



Fisheries and Oceans
Canada

Pêches et Océans
Canada

Science

Sciences

CSAS

Canadian Science Advisory Secretariat

SCCS

Secrétariat canadien de consultation scientifique

Research Document 2010/093

Document de recherche 2010/093

**Information in support of a Recovery
Potential Assessment of Eastern Sand
Darter (*Ammocrypta pellucida*) in
Ontario**

**L'information à l'appui de l'évaluation
du potentiel de rétablissement du dard
de sable (*Ammocrypta pellucida*) en
Ontario**

Lynn D. Bouvier and Nicholas E. Mandrak

Fisheries and Oceans Canada / Pêches et Océans Canada
Great Lakes Laboratory for Fisheries and Aquatic Sciences /
Laboratoire des Grands Lacs pour les Pêches et les Sciences Aquatiques
867 Lakeshore Rd. / 867, Chemin Lakeshore
Burlington ON L7R 4A6 Canada

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

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.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

This document is available on the Internet at:

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

Ce document est disponible sur l'Internet à:

ISSN 1499-3848 (Printed / Imprimé)

ISSN 1919-5044 (Online / En ligne)

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2010

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2010

Canada

TABLE OF CONTENTS / TABLE DES MATIÈRES

ABSTRACT	v
RÉSUMÉ.....	vi
BACKGROUND	1
CONTEXTE	1
CURRENT STATUS	4
STATUT ACTUEL.....	4
POPULATION STATUS.....	8
ÉTAT DE LA POPULATION	8
HABITAT REQUIREMENTS	11
BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT.....	11
THREATS	14
MENACES	14
THREAT LEVEL	22
NIVEAU DES MENACES.....	22
MITIGATIONS AND ALTERNATIVES	35
MESURES D'ATTÉNUATION ET SOLUTIONS DE RECHANGE	35
SOURCES OF UNCERTAINTY	38
SOURCES D'INCERTITUDE.....	38
REFERENCES	40
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	40

Correct citation for this publication:

La présente publication doit être citée comme suit :

Bouvier, L.D., and N.E. Mandrak. 2010. Information in support of a Recovery Potential Assessment of Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) in Ontario. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2010/093. vi + 43 p.

Bouvier, L.D. et N.E. Mandrak. 2010. Information à l'appui de l'Évaluation du potentiel de rétablissement du dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) en Ontario. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc de rech. 2010/093. vi + 43 p.

ABSTRACT

In April 1994, the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC) designated Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) as Threatened. This status was reassessed in November 2000 and again in November 2009. The reason given for this designation was that “there is continuing decline in the already small and fragmented populations; four (of 11) have probably been extirpated. The extent of occurrence of this species in Ontario is approximately half of what it was in the 1970s as a result of habitat loss and degradation from increasing urban and agricultural development, stream channelization and competition with invasive alien species.” Eastern Sand Darter was subsequently listed on Schedule 1 of the *Species at Risk Act* (SARA) when the Act was proclaimed in June 2003. The Recovery Potential Assessment (RPA) provides information and scientific advice needed to fulfill various requirements of SARA including permitting activities that would otherwise violate SARA prohibitions and the development of recovery strategies. This Research Document describes the current state of knowledge of the biology, ecology, distribution, population trends, habitat requirements, and threats of Eastern Sand Darter. Mitigation measures and alternative activities related to the identified threats, that can be used to protect the species, are also presented. The information contained in the RPA and this document may be used to inform the development of recovery documents and for assessing SARA Section 73 permits.

RÉSUMÉ

En avril 1994, le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a désigné le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) en tant qu'espèce « menacée ». La situation de l'espèce a été réexaminée et confirmée en novembre 2000 et encore en novembre 2009. Cette désignation est justifiée parce qu'il y a un « déclin des populations déjà petites et fragmentées; quatre (des 11) populations sont probablement disparues du pays. La zone d'occurrence de l'espèce en Ontario est d'environ la moitié de ce qu'elle était dans les années 1970 en raison de la perte et de la dégradation de l'habitat attribuables à l'urbanisation et à l'exploitation agricole croissantes, de la canalisation de cours d'eau et de la concurrence d'espèces exotiques envahissantes. » Le dard de sable a ensuite été inscrit à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) lorsque l'acte a été proclamée en juin 2003. L'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) fournit l'information et l'avis scientifique dont on a besoin pour respecter les diverses exigences de la LEP, y compris la délivrance de permis pour mener des activités qui, d'une autre façon, contreviendraient à la LEP, ainsi que pour élaborer des 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 démographiques et les besoins en matière d'habitat du dard de sable ainsi que sur les menaces pesant sur cette espèce. Des mesures d'atténuation et des solutions de rechange pour les activités constituant une menace qui pourraient être mises en œuvre pour protéger l'espèce sont également présentées. L'information contenue dans l'EPR et dans le présent document pourrait être utilisée à l'appui de l'élaboration de documents concernant le rétablissement et de l'évaluation des permis délivrés en vertu de l'article 73 de la LEP.

SPECIES INFORMATION

Scientific Name – *Ammocrypta pellucida*
(Agassiz, 1863)

Common Name – Eastern Sand Darter

Current COSEWIC Status & Year of

Designation – Threatened, 2009

COSEWIC Reason for Designation¹ – This species prefers sand bottom areas of lakes and streams in which it burrows. There is continuing decline in the already small and fragmented populations; four (of 11) have probably been extirpated. The extent of occurrence of this species in Ontario is approximately half of what it was in the 1970s as a result of habitat loss and degradation from increasing urban and agricultural development, stream channelization and competition with invasive alien species.

SARA Schedule – 1

Range in Canada – Ontario and Quebec

BACKGROUND

Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) is a small, translucent, and elongate benthic fish (Holm *et al.* 2009). The total length of this species has been listed as 46-71 mm (Trautman 1981), averaging 64 mm (Scott and Crossman 1973), although more recently individuals up to 84 mm in length have been captured from the Grand River (Royal Ontario Museum collection; RMC 60184). The back colouration can range from faint yellow to iridescent green, while the sides can range from pale yellow to silver (Holm *et al.* 2009). A narrow metallic gold to olive-gold lateral band is common, and is generally broken by 10-14 small round or oval dark spots (Trautman 1981; Holm *et al.* 2009). The belly is silver to white (Holm *et al.* 2009). Juveniles lack any yellow colouration and are generally more silver (Scott and Crossman 1973; Trautman 1981). The first dorsal fin is spiny (8-11 weak spines) and distinctly

RENSEIGNEMENTS SUR L'ESPÈCE

Nom scientifique – *Ammocrypta pellucida*
(Agassiz, 1863)

Nom commun – Dard de sable

Statut actuel selon le COSEPAC et année

de désignation – Espèce menacée, 2009

Justification de la désignation du COSEPAC¹ – Cette espèce préfère les fonds de sable de lacs et de cours d'eau où elle peut s'enfouir. Le déclin des populations déjà petites et fragmentées se poursuit; quatre (des 11) populations sont probablement disparues du pays. La zone d'occurrence de l'espèce en Ontario est d'environ la moitié de ce qu'elle était dans les années 1970 en raison de la perte et de la dégradation de l'habitat attribuables à l'urbanisation et à l'exploitation agricole croissantes, de la canalisation de cours d'eau et de la concurrence d'espèces exotiques envahissantes.

Annexe de la LEP – 1

Présence au Canada – Ontario et Québec

CONTEXTE

Le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*) est un petit poisson benthique translucide et de forme allongée (Holm *et al.* 2009). La longueur totale des individus de cette espèce varie entre 46 et 71 mm (Trautman, 1981), pour une moyenne de 64 mm (Scott and Crossman 1973), même si on a capturé plus récemment des individus mesurant jusqu'à 84 mm de longueur dans la rivière Grand (collection du Musée royal de l'Ontario; RMC 60184). La couleur du dos peut passer d'une légère nuance de jaune à un vert irisé, tandis que les flancs varient du jaune pâle à l'argenté (Holm *et al.* 2009). On observe couramment une bande latérale étroite de couleur or métallique à or olive sur laquelle on trouve de 10 à 14 petites taches rondes ou ovales de couleur foncée (Trautman 1981; Holm *et al.* 2009). Le ventre varie de l'argenté au blanc (Holm *et al.* 2009). Il n'y a pas de jaune chez les juvéniles, dont la

¹ <http://www.cosewic.gc.ca/eng> / http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct5/index_f.cfm

separate from the second soft-rayed dorsal fin (9-12 rays) (Scott and Crossman 1973; Holm *et al.* 2009). The fins are clear, with the exception of spawning males that exhibit black pelvic fins (Holm *et al.* 2009).

Eastern Sand Darter has a widespread, but disjunct, distribution in Ontario. It is considered to be one of the most habitat-specific fishes, with a strong association with fine sandy substrates (greater than 90% sand) (Daniels 1993). In Ontario, it is almost exclusively found in depositional areas of large streams, and on sandy nearshore areas of the Great Lakes (Holm *et al.* 2009). However, it has also been captured in areas described as having gravel, silt, and rubble substrate.

Stomach composition analysis from an Ohio population described stomach contents to be primarily chironomids and, to a lesser extent, oligochaetes and cladocerans (Spreitzer 1979). More recently, stable isotope and stomach contents analysis from the Thames River population found less reliance on chironomids (67%) with ostracods, cladocerans and oligochaetes being important prey items (Finch 2009).

The distributions of many darters overlap with that of Eastern Sand Darter, although many distinctive characteristics help to decrease the chance of errors in identification. Eastern Sand Darter is unquestionably the most elongate of all darter species found in Canada. Also, other darters have dorsal fins placed closer together along the dorsal surface, they lack translucent flesh, and, with the exception of

couleur est d'ordinaire plus argentée (Scott and Crossman 1973; Trautman 1981). La première nageoire dorsale est constituée de 8 à 11 fragiles rayons épineux et est nettement séparée de la deuxième nageoire dorsale composée de rayons mous (de 9 à 12 rayons) (Scott and Crossman 1973; Holm *et al.* 2009). Les nageoires sont transparentes, sauf chez les mâles reproducteurs qui possèdent des nageoires pelviennes noires (Holm *et al.* 2009).

Le dard de sable a une vaste aire de répartition en Ontario, mais celle-ci est disjointe. On considère que cette espèce de poisson est l'une des plus dépendantes de son habitat, car elle est fortement associée à des substrats de sable fin (contenant plus de 90 % de sable) (Daniels, 1993). En Ontario, on l'observe presque exclusivement dans les aires de sédimentation de grands cours d'eau et dans les zones littorales sableuses des Grands Lacs (Holm *et al.* 2009). Cependant, l'espèce a également été prélevée dans des zones dont le substrat était composé de gravier, de limon et de pierres.

