus dans ces zones (Riveredge Associates, 2005). Cette disparition des moules indigènes semble découler de la colonisation par les dreissenidés envahissants, réputés être présents à 1 km des anciens sites canadiens.

## Rivière Salmon

On ne dispose d'aucune donnée antérieure à 2014 provenant de relevés quantitatifs ou semi-quantitatifs pour la rivière Salmon. Les courbes de la fréquence des longueurs des mâles et des femelles indiquent une saine distribution par taille ainsi qu'un recrutement actif et continu dans la population (figure 9).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

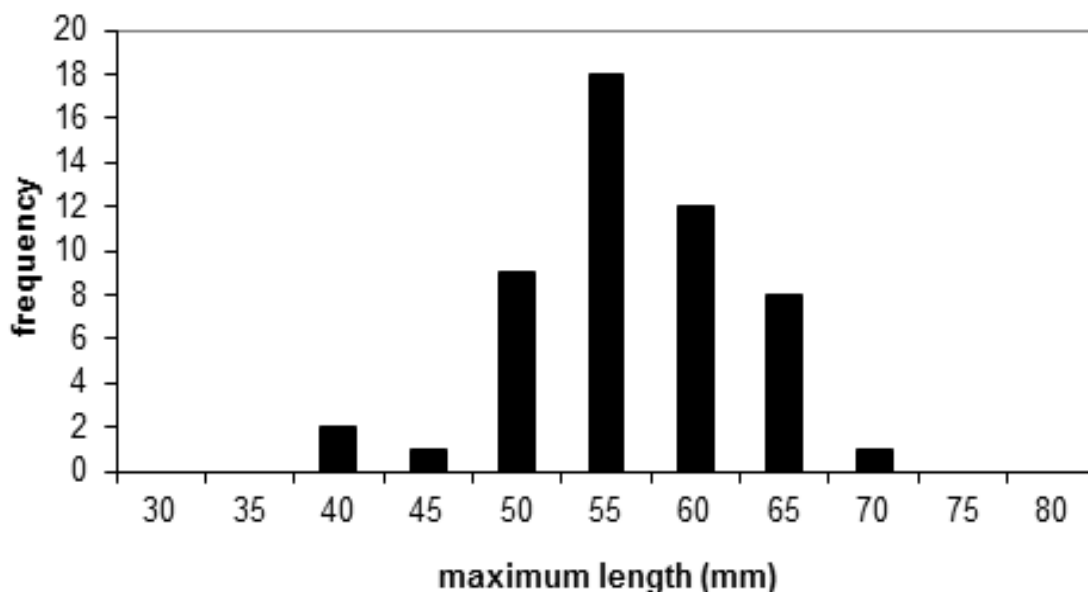
Frequency = Fréquence  
Size Class = Classe de taille  
Females = Femelles  
Males = Mâles

Figure 9. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Salmon en 2014 (femelles :  $n = 152$ ; mâles :  $n = 317$ ). Ministère des Pêches et des Océans du Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, données inédites.

## Rivière Saugeen

Dans ce bassin versant, les activités d'échantillonnage sont relativement récentes. Les relevés officiels entrepris par Morris *et al.* (2007) en 2006 montrent que 63 % des sites (5 sur 8) fouillés hébergeaient des villeuses irisées vivantes, et cette statistique est demeurée relativement constante au cours des relevés de suivi en 2011 (l'espèce était présente à 6 des 11 sites). Des 4 sites échantillonnés de nouveau en 2011, une présentait une diminution des CPUE, de 7,3 à 0,0 individu/h-p, sur 5 ans (rivière Teeswater), tandis qu'une autre affichait une augmentation, de 1 à 6,6 individus/h-p, sur 21 ans (rivière Saugeen Nord). À cause du manque de données, on ne peut en dire plus au sujet des

fluctuations, mais il semble que la villeuse irisée soit très répandue, qu'il existe un recrutement dans ce bassin versant (figure 10) et que les effectifs soient plus abondants que dans la majorité des autres systèmes (densités allant jusqu'à 0,39 individu/m<sup>2</sup>).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Frequency = Fréquence

Maximum Length = Longueur maximale

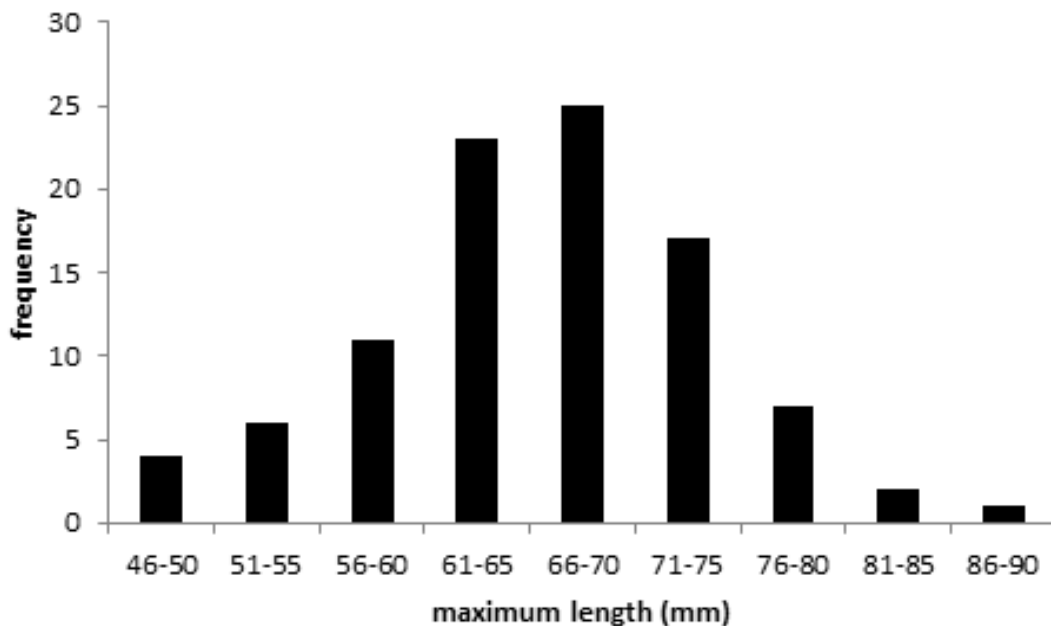
Figure 10. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Saugeen. Tiré de Morris *et al.* (2007).

### Rivière Sydenham

Dans le passé, on a constaté que les effectifs de la villeuse irisée avaient décliné dans la rivière Sydenham, plus particulièrement dans le tronçon est, où l'espèce avait été trouvée à 33 % des 15 sites échantillonnés entre 1929 et 1991, mais à seulement 17 % des 12 sites échantillonnés dans le même tronçon entre 1997 et 1999 (Metcalf-Smith *et al.*, 2003). Quinze ans plus tard, de nouveaux relevés ont montré que 40 % des sites (4 sur 10) étaient occupés. Cette expansion est associée à la découverte de villeuses irisées vivantes à deux sites où des coquilles fraîches avaient été signalées dans le passé. La contraction apparente de l'aire de répartition, de cinq sites historiques à deux sites historiques, suivie de l'expansion à quatre sites, découle vraisemblablement de la capacité de détecter des espèces rares dans un gisement de moules. La villeuse irisée est actuellement présente à trois sites dans les tronçons nord de la rivière Sydenham Est et à un site du ruisseau Bear. Les densités semblent décliner, comme en témoignent des rééchantillonnages quantitatifs à 2 sites, et sont passées de 0,03 individu/m<sup>2</sup> en moyenne en 1997-1999 à 0,01 individu/m<sup>2</sup> en 2012-2013.

## Rivière Thames

La villeuse irisée, petite composante de la communauté de moules de la rivière Thames (1,5 % de toutes les espèces présentes), est occasionnellement abondante, plus particulièrement dans les affluents. Salmon et Green (1983) ont prélevé des échantillons à un site de la rivière Middle Thames, en amont de Thamesford, en 1977, et T.J. Morris (données inédites, 2004) a échantillonné un site avoisinant en 2004. L'échantillonnage par quadrat a été utilisé pour les deux relevés. La densité de la villeuse irisée était de un ordre de grandeur plus petit en 2004 qu'en 1977 (0,09 par rapport à 0,9 individu/m<sup>2</sup>, respectivement), ce qui donne à penser que l'espèce pourrait être en déclin dans cette zone. Toutefois, la fréquence des occurrences dans l'ensemble des sites a légèrement augmenté depuis les relevés de 1998 (12,5 % par rapport à 18,9 %), ce qui indique une expansion de l'aire de répartition dans le cours supérieur de la Thames et ses affluents. Ces valeurs peuvent être interprétées comme une preuve de l'existence d'une population petite, mais stable, au sein de laquelle un recrutement a lieu (figure 11).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

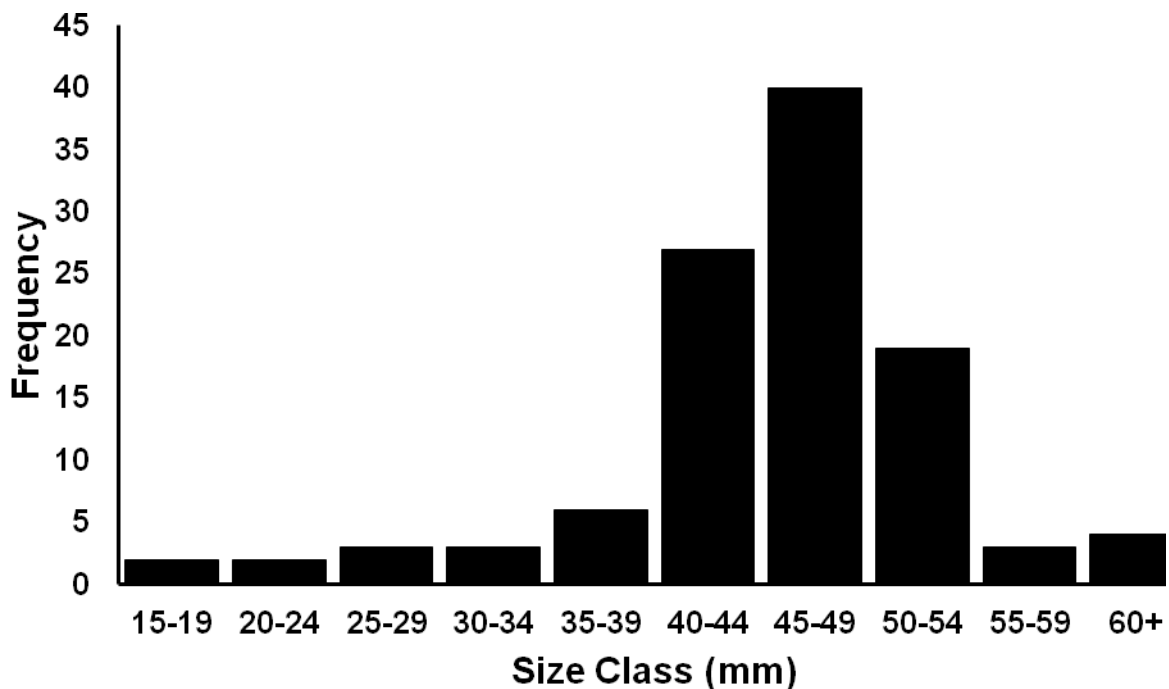
Frequency = Fréquence

Maximum Length = Longueur maximale

Figure 11. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Thames au cours des relevés de 2004-2005. Tiré de Morris et Edwards (2007).

## Rivière Trent

La rareté des données ne permet pas l'analyse des fluctuations et des tendances démographiques de la villeuse irisée dans le bassin versant de la rivière Trent. Les premiers relevés officiels, réalisés en 2013, ont démontré que les populations de villeuses irisées se maintiennent dans les ruisseaux et les affluents ainsi que dans une partie du tronçon principal, et ce, malgré l'établissement de dreissenidés dans ces zones. La densité d'un seul site du ruisseau Rawdon est estimée à 0,24 individu/m<sup>2</sup>, et la distribution par taille confirme également que l'espèce se reproduit activement dans ce bassin versant (figure 12). Le long de la rivière Trent, d'épaisses couches de coquilles de dreissenidés (couvrant approximativement 70 % du substrat) rendent difficile la détection d'unionidés dans certaines zones (J. Epp, comm. pers., 2014).



**Veillez voir la traduction française ci-dessous :**

Frequency = Fréquence

Size Class = Classe de taille

Figure 12. Distribution par taille des villeuses irisées prélevées dans le bassin versant de la rivière Trent en 2013 ( $n = 109$ ). Ministère des Pêches et des Océans du Canada et ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, données inédites.

Dans l'ensemble, la villeuse irisée semble se maintenir dans les bassins versants des rivières Maitland, Moira, Saugeen, Thames, Trent, Ausable et Sydenham, ainsi que dans le lac Sainte-Claire, bien qu'elle soit peut-être en déclin dans ces trois derniers cours d'eau. De nouveaux renseignements obtenus pour la rivière Grand montrent qu'il existe des populations dans les eaux d'amont. L'espèce, qui n'a jamais été une composante importante des communautés historiques de moules dans les rivières Détroit et Niagara et les lacs Ontario et Érié, ne s'y trouve plus. En l'absence de données quantitatives, les populations des rivières Bayfield et Salmon n'ont pu être évaluées, mais la présence répandue de villeuses irisées a été documentée dans ces systèmes.

### **Effet d'une immigration de source externe**

La villeuse irisée se rencontre dans quatre des États américains donnant sur les Grands Lacs (Michigan, New York, Ohio et Pennsylvanie), lesquels sont reliés aux voies navigables ontariennes par les lacs Ontario, Érié, Sainte-Claire et Huron. Le sauvetage des populations fluviales de villeuses irisées par une immigration naturelle des individus des États-Unis serait très peu probable. En effet, il est peu probable que les poissons-hôtes parasités par les glochidies de l'espèce puissent parcourir les grandes distances nécessaires pour traverser les eaux libres des Grands Lacs, puis remonter les cours d'eau jusqu'à l'habitat convenable de la villeuse irisée. Il existe toutefois une grande population de villeuses irisées dans les eaux américaines du delta du lac Sainte-Claire, qui est très proche d'une petite population canadienne. Le sauvetage de la population de villeuses irisées des eaux canadiennes du delta du lac Sainte-Claire par la population des eaux américaines est possible, compte tenu de leur proximité étroite, mais les deux populations ne semblent pas interagir pour le moment.

