



RAPPORT SUR LA SITUATION DE L'ANODONTE DU GASPAREAU (*Anodonta implicata*) AU QUÉBEC

ENSEMBLE  
on fait avancer le Québec

Québec 

Direction générale de la gestion de la faune et des habitats

**RAPPORT SUR LA SITUATION
DE L'ANODONTE DU GASPAREAU (*Anodonta implicata*) AU QUÉBEC**

Par
Annie Paquet,
Nathalie Desrosiers
et
André L. Martel

Pour le
ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Août 2018



Anodonte du gaspareau
(*Anodonta implicata*)

Photos : Annie Paquet, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
(reproduction autorisée)

Référence à citer :

PAQUET, A., N. DESROSIERS et A. L. MARTEL (2018). *Rapport sur la situation de l'anodonte du gaspareau (Anodonta implicata) au Québec*, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, 54 p.

© Gouvernement du Québec
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Dépôt légal - Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2018
ISBN : 978-2-550-61895-9 (version imprimée)
978-2-550-61896-6 (version PDF)

RÉSUMÉ

La plus grande diversité de moules d'eau douce de la planète se trouve en Amérique du Nord, avec près de 300 espèces indigènes. Au Québec, 21 espèces sont répertoriées et, de ce nombre, 8 sont inscrites sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables, dont l'anodonte du gaspareau (*Anodonta implicata*), l'espèce présentée dans ce rapport, et ce, depuis 2006. Son rang de priorité équivaut à sévèrement en péril (S1) au Québec.

Au cours du dernier siècle, les moules d'eau douce ont subi un déclin alarmant dans un grand nombre de pays partout dans le monde. Elles constituent le groupe d'espèces le plus menacé en Amérique du Nord, toutes espèces animales et végétales confondues. Les principales causes du déclin des populations de moules d'eau douce sont la détérioration et la destruction des habitats, la dégradation de la qualité de l'eau, l'introduction d'espèces exotiques, les changements climatiques, la prédation et le déclin de plusieurs espèces de poissons d'eau douce.

Le lien entre les poissons et les moules s'explique par le cycle de reproduction des moules d'eau douce qui comprend une phase parasitaire obligatoire (les larves doivent parasiter une ou des espèces de poisson compatibles pour qu'elles puissent se métamorphoser en moules juvéniles). L'anodonte du gaspareau privilégie comme hôte les poissons anadromes, dont le principal est le gaspareau (*Alosa pseudoharengus*). L'alose savoureuse (*Alosa sapidissima*), l'alose d'été (*Alosa aestivalis*) et le bar rayé (*Morone saxatilis*) sont des poissons potentiellement compatibles, bien que la métamorphose des larves sur ces derniers n'ait pu être observée jusqu'à maintenant.

L'anodonte du gaspareau est une moule de grande taille dont la coquille peut atteindre une longueur de 100 à 165 mm. Elle est de forme elliptique allongée et son sommet est renflé et légèrement surélevé. L'intérieur de sa coquille est caractérisé par l'absence de dents et est nettement plus épaisse du côté antérieur. Les anodontes du gaspareau femelles relâchent leurs larves en mai ou en juin. Cette espèce se trouve dans la portion dulcicole des estuaires, les rivières côtières, les ruisseaux ou les lacs que ses poissons hôtes réussissent à atteindre. Elle est plus fréquemment trouvée dans des substrats de sable et de gravier. L'anodonte du gaspareau est une espèce très peu fréquente au Québec, cette province constituant l'extrême nord-ouest de son aire de répartition. Même si cette espèce n'a probablement jamais été très abondante au Québec, les données récentes démontrent une répartition restreinte et disjointe des populations, indiquant qu'un déclin a eu lieu.

Malgré de nombreux efforts d'inventaires pour trouver l'anodonte du gaspareau, les seuls signes récents de sa présence, tels les individus vivants ou morts récemment, ont été observés à Trois-Rivières, à Sainte-Geneviève-de-Berthier, à Berthierville, à Grondines, à Senneville et, finalement, à Berthier-sur-Mer, lieu où les observations historiques sont les plus nombreuses. Des inventaires additionnels seraient requis pour confirmer la tendance démographique de l'espèce et préciser sa répartition.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	iii
TABLE DES MATIÈRES	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	v
1. INTRODUCTION.....	1
2. CLASSIFICATION ET NOMENCLATURE.....	2
3. DESCRIPTION	3
4. RÉPARTITION.....	6
4.1. RÉPARTITION MONDIALE.....	6
4.2. RÉPARTITION AU QUÉBEC	8
5. BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE	10
5.1. BIOLOGIE GÉNÉRALE.....	10
5.1.1. Alimentation.....	10
5.1.2. Reproduction	10
5.1.3. Croissance et longévité.....	12
5.1.4. Mobilité	13
5.1.5. Habitat	14
5.2. DYNAMIQUE DES POPULATIONS.....	14
5.3. FACTEURS LIMITANTS	15
5.3.1. Prédation.....	15
5.3.2. Maladies et parasites	15
5.3.3. Mortalité accidentelle.....	15
5.3.4. Comportement et adaptabilité	16
6. IMPORTANCE PARTICULIÈRE.....	16
7. BILAN DE LA SITUATION.....	17
7.1. TAILLE DE LA POPULATION ET TENDANCE DÉMOGRAPHIQUE.....	17
7.2. MENACES À LA SURVIE DE L'ESPÈCE	18
7.2.1. Dégradation et perte d'habitats	19
7.2.2. Pollution	19
7.2.3. Moules exotiques envahissantes.....	20
7.2.4. Poissons hôtes et poissons exotiques envahissants	23
7.2.5. Changements climatiques.....	25
7.2.6. Prélèvement et villégiature.....	26
7.2.7. Bilan des menaces au Québec	27
7.3. PROTECTION.....	28
7.4. STATUTS ACTUELS, LÉGAUX ET AUTRES	29
8. CONCLUSION	31
AUTEURS DU RAPPORT.....	32

REMERCIEMENTS	33
BIBLIOGRAPHIE	34
LISTE DES COMMUNICATIONS PERSONNELLES	47
ANNEXE 1 Tableau des observations d’anodonte du gaspareau classées par ordre chronologique	48
ANNEXE 2 Données sur les poissons de la famille des clupéidés, hôtes confirmés et potentiels de l’anodonte du gaspareau	50
ANNEXE 3 Définitions des valeurs des rangs de priorité attribués par NatureServe	51
ANNEXE 4 Mortalité massive de moules d’eau douce à Pointe-du-Lac au lac Saint-Pierre dans le fleuve Saint-Laurent, le 9 août 2012	52
ANNEXE 5 Anodonte du gaspareau près de l’île Oromocto dans la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick en septembre 2005	53
ANNEXE 6 Longueur totale de la coquille, en millimètres, des anodontes du gaspareau par localité.....	54

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Morphologie d’une coquille de moule d’eau douce typique.....	4
Figure 2. Anatomie interne des moules d’eau douce	5
Figure 3. Aire de répartition de l’anodonte du gaspareau (<i>Anodonta implicata</i>) en Amérique du Nord	7
Figure 4. Aire de répartition de l’anodonte du gaspareau (<i>Anodonta implicata</i>) au Québec.	9

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Poissons hôtes confirmés et potentiels pour l’anodonte du gaspareau.....	12
Tableau 2. Rang de priorité pour l’anodonte du gaspareau en fonction de son aire de répartition.....	30

1. INTRODUCTION

L'intérêt des naturalistes pour les moules d'eau douce existe depuis plus de deux siècles. À partir des années 1970, à la suite de l'évidence du déclin de leurs populations et de l'importance d'entreprendre des actions en vue d'assurer leur protection et leur conservation, les scientifiques ont adopté une approche plus systématique et rigoureuse afin de mieux connaître ces organismes ainsi que les causes de leur déclin (Bogan, 1993; Nedeau et coll., 2000; Haag, 2012).

De récentes estimations sur la diversité mondiale qui considèrent tant les travaux taxonomiques traditionnels que les études génétiques (moléculaires) indiquent qu'environ 800 espèces de moules d'eau douce existent dans le monde (Lydeard et coll., 2004; Christian et Harris, 2008; Bogan, 2008). L'Amérique du Nord est l'endroit où l'on trouve la plus grande diversité d'espèces, soit tout près de 300 (Bogan, 1993; Williams et coll., 1993; Bogan et Roe, 2008). Les moules d'eau douce sont le groupe d'espèces le plus menacé en Amérique du Nord, toutes espèces animales et végétales confondues (Metcalf-Smith et Cudmore-Vokey, 2004). Déjà en 1993, 72 % des moules d'eau douce d'Amérique du Nord étaient considérées comme en voie de disparition, menacées ou préoccupantes et seulement 24 % en situation stable (Williams et coll., 1993). En 1997, l'organisme Nature Conservancy confirmait cette situation en révélant que 68 % des moules d'eau douce aux États-Unis risquaient de disparaître ou étaient déjà disparues (Stein et Flack, 1997). Au Canada, NatureServe Canada évalue que, sur les 55 espèces de moules d'eau douce qui y sont dénombrées, 18 % sont considérées comme préoccupantes à l'échelle globale (Canning et coll., 2005). Au Québec, 8 des 21 espèces de moules d'eau douce répertoriées — soit 38 % — sont considérées comme préoccupantes (Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec [CDPNQ], 2016) et sont incluses dans la liste des espèces susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables produite en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (RLRQ, c. E-12-01) (Gouvernement du Québec, 2006). Parmi les 21 espèces québécoises, seulement 5 (24 %) sont apparemment en sécurité (CDPNQ, 2016).

Depuis les années 1960, la diversité d'espèces et l'abondance des moules d'eau douce en Amérique du Nord ont subi un déclin alarmant (Bogan, 1993; Williams et coll., 1993; Lydeard et coll., 2004). Aucun autre groupe d'animaux en Amérique du Nord n'approcherait ce niveau d'effondrement (Metcalf-Smith et coll., 1998a). Ce déclin serait principalement lié à la destruction d'habitats, à l'introduction de mollusques exotiques et à la détérioration de la qualité des eaux (agriculture, déforestation, pollution organique, activités industrielles, etc.) (Strayer, 1980; Allan et Flecker, 1993; Bogan, 1993; Williams et coll., 1993; Neves, 1999a).

Ce rapport vise à dresser un bilan des connaissances sur l'anodonte du gaspareau (*Anodonta implicata*) en vue d'évaluer son statut de précarité. Pour ce faire, l'ensemble des données disponibles à ce jour a été utilisé. Celles-ci proviennent notamment de la banque de données sur les moules d'eau douce du Québec du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs où sont compilées des observations à partir de publications historiques et récentes, des données de plusieurs musées, de contributeurs et des observations issues de divers inventaires réalisés au Québec (MFFP, 1999). L'information concernant la biologie de l'anodonte du gaspareau provient d'une revue de la littérature.

2. CLASSIFICATION ET NOMENCLATURE

Les moules d'eau douce font partie de la classe des Bivalves appartenant à l'embranchement des Mollusques. Les bivalves sont des invertébrés à corps mou, non segmenté, ayant un pied musculeux et un manteau qui sécrète une coquille calcaire en deux parties distinctes appelées communément « valves » (Clarke, 1973). Au Québec, les bivalves que l'on trouve en eau douce appartiennent à l'une ou l'autre des cinq familles suivantes : les Corbiculidés, les Sphaériidés et les Dreissenidés (ces trois familles appartiennent à la sous-classe des Hétérodontes de l'ordre des Vénéroïda, un groupe qui comporte les bivalves appelés communément « clams »), ainsi que les familles Margaritiféridés et Unionidés qui, elles, appartiennent à la sous-classe des Paléohétérodontes ou « vraies » moules d'eau douce (Parmalee et Bogan, 1998).

Au Canada, les Corbiculidés sont des bivalves exotiques introduits d'Asie. La seule espèce de cette famille présente au Québec est la petite corbeille d'Asie (*Corbicula fluminea*), dont la coquille peut atteindre une longueur de 50 mm (Clarke, 1981). Les Sphaériidés sont de petits bivalves indigènes de forme ovale dont la longueur varie de 2 à 25 mm (Clarke, 1981). Les Corbiculidés et les Sphaériidés sont regroupés dans la superfamille des Sphaeriacés. Les espèces appartenant à la famille des Dreissenidés ne comprennent que deux espèces exotiques introduites accidentellement en Amérique du Nord, soit la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la moule quagga (*Dreissena bugensis*) (Hébert et coll., 1991; Mills et coll., 1993). Quant aux espèces des familles des Margaritiféridés et des Unionidés, elles sont regroupées dans l'ordre des Unioniformes et la superfamille des Unionacées (Clarke, 1981). Les moules d'eau douce, communément appelées « mulettes », se différencient anatomiquement et conchologiquement¹ (voir figures 1 et 2) des Sphaeriacés et des Dreissenidés. Les mulettes, mis à part leurs branchies uniques comportant des pochettes marsupiales permettant la couvainson des larves, se distinguent entre autres par leur grande taille (atteignant généralement 100 à 150 mm, et même plus de 200 mm chez certaines espèces), un stade larvaire unique, une grande longévité, un faible taux de recrutement de même qu'un cycle de vie complexe, lequel implique typiquement un poisson hôte (McMahon et Bogan, 2001). Au Canada, la famille des Margaritiféridés comprend deux espèces, dont une seule, la mulette-perlière de l'Est (*Margaritifera margaritifera*), est présente au Québec. Pour sa part, la famille des Unionidés est représentée au Canada par 53 espèces de mulettes, dont 20 se trouvent au Québec (Metcalf-Smith et Cudmore-Vokey, 2004; Paquet et coll., 2005; Martel et coll., 2007). L'anodonte du gaspareau traitée dans ce rapport appartient à la famille des Unionidés et à la sous-famille des Anodontinés (Parmalee et Bogan, 1998). Le nom commun anglais de l'anodonte du gaspareau est *alewife floater*.

¹ Conchologiquement : se réfère à la conchologie, qui consiste à l'étude de la morphologie des coquilles de mollusques.

La classification de l'anodonte du gaspateau, *Anodonta implicata* (Say, 1829), est la suivante :

Embranchement : *Mollusca*
Classe : *Bivalvia*
Sous-classe : *Paleoheterodonta*
Ordre : *Unioniformes* (syn. *Unionoida*)
Superfamille : *Unionacea* (syn. *Unionoidea*)
Famille : *Unionidae*
Sous-famille : *Anodontinae*
Tribu : *Anodontini*
Genre : *Anodonta*
Espèce : *implicata*

3. DESCRIPTION

Les moules d'eau douce indigènes sont formées de deux coquilles (valves), composées en grande partie de carbonate de calcium (aragonite et calcite), qui protègent le corps mou de l'animal trouvé à l'intérieur, formant ainsi un exosquelette rigide (figure 1). L'extérieur de la coquille, composé principalement de cristaux de calcite, est recouvert d'une matière riche en protéine et imperméable à l'eau nommée « périostracum ». La couche intérieure de la coquille est couverte d'une matière brillante appelée « nacre » et dont la coloration varie d'une espèce à l'autre (McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998). La nacre est composée de cristaux d'aragonite. Les deux valves de la coquille sont reliées ensemble à la charnière par un ligament élastique composé de chitine et sont maintenues grâce à deux gros muscles adducteurs (figure 2) (Clarke, 1973; Parmalee et Bogan, 1998). Les points d'attache de ces muscles sur la coquille laissent des cicatrices visibles imprégnées dans la nacre de la moule (Parmalee et Bogan, 1998).

La surface externe de la coquille peut être marquée par des stries concentriques, des rayons pigmentés, des crêtes, des bourrelets ou des taches sur le périostracum (McMahon, 1991). Le sommet, ou umbo, est la partie renflée de la coquille le long de la marge dorsale (figure 1). La majorité des espèces de moules d'eau douce possèdent deux types de dents, soit les dents pseudo-cardinales et les dents latérales, situées sur la marge dorsale interne de la coquille. Ces dents ont la même composition que la coquille et s'imbriquent de manière à ce que les deux valves se ferment parfaitement. Les dents pseudo-cardinales sont courtes, robustes et localisées du côté antérieur, tout près du sommet, tandis que les dents latérales sont longues, plus ou moins minces et situées directement sous la charnière, du côté postérieur (McMahon, 1991; Nedeau et coll., 2000). Certaines espèces possèdent seulement un des deux types de dents, alors que d'autres espèces n'en ont aucune. Il y a aussi des espèces qui possèdent des dents vestigiales qui sont plus ou moins apparentes.

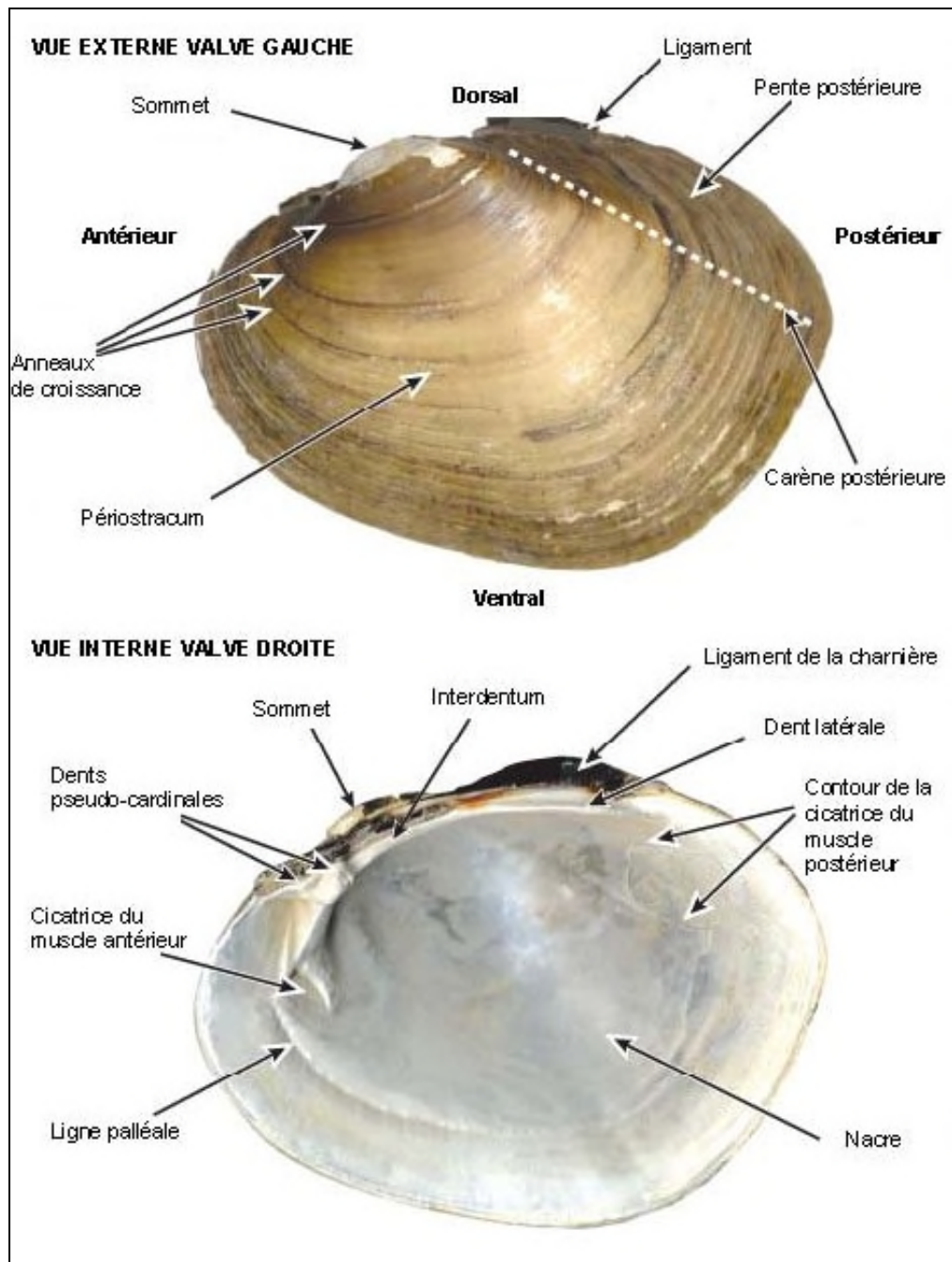


Figure 1. Morphologie d'une coquille de moule d'eau douce typique (tirée et adaptée de Martel et coll., 2010).