L'analyse des contenus stomacaux d'individus d'une population de l'Ohio a révélé principalement la présence de chironomidés et, dans une moins grande mesure, d'oligochètes et de cladocères (Spreitzer, 1979). Plus récemment, l'analyse des isotopes stables et des contenus stomacaux de la population de la rivière Thames a révélé une moins grande dépendance à l'égard des chiromidés (67 %) et que les ostracodes, les cladocères et les oligochètes constituaient des proies importantes (Finch, 2009).

L'aire de répartition de nombreuses espèces de dard chevauche celle du dard de sable, mais de nombreuses caractéristiques distinctives permettent de diminuer la probabilité d'erreurs d'identification. Le dard de sable est incontestablement l'espèce de dard la plus longue que l'on observe au Canada. En outre, chez les autres dards, les nageoires dorsales sont plus rapprochées sur le dos, la chair n'est pas transparente et, sauf

the Channel Darter (*Percina copelandi*), have no small round or oval dark spots along their sides (Holm *et al.* 2009).

Primary sources of human-induced mortality and aggregate harm for Eastern Sand Darter in Ontario include turbidity, sediment loading, nutrient loading, and pollution resulting from agricultural and urban development. The construction of dams, and impoundments leading to barriers to movement, alterations in flow regimes and coastal processes are also listed as threats negatively affecting Eastern Sand Darter populations (COSEWIC 2009). Negative interactions with invasive species, such as the Round Goby (*Neogobius melanostomus*), are speculated to be impacting Eastern Sand Darter by out-competing it and resulting in its displacement [A. Dextrase, Ontario Ministry of Natural Resources (OMNR), unpubl. data]. Incidental harvest through the baitfish industry may also play a role in the decline of Eastern Sand Darter, although the degree to which this threat is affecting Eastern Sand Darter is still unknown.

A meeting of the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC) in April 1994 recommended that Eastern Sand Darter be designated as Threatened. This status was reconfirmed in November 2000 and again in November 2009. The reason given for this designation was that “there is continuing decline in the already small and fragmented populations; four (of 11) have probably been extirpated. The extent of occurrence of this species in Ontario is approximately half of what it was in the 1970s as a result of habitat loss and degradation from increasing urban and agricultural development, stream channelization and competition with invasive alien species.” Subsequent to the COSEWIC designation, Eastern Sand Darter was listed on Schedule 1 of the *Species at Risk Act*

chez le fouille-roche gris (*Percina copelandi*), les flancs ne présentent pas de taches rondes ou ovales de couleur foncée (Holm *et al.* 2009).

Les principales sources de mortalité d'origine anthropique et de dommages cumulatifs chez le dard de sable en Ontario comprennent la turbidité, la charge en sédiments, la charge en éléments nutritifs et la pollution causée par le développement agricole et urbain. La construction de barrages et d'ouvrages de retenue faisant obstacle au déplacement, la modification des régimes d'écoulement et les phénomènes côtiers sont également considérés comme des menaces ayant des impacts négatifs sur les populations de dards de sable (COSEPAC, 2009). Les interactions négatives avec des espèces envahissantes, comme le gobie à taches noires (*Neogobius melanostomus*), semblent avoir un impact sur le dard de sable du fait que ces espèces font concurrence à ce dernier et l'obligent à se déplacer (A. Dextrase, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario [MRNO], données non publiées). Les prises accidentelles effectuées par l'industrie des poissons-appâts peuvent également jouer un rôle dans le déclin du dard de sable, mais on ne sait pas dans quelle mesure cette menace touche l'espèce.

À l'occasion d'une réunion du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), en avril 1994, on a recommandé que le dard de sable soit désigné en tant qu'espèce « menacée ». Ce statut a été reconfirmé en novembre 2000 et, de nouveau, en novembre 2009. Cette désignation est justifiée parce qu'il y a un « déclin des populations déjà petites et fragmentées; quatre (des 11) populations sont probablement disparues du pays. La zone d'occurrence de l'espèce en Ontario est d'environ la moitié de ce qu'elle était dans les années 1970 en raison de la perte et de la dégradation de l'habitat attribuables à l'urbanisation et à l'exploitation agricole croissantes, de la canalisation de cours d'eau et de la concurrence d'espèces exotiques envahissantes. » À la suite de la désignation

(SARA) when the Act was proclaimed in June 2003. A Recovery Potential Assessment (RPA) process has been developed by Fisheries and Oceans Canada (DFO) to provide information and scientific advice needed to fulfill SARA requirements, including the development of recovery strategies and authorizations to carry out activities that would otherwise violate SARA (DFO 2007). This document provides background information on Eastern Sand Darter to inform the RPA.

CURRENT STATUS

In Ontario, the current and historic distribution of the Eastern Sand Darter is limited to three distinct areas of the Great Lakes basin: Lake Huron drainage; Lake Erie drainage; and, Lake St. Clair drainage (Figure 1). A historic record for this species exists for a single site in the Lake Huron drainage (Ausable River, 1928; UMMZ 085543). In the Lake St. Clair drainage, historic records exist from the Thames River, 1923 (UMMZ 60433); and, Sydenham River, 1927 (RMC 03702) and 1929 (RMC 08649). Seven historic records exist for the Lake Erie drainage: Holiday Beach and Colchester Bay, 1975 (Paine 1976); Pelee Island, 1955 (FMNH9911); west of Point Pelee, 1984; Catfish Creek, 1922 (UMMZ 56853) and 1941 (ROM 14094); Big Otter Creek, 1923 (UMMZ 60423) and 1955 (ROM 18078); and, Big Creek, 1923 (UMMZ 60486) and 1955 (ROM 18077).

Recent sampling at sites in three historically occupied watersheds (Ausable River, Catfish Creek and Big Otter Creek), some of which targeted Eastern Sand Darter preferred habitat, yielded no additional captures

du COSEPAC, le dard de sable a été inscrit à l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* lorsque celle-ci est entrée en vigueur en juin 2003. Pêches et Océans Canada a mis en œuvre un processus d'évaluation du potentiel de rétablissement (EPR) afin de fournir l'information et l'avis scientifique dont on a besoin pour respecter les exigences de la LEP, y compris l'élaboration de programmes de rétablissement et la délivrance de permis pour la réalisation d'activités qui, autrement, contreviendraient à la LEP (MPO, 2007). Le présent document contient des renseignements de base sur le dard de sable qui appuieront l'EPR.

STATUT ACTUEL

En Ontario, l'aire de répartition actuelle et historique du dard de sable se limite à trois zones distinctes au sein du bassin des Grands Lacs : bassin hydrographique du lac Huron, bassin hydrographique du lac Érié et bassin hydrographique du lac Sainte-Claire (figure 1). On n'a effectué une observation historique de l'espèce qu'à un seul endroit dans le bassin hydrographique du lac Huron (rivière Ausable, 1928; UMMZ 085543). Dans le bassin hydrographique du lac Sainte-Claire, des observations historiques ont été recensées dans la rivière Thames en 1923 (UMMZ 60433) ainsi que dans la rivière Sydenham en 1927 (RMC 03702) et en 1929 (RMC 08649). Sept observations historiques ont été enregistrées dans le bassin hydrographique du lac Érié : à la baie Holiday et à la baie Colchester en 1975 (Paine, 1976); à l'île Pelée en 1955 (FMNH9911); à l'ouest de la pointe Pelée en 1984; dans le ruisseau Catfish en 1922 (UMMZ 56853) et en 1941 (ROM 14094); dans le ruisseau Big Otter en 1923 (UMMZ 60423) et en 1955 (ROM 18078); dans le ruisseau Big en 1923 (UMMZ 60486) et en 1955 (ROM 18077).

De récents échantillonnages effectués à des emplacements précis dans trois bassins hydrographiques dans lesquels on a observé la présence de l'espèce par le passé (rivière Ausable, ruisseau Catfish et ruisseau Big

providing evidence that Eastern Sand Darter has been extirpated from these systems (DePasquale 2006; Mandrak *et al.* 2006; COSEWIC 2009). However, recent Eastern Sand Darter sampling efforts of the Big Creek population, once thought to be extirpated (Edwards *et al.* 2007), resulted in the capture of three individuals (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data; DFO, unpubl. data).

Otter) et dont certains ont été réalisés dans l'habitat de prédilection du dard de sable n'ont permis la capture d'aucun individu, ce qui prouve que le dard de sable a disparu de ces systèmes (DePasquale 2006; Mandrak *et al.* 2006; COSEWIC 2009). Cependant, de récents efforts d'échantillonnage visant la population du ruisseau Big, que l'on a déjà crue disparue (Edwards *et al.* 2007), ont mené à la capture de trois individus (A. Dextrase, MRNO, données non publiées; MPO, données non publiées).

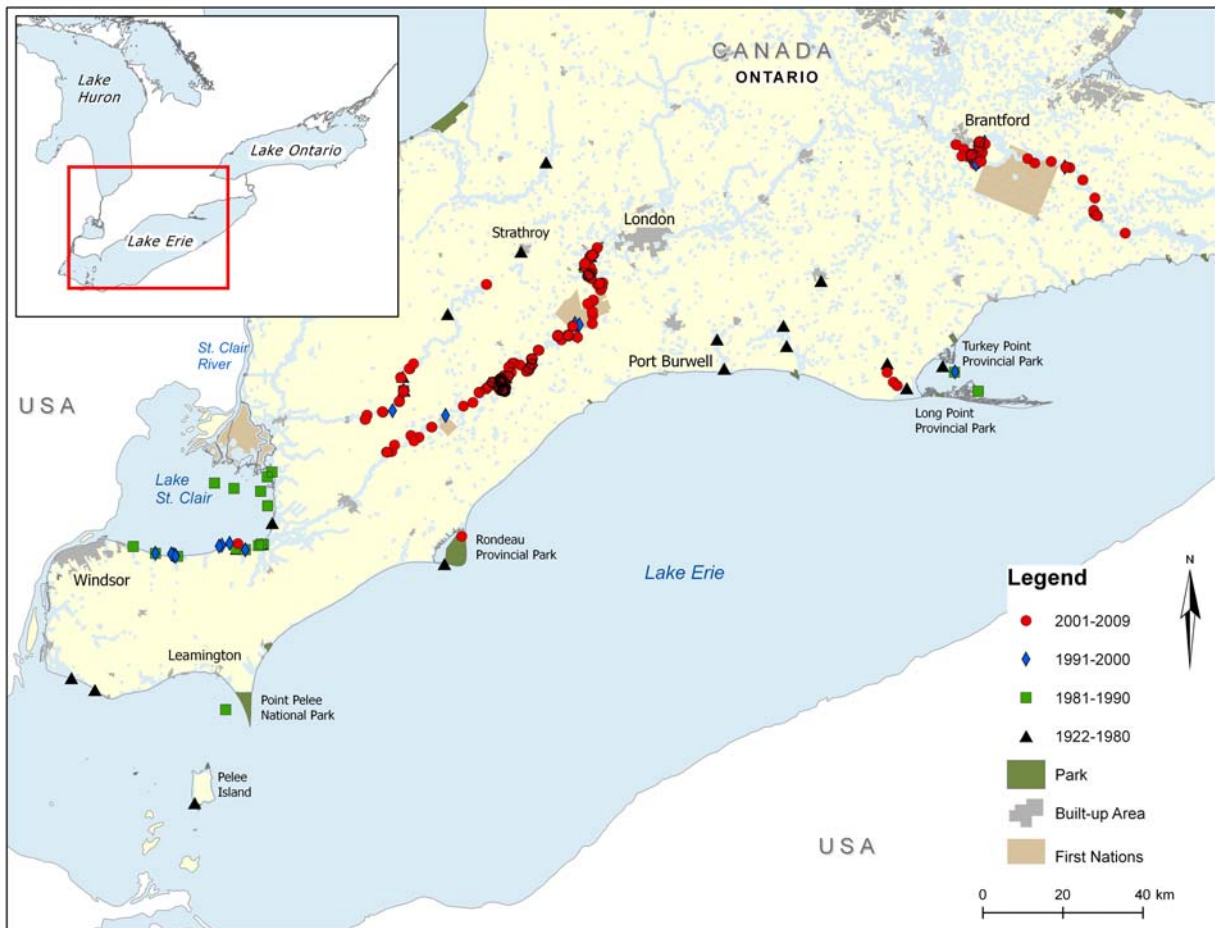


Figure 1. Distribution of Eastern Sand Darter in Ontario.
Figure 1. Répartition du dard de sable de l'Ontario.