## **FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES**

### **Menaces**

Les deux principales menaces qui pèsent sur la villeuse irisée sont les espèces envahissantes (sous-populations de l'est) et la pollution (sous-populations du sud-ouest). Parmi les autres menaces figurent les modifications des systèmes naturels (y compris les barrages, les travaux de construction, les changements apportés au milieu physique par des espèces envahissantes), mais la gravité de ces activités demeure inconnue. Les menaces décrites dans le présent rapport sont celles qui ont fait l'objet d'une discussion dans l'Évaluation du potentiel de rétablissement de la villeuse irisée en 2011 (DFO, 2011) revue par des pairs ainsi que lors d'une téléconférence portant sur le calculateur des menaces le 19 mars 2015 (annexe 1). Selon une approche écosystémique, ces menaces peuvent interagir et influencer les unes sur les autres directement ou indirectement. Cependant, à l'heure actuelle, il est difficile de définir les chevauchements qui existent entre elles, et chaque menace sera donc examinée individuellement.



## Menaces à impact élevé

### Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques (8.1 Espèces exotiques [non indigène] envahissantes)

Les moules de la famille des Dreissenidés (moule zébrée et moule quagga) menacent gravement les unionidés indigènes. Ces espèces envahissantes entrent en compétition avec les moules indigènes pour le milieu physique et la nourriture et peuvent aussi s'attacher aux unionidés et les utiliser comme substrat, limitant ainsi les déplacements des unionidés, leur capacité d'enfouissement, leur alimentation, leur respiration et leur reproduction. Dans les zones hautement infestées, les dreissenidés forment des couches de coquilles vivantes et de vieilles coquilles sur le fond des cours d'eau et des lacs, étouffant ainsi en fait tous les animaux en dessous. Les biosalissures, les contraintes sur l'alimentation et l'élimination virtuelle des moules indigènes à la suite d'une invasion de dreissenidés sont bien documentées dans le sud de l'Ontario et l'ensemble de l'Amérique du Nord (Strayer, 2008).

Les dreissenidés se sont établis dans les cours d'eau fréquentés par la villeuse irisée, plus particulièrement dans l'est de l'Ontario et les Grands Lacs. Le cours inférieur de la rivière Trent est sujet à des invasions régulières de larves véligères (stade larvaire libre des dreissenidés) provenant de Percy's Reach, du lac Seymour et du lac Rice, en amont. Au cours des échantillonnages de 2013 effectués dans le bassin versant, des dreissenidés vivants ont été trouvés dans tous les sites du chenal principal, un individu vivant, dans le ruisseau Rawdon, et de vieilles coquilles, dans le ruisseau Cold (J. Epp, comm. pers., 2014). Les couches de coquilles de dreissenidés étaient si denses à certains sites du chenal principal que le fond de la rivière était non visible. Une villeuse irisée a été retrouvée au sommet d'un amoncellement de coquilles de moules zébrées (J. Epp, comm. pers., 2014). D'après les CPUE, le ruisseau Rawdon comprend le nombre le plus élevé de villeuses irisées dans ce système, et le maintien des dreissenidés dans cet affluent menacerait gravement la sous-population de la rivière Trent. Des sous-populations de dreissenidés ont aussi infesté la rivière Moira et proviennent probablement des lacs Moira et Stoco depuis 2006 (QC, 2008). Tous les sites échantillonnés dans la rivière Moira en 2014, sauf deux, étaient infestés, les sites les plus gravement touchés étant ceux de Stoco et de Rapids Road. Ces deux sites sont en aval et très proches des lacs Stoco et Moira, ce qui explique probablement la densité élevée de dreissenidés qui y est observée. Fait intéressant, le lac Stoco affiche les CPUE les plus élevées de villeuses irisées de la rivière, mais Rapids Road est l'un des 3 sites (18 au total) n'abritant aucun individu (coquilles ou individus vivants). Il n'y a aucune preuve de colonisation de la rivière Skootamatta par les dreissenidés. La rivière Salmon n'héberge aucune sous-population connue de dreissenidés dans le chenal principal, contrairement au bassin versant du lac Beaver, où la présence de ces moules envahissantes a été confirmée (F. Scheuler, données inédites) depuis 2006 (QC, 2008).

L'introduction et la propagation de la moule zébrée, espèce non indigène, a causé dans les zones colonisées des Grands Lacs des déclinés très marqués des moules d'eau douce indigènes (Schloesser *et al.*, 1998, 2006; Riveredge Associates, 2005). Près de 50 % des sites que la villeuse irisée était réputée habiter dans le passé sont maintenant infestés de dreissenidés. Ces organismes bioencrasseurs continuent de menacer la population de la zone du delta du lac Sainte-Claire, qui sert de refuge à de nombreuses espèces d'Unionidés. Metcalfe-Smith *et al.* (2004) ont signalé que les densités de la villeuse irisée ont diminué entre 2001 et 2003 et que cette tendance s'est maintenue jusqu'en 2011 (Pêches et Océans, données inédites). La villeuse irisée était l'espèce la plus infestée des 10 espèces d'unionidés prélevées dans l'île Squirrel et la baie Bass dans les eaux canadiennes du delta en 2004 (Metcalfe-Smith *et al.*, données inédites). De nouveaux relevés effectués dans le delta en 2011 indiquent que l'espèce ne vit plus dans les zones de la baie Pocket et qu'un seul site l'abrite encore dans la région de l'île Squirrel et de la baie Bass, mais son abondance y est faible. Des dreissenidés vivants ont été signalés à tous les sites échantillonnés; toutefois, aucun nouveau relevé n'a été effectué récemment dans la baie Johnston et la baie de Mitchell. En revanche, les sous-populations d'unionidés du côté américain du delta semblent stables, malgré l'infestation par les dreissenidés (Zanatta *et al.*, 2015), et les raisons expliquant cette situation demeurent inconnues.

Il est peu probable que les dreissenidés mettent en péril la sous-population ontarienne de villeuses irisées la plus importante, soit celle de la rivière Maitland, car ce cours d'eau n'est pas navigable et compte peu de zones de retenue d'eau susceptibles d'abriter une colonie permanente. De même, il n'existe aucune mention connue des dreissenidés dans les rivières Ausable, Bayfield, Saugeen ou Sydenham. Les réservoirs dont la durée de rétention dépasse les 20 à 30 jours permettent aux larves véligères des dreissenidés de se développer et de s'établir, après quoi ces populations peuvent coloniser les tronçons d'aval sur une base annuelle (Metcalfe-Smith *et al.* 2000). Par exemple, des dreissenidés sont déjà établis dans les réservoirs Fanshawe et Springbank dans les tronçons supérieurs de la Thames, et peuvent se rencontrer dans la rivière à la majorité des sites en aval de ces réservoirs (Morris et Edwards, 2007). Bien que leur abondance soit élevée dans les réservoirs, les dreissenidés n'ont pas atteint une densité élevée dans la partie aval de la rivière et coexistent avec la villeuse irisée depuis plus de 15 ans. La Grand est un autre cours d'eau fortement endigué, notamment par 34 barrages et déversoirs (Metcalfe-Smith *et al.*, 2000). L'établissement des dreissenidés dans les réservoirs des rivières Luther, Belwood, Guelph ou Conestogo pourrait avoir des impacts sur la population des eaux d'amont (Metcalfe-Smith *et al.*, 2000).

Des espèces de poissons envahissantes pourraient avoir des incidences négatives sur les sous-populations de villeuses irisées en perturbant leurs relations avec les poissons-hôtes. Des données récentes ont confirmé qu'il était possible que le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*) soit infesté par les glochidies de la villeuse irisée et qu'il agisse comme un puits de reproduction (Tremblay, 2012). En effet, bien qu'elles puissent se fixer à des gobies à taches noires, tant dans la nature qu'en laboratoire, les glochidies n'arrivent généralement pas à se transformer (Tremblay, 2012). D'autres études menées sur des poissons indigènes ont montré un déclin de l'abondance et l'absence de recrutement en présence du gobie à taches noires dans le bassin des Grands Lacs (Dubs et Corkum, 1996; Janssen et Jude, 2001). On ignore si cette espèce envahissante entre en concurrence avec les poissons-hôtes de la villeuse irisée, mais cette situation a été documentée dans des zones où vivent des sous-populations de villeuses irisées, y compris la rivière Grand (Poos *et al.*, 2010) et les cours inférieurs des rivières Sydenham, Ausable, Thames et Trent. En outre, il est possible que le gobie à taches noires se nourrisse d'unionidés juvéniles, bien qu'il n'existe aucune donnée révélant une prédation ciblant la villeuse irisée.

## **Menaces à impact moyen**

### Pollution (9.1 Eaux usées domestiques et urbaines; 9.2 Effluents industriels et militaires; 9.3 Effluents agricoles et sylvicoles)

La pollution aquatique a probablement des impacts plus importants sur les sous-populations de villeuses irisées du Sud-Ouest que sur celles de l'Est, en raison de l'intensité des activités agricoles et des agglomérations urbaines dans ces bassins versants. La pollution par les eaux usées domestiques et urbaines est souvent responsable de l'introduction de contaminants auxquels la villeuse irisée est particulièrement sensible, y compris l'ammoniac, le mercure, le chlore provenant des sels de voirie et les produits pharmaceutiques (**Gagné *et al.*, 2012; Gillis, 2012**). Les sources industrielles peuvent aussi comprendre des éléments toxiques comme l'arsenic et le cuivre (Jorge *et al.*, 2013). Les charges excessives en sédiments, en azote et en phosphore, principalement dues aux activités agricoles, peuvent représenter une menace directe pour la villeuse irisée (Mummert *et al.*, 2003). Bien qu'une diversité de substances soient jugées toxiques pour la villeuse irisée, l'espèce pourrait aussi être sensible à d'autres substances qui n'ont pas encore fait l'objet d'essais.

#### *9.1 Eaux usées domestiques et urbaines*

##### Ammoniac et mercure

De tous les organismes aquatiques, les moules d'eau douce font partie des plus sensibles aux contaminants environnementaux, et il est de plus en plus évident que la villeuse irisée est particulièrement sensible à l'ammoniac. Goudreau *et al.* (1993), par exemple, ont rapporté que les glochidies de la villeuse irisée étaient plus sensibles à l'ammoniac (concentration létale à 50 % [CL<sub>50</sub>] sur 24 h = 0,284 mg/L) et à la monochloramine (CL<sub>50</sub> sur 24 h = 0,084 mg/L) que de nombreuses autres espèces

d'invertébrés, y compris d'autres mollusques. De même, Mummert *et al.* (2003) ont constaté que les villeuses irisées et les lamsiles fasciolées (*Lampsilis fasciola*) juvéniles figuraient parmi les organismes aquatiques les plus sensibles à l'ammoniac non ionisé, la villeuse irisée y étant plus sensible que la lamsile fasciolée (CL<sub>50</sub> sur 96 h = 0,11 mg/L et 0,26 mg/L NH<sub>3</sub>-N, respectivement). D'après les concentrations d'ammoniac non ionisé dans le milieu aquatique, il est possible que ce contaminant limite la répartition de la villeuse irisée et d'autres moules dans certains réseaux fluviaux (Mummert *et al.*, 2003). Les moules juvéniles demeurent enfouies dans les sédiments pendant les premières années de leur vie, période pendant laquelle elles se nourrissent alors exclusivement de particules tirées de l'eau interstitielle. Ce comportement risque d'accroître leur exposition à l'ammoniac puisque ce contaminant provient de la décomposition de la matière organique dans les sédiments en l'absence d'oxygène dissous. Cette situation pourrait être exacerbée par l'augmentation de la température et du pH de l'eau, laquelle entraîne naturellement la hausse des quantités d'ammoniac non ionisé. La production d'ammoniac augmente aussi quand les quantités de limon et d'argile sont accrues, car la compacité de ces derniers favorise la réduction des concentrations d'oxygène dans l'eau interstitielle. Par conséquent, les apports de matière organique découlant de l'activité humaine, la pollution organique et les nutriments pourraient influencer sur les concentrations d'ammoniac (voir Strayer, 2008).

Une étude a révélé que la toxicité du mercure est aiguë et chronique pour la villeuse irisée aux stades vitaux des juvéniles et des glochidies. Valenti *et al.* (2005) ont montré au moyen d'expériences en laboratoire que les glochidies réagissent davantage à une exposition aiguë au mercure que les juvéniles (CL<sub>50</sub> sur 72 h = 14 mg/L et 114 mg hg/L, respectivement). Une exposition chronique a entraîné des effets sublétaux, notamment un retard de la croissance chez les juvéniles exposés à des concentrations aussi faibles que 8 mg/L pendant 21 jours. On sait très peu de choses sur les concentrations de mercure dans les bassins versants où vit la villeuse irisée. Les rejets de mercure découleraient vraisemblablement de la lixiviation provenant de sites d'enfouissement (piles et lampes fluorescentes qui sont jetées de façon inappropriée, par exemple) ou de l'utilisation passée de pesticides aujourd'hui interdits.

#### Sels de voirie

La sensibilité aiguë à des concentrations de chlorures de sodium est la plus souvent apparente aux premiers stades du cycle vital des unionidés. Gillis (2011) est une pionnière dans ce domaine de recherche en montrant que le chlorure provenant des sels de voirie constituait une menace croissante pour les glochidies de la lamsile fasciolée. Elle signale que les concentrations dans les eaux de surface dépassent 1 300 mg/L à l'intérieur de l'aire de répartition de l'espèce et qu'elles sont jugées toxiques pour les juvéniles. Comme l'aire de répartition de la villeuse irisée chevauche celle de la lamsile fasciolée, la villeuse irisée est donc aussi touchée par des apports excessifs et chroniques de chlorures. Les glochidies et les juvéniles de la villeuse irisée ont une CL<sub>50</sub> sur 24-96 h variant de 1 660 à 2 300 mg NaCl/L et des concentrations sans effet observé (CSEO) variant de 500 à 2 000 mg NaCl/L (Pandolfo *et al.*, 2012). Les *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique* ont été établies à 120 mg/L de chlorures

(CCME, 2011); toutefois, dans certains cas, les concentrations dépassent largement cette norme, ce qui limite la protection des espèces en péril. Récemment, l'Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield a signalé des concentrations de chlorures de près de 250 mg/L (ABCA, 2013b). Des données sur le bassin versant de la rivière Saugeen (y compris la rivière Teeswater) indiquent des concentrations de chlorures variant de 1,0 à 14 mg/L (SVCA, 2013a, b). De plus, Todd et Kaltenecker (2012) ont démontré que les concentrations de fond de chlorures augmentent dans l'habitat des moules partout dans le sud de l'Ontario (96 % des 24 stations de suivi) et croient que cette hausse aura des effets sur le recrutement des espèces de moules en péril à l'avenir. Cette situation est différente de celle de l'est de la province, où les concentrations de chlorures se stabilisent (QC, 2008). Les bassins versants des rivières Moira et Salmon affichent des concentrations moyennes d'environ 7 et 9 mg/L, respectivement, mais elles peuvent atteindre 138 mg/L à l'échelle locale (QC, 2008). L'eau dure (typique du sud l'Ontario) est un tampon naturel contre la rétention des chlorures, mais uniquement à un degré limité (Gillis, 2011).