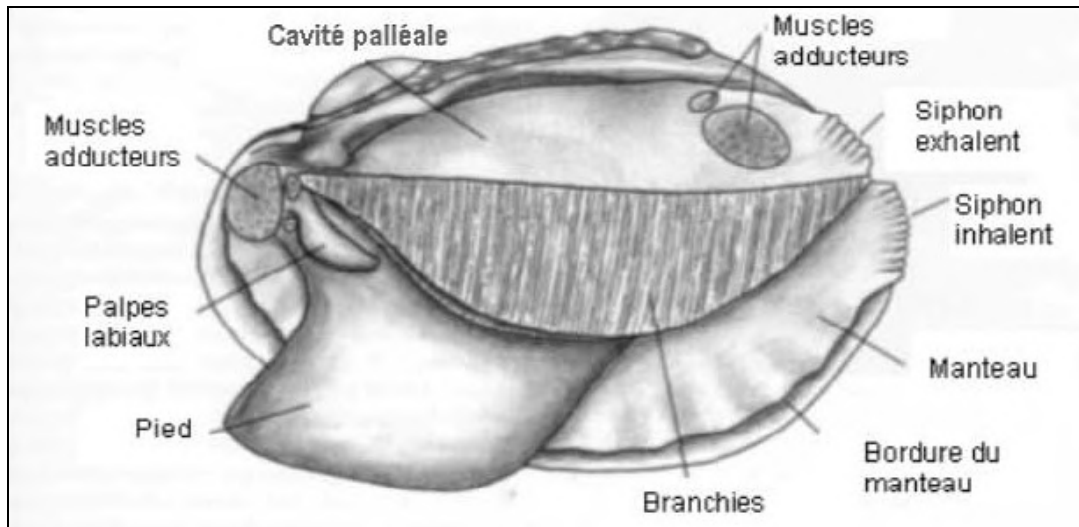


Figure 2. Anatomie interne des moules d'eau douce (tirée et adaptée de Nedeau et coll., 2000).

Le manteau contourne le rebord de la moule et enveloppe son corps. Il sécrète les diverses composantes de la coquille tout en protégeant l'animal (Nedeau et coll., 2000). Le manteau est modifié le long de la marge postérieure pour former deux siphons : l'un inhalant, l'autre exhalant (Parmalee et Bogan, 1998). Les moules possèdent un lobe musculaire rétractable de grande taille situé à la partie antérieure, appelé « pied », qui leur permet d'effectuer de petits déplacements (McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998).

L'anodonte du gaspareau est une moule de moyenne à grande taille dont la coquille peut atteindre une longueur de 100 à 165 mm (Johnson, 1946; Nedeau et coll., 2000, MFFP données non publiées). Elle est plutôt large, de forme elliptique allongée et son sommet est renflé et légèrement surélevé. La sculpture du sommet est composée d'une série de bourrelets concentriques à doubles boucles. Le ligament de la charnière est long, droit et saillant. Son épiderme est lisse avec des anneaux de croissance proéminents brun jaunâtre, rouge brunâtre ou brunâtres à noirâtres. Les adultes ont tendance à devenir plus foncés avec l'âge (Johnson, 1946; Clarke, 1981; Nedeau et coll., 2000). Les juvéniles possèdent de fins rayons verts qui s'obscurcissent avec l'âge et disparaissent chez la plupart des adultes. L'intérieur de la coquille est caractérisé par l'absence de dents. La coquille est nettement plus épaisse du côté antérieur jusqu'à la moitié de la coquille et est beaucoup plus mince de la mi-coquille vers le côté postérieur. La nacre est ordinairement peu brillante et cuivrée pâle, saumon, rosée ou violacée, plus rarement blanchâtre ou bleuâtre (Johnson, 1946; Clarke, 1981), et souvent composée d'un amalgame de plusieurs de ces couleurs. La nacre de la cavité du sommet est ordinairement plus foncée (Bogan et Alderman, 2008). Un dimorphisme sexuel de la coquille est généralement observable entre les mâles et les femelles, mais certains individus sont plus difficiles à discerner avec certitude. La femelle est habituellement plus renflée au centre de la coquille et la marge du côté ventral est plus courbée. La femelle est ordinairement plus courte et plus haute que le mâle (Johnson, 1946).

L'anodonte du gaspareau peut être confondue avec l'anodonte de l'Est (*Pyganodon cataracta*) qui a également une forme allongée et aucune dent, mais dont la coquille est uniformément

mince. L'anodonte du gaspareau peut aussi être confondue avec le strophite ondulé (*Strophitus undulatus*), espèce ayant une dent pseudo-cardinale vestigiale et dont l'épaisseur de la coquille est uniformément moyenne (Strayer et Jirka, 1997; Nedeau et coll., 2000).

L'identification des moules vivantes est relativement complexe, car les critères morphologiques internes de la coquille ne sont pas accessibles, tels que les particularités des dents et de la nacre. Selon l'espèce, sa rareté et la diversité du milieu ainsi que l'expérience de l'identificateur, il est plus ou moins facile d'identifier une espèce correctement. L'anodonte du gaspareau fait partie des espèces difficiles à identifier par la morphologie externe de sa coquille. Parfois, l'observation de la forme et la pigmentation des ouvertures siphonales, la forme des papilles du siphon inhalant, du manteau et des leures des femelles gravides, qui varient selon les espèces, permettent de les identifier. L'annexe 5 comporte une photo des ouvertures siphonales de l'anodonte du gaspareau en milieu naturel.

4. RÉPARTITION

4.1. Répartition mondiale

L'anodonte du gaspareau est une espèce endémique de l'est de l'Amérique du Nord. Son aire de répartition englobe principalement le bassin versant de la côte est de l'Atlantique ainsi que le bassin versant du fleuve Saint-Laurent. Aux États-Unis, elle est présente dans 14 États, de la Caroline du Nord jusqu'au Maine. Au Canada, elle est répertoriée dans trois provinces, dont la Nouvelle-Écosse et le Nouveau-Brunswick où elle occupe une bonne partie du territoire (Martel et coll., 2010). Au Québec, elle est observée occasionnellement dans le fleuve Saint-Laurent ainsi qu'au lac des Deux Montagnes. Historiquement, l'anodonte du gaspareau a colonisé la rivière des Outaouais, endroit le plus à l'ouest où elle a été répertoriée au Canada (figure 3). La répartition actuelle et historique de l'anodonte du gaspareau est étroitement liée à celle du gaspareau, une espèce de poisson anadrome qui est son principal poisson hôte (Davenport et Warmuth, 1965; Nedeau et coll., 2000; Martel et coll., 2010).

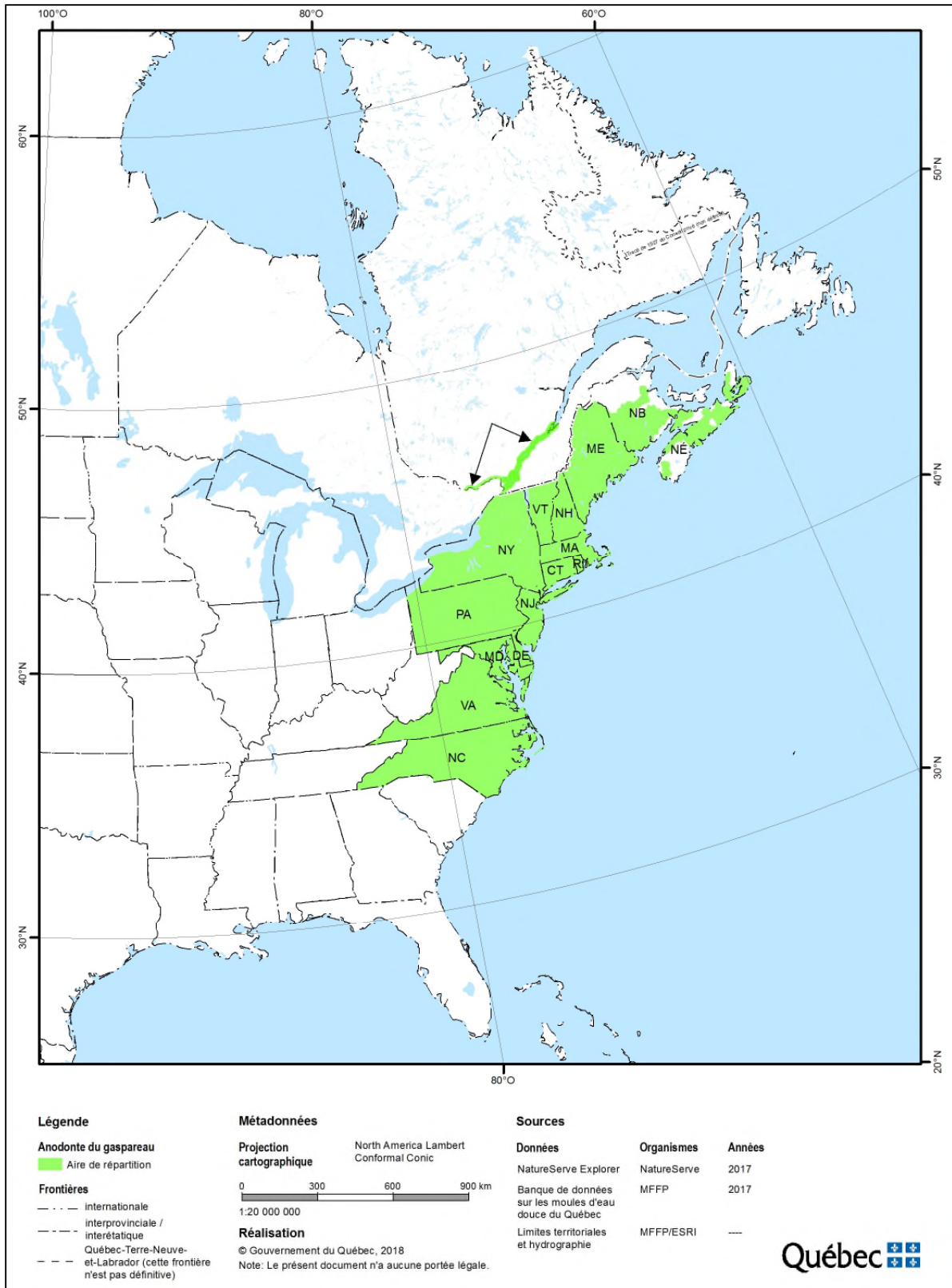


Figure 3. Aire de répartition de l'anodonte du gaspareau (*Anodonta implicata*) en Amérique du Nord.

4.2. Répartition au Québec

L'anodonte du gaspareau est une espèce peu commune au Québec, comparativement au Nouveau-Brunswick, à la Nouvelle-Écosse (Martel et coll., 2010) et à plusieurs États côtiers américains (NatureServe, 2017). Le Québec constitue l'extrême nord-ouest de l'aire de répartition de cette espèce qui a colonisé le continent par le bassin de l'Atlantique. Les seuls signes récents de sa présence ont été observés dans le fleuve Saint-Laurent à Trois-Rivières en 2012, où deux individus adultes vivants et les coquilles fraîches de cinq individus récemment morts ont été trouvés (MFFP, données non publiées). En 2010, 17 coquilles fraîches ont été trouvées à Sainte-Geneviève-de-Berthier ainsi qu'une coquille fraîche à Berthierville (I. Picard, comm. pers.). Un individu vivant a été découvert en 2007 à Grondines, et les coquilles fraîches de trois individus ont été trouvées en 2005 à Berthier-sur-Mer (MFFP, données non publiées). Les coquilles fraîches de deux gros individus adultes ont été également trouvées à Senneville, à l'anse à l'Orme, au lac des Deux Montagnes en 2001 (J.-F. Desroches, obs. pers.). Par ailleurs, de vieilles coquilles ont été trouvées à Trois-Rivières et à Boucherville en 2012, à Saint-Ignace-de-Loyola et à Sainte-Geneviève-de-Berthier en 2010 et à Berthier-sur-Mer en 2007 et 2001 (MFFP, 1999) (figure 4; annexe 1).

Historiquement, l'anodonte du gaspareau a été trouvée à quelques endroits dans le fleuve Saint-Laurent, principalement dans les secteurs de Berthier-sur-Mer et de Saint-Vallier (avant 1863, en 1953 et 1974). Elle a également été trouvée à Québec, dans le fleuve Saint-Laurent, avant 1863, ainsi que dans la rivière Saint-Charles en 1961. Elle a été trouvée au lac des Deux Montagnes en 1958 et dans la rivière des Outaouais, en aval du barrage de la Chute-des-Chats en 1882. Un autre individu a été trouvé dans la rivière des Outaouais près d'Ottawa en 1938 (MFFP, 1999). L'annexe 1 regroupe l'ensemble des observations historiques et récentes de l'espèce au Québec. Il n'est pas exclu que cette espèce soit aussi présente dans le Bas-Saint-Laurent et en Gaspésie, dans les rivières Matapédia, Ristigouche et Kedgwick, puisque le gaspareau remonte ces rivières en grand nombre pour frayer (Bérubé et Clarke, 2003). Peu d'inventaires de mulettes ont été réalisés dans ces cours d'eau.

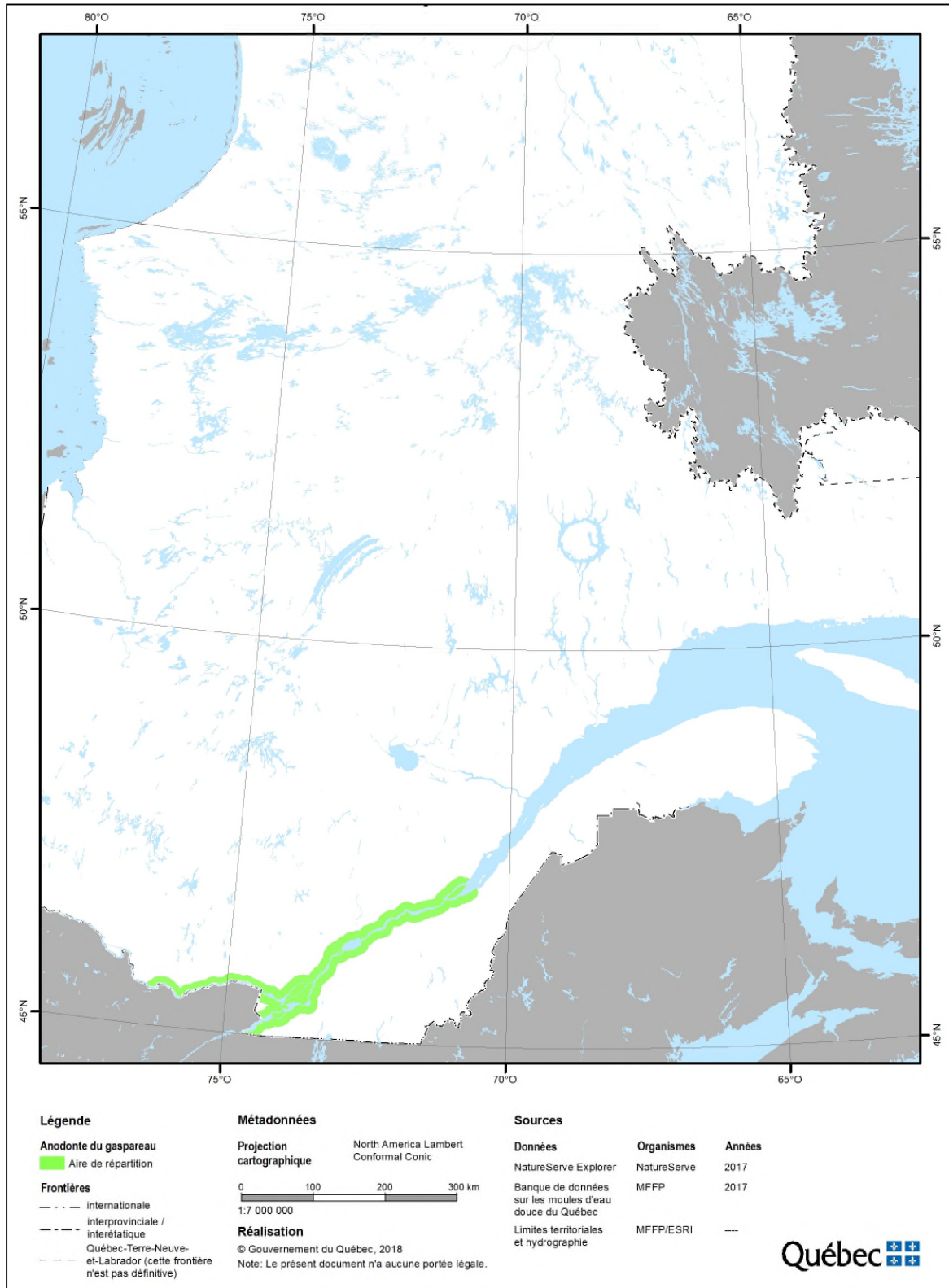


Figure 4. Aire de répartition de l'anodonte du gaspareau (*Anodonta implicata*) au Québec.

5. BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE

Les systèmes digestif, circulatoire et nerveux des moules d'eau douce sont typiques des autres bivalves. Cependant, leur système reproducteur est particulier (voir section 5.1.2. « Reproduction »). Chez les moules femelles, les branchies sont spécialisées et accomplissent trois principales fonctions : les échanges gazeux, la filtration des particules alimentaires de même que la couvaison des œufs et des larves (McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000).

5.1. Biologie générale

5.1.1. Alimentation

Les moules s'alimentent en filtrant les particules en suspension dans l'eau (Clarke, 1973). L'eau entre par le siphon inhalant, passe dans les branchies et ressort par le siphon exhalant. Les particules ainsi filtrées sont triées par les cils des palpes labiaux et les aliments sont ensuite dirigés vers la bouche. Les principales sources de nourriture sont les bactéries, le phytoplancton, les détritus, la matière organique et certains protozoaires (Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). La nourriture est digérée par l'estomac et les intestins. Les particules alimentaires excédentaires captées par les branchies, mais qui ne sont pas ingérées par la bouche, « les pseudo-fèces », sont expulsées par le siphon exhalant (Clarke, 1973; McMahon, 1991; Nedeau et coll., 2000).

5.1.2. Reproduction

Chez les moules d'eau douce, la période de reproduction varie selon les espèces et peut avoir lieu durant l'été, l'automne ou l'hiver (Clarke, 1981; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). La reproduction est annuelle et caractérisée par une spécialisation des larves qui doivent parasiter une espèce hôte pour achever leur développement. La majorité des espèces de moules d'eau douce utilisent des poissons comme hôte, mais certaines espèces peuvent aussi utiliser des amphibiens (Kat, 1984; McMahon, 1991; Bogan, 1993). Au Québec, les espèces de moules n'ont que des poissons comme hôtes (Clark, 1981), sauf le strophite ondulé (*Strophitus undulatus*) dont la transformation des glochidiiums en laboratoire a été réalisée avec un amphibien, le triton vert (*Notophthalmus viridescens*) (Anderson, 2005).

Les sexes sont séparés chez la plupart des moules de la superfamille des Unionacés, bien que certaines espèces soient hermaphrodites (Clarke, 1973; Clarke, 1981; McMahon, 1991; Nedeau et coll., 2000). L'âge de la maturité sexuelle varie habituellement de 6 à 12 ans, selon les espèces (McMahon, 1991; Nedeau et coll., 2000). Lors de la reproduction, le sperme libéré dans l'eau par les mâles est capté par le siphon inhalant des femelles. Les œufs sont fertilisés dans une portion des branchies modifiée en une série de pochettes ou de compartiments appelés « marsupium » (Fuller, 1974; McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998). Ce mode de fertilisation nécessite que les mâles et les femelles soient relativement près les uns des autres afin que la quantité de sperme soit suffisamment concentrée à proximité des femelles pour qu'elles puissent le capter par filtration (Amyot et Downing, 1998). Dans les cours d'eau où les densités de moules sont faibles,

les mâles doivent être situés en amont des femelles afin que le sperme, dérivant avec le courant, puisse être filtré par ces dernières.

L'œuf fertilisé se transforme en petite larve appelée « glochidium » ou « glochidie », un stade larvaire unique aux Unionacés. Celle-ci ressemble à un bivalve miniature (Clarke, 1973; Kat, 1984; McMahan, 1991), bien qu'elle ne possède pas les organes qui caractérisent le stade adulte. Les dimensions et les formes des glochidiums varient selon les espèces (Kat, 1984). La période où les glochidiums résident dans le marsupium de la femelle varie selon les espèces et peut durer de quelques semaines à près de 10 mois (Clarke, 1981, Nedeau et coll., 2000). Les femelles qui portent les glochidiums sur une courte période sont habituellement fertilisées au printemps ou au début de l'été. Ceux-ci sont alors relâchés à la fin de l'été ou au début de l'automne. Celles qui portent les glochidiums sur une longue période sont fertilisées à l'été ou à l'automne et les relâchent le printemps suivant (Kat, 1984).