The Thames River and Sydenham River populations represent two historic populations that have persisted. The Thames River has been the focus of many Eastern Sand Darter studies over the past five years (Drake *et al.* 2008; Finch 2009; A. Dextrase,

Les deux populations historiques des rivières Thames et Sydenham ont subsisté à ce jour. La rivière Thames a fait l'objet de nombreuses études sur le dard de sable au cours des cinq dernières années (Drake *et al.* 2008; Finch, 2009; A. Dextrase, MRNO,

OMNR, unpubl. data; DFO unpubl. data) resulting in the capture of numerous individuals. This population is considered to be the healthiest Eastern Sand Darter population in Ontario with more than 5000 individuals caught over the past 10 years. There are far fewer Eastern Sand Darter recorded from the Sydenham River (43 individuals over the past 10 years), although it should be noted that only two, one-day sampling events have targeted Eastern Sand Darter in this system.

The first capture of Eastern Sand Darter in Lake St. Clair dates back to 1979. Since this record, 268 Eastern Sand Darter have been captured in Lake St. Clair, mostly from the east and south shores. There is no record of any Eastern Sand Darter targeted sampling in this system and most captures were the result of annual monitoring programs.

The presence of Eastern Sand Darter was detected in the Grand River (Lake Erie drainage) for the first time in 1987, with the capture of more than 30 individuals (ROM RMC 60184). More than 735 Eastern Sand Darter have since been recorded from this system. Targeted sampling in the Grand River since 2006 has yielded greater than 66% of all recorded captures in the watershed, emphasizing the importance of targeted sampling of preferred habitat (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data; DFO, unpubl. data).

Although it is very difficult to assess the Eastern Sand Darter population status from both the western and central basins of Lake Erie due to limited sampling of suitable habitats, and a complete lack of targeted Eastern Sand Darter sampling, recent index trawling in the central basin at Long Point Bay suggests a decline in Eastern Sand Darter in this area.

données non publiées; MPO données non publiées), ce qui a permis la capture de nombreux individus. Cette population de dards de sable est la plus en santé en Ontario puisque plus de 5 000 individus ont été capturés au cours des 10 dernières années. Beaucoup moins de dards de sable ont été observés dans la rivière Sydenham (43 individus au cours des 10 dernières années); cependant, il convient de noter qu'on a procédé à l'échantillonnage visant le dard de sable dans ce réseau qu'au cours de deux événements d'une journée chacun.

La première prise de dard de sable dans le lac Sainte-Claire remonte à 1979. Depuis cette observation, 268 dards de sable ont été capturés dans le lac Sainte-Claire, principalement dans les eaux littorales est et sud. Aucune activité d'échantillonnage visant le dard de sable n'a été menée dans ce réseau, et la plupart des prises ont été effectuées au cours des programmes de surveillance annuels.

On a observé la présence du dard de sable dans la rivière Grand (bassin hydrographique du lac Érié) pour la première fois en 1987, et on y a capturé plus de 30 individus (RMC 60184). On a enregistré plus de 735 dards de sable dans ce réseau hydrographique depuis lors. L'échantillonnage ciblé qui a lieu dans la rivière Grand depuis 2006 a permis la capture de plus de 66 % de l'ensemble des prises enregistrées dans ce bassin hydrographique, ce qui met l'accent sur l'importance d'effectuer des échantillonnages ciblés dans l'habitat de prédilection de l'espèce (A. Dextrase, MRNO, données non publiées; MPO, données non publiées).

Bien qu'il soit très difficile d'évaluer l'état de la population de dards de sable dans les bassins hydrographiques de l'ouest et du centre du lac Érié en raison de l'échantillonnage limité dans les habitats appropriés et de l'absence d'activités d'échantillonnage visant le dard de sable, les pêches indicatrices effectuées au chalut récemment dans le bassin du centre, dans la

baie Long Point, semblent indiquer un déclin dans l'abondance du dard de sable dans cette zone.

There is an overall decline of Eastern Sand Darter over much of its Ontario range with several historic populations now thought to be extirpated. This decline has been emphasized in current research on the extent of occurrence of Eastern Sand Darter in Ontario. The historic extent of occurrence was calculated as 19 534 km², while the current extent of occurrence is 10 840 km²; a decline of 45% (COSEWIC 2009).

On observe un déclin général dans l'abondance du dard de sable dans la majeure partie de son aire de répartition ontarienne, et l'on estime que plusieurs populations historiques ont disparu. Les études actuelles portant sur l'aire d'occurrence du dard de sable en Ontario ont mis en lumière ce déclin. On a établi l'aire d'occurrence historique à 19 534 km², tandis que l'aire actuelle est de 10 840 km², ce qui représente un déclin de 45 % (COSEPAC, 2009).

Table 1. Relative Abundance Index and Population Trajectory of each Eastern Sand Darter population in Ontario. Certainty has been associated with the Relative Abundance Index, and Population Trajectory rankings and is listed as: 1=quantitative analysis; 2=CPUE or standardized sampling; 3=expert opinion.

Population	Relative Abundance Index	Certainty	Population Trajectory	Certainty
Lake Huron drainage				
<i>Ausable River</i>	Extirpated	2	Not applicable	2
Lake St. Clair drainage				
<i>Lake St. Clair</i>	Low	2	Declining	3
<i>Thames River</i>	High	1	Stable	1
<i>Sydenham River</i>	Low	2	Unknown	3
Lake Erie drainage				
<i>Western Basin</i>	Unknown	3	Unknown	3
<i>Rondeau Bay</i>	Unknown	3	Unknown	3
<i>Long Point Bay</i>	Low	2	Declining	2
<i>Catfish Creek</i>	Extirpated	3	Not applicable	3
<i>Big Otter Creek</i>	Extirpated	3	Not applicable	3
<i>Big Creek</i>	Low	3	Unknown	3
<i>Grand River</i>	High	2	Stable	2

Tableau 1. Indice d'abondance relative et trajectoire de chaque population de dard de sable en Ontario. Un niveau de certitude a été attribué aux classements de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population: 1 = analyse quantitative; 2 = captures par unité d'effort (CPUE) ou échantillon normalisé; 3 = opinion des experts.

Population	Indice d'abondance relative	Certitude	Trajectoire de la population	Certitude
Bassin hydrographique du lac Huron				
<i>Rivière Ausable</i>	Disparu	2	Sans objet	2
Bassin hydrographique du lac Sainte-Claire				
<i>Lac Sainte-Claire</i>	Faible	2	En déclin	3
<i>Rivière Thames</i>	Élevé	1	Stable	1
<i>Rivière Sydenham</i>	Faible	2	Inconnue	3
Bassin hydrographique du lac Érié				
<i>Bassin de l'ouest</i>	Inconnu	3	Inconnue	3
<i>Baie Rondeau</i>	Inconnu	3	Inconnue	3
<i>Baie Long Point</i>	Faible	2	En déclin	2
<i>Ruisseau Catfish</i>	Disparu	3	Sans objet	3
<i>Ruisseau Big Otter</i>	Disparu	3	Sans objet	3
<i>Ruisseau Big</i>	Faible	3	Inconnue	3
<i>Rivière Grand</i>	Élevé	2	Stable	2

POPULATION STATUS

To assess the population status of Eastern Sand Darter populations in Ontario, each population was ranked in terms of its abundance (Relative Abundance Index) and trajectory (Population Trajectory) (Table 1).

The Relative Abundance Index was assigned as Extirpated, Low, Medium, High or Unknown. Sampling parameters such as gear used, area sampled, sampling effort, and whether the study was targeting Eastern Sand Darter, were considered. The number of individual Eastern Sand Darter caught during each sampling period was then considered when assigning the Relative Abundance Index. The Relative Abundance Index is a relative parameter in that the values assigned to each population are relative to the most abundant population. In the case of Eastern Sand Darter, all populations were assigned an Abundance Index relative to the Thames River population (Lake St. Clair drainage).

ÉTAT DE LA POPULATION

Afin d'évaluer l'état de la population du dard de sable en Ontario, chacune des populations a été classée en fonction de son abondance (indice d'abondance relative) et de sa trajectoire (trajectoire de la population) (Tableau 1).

L'indice d'abondance relative a été qualifié de la façon suivante: « disparu », « faible », « moyen », « élevé » ou « inconnu ». On a pris en considération certains paramètres d'échantillonnage, par exemple les engins utilisés, la zone échantillonnée, les efforts d'échantillonnage et le fait que l'étude ciblait le dard de sable. Le nombre d'individus capturés à chaque période d'échantillonnage a été pris en compte dans l'évaluation de l'indice d'abondance relative. Cet indice est un paramètre relatif en ce sens que les valeurs attribuées à chacune des populations sont relatives à la population la plus abondante. Dans le cas du dard de sable, toutes les populations se sont vues attribuer un indice d'abondance relative, en fonction de la population de la rivière Thames (bassin hydrographique du lac Sainte-Claire).

The Population Trajectory was assessed as Decreasing, Stable, Increasing, or Unknown for each population based on the best available information about the current trajectory of the population. The number of individuals caught over time for each population was considered. Trends over time were classified as Increasing (an increase in abundance over time), Decreasing (a decrease in abundance over time) and Stable (no change in abundance over time). If insufficient information was available to identify the trajectory, the Population Trajectory was listed as Unknown.

The Relative Abundance Index and Population Trajectory values were then combined in the Population Status matrix (Table 2) to determine the Population Status for each population. Each Population Status is subsequently ranked as Poor, Fair, Good, Unknown or Not applicable (Table 3).

