



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences des écosystèmes
et des océans

Ecosystems and
Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS)

Document de recherche 2021/021

Région du Centre et de l'Arctique

Information à l'appui d'une évaluation du potentiel de rétablissement du chevalier noir (*Moxostoma duquesnei*) au Canada

Lynn D. Bouvier¹, Mary E. Burridge², William R. Glass¹, et Amanda Caskenette³

¹Pêches et Océans Canada
Laboratoire des Grands Lacs pour les pêches et les sciences aquatiques
867 Lakeshore Road
Burlington (Ontario) L7S 1A1

²Ancaster (Ontario)

³Pêches et Océans Canada
Institut des eaux douces
501 University Crescent
Winnipeg (Manitoba) R3T 2N6

Avant-propos

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Secrétariat canadien de consultation scientifique
200, rue Kent
Ottawa (Ontario) K1A 0E6

[http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/
csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca](http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/csas-sccs@dfo-mpo.gc.ca)



© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2021
ISSN 2292-4272

La présente publication doit être citée comme suit :

Bouvier, L.D., Burridge, M.E., Glass, W.R., et Caskenette, A. 2021. Information à l'appui d'une évaluation du potentiel de rétablissement du chevalier noir (*Moxostoma duquesnei*) au Canada. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2021/021. vi + 44 p.

Also available in English :

Bouvier, L.D., Burridge, M.E., Glass, W.R., and Caskenette, A. 2021. Information in support of a Recovery Potential Assessment of Black Redhorse (Moxostoma duquesnei) in Canada. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2021/021. vi + 38 p.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	vi
INTRODUCTION	1
PARAMÈTRES DE LA BIOLOGIE, DE L'ABONDANCE, DE LA RÉPARTITION ET DU CYCLE BIOLOGIQUE	1
ÉLÉMENT 1 : RÉSUMER LA BIOLOGIE DU CHEVALIER NOIR.....	1
Description de l'espèce	1
Taxonomie	3
Physiologie.....	3
Alimentation	4
Importance de l'espèce	4
ÉLÉMENT 2 : ÉVALUER LA TRAJECTOIRE RÉCENTE DE L'ESPÈCE CONCERNANT L'ABONDANCE, L'AIRE DE RÉPARTITION ET LE NOMBRE DE POPULATIONS	4
Aire de répartition	4
ABONDANCE	6
ÉTAT ACTUEL.....	6
BASSIN VERSANT DU LAC ÉRIÉ	6
BASSIN VERSANT DU LAC SAINTE-CLAIRE.....	7
BASSIN VERSANT DU LAC HURON	8
BASSIN VERSANT DU LAC ONTARIO	9
ÉVALUATION DE LA POPULATION	9
ÉLÉMENT 3 : ESTIMER LES PARAMÈTRES ACTUELS OU RÉCENTS DU CYCLE BIOLOGIQUE DU CHEVALIER NOIR.....	12
Paramètres du cycle biologique.....	12
BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT ET DE RÉSIDENCE	14
ÉLÉMENT 4 : DÉCRIRE LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT NÉCESSAIRES À L'ACCOMPLISSEMENT DE TOUS LES STADES BIOLOGIQUES DU CHEVALIER NOIR. DÉCRIRE LES FONCTIONS, LES CARACTÉRISTIQUES ET LES PARAMÈTRES DE L'HABITAT, ET QUANTIFIER LA VARIATION DES FONCTIONS BIOLOGIQUES QU'ASSURENT LES COMPOSANTES DE L'HABITAT SELON L'ÉTAT OU L'ÉTENDUE DE L'HABITAT, Y COMPRIS LES LIMITES DE LA CAPACITÉ BIOTIQUE, LE CAS ÉCHÉANT.....	14
Fonctions, caractéristiques et paramètres	18
ÉLÉMENT 5 : FOURNIR DE L'INFORMATION SUR L'ÉTENDUE SPATIALE DES ZONES DE L'AIRE DE RÉPARTITION DU CHEVALIER NOIR SUSCEPTIBLES DE PRÉSENTER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT RECHERCHÉES	20
ÉLÉMENT 6 : QUANTIFIER LA PRÉSENCE ET L'ÉTENDUE DES CONTRAINTES ASSOCIÉES À LA CONFIGURATION SPATIALE, COMME LA CONNECTIVITÉ ET LES OBSTACLES À L'ACCÈS, S'IL Y EN A.....	20
ÉLÉMENT 7 : ÉVALUER DANS QUELLE MESURE LA NOTION DE RÉSIDENCE S'APPLIQUE À L'ESPÈCE ET, LE CAS ÉCHÉANT, DÉCRIRE LA RÉSIDENCE DE L'ESPÈCE.....	20
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS LIÉS À LA SURVIE ET AU RÉTABLISSEMENT	21

ÉLÉMENT 8 : ÉVALUER ET CLASSER PAR ORDRE D'IMPORTANCE LES MENACES À LA SURVIE ET AU RÉTABLISSEMENT DU CHEVALIER NOIR	21
Catégories de menaces.....	21
Pollution (9.1 Eaux usées domestiques et urbaines, 9.3 Effluents agricoles et sylvicoles).....	21
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents (11.2 Sécheresses, 11.4 Tempêtes et inondations)	22
Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques (8.1 Espèces exotiques/non indigènes envahissantes).....	22
Utilisation de ressources biologiques (5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques).....	23
Intrusions et perturbations humaines (6.1. Activités récréatives).....	23
Modifications des systèmes naturels (7.2 Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages, 7.3 Autres modifications de l'écosystème).....	23
Évaluation de la menace	24
ÉLÉMENT 9 : ÉNUMÉRER LES ACTIVITÉS LES PLUS SUSCEPTIBLES DE MENACER (C.-À-D. ENDOMMAGER OU DÉTRUIRE) LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DÉCRITES DANS LES ÉLÉMENTS 4 ET 5, ET FOURNIR DES RENSEIGNEMENTS SUR L'AMPLEUR ET LES CONSÉQUENCES DE CES ACTIVITÉS.	30
ÉLÉMENT 10 : ÉVALUER TOUT FACTEUR NATUREL SUSCEPTIBLE DE LIMITER LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT DU CHEVALIER NOIR	30
ÉLÉMENT 11 : DÉCRIRE LES EFFETS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES MENACES ÉVALUÉES DANS L'ÉLÉMENT 8 SUR LE CHEVALIER NOIR ET LES ESPÈCES COEXISTANTES. ÉNUMÉRER LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS POTENTIELS POUR L'ESPÈCE CIBLÉE ET LES ESPÈCES COEXISTANTES QUI PEUVENT SURVENIR SI LES MENACES SONT ATTÉNUÉES. ÉNUMÉRER LES EFFORTS EXSTANTS DE SURVEILLANCE DE L'ESPÈCE CIBLÉE ET DES ESPÈCES COEXISTANTES ASSOCIÉES À CHAQUE MENACE ET RELEVER TOUTE LACUNE DANS LES CONNAISSANCES.....	31
OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT	32
ÉLÉMENT 12 : PROPOSER DES OBJECTIFS D'ABONDANCE ET DE RÉPARTITION POSSIBLES POUR LE RÉTABLISSEMENT	32
ÉLÉMENT 13 : PROJETER LES TRAJECTOIRES ATTENDUES DES POPULATIONS SUR UNE PÉRIODE RAISONNABLE SUR LE PLAN SCIENTIFIQUE (MINIMUM DE 10 ANS) ET LES TRAJECTOIRES AU FIL DU TEMPS JUSQU'À L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT POTENTIELS, EN FONCTION DES PARAMÈTRES ACTUELS DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE CHEVALIER NOIR.....	32
ÉLÉMENT 14 : PRÉSENTER UN AVIS SUR LA MESURE DANS LAQUELLE L'HABITAT APPROPRIÉ DISPONIBLE RÉPOND AUX BESOINS DE L'ESPÈCE, TANT ACTUELLEMENT QUE LORSQUE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT DE L'ESPÈCE PROPOSÉS DANS L'ÉLÉMENT 12 SERONT ATTEINTS	33
ÉLÉMENT 15 : ÉVALUER LA PROBABILITÉ QUE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT POTENTIELS PUISSENT ÊTRE ATTEINTS SELON LES PARAMÈTRES ACTUELS DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET COMMENT CETTE PROBABILITÉ POURRAIT VARIER SELON DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE MORTALITÉ (EN PARTICULIER SELON DES VALEURS PLUS FAIBLES) ET DE PRODUCTIVITÉ (EN PARTICULIER SELON DES VALEURS PLUS ÉLEVÉES)	33
SCÉNARIOS D'ATTÉNUATION DES MENACES ET ACTIVITÉS DE RECHANGE	33
ÉLÉMENT 16 : DRESSER UNE LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATION RÉALISABLES ET DES SOLUTIONS DE RECHANGE RAISONNABLES AUX ACTIVITÉS QUI POSENT	

DES MENACES POUR L'ESPÈCE ET SON HABITAT (ÉNUMÉRÉES DANS LES ÉLÉMENTS 8 ET 10)	33
Espèces envahissantes et autres espèces, gènes et maladies problématiques (8.1 Espèces exotiques/non indigènes envahissantes).....	36
Utilisation des ressources biologiques (5.4 Pêche et récolte des ressources aquatiques) .	36
Intrusions et perturbations humaines (6.1. Activités récréatives)	36
ÉLÉMENT 17 : DRESSER L'INVENTAIRE DES ACTIVITÉS SUSCEPTIBLES D'ACCROÎTRE LES VALEURS DES PARAMÈTRES DE SURVIE OU DE PRODUCTIVITÉ DE L'ESPÈCE (DÉFINIS DANS LES ÉLÉMENTS 3 ET 15).....	37
ÉLÉMENT 18 : SI LA DISPONIBILITÉ ACTUELLE DE L'HABITAT EST INSUFFISANTE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT (VOIR L'ÉLÉMENT 14), PRÉSENTER UN AVIS SUR LA FAISABILITÉ DE RESTAURER L'HABITAT SELON DES VALEURS PLUS ÉLEVÉES. L'AVIS DOIT ÊTRE PRÉSENTÉ DANS LE CONTEXTE DE TOUTES LES OPTIONS POSSIBLES POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS CONCERNANT L'ABONDANCE ET L'AIRE DE RÉPARTITION.....	37
ÉLÉMENT 19 : ESTIMER LA DIMINUTION ATTENDUE DU TAUX DE MORTALITÉ DÉCOULANT DE CHAQUE MESURE D'ATTÉNUATION ET ACTIVITÉ DE RECHANGE ÉNUMÉRÉE DANS L'ÉLÉMENT 16, AINSI QUE L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTIVITÉ OU DE LA SURVIE ASSOCIÉE À CHAQUE MESURE DE L'ÉLÉMENT 17.....	37
ÉLÉMENT 20 : PROJETER LA TRAJECTOIRE ATTENDUE DES POPULATIONS (ET LES INCERTITUDES) SUR UNE PÉRIODE RAISONNABLE DU POINT DE VUE SCIENTIFIQUE ET JUSQU'À L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT, EN FONCTION DES TAUX DE MORTALITÉ ET DES TAUX DE PRODUCTIVITÉ EN RAPPORT AVEC LES MESURES PARTICULIÈRES AUX FINS D'EXAMEN ÉNONCÉES DANS L'ÉLÉMENT 19. INCLURE CELLES QUI OFFRENT LA PLUS FORTE PROBABILITÉ DE SURVIE ET DE RÉTABLISSEMENT POSSIBLE POUR DES VALEURS DE PARAMÈTRES RÉALISTES SUR LE PLAN BIOLOGIQUE.....	38
ÉLÉMENT 21 : RECOMMANDER DES VALEURS DES PARAMÈTRES POUR LA PRODUCTIVITÉ ET LES TAUX DE MORTALITÉ INITIAUX DE LA POPULATION ET, SI NÉCESSAIRE, DES CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES CONCERNANT LES MODÈLES DE POPULATION QUI SERAIENT REQUISES POUR PERMETTRE L'EXPLORATION D'AUTRES SCÉNARIOS DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION DES IMPACTS ÉCONOMIQUES, SOCIAUX ET CULTURELS EN APPUI AU PROCESSUS D'INSCRIPTION.....	38
ÉVALUATION DES DOMMAGES ADMISSIBLES	38
ÉLÉMENT 22 : ÉVALUER LE TAUX MAXIMAL DE MORTALITÉ ET DE DESTRUCTION DE L'HABITAT D'ORIGINE ANTHROPIQUE QUE L'ESPÈCE PEUT SUBIR SANS RISQUE POUR SA SURVIE OU SON RÉTABLISSEMENT	38
SOURCES D'INCERTITUDE	39
REMERCIEMENTS	40
RÉFÉRENCES CITÉES.....	40

RÉSUMÉ

Le chevalier noir se trouve à la limite nord de son aire de répartition au Canada. Il est considéré comme une espèce en péril dans plusieurs États des Grands Lacs, dont l'Illinois, New York et le Wisconsin. En avril 1988, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué que le chevalier noir était une espèce menacée, situation qui a été réévaluée et confirmée en mai 2005. En 2015, cette espèce a de nouveau été évaluée comme étant menacée, en raison de l'étendue limitée de sa présence et de sa zone d'occupation. Le chevalier noir se trouve seulement dans quelques rivières dans le sud-ouest de l'Ontario, et il est menacé par la dégradation de son habitat attribuable aux impacts cumulatifs de la pollution par les eaux usées urbaines et l'agriculture, ainsi qu'aux modifications du débit. Il est actuellement inscrit comme espèce menacée à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). L'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) fournit les renseignements et les avis scientifiques nécessaires pour satisfaire aux diverses exigences de la LEP, y compris les activités de délivrance de permis qui contreviendraient autrement aux interdictions de la LEP, et l'élaboration de programmes de rétablissement. Le présent document de recherche décrit l'état actuel des connaissances sur la biologie, l'écologie, l'aire de répartition, les tendances des populations, les besoins en matière d'habitat et les menaces pesant sur le chevalier noir. Il présente des mesures d'atténuation et d'autres activités associées aux menaces déterminées que l'on peut utiliser pour protéger l'espèce. Les renseignements contenus dans l'EPR et le présent document peuvent être utilisés dans l'élaboration de programmes de rétablissement et de plans d'action.

INTRODUCTION

Le chevalier noir (*Moxostoma duquesnei*) est l'une des sept espèces de chevaliers (genre *Moxostoma*) présentes au Canada (Scott et Crossman 1998). Ce grand membre de la famille des Catostomidés a une aire de répartition vaste, mais disjointe, dans les bassins versants du Mississippi et des Grands Lacs de l'est de l'Amérique du Nord. Au Canada, on trouve le chevalier noir dans les affluents du lac Érié, du lac Sainte-Claire, du lac Ontario et du lac Huron.

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a évalué pour la première fois le chevalier noir en 1988 et lui a attribué le statut d'espèce menacée (Parker et Kott 1988). Le statut a été réévalué et confirmé par le COSEPAC en mai 2005 (COSEWIC 2005) et en mai 2015 (COSEPAC, 2015). Le chevalier noir a une zone d'occurrence et une zone d'occupation limitées au Canada et ne fréquente que quelques rivières dans le sud de l'Ontario. Les principales menaces pour l'espèce au Canada sont notamment la pollution et les changements dans la qualité de l'eau et la quantité d'eau causés par les pratiques agricoles, l'urbanisation et les barrages. Les effets des changements climatiques et des phénomènes météorologiques violents sont aussi des menaces potentielles.

Le chevalier noir est inscrit comme espèce menacée en Ontario en vertu de la *Loi sur les espèces en voie de disparition*, de sorte que l'espèce et son habitat sont également protégés en vertu des lois provinciales. Le chevalier noir a été inscrit sur la liste des espèces menacées aux termes de l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) en 2019. Le Secteur des sciences de Pêches et Océans Canada (MPO) a élaboré un processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) afin de fournir les renseignements de base et les avis scientifiques nécessaires pour satisfaire aux diverses exigences de la LEP. Le présent document de recherche décrit l'état actuel des connaissances sur l'espèce, y compris la biologie, la répartition, les tendances des populations, les besoins en matière d'habitat, les menaces et les mesures d'atténuation des menaces relevées; ces renseignements seront utilisés pour guider l'élaboration des documents de rétablissement de l'espèce et pour l'évaluation des demandes de permis délivrés en vertu de l'article 73 de la LEP.

PARAMÈTRES DE LA BIOLOGIE, DE L'ABONDANCE, DE LA RÉPARTITION ET DU CYCLE BIOLOGIQUE

ÉLÉMENT 1 : RÉSUMER LA BIOLOGIE DU CHEVALIER NOIR

Description de l'espèce

Les chevaliers (*Moxostoma* spp) ont généralement de grands corps et occupent les tronçons benthiques des rivières et des grands ruisseaux (Jenkins et Burkhead 1994). Cette espèce se caractérise par un corps légèrement haut (figure 1) et un long museau arrondi (39,6 à 49,8 % de la longueur de la tête) qui surplombe la bouche (Scott et Crossman 1998, Holm *et al.* 2010). La lèvre inférieure est recouverte de plis sans stries transversales, et l'angle du bord postérieur de la lèvre inférieure est supérieur à 90° (120° – 170°) lorsque la bouche est fermée (Scott et Crossman 1998, Holm *et al.* 2010). Il y a des dents pharyngiennes claviformes. Les écailles sont grandes, il y a habituellement de 44 à 47 écailles à la ligne latérale, et le pédoncule caudal compte de 12 à 13 écailles (Scott et Crossman 1998). La nageoire caudale est moyennement fourchue (Page et Burr 2011). À un âge donné, les femelles sont plus grandes que les mâles (Reid 2006b).

Le dos du chevalier noir est de couleur brun olive à gris, les côtés sont argentés avec des teintes bleutées et le ventre est argenté ou blanc laiteux. Les écailles peuvent avoir des

bordures foncées. Les nageoires inférieures sont souvent de couleur rouge pâle, et les nageoires caudales et dorsales, de couleur gris ardoise (Scott et Crossman 1998, Holm *et al.* 2010). Au temps de la fraie, les mâles arborent des bandes latérales noires, et les flancs varient de l'orange au rose (Page et Burr 2011). Les mâles ont de petits tubercules nuptiaux sur leur museau et sur leurs nageoires anales et caudales (Jenkins et Burkhead 1994, Page et Burr 2011).

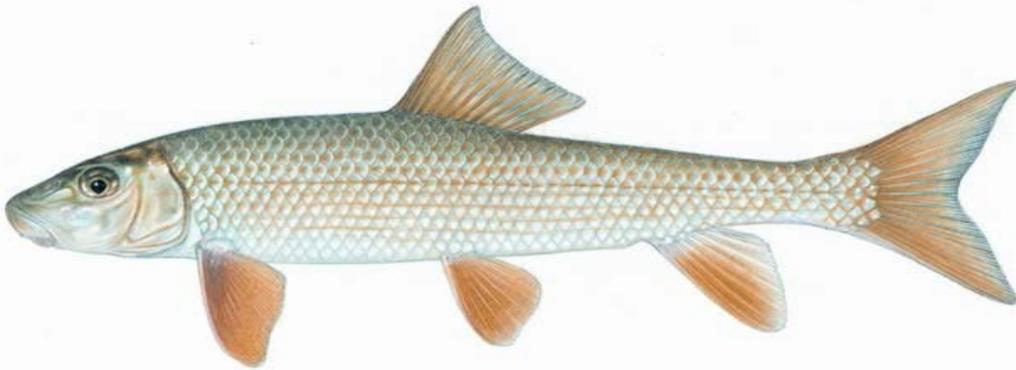


Figure 1. Chevalier noir (*Moxostoma duquesnei*). Illustration de Joe Tomelleri, reproduite avec permission.