Lorsque les conditions environnementales sont adéquates, les femelles libèrent les glochidiums dans l'eau par le siphon exhalant (Kat, 1984). Le succès reproducteur des moules et la survie des glochidiums sont étroitement liés à la rencontre d'un poisson hôte d'une espèce compatible. Le moment choisi par les femelles pour les relâcher est déterminé par plusieurs facteurs. La température de l'eau ainsi que la photopériode sont des facteurs importants (Lellis et Johnson, 1996; Watters et O'Dee, 2000), mais les glochidiums sont principalement relâchés lorsqu'un poisson hôte potentiel à proximité de la femelle est détecté par stimulation tactile. Les glochidiums de certaines espèces de moules d'eau douce peuvent se développer sur plusieurs espèces de poissons, mais, en réalité, la majorité nécessite des hôtes très spécifiques (Neves, 1993; Metcalfe-Smith et coll., 1998a).

Une fois relâchés dans l'eau, les glochidiums munis de crochets se fixent sur les nageoires (occasionnellement sur le reste du corps) du poisson hôte, tandis que ceux sans crochets se fixent sur les branchies. Une fois accrochés, les glochidiums s'enkystent (Kat, 1984; McMahan, 1991; Nedeau et coll., 2000). Le mécanisme de fixation des glochidiums, provoqué par un stimulus tactile, n'est pas sélectif (Kat, 1984). Des stimuli chimiques sont nécessaires pour prolonger la fixation jusqu'à l'enkystement (Kat, 1984). Si les glochidiums ne rencontrent pas de poisson hôte et ne réussissent pas à se fixer sur leurs branchies ou sur leurs nageoires, ils peuvent soit tomber au fond de l'eau ou être emportés par le courant (Parmalee et Bogan, 1998). Lors de la dérive, les glochidiums doivent rencontrer un poisson hôte, sinon ils meurent (Parmalee et Bogan, 1998). Les chances qu'ils réussissent à trouver un poisson hôte favorable et à s'y fixer sont très faibles (McMahan, 1991). Même si le poisson hôte est une espèce compatible, un poisson qui a été l'hôte de glochidiums antérieurement peut rejeter les glochidiums par une réaction défensive de son système immunitaire (McMahan, 1991). Pour compenser, un grand nombre de larves sont produites, parfois plusieurs millions chez certaines espèces (McMahan, 1991; Parmalee et Bogan, 1998). La durée d'enkystement des glochidiums varie de 6 à 160 jours selon les espèces, la température de l'eau et le lieu d'enkystement (Zale et Neves, 1982; Kat, 1984; McMahan, 1991; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Après ce temps, le glochidium quitte le poisson hôte, se dépose au fond de la rivière ou du lac et colonise le substrat, amorçant ainsi sa phase juvénile.

La dispersion des glochidiums dépend du poisson hôte. L'habitat dans lequel ils se retrouveront après avoir quitté leur hôte est crucial pour leur survie, et ce, surtout pour les espèces ayant des

exigences d'habitats particulières. Le cycle de reproduction des moules présente donc deux étapes où le taux de mortalité est particulièrement élevé : lors de la quête pour s'accrocher à un poisson hôte de la bonne espèce et lors de la colonisation d'un habitat favorable à la suite du détachement du poisson hôte.

L'anodonte du gaspareau porte ses glochidiiums sur une longue période. Des études effectuées dans les Provinces maritimes ainsi que le long de la côte est américaine ont révélé que les œufs sont fertilisés au mois d'août ou septembre et que les glochidiiums sont relâchés en mai ou en juin de l'année suivante (Clarke, 1981; Nedeau et coll., 2000). Les glochidiiums de l'anodonte du gaspareau sont munis de crochets, ont une forme triangulaire et sont, comparativement aux glochidiiums des autres espèces, de grande taille (Clarke, 1981). La coquille larvaire appelée « prodissoconque » mesure jusqu'à 340-350 µm de longueur (Hoggarth, 1999). Le tableau 1 présente les espèces de poissons hôtes confirmées et potentielles pour l'anodonte du gaspareau. Les poissons hôtes privilégiés par l'anodonte du gaspareau sont des espèces anadromes, dont le gaspareau, son principal hôte (Davenport et Warmuth, 1965).

Tableau 1. Poissons hôtes confirmés et potentiels pour l'anodonte du gaspareau.

Poissons hôtes confirmés	Poissons hôtes potentiels
Gaspareau (<i>Alosa pseudoharengus</i>) ^{1,3,4}	Alose savoureuse (<i>Alosa sapidissima</i>) ¹
Baret (<i>Morone americana</i>) ^{1,6}	Alose d'été (<i>Alosa aestivalis</i>) ^{1,5}
Crapet-soleil (<i>Lepomis gibbosus</i>) ^{1,6}	Bar rayé (<i>Morone saxatilis</i>) ⁵
Meunier noir (<i>Catostomus commersonii</i>) ^{1,6}	Épinoche à trois épines (<i>Gasterosteus aculeatus</i>) ²

1 = Davenport et Warmuth, 1965; 2 = Wiles, 1975; 3 = Johnson, 1946; 4 = Clarke et Berg, 1959; 5 = Kneeland et Rhymer 2008; 6 = Hoggarth, 1992.

La transformation de glochidiiums de l'anodonte du gaspareau a été observée en laboratoire pour le baret, le crapet-soleil et le meunier noir (Davenport et Warmuth, 1965; Hoggarth, 1992). Kneeland et Rhymer (2008) mentionnent que des glochidiiums d'anodonte du gaspareau ont été trouvés en milieu naturel sur le gaspareau, l'alose d'été et le bar rayé. Les sections 7.2.1. « Dégradation et perte d'habitat » et 7.2.4. « Poissons hôtes et poissons exotiques envahissants » contiennent de l'information sur les poissons hôtes.

5.1.3. Croissance et longévité

Les moules d'eau douce peuvent vivre très longtemps. Plusieurs espèces vivent plus de 50 ans, mais la plupart d'entre elles ont une durée de vie qui varie de 15 à 40 ans. Les espèces de la tribu *Anodontini* ont une durée de vie qui excède rarement 20 ans (Haag, 2012). La croissance de la coquille des moules, qui s'effectue par l'addition de matériau le long de la marge, est plus rapide au cours des quatre à six premières années de vie (McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998). La coquille est la principale défense de la moule contre son environnement. Son développement rapide durant le stade juvénile permet de raccourcir cette période de vulnérabilité durant laquelle le risque de mourir, causé par le bris ou l'écrasement de la coquille par les mouvements des sédiments, ou encore d'être consommé par un prédateur est très élevé. Après cette période, la croissance de la coquille ralentit et l'énergie est principalement investie dans le développement des organes internes, notamment pour la maturation des gonades et la production des gamètes (McMahon, 1991).

5.1.4. Mobilité

Les moules dépendent principalement des poissons hôtes pour leur dispersion (Kat, 1984; McMahon, 1991). C'est en effet durant la période où les larves sont fixées sur les poissons hôtes que les moules d'eau douce peuvent se disperser et recoloniser différents secteurs ou habitats, que ce soit dans une rivière, un lac ou un étang. De même, c'est seulement lorsque les glochidiums sont fixées sur les poissons que les moules peuvent remonter le courant et coloniser les secteurs plus en amont dans les rivières (cas de l'anodonte du gaspareau). Plus le poisson hôte est mobile, plus la dispersion de la population de moules peut s'effectuer sur une grande échelle. Les échanges génétiques entre les populations de moules ont lieu lors de cette période et dépendent de la grandeur du domaine vital des poissons hôtes (Clarke, 1973; Kat, 1984; Nedeau et coll., 2000).

La répartition des moules dans un cours d'eau ou un plan d'eau n'est pas uniforme. Certains secteurs sont plus densément peuplés que d'autres. Généralement, la répartition des espèces de moules et celle de leurs principaux poissons hôtes coïncident la plupart du temps, de même que leurs habitats préférentiels (Kat et Davis, 1984; McMahon, 1991). Il arrive cependant que des moules soient trouvées dans des secteurs où le substrat est moins propice à leur établissement (A. Paquet, obs. pers.).

Mis à part la dispersion durant le stade larvaire, les moules adultes sont plutôt sédentaires. La dimension de leur domaine vital est un sujet qui a été peu étudié. La capacité de déplacement, le type de sédiments et la longévité des moules sont assurément des éléments déterminants de la taille de leur domaine vital. Ainsi, tout porte à croire que leurs domaines vitaux sont relativement petits. Par conséquent, la stabilité et la qualité des milieux où elles vivent, ainsi que de ceux situés en amont, ont une influence capitale sur leur survie, puisqu'il leur est très difficile de fuir les perturbations du milieu (Williams et coll., 1993).

À l'aide de leur pied, elles peuvent se déplacer de quelques mètres par jour à la surface des sédiments ou s'enfouir partiellement (Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Sur les fonds de sédiments fins, elles laissent derrière elles des sillons, témoins de leur passage. Lors de période d'étiage, chez les adultes de plusieurs espèces, il est fréquent d'observer des sillons de déplacements de plusieurs mètres qui partent de la rive pour se diriger vers des secteurs plus profonds du cours d'eau (Hagg, 2012). Certaines espèces se déplacent plus que d'autres. Les espèces de la tribu *Anodontini* dont fait partie l'anodonte du gaspareau ainsi que celles de la tribu *Lampsilini* sont considérées comme étant particulièrement actives (Coker et coll., 1921; Haag, 2012).

Les moules effectuent aussi des migrations verticales dans les sédiments en étirant et en contractant leur pied (McMahon, 1991; Amyot et Downing, 1998; Nedeau et coll., 2000). L'enfouissement a surtout lieu lors de la migration hivernale. Chez la plupart des espèces, la migration est déclenchée par la photopériode, mais peut également être liée à la température de l'eau (Amyot and Downing, 1997; Perles et coll., 2003). L'émergence à la surface des sédiments au printemps et à l'été, qui coïncide avec la période de fécondation et le relâchement des glochidiums, suggère que les migrations verticales sont aussi liées à la reproduction (Amyot et Downing, 1997; Hagg, 2012).

5.1.5. Habitat

Les moules colonisent les milieux d'eau douce permanents tels que les lacs, les étangs permanents, les rivières et les ruisseaux. Chaque espèce possède des exigences particulières d'habitats : type de cours d'eau, profondeur de l'eau, vitesse du courant, composition du substrat, caractéristiques chimiques de l'eau (Di Maio et Corkum, 1995). Les grandes rivières et les grands bassins versants qui offrent une plus riche diversité d'habitats supportent généralement une plus grande diversité d'espèces de moules. La diversité des espèces et leur abondance peuvent varier d'un secteur à l'autre. Les cours d'eau temporaires et les milieux qui s'assèchent sont peu propices à l'établissement des moules. De plus, plusieurs espèces de moules ne survivent pas dans les milieux très argileux ou dans des substrats composés de matière organique non suffisamment compactée, car elles y suffoquent (Bogan, 1993; Nedeau et coll., 2000).

L'anodonte du gaspareau se trouve dans les rivières côtières, les ruisseaux ou les lacs que peut atteindre son principal poisson hôte, le gaspareau (Clarke, 1981; Martel et coll., 2010). Elle utilise en partie les estuaires d'eau douce avec marées comme habitat (Strayer et coll., 1994). Elle est plus fréquemment trouvée dans les parties des cours d'eau influencées par les marées et elle ne s'établit pas dans les eaux saumâtres (Nedeau et coll., 2000; Hagg, 2012). L'anodonte du gaspareau est généralement trouvée dans des habitats où le courant est moyen, et parfois dans des secteurs où il est faible ou nul. Elle vit à des profondeurs variables, mais peu d'information a été publiée à ce sujet. L'anodonte du gaspareau utilise un vaste éventail de substrats tels l'argile, le limon, le sable, le gravier, les cailloux et les galets ou un mélange de ceux-ci, mais elle est plus souvent trouvée dans le sable et le gravier (Clarke, 1981; Bogan et Alderman, 2008; Martel et coll., 2010). Les trois individus vivants trouvés en 2012 à Trois-Rivières et en 2007 à Grondines étaient établis dans des substrats composés de sable, de limon et de gravier. Ces deux secteurs sont situés dans des zones avec marées. Au moment de la collecte, le courant était faible (MFFP, données non publiées). Berthier-sur-Mer est l'endroit le plus à l'est où l'anodonte du gaspareau a été trouvée dans le fleuve Saint-Laurent. La zone d'eau saumâtre débute à proximité de ce secteur, soit entre la pointe est de l'île d'Orléans et l'île aux Coudres.

5.2. Dynamique des populations

Les populations de plusieurs espèces de moules d'eau douce du Québec, tout comme celles d'Amérique du Nord, sont en déclin et leur persistance dans le temps dépend de plusieurs facteurs (voir la section 7.2. « Menaces à la survie de l'espèce »).

À ce jour, la dynamique des populations de l'anodonte du gaspareau au Québec demeure méconnue. Cependant, les effectifs sont probablement à la baisse compte tenu de son absence dans les récents inventaires réalisés aux endroits où sa présence historique était documentée (rivière des Outaouais en amont de Carillon, rivière Saint-Charles et fleuve Saint-Laurent à Québec) (MFFP, données non publiées; A. L. Martel, obs. pers.). De plus, les nombreux obstacles qui entravent la rivière des Outaouais, la rivière des Prairies, la rivière Saint-Charles ainsi que la partie amont du fleuve Saint-Laurent empêchent la libre circulation de ses poissons hôtes anadromes.

L'introduction de la moule zébrée et de la moule quagga dans le fleuve Saint-Laurent est reconnue comme étant l'un des facteurs occasionnant d'importantes baisses d'abondance des

moules indigènes (Ricciardi et coll., 1996), et l'anodonte du gaspareau est particulièrement touchée par l'introduction de ces envahisseurs (Strayer et Smith, 1996).

Les niveaux d'eau très bas du fleuve Saint-Laurent observés en 2010 et 2012 ont également été la cause de mortalité massive de moules d'eau douce dont l'anodonte du gaspareau (MFFP, données non publiées; I. Picard, comm. pers.). Ces situations risquent de se produire plus fréquemment avec les changements climatiques, puisque la majorité des scénarios indiquent une baisse du débit d'eau à la sortie des Grands Lacs au cours du prochain siècle (Côté et Léveillé, 2012).

5.3. Facteurs limitants

5.3.1. Prédation

La prédation est un agent important de régulation des populations de moules d'eau douce (Fuller, 1974; McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Le principal prédateur des moules d'eau douce est sans contredit le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), comme en témoignent les amoncellements de coquilles de moules trouvés sur les rives (Hanson et coll., 1989). Les moules d'eau douce sont une source de nourriture pour plusieurs autres espèces telles que la loutre de rivière (*Lontra canadensis*), le vison d'Amérique (*Neovison vison*), le raton laveur (*Procyon lotor*) et le castor du Canada (*Castor canadensis*) (Fuller, 1974). Ce dernier utilise également les moules dans la construction de ses barrages, comme en témoignent les coquilles vides souvent trouvées à proximité et sur ceux-ci (MFFP, données non publiées). Les moules de stade juvénile sont plutôt consommées par plusieurs espèces de poissons, d'oiseaux, d'écrevisses, de tortues et par le necture tacheté (*Necturus maculosus*) (Fuller, 1974; McMahon, 1991).

5.3.2. Maladies et parasites

Les moules d'eau douce sont l'hôte de plusieurs parasites internes ou externes tels que des trématodes, des protozoaires, des nématodes et des oligochètes (Fuller, 1974; McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Les trématodes peuvent causer l'infertilité des moules (Moles et Layzer, 2008). Les mites d'eau de la famille des *Unionicolodae* sont les parasites les plus communs qui infestent les branchies et occasionnellement le manteau (Fuller, 1974; McMahon, 1991; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Selon Fuller (1974), il y a peu d'évidences que des virus ou des bactéries tuent massivement les moules d'eau douce.

5.3.3. Mortalité accidentelle

La faible capacité de déplacement des moules les rend très vulnérables aux déversements accidentels de substances chimiques ainsi qu'aux variations du niveau d'eau et aux réchauffements de l'eau causés notamment par les fortes canicules (Nedeau et coll., 2000). Voir sections 7.2.5 « Changements climatiques » et 7.2.7 « Bilan des menaces au Québec ».

5.3.4. Comportement et adaptabilité

De façon générale, peu d'information a été publiée sur le comportement des moules d'eau douce. Durant l'hiver, l'alimentation et les déplacements sont réduits (Clarke, 1981). À l'automne, certaines moules, tel l'elliptio de l'Est (*Elliptio complanata*), s'enfouissent activement dans les sédiments et la majorité des individus ne sont plus visibles à la surface (Amyot et Downing, 1991) à moins que le substrat soit trop rocailleux. Cependant, d'autres espèces telles que les lampsiles et les anodontes ne semblent pas s'enfouir dans les sédiments durant l'hiver. Une diminution significative de la mobilité et de l'activité de filtration est toutefois constatée durant la saison froide (Amyot et Downing, 1991; A. L. Martel, obs. pers.). D'autres renseignements pertinents sur le comportement et l'adaptabilité des moules sont présentées dans les sections 5.1.4. « Mobilité » et 7.2.3. « Moules exotiques envahissantes ».

Les mulettes ont développé différentes adaptations afin de favoriser la rencontre et le contact entre les glochidiums et les poissons hôtes (Kat, 1984). Les espèces de mulettes dont le poisson hôte effectue des migrations ont synchronisé leur période de reproduction avec sa présence dans l'habitat ou avec sa période de fraie (Kat, 1984), ce qui est le cas pour l'anodonte du gaspareau qui utilise principalement des poissons anadromes. Une autre adaptation visant à attirer les poissons hôtes consiste à relâcher les glochidiums en amas maintenus ensemble par du mucus de façon à imiter une source de nourriture (vers, sangsues, larves d'insectes, etc.) pour le poisson. Chez certaines espèces, telles les lampsiles (genre *Lampsilis*), la bordure du manteau des femelles agit comme un leurre pouvant ressembler à un petit poisson (Kat, 1984; Parmalee et Bogan, 1998; Haag et Warren, 1999); ce phénomène n'est cependant pas observé chez les espèces appartenant au genre *Anodonta*. Pour leur part, les mâles relâchent un nuage de sperme dans la colonne d'eau, quoique certaines espèces relâchent des « boules de sperme » (spermatozeugmata) contenant des milliers de spermatozoïdes (Barnhart et Roberts, 1997). Ces boules de sperme dérivent dans le courant et augmentent la durée de vie des spermatozoïdes. Cette adaptation expliquerait en partie pourquoi des populations de moules de faible densité réussissent quand même à se reproduire grâce à des mâles établis plus en amont (Moles et Layzer, 2008). Les mâles de la grande anodonte (*Pyganodon grandis*) ainsi que d'autres espèces d'anodontes utilisent cette stratégie (Lynn, 1994). Bien qu'aucune information ne soit disponible pour l'anodonte du gaspareau, il est possible que les mâles utilisent aussi ce mode de fécondation.

6. IMPORTANCE PARTICULIÈRE

Historiquement, les coquilles de certaines espèces de moules étaient utilisées par les tribus indigènes pour la fabrication de bijoux, de pendentifs ou encore d'outils tels que des cuillères ou des louches. Elles constituaient également une source alimentaire importante pour certaines tribus (Allan et Flecker, 1993; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Dans les années 1800, les moules ont joué un rôle économique important, car la nacre des coquilles était utilisée pour la confection de boutons, et ce, jusqu'à l'utilisation plus répandue du plastique au milieu du XX^e siècle (Allan et Flecker, 1993; Nedeau et coll., 2000).

À bien des égards, les écosystèmes d'eau douce tirent profit des moules d'eau douce indigènes. Leur action filtrante contribue à améliorer la qualité de l'eau en éliminant de grandes quantités de matière organique et inorganique en suspension (Nedeau et coll., 2000). Elles convertissent ces

nutriments en une forme assimilable par d'autres animaux ou plantes (Nedea et coll., 2000). Elles filtrent de grandes quantités de phytoplancton, contribuant ainsi à ralentir le processus d'eutrophisation des lacs (McMahon, 1991). Les moules participent à l'oxygénation des substrats par leurs déplacements verticaux et horizontaux périodiques (Nedea et coll., 2000). Les moules vivantes et les coquilles vides influencent les caractéristiques hydrologiques et la dynamique des sédiments et servent de substrat à d'autres organismes (Strayer et coll., 1994; Horvath et coll., 1999; Nedea et coll., 2000). Par ailleurs, l'accumulation de coquilles peut servir de milieu à la fraie de certaines espèces de poissons tel le touladi (*Salvelinus namaycush*) (Chatelain et Chabot, 1983). Elles servent également de nourriture à de nombreux animaux (voir section 5.3.1. « Prédation »).