Sur la base de la meilleure information disponible, la trajectoire de chaque population a été qualifiée de la façon suivante: « en augmentation », « stable », « en déclin » ou « inconnue ». Le nombre d'individus capturés au fil du temps pour chaque population a été pris en compte. Les tendances ont été catégorisées de la façon suivante : « en augmentation » (augmentation de l'abondance au fil du temps); « en déclin » (diminution de l'abondance au fil du temps); et « stable » (aucun changement dans l'abondance au fil du temps). Lorsque peu d'information était disponible sur la trajectoire de population, on indiquait: « inconnue ».

Les valeurs de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population ont été combinées à l'intérieur d'une matrice (Tableau 2) afin de déterminer l'état de la population pour chacune des populations. Par la suite, on a classé l'état de la population comme suit : « mauvais », « passable », « bon », « inconnu » ou « sans objet » (Tableau 3).

Table 2. The Population Status Matrix combines the Relative Abundance Index and Population Trajectory rankings to establish the Population Status for each Eastern Sand Darter population in Ontario. The resulting Population Status has been categorized as Extirpated, Poor, Fair, Good, or Unknown.

		Population Trajectory			
		Increasing	Stable	Decreasing	Unknown
Relative Abundance Index	Low	Poor	Poor	Poor	Poor
	Medium	Fair	Fair	Poor	Poor
	High	Good	Good	Fair	Fair
	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown
	Extirpated	Extirpated	Extirpated	Extirpated	Extirpated

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 afin d'établir l'état de la population pour chacune des populations de dard de sable de l'Ontario. L'état qui en résulte a été classé en différentes catégories : disparu, mauvais, passable, bon ou inconnu.

		Trajectoire de la population			
		En augmentation	Stable	En déclin	Inconnue
Relative Abundance Index	Faible	Mauvais	Mauvais	Mauvais	Mauvais
	Moyen	Passable	Passable	Mauvais	Mauvais
	Élevé	Bon	Bon	Passable	Passable
	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
	Disparu	Disparu	Disparu	Disparu	Disparu

Table 3. Population Status for all Eastern Sand Darter populations in Ontario, resulting from an analysis of both the Relative Abundance Index and Population Trajectory. Certainty assigned to each Population Status is reflective of the lowest level of certainty associated with either initial parameter (Relative Abundance Index, or Population Trajectory).

Population	Population Status	Certainty
Lake Huron drainage		
Ausable River	Extirpated	2
Lake St. Clair drainage		
Lake St. Clair	Poor	3
Thames River	Good	1
Sydenham River	Poor	3
Lake Erie drainage		
Western Basin	Unknown	3
Rondeau Bay	Unknown	3
Long Point Bay	Poor	2
Catfish Creek	Extirpated	3
Big Otter Creek	Extirpated	3
Big Creek	Poor	3
Grand River	Good	2

Tableau 3. État de toutes les populations de dard de sable en Ontario selon l'analyse de l'indice d'abondance relative et de la trajectoire de la population. Le niveau de certitude attribué à chaque état de la population reflète le plus bas niveau de certitude 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
Bassin hydrographique du lac Huron		
<i>Rivière Ausable</i>	Disparu	2
Bassin hydrographique du lac Sainte-Claire		
<i>Lac Sainte-Claire</i>	Mauvais	3
<i>Rivière Thames</i>	Bon	1
<i>Rivière Sydenham</i>	Mauvais	3
Bassin hydrographique du lac Érié		
<i>Bassin de l'ouest</i>	Inconnu	3
<i>Baie Rondeau</i>	Inconnu	3
<i>Baie Long Point</i>	Mauvais	2
<i>Ruisseau Catfish</i>	Disparu	3
<i>Ruisseau Big Otter</i>	Disparu	3
<i>Ruisseau Big</i>	Mauvais	3
<i>Rivière Grand</i>	Bon	2

HABITAT REQUIREMENTS

SPAWNING

Various spawning temperatures have been reported for Eastern Sand Darter ranging from 14°C (Holm *et al.* 2009) to 25.5°C (Facey 1998). Spawning has been noted to occur throughout the months of April to August (Spreitzer 1979; Johnston 1989; Facey 1998; Faber 2006). Holm and Mandrak (1996) concluded that spawning probably occurred between late June and late July in Ontario based on gonadal examination of specimens from the Royal Ontario Museum. More recently, analysis of daily growth increments on otoliths of young-of-the-year (YOY) Eastern Sand Darter from the Thames River indicated that emergence occurred from early May to late June, requiring spawning to occur from late April to mid-June, based on a five-day incubation time (Finch 2009). Thus, spawning in Ontario populations may occur earlier than previously estimated. Spawning has only been observed in a laboratory setting

BESOINS EN MATIÈRE D'HABITAT

FRAI

On a enregistré un éventail de températures favorables au frai du dard de sable, allant de 14 °C (Holm *et al.* 2009) à 25,5 °C (Facey, 1998). On a remarqué que le frai a lieu au cours des mois d'avril à août (Spreitzer 1979; Johnston 1989; Facey 1998; Faber 2006). Holm et Mandrak (1996) ont conclu que le frai a probablement lieu entre la fin de juin et la fin de juillet en Ontario, selon l'examen des gonades de spécimens du Musée royal de l'Ontario. Plus récemment, une analyse de la croissance quotidienne reposant sur des otolithes de dards de sable qui étaient des jeunes de l'année de la rivière Thames indique que l'émergence a lieu entre le début de mai et la fin de juin, ce qui suppose que le frai a lieu entre la fin d'avril et la mi-juin si l'on calcule une période d'incubation de cinq jours (Finch, 2009). En conséquence, le frai chez les populations ontariennes peut avoir lieu plus tôt que ce qu'on avait estimé. Le frai n'a été observé qu'en laboratoire (Johnston,

(Johnston 1989). Eastern Sand Darter from an Indiana population were observed spawning in a laboratory experiment when water temperature was between 20.5-23°C (Johnston 1989). In this laboratory experiment eggs were found buried in a mixed sand and gravel substrate (Johnston 1989). A comprehensive examination of growth, longevity, survival, maturation, fecundity, clutch and egg size for the Eastern Sand Darter population in the Thames River has now been completed (please refer to COSEWIC 2009; Finch 2009).

LARVAL & JUVENILE

There is very limited information on larval and juvenile Eastern Sand Darter habitat requirements. It has been reported that early juveniles are more tolerant than adults of silt margins occurring in areas adjacent to coarse sand and gravel (Simon and Wallus 2006); however, Drake *et al.* (2008) reported that first year back-calculated growth rate in Eastern Sand Darter collected from the Thames River was lowest for individuals found in silt habitat when compared to those in sand-dominated habitats. Limited information on this life stage may be because this stage is relatively short-lived, as all fish mature the spring following hatching (A. Dextrase, Ontario Ministry of Natural Resources, personal communication). Despite limited information on larval and juvenile Eastern Sand Darter, recently transformed juveniles (total length 18-23 mm) have been caught in the same habitat as adults in the Thames River (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data), supporting the inference of habitat requirements from other well-studied life stages.

1989). On n'a observé des dards de sable en train de frayer qu'au cours d'une expérience en laboratoire, alors que la température de l'eau se situait entre 20,5 et 23 °C (Johnston, 1989). Dans le cadre de cette expérience en laboratoire, on avait trouvé des œufs enfouis dans un substrat constitué d'un mélange de sable et de gravier (Johnston, 1989). Un examen exhaustif de la croissance, de la longévité, de la survie, de la maturation, de la fécondité, de la taille des pontes et de celle des œufs de la population de dards de sable de la rivière Thames a été achevé (s'il vous plaît se référer à COSEWIC 2009; Finch, 2009)

LARVES ET JUVÉNILES

On possède très peu d'information sur les besoins en matière d'habitat des larves et des juvéniles du dard de sable. Les juvéniles précoces tolèrent mieux les substrats composés de limon que l'on trouve en marge des substrats de sable grossier et de gravier (Simon and Wallus 2006); cependant, Drake *et al.* (2008) indiquent que le taux de croissance au cours de la première année chez les dards de sable recueillis dans la rivière Thames était inférieur pour les individus prélevés dans un habitat de limon, comparativement à ceux prélevés dans un habitat principalement composé de sable. L'information est limitée sur ce stade de développement, probablement parce que la durée de ce stade est relativement courte, les poissons atteignant la maturité au cours du printemps suivant l'éclosion (A. Dextrase, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, communication personnelle). Malgré l'information limitée sur les larves et les juvéniles du dard de sable, des juvéniles de transformation récente (longueur totale de 18 à 23 cm) ont été capturés dans les mêmes habitats que les adultes fréquentent dans la rivière Thames (A. Dextrase, MRNO, données non publiées), ce qui soutient les conclusions qui ont été tirées sur les besoins en matière d'habitat à partir de données concernant d'autres stades de développement ayant été étudiés en profondeur.

ADULT

Adult Eastern Sand Darter inhabit streams, rivers and sandy shoals in lakes in areas dominated by sandy substrate (Scott and Crossman 1973). Eastern Sand Darter have a very strong association to sand substrates, although they have been collected over various substrate types. Their association with sandy substrates is most likely related to their fossorial behavior, which has been suggested to increase prey ambush efficiency (Trautman 1981; Daniels 1989) and decrease energy expenditures in flowing water (Simon 1991).

In rivers, they are generally associated with depositional areas downstream of bends in the river (Daniels 1993; Facey 1998). Dextrase (OMNR, unpubl. data) found that in the Thames River, Eastern Sand Darter were most often found at sites dominated by sand (0.06-2.0 mm) or fine gravel (2.0-8.0 mm), and found that they were completely absent from sites dominated by silt (<0.06 mm) or cobble (>64 mm). Conversely, Poos *et al.* (2008) found that in the Sydenham River, Eastern Sand Darter presence was positively associated with cobble substrate, and found no association with the percent of sand. Poos *et al.* (2008) also noted a positive association between Eastern Sand Darter presence and flow in the Sydenham River, although flow does not seem to be an important factor in either the Grand or Thames rivers (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data). Finch (2009) reported a positive association between Eastern Sand Darter abundance and increased dissolved oxygen levels (in addition to sand substrates), concluding that habitat selection may not only be related to sand substrates but Eastern Sand Darter may be concurrently selecting areas with preferred velocity and, therefore, higher dissolved oxygen levels. Drake *et al.* (2008) captured adult Eastern Sand Darter of varying abundances within sand and silt-dominated habitats. However, unlike young-of-the-year life stages, adult growth rates were not related to substrate composition.