Le chevalier noir se distingue des six autres espèces de chevalier du Canada par les caractéristiques suivantes : le chevalier noir a une nageoire caudale gris ardoise, tandis que le chevalier de rivière (*M. carinatum*), le chevalier rouge (*M. macrolepidotum*) et le chevalier jaune (*M. valenciennesi*) ont des nageoires caudales rouges. Le chevalier cuivré (*M. hubbsi*) compte de 15 à 16 rangées d'écaillés dans la partie la plus étroite du pédoncule caudal, comparativement à 12 à 13 rangées pour le chevalier noir. Le chevalier noir est difficile à distinguer des deux autres espèces de chevalier à queue grise, et il faut examiner un ensemble de caractéristiques (Scott et Crossman 1998). Il se distingue du chevalier blanc (*M. Anisurum*), qui a des stries transversales sur les lèvres et dont le bord postérieur de la lèvre inférieure forme un angle aigu (environ 90°), et dont la marge de la nageoire dorsale est droite à légèrement convexe et compte habituellement de 14 à 16 rayons (contre 12 à 14 pour le chevalier noir). Le chevalier noir se distingue du chevalier doré (*M. Erythrurum*), qui lui ressemble beaucoup, principalement par le plus grand nombre d'écaillés qui ne se chevauchent pas à la ligne latérale, qui est de 44–47 (par rapport à 40–42 pour le chevalier doré) et les écaillés devant la nageoire dorsale sont plus uniformément foncées avec des bords postérieurs seulement légèrement plus foncés que le centre, tandis que les mêmes écaillés du chevalier doré présentent évidemment des bords postérieurs plus foncés que leur centre (Scott et Crossman 1998). Il faudrait aussi noter que les différences de couleur sont légères, voire inexistantes, chez les juvéniles, ce qui rend difficile l'identification aux premiers stades biologiques.

Le chevalier noir est sexuellement dimorphe pendant la fraie. Les mâles possèdent des couleurs éclatantes avec un dos et des côtés noir verdâtre et une bande latérale orange à rose sur toute la longueur du corps. Les mâles ont des tubercules prononcés sur leurs nageoires anale et caudale (Jenkins et Burkhead 1994). Les femelles présentent peu ou pas de coloration de fraie (Kwak et Skelly 1992). Il y a une divergence dans la documentation au sujet de la présence de tubercules; selon Kwak et Skelly (1992), les femelles n'ont pas de tubercules nuptiaux, alors que selon Scott et Crossman (1998), elles ont de minuscules tubercules.

Taxonomie

Le chevalier noir est l'une des sept espèces du genre *Moxostoma* endémiques en Amérique du Nord. Le genre chevalier contient des espèces plus grandes au corps comprimé latéralement dans la famille des Catostomidés dont la vessie natatoire comporte trois cavités, plutôt que deux (Scott et Crossman 1998). Il existe 17 espèces de *Moxostoma* en Amérique du Nord, et une espèce est disparue (Harelip Sucker, *Moxostoma lacerum*; Page et Burr 2011).

Physiologie

Le chevalier noir a une forme plus profilée et un pédoncule caudal plus allongé et étroit que les autres espèces de *Moxostoma*, ce qui porte à croire qu'il a une plus grande capacité nataoire et une plus grande tolérance aux courants plus rapides que les autres espèces du genre (Clark 2004).

En Ontario, le chevalier noir se trouve à l'extrémité nord de son aire de répartition. On a constaté que les individus de la rivière Grand croissaient plus lentement, parvenaient à maturité à une taille plus grande, atteignaient une longueur maximale plus longue, vivaient plus longtemps et présentaient des taux de mortalité des adultes plus faibles (Reid 2009) que ceux observés plus au sud. La longueur totale (LT) maximale publiée est de 658 mm (Coker *et al.* 2001) et le poids est de 3 200 g (Howlett 1999). La longueur record en Ontario est de 543 mm de LT, et la longueur moyenne est de 400 mm de LT (Holm *et al.* 2010). Les données sur la fréquence des longueurs de 536 chevaliers noirs capturés dans plusieurs localités de l'Ontario de 2002 à 2015 indiquent une plage de 60 à 520 mm de LT, avec 140 à 180 mm comme classe de taille la plus abondante (figure 2; Reid 2009).

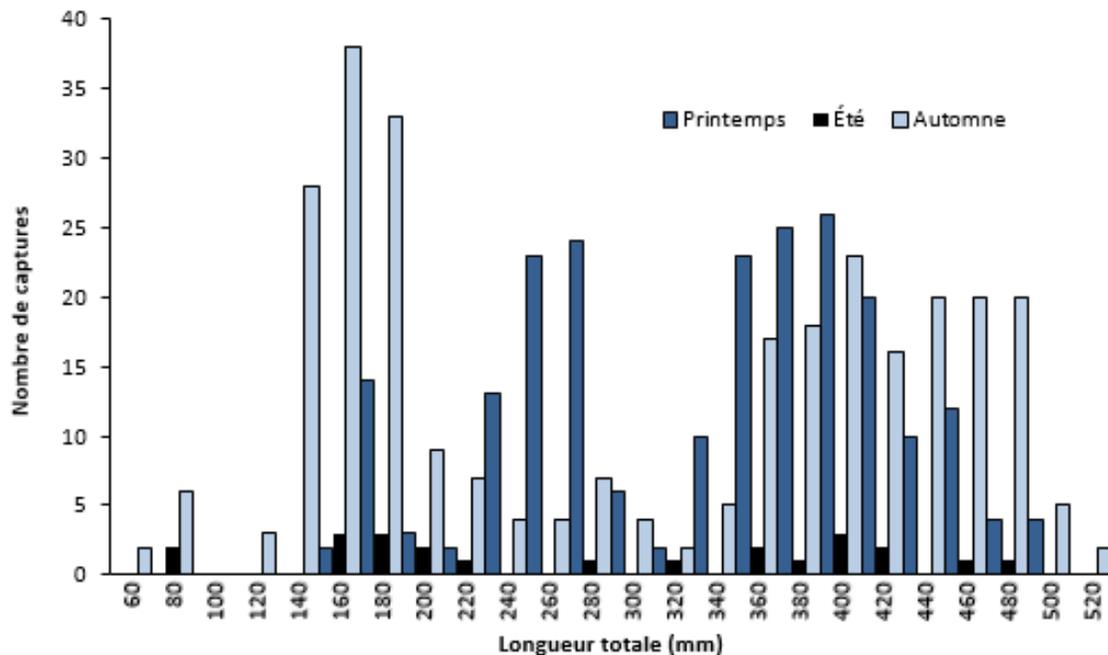


Figure 2. Histogramme de la fréquence selon la longueur de 536 chevaliers noirs de plusieurs localités de l'Ontario capturés à l'aide du matériel portable de pêche électrique. Les bandes foncées représentent les collectes de mai-juin 2002-2009, dans la rivière Grand, $n = 232$ (Reid 2009). Les bandes claires représentent les collectes automnales de septembre-octobre 2002-2009 dans la rivière Grand, $n = 290$ (Reid 2009). Les bandes noires proviennent de plusieurs sites de collecte à l'été (2012-2015), $n = 14$ (MPO, données inédites).

Alimentation

Le chevalier noir adulte se nourrit généralement au fond, en utilisant la méthode du brouteur et récolteur (Coker *et al.* 2001). Les adultes mangent des crustacés et des insectes aquatiques. Le chevalier de moins de 65 mm de longueur est principalement planctonophage (Bowman 1970). Les juvéniles (environ 100–400 mm; Young et Koops 2014) consomment des invertébrés benthiques comme les Chironomidés, les éphéméroptères et les trichoptères (Meyer 1962, Bowman 1970).

Importance de l'espèce

Le chevalier noir est une espèce d'alimentation benthique importante pour le transfert d'énergie du réseau trophique benthique au réseau trophique pélagique, où il est la proie des grands piscivores (COSEPAC, 2015). Le chevalier noir est également intolérant à la mauvaise qualité de l'eau et à l'envasement (Scott et Crossman 1998), de sorte que l'espèce peut être un indicateur environnemental utile, car sa présence exige un écosystème aquatique sain.

ÉLÉMENT 2 : ÉVALUER LA TRAJECTOIRE RÉCENTE DE L'ESPÈCE CONCERNANT L'ABONDANCE, L'AIRE DE RÉPARTITION ET LE NOMBRE DE POPULATIONS

Aire de répartition

L'aire de répartition du chevalier noir est vaste, mais discontinue, dans les bassins versants du Mississippi et des Grands Lacs de l'est de l'Amérique du Nord (figure 3). L'espèce est présente depuis l'Alabama et le Mississippi, au sud, jusqu'en Ontario et au Michigan, au nord, et de l'État de New York, à l'est, jusqu'en Oklahoma et au Minnesota, à l'ouest. Dans le bassin versant du Mississippi, sa répartition est continue à l'est du fleuve, mais disjointe à l'ouest de celui-ci (Lee *et al.* 1980, Page et Burr 2011). Dans le bassin des Grands Lacs, on trouve des populations disjointes en Ontario, au Michigan et au Wisconsin (Lee *et al.* 1980, Page et Burr 2011).

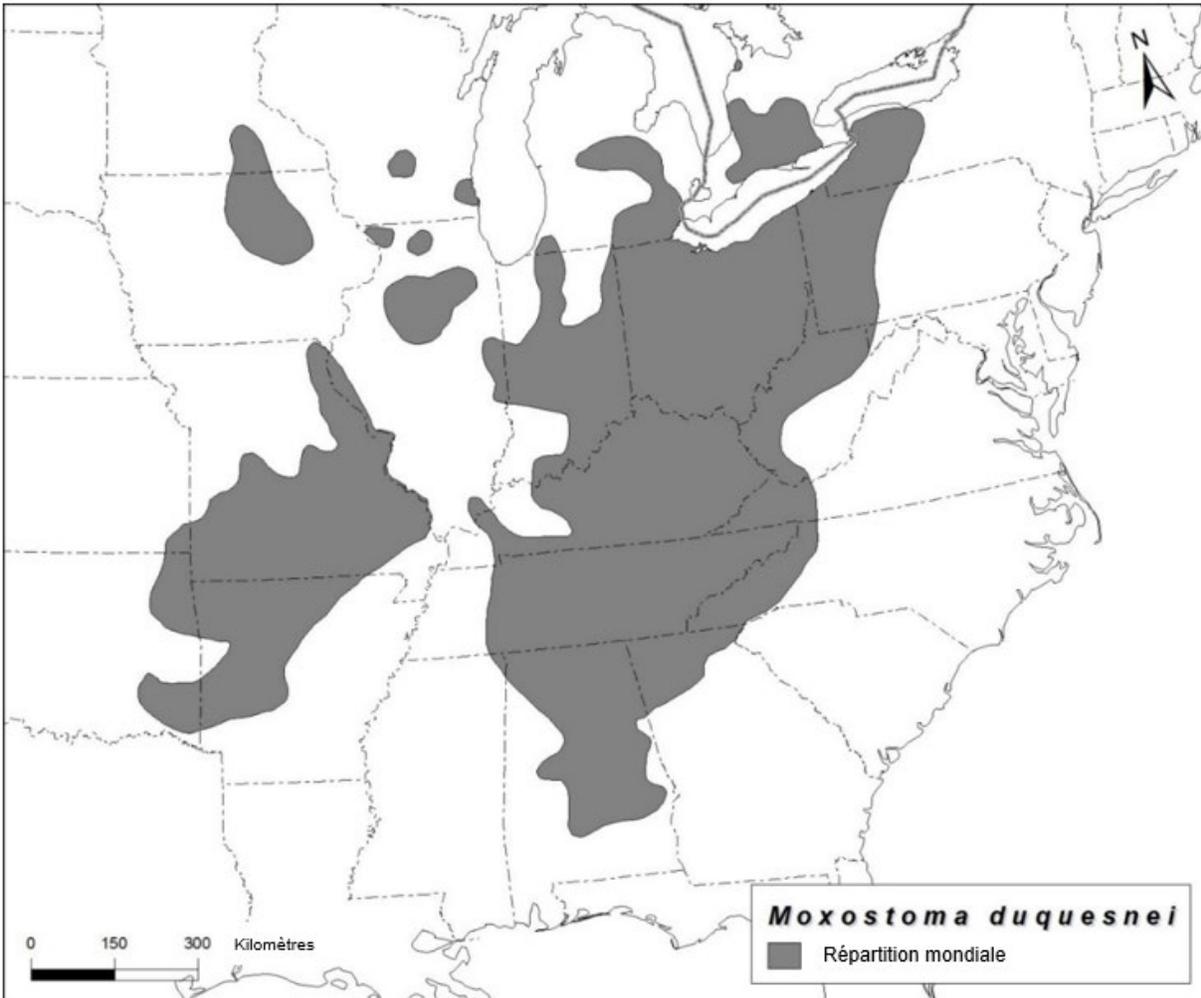


Figure 3. Répartition mondiale du chevalier noir (*Moxostoma duquesnei*). Modifié du document de Page et Burr (1991).

L'aire de répartition du chevalier noir au Canada se limite au sud-ouest de l'Ontario, où l'espèce a été observée dans des affluents du lac Érié, du lac Sainte-Claire, du lac Huron et du lac Ontario (figure 4). Dans le bassin versant du lac Érié, on trouve le chevalier noir dans un bassin hydrographique, la rivière Grand et ses affluents (p. ex., rivière Conestogo, rivière Nith, ruisseau Big et ruisseau Mount Pleasant). Dans le bassin hydrographique du lac Sainte-Claire, le chevalier noir est présent dans la rivière Thames et ses affluents (p. ex., ruisseau Fish, ruisseau Wye, ruisseau Flat, ruisseau Medway, ruisseau Waubuno et lac Fanshawe). Dans le bassin versant du lac Huron, on trouve des relevés de chevalier noir provenant de six affluents : les rivières Ausable, Bayfield, Maitland, Saugeen et Sauble et le ruisseau Gully. Le chevalier noir a été trouvé dans le ruisseau Catfish (bassin versant du lac Érié) jusqu'en 1938; toutefois, on croit maintenant que cette population est disparue du pays (COSEPAC, 2015). Dans le bassin versant du lac Ontario, un individu a été trouvé dans le réservoir Christie en 1998, et un autre a été trouvé mort dans un filet-trappe dans le lac Simcoe en 2011 (T. Langley, Lake Simcoe Fisheries Assessment Unit, données non publiées). Toutefois, aucun autre individu n'a été prélevé dans ces localités dans le cadre des efforts d'échantillonnage subséquents. Ces deux relevés sont considérés comme des introductions, probablement comme poisson-appât.

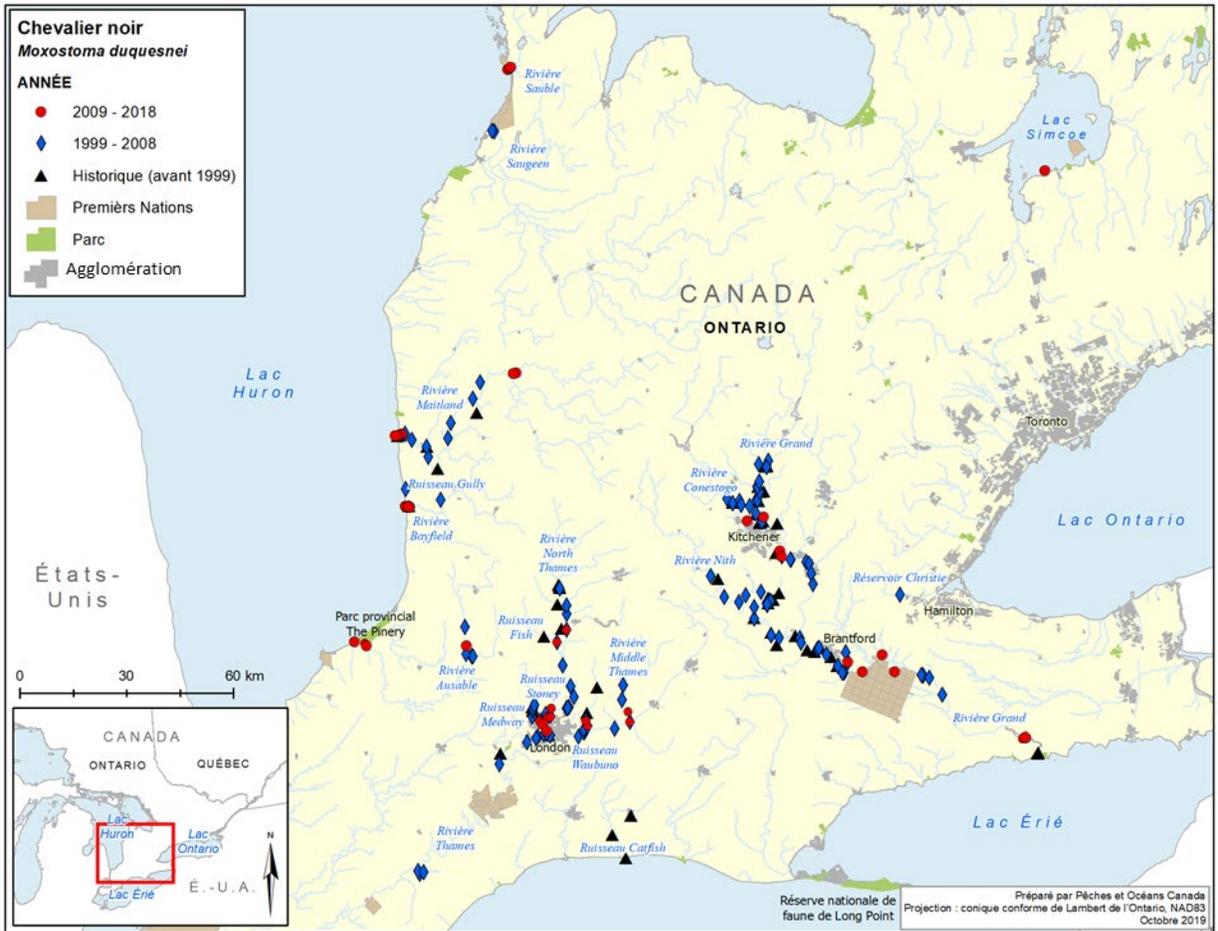


Figure 4. Répartition canadienne du chevalier noir (*Moxostoma duquesnei*).

ABONDANCE

À l'heure actuelle, il n'existe aucune estimation de la taille de la population de chevalier noir dans les bassins hydrographiques canadiens où l'espèce est présente.

ÉTAT ACTUEL

Il n'y a pas eu d'études ciblant le chevalier noir dans l'aire de répartition canadienne pour cette espèce, de sorte que les fluctuations et les tendances liées aux populations de chevalier noir sont difficiles à évaluer avec précision en raison du manque de surveillance constante au fil du temps. Les problèmes liés à l'identification précise de l'espèce, à la sélectivité des engins et à la collecte de données non normalisées ont également nui à l'évaluation précise des fluctuations de la population.