Finalement, les moules sont d'excellents bio-indicateurs de la pollution de l'eau et d'autres perturbations environnementales (Bogan, 1993; McMahon, 1991; Nedea et coll., 2000; Martel et coll., 2010). Plusieurs espèces sont sensibles à différentes formes de pollution. En raison de leur mode d'alimentation par filtration, elles sont davantage exposées aux contaminants dissous et associés aux particules en suspension dans l'eau, de même qu'à ceux contenus dans les sédiments (Naimo, 1995). Leur grosseur (macroscopique), leur grande longévité, leur sédentarité, la spécificité des habitats pour les différentes espèces rendent les moules représentatives d'un secteur bien défini et permettent d'étudier à long terme les effets de la pollution sur les écosystèmes aquatiques (Metcalf et Charlton, 1990; McMahon, 1991; Naimo, 1995; Nedea et coll., 2000).

7. BILAN DE LA SITUATION

7.1. Taille de la population et tendance démographique

Les données historiques de l'anodonte du gaspateau démontrent que l'espèce a subi un déclin, car sa répartition actuelle est plus restreinte que sa répartition historique. Depuis l'an 2000, les efforts d'échantillonnage ont permis de confirmer la présence récente de l'anodonte du gaspateau dans le fleuve Saint-Laurent et le lac des Deux Montagnes. Le faible nombre de sites d'observation (n = 15), le peu d'individus trouvés à ces endroits ainsi que la grande distance entre ces sites indiquent une répartition disjointe et une situation possiblement critique pour cette espèce. De plus, malgré les nombreux efforts déployés au courant des dernières années pour trouver l'anodonte du gaspateau, le nombre d'observations récentes est faible, bien qu'il soit plus élevé que le nombre d'observations historiques (54 observations récentes *versus* 15 observations historiques).

Les données historiques et actuelles ne permettent pas de documenter la taille des populations, mais suggèrent que la tendance démographique de l'espèce est à la baisse, à cause d'une répartition très disjointe, des obstacles à la libre circulation des poissons hôtes et de l'introduction des moules zébrées et quaggas. Voir sections 5.2. « Dynamique des populations » et 7.2. « Menaces à la survie de l'espèce ».

Pour déterminer l'abondance et les tendances démographiques avec exactitude, des inventaires quantitatifs doivent être réalisés. Ceux-ci impliquent le creusage et le tamisage de 10 cm de substrat à l'intérieur de quadrats et permettent de détecter et de quantifier l'ensemble des cohortes

d'âges (Strayer et Smith 2003; Mackie et coll., 2008), car les moules de jeunes stades colonisent habituellement l'intérieur du substrat. Les inventaires qualitatifs et semi-quantitatifs sont effectués pour mesurer la diversité, délimiter l'aire de répartition et détecter les espèces rares de moules (Strayer et Smith 2003; Mackie et coll., 2008). L'information sur l'anodonte du gaspareau contenue dans ce rapport provient d'inventaires qualitatifs, semi-quantitatifs, d'observations fortuites ou non déterminées. Bien que la taille des coquilles de plusieurs anodontes du gaspareau ait été documentée (16 sur 69), ces données sont insuffisantes pour dégager des tendances. L'annexe 6 comporte un tableau résumant les données.

Des inventaires additionnels sont toutefois requis pour confirmer la tendance démographique dans le fleuve Saint-Laurent, dans les secteurs de Berthier-sur-Mer et de Saint-Vallier, où les observations historiques d'anodonte du gaspareau sont les plus nombreuses. Le secteur situé en aval du barrage de Carillon sur la rivière des Outaouais, lieu où se situe la principale frayère d'alse savoureuse au Québec, devrait être inventorié étant donné la présence historique de l'anodonte du gaspareau en amont, de même que la frayère localisée sur la rivière des Prairies, près du pont Pie-IX (Bilodeau et Massé, 2005). Des inventaires devraient être réalisés dans l'exutoire du lac Saint-Pierre, à la hauteur de Batiscan, et dans le bras sud de l'île d'Orléans étant donné la forte probabilité de frayères à alose savoureuse à proximité de ces secteurs (Robitaille et coll., 2008). Finalement, des inventaires additionnels dans les rivières Matapédia, Kegwick et Ristigouche, cours d'eau des régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie, devraient également être réalisés. Ces cours d'eau sont des sites potentiels pour l'anodonte du gaspareau, puisque le gaspareau les remonte en grand nombre pour frayer (Bérubé et Clarke, 2003; R. Isabel, comm. pers.). Les frayères connues, les frayères potentielles et les aires de fréquentation d'adultes et de juvéniles des poissons hôtes anadromes de l'anodonte du gaspareau sont des endroits potentiels qui nécessitent d'être étudiés. L'utilisation de l'ADN environnemental pour la détection de cette espèce permettrait de cibler des secteurs à prioriser pour les inventaires. Les résultats obtenus pour les moules d'eau douce sont très encourageants et l'utilisation de cette méthode s'avère prometteuse pour la détection des espèces en situation précaire de ce groupe (Côté et coll., rapport préliminaire; Currier et coll. 2017).

Les données de l'anodonte du gaspareau démontrent qu'elle est une espèce peu commune dans nos cours d'eau. Étant très sensible à la présence de moules zébrées, les sites peu infestés demeurent les habitats les plus favorables à la survie de l'espèce. Bien que l'anodonte du gaspareau n'ait probablement jamais été abondante au Québec, son absence des sites historiques documente bien son déclin. La tendance des populations de cette espèce semble suivre la tendance générale des moules et être à la baisse.

7.2. Menaces à la survie de l'espèce

Parmi les facteurs anthropiques qui influencent les densités de population de moules, il y a entre autres la détérioration et la destruction des habitats, la dégradation de la qualité de l'eau, l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, la diminution des populations d'espèces de poissons hôtes compatibles de même que les changements climatiques (Strayer, 1980; McMahon, 1991; Allan et Flecker, 1993; Bogan, 1993; Williams et coll., 1993; Neves, 1999a; Nedeau et coll., 2000; Martel et coll., 2007; Martel et coll., 2010).

7.2.1. Dégradation et perte d'habitats

La dégradation et la perte d'habitats occasionnées par la construction de barrages, le drainage, la canalisation des cours d'eau, l'abaissement des niveaux d'eau de même que par la sédimentation contribuent au déclin des moules (McMahon, 1991; Williams et coll., 1993; Nedeau et coll., 2000; Martel et coll., 2010). La construction de barrages et de digues modifie les conditions physicochimiques de l'eau en amont et en aval, engendrant un taux de mortalité élevé (Allan et Flecker, 1993; Bogan, 1993; Williams et coll., 1993; Metcalfe-Smith et coll., 1998b; Watters, 1999). De plus, ces structures réduisent le potentiel de reproduction des moules et les isolent génétiquement, en constituant des obstacles majeurs aux déplacements des poissons hôtes essentiels à leur reproduction et à leur dispersion (Allan et Flecker, 1993; Bogan, 1993; Williams et coll., 1993; Vaughn, 1997; Parmalee et Bogan, 1998; Nedeau et coll., 2000). Le drainage et la canalisation des cours d'eau rendent les habitats homogènes. L'accumulation de vase dans les sédiments de même que les concentrations élevées de particules en suspension dans l'eau interfèrent avec les mécanismes de filtration pour l'alimentation et les échanges gazeux, réduisant ainsi le taux de croissance (Aldridge et coll., 1987; McMahon, 1991). De plus, les modifications soudaines du régime hydrique provoquent du stress et parfois de la mortalité surtout lorsque celles-ci ont lieu durant la période annuelle où les moules sont actives. L'abaissement des niveaux d'eau — particulièrement en période de sécheresse — et l'ouverture des vannes des barrages causant des crues soudaines qui délogent les moules des sédiments ou les y enfouissent, provoquent la mortalité de nombreuses moules (McMahon, 1991).

Smith (1985) rapporte que, à la suite d'un programme de restauration des populations de poissons de la famille des Clupéidés sur la rivière Connecticut, l'anodonte du gaspareau a connu une expansion de sa répartition de 200 km vers l'amont de cette rivière, jusqu'au barrage de Bellows Falls dans l'État du Vermont. Cinq barrages avaient été construits sur ce cours d'eau, avant et après les années 1800, empêchant l'alose savoureuse, l'alose d'été et le gaspareau d'avoir accès à la portion de la rivière située en amont de ces barrages. Une série d'actions ont été réalisées, dont le transport en camion et l'ensemencement d'aloses savoureuses et d'aloses d'été, ainsi que la construction de différents types de passes migratoires. Une passe migratoire a également été installée à un barrage sur la rivière Farmington, tributaire de la rivière Connecticut. Huit ans après l'installation, l'anodonte du gaspareau jadis absente en amont de ce barrage y a été trouvée. Bien qu'aucune preuve formelle n'existe démontrant que la métamorphose de glochidiums d'anodonte du gaspareau peut se réaliser sur l'alose savoureuse et l'alose d'été, l'étude de Smith montre une corrélation étroite entre le rétablissement de la migration de ces poissons anadromes et l'expansion de la répartition de l'anodonte du gaspareau (Smith, 1985). Il est donc possible que ces deux espèces d'alose, appartenant à la famille des Clupéidés, tout comme le gaspareau, soient aussi des hôtes favorables à la dispersion et à la métamorphose des glochidiums de cette moule d'eau douce (Davenport et Warmuth, 1965; Kneeland et Rhymer, 2008). Voir le tableau 1 de la section 5.1.2. « Reproduction ».

7.2.2. Pollution

Les propriétés chimiques de l'eau sont modifiées par la pollution organique et par plusieurs activités telles que l'agriculture intensive, les industries, la déforestation, etc. (Bauer, 1988; Allan et Flecker, 1993; Bogan, 1993; Williams et coll., 1993). L'altération de la qualité de l'eau peut avoir plusieurs effets sur les moules. Par exemple, les eaux acides causent la dissolution de la

coquille et peuvent éventuellement entraîner la mort des moules, particulièrement des plus vieilles (Kat, 1982); les trop faibles concentrations de calcium, telles que celles trouvées dans les eaux très alcalines, nuisent au développement de la coquille (McMahon, 1991).

En raison de leur grande longévité, de leur sédentarité et de leur action filtrante, les moules accumulent de grandes quantités de polluants dans leurs tissus (Metcalf-Smith et coll., 1996). Les effets de ces substances toxiques sont, entre autres, le ralentissement du métabolisme et de la respiration, la modification des activités enzymatiques, la destruction cellulaire des tissus, la réduction de la croissance et la mort (Naimo, 1995; Keller et Lydy, 1997). Ce qui peut être relativement inoffensif pour un adulte peut être très toxique pour les glochidiés ou une femelle reproductrice (Nedeau et coll., 2000). De nombreuses études toxicologiques utilisent les moules d'eau douce pour documenter l'accumulation de diverses substances dans l'organisme, dont les métaux lourds ainsi que les substances chimiques industrielles et pharmaceutiques (Metcalf et Charlton, 1990; Keller et Lydy, 1997). Les effets chroniques des polluants sur la santé et la reproduction des moules doivent être considérés lors des études. De nombreux produits toxiques ont des effets sublétaux tels que la perturbation des cycles hormonaux, la modification du comportement ou la réduction du taux métabolique. À long terme, les effets cumulés peuvent avoir de profondes répercussions sur la survie et la croissance. Il est important de considérer les effets cumulatifs ou synergiques de différentes substances toxiques ou des facteurs de stress (Nedeau et coll., 2000).

7.2.3. Moules exotiques envahissantes

L'introduction d'espèces exotiques envahissantes contribue au déclin des populations de moules d'eau douce (Allan et Flecker, 1993; Williams et coll., 1993; Nalepa et coll., 1996; Martel et coll., 2001). À la fin des années 1980 et au début des années 1990, deux espèces européennes, soit la moule zébrée et la moule quagga, ont été introduites dans les Grands Lacs et le fleuve Saint-Laurent par l'évacuation des eaux de ballast (Hébert et coll., 1991; Allan et Flecker, 1993; Mills et coll., 1993; Ricciardi et coll., 1995). Ces deux espèces envahissantes, et plus particulièrement la moule zébrée, sont responsables du déclin récent des moules indigènes dans plusieurs sites du réseau des Grands Lacs, du fleuve Saint-Laurent (Ricciardi et coll., 1996) de même que dans plusieurs lacs et rivières tributaires de ce grand bassin (Martel et coll., 2001). À l'aide de leur byssus (petits filaments sécrétés par le pied de l'animal), elles se fixent sur les coquilles de moules indigènes et nuisent ainsi à leurs activités (Bogan, 1993; Nalepa et coll., 1996; Schloesser et Metcalf-Smith, 2006). Certaines moules d'eau douce peuvent supporter, du moins pour un certain temps, un grand nombre de moules exotiques attachées à leur coquille (Hébert et coll., 1991). Ricciardi et coll. (1996), par ailleurs, ont démontré qu'un petit nombre de moules zébrées (p. ex., 10 à 20 individus seulement) de grande taille (p. ex., 30 à 40 mm) ont le même effet négatif, à long terme, qu'un très grand nombre de moules zébrées de petite taille attachées à la moule hôte. Dans un cas comme dans l'autre, ce poids supplémentaire ainsi que les filaments de byssus attachés aux valves de la coquille de la moule indigène rendent difficile l'ouverture et la fermeture des valves, interférant ainsi avec les activités d'alimentation, de respiration, d'enfouissement et de locomotion de la moule hôte. L'infestation oblige les moules indigènes à puiser dans leurs réserves énergétiques normalement destinées à la formation de la coquille, à la reproduction et à la survie hivernale et entraînera subséquemment leur mort (Hébert et coll., 1991; Haag et coll., 1993; Nalepa et coll., 1996; Ricciardi et coll., 1996; Schloesser et Metcalf-Smith, 2006). L'activité filtrante des moules exotiques à proximité du siphon de la

moule infestée peut également être suffisante pour détourner les ressources alimentaires planctoniques et nuire à sa survie (Hébert et coll., 1991).

Les moules zébrées et les moules quaggas n'ont pas besoin de poisson hôte pour achever leur cycle de reproduction ni pour leur déplacement. La dispersion se fait par leurs larves de type « véligère » qui nagent librement et qui dérivent dans le courant. Ces véligères de moules exotiques peuvent voyager ainsi sur de grandes distances, poussées par les vents dans les situations lacustres ou par le courant en milieu lotique (rivières). Ce mécanisme de dispersion larvaire, couplé à une très grande fécondité, permet à la moule zébrée et à la moule quagga d'envahir de nouveaux territoires et d'assurer une croissance très rapide des populations (Claudi et Mackie, 1994; Johnson et Carleton, 1996; Johnson et Padilla, 1996). Après quelques semaines, les larves de moules zébrées, appesanties par leur coquille, se fixent avec leurs byssus aux différents objets pour poursuivre leur développement et devenir adultes (Nepveu et Saint-Maxent, 2002).

Le transport et la dispersion de la moule zébrée en amont d'un cours d'eau ou d'un bassin versant à l'autre sont uniquement liés aux activités humaines (Carlton, 1993). L'aménagement de grands canaux pour faciliter la navigation commerciale a relié artificiellement de grands bassins versants qui étaient séparés naturellement. La propagation des moules zébrées dans les rivières Illinois et Hudson, dans le bassin du Mississippi jusqu'au lac Michigan, serait principalement liée aux bateaux circulant dans ces canaux qui auraient relâché, au passage, des adultes et des véligères (Neves, 1999b). La propagation de ces envahisseurs en seulement cinq ans dans les principaux canaux et les eaux de navigation de l'est de l'Amérique du Nord est phénoménale (Neves, 1999b). Dans les eaux intérieures des États-Unis, 116 lacs étaient infestés par la moule zébrée en 1998 et ce nombre a continué de croître depuis. Ces introductions seraient liées aux embarcations et aux remorques de villégiateurs (Neves, 1999b). Le Québec n'est pas à l'abri de telles introductions et la sensibilisation demeure le meilleur outil pour conscientiser la population.

Plusieurs études documentent l'effondrement de populations de moules d'eau douce aux États-Unis et en Ontario occasionné par ces envahisseurs (Ricciardi et coll., 1996; Martel et coll., 2001). Dans la partie estuarienne d'eau douce de la rivière Hudson dans l'État de New York, une étude a eu lieu de 1991 à 1995 à la suite de l'introduction des moules zébrées en 1991. Cette étude documente les effets des moules zébrées sur trois espèces de moules d'eau douce, dont deux sont présentes au Québec, soit l'elliptio de l'Est et l'anodonte du gaspareau (Stayer et Smith, 1996). Ces auteurs rapportent un effondrement de la population d'elliptio de l'Est de 36 % et de l'anodonte du gaspareau de 90 % à la suite de cette introduction, et ce, malgré le faible nombre de moules zébrées attachées aux moules indigènes. Parallèlement à l'augmentation du taux de mortalité de 1991-1992 à 1995, une baisse du recrutement (jeunes de l'année) a été observée et diffère également selon les espèces. Une baisse de 73 % du recrutement a été mesurée pour l'elliptio de l'Est, tandis que, pour l'anodonte du gaspareau, le recrutement qui était abondant en 1991 était complètement absent des échantillons de 1993 à 1995. Les auteurs rapportent aussi une importante dégradation de la condition des moules (masse corporelle à une longueur de 60 mm). Une réduction de 25 % de la masse corporelle pour l'elliptio de l'Est et de 45 % pour l'anodonte du gaspareau a été notée de 1991-1992 à 1993-1995, suggérant un manque de nourriture pour les Unionidés. La rivière Hudson a connu une baisse radicale de sa biomasse en phytoplancton à partir de septembre 1992. Durant la saison de croissance des moules de 1993 à 1995, la biomasse du phytoplancton a diminué de 80 à 90 %, comparativement à la biomasse

trouvée de 1986 à 1991, avant l'introduction des moules zébrées (Stayer et Smith, 1996). L'étude s'est poursuivie et les données de 2000 à 2005 indiquent que la biomasse de phytoplancton ne s'est pas rétablie et que la condition corporelle des moules ne s'est pas améliorée. Cependant, des juvéniles d'anodonte du gaspareau ont été trouvés de 2000 à 2005, contrairement à la période de 1993 à 1995 durant laquelle le recrutement était nul. L'analyse des données de 1990 à 2005 montre une stabilisation des densités durant la période de 2000 à 2005. Ainsi, des densités trouvées avant l'introduction des moules zébrées dans la rivière Hudson, il restait 22 % d'elliptio de l'Est et 4 % d'anodonte du gaspareau en moyenne durant la période de 2000 et 2005 (Strayer et Malcom 2007). L'étude effectuée sur la rivière Rideau (Martel et coll., 2001), à la suite de l'introduction des moules zébrées dans ce cours d'eau, fait également état d'un taux de mortalité plus élevé chez une espèce appartenant au groupe des anodontes, la grande anodonte (*Pyganodon grandis*). Le groupe des anodontes dont fait partie l'anodonte du gaspareau semble particulièrement sensible aux introductions de moules zébrées.

La distribution spatiale des moules zébrées dans une rivière n'est pas uniforme (de Lafontaine et Comiré, 2004). Les impacts sur les moules indigènes sont donc variables et dépendent des densités de moules zébrées dans le milieu. Ces dernières dépendent des conditions environnementales de même que du type et de la diversité des substrats. L'effet des moules zébrées sur les moules indigènes est moindre dans les portions de rivières où le substrat est rocheux, leur procurant des surfaces pour s'attacher comparativement aux portions où le substrat est fin. Par contre, dans d'autres habitats, il a été constaté que les substrats meubles et non compacts (p. ex., sable, limon) peuvent servir de refuge contre la moule zébrée, particulièrement à proximité de zones littorales peu profondes comportant beaucoup de plantes aquatiques ou de macrophytes (Nichols et Amberg, 1999; Crail et coll., 2011; A. L. Martel, données non publiées). Le refuge de ce type le plus documenté, le « Metzger's Marsh », se trouve dans la partie ouest du lac Érié où, malgré la forte densité de moules zébrées, le taux d'infestation sur les moules indigènes est très faible (Nichols et Amberg, 1999; Crail et coll., 2011). Plusieurs raisons peuvent expliquer l'existence de tels refuges. Entre autres, les moules zébrées sont plus sensibles au gel (McMahon, 1996; Crail et coll., 2011) et plus vulnérables aux stress occasionnés par les fluctuations des niveaux d'eau que les moules indigènes (Bowers et De Szalay, 2004; Crail et coll., 2011). Les zones riveraines peu profondes seraient ainsi moins propices à l'établissement des moules zébrées. De plus, la moule zébrée semble être incapable de survivre longtemps une fois enfouie dans les sédiments, contrairement aux moules indigènes qui sont adaptées à le faire. Ainsi, le comportement d'enfouissement des moules indigènes occasionnerait la suffocation des moules zébrées qui se sont attachées sur leur coquille et permettrait de s'en départir. Dans les milieux où le substrat est fin, il est fréquent de trouver des moules indigènes vivantes non infestées de dreissenidés, mais avec des byssus sur leur coquille (Burlakova 2017; A. L. Martel, données non publiées; L. Burlakova, comm. pers.). Ces refuges sont cruciaux pour la survie des moules indigènes dans les endroits où la moule zébrée a été introduite. Ils sont souvent situés près du littoral en zone peu profonde, près de macrophytes, de zone de marais ou de terres humides (Nichols et Amberg, 1999; Crail et coll., 2011).