### Rejet des eaux usées

Le rejet des eaux usées est fondamentalement associé à des charges d'ammoniac, de métaux lourds, d'azote et de phosphore, mais des données récentes indiquent que la pollution par les eaux usées entraîne aussi le rejet de perturbateurs endocriniens, dont des produits pharmaceutiques pour usage humain, des pesticides organochlorés et des sous-produits de peinture, qui peuvent, même en petites quantités, avoir des effets tels que la féminisation des organismes aquatiques et la perturbation de la physiologie des gonades (Strayer, 2008). Gagné *et al.* (2011) ont établi que les moules en aval du point de rejet d'un effluent municipal avaient deux fois et demie plus de femelles que de mâles, et que les mâles présentaient des protéines associées à la production d'œufs normalement propres aux femelles. Toutefois, les effets ne se limitent pas aux moules, et les poissons-hôtes pourraient aussi être touchés. L'ajout expérimental de perturbateurs endocriniens à des concentrations détectables dans l'environnement a eu un effet si marqué sur la reproduction de la tête-de-boule (*Pimephales promelas*) que la population entière a disparu du lac (Kidd *et al.*, 2007), tandis que d'autres expériences menées par Tetreault *et al.* (2011) et par Tanna (2012) ont révélé la féminisation et la présence de caractéristiques intersexuelles (diminution du taux de testostérone et détection d'ovocytes femelles dans les tissus testiculaires des mâles) chez les poissons de la rivière Grand (dont les hôtes de villeuse irisée, comme le dard vert et le dard arc-en-ciel). Parmi les autres contaminants, on compte les acides perfluoralkylés, qu'on ajoute aux articles ménagers et aux tissus pour leur donner des propriétés hydrofuges. Ces produits sont détectables (à des concentrations de 2 200 µg/L dans les voies navigables du sud de l'Ontario) (Moody *et al.*, 2001; Oakes *et al.*, 2010), et il a été démontré qu'ils exercent des effets sur la durée de vie des glochidies et leur probabilité de métamorphose (Hazelton *et al.*, 2012). Bien que l'on sache que la pollution aquatique passée influe généralement négativement sur la reproduction et la répartition des unionidés, cet ensemble de renseignements demeure incomplet, et il est nécessaire de recueillir de nouvelles données au sujet des impacts précis sur la répartition et l'abondance des unionidés.

Selon Mackie (1996), la majorité des dommages infligés aux communautés de moules d'eau douce découlaient d'une piètre gestion des eaux usées, plus particulièrement dans la rivière Grand. Des études menées par Gillis (2012) et par Gillis *et al.* 2014 ont confirmé que la sous-population de la rivière Grand subit une exposition chronique à un éventail de contaminants, dont l'ammoniac, des chlorures et des métaux comme le cuivre, le plomb et le zinc. De plus, les chercheurs ont découvert une « zone morte » immédiatement en aval du point de rejet des effluents d'une station de traitement des eaux usées, où aucune moule n'a été détectée sur plusieurs kilomètres (P. Gillis, données inédites). Les stations de traitement des eaux usées sont généralement nombreuses le long des cours d'eau du sud de l'Ontario : par exemple, la Grand en compte 29, et la Thames, 22. Les stations de traitement municipales sont moins nombreuses dans l'est de l'Ontario (par exemple, on en compte trois le long de la Moira, soit à Belleville, Tweed et Madoc), car la moitié de la population du bassin versant dépend de fosses septiques privées ou communautaires, plus particulièrement dans les zones rurales (QC, 2008). Dans la rivière Trent, la villeuse irisée subit les effets des effluents de plus de 50 stations de traitement des eaux usées; toutefois, on en compte seulement 9 dans le voisinage des populations actuelles.

## *9.2 Effluents industriels et militaires*

### Arsenic et cuivre

L'exploitation minière et l'extraction d'agrégats sont au centre des activités de développement dans l'est de l'Ontario, qui jouit d'une incroyable richesse de formations minérales. Ces activités ont des effets marqués sur la rivière Moira, où la mine d'or du village de Deloro pollue les eaux depuis 150 ans (voir QC, 2008). Les deux plus grandes préoccupations entourant la villeuse irisée sont la lixiviation de l'arsenic (sous-produit de la fusion des minerais de cuivre, d'or et d'argent) et la lixiviation du cuivre affiné provenant du site, mais les déchets radioactifs (uranium utilisé dans le processus d'extraction) et le cobalt s'écoulant des sols contaminés inquiètent aussi (QC, 2008). On ne dispose pas d'information précise sur la toxicité de l'arsenic pour la villeuse irisée; toutefois, une étude menée peu après l'abandon du site en 1961 a montré des déclin sans précédent chez des moules et d'autres organismes aquatiques, quelques kilomètres en aval de la mine (Owen et Galloway, 1969). À l'heure actuelle, la villeuse irisée vit à 20 à 30 km en aval de la mine Deloro, mais on ignore si cette situation découle de la contamination ou de leur présence naturelle. En 1979, le ministère de l'Environnement de l'Ontario a entrepris l'assainissement du site, lequel se poursuit toujours. Malgré une réduction de 80 % de la contamination à la suite de ces mesures, les concentrations élevées d'arsenic continuent d'être une source de préoccupation pour la rivière, car cet élément a tendance à se lier aux sédiments et à être rejeté sous l'effet de perturbations, et continue d'être lessivé. En aval, les concentrations vont de 0,1 à 8,2 mg/L, et un règlement interdit de draguer la rivière Moira dans sa partie en aval du village de Deloro (QC, 2008). En comparaison, dans les bassins versants voisins, les concentrations d'arsenic naturellement présentes sont d'environ 0,001 mg/L en moyenne.

Les unionidés sont aussi particulièrement sensibles aux concentrations de cuivre, car, comme dans le cas de l'arsenic, les formes ionisées tendent à s'accumuler dans l'eau interstitielle du milieu benthique de la rivière (Strayer, 2008). Tandis que le carbone organique dissous (COD) peut jouer un rôle de tampon naturel contre la biodisponibilité du cuivre, les systèmes naturellement sans apports élevés de COD ou sans eau dure offrent peu de protection aux moules d'eau douce (Gillis *et al.*, 2008, 2010). La villeuse irisée, plus sensible au cuivre que les autres invertébrés aquatiques (sur les plans de la croissance et de la reproduction), a une  $CL_{50}$  sur 4 j de 15 mg/L quand les teneurs en COD sont faibles (COD/L = 0,5 mg; Wang *et al.*, 2011). Alors que la concentration de cuivre biodisponible dans les rivières du sud de l'Ontario est généralement faible, compte tenu de la protection conférée par les teneurs élevées en COD, le cuivre peut aussi être rejeté en concentrations très élevées dans les effluents miniers et les eaux usées. Les concentrations moyennes des rivières Moira et Salmon (0,002 mg/L; QC, 2008) et celles de la rivière Thames dépassent les seuils prescrits par les recommandations fédérales (0,005 mg/L) dans tous les sous-bassins (Metcalf-Smith *et al.*, 2000; Morris *et al.*, 2008).

### Pipelines et déversement d'hydrocarbures

On s'inquiète de plus en plus des fuites d'hydrocarbures des pipelines dans le sud de l'Ontario, qui pourraient présenter un risque particulier pour les espèces en péril dans cette région. La récente approbation d'inverser la ligne 9 contribue particulièrement à cette inquiétude. La ligne 9 est un pipeline construit dans les années 1960, qui s'étend sur 700 km de Sarnia à Montréal et passe par certaines des régions les plus peuplées du sud de l'Ontario. Doté d'une capacité de 240 000 barils par jour, ce pipeline alimente les raffineries du Québec et de l'Ontario, principalement en pétrole brut léger, mais on propose de l'utiliser pour transporter des bruts lourds, y compris le bitume dilué. Le pipeline s'écoule actuellement vers l'ouest, mais l'inversion ramènerait le flux comme il était à l'origine, avant 1998, c'est-à-dire en direction est. On s'inquiète du risque de fuites associé au vieillissement des infrastructures; toutefois, aucune fuite ne s'est produite à partir de ce pipeline à ce jour (voir Enbridge, 2015). Néanmoins, si un déversement se produisait, il pourrait, selon le lieu, avoir des incidences négatives sur les rivières Ausable, Thames ou Grand dans le sud-ouest, et sur les tronçons inférieurs des rivières Trent, Moira ou Salmon, dans l'est, dans les zones à proximité et en amont des sous-populations de villeuses irisées. Des bris de pipeline transportant du bitume dilué aux États-Unis ont eu des conséquences dévastatrices et onéreuses (p. ex. la rivière Kalamazoo, au Michigan), notamment le dragage et l'extraction de sédiments dans des zones où vit la villeuse irisée (Sherman Mulcrone et Mehne, 2001; EPA, 2015).

Une deuxième source de déversement potentielle proviendrait des wagons porte-rails transportant du pétrole et d'autres matières potentiellement dangereuses. Les passages à niveau recoupant des cours d'eau sont communs dans le sud de l'Ontario, bien que ceux utilisés principalement pour le transport du pétrole soient peu connus.

### 9.3 Effluents agricoles et sylvicoles

#### Érosion

Les facteurs de stress anthropiques découlant de sources urbaines et agricoles, comme la turbidité et la charge en sédiments élevées, sont des problèmes potentiels dans le sud de l'Ontario, là où se trouve la villeuse irisée. Les concentrations élevées de particules de limon et de sable entraînées sont problématiques, car elles obstruent les siphons, les branchies et le tube digestif des moules, lorsque leurs valves sont entrouvertes. Bien que les moules possèdent un système de tri inné par lequel leurs organes (palpes labiaux) éliminent les particules organiques avant leur entrée dans le tube digestif (en les retenant à l'extérieur du siphon inhalant en tant que pseudofèces), les structures servant à l'alimentation peuvent être saturées, incitant les moules à fermer leurs valves et à interrompre la filtration jusqu'à ce que les conditions s'améliorent (Wildish et Kristmanson, 1997; Cummings et Graf, 2010). La fermeture prolongée des valves pourrait compromettre l'alimentation, les déplacements et les comportements de reproduction (comme l'utilisation d'un leurre en vue de la libération des glochidies). Les gros galets peuvent aussi causer des problèmes lorsqu'ils se logent entre les valves et empêchent leur fermeture (J. Vanden Byllaardt, obs. pers.).

Les pratiques agricoles intensives ont contribué à l'érosion et à l'envasement de nombreux radiers de sable et de gravier dans les cours d'eau habités par la villeuse irisée. Le drainage par canalisations souterraines, l'accès du bétail aux cours d'eau ainsi que la réduction ou la destruction des bandes tampons de végétation riveraine ont tous contribué à ce problème. Dans l'aire de répartition de la villeuse irisée, le bassin versant où le pourcentage d'activités agricoles est le plus élevé est celui de la rivière Ausable (85 %), suivi des bassins de la Sydenham (81 %), de la Saugeen (76 %), de la Grand (75 %) et de la Thames (75 % pour le cours supérieur) (voir **Tendances en matière d'habitat**). Les données n'étaient pas disponibles pour les rivières Maitland, Moira et Trent, mais, par contraste, ces cours d'eau possèdent un couvert forestier plus vaste que la moyenne. L'effectif de la villeuse irisée semble coïncider avec un couvert forestier étendu dans de nombreux systèmes (voir **Tendances en matière d'habitat**). Plus précisément, les bassins versants des rivières Maitland et Trent, qui abritent respectivement la première et la troisième sous-population en importance, présentent un couvert forestier élevé (35 et 26,95 %, respectivement). De même, les rivières Moira et Salmon semblent présenter de nombreuses villeuses irisées d'après les CPUE, et leurs berges sont aussi densément boisées (59 %). Cette tendance s'observe dans plusieurs autres zones, dont le ruisseau Rawdon et la rivière Teeswater (zones boisées de 50 et de 29 %, respectivement), et c'est dans leur bassin versant qu'on retrouve les zones les plus peuplées. Les grandes installations de drainage par canalisations souterraines, l'épandage de fumier liquide et l'augmentation des cultures en rangs ont entraîné une hausse marquée de la turbidité dans tous les bassins versants, mais surtout dans le tronçon nord de la Sydenham et le cours inférieur de la Thames. La concentration des solides en suspension atteint 900 mg/mL, teneur qui serait néfaste pour les communautés de moules si elle se maintenait au fil du temps (Bouvier et Morris, 2011). Les rivières les plus protégées contre les effets de l'agriculture semblent se trouver dans l'est en Ontario, où le Bouclier canadien limite les



activités agricoles et où les cours d'eau ont un pourcentage élevé de bandes riveraines boisées (jusqu'à 62 %; QC, 2013). L'administration du territoire de la Première Nation de Walpole Island assure la protection de la sous-population de villeuses irisées du lac Sainte-Claire contre la dégradation des terres voisines.

## Phosphores et azote

Le phosphore total ainsi que les nitrates et les nitrites n'ont pas un effet toxique direct sur les moules, mais il est bien établi qu'une charge excessive en nutriments favorise l'eutrophisation des plans d'eau, qui crée des conditions anoxiques et entraîne le rejet potentiel de toxines algales et, par le fait même, la mortalité des moules (Augsberger *et al.*, 2003). Le phosphore est souvent un nutriment limitatif. Le gouvernement provincial de l'Ontario considère que les cours d'eau dont les concentrations de phosphore total dépassent 0,03 mg/L (dans le cas des lacs, le seuil est de > 0,02 mg/L), tout comme ceux dont les concentrations de nitrates excèdent 0,10 mg/L, sont eutrophes (PWQO, 2015). Les pratiques agricoles ont le double effet d'accroître la turbidité et d'augmenter les charges en nutriments. En Ontario, ces hausses sont principalement dues au drainage par canalisations souterraines et à l'épandage d'engrais et de fumier liquide. Des données existent pour 3 bassins versants au sujet du pourcentage du drainage par canalisations souterraines, le plus élevé étant celui de la rivière Ausable (70 %), suivi de ceux des rivières Sydenham et Thames (60 % et 56 %, respectivement); voir **Tendances en matière d'habitat**).