BASSIN VERSANT DU LAC ÉRIÉ

Le premier relevé du chevalier noir dans le bassin versant de la rivière Grand remonte à 1927, année où un seul individu a été confirmé dans le ruisseau Mud (à l'origine le ruisseau Cedar (ROMUM089075)). Le chevalier noir n'a pas été relevé de nouveau dans ce bassin hydrographique avant 1975, année où trois individus ont été capturés dans le canton de Brantford, juste en amont de l'aire de conservation de Brant. Le chevalier noir a fait l'objet de

relevés constants dans le bassin hydrographique de la rivière Grand de 1976 à 1982, avec des relevés de la rivière Grand (1978-1982), du ruisseau Hunsburger (1977), de la rivière Nith (1976-1977, 1979, 1981) et du ruisseau Cox (1980). Un seul individu a été relevé dans le ruisseau Laurel en 1991; cependant, c'est le seul individu relevé dans ce ruisseau. Le chevalier noir est réapparu dans les collectes de poissons en 1997, et des individus ont été recensés pour la première fois dans la rivière Conestogo.

Un échantillonnage ciblé des chevaliers dans le bassin versant de la rivière Grand a eu lieu entre 2001 et 2003, ce qui a permis de capturer 107 chevaliers noirs dans 98 sites (S. Reid, Ministry of Natural Resources and Forestry (MNR), données non publiées, Mandrak *et al.* 2006). Plus récemment, le chevalier noir a été observé dans le centre de la rivière Grand, mais la zone est fragmentée par quatre grands barrages qui n'offrent pas de passage convenable pour les espèces benthiques, ce qui indique que cinq populations discontinues sont probablement présentes. Bien que le chevalier noir ait été présent dans les collectes en aval des déversoirs de Mannheim et de Dunnville, aucun n'a été recueilli en amont sur une période de trois ans, ce qui indique que la conception des passes migratoires de ces deux déversoirs n'est peut-être pas optimale pour le passage du chevalier noir (Reid 2006a). De 2004 à 2018, le chevalier noir a été capturé au-dessus et en dessous du barrage de Paris. Au total, des collectes de chevaliers noirs ont eu lieu sur un tronçon de 160 km allant de l'aval d'Inverhaugh à York. Dans le bassin hydrographique de la rivière Grand, il semble que la population de chevaliers noirs soit stable.

L'espèce est aussi présente dans les tronçons inférieurs de deux affluents majeurs (la rivière Conestogo et la rivière Nith). Dans la rivière Conestogo, on l'a observée dans un tronçon de 25 km de sa confluence avec la rivière Grand à Conestogo jusqu'à Wallenstein. Sur les 19 sites échantillonnés en 2002 et en 2003, six ont été capturés (MPO, données inédites). Dans la rivière Nith, le chevalier noir a été observé dans un tronçon de 86 km, de la confluence avec la rivière Grand à Paris en amont jusqu'à New Hamburg. En 1997, quatre individus ont été capturés à deux endroits. En 2002-2003, 43 sites ont été échantillonnés, dont 14 sites comptant au total 20 individus. La rivière Nith a de nouveau été échantillonnée en 2005 et en 2009, et on y a capturé respectivement un et quatre individus. Des captures récentes ont permis de confirmer la présence du chevalier noir dans les parties inférieures du bassin versant de la rivière Grand en 2007, au ruisseau Mount Pleasant, ainsi que dans deux sites où l'espèce n'avait jamais été capturée auparavant (en l'occurrence le ruisseau Big en 2010 et le ruisseau Fairchild en 2010). Des relevés réalisés dans la rivière Speed et en amont d'Inverhaugh, dans la rivière Grand, n'ont pas permis de détecter la présence du chevalier noir (Reid 2004, Reid *et al.* 2008a).

Historiquement, le chevalier noir a été trouvé dans le ruisseau Catfish en 1922 (ROMUM085887), en 1926 (ROMRMC01975), en 1937 (ROMRMC09637) et en 1938 (ROMRMC10364), mais il est maintenant considéré comme disparu (COSEPAC 2015).

BASSIN VERSANT DU LAC SAINTE-CLAIRE

Le chevalier noir est présent dans le bassin versant de la rivière Thames. Il est présent dans les trois tronçons du cours supérieur de la rivière Thames (North Thames, Middle Thames et Lower Thames) et a été observé dans six affluents (ruisseau Fish, ruisseau Flat, ruisseau Medway, ruisseau Stoney, ruisseau Waubuno, ruisseau Wye) ainsi que dans le lac Fanshawe, un petit lac artificiel formé par le barrage Fanshawe sur la rivière North Thames au nord de London. Il n'y a eu que des observations uniques pour le ruisseau Fish (1972) et le ruisseau Flat (1997), et on ne sait pas si le chevalier noir occupe toujours ces affluents.

L'aire de répartition du chevalier noir s'étend sur un tronçon de 192 km depuis St. Mary's dans la rivière North Thames, et depuis Thamesford dans la rivière Middle Thames, jusqu'à la zone de conservation Big Bend (Wardsville), dans la rivière Lower Thames. Cependant, la dernière mention d'observation dans le cours inférieur de la rivière Thames, à cet endroit, remonte à 2003 (MPO, données inédites).

Il y a aussi deux grands barrages dépourvus de passes à poissons sur la rivière Thames, ce qui cause probablement de la fragmentation et crée des populations disjointes. La majorité des chevaliers noirs ont été capturés dans le cours supérieur de la rivière Thames et ses affluents, y compris les ruisseaux Medway, Stoney, Waubuno et Wye. Dans le ruisseau Medway, il est présent dans un tronçon de 5 km, de la route Medway jusqu'à la confluence du ruisseau avec le cours supérieur de la rivière Thames, avec des relevés de 1975, 2000, 2004-2012 (sauf 2009-2011); toutefois, l'espèce n'a pas été observée dans cette zone depuis 2012. Dans le ruisseau Waubuno, il est présent dans un tronçon de 5,4 km, depuis la confluence du ruisseau jusqu'à tout juste en amont de la rue Trafalgar. Le chevalier noir a récemment été relevé dans le ruisseau Waubuno (2002, 2005, 2007-2009, 2012); toutefois, le nombre d'individus recueillis au cours de cette période est assez faible ($n = 15$). Le chevalier noir occupe également un tronçon de 4 km du ruisseau Stoney, avec des relevés de 2002, 2004 et 2012. En 2012, un seul chevalier noir a été détecté dans un site du ruisseau Wye, un petit affluent au nord du lac Fanshawe. Un échantillonnage supplémentaire a été effectué à proximité de cette capture (2013-2014, 2017-2018), mais aucune autre détection n'a eu lieu.

Neuf chevaliers noirs ont été recensés à deux endroits dans lac Fanshawe en 1998. Des relevés de poissons ont été effectués dans le lac Fanshawe à la suite de cette première détection en 1998 (2003, 2014 et 2015); toutefois, aucun autre chevalier noir n'a été détecté.

BASSIN VERSANT DU LAC HURON

Dans le bassin versant du lac Huron, le chevalier noir a été relevé dans les rivières Sauble, Saugeen, Maitland, Bayfield et Ausable et dans le ruisseau Gully. L'espèce a été détectée pour la première fois dans la rivière Sauble en 1958, quand deux individus auraient été récoltés par le Department of Planning and Development de l'Ontario, et déposés au Musée royal de l'Ontario (MRO) (n° de dépôt RMA0446). Ces spécimens, identifiés en 1969 par le professeur W. Beamish de l'Université de Guelph, ont par la suite été rejetés par le Musée royal de l'Ontario (E. Holm, MRO, communication personnelle). D'autres échantillons prélevés dans la rivière Sauble n'ont révélé la présence d'aucun individu avant 2014, année où trois individus ont été capturés près de l'embouchure de la rivière (Marson *et al.* 2016). Le chevalier noir a également été relevé dans le cadre d'efforts d'échantillonnage subséquents du Programme de la carpe asiatique du MPO en 2016 (Colm *et al.* 2018) et en 2017 (Colm *et al.* 2019).

En 2006, six chevaliers noirs ont été capturés dans la rivière Saugeen tout juste 18 km au sud de la rivière Sauble (Marson *et al.* 2009).

Des individus de l'espèce ont été observés dans un tronçon de 63 km de la rivière Maitland, de sa confluence avec le lac Huron jusqu'à Wingham, dans la partie nord de la rivière Maitland. Le Programme de la carpe asiatique (2014-2018) a constamment relevé le chevalier noir à l'embouchure de la rivière Maitland. Bien que l'espèce ait été historiquement détectée dans toute la rivière Maitland (1982, 1999, 2002), y compris le ruisseau Belgrave (1973, 2002), le ruisseau Blyth (1999) et le ruisseau Bridgewater (1998), elle n'a pas été détectée dans ce tronçon de la rivière Maitland depuis 2002. Le chevalier noir n'a été relevé que dans la partie nord de la rivière Maitland à deux endroits à Wingham (2016).

En 2003, un jeune chevalier noir a été capturé dans le ruisseau Gully à environ un kilomètre en amont du lac Huron. Il s'agit de la seule observation de cette espèce dans ce ruisseau;

cependant, le cours inférieur du ruisseau Gully n'a pas été bien échantillonné. Il faut procéder à un échantillonnage supplémentaire dans cette région pour déterminer la présence continue du chevalier noir dans le ruisseau Gully.

Le chevalier noir a été détecté pour la première fois dans la rivière Bayfield en 1982 (ROMRMC43037). Malgré une longue période pendant laquelle l'espèce n'a pas été détectée, le chevalier noir a été systématiquement relevé dans les efforts d'échantillonnage du Programme de la carpe asiatique (2014, 2016-2018). Ces efforts sont axés sur l'embouchure de la rivière Bayfield; par conséquent, tous les relevés récents du chevalier noir provenant de ce système ont été attribués à des sites situés dans le premier kilomètre et demi de la rivière, de la confluence avec le lac Huron à la zone entourant le pont à la hauteur de la route 21. La seule observation aberrante est celle d'un chevalier noir qui a été effectuée de l'émissaire d'évacuation du ruisseau Tricks en 2003, ce qui est la seule mention de chevalier noir dans cette région.

Un chevalier noir a été capturé pour la première fois dans la rivière Little Ausable, dans un site près de la route Maguire, en 2002 (MPO, données inédites). Durant des activités d'échantillonnage subséquentes, des chevaliers noirs ont été observés dans le cours principal de la rivière Ausable en 2007-2009, dans un tronçon de rivière de 8 km. Plus récemment, les efforts de surveillance déployés par le Programme de la carpe asiatique ont permis de constater la présence du chevalier noir dans un tronçon de 4 km de la rivière Ausable, de la confluence au pont de l'autoroute 21. Le chevalier noir a été détecté grâce à ces efforts en 2015 et en 2017-2018.

Un seul chevalier noir mort a été relevé dans le lac Simcoe par l'Unité d'évaluation des pêches du lac Simcoe (T. Langley, Lake Simcoe Fisheries Assessment Unit, données non publiées) en 2011.

BASSIN VERSANT DU LAC ONTARIO

Le chevalier noir a été capturé à un seul site dans le réservoir Christie, un plan d'eau qui se déverse dans la partie ouest du lac Ontario, en 1998. Cependant, aucun autre spécimen n'a été recueilli dans le cadre des efforts d'échantillonnage subséquents dans le bassin versant du lac Ontario. En raison de la séparation entre les populations établies, cet individu est considéré comme une introduction, probablement en tant que poisson-appât.

ÉVALUATION DE LA POPULATION

Pour évaluer l'état des populations de chevalier noir au Canada, on a classé chaque population en fonction de son abondance (indice d'abondance relative) et de sa trajectoire (trajectoire de la population) (Tableau 1).

L'indice d'abondance relative des populations correspond à l'une des catégories suivantes : faible, moyen, élevé, inconnu, population disparue. L'évaluation de l'abondance relative tenait compte de l'engin utilisé, la zone échantillonnée, l'effort d'échantillonnage et la question de savoir si l'étude ciblait le chevalier noir. Le nombre de spécimens capturés au cours de chaque période d'échantillonnage a ensuite été pris en compte pour attribuer l'indice d'abondance relative. L'indice d'abondance relative est un paramètre relatif parce que les valeurs attribuées à chaque population sont relatives par rapport à la population la plus abondante. Dans le cas du chevalier noir, l'indice d'abondance relative de toutes les populations a été attribué par rapport à la population de la rivière Grand. La rivière Grand a été choisie comme le point de repère le plus important et le plus étudié des populations de l'Ontario et qu'on lui a attribué un indice de niveau « moyen ». Les données sur les prises des populations échantillonnées à l'aide de

différents types d'engins de pêche ont été présumées comparables lors de l'attribution de l'indice d'abondance relative.

On a évalué la trajectoire de la population en fonction des catégories suivantes : en déclin, stable, en augmentation ou inconnue, pour chaque population et d'après les meilleures connaissances disponibles sur la trajectoire actuelle de la population. Le nombre d'individus capturés au fil du temps pour chaque population a été pris en compte. Les tendances au fil du temps ont été classées en fonction des catégories suivantes : en augmentation (augmentation de l'abondance au fil du temps), en déclin (diminution de l'abondance au fil du temps) ou stable (absence de changement de l'abondance au fil du temps). Dans les cas où l'on ne disposait pas d'information suffisante pour étayer une trajectoire, la trajectoire de la population a été classée comme étant inconnue.

Tableau 1. Indice d'abondance relative et trajectoire de chaque population de chevalier noir au Canada. Un niveau de certitude a été associé aux classements de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population, et est indiquée comme suit : 1 = analyse quantitative; 2 = CPUE ou échantillonnage normalisé; 3 = opinion d'expert.

Population	Indice d'abondance relative	Certitude	Trajectoire de la population	Certitude
Rivière Grand	Moyen	2	Stable	3
Ruisseau Catfish	Population disparue	3	Ne s'applique pas	-
Rivière Thames	Faible	2	En déclin	3
Rivière Sauble	Faible	2	Inconnue	3
Rivière Saugeen	Inconnu	3	Inconnue	3
Rivière Maitland	Faible	2	Inconnue	3
Ruisseau Gully	Inconnu	3	Inconnue	3
Rivière Bayfield	Faible	2	Inconnue	3
Rivière Ausable	Faible	2	Inconnue	3

Les valeurs de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population ont ensuite été combinées dans la matrice de l'état de la population (Tableau 2) pour déterminer l'état de chaque population. Chaque état de la population a ensuite été classé comme mauvais, passable, bon, inconnu ou sans objet (Tableau 3).

Tableau 2. La matrice de l'état de la population combine les classements de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population pour établir l'état de chaque population de chevalier noir au Canada. L'état de la population qui en résulte a été selon les catégories suivantes : mauvais, passable, bon, inconnu, population disparue.

		Trajectoire de la population			
		En augmentation	Stable	En déclin	Inconnue
Indice d'abondance relative	Faible	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais
	Moyen	Passable	Passable	Mauvais	Mauvais
	Élevé	Bon	Bon	Passable	Passable
	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
	Disparu	Population disparue	Population disparue	Population disparue	Population disparue

Tableau 3. État de toutes les populations de chevalier noir au Canada, d'après une analyse de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population. La certitude associée à l'état de chaque population reflète le niveau de certitude le moins élevé associé à l'un ou l'autre des paramètres initiaux (indice d'abondance relative ou trajectoire de la population).

Population	État de la population	Certitude
Rivière Grand	Passable	3
Ruisseau Catfish	Population disparue	3
Rivière Thames	Mauvais	3
Rivière Sauble	Mauvais	3
Rivière Saugeen	Inconnu	3
Rivière Maitland	Mauvais	3
Ruisseau Gully	Inconnu	3
Rivière Bayfield	Mauvais	3
Rivière Ausable	Mauvais	3

La taille de la population canadienne de chevalier noir est actuellement inconnue. Les plus fortes abondances au Canada se trouvent dans la rivière Grand et des détections constantes de chevaliers noirs dans ce système indiquent que l'espèce est bien établie à cet endroit. Des abondances plus faibles, mais des détections constantes dans la rivière Thames et plusieurs affluents du lac Huron indiquent également que des populations se reproduisent probablement à ces endroits. Des relevés supplémentaires sont requis à tous les endroits pour déterminer l'abondance de la population, et une surveillance à long terme serait nécessaire pour déterminer la trajectoire de la population au fil du temps.

ÉLÉMENT 3 : ESTIMER LES PARAMÈTRES ACTUELS OU RÉCENTS DU CYCLE BIOLOGIQUE DU CHEVALIER NOIR

Paramètres du cycle biologique

Les taux de survie des populations de chevalier noir en Ontario sont inconnus. Toutefois, les taux de survie sont disponibles dans deux rivières du Missouri (Tableau 4). Les estimations de la mortalité dans la rivière Grand indiquent que la mortalité des adultes y est plus faible que dans la rivière Muskegon, au Michigan, (Reid 2009) bien que la température moyenne annuelle de l'air soit comparable aux deux endroits.

Tableau 4. Taux de survie des populations de chevalier noir des rivières Niangua et Big Piney au Missouri (Bowman 1959).

Classe d'âge	Rivière Niangua	Rivière Big Piney
5	0,49	0,68
6	0,48	0,49
7	0,33	0,03
8	0,03	0,02
9	0,02	0,01
10	0,01	-

En Ontario, les estimations de la croissance et de la survie du chevalier noir étaient fondées sur une courbe de croissance de von Bertalanffy ajustée en fonction des données sur l'âge selon la longueur tirées du document de Reid (2009; figure 5). La longueur à l'éclosion a été surestimée à 40 mm sur la courbe ajustée, ce qui est beaucoup plus long que la longueur moyenne d'émergence observée de 8,8 mm (COSEPAC 2015). Par conséquent, la courbe a été modifiée de manière à passer à une longueur de 8,8 mm à l'éclosion (0 an) et à offrir une représentation plus significative de la croissance de la première année. Les modèles de croissance distincts pour les mâles et les femelles n'ont pas été dérivés (Reid 2009).