ADULTES

Les dards de sable adultes vivent dans des cours d'eau et des hauts-fonds de sable situés dans des lacs, dans les zones où le substrat est principalement composé de sable (Scott and Crossman 1973). Le dard de sable est fortement associé aux substrats de sable, bien qu'on l'ait capturé sur divers autres types de substrats. Leur préférence pour les substrats sableux est vraisemblablement liée à leur habitude à s'enfouir, ce qui les aiderait à piéger les proies (Trautman 1981; Daniels 1989) et diminuerait la dépense d'énergie dans les eaux vives (Simon, 1991).

Dans les cours d'eau, l'espèce est d'ordinaire associée aux aires de sédimentation se trouvant en aval des courbes fluviales. (Daniels 1993; Facey 1998). Dextrase (MRNO, données non publiées) a observé que, dans la rivière Thames, le dard de sable était plus souvent présent à des endroits où le substrat est composé principalement de sable (0,06-2,0 mm) ou de gravier fin (2,0-8,0 mm) et qu'il était absent des endroits où le substrat est principalement composé de limon (< 0,06 mm) ou de galets (> 64 mm). À l'inverse, Poos *et al.* (2008) ont observé que la présence du dard de sable dans la rivière Sydenham était associée au substrat de galets plutôt qu'au pourcentage de sable. Poos *et al.* (2008) ont également remarqué que la présence du dard de sable était associée au débit dans la rivière Sydenham, bien que ce dernier ne semble pas être un facteur important dans les rivières Grand ou Thames (A. Dextrase MRNO, données non publiées). Finch (2009) a observé que l'abondance du dard de sable était associée à des concentrations d'oxygène dissous élevées (en plus des substrats de sable) et a conclu que le choix d'un habitat peut être lié non seulement à la présence d'un substrat de sable, mais aussi à celle d'une vitesse appropriée et, par conséquent, de concentrations d'oxygène dissous plus élevées. Drake *et al.* (2008) ont capturé des dards de sable, dans des nombres variables, dans des habitats composés principalement de sable et de limon. Cependant, à la

différence du stade de jeune de l'année, les taux de croissance des adultes n'étaient pas liés à la composition du substrat.

Shallow water depth is generally associated with Eastern Sand Darter preferred habitat, with many authors identifying a preference of <1.5 m, although this may be the result of a sampling bias related to sampling wadeable habitats. Scott and Crossman (1973) noted that Eastern Sand Darter were captured from Lake Erie by trawling in 14.6 m of water. Recently, Eastern Sand Darter were captured by trawling in both the Grand and Thames rivers at depths ranging from 2 to 3.5 m (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data; DFO, unpubl. data).

In lacustrine systems, Eastern Sand Darter were found in the nearshore on sand substrate, and are typically associated with wave-protected, sand beaches (Edwards *et al.* 2007).

RESIDENCE

Residence is defined in SARA as a, "dwelling-place, such as a den, nest or other similar area or place, that is occupied or habitually occupied by one or more individuals during all or part of their life cycles, including breeding, rearing, staging, wintering, feeding or hibernating". Residence is interpreted by DFO as being constructed by the organism. In the context of the above narrative description of habitat requirements during larval, juvenile and adult life stages, Eastern Sand Darter does not construct residences during its life cycle.

THREATS

A wide variety of threats negatively impact Eastern Sand Darter across its range. The greatest threats to the survival and persistence of Eastern Sand Darter are related to the degradation and/or loss of preferred habitat. In Ontario rivers,

D'ordinaire, l'habitat de prédilection du dard de sable présente des eaux peu profondes, de nombreux auteurs ayant mentionné que l'espèce préfère des profondeurs inférieures à 1,5 m. Il peut toutefois s'agir d'un biais d'échantillonnage, celui-ci étant effectué dans des habitats accessibles à gué. Scott et Crossman (1973) affirment que des dards de sable ont été capturés à l'aide d'un chalut dans des eaux d'une profondeur de 14,6 m. Récemment, des dards de sable ont été capturés à l'aide d'un chalut dans les rivières Grand et Thames à des profondeurs allant de 2 à 3,5 m (A. Dextrase, MRNO, données non publiées; MPO, données non publiées).

Dans les réseaux lacustres, les dards de sable sont présents dans les substrats de sable des zones littorales et sont d'ordinaire associés aux plages sablonneuses protégées des vagues (Edwards *et al.* 2007).

RÉSIDENCE

La LEP définit comme suit le terme « résidence » : gîte – terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable – occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant toute ou une partie de leur vie, notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation. Le MPO associe la notion de « résidence » à une construction par l'espèce. D'après les exigences susmentionnées relatives à l'habitat au cours des différents stades (jeune de l'année, juvénile et adulte), le concept de résidence ne s'applique pas au dard de sable.

MENACES

Un vaste éventail de menaces ont un impact négatif sur le dard de sable dans l'ensemble de son aire de répartition. Les menaces les plus importantes pesant sur la survie et la pérennité du dard de sable sont liées à la dégradation ou la perte de son habitat de

numerous activities are known to negatively affect fish habitat; however, those most commonly related to the destruction and degradation of Eastern Sand Darter habitat relate to agricultural and urban development, and result in increased turbidity, sediment loading, and siltation, increased levels of contaminants and toxic substances, and increases in nutrient loading (SSRT 2001; TRRT 2005; Edwards *et al.* 2007; Portt *et al.* 2007; EERT 2008). Physical modifications, such as the creation of impoundments and dams, can create barriers to movement, alter flow regimes and contribute to increased sedimentation. Habitat loss in the form of river and lake shoreline modifications can lead to altered flow regimes and coastal processes resulting in the loss of Eastern Sand Darter preferred habitat. These factors can detrimentally affect Eastern Sand Darter populations and decrease the likelihood of recovery by fragmenting populations. Declines in Eastern Sand Darter populations may be linked to the presence of exotic species. Specifically, Round Goby in the Great Lakes may be negatively affecting Eastern Sand Darter by out-competing them for space and resources. The degree to which the baitfish industry affects Eastern Sand Darter is currently unknown, but incidental harvest associated with the baitfish industry may pose a threat to the persistence of Eastern Sand Darter populations. It is important to note that most Eastern Sand Darter populations are facing more than a single threat, and that the cumulative impacts of multiple threats may exacerbate their decline. It is quite difficult to quantify these interactions and; therefore, each threat is discussed independently.

prédilection. On sait que de nombreuses activités menées dans les cours d'eau de l'Ontario ont un effet négatif sur l'habitat du poisson; cependant, celles qui causent plus couramment la destruction et la dégradation de l'habitat du dard de sable sont liées au développement agricole et urbain et entraînent une augmentation de la turbidité, de la charge en sédiments, de l'envasement, des taux de contaminants et de substances toxiques ainsi que de la charge en éléments nutritifs (SSRT 2001; TRRT 2005; Edwards *et al.* 2007; Portt *et al.* 2007; EERT 2008). Les modifications physiques, comme la construction d'ouvrages de retenue et de barrages, peuvent faire obstacle au déplacement des poissons, modifier les régimes d'écoulement et contribuer à l'augmentation de la sédimentation. L'aménagement des rives lacustres et fluviales peut provoquer la modification des régimes d'écoulement et des phénomènes côtiers, ce qui cause la perte de l'habitat de prédilection du dard de sable. Ces facteurs peuvent toucher de façon négative les populations de dards de sable et diminuer la probabilité de rétablissement en fragmentant les populations. Le déclin de l'abondance des populations de dards de sable peut être lié à la présence d'espèces exotiques. Plus particulièrement, le gobie à taches noires dans les Grands Lacs peut avoir un impact négatif sur le dard de sable en exerçant une concurrence sur les plans de l'espace et des ressources. La mesure dans laquelle l'industrie des poissons-appâts touche le dard de sable est inconnue à l'heure actuelle, mais les prises accidentelles effectuées par cette industrie peuvent représenter une menace à la pérennité des populations de dards de sable. Il convient de noter que la plupart des populations de dards de sable font face à plus d'une menace, et les impacts cumulatifs posés par de multiples menaces peuvent augmenter le déclin. Il est assez difficile de quantifier ces interactions, et c'est pourquoi les menaces sont traitées séparément.

TURBIDITY AND SEDIMENT LOADING

Increased turbidity from sediment loading is considered to be the primary threat negatively affecting Eastern Sand Darter populations in Ontario (Holm and Mandrak 1996). Increased turbidity, as a result of agricultural practices, is believed to have degraded preferred habitat in many of the watersheds occupied, historically and currently, by Eastern Sand Darter (Holm and Mandrak 1996). Increased sediment loading can impact Eastern Sand Darter by reducing the oxygen concentrations in the substrate, particularly relevant while burrowed, and decreasing prey abundance (Holm and Mandrak 1996; Grandmaison *et al.* 2004; EERT 2008). Increased siltation can also reduce the number and quality of suitable spawning areas, leading to decreases in egg survival (Finch 2009). In addition, it has been reported that 0+ growth was negatively correlated to percent silt substrate composition, compromising Eastern Sand Darter growth rates (Drake *et al.* 2008). It has been reported that there are relatively few silt-free habitat patches that remain in the Sydenham River, and that the availability of silt-free habitat patches is likely the most important limiting factor for Eastern Sand Darter in this system (Dextrase *et al.* 2003). Increased turbidity has been linked to a decrease in riparian zones, leading to decreased bank stability and increased erosion, as well as erosion from channelized stream segments and poorly constructed bridge crossings (Dextrase *et al.* 2003). Heavy siltation as a result of tobacco farming from the 1930s to 1960s likely caused the extirpation of Eastern Sand Darter from Big Otter Creek (Holm and Mandrak 1996). In addition, agricultural nutrient and excessive sediment loading leading to siltation is considered to be an obstacle to recovery in both the Big Otter Creek and Catfish Creek (Edwards *et al.* 2007).