Il existe des quantités variables de données sur le phosphore total, les nitrates et les nitrites pour les bassins versants, mais les rivières Ausable, Thames et Sydenham ainsi que la région du delta du lac Sainte-Claire semblent être dans le pire état. Les bassins versants des rivières Ausable et Sydenham présentent des concentrations 7 fois plus élevées que les seuils recommandés pour le phosphore (jusqu'à 0,22 mg/L; ABCA, 2013b; SCRCA, 2013). Les eaux du cours supérieur de la Thames sont de piètre qualité, et les charges en phosphore et en azote comptent parmi les plus élevées du bassin des Grands Lacs (Bouvier et Morris, 2011), bien que les zones fréquentées par la villeuse irisée présentent des conditions légèrement plus favorables (rivière Middle Thames, ruisseaux Fish, Black et Otter; UTRCA, 2012). Les concentrations de phosphore dans le bassin du lac Sainte-Claire sont de 0,13 mg/L en moyenne, ce qui fait de ce lac un lac eutrophe. Par comparaison, l'apport en phosphore dans les bassins versants des rivières Maitland et Saugeen semble être plus faible (de 0,0163 à 0,03 mg/L), et les concentrations de nitrites et de nitrates sont nettement inférieures à la norme de 0,10 mg/L (MVCA, 2013; SVCA, 2013a, b), ce qui donne à penser que la menace associée à la charge en nutriments n'est pas aussi élevée pour la plus grande sous-population canadienne de villeuses irisées. Les informations sur les sous-populations de l'est de l'Ontario sont floues, mais des rapports indiquent que la qualité des eaux de surface du bassin versant de la Trent est bonne et que les meilleures cotes sont attribuées aux ruisseaux Percy et Burnley (LTRCA, 2013). La qualité des eaux de surface est excellente dans le tiers nord du bassin versant de la baie de Quinte, mais son état est seulement « passable » dans le cours inférieur, plus particulièrement à proximité des zones urbanisées (QC, 2013). Les concentrations estimées de phosphore de la rivière Salmon vont de 0,01 à 0,03 mg/L, et celles de la rivière Moira s'élèvent à 0,06 mg/L (QC, 2008).

## Menaces de gravité inconnue

### Modifications des systèmes naturels (7.2 Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages; 7.3 Autres modifications de l'écosystème)

#### *7.2 Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages*

L'aménagement de barrages peut altérer les débits, éroder le lit des portions aval des cours d'eau (affouillement), augmenter la turbidité et la température, et entraîner une séparation physique entre les moules et leurs hôtes. La gravité de ces effets est inconnue, car on sait peu de choses sur la façon dont les unionidés réagissent à ces activités. De plus, on ignore la portée réelle des impacts. L'empreinte spatiale des barrages peut être importante, mais, une fois de plus, les effets sont mal connus. Les unionidés ont souvent des besoins propres à chaque espèce en matière de débit, qui sont déterminés principalement par leur habitat naturel (Vanden Byllaardt et Ackerman, 2014). Les perturbations du régime d'écoulement d'origine pourraient avoir des effets négatifs sur les populations, et ce, particulièrement quand elles sont extrêmes. Dans des conditions non naturelles, des débits faibles empêchent le réapprovisionnement en aliments, réduisent les concentrations d'oxygène et contribuent à l'augmentation des températures et au dessèchement, tandis que des débits élevés pourraient contribuer à déloger les moules, à empêcher l'établissement des larves, à accroître la turbidité ou à obliger les moules à dépenser plus d'énergie pour s'enfouir. Les moules d'eau douce sont sensibles aux modifications du régime d'écoulement; ce constat est confirmé par la disparition de populations entières après la construction de barrages (Theler, 1987; Layzer *et al.*, 1993). Les besoins particuliers en matière de débit et la tolérance à la turbidité de la villeuse irisée sont inconnus, mais l'on sait que l'espèce se trouve souvent dans des radiers, où les eaux sont vives. Les moules préfèrent généralement les eaux peu profondes (10-20 cm; Metcalfe-Smith *et al.*, 2007), et leur croissance a été associée à l'évolution du débit annuel moyen (Rypel *et al.*, 2008). Tant les réservoirs que les ouvrages de retenue modifient l'écoulement en aval et les profils de température et favorisent l'établissement des dreissenidés (voir Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques). Qui plus est, les ouvrages de retenue agissent comme une barrière physique entre l'espèce et les poissons-hôtes. En outre, la perturbation du lit des cours d'eau par des activités de dragage et d'aménagement pourrait entraîner une perte directe d'habitat physique et l'envasement, ainsi que l'accroissement de la turbidité des eaux ambiantes et en aval.

Les barrages ne sont pas très nombreux dans les rivières Maitland et Sydenham, mais ils le sont dans les rivières Trent, Moira, Grand et Thames. Par exemple, le cours supérieur de la Thames comprend une multitude d'ouvrages de régularisation des eaux, qui totalisent plus 170 barrages et déversoirs. Il existe 21 barrages le long de la rivière Ausable, dont 2 sont assez grands pour créer de petits réservoirs abritant des sous-populations de villeuses irisées, près d'Exeter. Vingt-et-un barrages ont été construits dans la rivière Saugeen, et 14, dans la Teeswater. La rivière Trent est probablement celle où les altérations du débit sont les plus importantes en raison d'un réseau d'écluses à grande échelle. Les rivières Bayfield, Ausable, Salmon, Moira et Thames sont sujettes à un

nombre considérablement plus élevé de crues éclair et subissent souvent des inondations, dont l'impact est inconnu.

### 7.3 Autres modifications de l'écosystème

Non seulement les espèces envahissantes entrent en concurrence avec les moules indigènes pour les ressources, mais elles tendent aussi à transformer leur habitat de façon sous-optimale. Par exemple, les dreissenidés asphyxient d'autres organismes en formant des couches de coquilles sur fond des lacs et des cours d'eau. Ce phénomène était particulièrement évident dans la rivière Trent : dans certains cas, les sites de la villeuse irisée étaient complètement couverts de coquilles et l'on ne voyait plus le fond de la rivière (J. Ep., comm. pers., 2014). Les dreissenidés sont aussi présents dans les rivières Thames et Moira, ainsi que dans le lac Sainte-Claire, mais ils n'y sont pas aussi répandus. Enfin, l'enlèvement de la végétation riveraine peut faire augmenter la température de l'eau en réduisant l'ombrage. La destruction des chicots dans les sections navigables des cours d'eau aussi des préoccupations pour l'habitat de la villeuse irisée.

## Facteurs limitatifs

### Poissons-hôtes

Les facteurs naturels les plus importants régulant la répartition et la taille des populations de moules sont la répartition et la taille de leurs poissons-hôtes. Les unionidés ne peuvent compléter leur cycle vital en l'absence de l'hôte approprié de leurs glochidies. Si les populations de poissons-hôtes disparaissent ou diminuent en deçà du seuil de viabilité des populations de moules (p. ex. à cause de la pollution anthropique; voir **Tendances en matière d'habitat**), le recrutement ne sera plus assuré, et certaines espèces de moules pourraient disparaître (Bogan, 1993). Comme il a été mentionné précédemment (voir section **Cycle vital et reproduction**), plusieurs espèces de poissons réputées être des hôtes des glochidies de la villeuse irisée étant communes dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce au Canada, l'accès à des hôtes ne constitue pas à l'heure actuelle un facteur limitatif important pour cette espèce en Ontario.

## Prédation

On sait que divers poissons et mammifères se nourrissent de moules d'eau douce (Fuller, 1974). La prédation par le rat musqué, en particulier, peut être un facteur limitatif pour certaines espèces de moules, surtout dans les régions urbanisées. Hanson *et al.* (1989), tout comme Tyrrell et Hornbach (1998), ont montré que les rats musqués sont sélectifs dans leur quête de nourriture, tant pour ce qui est de l'espèce que de la taille de leurs proies, et qu'ils peuvent donc avoir un effet important à la fois sur la structure par taille et la composition spécifique des communautés de moules. Plusieurs études ont été menées sur la prédation du rat musqué sur les mulettes (Neves et Odum, 1989; Watters, 1993-1994; Tyrrell et Hornbach, 1998), mais aucune n'a permis de détecter la présence de coquilles de la villeuse irisée dans les huttes de rat musqué, ce qui porte à croire que cette moule n'est pas recherchée par ce prédateur. Le raton laveur est un autre prédateur potentiel. Bien que

les rédacteurs du présent rapport ne soient au courant de l'existence d'aucune étude sur la prédation exercée par le raton laveur, ils ont vu dans la nature des ratons laveurs se nourrir de moules; il est donc nécessaire d'étudier les effets de la prédation du raton laveur sur les moules d'eau douce en Ontario, plus particulièrement dans les zones urbanisées où sa population a augmenté.

### **Nombre de localités**

Le nombre de localités a été déterminé en sélectionnant les menaces les plus graves et les plus plausibles ayant des incidences sur la répartition de l'espèce. Dans les cas où plus de deux menaces principales étaient présentes, le nombre de localités était fondé sur la menace associée au nombre de localités le plus faible. Lorsqu'on considère uniquement les espèces envahissantes, les dreissenidés représentent la principale menace pour les populations de l'est (rivières Moira, Salmon et Trent) et du delta de la rivière Sainte-Claire, tandis que le gobie à taches noires est la principale espèce envahissante qui menace les sous-populations des bassins versants du sud-ouest (rivières Ausable-Bayfield, Grand, Maitland et Maitland Sud, Teeswater, Thames Nord, Thames Sud et Middle Thames, Saugeen et Sydenham) mais non celles des bassins versants de l'est (rivières Moira, Salmon et Trent). Par comparaison, les menaces associées aux activités agricoles et urbaines sont les plus importantes pour les bassins versants du sud-ouest, mais leurs effets sont moindres sur les bassins de l'est. Lorsqu'on considère l'impact élevé des espèces envahissantes (dreissenidés et gobie à taches noires) et de la pollution aquatique (découlant de la combinaison de la charge en sédiments et en nutriments et des contaminants associés au développement urbain), on obtient 14 localités : 1) rivière Salmon; 2) rivière Moira; 3) rivière Trent, 4) rivière Grand; 5) Thames Nord (y compris les ruisseaux Fish et Medway); 6) Thames Sud et Middle Thames; 7) rivière Ausable; 8) rivière Sydenham; 9) rivière Bayfield; 10) rivière Teeswater; 11) rivière Saugeen; 12) rivière Maitland Sud; 13) rivière Maitland; 14) delta de la rivière Sainte-Claire.

## **PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS**

### **Statuts et protection juridiques**

La villeuse irisée a été désignée espèce en voie de disparition par le COSEPAC en 2006 et inscrite à titre d'espèce en voie de disparition sur la liste de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en 2013. Elle a été désignée espèce menacée en vertu de la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* (LEVD) de l'Ontario en 2007. Les deux lois confèrent une protection juridique à la villeuse irisée en interdisant de nuire directement aux animaux ou de perturber leur habitat de façon importante. Des modifications apportées à la *Loi sur les pêches* en 2012 ont éliminé la protection conférée aux moules d'eau douce. Toutefois, certains poissons-hôtes de la villeuse irisée sont protégés, car plusieurs espèces contribuent aux pêches récréatives (achigan à grande bouche, perchaude, crapet de roche, crapet vert et achigan à petite bouche) ou soutiennent une telle pêche (chabot tacheté, dard vert et dard arc-en-ciel). Tous ces hôtes sont protégés contre les dommages sérieux, définis comme la mort ou la perturbation, et contre la destruction permanente de l'habitat,

conformément au paragraphe 35(1) de la *Loi sur les pêches* (D. Ming, comm. pers., 2015). De plus, le paragraphe 36(3) de la *Loi sur les pêches* interdit le rejet de substances nocives (y compris les sédiments) dans tout cours d'eau fréquenté par ces poissons-hôtes. Le programme de rétablissement visant la villeuse irisée en cours d'élaboration désigne l'habitat essentiel et les principales mesures à mettre en œuvre. À l'heure actuelle, l'espèce n'est pas inscrite sur la liste de l'*Endangered Species Act* des États-Unis, et il n'y a aucune proposition de l'y inscrire. La villeuse irisée est désignée espèce en voie de disparition (*endangered*) en Illinois et au Wisconsin (Cummings et Mayer, 1992) et espèce préoccupante (*special concern*) au Michigan (Badra et Goforth, 2003) et en Caroline du Nord (Bogan, 2002), et elle fait l'objet d'une proposition de désignation en tant qu'espèce en voie de disparition (*endangered*) en Pennsylvanie (Crabtree, comm. pers., 2004); par conséquent, l'espèce bénéficie d'une certaine protection dans ces États.

### **Statut et classements non juridiques**

La villeuse irisée s'est vu attribuer la cote N2N3 au Canada (vulnérable – en péril à l'échelle nationale) et la cote S2S3 en Ontario, seule province où l'espèce se rencontre (NatureServe, 2014). À l'échelle nationale, la situation générale des moules d'eau douce au Canada a été mise à jour en 2010 (CESCC, 2011), et la villeuse irisée a obtenu la cote 1 (en péril) à l'échelle nationale et en Ontario. À l'échelle mondiale, l'espèce est cotée G5, ce qui signifie qu'elle est manifestement répandue, abondante et non en péril. Généralement, l'espèce est aussi considérée comme non en péril aux États-Unis (N5). Selon NatureServe (2014), les cotes actuelles attribuées à la villeuse irisée dans les États sont les suivantes : Alabama (S3), Arkansas (S2S3), Illinois (S1), Indiana (S3), Kentucky (S4S5), Michigan (S2S3), Missouri (S4), New York (S2S3), Caroline du Nord (S1), Dakota du Nord (SNR), Ohio (S5), Oklahoma (S1), Pennsylvanie (S1), Tennessee (S5), Virginie (S4), Virginie-Occidentale (S2) et Wisconsin (S1). L'espèce ne figure pas sur la Liste rouge des espèces en péril de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature).

Une partie de la population de villeuses irisées du lac Sainte-Claire se trouve sur le territoire de la Première Nation de Walpole Island. Il faut se munir d'un permis spécial pour accéder aux terres et aux eaux de la Première Nation, ce qui restreint les perturbations anthropiques dans la région. La Première Nation a récemment rédigé l'ébauche de programme de rétablissement de l'île Walpole, qui vise à conserver et à restaurer les écosystèmes du territoire de l'île d'une manière conforme à l'énoncé de politique environnementale de la Première Nation de Walpole Island et propre à offrir des possibilités de développement culturel et économique et à assurer la protection des espèces en péril (Bowles, 2004).

### **Protection et propriété de l'habitat**

Les terres bordant les tronçons des rivières Sydenham, Thames, Ausable, Maitland, Grand et Saugeen qu'occupe actuellement la villeuse irisée sont surtout de propriété privée et à vocation agricole. Seulement deux petites propriétés du bassin de la Sydenham, soit l'aire de conservation Shetland (7 ha) et la forêt du canton de Mosa (20 ha), sont de propriété publique et profitent d'une certaine protection (Andreae, comm. pers., 1998).