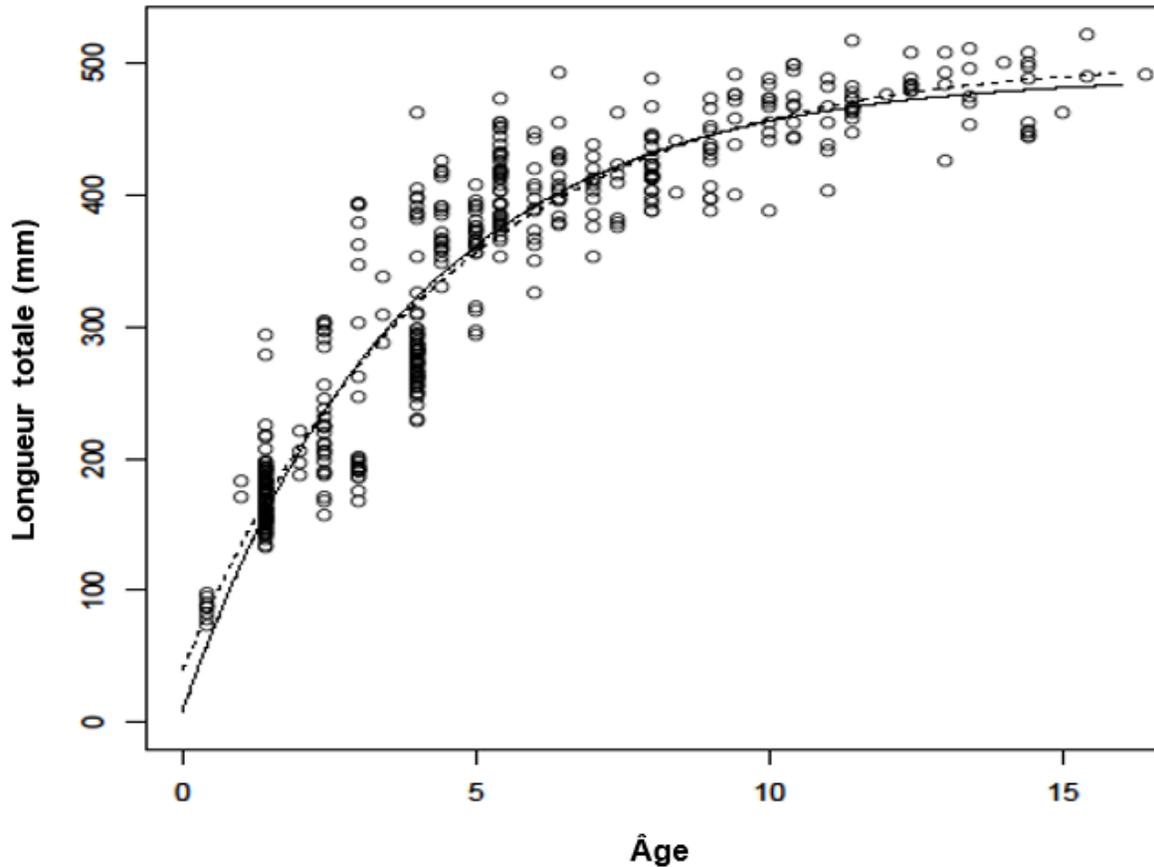


Figure 5. Taille selon l'âge du chevalier noir de la rivière Grand, en Ontario (Reid 2009) avec des courbes de croissance de von Bertalanffy ajustées et modifiées (solides) ou non modifiées (pointillées) en fonction d'une longueur de 8,8 mm à l'éclosion (Reid 2009).

On a déterminé que le taux de croissance des chevaliers noirs juvéniles était de 80 mm/an (Reid 2009). Les équations longueur-poids d'un certain nombre d'études sont présentées au Tableau 5 et les équations de croissance de von Bertalanffy ont été déterminées pour plusieurs populations (Tableau 6).

Tableau 5. Sommaire des équations longueur-poids élaborées pour les populations du chevalier noir. Forme de l'équation longueur-poids : $\log(\text{poids en g}) = b + m \log(\text{longueur en mm})$

b	m	Plan d'eau/sexe/stade biologique	Source
-4,58	2,94	Rivière Niangua	Bowman (1970)
-4,59	2,95	Rivière Big Piney	Bowman (1970)
-5,7475	3,363	Individu immature	Smith (1977)
-4,748	2,9554	Mâle mature	Smith (1977)
-4,6607	2,9227	Femelle mature	Smith (1977)
-5,39	3,158	Rivière Grand	Reid (MRNF, données inédites).

Tableau 6. Tableau sommaire des équations de croissance de von Bertalanffy élaborées pour le chevalier noir. Forme de l'équation de von Bertalanffy : $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$.

L_∞	k	t ₀	Commentaire	Source
385,4	0,39	-0,48	Rivière James	Howlett (1999)
369,3	0,39	0,30	Ruisseau Bull	Howlett (1999)
378,3	0,34	-0,29	Ruisseau Swan	Howlett (1999)
426,4	0,45	-0,34	Rivière Elk	Howlett (1999)
490,9	0,26	-0,75	Rivière Grand	Reid (MRNF, données inédites).

BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT ET DE RÉSIDENCE

ÉLÉMENT 4 : DÉCRIRE LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT NÉCESSAIRES À L'ACCOMPLISSEMENT DE TOUS LES STADES BIOLOGIQUES DU CHEVALIER NOIR. DÉCRIRE LES FONCTIONS, LES CARACTÉRISTIQUES ET LES PARAMÈTRES DE L'HABITAT, ET QUANTIFIER LA VARIATION DES FONCTIONS BIOLOGIQUES QU'ASSURENT LES COMPOSANTES DE L'HABITAT SELON L'ÉTAT OU L'ÉTENDUE DE L'HABITAT, Y COMPRIS LES LIMITES DE LA CAPACITÉ BIOTIQUE, LE CAS ÉCHÉANT

Au printemps, le chevalier noir migre en amont vers un habitat de fraie convenable, à la recherche de radiers peu profonds (Jenkins 1970). Kwak et Skelly (1992) ont décrit le comportement et l'habitat de fraie du chevalier noir en Illinois. Dans cette étude, les radiers utilisés pour la fraie présentaient une pente relativement abrupte causant un débit rapide et de la turbulence. La fraie avait lieu à des endroits où la température de l'eau se situait entre 15 et 21 °C et le substrat de fraie variait de gravier fin à gros cailloux, les petits cailloux étant utilisés le plus souvent (48 % des endroits étudiés) [Kwak et Skelly 1992]. La profondeur de fraie variait de 0,12 à 0,37 m (moyenne = 0,22 m), tandis que la vitesse des eaux de fond variait de 0,04 à 0,66 m/s (moyenne = 0,31 m/s). On a remarqué que le chevalier noir frayait dans des eaux légèrement plus profondes et plus rapides et sur un substrat plus grossier que le chevalier doré (Becker 1983, Kwak et Skelly 1992). Des débits extrêmement élevés font en sorte que le chevalier noir abandonne des bancs de fraie déjà utilisés (Bowman 1970). Le Tableau 7 présente un sommaire des préférences en matière d'habitat du chevalier noir au Canada, selon les différents stades du cycle biologique.

Tableau 7. Sommaire de l'utilisation de l'habitat selon les différents stades du cycle de vie du chevalier noir, dans le sud-ouest de l'Ontario

Classe d'âge	Distance moy. par rapport au rivage (m)	Profondeur moyenne(m)	Débit (m/s)	Type de substrat/type d'habitat	Couverture de macrophytes	Source
Œuf	0,8	0,2-0,3	Données sur le débit non disp.	Gravier/galets/cailloux	Aucune	Bunt <i>et al.</i> (2013)
Jeune de l'année	1,37	0,22	0,03	Gravier/cailloux/limon sur des sédiments (minimal, voire inexistant)	Décodon verticillé	Bunt <i>et al.</i> (2013)
Juvénile	3,07	0,83-2,0	0,08	Sable/galets/cailloux/limon sur des sédiments	Zones littorales végétalisées	Bunt <i>et al.</i> (2013)
	-	0,61	0,06	-	-	Brown (1984)
Adulte	s. o.	2,0-5,0 (lieux d'hivernage)	Données sur le débit non disponibles	sable/galets/gravier	s. o.	Biotactic (données inédites), N. Mandrak et J. Casselman (données inédites)

Des chevaliers noirs jeunes de l'année (JA ou 0+) ont été trouvés dans des fosses peu profondes et des tronçons à courant lent des rivières Thames et Nith en Ontario (Parker 1989). Dans la rivière Grand, on les a plus souvent trouvés près des lits de décodon verticillé (*Decodon verticillatus*) dans des eaux relativement calmes. Des travaux effectués récemment sur le terrain ont montré qu'en été, les chevaliers noirs juvéniles fréquentent les zones littorales végétalisées d'une profondeur variant entre 0,8 et 2,0 m, près des bords des fosses et des rapides en aval des radiers (Bunt *et al.* 2013, S. Reid, MNRF, données inédites). La nuit, les jeunes chevaliers noirs étaient trouvés dans des zones où le débit était très faible (Bunt *et al.* 2013). Les juvéniles utilisaient aussi les milieux à faible gradient, où le débit est réduit et le substrat, propre et hétérogène, est composé de cailloux, de gravier et de galets et d'un mélange de sable et de limon (Bunt *et al.* 2013). L'habitat ressemble à celui des chevaliers cuivrés et des chevaliers de rivière à l'âge 0+ (Bunt *et al.* 2013). En été, on a déjà observé de gros juvéniles (environ 150 mm) en train de se nourrir seuls au fond de fosses sablonneuses (Bowman 1970). Des chevaliers noirs immatures ont été capturés dans des fosses peu profondes en aval des radiers (Parker et Kott 1980). Dans la rivière Grand, environ 35% des sites où l'on a capturé des chevaliers noirs abritaient aussi bien des chevaliers juvéniles qu'adultes (S. Reid, MNRF, données inédites). Dans la rivière Grand, des chevaliers noirs larvaires ont été trouvés dans les rapides dans 41 % des observations, à la fois dans les rapides et les fosses dans 23 % des observations, et dans les eaux arrêtées dans 13 % des observations (Bunt *et al.* 2013). On a constaté que l'utilisation de l'habitat par les chevaliers noirs larvaires et juvéniles n'était pas proportionnelle à la disponibilité de l'habitat (figure 6).

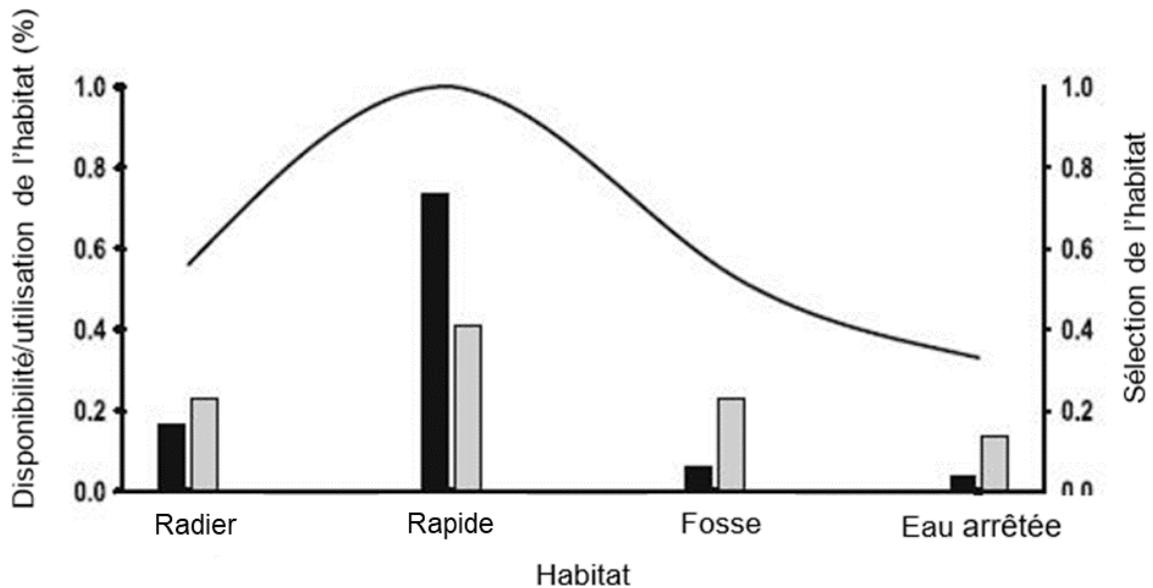


Figure 6. Disponibilité générale de l'habitat lotique (barres noires), utilisation de l'habitat du chevalier noir larvaire/juvenile (barres grises) et courbe de sélection de l'habitat calculée; données tirées de Bunt et coll. (2013) avec l'autorisation de l'auteur.

Dans une étude sur l'utilisation de l'habitat dans la rivière Grand, on a trouvé des centaines de juvéniles à 30 m en aval des eaux souterraines pendant la journée. Ces débits d'eau souterraine étaient d'environ 10 °C plus froids que la température de la rivière environnante (Bunt *et al.* 2013). Les eaux souterraines fraîches mélangées à de l'eau plus chaude de la rivière Grand, et aérées par celle-ci, auraient un point de saturation en OD plus élevé et donc plus d'oxygène que les eaux environnantes. La persistance de jeunes de l'année dans ces eaux souterraines indique que cette espèce pourrait avoir une préférence pour les eaux souterraines (Bunt *et al.* 2013). Les remontées d'eau souterraine peuvent créer des microhabitats qui offrent un refuge contre des conditions thermiques défavorables ou une mauvaise qualité de l'eau (Hayashi et Rosenberry 2002, Bunt *et al.* 2013). Les eaux souterraines peuvent modifier la qualité de l'eau, ce qui permet à des espèces sensibles, comme le chevalier noir, d'habiter des milieux dégradés. Il a été déterminé que la protection de l'habitat des jeunes de l'année (0+) est essentielle à la conservation et à l'amélioration de l'espèce (Vélez-Espino et Koops 2009). De plus, une modélisation plus récente indique que la survie des juvéniles est essentielle à la durabilité des populations de l'espèce (Young et Koops, 2014).

Un déplacement des juvéniles vers l'amont a été observé au début de novembre, lorsque la température de l'eau était de 5 °C (Bunt *et al.* 2013). Ils se rendaient vraisemblablement vers des lieux d'hivernage. Cela pourrait contribuer à expliquer les tendances de déplacement propres à chaque stade biologique vers des zones appropriées, selon la saison.

Le chevalier noir, en général, est associé à de l'eau bien oxygénée et relativement eutrophe, la température moyenne de l'eau en juillet étant d'environ 20 °C (Parker 1989). Dans une autre étude visant plusieurs espèces de chevaliers, des relevés ont été réalisés dans 77 sites en Indiana et on a conclu que, dans les sites où les chevaliers noirs étaient présents, l'eau était plus profonde (profondeur moyenne = 0,61 m par rapport à 0,31 m) et le courant, plus lent (courant moyen = 0,06 m/s par rapport à 0,49 m/s) que dans les sites où il n'y avait pas de chevaliers noirs (Brow 1984). Reid (2006a) a déterminé, pour sa part, que la présence du chevalier noir était négativement corrélée avec les milieux à gradients élevés ainsi qu'avec les

zones de drainage en amont, petites et grandes (c.-à-d., la taille cumulative des bassins en amont du site). Il a été signalé dans des cours d'eau présentant des gradients allant de 1,2 à 1,5 m/km (Parker et Kott 1980). Selon les données recueillies en 1997, on trouve généralement le chevalier noir dans les fosses en été et au cours de l'hiver dans les fosses plus profondes (Bowman 1970). La profondeur moyenne dans plusieurs cours d'eau du sud-ouest de l'Ontario où le chevalier noir a été observé était de 1,5 m (plage de 0,6 à 2,1 m; données inédites du MPO).

Dans un tronçon de la rivière Grand, entre Paris et Brantford, la vitesse moyenne du courant était de 0,22 m/s et la profondeur de 1,69 m dans les zones où des chevaliers noirs ont été observés (Clark 2004). Le chevalier noir est rarement observé dans les endroits où le débit est plus lent, et il se pourrait qu'il soit présent seulement dans les milieux où le débit est plus rapide (Clark 2004). Néanmoins, il faut interpréter ces données avec prudence, compte tenu de la petite taille de l'échantillon ($n = 4$). Le débit d'eau moyen dans plusieurs cours d'eau du sud-ouest de l'Ontario où le chevalier noir a été observé était de 0,29 m/s (plage de 0,0 à 1,1 m/s) dans l'échantillonnage effectué par le MPO entre 2010 et 2015 (données inédites du MPO). Le chevalier noir présente plusieurs différences morphométriques qui le distinguent des autres espèces de chevaliers, notamment un corps plus fusiforme et un pédoncule caudal allongé et étroit. Ces caractéristiques physiques portent à croire que le chevalier noir possède une capacité de nage supérieure qui lui permet d'utiliser des zones où le courant est plus rapide, et indiquent que cette espèce semble plus adaptée aux milieux à débit élevé (Clark 2004).

La largeur du cours d'eau est considérée comme un facteur important dans la détermination de la présence d'espèces de chevaliers. Le chevalier noir n'a été capturé que dans des sites de plus de 22 m de largeur de la rivière Grand (Reid 2006a). La largeur moyenne de plusieurs cours d'eau du sud-ouest de l'Ontario où le chevalier noir a été repéré par échantillonnage du MPO était de 96,1 m (plage de 46 à 219 m; données inédites du MPO).

Le substrat était constitué de cailloux, de gravier, de sable, de rochers et de limon (Holm et Boehm 1998). D'après Reid (2006a), l'habitat convenable pour le chevalier noir serait constitué, entre autres, de cours d'eau où le matériau de fond est propre et grossier (gravier et galets) et à chenal stable, et de radiers bien développés. Les chevaliers noirs adultes sont rarement associés à de la végétation aquatique submergée. Le type de substrat aux endroits où les chevaliers noirs adultes ont été capturés par le MPO dans les cours d'eau du sud-ouest de l'Ontario entre 2010 et 2015 était constitué principalement d'argile, de sable ou de galets (figure 7; données inédites du MPO).

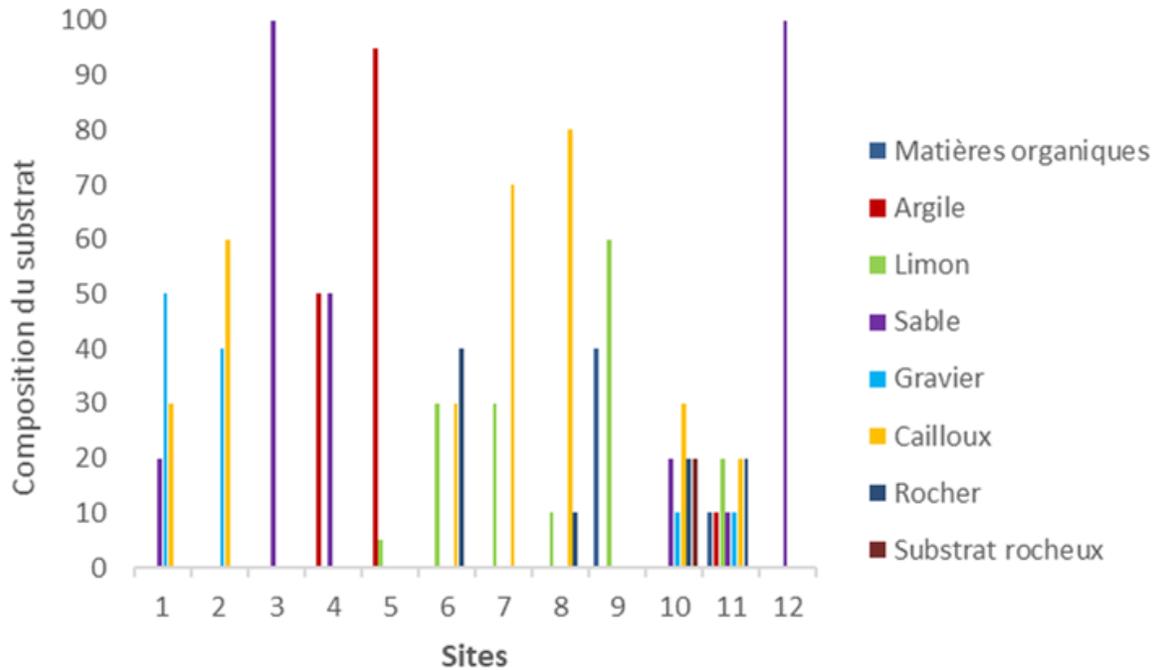


Figure 7. Composition du substrat (%) à 12 sites où le chevalier noir, *Moxostoma duquesnei*, était présent entre 2010 et 2015 dans le sud-ouest de l'Ontario (données inédites du MPO).