TURBIDITÉ ET CHARGE EN SÉDIMENTS

On considère que l'augmentation de la turbidité attribuable à la charge en sédiments est la principale menace ayant un impact négatif sur les populations de dards de sable de l'Ontario (Holm and Mandrak 1996). On estime que l'augmentation de la turbidité résultant des pratiques agricoles a causé la dégradation de l'habitat de prédilection du dard de sable dans de nombreux bassins hydrographiques occupés par le passé et actuellement par cette espèce (Holm and Mandrak 1996). L'augmentation de la charge en sédiments peut avoir un impact sur le dard de sable en diminuant les concentrations d'oxygène dans le substrat, ce qui affecte particulièrement le dard de sable lorsqu'il est enfoui, et en réduisant l'abondance des proies (Holm and Mandrak 1996; Grandmaison *et al.* 2004; EERT 2008). L'augmentation de l'envasement peut également réduire le nombre et la qualité de zones de frai appropriées, ce qui réduit la survie des œufs (Finch, 2009). En outre, on a observé qu'il existe une corrélation négative entre la croissance à l'âge 0+ et le pourcentage de limon présent dans la composition du substrat, ce qui entraîne une réduction des taux de croissance chez le dard de sable (Drake *et al.* 2008). On a observé qu'il reste relativement peu de parcelles d'habitat exemptes de limon dans la rivière Sydenham et que la disponibilité de ces parcelles est probablement le facteur limitatif le plus important pour le dard de sable au sein de ce réseau (Dextrase *et al.* 2003). L'augmentation de la turbidité est liée à la diminution des zones riveraines, laquelle entraîne une diminution de la stabilité des berges et une augmentation de l'érosion, ainsi qu'à l'érosion provoquée par la présence de segments de cours d'eau de formation artificielle et de traversées de pont mal construites (Dextrase *et al.* 2003). Un important envasement dû aux activités de production de tabac entre les années 1930 et 1960 a vraisemblablement causé la disparition du dard de sable dans le ruisseau Big Otter (Holm and Mandrak 1996). En outre, les éléments nutritifs d'origine agricole et les charges excessives en

sédiments causant l'envasement sont considérés comme étant des obstacles au rétablissement dans les ruisseaux Big Otter et Catfish (Edwards *et al.* 2007)

CONTAMINANTS AND TOXIC SUBSTANCES

Eastern Sand Darter is considered to be a pollution-intolerant species (Barbour *et al.* 1999), although there is a lack of evidence on the direct or indirect effects of toxic substances on Eastern Sand Darter populations. Contaminants affecting Eastern Sand Darter populations may be industrial, urban, or agricultural in origin. Eastern Sand Darter may be particularly vulnerable to contaminants as it is highly associated with the sediment (burrowing behavior and consumption of sediment-dwelling invertebrates) where contaminant levels may be high (Grandmaison *et al.* 2004). Toxic substances can take on the form of pesticides used in agriculture, golf courses, and urban areas and can enter the watercourse with runoff (TRRT 2005). Specifically, pesticides may be of particular importance to Eastern Sand Darter populations through low-level chronic exposure, or episodes of acute exposure (COSEWIC 2009). A. Dextrase (OMNR, unpubl. data in COSEWIC 2009) reported four separate chemical or fertilizer spills in the Ausable, Grand, Sydenham and Thames river watersheds that have resulted in fish kills, though the direct impact on Eastern Sand Darter is unknown.

NUTRIENT LOADING

Nutrient loading has been identified as a primary threat affecting species at risk in the Ausable, Sydenham and Thames rivers (Staton *et al.* 2003; Taylor *et al.* 2004; Nelson 2006), and in Lake St. Clair and Lake Erie (EERT 2008). Degradation of Eastern Sand Darter preferred habitat may

CONTAMINANTS ET SUBSTANCES TOXIQUES

On considère que le dard de sable est une espèce vulnérable à la pollution (Edwards *et al.* 2007), bien qu'on ait pas de preuve des effets directs ou indirects des substances toxiques sur les populations de dards de sable. Les contaminants ayant un impact sur les populations de dards de sables peuvent être d'origine industrielle, urbaine ou agricole. Le dard de sable peut être particulièrement vulnérable aux contaminants puisqu'il est fortement associé aux sédiments (comportement fouisseur et consommation d'invertébrés vivant dans les sédiments), dans lesquels les concentrations de contaminants peuvent être élevées (Grandmaison *et al.* 2004). Les substances toxiques peuvent être des pesticides utilisés en agriculture, sur les terrains de golf et dans les zones urbaines et peuvent entrer dans les cours d'eau par le ruissellement (TRRT, 2005). Les pesticides, notamment, peuvent revêtir une importance particulière pour les populations de dards de sable en cas d'expositions chroniques à de faibles concentrations ou d'expositions aiguës (COSEPAC, 2009). A. Dextrase (MNRO, données non publiées dans COSEPAC, 2009) fait état de quatre déversements distincts de produits chimiques ou d'engrais dans les bassins hydrographiques des rivières Ausable, Grand, Sydenham et Thames, lesquels ont provoqué la mort de poissons; cependant, on ne sait pas si ces événements ont eu un impact direct sur le dard de sable.

CHARGE EN ÉLÉMENTS NUTRITIFS

La charge en éléments nutritifs est l'une des principales menaces touchant les espèces en péril dans les rivières Ausable, Sydenham et Thames (Staton *et al.* 2003; Taylor *et al.* 2004; Nelson 2006) ainsi que dans les lacs Sainte-Claire et Érié (EERT, 2008). La dégradation de l'habitat de prédilection du dard de sable

occur through increases in nutrient loading from manure and fertilizer applications leaching into waterbodies, or sewage treatment outputs (Page and Retzer 2002). These increased nutrient levels can lead to the development of algal blooms and, consequently, to decreased levels of dissolved oxygen once the blooms begin to senesce (EERT 2008). Nutrient loading has been listed as a primary threat to the south shore of Lake St. Clair, and various locations in Lake Erie (e.g., Point Pelee and Rondeau Bay), which are all areas historically or currently occupied by Eastern Sand Darter (EERT 2008). Excessive nutrient loading has dramatically affected Lake Erie, which underwent extensive oxygen depletion as a result of excessive nutrient loading from 1955 to 1980 (Koonce *et al.* 1996).

BARRIERS TO MOVEMENT

Several dams and impoundments can be found throughout the range of the Eastern Sand Darter. Dams create impassible structures, potentially fragmenting upstream and downstream populations (Grandmaison *et al.* 2004). This fragmentation decreases the probability of a rescue effect from neighbouring Eastern Sand Darter populations, increasing the species' vulnerability to extirpation. Dextrase *et al.* (2003) noted that the creation of an impoundment at Strathroy in the 1960s may have had a negative impact on Eastern Sand Darter populations present in the East Sydenham River.

ALTERED FLOW REGIMES

In riverine systems, alterations of channel structure and flow may be detrimental to Eastern Sand Darter populations due to this species marked reliance on slow-moving water over sand substrate, typical of a river depositional area (Daniels 1989; Holm and

est due à l'augmentation de la charge en éléments nutritifs provenant du lessivage des fumiers et des engrais vers les plans d'eau ou, encore, des effluents des installations de traitement des eaux usées (Page and Retzer 2002). Cette augmentation des concentrations en éléments nutritifs peut entraîner des proliférations d'algues et, par conséquent, faire diminuer les concentrations d'oxygène dissous pendant la phase de sénescence de ces proliférations (EERT, 2008). La charge en éléments nutritifs est menace majeure dans la zone littorale sud du lac Sainte-Claire et dans différents emplacements du lac Érié (p. ex. pointe Pelée et baie Rondeau), où des zones d'occurrence historique et actuelles du dard de sable sont présentes (EERT, 2008). De 1955 à 1980, la charge excessive en éléments nutritifs a touché de façon spectaculaire le lac Érié en occasionnant un important épuisement de l'oxygène présent dans ce plan d'eau (Koonce *et al.* 1996).

OBSTACLES AUX DÉPLACEMENTS

On trouve plusieurs barrages et ouvrages de retenue dans l'ensemble de l'aire de répartition du dard de sable. Les barrages sont des structures infranchissables, ce qui peut fragmenter les populations en amont et en aval (Grandmaison *et al.* 2004). Cette fragmentation diminue la probabilité d'un effet d'immigration attribuable aux populations de dards de sable voisines et augmente la vulnérabilité de l'espèce à la disparition. Dextrase *et al.* (2003) ont remarqué que la construction d'un ouvrage de retenue à Strathroy dans les années 1960 peut avoir eu un impact négatif sur les populations de dards de sable présentes dans la rivière East Sydenham.

MODIFICATIONS DES RÉGIMES D'ÉCOULEMENT

Dans les réseaux fluviaux, les modifications de la structure du chenal et du débit peuvent avoir un impact négatif sur les populations de dards de sable en raison de la préférence de ces poissons pour des habitats où le débit de l'eau est lent et où le substrat est composé de

Mandrak 1996). Changes in hydrological processes, such as the construction of tile drains, responsible for the creation of these depositional areas may have a significant effect on Eastern Sand Darter populations. Drake *et al.* (2008) reported that reductions in annual channel discharge negatively affected seasonal young-of-the-year growth, implying subsequent reductions of adult fecundity attributable to low flow conditions. In addition, channelization activities that alter the meandering patterns of streams and rivers, may have a large impact (Dextrase *et al.* 2003).

Impoundments can also negatively impact Eastern Sand Darter populations by flooding upstream riffles, promoting siltation, and reducing flows downstream (Grandmaison *et al.* 2004; Edwards *et al.* 2007). The lacustrine habitat created directly upstream of the dam may not be suitable for Eastern Sand Darter, thus decreasing preferred habitat. Examples can be found in the Grand River Eastern Sand Darter occupied range, where two mainstem dams are present (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data). The area directly upstream of these dams is characterized by minimal flow, extensive macrophyte coverage and fine sediment, creating unsuitable habitat for Eastern Sand Darter (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data).

SHORELINE MODIFICATIONS

Altered coastal processes can result from various human structures in both lacustrine and riverine aquatic systems. Habitat loss in both Lake St. Clair and Lake Erie resulting from lake shoreline modifications are an ongoing concern (EERT 2008). A large

sable, caractéristiques d'ordinaire observées dans les aires de sédimentation des cours d'eau (Daniels 1989; Holm and Mandrak 1996). Des changements dans les processus hydrologiques, comme la construction de drains en tuyaux, qui sont à la base de la création des aires de sédimentation peuvent avoir un effet important sur les populations de dards de sable. Drake *et al.* (2008) ont observé que la réduction du débit d'eau annuel du chenal peut avoir un effet négatif saisonnier sur la croissance des jeunes de l'année, entraînant des réductions subséquentes de la fécondité chez les adultes attribuables aux conditions de faible débit. En outre, les activités de canalisation qui modifient le tracé des méandres des cours d'eau peuvent avoir un impact important (Dextrase *et al.* 2003)

Les ouvrages de retenue peuvent également avoir un impact négatif sur les populations de dards de sable puisqu'ils inondent les rapides en amont, favorisent l'envasement et réduisent le débit en aval (Grandmaison *et al.* 2004; Edwards *et al.* 2007). Il est possible que l'habitat lacustre créé directement en amont du barrage ne soit pas approprié pour le dard de sable; par conséquent, cela réduit la disponibilité de l'habitat de prédilection. Des exemples de cette situation peuvent être observés dans l'aire de répartition occupée par le dard de sable dans la rivière Grand, où le chenal principal est entrecoupé de deux barrages (A. Dextrase, MRNO, données non publiées). La zone située directement en amont de ces barrages est caractérisée par un débit minimal, par la présence de macrophytes sur une vaste superficie et des sédiments fins, ce qui ne constitue pas un habitat approprié pour le dard de sable (A. Dextrase, MRNO, données non publiées).