Dans le bassin de la Thames, 21 zones naturelles, qui totalisent 6 200 ha, se trouvent pour la plupart dans des tronçons du cours supérieur abritant la villeuse irisée (Thames River Background Study Research Team, 1998). Quatre réserves de Premières Nations occupent plus de 6 700 ha de terres le long d'environ 45 km de rivière en aval de London, mais la villeuse irisée n'y a jamais été observée. L'Office de protection de la nature d'Ausable-Bayfield est propriétaire d'un certain nombre de terres, qui couvrent au total 1 830 ha dans tout le bassin (Snell and Cecile Environmental Research, 1995). L'Office de protection de la nature de Maitland Valley est propriétaire de 28 aires de conservation, qui couvrent 1 750 ha, mais ces aires ne représentent qu'environ 0,5 % des terres du bassin de la Maitland (Kenny, comm. pers., 2005). Moins de 3 % des terres du bassin de la Grand sont publiques (GRCA, 1998). Il y existe 11 aires de conservation, dont l'une (la gorge d'Elora) est à quelque 10 km en amont du tronçon occupé par la villeuse irisée. L'Office de protection de la nature de la vallée de la Saugeen possède plus de 8 498 ha d'aires de conservation et de terres, qui sont composées de complexes de milieux humides, de forêts aménagées et de parcs récréatifs (Nicol, comm. pers., 2005). On doit souligner que des programmes de rétablissement et des plans d'action ont été élaborés ou mis en œuvre pour les écosystèmes aquatiques des rivières Sydenham, Thames et Ausable dans le but de protéger et de rétablir des espèces aquatiques ou semi-aquatiques en péril, dont des poissons, des moules, des tortues et des serpents (Dextrase *et al.*, 2003; ARRT, 2005; TRRT, 2005; DFO, 2012, 2015). Nombre de propriétaires fonciers prennent part à des projets de remise en état des rives et d'amélioration des pratiques d'utilisation des terres qui, à terme, profiteront à toutes les espèces aquatiques.

La rivière Trent fait partie de la voie navigable Trent-Severn, l'un des sept canaux nationaux historiques gérés et protégés par Parcs Canada. Parcs Canada élabore des politiques régissant les ouvrages riverains et en milieu aquatique, de même que les activités connexes afin de garantir le maintien du patrimoine (naturel et culturel) et des valeurs récréatives des voies navigables (Parks Canada, 2014). Les renseignements sur les rivières Moira et Salmon n'étaient pas disponibles, mais l'on sait que des offices de protection de la nature gèrent certaines des terres adjacentes aux rivières.

Les milieux occupés par l'espèce dans les eaux canadiennes du delta du lac Sainte-Claire font partie du territoire de la Première Nation de Walpole Island. Ces zones servent surtout à la chasse et à la pêche et sont protégées du développement urbain, ainsi que de certaines utilisations récréatives (les motomarines, à titre d'exemple, y sont interdites). Le territoire de Walpole Island, qui compte plus de 12 000 ha de milieux humides de classe mondiale, est l'un des plus grands complexes de milieux humides du bassin des Grands Lacs (Bowles, 2004), et les mulettes occupent la zone de transition entre ces milieux humides et les eaux libres du lac Sainte-Claire. La villeuse irisée est actuellement plus abondante dans les eaux américaines (Zanatta *et al.*, 2015), où la protection de l'habitat est minimale, la rive étant presque entièrement urbanisée et les eaux étant très utilisées à des fins récréatives. On ignore pourquoi l'espèce est plus abondante dans les eaux américaines que dans les eaux canadiennes, le type de substrat et le taux d'infestation par les dreissenidés étant similaires des deux côtés du delta.

## REMERCIEMENTS

Le soutien nécessaire à la mise à jour du rapport de situation a été fourni par Environnement Canada. Les rédacteurs du rapport remercient Jenny Wu, qui a créé les cartes de l'aire de répartition et fait les calculs de la zone d'occurrence et de l'IZO. Ils sont aussi reconnaissants envers Janice Metcalfe-Smith et Darryl McGoldrick, qui ont rédigé le rapport initial.

## EXPERTS CONTACTÉS

Ahlstedt, S.A. Juin 2004. Biologiste, United States Geological Survey, 1820 Midpark Road, Knoxville, TN 37921.

Arkansas Natural Heritage Commission. Juin 2004. Natural Heritage Inventory (base de données interrogeable), [www.naturalheritage.org](http://www.naturalheritage.org)

Benoit, D. Juillet 2014. Coordonnateur, Connaissances traditionnelles autochtones, Secrétariat du COSEPAC.

Bogan, A. Juin 2004. Curator of Aquatic Invertebrates, North Carolina State Museum of Natural Sciences, Research Laboratory, 4301 Reedy Creek Road, Raleigh, NC 27607.

Brownell, V. R. Juillet 2014. Biologiste principale, Direction des espèces en péril, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 300, rue Water, Peterborough (Ontario) K9J 8M5.

Campbell, D. Juin 2004. Department of Biological Sciences – Biodiversity and Systematics, University of Alabama, Box 870345, Tuscaloosa, AL 34587-0345.

Clayton, J. Juin 2004. West Virginia Division of Natural Resources, PO Box 67 Elkins, WV 26241.

Crabtree, D. Director of Conservation Science – French Creek Office, The Nature Conservancy: Pennsylvania Chapter, 520 North Main Street, Allegheny College Meadville, PA 16335.

Cummins, K.S. Juin 2004. Curator of Molluscs, Illinois Natural History Survey, 607 East Peabody Drive, Champaign, IL 61820.

Dextrase, A. Juin 2004. Biologiste principal des espèces en péril, Parcs Ontario, 300, rue Water, C.P. 7000, Peterborough (Ontario) K9J 8M5.

Epp, J. Octobre 2012. Technicienne en sciences aquatiques, Pêches et Océans Canada, 837, chemin Lakeshore, Burlington (Ontario) L7S 1A1.

Evans, R. Juin 2004. Conservation Zoologist, The Western Pennsylvania Conservancy/Pennsylvania Natural Diversity Inventory – Western Office, 209 Fourth Avenue, Pittsburgh, PA 15222.

Fisher, B. Juin 2004. Nongame Coordinator – Fish and Mussels. Indiana Department of Natural Resources, Edinburgh, IN.

- Fraley, S. Juin 2004. Aquatic Nongame Coordinator, Western Region, Division of Inland Fisheries, North Carolina Wildlife Resources Commission, 10257 Rush Fork Road, Clyde, NC 28721.
- Gagnon, J-M. Juillet 2014. Musée canadien de la nature, C.P. 3443 – Station D, Ottawa (Ontario) K1P 6P4.
- Garner, J. Juin 2004. Malacologue; Alabama Division of Wildlife and Freshwater Fisheries, 350 County Rd. 275, Florence, AL 35633.
- Goulet, G. October 2004. Coordonnateur, Connaissances traditionnelles autochtones, Secrétariat COSEPAC.
- Mackie, G.L. Novembre 2014. Professeur émérite, University of Guelph, 50 Stone Road East, Guelph (Ontario) N1G 2W1.
- McGoldrick, D.L. Octobre et novembre 2014. Spécialiste de l'environnement, Environnement Canada, 837, chemin Lakeshore, Burlington (Ontario) L7R 1A3.
- McNichols-O'Rourke, K.A. Août 2014. Technicien en sciences aquatiques, Pêches et Océans Canada, 837, chemin Lakeshore, Burlington (Ontario) L7R 1A3.
- Metcalfe-Smith, J.L. 2006. Chercheuse scientifique, Environnement Canada, 837, chemin Lakeshore, Burlington (Ontario) L7S 1A1.
- Ming, D. Mai 2015. Chef d'équipe, Espèces en péril, Pêches et Océans Canada, 837, chemin Lakeshore, Burlington (Ontario) L7S 1A1.
- Oldham, M.J. Juillet 2014. Ministère des Richesses naturelles, 300, rue Water, 2<sup>e</sup> étage, Tour Nord, Peterborough (Ontario) K9J 8M5.
- Reid, S. Octobre 2014. Chercheur scientifique, Ministère des Richesses naturelles, 2140 East Bank Dr., Peterborough (Ontario) K9J 7B8.
- Russel, R. Juillet 2014. Service canadien de la faune, Environnement Canada, 4905, rue Dufferin, Downsview (Ontario) M3H 5T4.
- Schueler, F.W. Juin 2004. Bishops Mills Natural History Centre, RR#2, Bishops Mills, Ontario, Canada K0G 1T0.
- Snaith, T. Juillet 2014. Conseillère spéciale, Direction de l'intégrité écologique, Parcs Canada, 25, rue Eddy, 4<sup>e</sup> étage, 25-4-S, Gatineau (Québec) K1A 0M5.
- Sovinski, C.K. Juin 2004. Endangered Resources Planning and Protection Specialist, Wisconsin Department of Natural Resources, 101 South Webster St., Madison WI 53703.
- Strayer, D.L. Juin 2004. Institute of Ecosystem Studies, Box AB, Millbrook, NY 12545-0129.
- Sutherland, D. Juin 2004. Zoologiste, Centre d'information sur le patrimoine naturel, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 300, rue Water, C.P. 7000, Peterborough (Ontario) K9J 8M5.



- Vaughn, C.C. Juin 2004. Directrice, Oklahoma Biological Survey and Associate Professor, Department of Zoology, 111 E. Chesapeake Street, University of Oklahoma, Norman, OK 73072.
- Villella, R.F. Juin 2004. Écologiste, United States Geological Survey – Leetown Science Center, 11649 Leetown Road, Kearneysville, WV 25430.
- Virginia Fish and Wildlife Information Service. Juin 2004. Base de données interrogeable (<http://vafwis.org>).
- Whelan, C. Juillet 2014. Conseiller scientifique Science des populations de poissons, Pêches et Océans Canada, 200, rue Kent, Ottawa (Ontario) K1A 0E6.
- Zanatta, D.T. Octobre 2014. Professeur agrégé, 1200 South Franklin St., Central Michigan University, Mount Pleasant, MI 48859, United States.

### OUVRAGES CITÉS

- ABCA (Ausable Bayfield Conservation Authority). 2013a. Ausable Bayfield Watershed Report Card 2013. Ausable Bayfield Conservation Authority, Exeter, Ontario. 102 p.
- ABCA (Ausable Bayfield Conservation Authority). 2013b. Bayfield Headwaters Watershed Report Card 2013. Ausable Bayfield Conservation Authority, Exeter, Ontario. 102 p.
- Andreae, M., comm. pers., 1998. *Communication verbale avec J.L. Metcalfe-Smith*. Mars 1998. Biologiste, St. Clair Region Conservation Authority, 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.
- ARRT (Ausable River Recovery Team). 2005. Recovery Strategy for species at risk in the Ausable River: an ecosystem approach, 2005-2010. [Draft]. Fisheries and Oceans Canada. 140 p.
- Badra, P.J. et R.R. Goforth. 2003. Freshwater mussel surveys of Great Lakes tributary rivers in Michigan. Michigan Natural Features Inventory Report #2003-15. Report to Michigan Dept. of Environmental Quality, Coastal Zone Management Unit, Lansing, Michigan. 40 p.
- Barnhart, C. 2004. Propagation and restoration of mussel species of concern. Endangered Species Grant Interim Report. Southwest Missouri State University, Springfield, Missouri. 75 p.
- Bauer, G. et K. Wächtler (eds.). 2001. Ecology and Evolution of the Unionoida. Ecological Studies Vol 145. Springer, Berlin, Germany. 396 p.
- Beck, K. et R.J. Neves. 2003. An evaluation of selective feeding by three age-groups of the Rainbow mussel *Villosa iris*. *North American Journal of Aquaculture* 65(3): 203-209.

- Bogan, A.E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida): a search for causes. *American Zoologist*. 33:599-609.
- Bogan, A.E. 2002. Workbook and key to the freshwater bivalves of North Carolina. North Carolina Museum of Natural Sciences, Raleigh, North Carolina. 101 pp, 10 planches en couleur.
- Bouvier, L.D. et T.J. Morris. 2011. Information in support of a recovery potential assessment of Eastern Pondmussel (*Ligumia nasuta*), Fawnsfoot (*Truncilla donaciformis*), Mapleleaf (*Quadrula quadrula*), and Rainbow (*Villosa iris*) in Canada. DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2010/120. vi + 51 p.
- Bowles, J.M. 2004. Walpole Island: A Recovery Strategy. Prepared for the Walpole Island Heritage Centre and Environment Canada: 42 p.
- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment). 2011. Canadian water quality guidelines (chloride). Environment Canada, Ottawa, Ontario. [Également disponible en français : CCME (Conseil canadien des ministres de l'environnement). 2011. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique (chlorures). Environnement Canada. Ottawa (Ontario).]
- CESCC (Canadian Endangered Species Conservation Council). 2011. Wild Species 2010: The General Status of Species in Canada. National General Status Working Group: 302 p. [Également disponible en français : CCCEP (Conseil canadien pour la conservation des espèces en péril). Espèces sauvages 2010 : la situation générale des espèces au Canada. Groupe de travail national sur la situation générale. 323 p.]
- Chen, L-Y., A.G. Heath et R.J. Neeves. 2001. Comparison of oxygen consumption in freshwater mussels (Unionidae) from different habitats during declining dissolved oxygen concentration. *Hydrobiologia* 450:209-214.
- Christian, A.D., E.M. Monroe, A.M. Asher, J.M. Loutsch et D.J. Berg. 2007. Methods of DNA extraction and PCR amplification for individual freshwater mussel (*Bivalvia*: Unionidae) glochidia, with the first report of multiple paternity in these organisms. *Molecular Ecology Notes* 7(4):540-573.
- Clarke, A.H. 1981. The Freshwater Molluscs of Canada. National Museums of Canada, Ottawa, Ontario. 446 p. [Également disponible en français : Clarke, A.H. 1981. Les mollusques d'eau douce du Canada. Musées nationaux du Canada. Ottawa (Ontario). 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(1-4):43-55.
- Coleman, S.J. 1991. Assessment of fish and fish habitat associated with urban and agricultural areas in the Grand River. Mémoire de maîtrise ès sciences, Trent University, Peterborough, Ontario. 127 p.