Fonctions, caractéristiques et paramètres

Une description des fonctions, des caractéristiques et des paramètres associés à l'habitat du chevalier noir se trouve dans le Tableau 8. Une fonction correspondant à un besoin biologique du chevalier noir a été attribuée à l'habitat requis pour chaque stade biologique. Par exemple, les individus au stade larvaire ou juvénile ont besoin d'un habitat pour l'alevinage et la fraie. En plus de la fonction correspondant à un besoin biologique, une caractéristique de l'habitat a été attribuée à chaque stade biologique. Une caractéristique est considérée comme l'élément structurel de l'habitat nécessaire à la survie ou au rétablissement de l'espèce. Des paramètres de l'habitat, qui décrivent de quelle façon les caractéristiques soutiennent la fonction à chacun des stades biologiques, sont aussi indiqués. Les paramètres optimaux de l'habitat tirés de la documentation et associés à chaque stade biologique ont été combinés avec les paramètres de l'habitat dérivés des données actuelles pour montrer l'éventail de propriétés de l'habitat où l'on peut trouver des chevaliers noirs (voir le Tableau 8 et ses références). Cette information est fournie pour orienter la désignation future de l'habitat essentiel de l'espèce. Les paramètres de l'habitat associés aux données actuelles peuvent différer de celles de l'habitat optimal, puisqu'il se peut que le chevalier noir occupe un habitat sous-optimal dans les zones où l'habitat optimal n'est plus disponible.

Tableau 8. Résumé des fonctions, des caractéristiques et des paramètres essentiels pour chaque stade biologique du chevalier noir. Les paramètres de l'habitat tirés de la documentation publiée et ceux qui ont été notés lors des récentes captures de chevaliers noirs ont servi à déterminer les paramètres de l'habitat nécessaires à la délimitation de l'habitat essentiel.

Étape du cycle de vie	Fonction	Caractéristiques	Propriétés de l'habitat		
			Documentation scientifique	Données actuelles	Aux fins de désignation de l'habitat essentiel
Fraie (à la fin du printemps)	Fraie	Fraie dans des radiers peu profonds (0,12 à 0,37 m) sur un substrat de galets	<ul style="list-style-type: none"> La fraie a lieu lorsque la température de l'eau atteint 13 °C. (Holm <i>et al.</i> 2010) Présence dans des radiers peu profonds avec une pente relativement abrupte Valeur moyenne du débit d'eau au fond de 0,31 m/s (Kwan et Skelly 1992) 	-	<ul style="list-style-type: none"> Radiers peu profonds avec substrat de galets, profondeur moyenne : 0,22 m
De l'œuf au juvénile	Alimentation des alevins, couverture	Rapides, radiers et fosses peu profonds avec végétation aquatique Préférence pour les infiltrations d'eaux	<ul style="list-style-type: none"> Bords des fosses et des ruisseaux, en aval des radiers : Profondeur de 0,8 à 2,0 m (Bunt <i>et al.</i> 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> Faible gradient avec débit lent à modéré; substrat propre cailloux/gravier/galets (S. Reid, MRNF, données inédites) 	<ul style="list-style-type: none"> Fosses peu profondes, débit lent à modéré avec substrat de gravier à galets (profondeurs de 0,12 à 2,5 m)
Adulte (à partir de l'âge 1 [début de la maturité sexuelle])	Alimentation, couverture	Cours d'eau avec gradient de 1,2 à 1,5 m/km	<ul style="list-style-type: none"> Profondeur de 0,1 à 1,8 m (Holm et Boehm 1998) 77 sites étudiés en Indiana présentaient une profondeur moyenne de 0,61 m (Brown 1984) 	<ul style="list-style-type: none"> Entre 2010 et 2015, des spécimens ont été capturés à des profondeurs de 0,6 à 2,5 m (moyenne de 1,5 m) à divers endroits dans son aire de répartition (données inédites du MPO). 	<ul style="list-style-type: none"> Profondeur de 0,6 à 2,5 m, avec un gradient de 1,2 à 1,5 m/km

ÉLÉMENT 5 : FOURNIR DE L'INFORMATION SUR L'ÉTENDUE SPATIALE DES ZONES DE L'AIRE DE RÉPARTITION DU CHEVALIER NOIR SUSCEPTIBLES DE PRÉSENTER LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT RECHERCHÉES

L'étendue spatiale des zones susceptibles de présenter les propriétés d'habitat décrites à l'élément 4 n'a pas encore été définie pour l'ensemble des 554 km de tronçons de rivière contenant des enregistrements de cette espèce au Canada. Dans la zone de la rivière Grand qui a été échantillonnée par Bunt et ses collaborateurs (2013), environ 72,4 % de la zone de la rivière a été classée comme étant des rapides, 18,8 % des radiers, 6,8 % des fosses et 2 % des zones d'eau arrêtée. L'utilisation de l'habitat par les chevaliers noirs larvaires et juvéniles n'était pas proportionnelle à la disponibilité de l'habitat dans cette zone d'échantillonnage (Bunt *et al.* 2013). Un nombre disproportionnellement élevé d'observations de chevaliers noirs a été observé dans les zones d'eau arrêtée (13,6 %), les fosses (22,7 %) et les radiers (22,7 %), bien que ces types d'habitats soient proportionnellement moins disponibles (Bunt *et al.* 2013), ce qui semble indiquer que la superficie disponible et adaptée à l'espèce est plus petite que la superficie totale de la rivière dans laquelle l'espèce est répartie. De plus, il a été démontré que les chevaliers noirs juvéniles étaient concentrés dans des zones où des eaux souterraines se déversaient dans le réseau hydrographique (Bunt *et al.* 2013); toutefois, d'autres recherches seront nécessaires pour déterminer l'étendue spatiale de la disponibilité de cette caractéristique de l'habitat dans les bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir.

ÉLÉMENT 6 : QUANTIFIER LA PRÉSENCE ET L'ÉTENDUE DES CONTRAINTES ASSOCIÉES À LA CONFIGURATION SPATIALE, COMME LA CONNECTIVITÉ ET LES OBSTACLES À L'ACCÈS, S'IL Y EN A

Il y a sept barrages dans les réseaux fluviaux occupés par le chevalier noir au Canada qui ne facilitent pas le passage des espèces benthiques d'eaux chaudes : quatre dans la rivière Grand, deux dans la rivière Thames et un dans la rivière Maitland, à Wingham. De plus, le barrage de Springbank sur la rivière Thames n'est pas opérationnel pour le moment, mais pourrait être mis en service à l'avenir. Ces barrages peuvent causer la fragmentation des populations et agir comme des obstacles au flux génétique; toutefois, Reid et ses collaborateurs (2008b) ont montré que les barrages avaient peu d'effet sur la structure génétique de la population de chevaliers noirs dans la rivière Grand, ce qui indique que les barrages peuvent ne pas constituer des obstacles complets au flux génétique. Cependant, de grands bassins de retenue et plusieurs barrages à proximité immédiate ont probablement des répercussions négatives sur le déplacement et la répartition du chevalier noir.

ÉLÉMENT 7 : ÉVALUER DANS QUELLE MESURE LA NOTION DE RÉSIDENCE S'APPLIQUE À L'ESPÈCE ET, LE CAS ÉCHÉANT, DÉCRIRE LA RÉSIDENCE DE L'ESPÈCE

Au sens de la LEP, « résidence » s'entend d'un gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation. Selon l'interprétation du MPO, la résidence est construite par l'organisme (DFO 2010). Dans le contexte de la description narrative précédente des besoins en matière d'habitat durant les stades de fraie et d'éclosion, de jeune de l'année, de juvénile et d'adulte, le chevalier noir n'occupe pas de résidences.

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS LIÉS À LA SURVIE ET AU RÉTABLISSMENT

ÉLÉMENT 8 : ÉVALUER ET CLASSER PAR ORDRE D'IMPORTANCE LES MENACES À LA SURVIE ET AU RÉTABLISSMENT DU CHEVALIER NOIR

Catégories de menaces

Un grand éventail de menaces ont une incidence négative sur le chevalier noir dans de son aire de répartition canadienne. Les plus grandes menaces pour la survie et la persistance du chevalier noir au Canada sont liées à la modification et la dégradation de l'habitat résultant des polluants de sources municipales et agricoles. Les changements climatiques et les phénomènes météorologiques violents qui entraînent des sécheresses ou des tempêtes et des inondations constituent également des menaces pour l'espèce au Canada. Les menaces ont été catégorisées selon le système de classification de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN 2014) et classées selon les méthodes et la terminologie décrites par le MPO (DFO 2014). Les menaces décrites ci-dessous sont les principales qui pèsent sur le chevalier noir au Canada.

Pollution (9.1 Eaux usées domestiques et urbaines, 9.3 Effluents agricoles et sylvicoles)

Les deux plus importantes populations de chevalier noir au Canada se trouvent dans les rivières Grand et Thames, où la pollution générée par le développement urbain, l'aménagement d'ouvrages de retenue dans les milieux fluviaux et les activités agricoles menacent les populations restantes.

La majorité des travaux de recherche canadiens sur le chevalier noir ont été effectués dans la rivière Grand. L'espèce est répartie surtout dans les cours médian et inférieur de la rivière, où il y a principalement des terres agricoles (79 %) et des terrains boisés (17 %) (Reid *et al.* 2008a). Les grands centres urbains dans la partie centrale du bassin hydrographique chevauchent les lieux dont on sait qu'ils sont fréquentés par des populations de chevaliers noirs. De plus, la croissance démographique prévue dans le bassin de la rivière Grand pour les 20 prochaines années est de 30 %, ce qui aura un impact négatif sur l'espèce (Portt *et al.* 2003). Plus particulièrement, les impacts comprendront notamment la dégradation de l'habitat et de la qualité de l'eau, en raison de changements de l'utilisation des terres ayant une incidence sur le ruissellement et de l'augmentation du prélèvement d'eau et des rejets d'eaux usées. Dans le bassin du cours supérieur de la rivière Thames, la qualité de l'habitat est également affectée par l'utilisation des terres à des fins d'urbanisation et d'agriculture. La pollution anthropique qui peut avoir une incidence négative sur le chevalier noir provient, entre autres, de l'effluent d'eaux usées, de déversements catastrophiques, des mauvaises pratiques de drainage, du ruissellement, de l'épandage de sels de voirie et de l'envasement causé par l'altération des rives des cours d'eau (Reid et Mandrak 2006). La majorité de la couverture forestière du bassin a été coupée, entraînant une augmentation de la température de l'eau et des cas d'envasement et une réduction de la qualité de l'eau.

On n'a signalé aucun cas où des perturbateurs endocriniens auraient eu un effet précisément sur le chevalier noir (Blazer *et al.* 2014). Cependant, pour d'autres espèces de Catostomidés, on a constaté qu'il y a un lien entre l'exposition à l'effluent du traitement d'eaux usées municipales (Blazer *et al.* 2014) et à d'autres sources de pollution, p. ex. les rejets des scieries (Munkittrick *et al.* 1991, Keme 1998) et d'importants effets sur le système reproducteur mâle, notamment la présence d'ovocytes testiculaires et de niveaux élevés de vitellogénine

plasmatique. Il y a de plus en plus d'études décrivant les effets négatifs de la pollution urbaine sur le système endocrinien des poissons dont le chevalier noir (Maltais et Roy 2014), et des perturbateurs endocriniens sont présents dans la rivière Grand (Tetreault *et al.* 2011), dans des zones où sont présents des chevaliers noirs de plusieurs classes d'âge. Il a été démontré que les effluents de l'usine de traitement des eaux usées de Kitchener entraînent des changements dans la reproduction des poissons (Tetreault *et al.* 2011) et d'autres organismes aquatiques comme les moules (Gillis *et al.* 2014). L'installation fait l'objet d'une mise à niveau dont la date d'achèvement prévue est 2022, mais on ne sait pas si les mises à niveau réduiront cette menace par la réduction des concentrations de composés œstrogéniques et d'autres produits pharmaceutiques ou de soins personnels (Gillis *et al.* 2014). Il est très probable que des menaces d'exposition chronique à des substances chimiques et à des hormones sont présentes partout dans l'aire de répartition de l'espèce, et d'autres recherches s'avèrent nécessaires pour que cela soit pleinement corroboré. D'autres recherches sur les effets de démasculinisation à l'échelle des populations et les effets négatifs potentiels sur le rapport de masculinité et la reproduction du chevalier noir sont nécessaires.

Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents (11.2 Sécheresses, 11.4 Tempêtes et inondations)

On a prédit que les changements climatiques auront plusieurs effets sur les écosystèmes aquatiques, notamment une augmentation de la température de l'eau et de l'air, une baisse des niveaux d'eau, un raccourcissement de la durée de la couverture de glace, une augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, l'émergence de maladies et des changements dans la dynamique prédateur-proie (Lemmen et Warren 2004). Selon un rapport sur la vulnérabilité aux changements climatiques en Ontario, le chevalier noir est très vulnérable aux répercussions des changements climatiques (Brinker *et al.* 2018). Selon le scénario climatique modélisé, son aire de répartition et son abondance pourraient diminuer considérablement d'ici 2050, car une augmentation de la température de 2,85 à 3,16 °C est prévue dans 98 % de son aire de répartition, et un déficit d'humidité de 38,87 à 56,86 est prévu dans 97 % de son aire de répartition. La capacité de dispersion du chevalier noir pour trouver un habitat plus convenable en réponse aux changements climatiques peut être limitée par la présence d'obstacles naturels (c.-à-d. l'absence de voies navigables reliées à des conditions de débit et de substrat convenables) et anthropiques (p. ex., des barrages). Le chevalier noir de l'Ontario a connu une légère variation de température au cours des dernières décennies, ce qui pourrait le rendre mal adapté à la variabilité future de la température. De plus, l'habitat convenable sur le plan thermique peut devenir restreint à mesure que les températures augmentent. Le chevalier noir est également vulnérable à la sécheresse et à la baisse des niveaux d'eau, qui réduisent le débit et les apports d'eaux souterraines dont il dépend. En outre, les orages et les inondations peuvent aussi avoir une incidence sur le chevalier noir, car ils modifient les régimes d'écoulement et les tendances à l'envasement. Il faut noter, cependant, que rien n'indique que les sécheresses et inondations survenues dans le passé ont été nuisibles à l'espèce. Les phénomènes extrêmes causés par les changements climatiques pourraient, néanmoins, avoir des conséquences graves et imprévisibles sur la qualité de l'eau et la disponibilité de l'habitat (Grand River Watershed Water Management Plan 2014).

Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques (8.1 Espèces exotiques/non indigènes envahissantes)

La truite brune (*Salmo trutta*) est un piscivore non indigène ensemencé dans la rivière Grand pour offrir des possibilités de pêche récréative et représente une menace pour le chevalier noir en raison de la prédation directe de juvéniles et de petits individus, ainsi que des interactions compétitives avec les adultes pour les proies benthiques. De même, la truite arc-en-ciel

(*Oncorhynchus mykiss*) est un piscivore non indigène qui se trouve dans de nombreux bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir, en particulier les affluents du lac Huron et la rivière Grand. Le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), originaire de la région pontocaspienne d'Europe, est une espèce envahissante que l'on trouve dans tout le bassin des Grands Lacs et qui s'étend à de nombreux affluents, y compris les rivières qui sont occupées par le chevalier noir. Le gobie à taches noires, une espèce benthique qui se nourrit de manière agressive, est un concurrent potentiel du chevalier noir et peut être un prédateur pour les œufs et les larves. La moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et la carpe asiatique sont également des espèces envahissantes potentielles qui pourraient représenter une menace pour le chevalier noir si elles devaient s'établir (COSEPAC 2015).

Utilisation de ressources biologiques (5.4 Pêche et récolte de ressources aquatiques)

La capture fortuite et la mortalité par prises accessoires pendant la pêche commerciale du poisson de fond constituent une menace pour le chevalier noir. Il n'y a pas de pêche commerciale ou récréative ciblée pour l'espèce au Canada; toutefois, la capture fortuite par les pêcheurs récréatifs est une menace qui pourrait avoir une incidence sur le chevalier noir au Canada (COSEPAC 2015). L'incidence des prises accessoires du chevalier noir dépend de la probabilité du taux de rencontre et du sort qui en découle pour les individus capturés (p. ex., remise à l'eau non armée ou conservation pour la nourriture ou l'appât).

Intrusions et perturbations humaines (6.1. Activités récréatives)

L'intrusion humaine à des fins récréatives par l'utilisation de VTT dans le lit des cours d'eau constitue une menace pour le chevalier noir. Le passage de VTT dans un cours d'eau peut entraîner une modification physique du lit du cours d'eau et accroître la turbidité. Les répercussions devraient être légères et limitées à des aires facilement accessibles (COSEPAC, 2015). De plus, bon nombre des bassins hydrographiques sont soumis à l'intrusion humaine sous forme de pêcheurs à la ligne qui pataugent dans les ruisseaux et qui utilisent des canots et des kayaks à des fins récréatives. La pêche à la ligne et les sports de pagaie récréatifs peuvent avoir une incidence sur l'habitat du chevalier noir lorsque des individus perturbent le substrat pendant qu'ils marchent dans le ruisseau ou mettent à l'eau des bateaux.

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

Les barrages existants dans le bassin hydrographique des rivières Thames et Grand modifient les régimes d'écoulement et les bassins de retenue en amont des barrages. Les barrages constituent également un obstacle au passage des poissons lorsque les passes migratoires deviennent non fonctionnelles (COSEPAC 2015); toutefois, les analyses génétiques indiquent que la structure de la population du chevalier noir n'est pas touchée par la présence de barrages dans la rivière Grand (Reid *et al.* 2008b). La création de bassins de retenue pourrait également faciliter l'invasion par la moule zébrée (COSEWIC 2015) et le gobie à taches noires (Rabb *et al.* 2017).

On sait que la moule zébrée modifie les écosystèmes envahis de plusieurs façons, notamment par l'épuisement des ressources en plancton et en oxygène dissous, l'amélioration de la clarté de l'eau et la modification de la composition relative du substrat (Dermott et Munawar 1993, Effler *et al.* 1996, Caraco *et al.* 1997). L'amélioration de la clarté de l'eau pourrait profiter au chevalier noir sensible à la turbidité, tandis que l'adhérence de la moule zébrée à des surfaces dures pourrait réduire l'habitat disponible sur les bancs de fraie ou les aires de croissance utilisées par le chevalier noir, ce qui réduirait le succès de la fraie et du recrutement. De plus,

les réductions dans la communauté planctonique pourraient avoir un impact indirect sur l'espèce en raison des changements dans la disponibilité des proies et d'autres changements dans le réseau trophique.

Le retrait des eaux souterraines à des fins municipales et industrielles est une autre modification naturelle du système qui représente une menace pour le chevalier noir puisque l'espèce compte sur les eaux souterraines comme refuge d'eau froide pendant l'été (Bunt *et al.* 2013). L'ampleur de l'impact des modifications du système naturel sur le chevalier noir est inconnue pour le moment.

D'autres modifications du système naturel liées au développement humain, comme l'artificialisation des rives et les structures des cours d'eau, sont également prévalentes dans tous les bassins hydrographiques où l'on trouve le chevalier noir. Ces modifications du système naturel peuvent modifier les régimes d'écoulement et le transport des sédiments dans les bassins hydrographiques.