Au cours de la dernière décennie, des secteurs considérés comme des refuges de moules d'eau douce ont été trouvés sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent, entre Sainte-Geneviève-de-Berthier et Deschambault. La faible densité des moules zébrées et quaggas dans ces refuges explique le fait que le taux d'infestation chez les moules indigènes soit très faible, la majorité des moules ne comportant aucun signe d'infestation. De plus, ces refuges abritent une plus grande diversité d'espèces de moules indigènes et les densités y sont plus fortes qu'ailleurs dans le

fleuve (MFFP, données non publiées; MFFP, 1999; Bouvier et coll., 2013). Ce type de refuge est comparable à celui décrit pour le delta du lac St. Clair en Ontario (McGoldrick et coll., 2009; Bouvier et coll., 2013). La physicochimie de la masse d'eau longeant la rive nord du fleuve Saint-Laurent provenant de la rivière des Outaouais est peu favorable à la survie des moules zébrées, le taux de calcium y étant trop faible (Biorex inc., 1994; Bouvier et coll., 2013; Therriault et coll., 2013). La Violette (2004) explique que, au nord du chenal de navigation, s'écoule la masse d'eaux mixtes de la rivière des Outaouais et des Grands Lacs à laquelle se sont mélangés graduellement les apports des rivières des Prairies, des Mille-Îles et L'Assomption. Le flot rapide et laminaire des eaux vertes du fleuve, en provenance des Grands Lacs, empêche le mélange immédiat avec les eaux de la rive nord (Centreau, 1974). Cet effet se ferait ressentir jusqu'aux rapides Richelieu à Portneuf.

Une autre espèce exotique envahissante de bivalves a été introduite dans le fleuve Saint-Laurent au Québec, la petite corbeille d'Asie (*Corbicula fluminea*). Elle a été observée pour la première fois en juillet 2009 (Simard et coll., 2010; Simard et coll., 2012). La répartition connue au Québec de cette espèce est restreinte au panache des eaux chaudes de rejet de la centrale nucléaire de Gentilly-2. Selon les travaux de Mattice et Dye (1976), cette espèce ne devrait pas survivre aux hivers rigoureux du Québec en dehors du panache des eaux chaudes des centrales et des industries. Une publication récente suggère toutefois qu'un certain pourcentage des individus seraient tolérants à une température de l'eau avoisinant 0 °C et qu'une population pourrait éventuellement s'établir (Müller et Baur, 2011; Simard et coll., 2012). La centrale Gentilly-2 a cessé ses activités à la fin de décembre 2012. L'analyse des sédiments prélevés à l'été 2013 par le MFFP dans le secteur de Gentilly-2 révèle que des petites corbeilles d'Asie de différentes tailles ont survécu à l'hiver 2012-2013 à divers sites (MFFP, données non publiées). La petite corbeille d'Asie est considérée parmi les espèces les plus invasives mondialement et les changements climatiques favorisent sa répartition nordique. Elle peut avoir un effet négatif sur les moules indigènes en entrant en compétition avec celles-ci (Leff et coll., 1990; Nedeau et coll., 2000). Un suivi de cette espèce serait nécessaire afin de documenter l'évolution de la dynamique de cette population et ses répercussions sur les écosystèmes aquatiques du fleuve Saint-Laurent (Simard et coll., 2012).

7.2.4. Poissons hôtes et poissons exotiques envahissants

Les moules d'eau douce dépendent des fluctuations des populations de poissons hôtes, essentiels pour achever leur cycle de reproduction. La phase de parasitisme obligatoire du stade de reproduction contribue grandement à leur vulnérabilité. En plus d'être sensibles aux perturbations qui ont un effet direct sur elles, les moules sont également menacées par celles qui affectent les populations de poissons hôtes (Bogan, 1993; Neves, 1993; Metcalfe-Smith et coll., 1998a). Les changements dans l'abondance et la structure des communautés de poissons entraînent une brisure du cycle de reproduction des moules à cause d'un manque de poissons hôtes (Zale et Neves, 1982).

En ce qui concerne les poissons hôtes anadromes confirmés et potentiels de l'anodonte du gaspareau, plusieurs d'entre eux sont en difficulté. Le bar rayé a disparu du fleuve Saint-Laurent à la fin des années 1960, en raison de l'altération de son habitat et de la surexploitation par la pêche commerciale et sportive (Trépanier et Robitaille, 1996; Valiquette et coll., 2017). Les travaux de dragage et d'entretien de la traverse nord (pointe est de l'île d'Orléans) et la mise en

dépôt des sédiments de dragage du fleuve auraient réduit les habitats propices aux bars rayés juvéniles (Trépanier et Robitaille, 1996). La réintroduction, depuis 2002 dans le fleuve Saint-Laurent, de bars rayés issus de la population de Miramichi pourrait être bénéfique à l'anodonte du gaspareau. Plus de 21 200 bars rayés adultes et juvéniles ainsi que 34,5 millions de larves ont été ensemencées dans le fleuve Saint-Laurent de 2002 à 2017 (MFFP, données non publiées). Les observations de bars rayés sont de plus en plus nombreuses en eau douce (Valiquette et coll., 2017), dans les secteurs où vit l'anodonte du gaspareau. Quant à l'alose savoureuse, l'espèce a subi un déclin de ses effectifs sur toute la côte atlantique (Robitaille, 1997). Depuis septembre 2003, elle est désignée comme vulnérable en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (*Gazette officielle du Québec*, 2003). Ce poisson, autrefois pêché commercialement, a décliné de façon importante à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle (Robitaille, 1997). Les captures sont passées de 134 t en 1943, à 8 t en 1980 (Provost et coll., 1984). La dégradation des aires de fraie et l'obstruction des voies de migration semblent être les facteurs les plus probables de cette baisse d'effectif (Robitaille, 1997; Robitaille et coll., 2008). La construction des îles d'Expo 67 dans la région de Montréal, le dragage de la Voie maritime et la dégradation de la qualité de l'eau lui auraient aussi été néfastes (Robitaille et coll., 1988). L'alose n'a plus accès au haut Saint-Laurent, en amont du barrage de Beauharnois, et elle est également contrainte à rester en aval du barrage de Carillon, dans la rivière des Outaouais (Bilodeau et Massé, 2005). À l'été 2006, une étude sur la reproduction de l'alose savoureuse a été réalisée dans le fleuve Saint-Laurent et les données recueillies indiquent qu'elle se reproduit dans plusieurs parties du réseau du Saint-Laurent, et non pas seulement à Carillon et dans la rivière des Prairies. Il y aurait des sites de fraie de l'alose près de l'exutoire du lac Saint-Pierre, à la hauteur de Batiscan et dans le bras sud de l'île d'Orléans (Robitaille et coll., 2008). La localisation exacte des frayères n'est pas encore connue, pas plus que l'importance relative de chacune d'elles. Les captures de juvéniles laissent croire que l'alose fraie aussi dans les eaux provenant des Grands Lacs. L'analyse des mentions de captures de Clupéidés de 1941 à 2005 montre que l'alose frayait autrefois dans les rivières Richelieu, Nicolet et probablement dans la rivière Rigaud (Robitaille et coll., 2008). La campagne d'échantillonnage de 2006 n'a permis aucune capture d'alose dans la rivière Richelieu, par contre, 11 gaspareaux y ont été capturés. Il est possible que les frayères de la rivière Richelieu, situées au barrage de Saint-Ours, ne soient plus utilisées même si des aloses adultes y sont encore régulièrement capturées (Robitaille et coll., 2008).

Le gaspareau qui remonte nos cours d'eau au printemps pour frayer serait en baisse dans le fleuve Saint-Laurent, selon les données du Réseau de suivi ichtyologique du MFFP de 1995 à 2015 (annexe 2), les données des pêches expérimentales de 1928 à 2003 (Massé et coll., 2005) ainsi que les données de récolte provenant du por² de pêche de l'Aquarium de Québec (annexe 2). Le Réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent ne permet pas de documenter adéquatement la situation réelle du gaspareau et de l'alose savoureuse, car les inventaires sont réalisés en dehors de leurs périodes de migration.

L'introduction de nouvelles espèces de poissons dans les plans d'eau ainsi que la surexploitation des espèces de poissons hôtes par la pêche sportive ou commerciale menant à une raréfaction locale de l'espèce (Allan et Flecker, 1993) ont des conséquences néfastes sur les populations de moules (Zale et Neves, 1982). La disparition des populations de poissons hôtes menace les populations de moules et les entraîne vers l'extinction (Bogan, 1993).

² Por de pêche : engin de pêche fixe de type « por à anguille », communément appelé « trappe à anguilles ».

L'arrivée de poissons exotiques, tels que le gobie à taches noires découvert dans le fleuve Saint-Laurent en 1997 (MFFP 2017), pourrait compromettre le cycle de reproduction des moules indigènes en agissant comme un hôte incompatible pour les glochidiums de certaines de ces espèces. Le gobie à taches noires pourrait également être un hôte compatible pour certaines espèces. Un projet de recherche étudie cette question depuis 2012 (PSL, 2016). Les résultats préliminaires en laboratoire, sur deux espèces communes de moules du fleuve Saint-Laurent, indiquent que la métamorphose des glochidiums en juvéniles viables a réussi pour l'elliptio de l'Est, mais pas pour la lampsile rayée (*Lampsilis radiata*) (Gendron et coll., 2016). La compatibilité du gobie à taches noires comme hôte n'a pas été examinée pour l'anodonte du gaspareau.

L'introduction d'espèces de carpes asiatiques dans le réseau hydrographique des Grands Lacs et du Saint-Laurent est une menace importante pour l'équilibre des écosystèmes aquatiques. Les carpes asiatiques altèrent de façon importante l'habitat du poisson, entraînant une perte de biodiversité (MFFP, 2017; Pêches et Océans Canada, 2017). Ces espèces envahissantes auront des effets sur les moules indigènes et leurs poissons hôtes. La capture d'une carpe de roseau dans le fleuve Saint-Laurent en mai 2016 et la détection de son ADN dans 16 sites du fleuve Saint-Laurent depuis le lac Saint-François jusqu'au lac Saint-Pierre, ainsi que dans le secteur aval des rivières Richelieu et Saint-François, sont très préoccupantes pour l'habitat du poisson et la biodiversité des écosystèmes aquatiques. La carpe de roseau se nourrit de végétation aquatique. Étant donné sa croissance rapide, son appétit vorace et son mode d'alimentation, elle peut fortement endommager l'habitat du poisson, perturber le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et altérer la qualité de l'eau. Elle peut causer des dommages importants aux herbiers aquatiques dont dépendent de nombreuses espèces de poissons indigènes pour l'alimentation ou la reproduction (MFFP, 2017).

La carpe noire, pour l'instant confinée dans le sud du bassin versant du Mississippi aux États-Unis (Pêches et Océans Canada, 2017; MFFP, 2017), est particulièrement menaçante, car elle s'alimente principalement de mollusques, dont de moules indigènes (Nico et coll., 2005). Les moules juvéniles et les jeunes adultes sont plus susceptibles d'être consommés par les carpes noires (Nico et coll., 2005). Considérant que la carpe noire peut atteindre une taille considérable, bien au-delà d'un mètre de longueur, les moules adultes seraient également vulnérables à la prédation (Nico et coll., 2005).

7.2.5. Changements climatiques

Les changements climatiques sont de nouvelles menaces qui peuvent compromettre les populations de moules d'eau douce, et ce, à divers degrés. Ils peuvent perturber plusieurs fonctions essentielles comme la croissance, la longévité et le succès de reproduction (Hastie et coll., 2003). Le cycle de reproduction des moules, qui nécessite des poissons hôtes compatibles, peut être perturbé si ces hôtes subissent les effets négatifs liés aux changements climatiques. Une des conséquences des changements climatiques est une augmentation de l'instabilité du climat, et il est très probable que les vagues de chaleur et les épisodes de précipitations abondantes soient de plus en plus fréquents (Lemmen et coll., 2007).

Une étude réalisée en Écosse, à la suite d'un épisode de pluies diluviennes dans la rivière Kerry en 1998, documente les conséquences de tels événements sur les moules indigènes (Hastie et coll., 2001). L'augmentation des épisodes de précipitations abondantes peut modifier les habitats. Les frayères des poissons peuvent être endommagées ou détruites et les juvéniles peuvent être entraînés vers l'aval. Les sédiments en suspension dans l'eau lors des crues nuisent à l'alimentation et peuvent également ensevelir les moules. Les forts courants peuvent arracher les moules du substrat et les entraîner en aval dans des habitats parfois moins propices. Les roches ou les autres matériaux composant le substrat qui sont emportés par le courant peuvent casser ou écraser les coquilles (Hastie et coll., 2001).

Johnson et coll., (2001) a documenté les effets de la sécheresse sur les moules d'eau douce dans l'État de la Géorgie. Lors d'une période de sécheresse persistante, la température de l'eau augmente et la profondeur de l'eau ainsi que la vitesse du courant diminuent. La baisse de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau et l'augmentation de la concentration des polluants organiques et inorganiques, normalement dilués dans un plus grand volume d'eau, nuisent aux moules d'eau douce. La diminution de la profondeur de l'eau rend les moules plus susceptibles à la prédation. Elles peuvent se retrouver hors de l'eau, se déshydrater et mourir (Johnson et coll., 2001). Le manque d'oxygène dissous dans l'eau nuit à la respiration ainsi qu'à la croissance, réduit les réserves de glycogène et peut compromettre la reproduction (Fuller, 1974). Certaines espèces telles que l'elliptio de l'Est et la grande anodonte ont la capacité de réduire leur activité métabolique lors de changements temporaires de la température ou du taux d'oxygène dissous dans l'eau (McMahon, 1991). L'anodonte du gaspareau a la faculté de produire de l'oxygène métabolique en quantité suffisante pour survivre à un environnement anoxique pour une courte période (Eddy et Cunningham, 1934; Johnson et coll. 2001).

Au Québec, la variation temporelle des débits et des niveaux d'eau laisse entrevoir une remontée des débits du fleuve, mais les différents scénarios de changements climatiques indiquent principalement une baisse du débit sortant des Grands Lacs au cours du prochain siècle. Les valeurs de débits mesurées au cours des dernières années se situent dans l'intervalle des valeurs enregistrées depuis une centaine d'années bien qu'elles soient très basses (Bouchard et Cantin, 2015). En effet, en juillet 2012, le niveau du fleuve a atteint son niveau le plus bas enregistré depuis 1965. L'année 2010 a été également exceptionnellement sèche (Côté et coll. 2012). Une mortalité massive de moules d'eau douce a eu lieu au cours de ces deux étés (voir section 7.2.7. « Bilan des menaces au Québec » et l'annexe 4). La hausse du niveau marin et la baisse du débit du Saint-Laurent causées par les changements climatiques risquent de provoquer une remontée du front de salinité, situé actuellement entre l'île aux Coudres et l'île d'Orléans. Cette remontée d'eau salée pourrait perturber les écosystèmes particuliers de cette zone (MDDELCC, 2016). Si ce scénario se concrétise, l'anodonte du gaspareau ainsi que d'autres espèces de moules d'eau douce feraient partie des espèces touchées, l'habitat n'offrant plus les conditions essentielles à leur établissement.

7.2.6. Prélèvement et villégiature

Le prélèvement de moules dans le but de les utiliser comme bio-indicateurs du milieu était une menace importante pour les espèces ayant un statut préoccupant. En effet, l'identification des moules à l'espèce est difficile et nécessite d'excellentes connaissances sur les variations morphologiques des différentes espèces du Québec et des espèces vivant dans les régions

limitrophes. L'identification de l'anodonte du gaspareau est difficile à cause des caractéristiques de sa coquille qui peuvent facilement être confondues avec celles d'autres espèces. Le prélèvement de moules d'eau douce indigènes vivantes étant interdit, l'obtention d'un permis est maintenant obligatoire pour la collecte. Les études de toxicité requièrent de grandes quantités d'individus et le prélèvement est maintenant encadré pour que son effet soit réduit au minimum.

De plus, l'augmentation récente de l'attrait des activités récréatives en milieu naturel peut être une menace pour les moules. Les gens fréquentent de plus en plus les plans d'eau et les cours d'eau pour pratiquer diverses activités. Les secteurs fréquentés comme les plages sont souvent colonisés par les moules. Une meilleure connaissance du rôle et de l'importance des moules dans le milieu, ainsi que de leur fragilité, sensibiliserait la population à la nécessité de laisser les moules dans leur habitat et de minimiser leur dérangement.

7.2.7. Bilan des menaces au Québec

Les données historiques de l'anodonte du gaspareau dans les rivières des Outaouais et Saint-Charles témoignent de la présence de cette espèce avant la construction des barrages. Ceux-ci ont clairement contribué au déclin et à la disparition de l'anodonte du gaspareau dans ces cours d'eau. Le barrage de Carillon, construit en 1960 sur la rivière des Outaouais, a empêché la montaison des aloses savoureuses et des autres espèces de poissons anadromes. L'anodonte du gaspareau, qui a été observée en 1882 et en 1938, est disparue du secteur amont de la rivière des Outaouais, suggérant que son cycle de reproduction ne pouvait s'achever en l'absence de poissons hôtes compatibles.

L'anodonte du gaspareau, trouvée en 1961 dans la rivière Saint-Charles, n'est plus observée dans ce cours d'eau. Cette rivière a connu une dégradation majeure de ses habitats et de la qualité de son eau. La partie sud des berges de la rivière a été bétonnée dans les années 1970. L'estuaire de la rivière Saint-Charles, initialement long de 5 km et large de plus de 800 m à son embouchure, a perdu environ 75 % de sa superficie en raison de remblayages successifs. L'embouchure de cette rivière est aujourd'hui transformée en un canal portuaire de 110 m de largeur. Le barrage Joseph-Samson, construit en 1974 afin d'empêcher la pénétration des marées du fleuve dans la rivière, a empêché la libre circulation des espèces de poissons qui y venaient pour se reproduire et a causé la sédimentation accrue du lit de la rivière ainsi que la formation d'îlots de sable en amont (Comité de bassin de la rivière Saint-Charles, 2009).

Dans le fleuve Saint-Laurent, la zone de dépôt de sédiments de dragage (de 1970 à 2000), située au sud de l'île Madame tout près de Berthier-sur-Mer et de Saint-Vallier, où le nombre d'observations historiques est le plus grand, a exercé une pression négative sur les populations d'anodontes du gaspareau et des autres espèces de moules de ce secteur.

L'introduction des moules zébrées et quaggas exerce une pression supplémentaire sur cette espèce particulièrement sensible aux effets de ces envahisseurs (Stayer et Smith, 1996; Strayer et Malcom 2007). D'ailleurs, les coquilles fraîches de deux des trois anodontes du gaspareau trouvées à Berthier-sur-Mer en 2005 portaient des byssus de dreissenidés sur la partie externe de la coquille, près des siphons. Le plus gros individu, dont la valve droite seulement a été trouvée, comportait cinq byssus de différentes tailles, dont trois très gros, ce qui indique que la moule a été infestée pendant plusieurs années. L'autre individu portait trois byssus de taille moyenne sur

la valve droite, seule valve trouvée lors de l'échantillonnage. Quant aux valves de l'individu vivant trouvé à Grondines en 2007 et à celles de deux individus vivants trouvés en 2012 à Trois-Rivières, elles n'étaient pas infestées par les moules zébrées ou quaggas et n'avaient pas de byssus. Par ailleurs, sur les cinq coquilles fraîches trouvées à Trois-Rivières en 2012, une seule comportait un byssus. Le taux d'infestation des moules indigènes est très faible près de la rive dans ces secteurs du fleuve (MFFP, données non publiées).

Les différents scénarios de changements climatiques indiquent en majorité, une baisse du débit du fleuve Saint-Laurent et une hausse du niveau marin. Le déplacement du front de salinité vers l'amont nuirait à l'anodonte du gaspareau. L'eau de la portion avale de sa distribution deviendrait saumâtre et non propice à sa survie.