- Crabtree, D., comm. pers., 2004. *Correspondance par courriel adressée à D.J. McGoldrick*. Juin 2004. Director of Conservation Science - French Creek Office, The Nature Conservancy: Pennsylvania Chapter, 520 North Main Street, Allegheny College, Meadville (Pennsylvanie).
- Crail, T.D., R.A. Krebs et D.T. Zanatta. 2011. Unionid mussels from the nearshore zones of Lake Erie. *Journal of Great Lakes Research* 37:199-202.
- Cummings, K. S. et D. L. Graf. 2010. Mollusca: Bivalvia. *In* Thorp, J. H., et A. P. Covich (eds.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, 3rd ed. Academic Press. 384 p.
- Cummings, K.S. et C.A. Mayer. 1992. Field guide to freshwater mussels of the Midwest. *Illinois Natural History Survey Manual* 5. 194 p.
- Dextrase, A.J., S.K. Staton et J.L. Metcalfe-Smith. 2003. National recovery strategy for species at risk in the Sydenham River: an ecosystem approach. National Recovery Plan No. 25. Recovery of Nationally Endangered Wildlife (RENEW). Ottawa, Ontario. 73 p. [Également disponible en français : Dextrase, A.J., S.K. Staton et J.L. Metcalfe-Smith. 2003. Programme de rétablissement des espèces en péril de la rivière Sydenham : une approche écosystémique. Plan national de rétablissement n° 25. Rétablissement des espèces en péril (RESCAPÉ). Ottawa (Ontario). 78 p.]
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2011. Recovery potential assessment of Eastern Pondmussel (*Ligumia nasuta*), Fawnsfoot (*Truncilla donaciformis*), Mapleleaf (*Quadrula quadrula*), and Rainbow (*Villosa iris*) in Canada. Fisheries and Oceans Canada. Canadian Science Advisory Secretariat. Science Advisory Report 2010/073, Burlington, Ontario. 32 p. [Également disponible en français : MPO (Pêches et Océans Canada). 2011. Évaluation du potentiel de rétablissement de la ligumie pointue (*Ligumia nasuta*), de la troncille pied-de-faon (*Truncilla donaciformis*), de la mulette feuille d'érable (*Quadrula quadrula*) et de la villeuse irisée (*Villosa iris*) au Canada. Pêches et Océans Canada. Secrétariat canadien de consultation scientifique. Avis scientifique 2010/073. Burlington (Ontario). 39 p.]
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2012. Action plan for the Sydenham River in Canada: an ecosystem approach [Draft]. Species at Risk Act Action Plan Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. iv + 35 p.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2014. Recovery strategy and action plan for the Rainbow (*Villosa iris*) in Canada [Draft]. Species at Risk Act Recovery Strategy Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. v + 64 p.
- DFO (Fisheries and Oceans Canada). 2015. Action plan for the Ausable River in Canada: an ecosystem approach [Draft]. Species at Risk Act Action Plan Series. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa. XX + XX p.
- Dubs, D.O.L. et L.D. Corkum. 1996. Behavioural interactions between Round Gobies (*Neogobius melanostromus*) and Mottled Sculpins (*Cottus bairdii*). *Journal of Great Lakes Research* 22:838-844.

- Ecological Specialists. 1999. Final report: unionid survey in the western basin of Lake Erie near the Bass Islands and southwest shore. Ecological Specialists, Inc., St. Peters, Missouri. 22 p.
- Enbridge. 2015. Line 9 Reversal (Eastern Canadian Refinery Access Initiative). <http://www.enbridge.com/ECRAI.aspx> [consulté en mai 2015]. [Également disponible en français : Enbridge. 2015. Inversion de la canalisation 9 (initiative d'accès aux raffineries de l'Est du Canada). [http://www.enbridge.com/ECRAI\\_FR.aspx](http://www.enbridge.com/ECRAI_FR.aspx).]
- EPA (United States Environmental Protection Agency). 2015. EPA Response to Enbridge Spill in Michigan. <http://epa.gov/enbridgespill/> [site consulté en mai 2015].
- Epp, J., comm. pers., 2014. *Communication verbale avec J. Vanden Byllaardt*. Octobre 2014. Technicienne en sciences aquatiques, Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario).
- Epp, J., T.J. Morris et K.A. McNichols-O'Rourke. A preliminary search for *Epioblasma torulosa rangiana* (Northern Riffleshell) in the Maitland River watershed. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science 3025:v+19 p.
- Frawley, S. 2014. Captive culture and reintroduction of priority fishes and mussels to restore Cheoah River populations. 2014 Cheoah Fund Report, Interim Report 1. N.C. Wildlife Resources Commission, Clyde, North Carolina. 5 p.
- Fuller, S.L.H. 1974. Clams and Mussels (Mollusca: Bivalvia). p. 215-273. In C.W. Hart, Jr. et S.L.H. Fuller (eds.). *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Academic Press, New York, New York, U.S.A. xiv. + 389 p.
- Gagné, F., B. Bouchard, C. André, E. Farcy et M. Fournier. 2011. Evidence of feminization in wild *Elliptio complanata* mussels in the receiving water downstream of a municipal effluent outfall. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C* 153:99-106.
- Gagné, F., C. André, M. Fortier et M. Fournier. 2012. Immunotoxic potential of aeration lagoon effluents for the treatment of domestic and hospital wastewaters in the freshwater mussel *Elliptio complanata*. *Journal of Environmental Sciences* 24(5): 781-789.
- Gatenby, C.M., B.C. Parker et R.J. Neves. 1997. Growth and survival of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Lea, 1829) (Bivalvia: Unionidae), reared on algal diets and sediment. *American Malacological Bulletin* 14(1):57-66.
- Gillis P. L. 2011. Assessing the toxicity of sodium chloride to the glochidia of freshwater mussels: Implications for salinization of surface waters. *Environmental Pollution* 159(6):1702-1708.
- Gillis P. L. 2012. Cumulative impacts of urban runoff and municipal wastewater effluent on wild freshwater mussels (*Lasmigona costata*). *Science of the Total Environment* 431:348-356.

- Gillis, P.L., F. Gagné, R. McInnis, T.M. Hooley, E.S. Choy, C. André, M.E. Hoque et C.D. Metcalfe. 2014. The impact of municipal wastewater effluent on field deployed freshwater mussels in the Grand River (Ontario, Canada). *Environmental Toxicology and Chemistry* 33(1):134-143
- Gillis, P.L., J.C. McGeer, G.L. Mackie, M.P. Wilkie et J.D. Ackerman. 2010. The effect of natural dissolved organic carbon on the acute toxicity of copper to larval freshwater mussels (glochidia). *Environmental Toxicology and Chemistry* 29(11):2519-2528.
- Gillis, P.L., R.J. Mitchell, A.N. Schwalb, K.A. McNichols, G.L. Mackie, C.M. Wood et J.D. Ackerman. 2008. Sensitivity of the glochidia (larvae) of freshwater mussels to copper: assessing the effect of water hardness and dissolved organic carbon on sensitivity of endangered species. *Aquatic Toxicology* 88(2):137-145.
- Goudreau, S.E., R.J. Neves et R.J. Sheehan. 1993. Effects of wastewater treatment plant effluents on freshwater mollusks in the Upper Clinch River, Virginia, USA. *Hydrobiologia* 252:211-230.
- Gordon, M.E. et J.B. Layzer. 1989. Mussels (Bivalvia: Unionoidea) of the Cumberland River: review of life histories and ecological relationships. *Biological Report* 89(15). U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, DC. vii + 99 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. 2012. North American Freshwater mussels. Cambridge University Press, New York, New York. 505 p.
- Hanlon, S.D. et R.J. Neves. 2000. A comparison of reintroduction techniques for the recovery of freshwater mussels. Report to the Virginia Department of Game and Inland Fisheries, Richmond, Virginia. 118 p.
- Hanson, J.M., W.C. Mackay et E.E. Prepas. 1989. Effects of size-selective predation by Muskrats (*Ondatra zibethicus*) on a population of unionid clams (*Anodonta grandis simpsoniana*). *Journal of Animal Ecology* 58:15-28.
- Hazelton, P.D., W.G. Cope, T.J. Pandolfo, S. Mosher, M.J. Strynar, M.C. Barnhart et R.B. Bringolf. 2012. Partial life-cycle and acute toxicity of perfluoroalkyl acids to freshwater mussels. *Environmental Toxicology and Chemistry* 31(7):1611-1620.
- Hebert, P.D.N., B.W. Muncaster et G.L. Mackie. 1989. Ecological and genetic studies on *Dreissena polymorpha* (Pallas): a new mollusc in the Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 46:1587-1591.

- Integrated Taxonomic Information System. 2015. ITIS species search. <http://www.itis.gov> [site consulté en mai 2015].
- Jansson, J. et D.J. Jude. 2001. Recruitment failure of Mottled Sculpin (*Cottus bairdi*) in Calumet Harbour, southern Lake Michigan, induced by the newly introduced Round Goby *Neogobius melanostromus*. *Journal of Great Lakes Research* 27:319-328.
- Kenny, D., comm. pers., 2005. *Correspondance par courriel adressée à D.J. McGoldrick*. Avril 2005. Ecologist/Planner. Maitland Valley Conservation Authority. Box 127, 1093 Marietta St., Wroxeter (Ontario).
- Kidd, B.T. 1973. Unionidae of the Grand River drainage, Ontario, Canada. M.Sc. dissertation, Carleton University, Ottawa, Ontario. 172 p.
- Kidd, K.A., P.J. Blanchfield, K.H. Mills, V.P. Palace, R.E. Evans, J.M. Lazorchak et R.W. Flick. 2007. Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104:8897-8901.
- Layzer, J.B., M.E. Gordon et R.M. Anderson. 1993. Mussels: the forgotten fauna of regulated rivers. A case study of the Caney Fork River. *Regulated Rivers Research and Management* 8:63–71.
- LTCA (Lower Trent Conservation Authority). 2013. Lower Trent Region Watershed Report Card 2013. Lower Trent Conservation Authority, Trenton, ON. 8 p.
- LTVCA (Lower Thames Valley Conservation Authority). 2012. Lower Thames Valley Watershed Report Card 2012. Lower Thames Valley Conservation Authority, Chatham, Ontario. 8 p.
- Mackie, G.L. 1996. Diversity and status of Unionidae (Bivalvia) in the Grand River, a tributary of Lake Erie, and its drainage basin. Prepared for Lands and Natural Heritage Branch, Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, Ontario. 39 p.
- Mackie, G.L. 2006. Relocation of mussels in the Grand River at Highway 8 in Kitchener, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 7 p.
- Mackie, G.L. 2007. Visual searches and relocations of mussels in Medway Creek north of Fanshawe Park Road in London, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 6 p.
- Mackie, G.L. 2008a. Relocation of mussel species at risk in the Grand River at Bridge Street. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 21 p.
- Mackie, G.L. 2008b. Detection of mussel species at risk in the Sydenham River at the Dismar-Wallaceburg site. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 15 p.
- Mackie, G.L. 2009. Final report for mussel relocation in Grand River at Highway 8 near Kitchener. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 20 p.
- Mackie, G.L. 2010a. Final report for relocating mussels in Grand River at Fairway Road extension in Kitchener and Cambridge, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 16 p.

- Mackie, G.L. 2010b. Final report for mussel relocation at three sites in Medway Creek north of Fanshawe Park Road in London, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, ON. 29 p.
- Mackie, G.L. 2011a. Final report for the relocation of mussels in the Grand River in preparation for a slope stabilization project in Kitchener, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 16 p.
- Mackie, G.L. 2011b. Final report for the relocation of mussels in the Thames River in preparation for a new bridge in Dorchester, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 46 p.
- Mackie, G.L. 2012a. 2012 relocation of mussels in the Grand River in preparation for a slope stabilization project in Kitchener, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 27 p.
- Mackie, G.L. 2012b. 2012 relocation of mussels in the Thames River for the reconstruction of Highway 7 near St. Marys, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 26 p.
- Mackie, G.L. et C.L. Beneteau. 2012. Emergency Relocation of Rainbow mussels from erosion control wetland – stormwater management facility, Stoney Creek, London, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 13 p.
- Mackie, G.L., A. Drost et A. Melkic. 2012. 2012 searches and relocation of mussels and Eastern Sand Darter in the Grand River in preparation for a new bridge at Hwy 3, Cayuga, Ontario. Water Systems Analysts, Guelph, Ontario. 42 p.
- Mackie, G.L., comm. pers., 2014. *Correspondance par courriel adressée à L. Bouvier*. Avril 2014. Ancien propriétaire, Water Systems Analysts, Guelph (Ontario), et professeur émérite, University of Guelph., Guelph (Ontario).
- Malhiot, M., comm. pers., 2004. *Correspondance par courriel adressée à J.L. Metcalfe-Smith*. Novembre 2004. Biologiste, ministère des Richesses naturelles, Clinton (Ontario).
- McGoldrick, D.J. 2005. Bay of Quinte mussel surveys August 15<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> 2005. Field Report. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 8 p.
- McGoldrick, D.L. et J.L. Metcalfe-Smith. 2004. Freshwater mussel communities of the Maitland River, Ontario. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 20 p.
- McNichols-O'Rourke, K.A., comm. pers., 2014. *Correspondance par courriel adressée à J. Vanden Byllaardt*. Septembre 2014. Technicien en sciences aquatiques, Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario).
- McNichols-O'Rourke, K. A., Robinson, A. et Morris, T. J., 2012. Summary of freshwater mussel timed search surveys in southwestern Ontario in 2010 and 2011. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science 3009: vi + 42 p.
- McNichols, K.A., D.T. Zanatta, C. C. Wilson et J.D. Ackerman. 2008. Investigating research gaps for recovery of unionid mussel species at risk in Canada. Prepared for the Endangered Species Recovery Fund, World Wildlife Canada. 23 p.

- Metcalfe-Smith, J.L. et B. Cudmore-Vokey. 2004. National general status assessment of freshwater mussels (Unioniacea). Environment Canada. National Water Research Institute. Burlington, Ontario, Canada. NWRI Contribution No. 04-027. 37 p. + annexes.
- Metcalfe-Smith, J.L., G.L. Mackie, J. Di Maio et S.K. Staton. 2000. 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., 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., D.J. McGoldrick, C.R. Jacobs, J. Biberhofer, M.T. Arts, G.L. Mackie, V.S. Jackson, D.S. Schloesser, T.J. Newton, E.M. Monroe et M.D. Drebenstedt. 2005a. Creation of managed refuge sites for native freshwater mussels to mitigate impacts of the exotic Zebra Mussel in the delta area of Lake St. Clair. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 54 p.
- Metcalfe-Smith, J.L., D.J. McGoldrick, C.R. Jacobs et B. Upsdell. 2005 b. Monitoring and assessment of managed refuge sites for native freshwater mussels on Walpole Island First Nation. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 34 p.
- 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 the impacts of the exotic zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in the delta area of Lake St. Clair. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 50 p.
- Metcalfe-Smith, J.L., D.J. McGoldrick, D.T. Zanatta et L.C. Grapentine. 2007. Development of a monitoring program for tracking the recovery of endangered freshwater mussels in the Sydenham River, Ontario. Environment Canada, Burlington, Ontario. 66 p.
- 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. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 84 p.
- Metcalfe-Smith, J.L., S.K. Staton, G.L. Mackie et E.L. West. 1998. Assessment of current conservation status of rare species of freshwater mussels in southern Ontario. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. 77 p.
- Ming, D. 2015. *Correspondance par courriel adressée à J. Vanden Byllaardt*. Mai 2015. Biologiste des espèces en péril, Pêches et Océans Canada, Burlington (Ontario).
- Moody C.A., J.W. Martin, W.C. Kwan WC, D.C.G. Muir et S.A. Mabury. 2001. Monitoring perfluorinated surfactants in biota and surface water samples following an accidental release of fire-fighting foam into Etobicoke Creek. *Environmental Science and Technology* 36:545–551.