MODIFICATIONS DU LITTORAL

Divers types de structures fabriquées par l'homme peuvent entraîner une modification des phénomènes côtiers dans les réseaux aquatiques fluviaux et lacustres. La perte d'habitat dans les lacs Sainte-Claire et Érié causée par l'aménagement des rives demeure

portion of the Lake St. Clair shoreline has been artificially hardened, filled, or dredged for human use (EERT 2008). Other modifications can include the construction of docks, marinas, offshore break walls, and the creation of artificial dykes, groynes, and jetties (Reid and Mandrak 2008). These modifications have the ability to alter nearshore sediment transport and deposition processes (Koonce *et al.* 1996), and can result in the loss of nearshore sand substrate, the reduction of the size of beaches and, ultimately, the loss of suitable Eastern Sand Darter habitat (Meadows *et al.* 2005).

In riverine systems, shoreline modifications can include shoreline hardening, channelization, and the construction of docks and marinas. As discussed in the ALTERED FLOW REGIMES section, channelization activities can alter flow regimes and the meandering patterns of streams and rivers, which may have a large impact on Eastern Sand Darter populations (Dextrase *et al.* 2003). Rivers identified as being particularly affected by this threat include Ausable, Sydenham and Thames (Edwards *et al.* 2007).

EXOTIC SPECIES AND DISEASE

The introduction and establishment of the Round Goby throughout the Great Lakes may be negatively impacting Eastern Sand Darter populations, although the direct effect is currently unknown (COSEWIC 2009). The Round Goby was accidentally introduced into the St. Clair River in the mid-1980s, and has since flourished throughout the Great Lakes. The Round Goby may be out-competing Eastern Sand Darter for resources (e.g., space, habitat, food). Round Goby presence has been associated with the decline of many native benthic fishes including: Logperch (*Percina caprodes*) and Mottled Sculpin (*Cottus bairdii*) in the St. Clair River (Jude and DeBoe 1996; French and Jude 2001); Johnny Darter (*Etheostoma*

une préoccupation constante (EERT, 2008). Une grande partie de la rive du lac Sainte-Claire a été artificialisée, remplie ou draguée à des fins d'utilisation humaine (EERT, 2008). Parmi les autres modifications apportées, mentionnons la construction de quais, de marinas, de brise-lames au large ainsi que de digues, d'épis et de jetées artificiels (Reid and Mandrak 2008). Ces modifications peuvent perturber les processus de transport et de dépôt des sédiments près des rives (Koonce *et al.* 1996) et provoquer une dégradation du substrat sableux du littoral, une diminution de la taille des plages et, enfin, la perte d'habitat approprié pour le dard de sable (Meadows *et al.* 2005).

Dans les réseaux fluviaux, l'aménagement des rives peut comprendre l'artificialisation des rives, la canalisation ainsi que la construction de quais et de marinas. Comme on l'a mentionné dans la section portant sur la modification du régime d'écoulement, les activités de canalisation peuvent modifier les régimes d'écoulement et le tracé des méandres d'un cours d'eau, ce qui peut avoir un impact important sur les populations de dards de sable (Dextrase *et al.* 2003). Parmi les cours d'eau plus particulièrement touchés par cette menace, mentionnons les rivières Ausable, Sydenham et Thames (Edwards *et al.* 2007).

ESPÈCES EXOTIQUES ET MALADIES

L'introduction et l'établissement du gobie à taches noires dans l'ensemble des Grands Lacs peuvent avoir un impact négatif sur les populations de dards de sable, bien qu'actuellement on ne connaisse pas l'effet direct de cette invasion (COSEPAC, 2009). Le gobie à taches noires a été introduit accidentellement dans la rivière Sainte-Claire au milieu des années 1980 et, depuis, prospère dans l'ensemble des Grands Lacs. Le gobie à taches noires peut faire concurrence au dard de sable pour les ressources (p. ex. espace, habitat, nourriture). La présence du gobie à taches noires est liée au déclin de nombreuses espèces de poissons benthiques indigènes, y compris : le fouille-roche (*Percina caprodes*) et le chabot tacheté (*Cottus bairdii*) dans la rivière

nigrum), Logperch and Trout-perch (*Percopsis omiscomaycus*) in Lake St. Clair (Thomas and Haas 2004); and, Channel Darter, Fantail Darter (*E. flabellare*), Greenside Darter (*E. blennioides*), Johnny Darter, and Logperch in the Bass Islands (Baker 2005). The Round Goby is now present in all of the historic Eastern Sand Darter river systems in Ontario (A. Dextrase, OMNR, personal communication). Preliminary trawl data from the lower Grand River show a negative correlation between the abundances of Eastern Sand Darter and Round Goby (A. Dextrase, OMNR, unpubl. data). This negative correlation may be the result of impacts Round Goby are having on Eastern Sand Darter through competition and predation. This is supported by results presented by Poos *et al.* (2010) who indicated that Round Goby may be having negative impacts on Eastern Sand Darter populations through competition and predation.

INCIDENTAL HARVEST

The use of Eastern Sand Darter as a baitfish is illegal in Ontario (Ontario Ministry of Natural Resources 2010). Although Eastern Sand Darter is not a targeted baitfish species, there is an overlap in preferred Eastern Sand Darter habitat and areas targeted by baitfish harvesters; therefore, incidental catch may occur. There are two typical baitfish harvest methods used in the baitfish industry. The first consists of the inland baitfish industry, but the habitat targeted is generally inconsistent with preferred Eastern Sand Darter habitat and, therefore, the threat of incidental harvest from this method is thought to be negligible (A. Drake, University of Toronto, personal communication). The second type of harvest occurs in the nearshore areas of the Great Lakes and generally target Emerald Shiner (*Notropis atherinoides*) habitat consisting of clear and sandy-bottom areas. This type of

Sainte-Claire (Jude and DeBoe 1996; French and Jude 2001); le raseux-de-terre (*Etheostoma nigrum*), le fouille-roche et l'omisco (*Percopsis omiscomaycus*) dans le lac Sainte-Claire (Thomas and Haas 2004); le fouille-roche gris, le dard barré (*E. flabellare*), le dard vert (*E. blennioides*), le raseux-de-terre et le fouille-roche aux îles Bass (Baker, 2005). Le gobie à taches noires est maintenant présent dans tous les réseaux hydrographiques en Ontario où on observait historiquement le dard de sable (A. Dextrase, MRNO, communication personnelle). Les données préliminaires de la pêche au chalut provenant du cours inférieur de la rivière Grand montrent une corrélation négative entre l'abondance du dard de sable et celle du gobie à taches noires (A. Dextrase, MRNO, données non publiées). Cette corrélation négative est peut-être due à l'impact que cause le gobie à taches noires sur le dard de sable en raison de la concurrence et de la prédation. Cette hypothèse est soutenue par les résultats de Poos *et al.* (2010), qui indiquent que le gobie à taches noires peut avoir des impacts négatifs sur les populations de dards de sable en raison de la concurrence et de la prédation.

CAPTURES ACCIDENTELLES

L'utilisation du dard de sable comme poissons-appât est interdite en Ontario (ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, 2010). Même si le dard de sable n'est pas une espèce visée dans le cadre de la pêche aux poissons-appâts, l'habitat de celui-ci et les zones où l'on pratique cette pêche se chevauchent; par conséquent, des prises accidentelles sont possibles. D'ordinaire, il existe deux types de pêche aux poissons-appâts au sein de l'industrie. Le premier est la pêche intérieure aux poissons-appâts pratiquée par l'industrie, mais l'habitat où celle-ci a lieu ne correspond pas à l'habitat de prédilection du dard de sable; par conséquent, on estime que la menace de prises accidentelles découlant de cette pêche est négligeable (A. Drake, Université de Toronto, communication personnelle). Le deuxième type de pêche est celui pratiqué dans les zones littorales des Grands Lacs, à savoir la pêche qui cible d'ordinaire l'habitat

harvest is thought to pose a greater potential threat to Eastern Sand Darter populations as the targeted habitat type is consistent with Eastern Sand Darter preferred habitat; however, due to the rarity of this species and sparse distribution, the probability of incidental capture is still considered to be low (A. Drake, University of Toronto, personal communication).

CLIMATE CHANGE

Through discussion on the effects of climate change on Canadian fish populations, impacts such as increases in water and air temperatures, changes (decreases) in water levels, shortening of the duration of ice cover, increases in the frequency of extreme weather events, emergence of diseases, and shifts in predator-prey dynamics have been highlighted, all of which may negatively impact native fishes (Lemmen and Warren 2004). One hypothesis suggests that warmwater species, at the northern extent of their range, such as the Eastern Sand Darter, may benefit from increased water temperature allowing them to expand their distribution northwards (Chu *et al.* 2005). On the other hand, the high vulnerability of this species to specific environmental conditions may limit its distribution. Since the effects of climate change on Eastern Sand Darter are highly speculative, it is difficult to determine the likelihood and impact of this threat on each Eastern Sand Darter population; therefore, the threat of climate change is not included in the following population-specific Threat Level analysis.

THREAT LEVEL

To assess the Threat Level of Eastern Sand Darter populations in Ontario, each threat was ranked in terms of the Threat Likelihood and Threat Impact on a population by population basis (Tables 4, 5). The Threat

occupé par le méné émeraude (*Notropis atherinoides*), lequel présente une eau claire et un fond sableux. On estime que ce type de pêche représente une menace potentielle plus importante pour les populations de dards de sable puisque le type d'habitat dans lequel il est pratiqué est semblable à l'habitat de prédilection du dard de sable; cependant, en raison de la rareté de l'espèce et de sa répartition dispersée, la probabilité de prises accidentelles est toujours considérée comme faible (A. Drake, Université de Toronto, communication personnelle).

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

D'après les discussions concernant les effets des changements climatiques sur les populations canadiennes de poissons, certains ont été retenus : la hausse de la température de l'eau et de l'air, la modification des niveaux d'eau, la réduction de la durée de la couverture glacielle, l'augmentation de la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, l'émergence de maladies et les changements dans la dynamique prédateur-proie (Lemmen and Warren 2004). Une hypothèse suggère que les espèces d'eau chaude, présentes dans la partie septentrionale de leur aire de répartition, tel le dard de sable, pourraient tirer parti de la hausse de la température de l'eau par une étendue de leur aire de répartition vers le nord (Chu *et al.* 2005). Par contre, la grande sensibilité de l'espèce à des conditions environnementales spécifiques pourrait limiter sa répartition. Puisque les effets des changements climatiques sur le dard de sable demeurent spéculatifs, il est difficile de déterminer la probabilité et l'impact de cette menace sur chacune des populations de l'espèce. Par conséquent, la menace liée aux changements climatiques ne fait pas partie de l'analyse qui suit.

NIVEAU DES MENACES

Afin d'évaluer le niveau des menaces qui affectent les populations de dard de sable en Ontario, celles-ci ont été classées en fonction de leur probabilité et de leur impact sur chacune des populations (Tableaux 4 et 5). La

Likelihood was assigned as Known, Likely, Unlikely, or Unknown, and the Threat Impact was assigned as High, Medium, Low, or Unknown. The Threat Likelihood and Threat Impact for each population were subsequently combined in the Threat Level Matrix (Table 6) resulting in the final Threat Level for each population (Table 7). Certainty has been classified for both Threat Likelihood and Threat Impact and is based on: 1=causative studies; 2=correlative studies; and, 3=expert opinion. Certainty associated with the Threat Level is reflective of the lowest level of certainty associated with either initial parameter.