Le niveau d'eau très bas dans le fleuve Saint-Laurent lors des étés 2010 et 2012 a engendré la mortalité massive de moules d'eau douce, entre autres au lac Saint-Pierre et dans son archipel, dans des secteurs considérés comme des refuges (voir photo à l'annexe 4). Des coquilles fraîches d'anodontes du gaspareau et de plusieurs autres espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, telles que la leptodée fragile (*Leptodea fragilis*), le potamile ailé (*Potamilus alatus*) et l'obovarie olivâtre (*Obovaria olivaria*), ont été trouvées (MFFP, données non publiées; I. Picard, comm. pers. et annexe 1). Ces événements risquent de se produire plus fréquemment dans l'avenir avec l'augmentation de l'instabilité du climat causée par les changements climatiques. Les tendances indiquent avec un niveau de confiance élevé, qu'à l'horizon 2050, les étiages estivaux seront plus sévères et plus longs et l'hydraulicité estivale sera plus faible pour le Québec méridional (CEHQ, 2015).

Bien que les densités de moules soient relativement élevées dans certains tronçons du fleuve Saint-Laurent et que la diversité des espèces y soit grande, plusieurs signes de déclin ont été observés chez d'autres espèces en situation précaire. Parmi ceux-ci, il y a le faible recrutement, voire l'absence de stades juvéniles ainsi que la rareté des géniteurs permettant de soutenir une population viable.

7.3. Protection

Aux États-Unis, les moules d'eau douce sont protégées par la Loi législative sur les espèces menacées depuis 1973 (Neves, 1993; Metcalfe-Smith et coll., 1998b). Au Canada, la Loi sur les espèces en péril (LEP) protège les moules dont le statut équivaut à « disparu », à « en voie de disparition » ou à « menacé ».

Au Québec, depuis avril 2009, la pêche aux mollusques d'eau douce, sauf aux moules zébrées et quaggas, est interdite³ (Gouvernement du Québec, 2018). De plus, depuis octobre 2006, huit espèces de moules d'eau douce, dont l'anodonte du gaspareau, sont inscrites sur la liste des espèces de la faune susceptibles d'être désignées comme menacées ou vulnérables en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec (RLRQ., c. E-12.01) (Gouvernement du Québec, 2006; Gouvernement du Québec, 2010), obligeant les promoteurs à en tenir compte lors des études d'impact de leurs projets.

³ Interdite : interdiction en vertu d'une ordonnance provinciale modifiant le Règlement de pêche du Québec.

L'habitat aquatique des moules d'eau douce est protégé par la législation. Dans la province de Québec, les parties de l'habitat du poisson qui sont situées sur les terres du domaine de l'État sont protégées par des dispositions de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune (RLRQ, chapitre C-61.1) et le Règlement sur les habitats fauniques (RLRQ, chapitre C-61.1, r. 18). La Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ., c. Q-2), par les articles 20 et 22, permet d'assurer la protection sur les terres privées. Les moules d'eau douce, étant des poissons au sens de la Loi sur les pêches (L.R.C. 1985, c. F-14) (R.S.C. 1985, c. F-14), seraient elles aussi protégées par l'article 35.1 de cette loi. En effet, dans la mesure où elles seraient visées par une pêche commerciale, récréative ou autochtone, ou qu'une ou plusieurs de ces pêches dépendent de ces moules, les moules seraient protégées de l'exploitation d'ouvrages ou d'entreprises ou d'activités causant des dommages sérieux. Les « dommages sérieux à tout poisson » sont précisés au paragraphe 2(2) de cette loi comme étant la mort de tout poisson ou la modification permanente ou la destruction de son habitat. L'anodonte du gaspareau n'est pas protégée par la Loi sur les espèces en péril au Canada.

7.4. Statuts actuels, légaux et autres

Les rangs de priorité attribués à l'anodonte du gaspareau par l'organisme de conservation NatureServe et ses différents centres de données sont présentés dans le tableau 2. À l'échelle mondiale, l'anodonte du gaspareau n'est pas en situation préoccupante, puisqu'elle ne figure pas sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN, 2017). NatureServe lui a attribué le rang le moins prioritaire (G5 : large répartition, abondant et stabilité démontrée) (annexe 3). La situation générale de l'anodonte du gaspareau dans son aire de répartition américaine n'est pas préoccupante (N5 : large répartition, abondant et stabilité démontrée). Le détail du tableau 2 indique toutefois que, sur les 14 États américains où cette espèce est présente, quatre États ont un rang de précarité de sévèrement en péril (S1 ou S1S2). Elle est vulnérable dans quatre États (S3, S3? ou S3S4), apparemment en sécurité dans un État (S4 : largement réparti, abondant et apparemment hors de danger, mais il demeure des causes d'inquiétude à long terme) et en sécurité dans un État seulement (S5 : large répartition, abondant et stabilité démontrée). Aucun rang n'a été attribué pour trois États (SNR) et son rang est impossible à déterminer dans un État (SU).

Tableau 2. Rang de priorité pour l’anodonte du gaspareau en fonction de son aire de répartition (NatureServe, 2017).

Échelle	Endroit	État	Rang de priorité*
Mondiale			G5
Nationale	États-Unis		N5
Infranationale		Delaware	S1
Infranationale		Caroline du Nord	S1
Infranationale		Vermont	S1
Infranationale		New York	S1S2
Infranationale		Maryland	S3
Infranationale		New Hampshire	S3?
Infranationale		Virginie	S3?
Infranationale		Massachusetts	S4
Infranationale		New Jersey	S5
Infranationale		District de Columbia	SNR
Infranationale		Maine	SNR
Infranationale		Pennsylvanie	S3S4
Infranationale		Rhode Island	SNR
Infranationale		Connecticut	SU
Nationale	Canada		N5
Infranationale		Québec	S1
Infranationale		Nouvelle-Écosse	S4S5
Infranationale		Nouveau-Brunswick	S5

* Définition des rangs de priorité à l’annexe 3.

Au Canada, la situation de cette espèce n’est pas préoccupante (N5 : large répartition, abondant et stabilité démontrée), puisqu’au Nouveau-Brunswick elle est évaluée S5 (large répartition, abondant et stabilité démontrée) et en Nouvelle-Écosse S4S5 (large répartition, abondant et apparemment hors de danger, mais il demeure des causes d’inquiétude à long terme) (Groupe national sur la situation générale, 2016). Par contre, au Québec, son rang de priorité est évalué comme étant sévèrement en péril (S1) (CDPNQ, 2016; Groupe national sur la situation générale, 2016; NatureServe, 2017).

Depuis 1994, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), responsable d’évaluer et de désigner les espèces sauvages qui risquent de disparaître du Canada, a élargi son mandat pour inclure les invertébrés (Metcalf-Smith et coll., 1998a). Jusqu’à maintenant, l’anodonte du gaspareau n’a pas fait partie des espèces de moules évaluées par ce comité (COSEPAC, 2017).

8. CONCLUSION

Au Québec, des efforts d'échantillonnages considérables ont été consentis depuis l'an 2000 dans le fleuve Saint-Laurent, la rivière des Outaouais et le lac des Deux Montagnes pour documenter l'aire de répartition de l'anodonte du gaspareau et préciser l'état de la situation des populations. Le peu d'observations récentes et les menaces auxquelles fait face cette espèce suggèrent une situation critique pouvant mener à son extinction dans un avenir rapproché. Même si cette espèce n'a probablement jamais été très abondante au Québec, les données récentes démontrent une répartition plus restreinte et disjointe des populations, indiquant qu'un déclin a eu lieu.

La littérature disponible sur l'anodonte du gaspareau donne des renseignements sur les causes du déclin en Amérique du Nord. Au Québec, plusieurs facteurs sont responsables du déclin, dont la destruction d'habitats occasionnée entre autres par les travaux de dragage de la Voie maritime et du rejet des sédiments. Le déclin et la disparition du bar rayé à la fin des années 1960 ainsi que la chute des populations d'espèces de poissons de la famille des Clupéidés ont aussi contribué au déclin de l'anodonte du gaspareau, occasionnant une rareté de ses poissons hôtes. Les barrages ont contribué à restreindre l'aire de répartition de l'anodonte du gaspareau et ont causé sa disparition dans certains cours d'eau ou secteurs, en empêchant l'accès de ses poissons hôtes anadromes aux secteurs historiquement colonisés. L'introduction des moules zébrées et quaggas dans le fleuve Saint-Laurent au début des années 1990 a également contribué au déclin de cette espèce particulièrement sensible aux effets de ces envahisseurs. Finalement, les étiages du fleuve Saint-Laurent durant les étés 2010 et 2012, qui ont occasionné la mortalité massive de moules, dont des anodontes du gaspareau, est une nouvelle menace pour cette espèce qui utilise les zones littorales comme habitat.

Au Québec, l'anodonte du gaspareau est une espèce en situation précaire. Elle se trouve à la limite nord-ouest de son aire de répartition et seules des observations d'individus isolés ou en petits groupes ont été faites. Des signes de déclin inquiétants ont également été observés chez d'autres espèces d'Unionidés du fleuve Saint-Laurent, de la rivière des Outaouais et du lac des Deux Montagnes. Devant les circonstances actuelles d'un déclin mondial des moules d'eau douce, de l'accumulation des effets des différentes menaces sur les populations auxquelles s'ajoutent les effets des changements climatiques, la situation est alarmante. Tout porte à croire que, depuis plusieurs décennies, les populations d'anodonte du gaspareau ont été gravement touchées par diverses menaces entraînant le déclin des populations.

La désignation de l'anodonte du gaspareau en tant qu'espèce menacée ou vulnérable pourrait être un outil pour assurer la protection de l'espèce et de son habitat. Elle permettrait d'acquérir des connaissances minimales et essentielles visant à choisir les meilleures actions à prendre pour assurer la pérennité de l'espèce.

AUTEURS DU RAPPORT

Annie Paquet a complété une formation en technique d'aménagement de la faune au Cégep de La Pocatière en 1988. Elle a également étudié en sciences de l'environnement à l'Université du Québec à Montréal. Elle est technicienne de la faune à la Direction générale de la gestion de la faune et des habitats du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Elle travaille sur les moules d'eau douce depuis 1999 et est responsable de ce groupe d'espèces au sein de ce ministère. Elle est auteur et coauteur de plusieurs rapports et publications sur le sujet, dont le rapport de situation du COSEPAC sur l'obovarie olivâtre au Canada. Elle fait des inventaires pour documenter la situation des espèces en déclin et collabore à diverses études. Elle travaille également au Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec.

Nathalie Desrosiers a complété une formation en technique d'inventaire et de recherche en biologie au Cégep de Sainte-Foy en 1992. En 1995, elle a obtenu un baccalauréat en biologie, spécialisation en aménagement de la faune à l'Université du Québec à Rimouski. Par la suite, elle a effectué, jusqu'en 1998, une maîtrise en biologie à l'Université Laval. Depuis 2001, elle est coordonnatrice provinciale pour les dossiers des chiroptères et des micromammifères. De plus, elle est responsable de la conservation de la faune invertébrée en situation précaire à la Direction générale de la gestion de la faune et des habitats du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs.

André Martel a complété une formation en zoologie à l'université de l'Alberta et à la Bamfield Marine Station, en Colombie-Britannique, en 1991. Biologiste marin de formation, il a travaillé initialement sur les mollusques marins de la Basse-Côte-Nord (îles de Mingan, golfe du Saint-Laurent) pour ses études de maîtrise (Université du Québec à Chicoutimi et Université Laval). Par la suite, il a effectué des recherches doctorales sur la dispersion larvaire et postlarvaire ainsi que sur le comportement des bivalves et des gastéropodes marins intertidaux de la côte ouest (Colombie-Britannique). Il travaille pour la division de la recherche au Musée canadien de la nature en tant que malacologiste, et ce, depuis 1991. En 1992 il a commencé à étudier les effets de l'introduction de la moule zébrée sur les moules d'eau douce indigènes au Canada et à publier sur le sujet pour, par la suite, se concentrer, et ce jusqu'en 2007, sur leur conservation. Il a publié conjointement, entre autres, deux rapports de situation nationale (COSEPAC) sur les moules d'eau douce, un sur *Alasmidonta varicosa* (alasmidonte renflée) (2009) et un second sur l'obovarie olivâtre (2010). Il continue toujours ses recherches sur la morphologie (ouvertures siphonales) et la conservation des moules d'eau douce indigènes au Canada, y compris les effets de la moule zébrée sur cette faune.

REMERCIEMENTS

Ce rapport est le résultat de la collaboration et de l'expertise de nombreuses personnes à qui les auteurs désirent exprimer leur plus sincère reconnaissance. Ils tiennent d'abord à remercier les personnes qui ont participé à la récolte des spécimens de l'anodonte du gaspateau soit : M. Billion, Edward Lloyd Bousfield, Vanessa Cauchon, Sylvie Chouinard, Jean-François Desroches, Jérôme Desroches, Iris Desroches, R. J. Fowler, Jacques Jutras, Francis Robert Latchford, Annie Levesque, George Lubinsky, Isabelle Picard, Helene Voyes et Joseph Frederick Whiteaves. De plus, ils tiennent à souligner la participation de Stéphanie Roux qui a amorcé la rédaction de ce document. Jean-Marc Gagnon, Peter Frank et Jacqueline Madill ont contribué à l'obtention des données de collections du Musée canadien de la nature.

Les auteurs remercient Stéphane Blanchet, Claudine Laurendeau et Marc Mingelbier du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs pour leur contribution au document. L'édition de ce document a été réalisée par Mme Isabelle Gauthier du même ministère.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDRIDGE, D. W., B. S. PAYNE et A. C. MILLER (1987). "The effects of intermittent exposure to suspended solids and turbulence on three species of freshwater mussels", *Environmental Pollution*, 45: 17-28.
- ALLAN, J. D. et A. S. FLECKER (1993). "Biodiversity conservation in running waters", *BioScience*, 43 (1): 32-43.
- AMYOT, J.-P. et J. A. DOWNING (1991). "Endo- and epibenthic distribution of the unionid mollusc *Elliptio complanata*", *J. N. Am. Benthos. Soc.*, 10: 280-285.
- AMYOT, J.-P. et J. A. DOWNING (1997). "Seasonal variation in vertical and horizontal movement of the freshwater bivalve *Elliptio complanata* (Mollusca: Unionidae)", *Freshwater Biology*, 37: 345-354.
- AMYOT, J.-P. et J. A. DOWNING (1998). "Locomotion in *Elliptio complanata* (Mollusca: Unionidae): a reproductive function?", *Freshwater Biology*, 39: 351-358.
- ANDERSON, T. (2005). "Strophitus undulatus (*Creeper*): a technical conservation assessment", USDA Forest Service, Rocky Mountain Region, 37 p.
[En ligne] [<http://www.fs.fed.us/r2/projects/scp/assessments/creeper.pdf>].
- BARNHART, M. C. et A. ROBERTS (1997). "Reproduction and fish hosts of unionids from the Ozark Uplifts", p. 16-20, in K. S. Cummings, A. C. Buchanan, C. A. Mayer and T. J. Naimo, eds., *Conservation and management of freshwater mussels II: initiatives for the future*, Proceedings of an Upper Mississippi River Conservation Committee symposium, October 1995, St. Louis, Missouri, UMRCC, Rock Island, Illinois.
- BAUER, G. (1988). "Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe", *Biological Conservation*, 45: 239-253.
- BÉRUBÉ, A. et T. CLARKE (2003). *Identification de l'espèce de Clupéidés remontant la rivière Matapédia pour frayer et caractérisation de la population*, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent, 17 p.
- BILODEAU, P. et H. MASSÉ (2005). *Étude de la reproduction de l'alose savoureuse (Alosa sapidissima) du Saint-Laurent par l'écoute des clapotements*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Longueuil, Rapport technique 16-24, ix + 33 p. + annexes.

- BIOREX INC. (1994). *Exigences écologiques de Dreissena polymorpha et Dreissena bugensis et prévisions relatives à leur occurrence dans les lacs, rivières et réservoirs du Québec*, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la recherche et des technologies environnementales, 157 p. [En ligne]
[\[http://www.cubiq.ribg.gouv.qc.ca/in/faces/details.xhtml?id=p%3A%3Ausmarcdef_0000864923&highlight=Auteur%3A+%26quot%3B%26quot%3B&posInPage=6&bookmark=8cc81426-d751-4ff2-be3c-1d7f1285dc1e&queryid=559ca570-2bf6-4044-b1bd-e349997ed4f2\]](http://www.cubiq.ribg.gouv.qc.ca/in/faces/details.xhtml?id=p%3A%3Ausmarcdef_0000864923&highlight=Auteur%3A+%26quot%3B%26quot%3B&posInPage=6&bookmark=8cc81426-d751-4ff2-be3c-1d7f1285dc1e&queryid=559ca570-2bf6-4044-b1bd-e349997ed4f2).
- BOGAN, A. E. (1993). "Freshwater bivalve extinctions (Mollusca: Unionoida): a search for causes", *American Zoologist*, 33: 599-609.
- BOGAN, A. E. (2008). "Global diversity of freshwater mussels (Mollusca, Bivalvia) in freshwater", *Hydrobiologia*, 595: 139-147.
- BOGAN, A. E. et J. ALDERMAN (2008). *Workbook and key to the freshwater bivalves of South Carolina*, 2^e édition révisée, US Forest Service, Columbia, SC, 66 p., 5 color plates.
- BOGAN, A. E. et K. J. ROE (2008). "Freshwater bivalve (Unioniformes) diversity, systematics, and evolution: status and future directions", *J. North Am. Benthol. Soc.*, 27(2): 348-369.
- BOUCHARD, A. et J.-F. CANTIN (2015). *Suivi de l'état du Saint-Laurent. Fiche de suivi : Évolution des niveaux et débits du fleuve Saint-Laurent*, 8 p. [En ligne]
[\[http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat/les_fiches_de_suivi/evolution_des_niveaux_et_debits_du_fleuve_saint_laurent.html\]](http://planstlaurent.qc.ca/fr/suivi_de_letat/les_fiches_de_suivi/evolution_des_niveaux_et_debits_du_fleuve_saint_laurent.html) (Consulté le 8 septembre 2016).
- BOUVIER, L. D., A. PAQUET et T. J. Morris (2013). *Information à l'appui de l'évaluation du potentiel de rétablissement de l'obovarie olivâtre (Obovaria olivaria) au Canada*, Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2013/041. v + 47 p.
- BOWERS, R. W., et F. A. DE SZALAY (2004). "Effects of hydrology on unionids (Unionidae) and zebra mussels (Dreissenidae) in a Lake Erie coastal wetland", *Am. Midl. Nat.*, 151, 286-300.
- BURLAKOVA, L. E. (2017). *The impact of Dreissena on native Unioniod bivalves in Europe and North America: Lessons learned*, 2nd Biennial Canadian Freshwater Mollusc Research Meeting, Canada Centre for Inland Waters Burlington, Ontario, Novembrer 8-9, 2017, 1 p.
- CANNING, S., M. ANIONS, R. RAINER et B. STEIN (2005). *La terre de nos aïeux : les espèces canadiennes préoccupantes à l'échelle globale*, NatureServe Canada, Ottawa, Ontario, 39 p.
- CARLTON, J. T. (1993). "Dispersal mechanisms of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Zebra mussels: biology, impacts and control", Edited by T. F. Nalepa and D. W. Schloesser, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, p. 677-697.

- CENTRE DE DONNÉES SUR LE PATRIMOINE NATUREL DU QUÉBEC (2016). *Banque de données*, Gouvernement du Québec (Consulté le 26 août 2016).
- CENTREAU (1974). *Étude du fleuve Saint-Laurent, aspects physiques et sédimentologiques entre Varennes et Montmagny*, Université Laval, Québec, 266 p.
- CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC (CEHQ) (2015). *Atlas hydroclimatique du Québec méridional – Impact des changements climatiques sur les régimes de crue, d'étiage et d'hydraulicité à l'horizon 2050*, Québec, 81 p.
- CHATELAIN, R. et J. CHABOT (1983). « Utilisation d'accumulations de coquilles d'Unionidae comme frayères par le touladi (*Salvelinus namaycush*) », *Le Naturaliste canadien*, 110: 363-365.
- CHRISTIAN, A. D. et J. L. HARRIS (2008). "An introduction to directions in freshwater mollusk conservation: molecules to ecosystems", *J. North Am. Benthol. Soc.*, 27(2): 345-348.
- CLARKE, A. H. (1973). "The freshwater molluscs of the Canadian interior basin", *Malacologia*, 13: 1-509.
- CLARKE, A. H. (1981). *Les mollusques d'eau douce du Canada*, Musée des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa, 447 p.
- CLARKE, A. H. et C. O. BERG (1959). *The freshwater mussels of central New York*, Memoir Cornell University Agricultural Experiment Station, N.Y. State College of Agriculture, Ithaca, NY, 367: 1-79.
- CLAUDI, R. et G. L. MACKIE (1994). *Practical manual for Zebra mussel monitoring and control*, CRC Press Inc., Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA, 227 p.
- COKER, R. E., A. F. Shira, H. W. Clark et A. D. HOWARD (1921). *Natural history and propagation of freshwater mussels*, bulletin of the Bureau of Fisheries, US Bureau of Fisheries, document 893, 37: 75-181.
- COMITÉ DE BASSIN DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES (2009). *Faits saillants du bassin de la rivière Saint-Charles*, 14 p.
- COMITÉ SUR LA SITUATION DES ESPÈCES EN PÉRIL AU CANADA (2017) [En ligne] [<http://www.cosewic.gc.ca/>] (Consulté le 3 mars 2017).
- CÔTÉ, C. et J.-T. LÉVEILLÉ (2012). « Le niveau du fleuve exceptionnellement bas », *La Presse* [En ligne] [<http://www.lapresse.ca/actualites/montreal/201207/12/01-4543220-le-niveau-du-fleuve-exceptionnellement-bas.php>] (Consulté le 8 septembre 2016).