Évaluation de la menace

Pour évaluer le niveau de menace qui pèse sur les populations de chevalier noir en Ontario, on a classé chaque menace en fonction de sa probabilité de réalisation (PR), de son niveau d'impact (NI) et de la certitude causale (CC), population par population. La probabilité que la menace se réalise a été attribuée comme étant connue, probable, peu probable, très peu probable ou inconnue, et le niveau d'impact a été attribué comme étant extrême, élevé, modéré, faible ou inconnu (Tableau 10). Le niveau de certitude associé à chaque menace a été évalué et classé comme suit : 1 = très élevé, 2 = élevé, 3 = modéré, 4 = faible, 5 = très faible. La réalisation (RP), la fréquence (FP) et l'étendue (EP) de la menace au niveau de la population ont également été évaluées et un statut a été attribué en fonction des définitions énoncées dans le Tableau 9 (DFO 2014). La probabilité de réalisation et le niveau d'impact pour chaque population ont par la suite été combinés dans la matrice des menaces et des risques (Tableau 11), ce qui a donné le risque de la menace au niveau de la population (RMP; Tableau 12). Les RMP pour chaque population ont ensuite été regroupés pour déterminer l'évaluation de la menace au niveau de l'espèce en fonction de la méthodologie du document d'orientation du MPO pour l'achèvement des évaluations du potentiel de rétablissement (MPO, 2014; Tableau 13).

Tableau 9. Définition et termes utilisés pour décrire la probabilité de réalisation (PR), le niveau d'impact (NI), la certitude causale (CC), la réalisation de la menace au niveau de la population (RP), la fréquence de la menace au niveau de la population (FP) et l'étendue de la menace au niveau de la population (EP). Information tirée du document du MPO (2014).

Terme	Définition
Probabilité de réalisation (PR)	
Connue ou très probable (C)	Cette menace a été observée dans 91 % à 100 % des cas.
Probable (P)	Les probabilités que cette menace se réalise maintenant ou à l'avenir sont de 51 % à 90 %.
Peu probable (PP)	Les probabilités que cette menace se réalise maintenant ou à l'avenir sont de 11 % à 50 %.
Très peu probable (TPP)	Les probabilités que cette menace se réalise maintenant ou à l'avenir sont de 1 % à 10 % ou moins.
Inconnue (I)	Il n'y a pas de données ni de connaissances antérieures sur la réalisation de cette menace maintenant ou à l'avenir.
Niveau d'impact (NI)	
Extrême (Ex)	Déclin important de la population (p. ex. 71 % à 100 %) et possibilité de disparition.
Élevé (E)	Perte importante de la population (de 31 % à 70 %) ou menace compromettant la survie ou le rétablissement de la population.
Modéré (M)	Perte modérée de la population (de 11 % à 30 %) ou menace susceptible de compromettre la survie ou le rétablissement de la population.
Faible (F)	Peu de changements dans la population (de 1 % à 10 %) ou menace peu susceptible de compromettre la survie ou le rétablissement de la population.
Inconnu (I)	Il n'existe pas de connaissances, de documentation ou de données antérieures pouvant nous guider dans notre évaluation de l'ampleur des menaces qui pèsent sur la population.
Certitude causale (CC)	
Très élevée (1)	Il existe des données probantes très solides indiquant que la menace se réalise; l'ampleur de son impact sur la population peut être quantifiée.
Élevée (2)	Il existe des données probantes substantielles indiquant un lien de causalité entre la menace et le déclin de la population ou le danger pour sa survie ou son rétablissement.
Modérée (3)	Il existe certaines données probantes qui établissent un lien entre menace et déclin des effectifs ou danger pour leur survie ou leur rétablissement.
Faible (4)	Il existe un lien théorique avec des données probantes limitées indiquant que la menace mène à un déclin des effectifs ou à un danger pour leur survie ou leur rétablissement.
Très faible (5)	Il existe un lien plausible, mais non prouvé indiquant que la menace mène à un déclin des effectifs ou à un danger pour leur survie ou leur rétablissement.

Terme	Définition
Réalisation de la menace au niveau de la population (RP)	
Passée (P)	Une menace qui s'est réalisée par le passé et qui a eu une incidence négative sur la population.
Actuelle (A)	Une menace qui se réalise actuellement et qui a une incidence négative sur la population.
Anticipée (An)	Une menace qui devrait se réaliser dans l'avenir et qui aura une incidence négative sur la population.
Fréquence de la menace au niveau de la population (FP)	
Unique (U)	La menace se réalise une fois.
Récurrente (R)	La menace se réalise périodiquement ou à répétition.
Continue (C)	La menace se réalise sans interruption.
Étendue de la menace au niveau de la population (EP)	
Considérable (C)	De 71 % à 100 % de la population est touchée par la menace.
Vaste (V)	De 31 % à 70 % de la population est touchée par la menace.
Étroite (E)	De 11 % à 30 % de la population est touchée par la menace.
Limitée (L)	De 1 % à 10 % de la population est touchée par la menace.

Tableau 10. Probabilité de réalisation de la menace (PR), le niveau d'impact (NI), la certitude causale (CC), la réalisation de la menace au niveau de la population (RP), la fréquence de la menace au niveau de la population (FP) et l'étendue de la menace au niveau de la population (EP) pour les populations de chevalier noir en Ontario.

	Rivière Grand							Rivière Thames							Rivière Sauble						
	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.
Pollution	C	M	2	A	C	C	1,2,3,5	C	M	3	A	C	C	1,2,3,5	C	M	3	A	C	C	1,2,3,5
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	C	M	2	A,An	C	C	6,7	C	M	3	A,An	C	C	6,7	C	M	3	A,An	C	C	6,7
Espèces envahissantes	C	F	5	A	C	C	6	P	F	5	A	C	V	6	C	F	5	A	C	L	6
Utilisation des ressources biologiques	P	F	5	A	R	L	6	P	F	5	A	R	L	6	P	F	5	A	R	L	6
Intrusion humaine	C	F	5	A	R	C	6	C	F	5	A	R	L	6	C	F	5	A	R	L	6
Modifications des systèmes naturels	C	I	5	A	C	C	6	C	I	5	A	C	V	4,6	TPP	I	5	A	C	L	6

	Rivière Saugeen							Rivière Maitland							Ruisseau Gully						
	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.
Pollution	C	M	3	A	C	C	1,2,3,5	C	M	3	A	C	C	1,2,3,5	C	M	3	A	C	C	1,2,3,5
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	C	M	3	A,An	C	C	6,7	C	M	3	A,An	C	C	6,7	C	M	3	A,An	C	C	6,7
Espèces envahissantes	C	F	5	A	C	L	6	C	F	5	-	C	V	6	P	F	5	A	C	L	6
Utilisation des ressources biologiques	P	F	5	A	R	L	6	P	F	5	A	R	L	6	P	F	5	A	R	L	6
Intrusion humaine	C	F	5	A	R	L	6	C	F	5	A	R	L	6	PP	F	5	A	R	L	6
Modifications des systèmes naturels	TPP	I	5	A	C	L	6	C	I	5	A	C	E	6	TPP	I	5	A	C	L	6

	Rivière Bayfield							Rivière Ausable						
	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.	PR	NI	CC	RP	FP	EP	Réf.
Pollution	C	M	3	A	C	C	1,2, 3,5	K	M	3	A	C	C	1,2, 3,5
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	C	M	3	A,An	C	C	6,7	K	M	3	A,An	C	C	6,7
Espèces envahissantes	C	F	5	A	C	L	6	K	F	5	A	C	L	6
Utilisation des ressources biologiques	P	F	5	A	R	L	6	L	F	5	A	R	L	6
Intrusion humaine	C	F	5	A	R	L	6	K	F	5	A	R	L	6
Modifications des systèmes naturels	C	I	5	A	C	L	6	K	I	5	A	C	L	6

Références :

1. Portt *et al.* (2003)
2. Blazer *et al.* (2014)
3. Grand River Conservation Authority (2014)
4. Reid et Mandrak (2006)
5. Tetreault *et al.* (2011)
6. COSEPAC (2015)
7. Lemmen et Warren (2004)

Tableau 11. La matrice des niveaux de menace combine les classements de la probabilité de réalisation et du niveau d'impact pour établir le niveau de la menace pour les populations de chevalier noir en Ontario. Le niveau de menace ainsi obtenu a été classé comme faible, modéré, élevé ou inconnu. Reproduit de DFO (2014).

Probabilité de réalisation	Niveau d'impact				
	Faible	Modéré	Élevé	Extrême	Inconnu
Connue ou très probable	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Inconnu
Probable	Faible	Modéré	Élevé	Élevé	Inconnu
Peu probable	Faible	Modéré	Modéré	Modéré	Inconnu
Très peu probable	Faible	Faible	Faible	Faible	Inconnu
Inconnue	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu

Tableau 12. Évaluation du niveau de menace pour les populations de chevalier noir en Ontario, résultant d'une analyse de la probabilité et de l'impact de la menace. Le chiffre entre parenthèses fait référence au niveau de certitude associé à l'impact de la menace.

	Rivière Grand	Rivière Thames	Rivière Sauble	Rivière Saugeen	Rivière Maitland
Pollution	Modéré (2)	Modéré (3)	Modéré (3)	Modéré (3)	Modéré (3)
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	Modéré (2)	Modéré (3)	Modéré (3)	Modéré (3)	Modéré (3)
Espèces envahissantes	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Utilisation des ressources biologiques	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Intrusion humaine	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Modifications des systèmes naturels	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu

	Ruisseau Gully	Rivière Bayfield	Rivière Ausable
Pollution	Modéré (3)	Modéré (3)	Modéré (3)
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	Modéré (3)	Modéré (3)	Modéré (3)
Espèces envahissantes	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Utilisation des ressources biologiques	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Intrusion humaine	Faible (5)	Faible (5)	Faible (5)
Modifications des systèmes naturels	Inconnu	Inconnu	Inconnu

Tableau 13. Évaluation des menaces au niveau de l'espèce pour le chevalier noir au Canada, résultant d'une synthèse de l'évaluation des menaces au niveau de la population. L'étendue de la menace au niveau de l'espèce est calculée comme étant le mode de l'étendue de la menace au niveau de la population.

	Risque de la menace au niveau de l'espèce	Réalisation de la menace au niveau de l'espèce	Fréquence de la menace au niveau de l'espèce	Étendue de la menace au niveau de l'espèce
Pollution	Modéré (2)	A	C	C
Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	Modéré (2)	A,An	C	C
Espèces envahissantes	Faible (5)	A	C	L
Utilisation des ressources biologiques	Faible (5)	A	R	L
Intrusion humaine	Faible (5)	A	R	L
Modifications des systèmes naturels	Inconnu	A	C	L

ÉLÉMENT 9 : ÉNUMÉRER LES ACTIVITÉS LES PLUS SUSCEPTIBLES DE MENACER (C.-À-D. ENDOMMAGER OU DÉTRUIRE) LES PROPRIÉTÉS DE L'HABITAT DÉCRITES DANS LES ÉLÉMENTS 4 ET 5, ET FOURNIR DES RENSEIGNEMENTS SUR L'AMPLEUR ET LES CONSÉQUENCES DE CES ACTIVITÉS

Les activités les plus susceptibles de menacer l'habitat du chevalier noir selon l'évaluation de la menace dans l'élément 8 sont les pratiques municipales et agricoles qui augmentent la pollution et entraînent la dégradation de l'habitat. La pollution municipale et agricole peut avoir une incidence sur l'habitat du chevalier noir en raison de la dégradation de l'habitat et de la qualité de l'eau résultant des changements d'utilisation des terres qui ont une incidence sur le ruissellement, l'augmentation du captage de l'eau et l'augmentation du rejet des eaux usées (Portt *et al.* 2003). Ces intrants urbains et agricoles sont susceptibles de nuire à la qualité de l'eau, d'augmenter les apports en éléments nutritifs et d'accroître la turbidité. L'augmentation des niveaux d'éléments nutritifs peut par la suite mener à la prolifération d'algues et, par conséquent, à la diminution des niveaux d'oxygène dissous. La majorité des endroits où l'on trouve le chevalier noir au Canada se trouvent dans des zones agricoles ou urbaines, de sorte que l'étendue des impacts potentiels de ces activités englobe une grande proportion de l'aire de répartition canadienne de l'espèce.

Tout nouveau bassin ou réservoir créé dans des zones qui abritent des populations de chevalier noir est susceptible d'avoir une incidence sur l'habitat de l'espèce. L'ampleur de l'impact potentiel serait déterminée par la taille de l'ouvrage de retenue, l'étendue de la passe migratoire et le fait que la conception du barrage comprenne ou non un rejet d'eau froide.

ÉLÉMENT 10 : ÉVALUER TOUT FACTEUR NATUREL SUSCEPTIBLE DE LIMITER LA SURVIE ET LE RÉTABLISSEMENT DU CHEVALIER NOIR

La répartition du chevalier noir est probablement limitée par la disponibilité de l'habitat idéal de l'espèce au Canada (Parker 1989). L'accès à un habitat convenable est réduit par les barrages et les ouvrages de retenue qui constituent une entrave au mouvement, ainsi que par les vastes étendues d'habitat non convenable séparant les populations entre les bassins versants. Les adultes s'associent à des habitats à gradient modéré à élevé dans des cours d'eau et des rivières de taille moyenne, aux eaux chaudes (Bowman 1970, Page et Burr 2011). Le chevalier noir ne privilégie généralement pas les gradients faibles et la turbidité, contrairement aux autres

espèces de chevaliers présents dans son aire de répartition, et l'on pense qu'il tolère très mal l'envasement (Trautman 1981, Scott et Crossman 1998). Il est souvent plus abondant que le chevalier doré dans les cours d'eau rapides à substrat rocheux et aux eaux fraîches (Jenkins et Burkhead 1994). En raison de ses préférences limitées en ce qui a trait à la profondeur de l'eau, la vitesse du courant et le substrat dans son habitat de fraie (table 7; Kwak et Skelly 1992), le recrutement de l'espèce est sensible aux changements du régime d'écoulement. Bowman (1970) a constaté qu'un débit extrêmement élevé avait entraîné l'abandon d'un haut-fond de fraie utilisé depuis longtemps. Dans la rivière Grand, d'importantes augmentations du débit au cours de la période de fraie ont empêché la reproduction des individus mûrs du chevalier jaune (Cooke et Bunt 1999). Le chevalier noir est sensible à la piètre qualité de l'eau et à la dégradation de l'habitat (Reid 2006a), et, par conséquent, des améliorations de la qualité de l'eau et de l'habitat dans les rivières Illinois et Ohio ont récemment donné lieu au rétablissement de populations stables de chevaliers noirs (Retzer 2005, Yoder *et al.* 2005).

ÉLÉMENT 11 : DÉCRIRE LES EFFETS ÉCOLOGIQUES POTENTIELS DES MENACES ÉVALUÉES DANS L'ÉLÉMENT 8 SUR LE CHEVALIER NOIR ET LES ESPÈCES COEXISTANTES. ÉNUMÉRER LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS POTENTIELS POUR L'ESPÈCE CIBLÉE ET LES ESPÈCES COEXISTANTES QUI PEUVENT SURVENIR SI LES MENACES SONT ATTÉNUÉES. ÉNUMÉRER LES EFFORTS EXSTANTS DE SURVEILLANCE DE L'ESPÈCE CIBLÉE ET DES ESPÈCES COEXISTANTES ASSOCIÉES À CHAQUE MENACE ET RELEVER TOUTE LACUNE DANS LES CONNAISSANCES.

La dégradation de la qualité de l'habitat par la pollution est considérée comme la plus grande menace pour le chevalier noir au Canada. L'augmentation du ruissellement provenant de sources urbaines et agricoles entraîne une augmentation de la turbidité, ce qui a une incidence négative sur le chevalier noir et d'autres espèces qui sont intolérantes à l'envasement, comme le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*; COSEWIC 2009) et le chevalier de rivière (COSEWIC 2006). Les deux se trouvent dans des bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir. L'augmentation de la turbidité nuit au recrutement par l'étouffement des œufs démersaux par l'envasement et nuit à l'alimentation des prédateurs visuels. On s'attend à ce que la réduction de l'afflux de sédiments dans les bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir profite aux espèces benthiques reproductrices en augmentant la réussite de l'éclosion et en améliorant la survie et l'état des prédateurs visuels.

L'exposition à la pollution par les eaux usées urbaines a une incidence sur le système reproducteur de plusieurs poissons benthiques, ainsi que sur des espèces de moules (Tetreault *et al.* 2011, Gillis *et al.* 2014), ce qui cause la féminisation des mâles et peut entraîner une modification des sex-ratios et des troubles de la reproduction dans la population. L'amélioration de l'efficacité du traitement des eaux usées déversées dans les bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir devrait rétablir la capacité de reproduction des espèces de poissons et de moules coexistantes.

Les offices locaux de protection de la nature effectuent une surveillance annuelle des bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir en Ontario. Ces programmes comprennent la surveillance de la qualité des eaux de surface, de la qualité des eaux souterraines et du couvert forestier naturel dans le bassin versant. Malgré les efforts de surveillance continus, il existe encore plusieurs lacunes dans les connaissances. Des données de référence sur la population de chevaliers noirs sont nécessaires, de même que des études sur les causes pour évaluer l'incidence de l'exposition aux contaminants sur les populations de chevaliers noirs, ainsi qu'une estimation des effets cumulatifs. Il est aussi nécessaire de déterminer des niveaux seuils pour les paramètres de qualité de l'eau (p. ex. nutriments, turbidité) et les paramètres

physiologiques, notamment la température, le pH, l'oxygène dissous et la tolérance à la pollution.

OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT

ÉLÉMENT 12 : PROPOSER DES OBJECTIFS D'ABONDANCE ET DE RÉPARTITION POSSIBLES POUR LE RÉTABLISSEMENT

Young et Koops (2014) ont déterminé la taille de la population minimale viable (PMV) pour le chevalier noir et la superficie minimale pour une population viable (SMPV) pour soutenir ces tailles de population (Tableau 14). Ces cibles de rétablissement ont été estimées à l'aide de simulations pour générer une fonction de distribution cumulative de la probabilité d'extinction, où une population était considérée comme ayant disparu si elle était réduite à un à vingt-cinq adultes (femelles). Le déclin catastrophique de la taille de la population, défini comme une réduction de 50 % de l'abondance, a été intégré à ces simulations et s'est produit à une probabilité (P) de 0,10, ou 0,15 par génération. La superficie minimale pour une population viable (SMPV) a été estimée comme étant la quantité d'habitat nécessaire pour soutenir une population viable en multipliant la PMV par la superficie estimative nécessaire par individu (SNI) pour chaque classe d'âge.

Les estimations de la PMV pour le chevalier noir sont de 1 700 adultes (âgés de 4 ans et plus) et de 3 900 juvéniles (âgés de 1 à 3 ans), en supposant que la probabilité d'une baisse catastrophique (50 %) est de 0,15 par génération et que le seuil d'extinction est de 50 adultes. Le SMPV pour le chevalier noir s'élevait à 14,5 ha d'habitat convenable de bonne qualité, dont 3,7 ha pour les juvéniles et 10,3 ha pour les adultes, en supposant que ces habitats sont distincts.