- Morris, T.J. et A. Edwards. 2007. Freshwater mussel communities of the Thames River, Ontario: 2004-2005. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science 2810: v + 30 p.
- Morris, T.J., M. Granados et A. Edwards. 2007. A preliminary survey of the freshwater mussels of the Saugeen River watershed, Ontario. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science 2809: v + 30 p.
- Morris, T.J., D.J. McGoldrick, J.L. Metcalfe, D. Zanatta et P.L. Gillis. 2008. Pre COSEWIC assessment of the Wavy-rayed Lampmussel (*Lampsilis fasciola*). DFO Canadian Science Advisory Secretariat Research Document 2008/83. [Titre et résumé disponibles en français : [http : //www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2008/2008\\_083\\_e.pdf](http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2008/2008_083_e.pdf)]
- Morris, T.J., K.A. McNichols-O'Rourke et A. Robinson. 2012. A preliminary survey of the freshwater mussels of the Bayfield River watershed and nearby Lake Huron tributaries. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science 2993:v+26 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(11):2545–2553.
- MVCA (Maitland Valley Conservation Authority). 2013. Lower Maitland River Sub-basin Watershed Report Card 2013. Maitland Valley Conservation Authority, Wroxeter, Ontario. 2 p.
- 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. 2014. NatureServe Homepage: A Network Connecting Science with Conservation. <http://www.natureserve.org> [consulté en novembre 2014].
- Nedeau, E.J., M.A. McCollough et B.I. Swartz. 2000. The Freshwater Mussels of Maine. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Augusta, Maine. 118 p.
- 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 p.
- Neves, R.J. et M.C. Odum. 1989. Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Virginia. Journal of Wildlife Management 53: 934-941.
- Nicol, M. comm. pers., 2005. *Correspondance par courriel adressée à D.J. McGoldrick*. Water Quality Specialist, Saugeen Conservation, Hanover (Ontario).
- Nichols, S.J., H. Silverman, T.H. Dietz, J.W. Lynn et D.L. Garling. 2005. Pathways for food uptake in native (Unionidae) and introduced (Corbiculidae and Dreissenidae) freshwater bivalves. Journal of Great Lakes Research 31:87-96.

- Oakes K.D., J.P. Benskin, J.W. Martin, J.S. Ings, J.Y. Heinrichs, D.G. Dixon et M.R. Servos. 2010. Biomonitoring of perfluorochemicals and toxicity to the downstream fish community of Etobicoke Creek following deployment of aqueous film-forming foam. *Aquatic Toxicology* 98:120-129.
- O'Connell, M.T. et R.J. Neves. 1999. Evidence of immunological responses by a host fish (*Ambloplites rupestris*) and two non-host fishes (*Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*) to glochidia of a freshwater mussel (*Villosa iris*). *Journal of Freshwater Ecology* 14(1):71-78.
- Ohio State University. 2004. Museum of Biological Diversity, Division of Molluscs. Virtual *Villosa*. <http://www.biosci.ohio-state.edu/~molluscs/myweb3/> [consulté en novembre 2004].
- Owen, G.E. et D.L. Galloway. 1969. Biological survey of the Moira River. Ministry of the Environment. 59 p.
- Pandolfo, T.J., W.G. Cope, G.B. Young, J.W. Jones, D. Hua et S.F. Lingenfelter. 2012. Acute effects of road salts and associated cyanide compounds on the early life stages of the unionid mussel *Villosa iris*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 31(8):1801-1806.
- Parks Canada. 2014. Rideau Canal and Trent-Severn Waterway National Historic Sites of Canada. Policies for In-Water and Shoreline Works and Related Activities. Web site: <http://www.pc.gc.ca/eng/index.aspx> [consulté en novembre 2014]. [Également disponible en français : Parcs Canada. 2014. Lieu historique national de la Voie-Navigable-Trent-Severn et lieu historique national Canal-Rideau. Politiques régissant les ouvrages riverains et en milieu aquatique de même que les activités connexes. <http://www.pc.gc.ca/fra/index.aspx>.]
- Parmalee, P.W. et A.E. Bogan. 1998. The freshwater mussels of Tennessee. University of Tennessee Press, Knoxville, Tennessee. 384 p.
- Poos, M. A., A. J. Dextrase, A. N. Schwalb et J. D. 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.
- PWQO (Provincial Water Quality Objectives). 2015. Appendix A: Provincial Water Quality Objectives (PWQO) for selected PWQMN parameters. [http://www.rvca.ca/watershed/surface\\_water\\_quality/images/water\\_chem\\_table.pdf](http://www.rvca.ca/watershed/surface_water_quality/images/water_chem_table.pdf) [consulté en mai 2015].
- QC (Quinte Conservation). 2008. Quinte source protection region watershed characterization [Draft]. Prepared for the Quinte Region Source Protection Committee. Belleville, Ontario. 250 p.
- QC (Quinte Conservation). 2013. Quinte Conservation Watershed Report Card 2013. Belleville, Ontario. 8 p.
- Reid, S., comm. pers., 2015. *Correspondance par courriel adressée à T. Morris*. Septembre 2015. Chercheur scientifique, ministère des Richesses naturelles et des Forêts, Peterborough (Ontario).

- Reid, S.M., A. Brumpton, S. Hogg et T.J. Morris. 2014. A comparison of visual-tactile and clam rake search methods to survey freshwater mussels in Great Lakes coastal wetlands. *Walkerana* 17:17-23.
- Richards, R.P. 1990. Measures of flow variability and a new flow-based classification of Great Lakes tributaries. *Journal of Great Lakes Research* 16(1):53-70.
- Riveredge Associates, LLC. 2005. Occurrences of rare, threatened, and endangered mussel species in the vicinity of the Niagara power project. Riveredge Associates, LLC., New York, New York. 18 p.
- Rypel, A.L., W.R. Haag et R.H. Findlay. 2008. Validation of freshwater growth rings in freshwater mussel shells using cross dating. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:2224-2232.
- Salmon, A. et R.H. Green. 1983. Environmental determinants of unionid clam distribution in the middle Thames River, Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 61:832-838.
- SCRCA (St. Clair Region Conservation Authority). 2013a. St. Clair region 2013 Watershed Report Card Summary. St. Clair Region Conservation Authority, Strathroy, Ontario. 3 p.
- SCRCA (St. Clair Region Conservation Authority). 2013 b. Lower East Sydenham Watershed Report Card 2013. St. Clair Region Conservation Authority, Strathroy, Ontario. 3 p.
- SCRCA (St. Clair Region Conservation Authority). 2013c. Middle East Sydenham Watershed Report Card 2013. St. Clair Region Conservation Authority, Strathroy, Ontario. 3 p.
- Schloesser, D.W., W.P. Kovalak, G.D. Longton, K.L. Ohnesorg et R.D. Smithee. 1998. Impact of zebra and quagga mussels (*Dreissena* sp.) on freshwater unionids (*Bivalvia*: Unionidae) in the Detroit River of the Great Lakes. *American Midland Naturalist* 140:229-313.
- Schloesser, D.W., J.L. Metcalfe-Smith, W.P. Kovalak, G.D. Longton et R.D. Smithee. 2006. Extirpation of freshwater mussels (*Bivalvia*: Unionidae) from the Detroit River of the Great Lakes following the invasion of dreissenid mussels. *American Midland Naturalist* 155:307-320.
- Schwalb, A.N., K. Cottenie, M.S. Poos et J.D. Ackerman. 2011. Dispersal limitations of unionid mussels and implications for their conservation. *Freshwater Biology* 56:1509-1518.
- Sherman Mulcrone, R. et C. Mehne. 2001. Freshwater mussels of the Kalamazoo River, Michigan, from Battle Creek to Saugatuck. Prepared for the United States Fish and Wildlife Service, East Lansing, Michigan. 16 p.
- Snell and Cecile Environmental Research. 1995. Ausable Bayfield Conservation Authority Watershed Management Strategy. Ausable Bayfield Conservation Authority, Exeter, Ontario. 54 p.

- Sprague, T., comm. pers., 1997. *Conversation téléphonique avec J.L. Metcalfe-Smith*. Mars 1997. Quinte Conservation, Belleville (Ontario).
- 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.
- Strayer, D.L. 1983. The effects of surface geology and stream size on freshwater mussel (*Bivalvia: Unionidae*) distribution in south eastern Michigan, U.S.A. *Freshwater Biology* 13:253-264.
- Strayer, D.L. 2008. *Freshwater mussel ecology*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California. 204 p.
- Strayer, D.L. et K.J. Jirka. 1997. The pearly mussels of New York State. *Memoirs of the New York State Museum* 26:1-113 + plates 1-27.
- Strayer, D.L. et D.R. Smith. 2003. *A guide to sampling freshwater mussel populations*. American Fisheries Society, Monograph 8, Bethesda, Maryland. 103 p.
- Stein, C.B., comm. pers., 1996. *Correspondance avec S.K. Staton*. Novembre 1996. Ohio State University (à la retraite), Columbus (Ohio).
- SVCA (Saugeen Valley Conservation Authority). 2013a. Lower Main Saugeen Watershed Report Card 2013. Saugeen Valley Conservation Authority. Formosa, Ontario. 4 p.
- SVCA (Saugeen Valley Conservation Authority). 2013 b. Teeswater River Watershed Report Card 2013. Saugeen Valley Conservation Authority. Formosa, Ontario. 4 p.
- Tanna, R.N. 2012. Association of intersex in wild fish with wastewater effluent in the Grand River, Ontario. M.Sc. dissertation, University of Waterloo, Waterloo, Ontario. viii + 64 p.
- 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.
- Tetreault G.R., C.J. Bennett, K. Shires, B. Knight, M.R. Servos et M.E. McMaster. 2011. Intersex and reproductive impairment of wild fish exposed to multiple municipal wastewater discharges. *Aquatic Toxicology* 104:278-290.
- Theler, J.L. 1987. Prehistoric freshwater mussel assemblages of the Mississippi River in southwestern Wisconsin. *The Nautilus* 101:143-150.
- Todd, A.K. et M.G. Kaltenecker. 2012. Warm Season chloride concentrations in stream habitats of freshwater mussel species at risk. *Environmental Pollution* 171:199-206.
- TRRT (Thames River Recovery Team). 2005. *Recovery Strategy for the Thames River aquatic ecosystem: 2005-2010*. [Draft]. Fisheries and Oceans Canada. 146 p.

- Tremblay, M. 2012. An effect of the invasive Round Goby (*Neogobius melanostomus*) on the recruitment of unionid mussel Species at Risk. Mémoire de maîtrise ès sciences, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. 94 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. 2<sup>nd</sup> Edition. American Fisheries Society Special Publication 26:ix-526.
- 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.
- United States Fish and Wildlife Service. 2014. Environmental Conservation Online System.  
<http://ecos.fws.gov/speciesProfile/profile/speciesProfile.action?spcode=F01A> [site consulté en novembre 2014].
- Upsdell, B., M. Veliz et K. Jean. 2012. Monitoring Ausable River ecosystem recovery with freshwater mussel species at risk. Ausable Bayfield Conservation Authority, Exeter, Ontario. 16 p.
- UTRCA (Upper Thames River Conservation Authority). 2012. Upper Thames River Watershed Report Card Summary. Upper Thames River Conservation Authority, London, Ontario. 4 p.
- Valenti, T.W., D.S. Cherry, R.J. Neves et J. Schmerfeld. 2005. Acute and chronic toxicity of mercury to early life stages of the Rainbow Mussel, *Villosa iris* (Bivalvia, Unionidae). *Environmental Toxicology and Chemistry* 24(5):1242-1246.
- van der Schalie, H. 1938. The naiad fauna of the Huron River, in southeastern Michigan. Miscellaneous Publication No. 40, Museum of Zoology, University of Michigan. University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan. 83 pp + Plates I-XII.
- Vanden Byllaardt, J. et J.D. Ackerman. 2014. Habitat influences suspension feeding by unionid mussels in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology* 59:1187-1196.
- Vanden Byllaardt, J., V. Minke-Martin et T.J. Morris. 2013. Evaluation of age and growth curves of freshwater mussel species at risk. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Science* XXXX: iii + 29 p.
- Wang, N., C.A. Mebane, J.L. Kunz, C.G. Ingersoll, W.G. Brumbaugh, R.C. Santore, J.W. Gorsuch et W.R. Arnold. 2011. Influence of dissolved organic carbon on toxicity of copper to a unionid mussel (*Villosa iris*) and a cladoceran (*Ceriodaphnia dubia*) in acute and chronic water exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30(9):2115-2125.
- Watters, G.T. 1993-1994. Sampling freshwater mussel populations: The bias of muskrat middens. *Walkerana* 7(17/18):63-69.

- Watters, G.T., M.A. Hoggarth et D.H. Stansbery. 2009. The Freshwater Mussels of Ohio. The Ohio State University Press, Ohio. 421 p.
- Watters, G.T. et S.H. O'Dee. 1997. Potential hosts for *Villosa iris* (Lea, 1829). Triannual Unionid Report 12:7.
- Watters, G.T., S.H. O'Dee et S. Chordas III. 2001. Patterns of vertical migration in freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae). Journal of Freshwater Ecology. 16(4):541-549.
- Wildish, D. H. et D. Kristmanson. 1997. Benthic suspension feeders and flow. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 409 p.
- Woolnough, D.A. 2002. Life history of endangered freshwater mussels of the Sydenham River, southwestern Ontario, Canada. M.Sc. dissertation, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. 144 p.
- Woolnough, D.A., K.A. McNichols, A.N. Schwalb, J.D. Ackerman et G.L. Mackie. 2007. Endangered unionid mussels in Ontario (ESRI 1350). Final report prepared for the Endangered Species Recovery Fund. 12 p.
- Yeager, M.M., D.S. Cherry et R.J. Neves. 1994. Feeding and burrowing behavior of juvenile rainbow mussels, *Villosa iris* (Bivalvia: Unionidae). Journal of the North American Benthological Society 13(2):217-222.
- Zanatta, D.T., J.M. Bossenbroek, L.E. Burlakova, T.D. Crail, F. de Szalay, T.A. Griffith, D. Kapusinski, A.Y. Karatayev, R.A. Krebs, E.S. Meyer, W.L. Paterson, T.J. Prescott, M.T. Rowe, D.W. Schloesser et M.C. Walsh. 2015. Distribution of native mussel (Unionidae) assemblages in coastal areas of Lake Erie, Lake St. Clair, and connecting channels, twenty-five years after a dreissenid invasion. Northeastern Naturalist 22(1):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 the impacts of the exotic zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Lake St. Clair. Journal of Great Lakes Research 28(3):479-489.

## SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DES RÉDACTEURS DU RAPPORT

Julie Vanden Byllaardt, technicienne en sciences aquatiques, dirige des études sur les espèces aquatiques envahissantes dans les eaux de lest des navires. Auparavant, elle a travaillé au ministère des Pêches et des Océans du Canada à la collecte de spécimens sur le terrain, à l'analyse de données et à la rédaction de documents à titre d'auteure principale. Elle a rédigé des publications sur le cycle vital et la reproduction d'espèces de moules en péril (y compris la villeuse irisée). M<sup>me</sup> Vanden Byllaardt est titulaire d'une maîtrise en écologie de l'alimentation des unionidés de l'Ontario du Département de biologie intégrative de l'Université de Guelph et étudie les moules d'eau douce depuis 2008. Elle a collaboré avec Gerry Mackie (Ph. D.), de Water Systems Analysts, à la relocalisation de moules, et donne un cours d'identification des moules au ministère des Pêches et des Océans (MPO), à des entreprises de consultants et à l'Université de Guelph,

dans le cadre d'une formation en biologie. Elle détient aussi un baccalauréat en sciences, avec spécialisation en botanique (Université de Toronto) et est membre de l'Équipe de rétablissement des moules d'eau douce de l'Ontario.

Todd Morris (Ph. D.), spécialiste des recherches en milieu benthique à Pêches et Océans Canada, est responsable de diriger un programme de recherches scientifiques axé exclusivement sur les mollusques, principalement sur les espèces de moules en péril de la famille des Unionidés. Il détient un baccalauréat en sciences spécialisé en zoologie (1993) de l'Université de Western Ontario, une maîtrise en écologie aquatique de l'Université de Windsor (1995) et un doctorat en zoologie de l'Université de Toronto (2002). Ses domaines de recherche portent sur les facteurs biotiques et abiotiques structurant les tendances de répartition des invertébrés d'eau douce du bassin des Grands Lacs. Il a amorcé ses travaux sur les unionidés de l'Ontario en 1993. En plus d'être membre du Sous-comité de spécialistes des mollusques du COSEPAC et de l'American Fisheries Society Endangered Mussel Subcommittee, il est aussi membre fondateur et coprésident de l'Équipe de rétablissement des moules d'eau douce de l'Ontario.

## **COLLECTIONS EXAMINÉES**

En 1996, toutes les données récentes et historiques qui étaient disponibles sur la présence d'espèces de moules d'eau douce dans l'ensemble du bassin versant des Grands Lacs d'aval ont été regroupées dans une base de données informatisée, liée à un système d'information géographique et connue sous le nom de « base de données sur les Unionidés des Grands Lacs d'aval ». Conservée au Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques de Pêches et Océans Canada, à Burlington, en Ontario, cette base de données comprend aujourd'hui plus de 160 000 mentions uniques de spécimens prélevés dans environ 1 300 sites du sud de l'Ontario. Les sources de données étaient tirées de la documentation de base, de musées d'histoire naturelle, d'organismes fédéraux, provinciaux et municipaux (certains américains), d'offices de protection de la nature, de plans d'assainissement pour les secteurs préoccupants des Grands Lacs, de thèses d'université et de rapports de sociétés d'experts-conseils sur l'environnement. Les collections de moules conservées par six musées d'histoire naturelle dans 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; Buffalo Museum of Science) ont constitué les principales sources d'information, représentant plus des deux tiers des données recueillies. L'une des rédactrices de rapports antérieurs (J.L. Metcalfe-Smith) a personnellement examiné les collections conservées au Musée royal de l'Ontario, à l'University of Michigan Museum of Zoology et au Buffalo Museum of Science ainsi que des collections plus petites conservées au ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Les rédacteurs du présent rapport de situation ont personnellement vérifié les spécimens vivants de toutes les sous-populations présentées dans le présent document.

## Annexe 1. Tableau d'évaluation des menaces qui pèsent sur la villeuse irisée (*Villosa iris*)

TABLEAU D'ÉVALUATION DES MENACES			
Voir les instructions sous l'onglet Instructions. Utilisez la fonction défilement vers le bas pour voir le contenu de tout le tableau.			
<b>Nom scientifique de l'espèce ou de l'écosystème</b>	<i>Villosa iris</i> (villeuse irisée)		
<b>ID de l'élément</b>		<b>Elcode</b>	
<b>Date (Ctrl + « ; » pour la date d'aujourd'hui) :</b>	19/03/2015		
<b>Évaluateur(s) :</b>	Membres du SCS des mollusques : Joe Carney (coprésident), Suzanne Dufour; Daelyn Woolnough, Dave Zanatta. Rédacteurs du rapport de situation : Todd Morris et Julie vanden Bylaardt. Représentants des administrations (Ont.) : Sarah Hogg, Scott Reid. Facilitateur : Dwayne Leptizki. Secrétariat du COSEPAC : Bev McBride		
<b>Références :</b>	Version provisoire du Rapport de situation du COSEPAC sur la villeuse irisée ( <i>Villosa iris</i> ). Téléconférence tenue le 19 mars 2015; durée : 2 h 20		
<b>Guide pour le calcul de l'impact global des menaces</b>	<b>Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact1</b>		
	<b>Impact des menaces</b>	<b>Maximum de la plage d'intensité</b>	<b>Mimumum de la plage d'intensité</b>
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	2	1
C	Moyen	0	1
D	Faible	0	0
	<b>Impact global des menaces calculé :</b>	Très élevée	Élevée
	<b>Valeur de l'impact global attribué :</b>	Élevé	
	<b>Ajustement de la valeur de l'impact – justification :</b>		
	<b>Impact global des menaces – commentaires</b>	D'après l'expérience acquise concernant d'autres espèces, la valeur de l'impact global des menaces calculée pour la villeuse irisée serait plus proche de « élevée » que de « très élevée ». Selon l'endroit où l'espèce se trouve dans les cours d'eau (eaux d'amont), elle est plus éloignée des principales menaces (en amont des impacts des zones urbaines et agricoles et des espèces envahissantes). De plus, les populations de l'est de l'Ontario font face à des menaces différentes et moins graves que celles d'autres parties de l'aire de répartition.	

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
1	Développement résidentiel et commercial						
1.1	Zones résidentielles et urbaines						
1.2	Zones commerciales et industrielles						
1.3	Zones touristiques et récréatives						



Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
2	Agriculture et aquaculture		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	
2.1	Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Extrême (71-100 %)	Inconnue	Le drainage par canalisations souterraines dans les zones d'amont est particulièrement préoccupant, mais nous ne pouvons prévoir si de nouvelles zones seront touchées par un tel drainage ou d'autres pratiques agricoles nouvelles ou modifiées (p. ex. porcheries). Les rédacteurs étudieront cette question.
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte						
2.3	Élevage de bétail		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	Dans les bassins versants où le bétail a accès aux cours d'eau, le piétinement est une source de préoccupation (comme les bassins des rivières Thames, Sydenham, Salmon, Moira et Trent).
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						L'extraction de gravier a lieu près de la rivière Maitland, mais non directement dans ce cours d'eau. Voir aussi la section sur la pollution.
3.3	Énergie renouvelable						
4	Corridors de transport et de service		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
4.1	Routes et voies ferrées		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Entretien continu des routes, des ponts et des ponceaux ou installation dans l'ensemble de l'aire de répartition. Certaines mesures d'atténuation sont en place, comme la translocation.
4.2	Lignes de services publics						Daelyn W. et Todd M. étudieront les cas où des pipelines pourraient traverser des cours d'eau. Cette section pourrait être mise à jour à la suite de la collecte d'autres informations.
4.3	Voies de transport par eau						
4.4	Corridors aériens						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
5	Utilisation des ressources biologiques		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (continue)	
5.1	Chasse et capture d'animaux terrestres						
5.2	Cueillette de plantes terrestres						
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois						La pollution découlant de ces activités serait présentée à la section sur la pollution.
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Élevée (continue)	La menace est associée aux poissons-hôtes potentiels. Les espèces hôtes potentielles peuvent être touchées par les pêches récréatives (achigan à petite bouche et achigan à grande bouche dans la rivière Grand) et être utilisées comme des espèces d'appât. Les connaissances sur les espèces hôtes sont insuffisantes.
6	Intrusions et perturbations humaines		Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	
6.1	Activités récréatives		Négligeable	Grande (31-70 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	De nombreuses populations sont touchées par les activités récréatives des utilisateurs de voies navigables se servant de VTT, de canots, de motomarines et d'autres embarcations.
6.2	Guerre, troubles civils et exercices militaires						
6.3	Travail et autres activités		Négligeable	Petite (1-10 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Cela comprend les activités de recherche (p. ex. échantillonnage) qui seront réalisées dans la majorité des zones. La portée est faible, et la gravité, négligeable, car relativement très peu d'individus et seule une faible fraction de la zone seront touchés.
7	Modifications des systèmes naturels		Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (continue)	
7.1	Incendies et suppression des incendies						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages		Inconnu	Grande-restreinte (11-70 %)	Inconnue	Élevée (continue)	On ignore la gravité, car on en sait très peu sur la façon dont les unionidés réagissent à ces activités et sur la véritable étendue de l'impact. L'empreinte spatiale du barrage peut être grande, mais, encore une fois, les impacts ne sont pas bien connus. Bien qu'il n'y ait qu'un petit nombre de barrages sur les rivières Maitland et Sydenham, ils sont nombreux sur les rivières Trent, Moira, Grand et Thames.
7.3	Autres modifications de l'écosystème		Inconnu	Grande (31-70 %)	Inconnue	Élevée (continue)	Les moules de la famille des Dreissenidés (moule zébrée, moule quagga) modifient l'habitat en formant une couche étendue de coquilles au fond des lacs et des cours d'eau. En plus d'étouffer la vénéreuse irisée, elles modifient l'habitat de fraye des espèces de poissons-hôtes et peuvent aussi asphyxier d'autres organismes. Les effets nocifs du gobie à taches noires sur les espèces de poissons-hôtes ont un impact sur l'habitat des glochidies. L'enlèvement de végétation riveraine (élimination des chicots) est aussi une préoccupation. Les dreissenidés sont présents dans les systèmes de la Trent et de la Moira (bien que non omniprésents). On s'attend à ce que le gobie à taches noires, déjà présent dans la baie de Quinte, se propage dans les rivières Sydenham, Thames et Grand. Les répercussions des dreissenidés sont mieux connues que celles du gobie à taches noires. La gravité est inconnue, car les impacts précis ne sont pas bien connus.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Extrême-élevée (31-100 %)	Élevée-moderée	

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
8.1	Espèces exotiques (non indigènes envahissantes)	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Extrême-élevée (31-100 %)	Élevée-moderée	Les moules de la famille des Dreissenidés (moule zébrée, moule quagga) peuvent avoir un impact sur les villeuses irisées en s'y attachant directement. Elles peuvent asphyxier les villeuses irisées, nuire à leur alimentation et à leur capacité de s'enfourer et, à terme, entraîner leur mort. Le gobie à taches noires peut se nourrir de jeunes villeuses irisées et jouer le rôle de « puits ». En effet, les glochidies peuvent parasiter les gobies à taches noires (observation en laboratoire), mais ne parviennent pas à se transformer en adultes. L'immédiateté est variable selon la localité et, par conséquent, la portée est de « élevée-moderée ».
8.2	Espèces indigènes problématiques		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	Le nombre de rats laveurs et de rats musqués augmente en raison de l'activité humaine. La gravité est extrême, car des villeuses irisées sont consommées.
8.3	Matériel génétique introduit						
9	Pollution	BC	Élevé-moyen	Généralisée (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines	BC	Élevé-moyen	Grande (31-70 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Cela comprend ou peut comprendre les sels de voirie, les rejets de stations de traitement des eaux usées, les produits chimiques, les produits pharmaceutiques, les hydrocarbures sur les routes et les installations industrielles. Les tronçons supérieurs et les zones plus proches des zones urbaines et des autoroutes sont particulièrement touchés par les eaux de ruissellement des routes. Les cours d'eau de l'est de l'Ontario ne subissent pas d'effets aussi graves que ceux du sud-ouest de l'Ontario.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
9.2	Effluents industriels et militaires	D	Faible	Petite (1-10 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (potentiellement à court terme, < 10 ans)	Déversements d'hydrocarbures provenant de pipelines, accidents ferroviaires, etc. Nous en saurons plus une fois que nous aurons examiné les points de franchissement et d'autres localités. La contamination (par l'arsenic et le cuivre) provenant des travaux d'assainissement de la mine DeLoro sur la partie amont de la rivière Moira, dans le bassin de la baie de Quinte, est possible. On ne sait pas si ces impacts sont observés aux endroits où vit la villeuse irisée.
9.3	Effluents agricoles et sylvicoles	BC	Élevé-moyen	Généralisée (71-100 %)	Élevée-moderée (11-70 %)	Élevée (continue)	Sédimentation associée à l'érosion du sol; contamination par le ruissellement des engrais. Les activités agricoles sont présentes dans tous les bassins versants. Les effets sont moins graves dans le bassin versant de la baie de Quinte, où certaines des terres ne sont plus cultivées à des fins agricoles.
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		Non calculé (en dehors de l'échéancier de l'évaluation)	Grande-restreinte (11-70 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (potentielle-ment à long terme, >10 ans)	
11.1	Déplacement et altération de l'habitat						Voir les sections sur la sécheresse et les orages.
11.2	Sécheresses		Non calculé (en dehors de l'échéancier de l'évaluation)	Grande-restreinte (11-70 %)	Élevée (31-70 %)	Faible (potentielle-ment à long terme >10 ans)	Les niveaux d'eau des Grands Lacs ont décliné (à confirmer). Des sécheresses touchent les zones peu profondes des eaux d'amont. L'espèce est peut-être touchée, mais cela n'est pas confirmé à l'heure actuelle. Les rédacteurs du rapport étudieront cette question
11.3	Températures extrêmes						L'espèce est retrouvée dans des eaux très chaudes de certaines parties de son aire de répartition.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Menaces détaillées
11.4	Tempêtes et inondations		Non calculé (en dehors de l'échéancier de l'évaluation)	Grande-restreinte (11-70 %)	Légère (1-10 %)	Faible (potentiellement à long terme, >10 ans)	La rivière Maitland connaît des crues éclairs (voir Spooner <i>et al.</i> , 2008). Le nombre de tempêtes pourrait augmenter, mais il existe beaucoup d'incertitudes à cet égard. L'espèce pourrait être emportée vers d'autres endroits, mais, de façon générale, les moules semblent survivre aux inondations.
11.5	Autres impacts						

Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky *et al.*, 2008.