- CÔTÉ, G., C. HERNANDEZ, A. LACOURSIÈRE-ROUSSEL, Y. PARADIS, M.A. COUILLARD, A. PAQUET, I. DESJARDINS et L. BERNATCHEZ, (rapport préliminaire). *L'ADN environnemental; La détection et la quantification des espèces exotiques envahissantes, menacées-vulnérables-susceptibles et exploitées*, Institut de biologie intégrative et des systèmes, Université Laval, 52p.
- CRAIL, T. D., R. A. KREBS, et D. T. ZANATTA (2011). "Unionid mussels from nearshore zones of Lake Erie", *Journal of Great Lakes Research*, 37: 199-202.
- CURRIER, C. A., T. MORRIS, C. WILSON et J. FREELAND (2017). *Environmental DNA (eDNA) is as sensitive as quadrat sampling for detection of Unionid species at-risk*, 2nd Biennial Canadian Freshwater Mollusc Research Meeting, Canada Centre for Inland Waters Burlington, Ontario, November 8-9, 2017, 1 p.
- DAVENPORT, D. et M. WARMUTH (1965). "Notes on the relationship between the freshwater mussel *Anodonta implicata* Say and the alewife *Pomolobus pseudoharengus* (Wilson)", *Limnology and Oceanography*, 10 (supplement): R74-R78.
- DE LAFONTAINE Y. et M. COMIRÉ (2004). "Zebra mussel monitoring in the Richelieu river: a fruitful interaction between scientific research and public involvement", p. 53-80, in T. O. Manley, P. L. Manley and T. B. Mihuc (Eds.), *Lake Champlain: Partnerships and Research in the New Millennium*, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 411 p.
- DI MAIO J. et L. D. CORKUM (1995). "Relationship between the spatial distribution of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) and the hydrological variability of rivers", *Canadian Journal of Zoology*, 73: 663-671.
- EDDY, M. W. et R. B. CUNNINGHAM (1934). "Oxygen consumption of the fresh-water mussel, *Anodonta implicata*", *Proceedings of the Pennsylvania Academy of Sciences*, 8: 140-143.
- FULLER, S. L. H. (1974). "Clams and mussels (Mollusca: Bivalvia)", p. 215-273, in C. W. Hart, Jr. and S. L. H. Fuller, editors, *Pollution ecology of freshwater invertebrates*, Academic Press, New York, 389 p.
- GAZETTE OFFICIELLE DU QUÉBEC (2003). *Lois et règlements, partie 2. Règlement modifiant le Règlement sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables et leurs habitats*, 10 septembre 2003, 135^e année, Gouvernement du Québec, Québec, N° 37 : 4047.
- GENDRON A. D., A. PAQUET, S. LOCKE, F. EL-SHEHABI, D.J. MARCOGLIESE (2016). *Potential influence of the invasive round goby (Neogobius melanostomus) on the recruitment and dispersal of native mussels*, North American Congress for Conservation Biology (NACCB), Madison, Wisconsin, July 17-20, 2016, 1 p.

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2006). « Arrêté ministériel concernant la détermination d'une liste d'espèces de la faune menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées », Arrêté ministériel 2006-037, *Gazette officielle du Québec*, p. 4840-4846.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2010). « Arrêté ministériel concernant la détermination d'une liste d'espèces de la faune menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées », Arrêté ministériel 2010-007, *Gazette officielle du Québec*, p. 870-876.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2018). *Pêche sportive au Québec, saison 2018-2020* [En ligne][<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/enligne/faune/reglementation-peche/pdf/impression/Regles-generales.pdf>] (Consulté le 27 juin 2018).
- GROUPE DE TRAVAIL NATIONAL SUR LA SITUATION GÉNÉRALE (2016) [En ligne] [<http://www.wildspecies.ca>] (Consulté le 14 mars 2017).
- HAAG, W. R. 2012. *North American Freshwater Mussels: Natural History, Ecology, and Conservation*, Cambridge University Press, New York, 505 p.
- HAAG, W. R., D. J. BERG, D. W. GARTON et J. L. FARRIS (1993). “Reduced survival and fitness in native bivalves in response to fouling by the introduced zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in western Lake Erie”, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 13-19.
- HAAG, W. R. et M. L. WARREN Jr. (1999). “Mantle displays of freshwater mussels elicit attacks from fish”, *Freshwater Biology*, 42: 35-40.
- HANSON, I. M., W. C. MACKAY et E. E. PREPAS (1989). “Effect of size-selective predation by muskrats (*Ondatra zebithicus*) on a population of unionid clams (*Anodonta grandis simpsoniana*)”, *J. Anim. Ecol.*, 58: 15.
- HASTIE, L. C., P. J. BOON, M. R. YOUNG et S. WAY (2001). “The effects of a major flood on an endangered freshwater mussel population”, *Biological Conservation*, 98: 107-115.
- HASTIE, L. C., P. J. COSGROVE, N. ELLIS et M. J. GAYWOOD (2003). “The threat of climate change to freshwater pearl mussel populations”, *Ambio*, Vol. 32, no. 1: 40-46.
- HÉBERT, P. D. N., C. C. WILSON, M. H. MURDOCH et R. LAZAR (1991). “Demography and ecological impacts of the invading mollusc *Dreissena polymorpha*”, *Canadian Journal of Zoology*, 69: 405-409.
- HOGGARTH, M. A. (1992). “An examination of the glochidia-host relationships reported in the literature for North American species of Unionacea (Mollusca: Unionidae) in the New River, Virginia and West Virginia”, *Journal of Freshwater Ecology*, 7: 35-43.
- HOGGARTH, M. A. (1999). “Descriptions of some of the glochidia of the Unionidae (Mollusca: Bivalvia)”, *Malacologia*, 41(1): 1-118.

- HORVATH, T. G., K. M. MARTIN et G. A. LAMBERTI (1999). "Effect of zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, on macroinvertebrates in a lake-outlet stream", *American Midland Naturalist*, 142: 340-347.
- JOHNSON, L. E. et J. T. CARLTON (1996). "Post-establishment spread in large-scale invasions: dispersal mechanisms of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*", *Ecology*, 77: 1686-1690.
- JOHNSON, L. E. et D. K. PADILLA (1996). "Geographic spread of exotic species: ecological lessons and opportunities from the invasion of the Zebra Mussel *Dreissena polymorpha*", *Biological Conservation*, 78: 23-33.
- JOHNSON, R. I. (1946). "*Anodonta implicata* Say. Occasional Papers on Mollusks", *Museum of Comparative Zoology, Harvard University*, 1: 109-116.
- JOHNSON, P. M., A. E. LINER, S. W. GOLLADAY et W. K. MICHENER (2001). *Effects of drought on freshwater mussels and instream habitat in Coastal Plain tributaries of the Flint River, southwest Georgia (July-October 2000)*, Final Report to The Nature Conservancy Apalachicola River and Bay Project, Apalachicola, Florida.
- KAT, P. W. (1982). "Shell dissolution as a significant cause of mortality for *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) inhabiting acidic waters", *Malacological Review*, 15: 129-134.
- KAT, P. W. (1984). "Parasitism and the Unionacea (Bivalvia)", *Biological Review*, 59: 189-207.
- KAT, P. W. et G. M. DAVIS (1984). "Molecular genetics of peripheral populations of Nova Scotia Unionidae (Mollusca: Bivalvia)", *Biol. J. Linn. Soc.*, 22: 157-185.
- KELLER, A. E. et M. LYDY (1997). "Biomonitoring and the hazards of contaminants to freshwater molluscs", in *Freshwater Mollusks as indicators of water quality: A workshop*, 4-5 March 1997, Atlanta, Georgia.
- KNEELAND, S. C. et RHYMER, J. M. (2008). "Determination of fish host use by wild populations of rare freshwater mussels using a molecular identification key to identify glochidia", *J. North Am. Benthol. Soc.*, 27: 150-160.
- LA VIOLETTE, N. (2004). « Les lacs fluviaux du Saint-Laurent : Hydrologie et modifications humaines », *Le Naturaliste canadien*, 128 (1): 98-104.
- LEFF L. G., J. L. BURCH et J. V. MCARTHUR (1990). "Spatial distribution, seston removal and potential competitive interactions of the bivalves *Corbicula fluminea* and *Elliptio complanata*, in a coastal plain stream", *Freshwater Biology*, 24: 409-416.
- LELLIS, W. A. et C. S. JOHNSON (1996). *Delayed reproduction of the freshwater mussel Elliptio complanata through temperature and photoperiod control*, National Shellfisheries Association, Baltimore, Abstract, 1996 Annual Meeting, April, 485-486.

- LEMMEN, D. S., F. J. WARREN, J. LACROIX et E. BUSH (éditeurs) (2008). *Vivre avec les changements climatiques au Canada* : édition 2007, Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), 448 p.
- LYDEARD, C., R. H. COWIE, W. F. PONDER, A. E. BOGAN, P. BOUCHET, S. A. CLARK, K. S. CUMMINGS, T. J. FREST, O. GARGOMINY, D. G. HERBERT, R. HERSHLER, K. E. PEREZ, B. ROTH, M. SEDDON, E. E. STRONG et F. G. THOMPSON (2004). “The global decline of non-marine mollusks”, *BioScience*, 54: 321-330.
- LYNN J. W. (1994). “The ultrastructure of the sperm and motile spermatozeugmata released from the freshwater mussel *Anodonta grandis* (Mollusca, Bivalvia, Unionidae)”, *Can. J. Zool.*, 72: 1452-1461.
- MACKIE, G., T. J. MORRIS et D. MING (2008). *Protocole pour la détection et détournement des espèces de moules d’eau douce en péril en Ontario et des Grands Lacs*, Rapport manuscrit canadien des Sciences halieutiques et aquatiques, 2790: vi +50 p
- MARTEL, A. L., D. A. PATHY, J. B. MADILL, C. B. RENAUD, S. L. DEAN et S. J. KERR (2001). “Decline and regional extirpation of freshwater mussels (Unionidae) in a small river system invaded by *Dreissena polymorpha*: the Rideau River, 1993-2000”, *Canadian Journal of Zoology*, 79: 2181-2191.
- MARTEL, A. L., J. M. GAGNON, M. GOSSELIN, A. PAQUET et I. PICARD (2007). « Liste des noms français révisés et des noms latins et anglais à jour des moules du Canada (Bivalvia; Familles : Margaritiféridés, Unionidés) », *Le Naturaliste canadien*, 131 (2): 79-84.
- MARTEL, A. L., D. F. MCALPINE, J. B. MADILL, D. SABINE, A. PAQUET, M. D. PULSIFER and M. F. ELDERKIN (2010). “Freshwater mussels (Bivalvia: Margaritiferidae, Unionidea) of the Atlantic Maritime Ecozone”, in *Assessment of Species Diversity in the Atlantic Maritime Ecozone*, édité par D. F. McAlpine and M. Smith, NRC Research Press, Ottawa, Canada, p. 551-598.
- MASSÉ, H., J. LECLERC, C. CÔTÉ et M. MINGELBIER (2005). *Observations et validations des résultats de pêches expérimentales effectuées au Québec entre 1928 et 2003*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de l’aménagement de la faune de Montréal, de Laval et de la Montérégie, Rapport technique 16-26 : i-vii, 1-54.
- MASTER, L. L., S. R. FLACK et B. A. STEIN (1998). *Rivers of life: critical watersheds for protecting freshwater biodiversity*, The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, 71 p.
- MATTICE, J. S. et L. L. DYE (1976). “Thermal tolerance of the adult Asiatic Clam”, in Esch GW, RW McFarlane (eds), *Thermal Ecology II*, United States Energy Research and Development Association ERDA Symposium Series (CON F-750425), National Technical Information Service, Springfield, Virginia, p. 130-35 [En ligne] [<http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/4214331>] (Consulté le 2 avril 2014).

- MCGOLDRICK, D. J., J. L. METCALFE-SMITH, D. W. SCHLOSSER, T. J. NEWTON, M. T. ARTS, G. L. MACKIE, E. M. MONROE, J. BIBERHOFER et K. JOHNSON (2009). "Characteristics of a refuge for native freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) in Lake St. Clair", *Journal of Great Lakes Research*, 35: 137-146.
- MCMAHON, R. F. (1991). "Mollusca: Bivalvia", in Thorp J. H. et A. P. Covich, éditeurs, *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, Academic Press Inc., London, p. 315-399.
- MCMAHON, R. F. (1996). "The physiological ecology of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America and Europe", *American Zoologist*, 36: 339-363.
- MCMAHON, R. F. et A. E. BOGAN (2001). "Mollusca: Bivalvia", in Thorp J. H. et A. P. Covich, éditeurs, *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, 2^e édition, Academic Press, San Diego, USA, p. 331-429.
- METCALFE, J. L. et M. N. CHARLTON (1990). "Freshwater mussels as biomonitors for organic industrial contaminants and pesticides in the St. Lawrence River", *The Science of the Total Environment*, 97/98: 595-615.
- METCALFE-SMITH, J. L., R. H. GREEN et L. C. GRAPENTINE (1996). "Influence of biological factors on concentrations of metals in the tissues of freshwater mussels (*Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata radiata*) from the St. Lawrence River", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 205-219.
- METCALFE-SMITH, J. L., S. K. STATON, G. L. MACKIE et N. M. LANE (1998a). "Selection of candidate species of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) to be considered for national status designation by COSEWIC", *Canadian Field-Naturalist*, 112: 425-440.
- METCALFE-SMITH, J. L., S. K. STATON, G. L. MACKIE et N. M. LANE (1998b). "Changes in the biodiversity of freshwater mussels in the Canadian waters of the lower Great Lakes drainage basin over the past 140 years", *Journal of Great Lakes Research*, 24: 845-858.
- METCALFE-SMITH, J. L. et B. CUDMORE-VOKEY (2004). *National general status assessment of freshwater mussels (Unionacea)*, Environment Canada, National Water Research Institute Contribution, No. 04-027, 163 p.
- MILLS, E. L., R. M. DERMOTT, E. F. ROSEMAN, D. DUSTIN, E. MELLINA, D. B. CONN et A. P. SPIDLE (1993). "Colonization, ecology, and population structure of the 'quagga' mussel (Bivalvia: Dreissenidae) in the lower Great Lakes", *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 50: 2305-2314.
- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (1999). *Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec* [Extraction du 5 avril 2017].

- MINISTÈRE DES FORÊTS, DE LA FAUNE ET DES PARCS (2017). *Les espèces envahissantes au Québec* [En ligne] [<https://mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/envahissantes/index.jsp>] (Consulté le 22 mars 2017).
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (2016). *Adaptation aux impacts des changements climatiques — Le gouvernement du Québec et les villes de Québec et de Lévis financent une étude sur le front salin du Saint-Laurent*, communiqué de presse, 2 p. [En ligne] [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/infuseur/communique.asp?no=3562>] (Consulté le 15 mars 2017).
- MOLES, K. R. et J. B. LAYZER (2008). “Reproductive ecology of *Anodonta implicata* (Bivalvia: Unionidae) in a regulated river”, *Journal of the North American Benthological Society*, 27: 212-222.
- MÜLLER, O. et B. BAUR (2011). “Survival of the invasive clam *Corbicula fluminea* (Müller) in response to winter water temperature”, *Malacologia*, 53: 367-371 [En ligne] [<http://dx.doi.org/10.4002/040.053.0207>] (Consulté le 2 avril 2014).
- NAIMO, T. J. (1995). “A review of the effects of heavy metals on freshwater mussels”, *Ecotoxicology*, 4: 341-362.
- 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: 354-369.
- NATURESERVE (2017). *NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life*, Version 5.0, NatureServe, Arlington, Virginia [En ligne] [<http://www.natureserve.org/explorer>] (Consulté le 5 avril 2017).
- 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.
- NEPVEU, C. et T. SAINT-MAXENT (2002). *Les espèces animales et végétales susceptibles de proliférer dans les milieux aquatiques et subaquatiques, Bilan à l'échelle du bassin Artois-Picardie*, Rapport de DESS — Agences de l'eau Artois-Picardie, Douai, 165 p.
- NEVES, R. J. (1993). “A state-of-the-unionids address”, p. 1-10, in *Conservation and management of freshwater mussels*, Proceedings of the upper Mississippi River Conservation Committee Symposium, St. Louis, Missouri, Edited by Cumming, A., C. Buchanan and L. M. Koch, Illinois Natural History survey, Champaign, Illinois.
- NEVES, R. J. (1999a). “Conservation and commerce: management of freshwater mussel (Bivalvia: Unionoidea) resources in the United States”, *Malacologia*, 41: 461-474.

- NEVES, R. J. (1999b). "Conservation of North America's freshwater mussel Fauna (Unionoidea) from the threat posed by the exotic Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*)", *Malacological Review*, Suppl. 8 Freshwater Mollusca, 1: 107-118.
- NICHOLS, S. J., et J. AMBERG (1999). "Co-existence of zebra mussels and freshwater unionids: population dynamics of *Leptodea fragilis* in a coastal wetland infested with zebra mussels", *Canadian Journal of Zoology*, 77(3): 423-432.
- NICO, L. G., J. D. WILLIAMS et L. J. HOWARD (2005). *Black Carp, Biological Synopsis and Risk Assessment of an Introduced Fish*, American Fisheries Society Special Publication 32, Bethesda, Maryland, 337 p.
- PAQUET, A., I. PICARD, F. CARON et S. ROUX (2005). « Les mulettes au Québec », *Le Naturaliste canadien*, 129 (1): 78-85.
- PARMALEE, P. W. et A. E. BOGAN (1998). *The Freshwater mussels of Tennessee*, The University of Tennessee Press, Knoxville, 328 p.
- PÊCHES ET OCÉANS CANADA (2017). *Fiches d'information sur les carpes asiatiques* [En ligne] [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/environmental-environnement/ais-eae/species/asian-carp-fact-sheet-fra.html>] (Consulté le 21 mars 2017).
- PERLES, S. T., A. D. CHRISTIAN et D. J. BERG (2003). "Vertical migration, orientation, aggregation, and fecundity of the freshwater mussel *Lampsolis siliquoidea*", *Ohio Journal of Science*, 103: 73-78.
- PLAN SAINT-LAURENT (2016). *Évaluer les effets des poissons exotiques envahissants sur les moules d'eau douce indigènes du Saint-Laurent* [En ligne] [http://planstlaurent.qc.ca/fr/biodiversite/conservation_de_la_biodiversite/especes_exotiques_envahissantes/evaluer_les_effets_des_poissons_exotiques_envahissants_sur_les_moules_d'eau_douce_indigenes_du_saint_laurent.html] (Consulté le 20 mars 2017).
- PROVOST, J., L. VERRET et P. DUMONT (1984). *L'alose savoureuse au Québec : synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement des habitats*, Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 1793 : xi + 114 p.
- RICCIARDI, A., F. G. WHORISKEY et J. B. RASMUSSEN (1995). "Predicting the intensity and impact of *Dreissena* infestation on native unionid bivalves from *Dreissena* field density", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 1449-1461.
- RICCIARDI, A., F. G. WHORISKEY et J. B. RASMUSSEN (1996). "Impact of the *Dreissena* invasion on native unionid bivalves in the upper St. Lawrence River", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 1434-1444.