Tableau 14. Nombre d'individus par stade requis pour soutenir une population minimale viable (PMV) et hectares d'habitat connexe requis, selon la superficie estimée par individu. Les résultats pour un seuil d'extinction de 50 adultes, une probabilité de catastrophe de 15 % et une période de 100 ans sont présentés. Les stades indiqués sont les jeunes de l'année, les juvéniles (de 1 à 3 ans) et les adultes (de 4 à 16 ans).

Classe d'âge	PMV		SMPV (ha)	
	Moyenne	IC à 95 %	Moyenne	IC à 95 %
Jeunes de l'année	5,0x10 ⁶	(4,2x10 ⁶ -6,1x10 ⁶)	0,5	(0,4-0,6)
Juvéniles	3,9x10 ³	(3,3x10 ³ -4,8x10 ³)	3,7	(3,1-4,6)
Adultes	1,7x10 ³	(1,4x10 ³ -2,1x10 ³)	10,3	(8,6-12,7)
Nombre total	-	-	14,5	(12,2-17,8)

ÉLÉMENT 13 : PROJETER LES TRAJECTOIRES ATTENDUES DES POPULATIONS SUR UNE PÉRIODE RAISONNABLE SUR LE PLAN SCIENTIFIQUE (MINIMUM DE 10 ANS) ET LES TRAJECTOIRES AU FIL DU TEMPS JUSQU'À L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT POTENTIELS, EN FONCTION DES PARAMÈTRES ACTUELS DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE CHEVALIER NOIR

À l'heure actuelle, la taille et la trajectoire des populations de chevalier noir en Ontario sont inconnues.

ÉLÉMENT 14 : PRÉSENTER UN AVIS SUR LA MESURE DANS LAQUELLE L'HABITAT APPROPRIÉ DISPONIBLE RÉPOND AUX BESOINS DE L'ESPÈCE, TANT ACTUELLEMENT QUE LORSQUE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSMENT DE L'ESPÈCE PROPOSÉS DANS L'ÉLÉMENT 12 SERONT ATTEINTS

Le chevalier noir occupe environ 554 km linéaires de tronçons de rivière en Ontario. Bien que la quantité de certains types d'habitats dans ces rivières n'ait pas été quantifiée et que la qualité de l'habitat varie probablement dans cette zone, il est probable que la SMPV de 14,5 ha d'habitat convenable est disponible pour soutenir les populations de chevaliers noirs au niveau des objectifs de rétablissement dans chacun des bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir au Canada.

ÉLÉMENT 15 : ÉVALUER LA PROBABILITÉ QUE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSMENT POTENTIELS PUISSENT ÊTRE ATTEINTS SELON LES PARAMÈTRES ACTUELS DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS ET COMMENT CETTE PROBABILITÉ POURRAIT VARIER SELON DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE MORTALITÉ (EN PARTICULIER SELON DES VALEURS PLUS FAIBLES) ET DE PRODUCTIVITÉ (EN PARTICULIER SELON DES VALEURS PLUS ÉLEVÉES)

Les projections de modélisation à long terme de Vélez-Espino et Koops (2008), réalisées à l'aide de cinq programmes de rétablissement hypothétiques, donnent à penser que si on permettait une mortalité de 20 % chez le chevalier noir adulte, les objectifs de rétablissement ne seraient jamais atteints, malgré une augmentation de 20 % de la survie des jeunes de l'année. Les projections qui intégraient des augmentations simultanées de 20 % de la survie des juvéniles et des jeunes de l'année ont permis d'atteindre les objectifs de rétablissement dans les 29 à 119 ans (Vélez-Espino et Koops 2008), selon que la limite supérieure ou inférieure de la réponse de la population a été utilisée ou non. L'ajout d'une augmentation de 20 % de la survie des jeunes adultes dans la simulation a permis d'atteindre les objectifs de rétablissement dans les 17 à 40 ans et d'accroître la fécondité, ce qui a réduit encore le délai de rétablissement à 11 à 37 ans.

SCÉNARIOS D'ATTÉNUATION DES MENACES ET ACTIVITÉS DE RECHANGE

ÉLÉMENT 16 : DRESSER UNE LISTE DES MESURES D'ATTÉNUATION RÉALISABLES ET DES SOLUTIONS DE RECHANGE RAISONNABLES AUX ACTIVITÉS QUI POSENT DES MENACES POUR L'ESPÈCE ET SON HABITAT (ÉNUMÉRÉES DANS LES ÉLÉMENTS 8 ET 10)

Il est possible de limiter les menaces qui pèsent sur la survie et le rétablissement de l'espèce en adoptant des mesures d'atténuation qui réduiront ou élimineront les effets néfastes pouvant découler des ouvrages ou entreprises associés aux projets ou aux activités qui sont réalisés dans l'habitat du chevalier noir. Le chevalier noir a été évalué comme une espèce menacée par le COSEPAC (COSEWIC 2015) et est actuellement inscrit et protégé en vertu de la *Loi de 2007 sur les espèces en voie de disparition* et de la *Loi sur les espèces en péril*.

Divers ouvrages, entreprises et activités ont été réalisés dans l'habitat du chevalier noir durant les cinq dernières années, y compris des franchissements de cours d'eau (p. ex. travaux d'entretien de ponts), des travaux sur les berges (p. ex. stabilisation), des travaux dans les cours d'eau (p. ex. entretien des chenaux) et l'installation ou l'enlèvement de structures dans l'eau. On a effectué un examen résumant les types d'ouvrages, d'activités ou de projets qui ont été réalisés dans l'habitat que l'on sait occupé par le chevalier noir (Tableau 15). On a examiné la base de données du MPO du Système de suivi des activités du programme de l'habitat

(SAPH) afin d'estimer le nombre de projets réalisés sur la période de cinq ans entre 2011 et 2016. Quarante-huit (48) projets ont été cernés dans l'habitat du chevalier noir, mais ils ne représentent probablement pas la liste complète des projets ou des activités qui ont eu lieu dans ces zones (Tableau 15). Certains projets qui se déroulent à proximité, mais pas dans la zone de l'habitat, peuvent aussi avoir des impacts, mais ils n'ont pas été inclus. Certains projets n'ont peut-être pas été signalés aux organismes partenaires ou au MPO s'ils ont été réalisés dans le cadre d'un énoncé opérationnel. Un projet connu de remplacement de pont sur le ruisseau Stoney, à London, a été lancé en 2016, mais il n'a pas été présenté au MPO ni examiné par celui-ci.

Un seul projet visant à remplacer le pont Caledonia doit être autorisé en vertu de la *Loi sur les pêches* et de la *Loi sur les espèces en péril*, puisque la réinstallation de poissons et de moules est requise pour d'autres espèces visées par la LEP. Les projets restants ont été jugés à faible risque pour les poissons et leur habitat et ont fait l'objet de lettres d'avis avec mesures d'atténuation standard. En l'absence de mesures d'atténuation appropriées, les projets ou les activités se déroulant à proximité de ces zones ou dans des zones adjacentes auraient pu avoir des impacts sur le chevalier noir (p. ex. augmentation de la turbidité ou de la sédimentation des ouvrages du chenal en amont).

Le type de projet le plus fréquent concernait l'entretien des ponts, le dragage, l'entretien des drains et la stabilisation des berges. En supposant que les futures pressions exercées par le développement seront similaires aux pressions antérieures, il est à prévoir que des types de projets similaires soient réalisés dans l'habitat du chevalier noir ou à proximité de celui-ci dans l'avenir. Les principaux promoteurs de ces projets sont des ministères provinciaux et des organismes municipaux responsables des routes ou du drainage. Des activités ont été entreprises dans la rivière Thames et ses affluents, la rivière Grand et l'un de ses affluents (rivière Nith), et la rivière Maitland. Aucune activité connue n'a été entreprise dans les autres bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir pendant cette période.

Les menaces liées à l'habitat du chevalier noir ont été liées à la séquence des effets élaborée par la Gestion de l'habitat du poisson (GHP) du MPO (Tableau 15). La GHP du MPO a élaboré des lignes directrices sur les mesures d'atténuation pour 19 séquences des effets en vue de protéger les espèces aquatiques en péril dans la région du Centre et de l'Arctique (Coker *et al.* 2010). Ces lignes directrices devraient être consultées au moment d'examiner les stratégies d'atténuation et les solutions de rechange relatives aux menaces pesant sur l'habitat. À l'heure actuelle, nous ne connaissons pas les mesures d'atténuation qui s'appliqueraient au-delà de ce qui est inclus dans les séquences des effets.

D'autres mesures d'atténuation et solutions de rechange propres au chevalier noir et liées aux espèces envahissantes, à l'intrusion humaine et aux prises accessoires sont présentées ci-après.

Tableau 15. Résumé des ouvrages, projets et activités qui ont été réalisés durant la période de 2011 à 2016 dans des zones que l'on sait occupées par le chevalier noir. Les menaces connues pour être associées à ces types d'ouvrages, de projets et d'activités sont cochées. Le nombre d'ouvrages, de projets et d'activités associés à chaque population de chevalier noir, tel qu'il est déterminé par l'analyse réalisée dans le cadre de l'évaluation du projet, a été fourni. La séquence des effets applicable a été précisée pour chaque menace associée à un ouvrage, un projet ou une activité (1 – élimination de la végétation; 2 – nivellement; 3 – excavation; 4 – utilisation d'explosifs; 5 – utilisation d'équipement industriel; 6 – nettoyage et entretien de ponts ou d'autres structures; 7 – reforestation des berges; 8 – pâturage du bétail sur les berges des cours d'eau; 9 – levés sismiques marins; 10 – mise en place de matériaux ou de structures dans l'eau; 11 – dragage; 12 – extraction d'eau; 13 – gestion des débris organiques; 14 – gestion des eaux usées; 15 – ajout ou enlèvement de végétation aquatique; 16 – changement dans les périodes, la durée et la fréquence du débit; 17 – problèmes associés au passage des poissons; 18 – enlèvement de structures; 19 – mise en place de sites aquacoles de poissons marins).

Ouvrage/Projet/Activité	Menaces (associées aux ouvrages, projets ou activités)						Cours d'eau/plan d'eau (nombre d'ouvrages, de projets ou d'activités entre juin 2011 et juin 2016)				
	Destruction et modification de l'habitat	Charge en éléments nutritifs	Turbidité et charge de sédiments	Contaminants et substances toxiques	Espèces exotiques et maladies	Prises accessoires	Rivière Thames	Ruisseaux Waubuno, Stoney, Wye, Oxbow, Flat (affluents de la rivière Thames)	Rivière Grand	Rivière Nith (affluent de la rivière Grand)	Rivière Maitland
Séquence des effets applicable pour l'atténuation des menaces et solutions de rechange au projet	1,2,3, 4,5,7, 9,10,11, 12,13, 15,18	1,4,7, 8,11, 12, 13,14, 15,16	1,2,3,4, 5,6,7,8, 10,11, 12,13, 15,16,18	1,4,5,6, 7,11,12, 13,14, 15,16, 18	-	-	-	-	-	-	
Franchissements de cours d'eau (ponts, ponceaux, tranchées ouvertes)	✓	-	✓	✓	-	-	1	2	9	7	2
Travaux sur les berges (p. ex. stabilisation, remblai, murs de soutènement, gestion de la végétation riveraine)	✓	-	✓	✓	-	-	1	-	4	2	1
Ouvrages dans les cours d'eau (entretien des chenaux, restauration, modifications, réorientation, dragage et enlèvement de la végétation aquatique)	✓	✓	✓	✓	-	-	2	5	2	-	3
Gestion de l'eau (gestion des eaux de ruissellement, prélèvement d'eau)	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	1
Structures dans l'eau (rampes de mise à l'eau, quais, émissaires d'évacuation, prises d'eau, barrages)	✓	✓	✓	✓	-	-	2	-	3	-	1
Pêche à l'appât	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
Introductions d'espèces envahissantes (accidentelles et intentionnelles)	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

Espèces envahissantes et autres espèces, gènes et maladies problématiques (8.1 Espèces exotiques/non indigènes envahissantes)

Mesures d'atténuation

- Éliminer les espèces introduites dans les zones fréquentées par le chevalier noir, ou lutter contre ces espèces.
- Surveiller les espèces introduites susceptibles de nuire aux populations de chevalier noir ou à l'habitat de prédilection de l'espèce.
- Élaborer un plan portant sur les risques potentiels, les impacts ainsi que les mesures proposées si la surveillance permet de détecter l'arrivée ou l'établissement d'une espèce envahissante.
- Lancer une campagne de sensibilisation du public et encourager l'utilisation des systèmes de signalement des espèces envahissantes en place.
- Dans les cas où des obstacles au passage du poisson (c.-à-d. des barrages) doivent être enlevés ou si le passage du poisson doit être amélioré (c.-à-d. création d'une passe migratoire), il faut tenir compte des effets négatifs que pourrait avoir l'arrivée d'espèces introduites dans l'habitat du chevalier noir.

Solutions de rechange

- Ne pas ensemercer des espèces non indigènes dans les zones fréquentées par le chevalier noir.
- Ne pas améliorer l'habitat d'espèces non indigènes dans les zones fréquentées par le chevalier noir.

Utilisation des ressources biologiques (5.4 Pêche et récolte des ressources aquatiques)

Mesures d'atténuation

- Fournir de l'information et de l'éducation sur le chevalier noir pour les pêcheurs d'appâts et les pêcheurs à la ligne récréatifs afin de les sensibiliser, et demander l'évitement volontaire des zones occupées par le chevalier noir.
- Remettre à l'eau immédiatement les chevaliers noirs s'ils sont capturés de façon fortuite, tel que le prévoit le *Règlement sur la pêche récréative* de l'Ontario.

Solutions de rechange

- Interdire la récolte de poissons-appâts dans les zones où la présence de chevaliers noirs est avérée.
- Appliquer des restrictions saisonnières ou zonales de la récolte ou de la pêche durant la saison de fraie du chevalier noir.

Intrusions et perturbations humaines (6.1. Activités récréatives)

Mesures d'atténuation

- Fournir aux utilisateurs de VTT de l'information et de l'éducation sur les espèces aquatiques en péril, leur habitat et les conséquences destructrices de l'utilisation d'un VTT dans les cours d'eau.

Solutions de rechange

- Installer des panneaux pour décourager l'utilisation de VTT dans les cours d'eau dans les zones problématiques connues.

ÉLÉMENT 17 : DRESSER L'INVENTAIRE DES ACTIVITÉS SUSCEPTIBLES D'ACCROÎTRE LES VALEURS DES PARAMÈTRES DE SURVIE OU DE PRODUCTIVITÉ DE L'ESPÈCE (DÉFINIS DANS LES ÉLÉMENTS 3 ET 15)

Les mesures d'atténuation décrites ci-dessus sont conformes à l'objectif d'accroître la survie en réduisant les menaces qui pèsent directement sur l'espèce (p. ex. espèces envahissantes, récolte d'appâts) ou indirectement en améliorant la qualité de l'habitat (p. ex. réduction des menaces liées à la pollution urbaine et agricole).

ÉLÉMENT 18 : SI LA DISPONIBILITÉ ACTUELLE DE L'HABITAT EST INSUFFISANTE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT (VOIR L'ÉLÉMENT 14), PRÉSENTER UN AVIS SUR LA FAISABILITÉ DE RESTAURER L'HABITAT SELON DES VALEURS PLUS ÉLEVÉES. L'AVIS DOIT ÊTRE PRÉSENTÉ DANS LE CONTEXTE DE TOUTES LES OPTIONS POSSIBLES POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS CONCERNANT L'ABONDANCE ET L'AIRE DE RÉPARTITION.

La faisabilité de la remise en état ou de la restauration des caractéristiques de l'habitat dégradé en raison de la pollution municipale et agricole dans les bassins hydrographiques occupés par le chevalier noir n'a pas été évaluée. Toutefois, les mesures visant à réduire les intrants de pollution agricole et municipale devraient entraîner une augmentation de la quantité et de la qualité de l'habitat. Dans les régions agricoles, on encourage le recours aux pratiques de gestion exemplaires pour restaurer une zone riveraine saine, réduire l'accès du bétail, établir des systèmes de collecte du fumier, encourager le travail de conservation du sol et réduire l'impact des drains en tuyaux. Ces pratiques amélioreraient l'habitat du chevalier noir en réduisant le ruissellement agricole et l'érosion des berges, limitant ainsi l'apport de sédiments et de nutriments provenant des terres agricoles. De plus, l'amélioration des systèmes urbains de traitement des eaux usées améliorerait l'habitat du chevalier noir en réduisant l'apport de contaminants, comme les perturbateurs endocriniens.

ÉLÉMENT 19 : ESTIMER LA DIMINUTION ATTENDUE DU TAUX DE MORTALITÉ DÉCOULANT DE CHAQUE MESURE D'ATTÉNUATION ET ACTIVITÉ DE RECHANGE ÉNUMÉRÉE DANS L'ÉLÉMENT 16, AINSI QUE L'AUGMENTATION DE LA PRODUCTIVITÉ OU DE LA SURVIE ASSOCIÉE À CHAQUE MESURE DE L'ÉLÉMENT 17

Nous ne sommes pas en mesure de répondre à cet élément en raison des limites des données actuellement disponibles.

ÉLÉMENT 20 : PROJETER LA TRAJECTOIRE ATTENDUE DES POPULATIONS (ET LES INCERTITUDES) SUR UNE PÉRIODE RAISONNABLE DU POINT DE VUE SCIENTIFIQUE ET JUSQU'À L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE RÉTABLISSEMENT, EN FONCTION DES TAUX DE MORTALITÉ ET DES TAUX DE PRODUCTIVITÉ EN RAPPORT AVEC LES MESURES PARTICULIÈRES AUX FINS D'EXAMEN ÉNONCÉES DANS L'ÉLÉMENT 19. INCLURE CELLES QUI OFFRENT LA PLUS FORTE PROBABILITÉ DE SURVIE ET DE RÉTABLISSEMENT POSSIBLE POUR DES VALEURS DE PARAMÈTRES RÉALISTES SUR LE PLAN BIOLOGIQUE.

Nous ne sommes pas en mesure de répondre à cet élément en raison des limites des données actuellement disponibles.

ÉLÉMENT 21 : RECOMMANDER DES VALEURS DES PARAMÈTRES POUR LA PRODUCTIVITÉ ET LES TAUX DE MORTALITÉ INITIAUX DE LA POPULATION ET, SI NÉCESSAIRE, DES CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES CONCERNANT LES MODÈLES DE POPULATION QUI SERAIENT REQUISES POUR PERMETTRE L'EXPLORATION D'AUTRES SCÉNARIOS DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION DES IMPACTS ÉCONOMIQUES, SOCIAUX ET CULTURELS EN APPUI AU PROCESSUS D'INSCRIPTION

Nous ne sommes pas en mesure de répondre à cet élément en raison des limites des données actuellement disponibles.

ÉVALUATION DES DOMMAGES ADMISSIBLES

ÉLÉMENT 22 : ÉVALUER LE TAUX MAXIMAL DE MORTALITÉ ET DE DESTRUCTION DE L'HABITAT D'ORIGINE ANTHROPIQUE QUE L'ESPÈCE PEUT SUBIR SANS RISQUE POUR SA SURVIE OU SON RÉTABLISSEMENT

Young et Koops (2014) ont estimé les dommages chroniques admissibles pour les populations de chevalier noir au Canada, en supposant un taux de croissance positif en l'absence de dommages (λ_{max}) de 1,6. Les simulations indiquent que pour éviter de mettre en péril la survie et le rétablissement futur du chevalier noir au Canada, les dommages anthropiques à la survie annuelle des juvéniles et des jeunes adultes devraient être réduits au minimum. Les changements dans la survie des jeunes de l'année et la fécondité des jeunes adultes ont eu beaucoup moins d'influence sur la croissance de la population. Les changements touchant la survie et la fécondité des adultes âgés ont eu un effet minime. Pour les populations qui ont un taux de croissance maximal ($\lambda = 1,6$), toute réduction de plus de 64 % de la survie des juvéniles ferait chuter le taux de croissance de la population en dessous de $\lambda = 1$ (taux de croissance en baisse; Tableau 16).