- ROBITAILLE, J. A., Y. VIGNEAULT, G. SHOONER, C. POMERLEAU et Y. MAILHOT (1988). “Modifications physiques de l’habitat du poisson dans le Saint-Laurent de 1945 à 1984 et effets sur les pêches commerciales”, *Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat.*, 1608: 45 p.
- ROBITAILLE, J. A. (1997). *Rapport sur la situation de l’alose savoureuse (Alosa sapidissima Wilson) au Québec*, ministère de l’Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, 93 p.
- ROBITAILLE, J. A., M. LEGAULT, P. BILODEAU, H. MASSÉ et V. BOIVIN (2008). *Reproduction de l’alose savoureuse Alosa sapidissima dans le Saint-Laurent : répartition et croissance des larves et des juvéniles*, rapport du Bureau d’écologie appliquée et du ministère des Ressources naturelles et de la Faune présenté à la Fondation de la faune du Québec, à la Fondation héritage faune et à la Société Hydro-Québec, 60 p.
- SCHLOESSER, D. W. et J. L. METCALFE-SMITH (2006). “Extirpation of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) following the invasion of Dreissenid mussel in an interconnecting river of the Laurentian great Lakes”, *Am. Midl. Nat.*, 155: 307-320.
- SIMARD, M. A., A. PAQUET, J. JUTRAS, Y. ROBITAILLE, P. U. BLIER, R. COURTOIS et A. L. MARTEL (2010). « La petite corbeille d’Asie au Québec : une première mention pour cette espèce aquatique envahissante à la limite nord de son aire de répartition », *Le Naturaliste canadien*, 135 : 72-78.
- SIMARD, M. A., A. PAQUET, J. JUTRAS, Y. ROBITAILLE, P. U. BLIER, R. COURTOIS et A. L. MARTEL (2012). “North American range extension of the invasive Asian clam in a St. Lawrence River power station thermal plume”, *Aquatic Invasions*, Vol. 7 1: 81-89 [En ligne] [http://www.aquaticinvasions.net/2012/AI_2012_1_Simard_etal.pdf] (Consulté le 26 août 2016).
- SMITH D. G. (1985). “Recent range expansion of the freshwater mussel *Anodonta implicata* and its relationship to clupeid fish restoration in the Connecticut River system”, *Freshwater Invertebrate Biology*, 4: 105-108.
- STEIN, B. A. et S. R. FLACK (1997). *Species report card: The state of U.S. plants and animals*, The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, 28 p.
- STRAYER, D. L. (1980). “The freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) of the Clinton River, Michigan, with comments on man’s impact on the fauna, 1870-1978”, *Nautilus*, 94: 142-149.
- STRAYER, D. L., D. C. HUNTER, L. C. SMITH et C. K. BORG (1994). “Distribution, abundance and roles of freshwater clams (Bivalvia, Unionidae) in the freshwater tidal Hudson River”, *Freshwater Biology*, 3: 239-248.

- STRAYER, D. L. et L. C. SMITH (1996). "Relationships between zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and Unionid clams during the early stages of the zebra mussel invasion of the Hudson River", *Freshwater Biology*, 36: 771-779.
- STRAYER, D. L. et K. J. JIRKA (1997). *The Pearly Mussels of New York State*, The New York State Education Department, New York State Museum, Memoir 26, 113 p.
- STRAYER, D. L. et D. R. SMITH (2003). *A Guide to Sampling Freshwater Mussel Populations*, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, Monograph 8, 103 p.
- STRAYER, D. L. et H. M. MALCOM (2007). "Effects of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) on native bivalves: the beginning of the end or the end of the beginning?", *Journal North American Benthological Society*, vol. 26, 101-122.
- THERRIAULT, T. W., A. M. WEISE, S. N. HIGGINS, S. GUO et J. DUHAIME (2013). *Risk Assessment for Three Dreissenid Mussels (Dreissena polymorpha, Dreissena rostriformis bugensis, and Mytilopsis leucophaeata) in Canadian Freshwater Ecosystems*, DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res., Doc. 2012/174 v + 88 p. [En ligne] [<http://www.dfo-mpo.gc.ca/library/348700.pdf>] (Consulté le 8 septembre 2016).
- TRÉPANER, S. et J. A. ROBITAILLE (1996). *Rapport sur la situation de certaines populations indigènes de bar rayé (Morone saxatilis) au Québec et au Canada*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, xii + 65 p.
- UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE (2017). *The IUCN Red List of Threatened Species*, Version 2017-2 [En ligne] [<http://www.iucnredlist.org>] (Consulté le 20 septembre 2017).
- VALIQUETTE, É., V. HARVEY et A.-M. PELLETIER (2017). *Mise à jour des connaissances sur l'identification, la description et l'utilisation spatio-temporelle des habitats du bar rayé (Morone saxatilis) de la population du fleuve Saint-Laurent, Québec*, Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2017/005, ix + 55 p.
- VAUGHN, C. C. (1997). "Regional patterns of mussel species distributions in North American rivers", *Ecography*, 20: 107-115.
- WATTERS, G. T. (1996). "Small dams as barriers to freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts", *Biological conservation*, 78: 79-85.
- WATTERS, G. T. (1999). "Freshwater mussels and water quality: A review of the effects of hydrologic and in-stream habitat alterations", *Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium*, 261-274.
- WATTERS, G. T. et S. H. O'DEE (2000). "Glochidial release as a function of water temperature: Beyond bradyticity and tachyticity", *Proceedings of the Conservation, Captive Care, and Propagation of Freshwater Mussels Symposium*, 1998, Ohio Biological Survey, 135-140.

WILES, M. (1975). "The glochidia of certain Unionidae (Mollusca) in Nova Scotia and their fish hosts", *Canadian Journal of Zoology*, 53: 33-41.

WILLIAMS, J. D., M. L. WARREN Jr., K. S. CUMMINGS, J. L. HARRIS et R. J. NEVES (1993). "Conservation status of freshwater mussels of the United States and Canada", *Fisheries*, 18: 5-22.

ZALE, A. V. et R. J. NEVES (1982). "Fish hosts of four species of lampsiline mussels (Mollusca: Unionidae) in Big Moccasin Creek, Virginia", *Canadian Journal of Zoology*, 60: 2535-2542.

LISTE DES COMMUNICATIONS PERSONNELLES

- Burlakova, Lyubov E. :** Great Lakes Center, Buffalo State University, chercheure spécialisée sur les mollusques d'eau douce
- Isabel, René :** Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction de la gestion de la faune du Bas-Saint-Laurent, technicien de la faune spécialisé en faune aquatique
- Martel, André L. :** Musée canadien de la nature, malacologiste
- Paquet, Annie :** Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la gestion de la faune et des habitats, technicienne de la faune spécialisée sur les moules d'eau douce
- Picard, Isabelle :** Biologiste consultante spécialisée en faune aquatique et en malacologie

ANNEXE 1

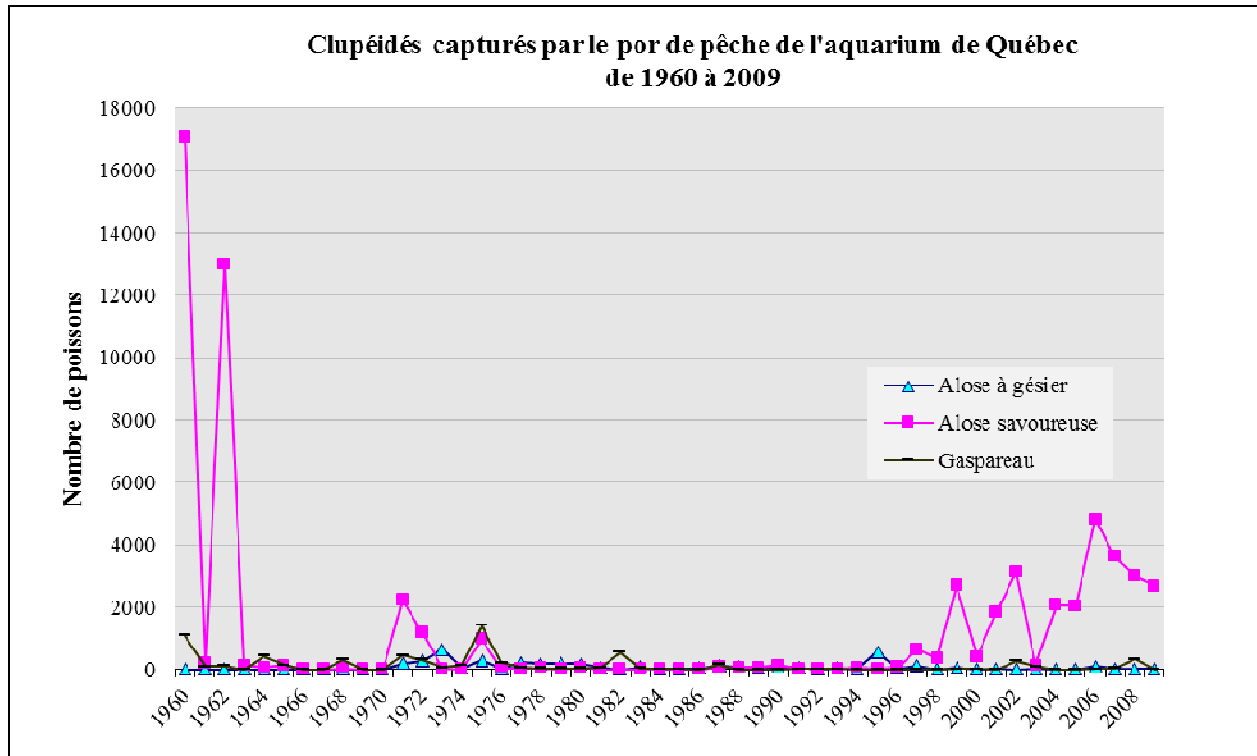
Tableau des observations d'anodonte du gaspateau classées par ordre chronologique (MFFP, 1999)

N° site	Plan d'eau	Localité	Source	Observateurs	Date	État	Nombre
CMNML 002336	Rivière Saint-Charles	Québec	Musée canadien de la nature. Banque de données MCN	Whiteaves, Joseph Frederick	1861		2
Whiteaves15	Fleuve Saint-Laurent	Berthier-sur-Mer	LIT 14 : Whiteaves, JF.1863. "On the land and fresh-water mollusca of Lower Canada", <i>Canadian Naturalist</i> , 7:98-113	Fowler, R. J.	Avant 1863		1
Whiteaves5	Fleuve Saint-Laurent	Québec	LIT 14 : Whiteaves, JF.1863. "On the land and fresh-water mollusca of Lower Canada", <i>Canadian Naturalist</i> , 7:98-113	Whiteaves, Joseph Frederick	Avant 1863		1
Latchford23	Rivière des Outaouais	Pontiac	LIT 23 : Latchford, F.R. 1882. <i>Notes on the Unionidae found in the vicinity of Ottawa</i> , Ont. A.S. Woodburn, Ottawa, 8 p., 1 figure.	Latchford, Francis Robert	1881	v	1
LaRocque2	Rivière des Outaouais	Ottawa	LIT 3: LaRocque, A.1938. "Mollusca of the Ottawa Region (Clams, snails and slugs)", <i>Canadian Field-Naturalist</i> , 52(8): 111-115		1938		1
CMNML 023861	Fleuve Saint-Laurent	Saint-Vallier	Musée canadien de la nature. Banque de données MCN	Bousfield, Edward Lloyd	1953-09-09		5
CMNML 093513	Lac des Deux Montagnes	Oka	Musée canadien de la nature. Banque de données MCN	Lubinsky, George	1958-08-04		1
CMNML 077133	Fleuve Saint-Laurent	Saint-Vallier	Musée canadien de la nature. Banque de données MCN	Voyes, Helene	1974-07-10		1
CMNML 030259	Fleuve Saint-Laurent	Berthier-sur-Mer	Musée canadien de la nature. Banque de données MCN	Billion, M.			2
JFD2001/viii/17	Lac des Deux Montagnes	Senneville	Isabelle Picard (comm. pers.).	Desroches, Jean-François	2001-08-17	mr	2
FAPAQ2001-10-26-1b	Fleuve Saint-Laurent	Berthier-sur-Mer	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Picard, Isabelle	2001-10-26	mv	1
MRNF2005-DDF-08-17-20	Fleuve Saint-Laurent	Berthier-sur-Mer	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet, Annie; Lévesque, Annie	2005-08-17	mr	3
MRNF2007-DDF-36	Fleuve Saint-Laurent	Grondines	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet, Annie; Cauchon, Vanessa	2007-09-07	v	1
MRNF2007-DDF-40	Fleuve Saint-Laurent	Berthier-sur-Mer	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet, Annie; Cauchon, Vanessa	2007-09-10	mv	1

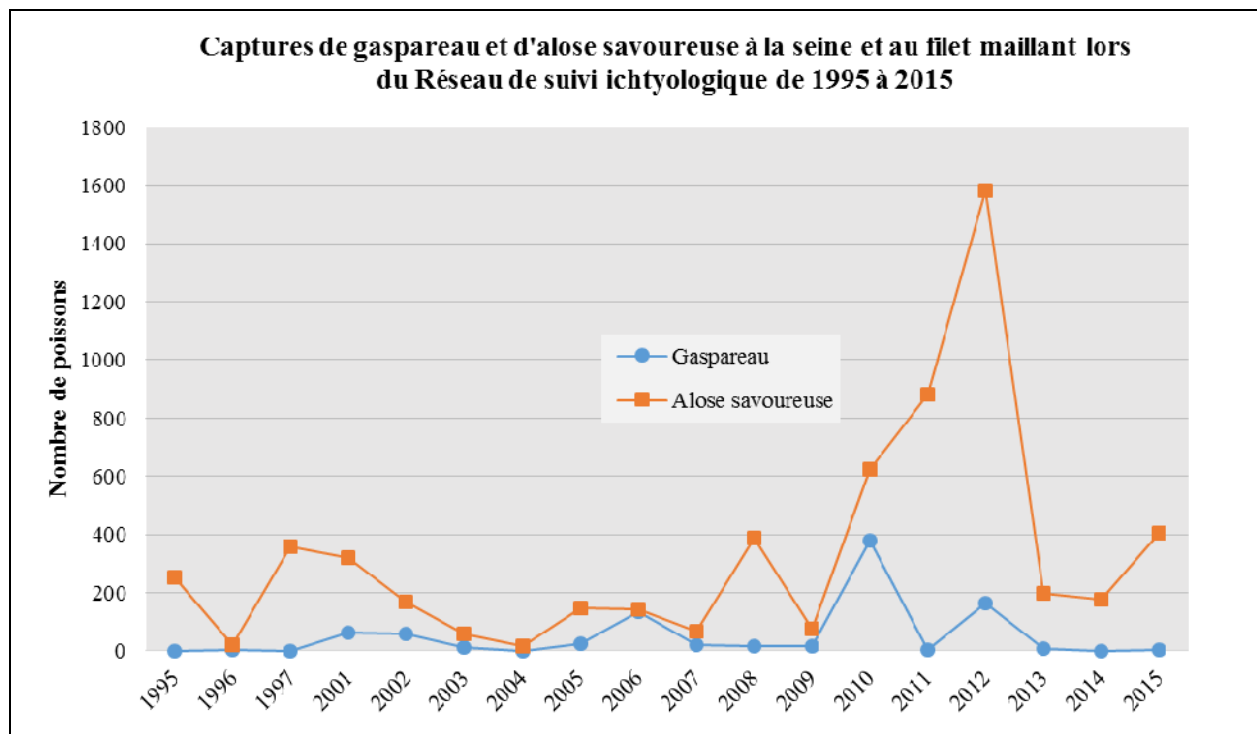
N° site	Plan d'eau	Localité	Source	Observateurs	Date	État	Nombre
JFD2010/vi/27-1-2	Fleuve Saint-Laurent	Sainte-Geneviève-de-Berthier	I. Picard (comm. pers.)	Desroches, Jean-François; Picard, Isabelle; Desroches, Jérôme; Desroches, Iris	2010/06/27	m	5
JFD2010/vi/27-3	Fleuve Saint-Laurent	Sainte-Geneviève-de-Berthier	I. Picard (comm. pers.)	Desroches, Jean-François; Picard, Isabelle; Desroches, Jérôme; Desroches, Iris	2010/06/27	m	8
JFD2010/vi/27-4	Fleuve Saint-Laurent	Sainte-Geneviève-de-Berthier	I. Picard (comm. pers.)	Desroches, Jean-François; Picard, Isabelle; Desroches, Jérôme; Desroches, Iris	2010/06/27	m	2
JFD2010/vi/27-6	Fleuve Saint-Laurent	Saint-Ignace-de-Loyola	I. Picard (comm. pers.)	Desroches, Jean-François; Picard, Isabelle; Desroches, Jérôme; Desroches, Iris	2010/06/27	m	4
JFD2010/v/6-3	Fleuve Saint-Laurent	Berthierville	I. Picard (comm. pers.)	Desroches, Jean-François	2010/05/06	mr	1
JFD2010/v/6-5	Fleuve Saint-Laurent	Sainte-Geneviève-de-Berthier	I. Picard (comm. pers.)	Desroches, Jean-François	2010/05/06	mr	17
MRNF2012-07-26PDL	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet Annie; Desrosiers Nathalie	2012-07-26	mr	1
MRNF2012-08-09PDL	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet, Annie; Chouinard, Sylvie	2012-08-09	mr	1
MRNF2012-08-09PDL	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet, Annie; Chouinard, Sylvie	2012-08-09	v	1
MRNF2012-09-13_Charron	Fleuve Saint-Laurent	Boucherville	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet, Annie; Drouin, Étienne	2012-09-13	mv	1
MRNF2012-09-21	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet Annie; Desrosiers Nathalie; Jutras, Jacques	2012-09-21	mr	1
MRNF2012-09-21	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet Annie; Desrosiers Nathalie; Jutras, Jacques	2012-09-21	mr	1
MRNF2012-10-11	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet Annie	2012-10-11	mr	1
MRNF2012-10-11	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet Annie	2012-10-11	v	1
MRNF2012-10-11	Fleuve Saint-Laurent	Trois-Rivières	MRNF : Inventaire. Banque de données sur les moules d'eau douce du Québec.	Paquet Annie	2012-10-11	mv	1

ANNEXE 2

Données sur les poissons de la famille des clupéidés, hôtes confirmés et potentiels de l'anodonte du gaspareau



Le por de pêche de l'aquarium a changé d'emplacement en 1975.



ANNEXE 3

Définitions des valeurs des rangs de priorité attribués par NatureServe

Les rangs de priorité G représentent la situation de l'espèce à l'échelle mondiale, N à l'échelle nationale et S à l'échelle infranationale, soit provinciale, territoriale et des États américains. Ce tableau présente les définitions des rangs discutés dans ce rapport. Il existe plusieurs autres valeurs de rangs pour les niveaux G, N et S qui sont disponibles à <http://www.natureserve.org/>. Lorsqu'il s'agit d'une population, le rang mondial comporte un élément « T » (ex. G4T3 ou G5T1).

Valeur	Définition du rang de priorité
1	Sévèrement en péril, ex. S1
2	En péril, ex. G2
3	Vulnérable, ex. S3
4	Largement réparti, abondant et apparemment hors de danger, mais il demeure des causes d'inquiétude à long terme, ex. S4
5	Large répartition, abondant et stabilité démontrée, ex. G5
NR	Rang non attribué, ex. SNR
U	Rang impossible à déterminer, ex. SU
H	Historique, non observé au cours des 20 dernières années (sud du Québec) ou des 40 dernières années (nord du Québec), ex. SH
?	Indique une incertitude, ex. S1?
NA	Synonyme / Hybride / Origine exotique / Présence accidentelle ou non régulière / Présence potentielle; rapportée mais non caractérisée; rapportée mais douteuse; signalée par erreur / Taxon existant, sans occurrence répertoriée, ou occurrences non définies, ex. SNA
S#S# ou G#G#	Intervalle de rangs de priorité (entre deux catégories précises), ex. S1S2
X	Disparu, éteint ou extirpé, ex. SX
#B	Population animale reproductrice, ex. S1B
#M	Population animale migratrice, ex. S1M
#N	Population animale non reproductrice, ex. S2N
#Q	Statut taxinomique douteux, ex. S2Q

ANNEXE 4

Mortalité massive de moules d'eau douce à Pointe-du-Lac au lac Saint-Pierre dans le fleuve Saint-Laurent, le 9 août 2012



Photo : Annie Paquet, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
(reproduction autorisée)

ANNEXE 5

Anodonte du gaspareau près de l'île Oromocto dans la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick en septembre 2005



Le siphon exhalant dépourvu de papilles est situé à gauche et le siphon inhalant bordé de nombreuses papilles est à droite.

Photo : André L. Martel, Musée canadien de la nature
(reproduction autorisée)
Tiré de Martel et coll., 2010

ANNEXE 6

Longueur totale de la coquille, en millimètres, des anodontes du gaspareau par localité
(MFFP, 1999)

Localité	Moyenne	Minimum	Maximum	Écart min-max	Nombre
Berthier-sur-Mer	88	80	97	17	4
Boucherville	101	101	101	0	1
Grondines	96	96	96	0	1
Senneville	126	117	135	18	2
Trois-Rivières	112	76	143	68	8
Total	107	76	143	68	16