Tableau 16. Résumé des élasticités (moyenne stochastique et limite supérieure) d'une population stable ($\lambda = 1$) et croissante ($\lambda = 1,6$) et des dommages admissibles pour les taux vitaux du chevalier noir (ϵv) d'une population croissante ($\lambda = 1,6$). Les valeurs sont les suivantes : survie à la première année (jeunes de l'année), survie cumulative des juvéniles (âgés de 1 à 4 ans) et survie et fécondité cumulatives des jeunes adultes (jusqu'à 10 ans) et des adultes âgés (11 ans et plus).

	Survie			Fécondité		
	Jeunes de l'année (σ_1)	Juvéniles (σ_2 - σ_4)	Jeunes adultes (σ_5 - σ_{10})	Adultes âgés (σ_{11} - σ_{16})	Jeunes adultes (η_3 - η_{10})	Adultes âgés (η_{11} - η_{16})
Élasticité ($\lambda = 1$)						
Moyenne stochastique	0,12	0,36	0,43	0,09	0,09	0,03
Élasticité ($\lambda = 1,6$)						
Moyenne stochastique	0,19	0,54	0,26	0,01	0,18	0,00
Limite supérieure	0,21	0,59	0,33	0,02	0,24	0,01
Dommages admissibles ($\lambda = 1,6$)	-1,79	-0,64	-1,14	-18,75	-1,56	-37,50

Les dommages admissibles sont plus faibles si la population croît à un rythme plus lent, et ils sont de 0 si elle ne croît pas. Les dommages chroniques admissibles pour une population dont le taux de croissance est positif (λ^+) et inférieur au taux de croissance maximal de la population ($\lambda_{\max} > \lambda^+ > 1$) peuvent être estimés à l'aide de l'équation 1 en utilisant les λ^+ ainsi que les élasticités de la population croissante ($\lambda = \lambda_{\max}$) dans le Tableau 16.

Si les activités humaines sont telles que les dommages dépassent un seul de ces seuils, la persistance future des populations sera probablement compromise. De plus, les simulations portent à croire que le temps de rétablissement peut être gravement retardé par tout niveau de préjudice dans les limites des dommages maximaux admissibles suggérées dans le Tableau 16 (Young et Koops 2014).

SOURCES D'INCERTITUDE

Il y a plusieurs lacunes dans les connaissances sur la répartition et l'abondance du chevalier noir au Canada. L'espèce est encore relativement peu étudiée et aucun projet de surveillance à long terme n'est en place pour déterminer la taille ou la trajectoire actuelle des populations canadiennes. Les études qui ont été réalisées au sujet de l'espèce au Canada se limitent à un seul bassin hydrographique [Grand River; e.g., Bunt *et al.* (2013)] et d'autres études dans d'autres bassins versants au Canada sont nécessaires pour fournir des renseignements de base afin de faciliter la planification du rétablissement. Un échantillonnage normalisé sur plusieurs années est nécessaire pour déterminer la taille de la population et les taux/trajectoires de croissance.

La répartition actuelle et l'étendue de l'habitat convenable du chevalier noir sont inconnues; il faudrait effectuer une cartographie plus poussée des rivières et des cours d'eau du sud-ouest de l'Ontario, et les zones d'habitat convenable devraient être au cœur des futurs efforts d'échantillonnage ciblés pour cette espèce. Il faut également préciser les besoins en matière d'habitat et comparer l'utilisation de l'habitat par d'autres populations avec les habitats utilisés dans la rivière Grand, pour chaque stade biologique.

Bunt et ses collaborateurs (2013) ont constaté que le chevalier noir utilisait des zones d'infiltration des eaux souterraines comme refuge thermique dans la rivière Grand. Des recherches futures visant à déterminer dans quelle mesure ce type d'habitat est utilisé et les répercussions possibles sur les populations de chevaliers noirs de l'extraction des eaux souterraines sont justifiées.

La qualité de l'habitat du chevalier noir est continuellement menacée en raison des impacts cumulatifs de la pollution par les eaux usées urbaines et l'agriculture ainsi que les modifications du débit. Des études de causalité sont nécessaires pour évaluer l'incidence de ces menaces sur les populations de chevaliers noirs, ainsi qu'une estimation des effets cumulatifs. Il est aussi nécessaire de déterminer des niveaux seuils pour les paramètres de qualité de l'eau (p. ex. nutriments, turbidité) et les paramètres physiologiques, notamment la température, le pH, l'oxygène dissous et la tolérance à la pollution.

REMERCIEMENTS

Les auteurs aimeraient remercier Elliott Quider, dont le dévouement a permis de résoudre de nombreux problèmes liés aux données sur le chevalier noir; sans ses efforts, ce document de recherche n'aurait pu être achevé. Les auteurs aimeraient également remercier Andrew Geraghty d'avoir créé la carte de répartition révisée.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Becker, G. C. 1983. Fishes of Wisconsin. The University of Wisconsin Press, Madison, WI. xii + 1052 p.
- Blazer, V. S., Iwanowicz, DD, Walsh, H.L., Sperry, A.J., Iwanowicz, L.R., Alvarez, D.A., Brightbill R.A., Smith, G., Foreman, W.T., and Manning, R. 2014. Reproductive health indicators of fishes from Pennsylvania watersheds: association with chemicals of emerging concern. *Environ. Monit. Assess.* 186: 6471–6491.
- Bowman, M. L. 1959. Life history of the Black Redhorse, *Moxostoma duquesnei* (Lesueur), in Missouri. Thesis (Ph.D.) University of Missouri, Columbia, MO. 144 p.
- Bowman, M. L. 1970. Life history of the Black Redhorse, *Moxostoma duquesnei* (Lesueur), in Missouri. *Trans. Am. Fish. Soc.* 99: 546–559.
- Brinker, S. R., Garvey, M., and Jones, C.D. 2018. Climate change vulnerability assessment of species in the Ontario Great Lakes Basin. Climate Change Research Report – Ontario Ministry of Natural Resources and Forestry No. CCRR-48. ix + 176 p.
- Brown, B. A. 1984. Comparative life histories of some species of Redhorse, subgenus *Moxostoma*, Genus *Moxostoma*. Thesis (M.Sc.) Indiana State University, Terre Haute, Indiana. 74 p.
- Bunt, C. M., N. E. Mandrak, D. C. Eddy, S. A. Choo-Wing, T. G. Heiman, and E. Taylor. 2013. Habitat utilization, movement and use of groundwater seepages by larval and juvenile Black Redhorse, *Moxostoma duquesnei*. *Env. Biol. Fishes.* 96: 1281–1287.
- Caraco, N. F., J. J. Cole, P. A. Raymond, D. L. Strayer, M. L. Pace, S. E. G. Findlay, and D. T. Fischer. 1997. Zebra mussel invasion in a large, turbid river: Phytoplankton response to increased grazing. *Ecology* 78(2): 588–602.
- Clark, J. 2004. Redhorse suckers (*Moxostoma*) in the Grand River, Ontario; How do six ecologically similar species coexist? Thesis (M.Sc.) University of Guelph, Guelph. 79 p.

-
- Coker, G.A., Ming, D.L., and Mandrak, N.E. 2010. [Mitigation guide for the protection of fishes and fish habitat to accompany the species at risk recovery potential assessments conducted by Fisheries and Oceans Canada \(DFO\) in Central and Arctic Region](#). Version 1.0. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2904: vi + 40 p.
- Coker, G.A., Portt, C.B., and Minns, C.K. 2001. [Morphological and Ecological Characteristics of Canadian Freshwater Fishes](#). Can. MS Rpt. Fish. Aquat. Sci. 2554: iv+ 89 p.
- Colm, J., Marson, D. and Cudmore, B. 2018. [Results of Fisheries and Oceans Canada's 2016 Asian Carp Early Detection Field Surveillance Program](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3147 vii + 67p.
- Colm, J., Marson, D. and Cudmore, B. 2019. [Results of Fisheries and Oceans Canada's 2017 Asian Carp Early Detection Field Surveillance Program](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3168: vi+ 69 p.
- Cooke, S. J., and Bunt, C.M. 1999. Spawning and reproductive biology of the Greater Redhorse, *Moxostoma valenciennesi*, in the Grand River, Ontario. Can. Field-Nat. 113: 497–502.
- COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada). 2005. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier noir \(*Moxostoma duquesnei*\) au Canada – Mise à jour](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. Vi + 23 p
- COSEPAC. 2006. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Chevalier de rivière \(*Moxostoma carinatum*\) au Canada – Mise à jour](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. vii + 36 p.
- COSEPAC. 2009. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable \(*Ammocrypta pellucida*\), populations de l'Ontario et populations du Québec, au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. vi + 52 p.
- COSEPAC. 2015. [Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le chevalier noir \(*Moxostoma duquesnei*\) au Canada](#). Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa, ON. xii + 56 p.
- Dermott, R., and Munawar, M. 1993. Invasion of Lake Erie offshore sediments by Dreissena, and its ecological implications. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50: 2298–2304.
- Effler, S. W., Brooks, C.M., Whitehead, K., Wagner, B., Doerr, S.M., Perkins, M., Siegfried, C.A., Walrath, L., and Canale R.P. 1996. Impact of Zebra Mussel Invasion on River Water Quality. Water Environ. Res. 68(2): 205–214.
- Gillis, P. L., Gagné, F., McInnis, R., Hooey, T.M., Choy, E.S., André, C., Hoque, M.E., and Metcalfe, C.D. 2014. The impact of municipal wastewater effluent on field-deployed freshwater mussels in the Grand River (Ontario, Canada). Environ. Toxicol. Chem. 33(1): 134–143.
- Grand River Conservation Authority. 2014. Grand River Watershed Water Management Plan. Prepared by the Project Team, Water Management Plan. Grand River Conservation Authority, Cambridge, ON. 137 p + Appendices.
- Hayashi, M., and Rosenberry, D.O. 2002. Effects of ground water exchange on the hydrology and ecology of surface water. Ground Water 40: 309–316.

-
- Holm, E., and D. Boehm. 1998. Sampling for fishes at risk in southwestern Ontario. Unpublished report prepared by the Centre for Biodiversity and Conservation Biology, Royal Ontario Museum, for the Ontario Ministry of Natural Resources, Southcentral Region and Aylmer District. Revised 2001.
- Holm, E., Mandrak, N.E., and Burrige, M. 2010. The ROM field guide to freshwater fishes of Ontario. Second Printing. Royal Ontario Museum, Toronto, ON. 464 p.
- Howlett, D. T. 1999. Age, growth and population structure of Black Redhorse (*Moxostoma duquesnei*) and Golden Redhorse (*Moxostoma erythrurum*) in southwest Missouri. Thesis (M.Sc) Southwest Missouri State University, Springfield MO. 58 p.
- IUCN. 2014. [IUCN – CMP Unified Classification of Direct Threats](#). Version 3.2 (Accessed: 5 July 2014)
- Jenkins, R. E. 1970. Systematic studies of the catostomid fish tribe Moxostomatini. Thesis (Ph.D.) Cornell University, Ithaca, NY. 779 p.
- Jenkins, R. E., and Burkhead, N.M. 1994. Freshwater Fishes of Virginia. American Fisheries Society, Bethesda, MD. 1079 p.
- Keme, D. E. 1998. Endocrine disruption in fish. Kluwer Academic Publishers, New York. 411 p.
- Kwak, T. J., and Skelly, T.M. 1992. Spawning habitat, behavior, and morphology as isolating mechanisms of the Golden Redhorse, *Moxostoma erythrurum*, and the Black Redhorse, *M. duquesnei*, two syntopic fishes. Environ. Biol. Fishes 34: 127–137.
- Lee, D. S., Gilbert, C.S., Hocutt, C.H., Jenkins, R.E., McAllister, D.E., and Stauffer, J.R. 1980. Atlas of North American freshwater fishes. North Carolina State University Museum of Natural History, Raleigh, NC. x + 867 p.
- Lemmen, D. S., and Warren F.J. 2004. [Climate change impacts and adaptation: A Canadian perspective](#). Natural Resources Canada, Ottawa, ON. 174 p.
- Maltais, D., and Roy, R.L. 2014. Effects of nonylphenol and ethinylestradiol on copper redhorse (*Moxostoma hubbsi*), an endangered species. Ecotoxicol. Environ. Saf. 108:168–178.
- Mandrak, N. E., Barnucz, J., Velema, G.J., and Marson, D. 2006. [Survey of the status of Black Redhorse \(*Moxostoma duquesnei*\), and Spotted Gar \(*Lepisosteus oculatus*\), in Canada, 2002](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2776: v + 39 p.
- Marson, D., Gertzen, E., and Cudmore, B. 2016. [Results of Fisheries and Oceans Canada's 2014 Asian Carp Early Detection Field Surveillance Program](#). Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 3103: vii + 59 p.
- Marson, D., N. E. Mandrak, and D. A. R. Drake. 2009. Sampling of the fish communities in the Saugeen River watershed, 2005-2006. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2911: vii + 19 p.
- Meyer, W. H. 1962. Life history of three species of redhorse (*Moxostoma*) in the Des Moines River, Iowa. Trans. Am. Fish. Soc. 91(4): 412–419.
- MPO. 2010. [Lignes directrices sur la terminologie et les concepts utilisés dans le programme sur les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/065.
- MPO. 2014. [Lignes directrices sur l'évaluation des menaces, des risques écologiques et des répercussions écologiques pour les espèces en péril](#). Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2014/013. (Erratum : juin 2016)
-

-
- Munkittrick, K. R., Portt, C.B., Van Der Kraak, G.J., Smith, I.R., and Rokosh, D.A. 1991. Impact of bleached kraft mill effluent on population characteristics, liver MFO activity, and serum steroid levels of a Lake Superior White Sucker (*Catostomus commersoni*) population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 1371–1380.
- Page, L. M., and Burr, B.M. 1991. *A Field Guide to Freshwater Fishes: North America North of Mexico*. Houghton Mifflin Boston, MA. 448 p.
- Page, L. M., and B. M. Burr. 2011. *Peterson Field Guide to Freshwater Fishes of North America North of Mexico*. Houghton Mifflin Company, Boston, MA. 688 p.
- Parker, B., and E. Kott. 1980. The black redhorse. *In* Rare, threatened, and endangered fish species of Southern Ontario. Mississauga, Ontario; Supply and Services; Fisheries and Oceans; and National Museum of Natural Sciences, Beak Inc. pp.188–206
- Parker, B., and E. Kott. 1988. COSEWIC status report on the black redhorse, *Moxostoma duquesnei*, in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa.
- Parker, B. J. 1989. Status of the Black Redhorse, *Moxostoma duquesnei*, in Canada. *Can. Field-Nat.* 103: 175–179.
- Portt, C., Coker, G., and Barrett, K. 2003. Recovery strategy for fish species at risk in the Grand River, Ontario. Draft report prepared for the Grand River Recovery Team, March 31, 2003.
- Rabb, D., N. Mandrak, and A. Riccardi. 2017. Low-head dams facilitate Round Goby *Neogobius melanostomus* invasion. *Biol. Invasions* 20: 757–776.
- Reid, S. M. 2004. Post-impoundment changes to the Speed River fish assemblage. *Can. Wat. Resour. J.* 29(3): 183–194.
- Reid, S. M. 2006a. Relationship between habitat quality and occurrence of the threatened Black Redhorse (*Moxostoma duquesnei*) in Lake Erie tributaries. *Can. Wat. Resour. J.* 41: 341–350.
- Reid, S. M. 2006b. Timing and demographic characteristics of Redhorse spawning runs in three Great Lakes basin rivers. *J. Freshw. Ecol.* 21: 249–258.
- Reid, S. M. 2009. Age, growth and mortality of black redhorse (*Moxostoma duquesnei*) and shorthead redhorse (*M. macrolepidotum*) in the Grand River, Ontario. *J. Appl. Ichthyol.* 25(2): 178–183.
- Reid, S. M., and Mandrak, N.E. 2006. [Evaluation of potential impact of Springbank Dam restoration on Black Redhorse \(*Moxostoma duquesnei*\) and other sucker species in the Thames River](#). *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2670: vii + 33 p.
- Reid, S. M., Mandrak, N.E., Carl, L.M. and Wilson, C.C. 2008a. Influence of dams and habitat condition on the distribution of redhorse (*Moxostoma*) species in the Grand River watershed, Ontario. *Env. Biol. Fishes* 81: 111–125.
- Reid, S. M., Wilson, C.C., Mandrak, N.E. and Carl, L.M. 2008b. Population structure and genetic diversity of black redhorse (*Moxostoma duquesnei*) in a highly fragmented watershed. *Conserv. Genet.* 9: 531–546.
- Retzer, M. E. 2005. Changes in the diversity of native fishes in seven basins in Illinois, USA. *Am. Midl. Nat.* 153(1): 121–134.
- Scott, W. B., and Crossman, E.J. 1998. *Freshwater fishes of Canada*. Galt House Publications, Oakville, ON. 966 p.

-
- Smith, C. G. 1977. The biology of three species of *Moxostoma* (Pisces: Catostomidae) in Clear Creek, Hocking and Fairfield counties, Ohio, with emphasis on the Golden Redhorse, *M. erythrurum* (Rafinesque). Thesis (Ph.D.) Ohio State University, Columbus, OH. 185 p.
- Tetreault, G. R., Bennett, C.J., Shires, K., Knight, B., Servos, M.R., and McMaster, M.E. 2011. Intersex and reproductive impairment of wild fish exposed to multiple municipal wastewater discharges. *Aquat. Toxicol.* 104(3–4): 278–290.
- Trautman, M. B. 1981. The fishes of Ohio: with illustrated keys. 2nd edition. Ohio State University Press, Columbus, OH. 782 p.
- Vélez-Espino, L., and M. Koops. 2008. [Recovery target and long-term projections for the Black Redhorse \(*Moxostoma duquesnei*\)](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2008/006. iii + 15 p.
- Vélez-Espino, L. A., and M. A. Koops. 2009. Quantifying allowable harm in species at risk: Application to the Laurentian Black Redhorse (*Moxostoma duquesnei*). *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.* 19(6): 676–688.
- Yoder, C. O., Rankin, E.T., Smith, K.M., Alsdorf, B.C., Altfater, D.J., Boucher, C.E., Miltner, R.J., Mishne, D.E., Sanders, R.E., and Thoma, R.F. 2005. Changes in the fish assemblage status in Ohio's nonwadeable rivers and streams over two decades. *In* Historical changes in large-river fish assemblages of the Americas. *Edited by* J. N. Rinne, R. M. Hughes, and B. Calamusso. American Fisheries Society, Symposium 45, Bethesda, ML. pp. 399–429
- Young, J. A. M., and Koops, M.A. 2014. [Population Modelling of Black Redhorse \(*Moxostoma duquesnei*\) in Canada](#). DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2014/020. iv + 14 p.