The Threat Level results were used to assess the overall effect each threat may have on Ontario Eastern Sand Darter populations as a whole. Each threat was categorized in terms of both Spatial and Temporal Extent (Table 8). Spatial Extent was categorized as Widespread [threat is likely to affect a majority of Ontario Eastern Sand Darter populations (i.e., threat affecting five or more populations)] or Local [threat is likely to not affect the majority of Ontario Eastern Sand Darter populations (i.e., threat affecting less than five populations)]. Temporal Extent was categorized as Chronic (threat that is likely to have a long-lasting, or re-occurring affect on a population) or Ephemeral (threat that is likely to have a short-lived, or non-recurring affect on a population).

probabilité de la menace est qualifiée comme étant : « connue », « probable », « peu probable » ou « inconnue ». L'impact de la menace est jugé : « élevé », « modéré », « faible » ou « inconnu ». La probabilité et l'impact ont été combinés pour chaque population dans la matrice de niveau des menaces (Tableau 6) afin d'obtenir le niveau définitif pour chaque population (Tableau 7). On a classé le niveau de certitude relatif à la probabilité et à l'impact de la menace de la façon suivante : 1 = études des causes; 2 = études de corrélation; et 3 = opinion des experts. Le niveau de certitude attribué au niveau de la menace est le reflet du plus bas niveau de certitude associé à l'un ou l'autre des paramètres initiaux.

On a utilisé les résultats de niveau des menaces pour évaluer l'effet global que chaque menace pourrait avoir sur l'ensemble des populations de dard de sable de l'Ontario. Chaque menace a été classée dans une catégorie selon sa portée dans l'espace et le temps (Tableau 8). La portée dans l'espace a été divisée selon les catégories suivantes : « généralisée » [menace pouvant toucher une majorité de populations de dard de sable en Ontario (c.-à-d., la menace touche quatre populations ou plus)] et « localisée » [il est peu probable que la menace touche une majorité de populations de dard de sable en Ontario (c.-à-d., la menace touche moins de quatre populations)]. La portée temporelle a été divisée selon les catégories suivantes : « chronique » (menace qui risque d'avoir une incidence durable sur une population ou qui risque de se reproduire) et « éphémère » (menace qui risque d'avoir une incidence à court terme sur une population ou qui ne risque pas de se reproduire).

Table 4. Definition of terms used to describe Threat Likelihood and Threat Impact.

Term	Definition
Threat Likelihood	
Known (K)	This threat has been recorded to occur at site X.
Likely (L)	There is a >50% chance of this threat occurring at site X.
Unlikely (U)	There is a <50% chance of this threat occurring at site X.
Unknown (UK)	There are no data or prior knowledge of this threat occurring at site X.
Threat Impact	
High (H)	If threat was to occur, it <u>would jeopardize</u> the survival or recovery of this population.
Medium (M)	If threat was to occur, it <u>would likely jeopardize</u> the survival or recovery of this population.
Low (L)	If threat was to occur, it <u>would be unlikely to jeopardize</u> the survival or recovery of this population.
Unknown (UK)	There are no prior knowledge, literature or data to guide the assessment of the impact if it were to occur.

Tableau 4. Définition des termes utilisés pour décrire la probabilité et l'impact de la menace.

Terme	Définition
Probabilité	
Connue (C)	Cette menace a été signalée au site X.
Probable (P)	La probabilité que cette menace se réalise au site X est évaluée à plus de 50 %.
Peu probable (PP)	La probabilité que cette menace se réalise au site X est évaluée à moins de 50 %.
Inconnue (I)	On ne dispose d'aucun renseignement sur la probabilité de cette menace de se réaliser au site X.
Impact	
Élevé (É)	Si la menace devait se réaliser, elle <u>mettrait en danger</u> la survie ou le rétablissement de cette population.
Modéré (M)	Si la menace devait se réaliser, elle <u>mettrait probablement en danger</u> la survie ou le rétablissement de cette population.
Faible (F)	Si la menace devait se réaliser, elle <u>ne mettrait probablement pas en danger</u> la survie ou le rétablissement de cette population.
Inconnu (I)	On ne dispose d'aucune donnée pour orienter l'évaluation de l'impact s'il devait se réaliser.

Table 5. Threat Likelihood and Threat Impact of each Eastern Sand Darter population in Ontario. Certainty has been associated with the Threat Likelihood (TLH) and Threat Impact (TI) based on the best available data. The Threat Likelihood was assigned as Known (K), Likely (L), Unlikely (U), or Unknown (UK), and the Threat Impact was assigned as High (H), Medium (M), Low (L), or Unknown (UK). Certainty (C) has been classified and is based on: 1=causative studies; 2=correlative studies; and 3=expert opinion. References (Ref) are provided. Gray cells indicate that the threat is not applicable to the population due to the nature of the aquatic system where the population is located.

Threats	Lake Huron Drainage					Lake St. Clair Drainage														
	Ausable River					Lake St. Clair					Thames River					Sydenham River				
	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref
Turbidity and sediment loading	K	3	H	2	a,f,g	K	3	H	2	b	K	3	H	2	a,i	K	3	H	2	a,c
Contaminants and toxic substances	L	3	H	3	a,f,g	K	3	H	3	b	L	3	H	3	a	L	3	H	3	a,c
Nutrient loading	K	3	M	3	a,f,g	K	3	M	3	b	K	3	M	3	a,i	K	3	M	3	a,c
Barriers to movement																K	3	L	3	e,l
Altered flow regimes	K	3	H	2	a,f,g,o						K	3	H	2	a,o	K	3	H	2	a,c,l,o
Shoreline modifications	K	3	M	3	f,n,l	K	3	M	3	b,q	K	3	M	3	l,l	K	3	M	3	c,l
Exotic species and disease	K	3	H	2	l	K	3	H	3	a,b n	K	3	H	3	a,b n	K	3	H	3	d,n
Incidental harvest	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m

a – Edwards *et al.* (2007)

c – SRRT (2001)

e – Dextrase *et al.* (2003)

g – Nelson *et al.* (2003)

i – TRRT (2005)

k – DFO (unpubl. data)

m – A. Drake, University of Toronto, pers. comm.

n – Eastern Sand Darter Recovery Potential Assessment Meeting Participants (2-3 December 2009, Burlington, Ontario)

o – Drake *et al.* (2008)

q – SOLEC (2009)

s – T. Difazio, Catfish Creek Conservation Authority, pers. comm.

b – EERT (2008)

d – St. Clair Region Conservation Authority (<http://www.scrca.on.ca>; Accessed 13 November 2009)

f – ARRT (2005)

h – Portt *et al.* (2007)

j – A. Dextrase, OMNR, unpubl. data

l – A. Dextrase, OMNR, pers. comm.

p – DePasquale (2006)

r – P. Gagnon, Long Point Region Conservation Authority, pers. comm.

Table 5 (continued). Threat Likelihood and Threat Impact of each Eastern Sand Darter population in Ontario. Certainty has been associated with the Threat Likelihood (TLH) and Threat Impact (TI) based on the best available data. The Threat Likelihood was assigned as Known (K), Likely (L), Unlikely (U), or Unknown (UK), and the Threat Impact was assigned as High (H), Medium (M), Low (L), or Unknown (UK). Certainty (C) has been classified and is based on: 1=causative studies; 2=correlative studies; and 3=expert opinion. References (Ref) are provided. Gray cells indicate that the threat is not applicable to the population due to the nature of the aquatic system where the population is located.

Threats	Lake Erie Drainage														
	Western Basin					Rondeau Bay					Long Point Bay				
	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref
Turbidity and sediment loading	U	3	H	3	n	K	3	H	3	n	L	3	H	2	n
Contaminants and toxic substances	UK	3	H	3	n	L	3	H	3	n	U	3	H	3	n
Nutrient loading	U	3	M	3	n	K	3	M	3	n	L	3	M	3	b,n
Barriers to movement															
Altered flow regimes															
Shoreline modifications	L	3	M	3	n,q	K	3	H	3	n,q	U	3	L	2	a,b,n,q
Exotic species and disease	K	3	H	3	n	K	3	H	3	n	K	3	H	3	a,b
Incidental harvest	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m

a – Edwards *et al.* (2007)

c – SRRT (2001)

e – Dextrase *et al.* (2003)

g – Nelson *et al.* (2003)

i – TRRT (2005)

k – DFO (unpubl. data)

m – A. Drake, University of Toronto, pers. comm.

n – Eastern Sand Darter Recovery Potential Assessment Meeting Participants (2-3 December 2009, Burlington, Ontario)

o – Drake *et al.* (2008)

q – SOLEC (2009)

s – T. Difazio, Catfish Creek Conservation Authority, pers. comm.

b – EERT (2008)

d – St. Clair Region Conservation Authority (<http://www.scrca.on.ca>; Accessed 13 November 2009)

f – ARRT (2005)

h – Portt *et al.* (2007)

j – A. Dextrase, OMNR, unpubl. data

l – A. Dextrase, OMNR, pers. comm.

p – DePasquale (2006)

r – P. Gagnon, Long Point Region Conservation Authority, pers. comm.

Table 5 (continued). Threat Likelihood and Threat Impact of each Eastern Sand Darter population in Ontario. Certainty has been associated with the Threat Likelihood (TLH) and Threat Impact (TI) based on the best available data. The Threat Likelihood was assigned as Known (K), Likely (L), Unlikely (U), or Unknown (UK), and the Threat Impact was assigned as High (H), Medium (M), Low (L), or Unknown (UK). Certainty (C) has been classified and is based on: 1=causative studies; 2=correlative studies; and 3=expert opinion. References (Ref) are provided. Gray cells indicate that the threat is not applicable to the population due to the nature of the aquatic system where the population is located.

Threats	Lake Erie Drainage																			
	Catfish Creek					Big Otter Creek					Big Creek					Grand River				
	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref	TLH	C	TI	C	Ref
Turbidity and sediment loading	K	3	H	3	a	K	3	H	2	a	K	3	H	2	a,n	K	3	H	2	a,h
Contaminants and toxic substances	UK	3	UK	3	n	UK	3	H	3	b	UK	3	H	3	b	K	3	M	3	n
Nutrient loading	K	3	M	3	b,n	K	3	M	3	a	K	3	M	3	a	K	3	M	3	a,n
Barriers to movement						K	3	M	3	n	U	3	M	3	n	K	3	M	3	a,l
Altered flow regimes	K	3	H	2	n,o	K	3	M	2	n,o	K	3	H	2	n,o	K	3	H	2	n,o
Shoreline modifications	K	3	M	3	s	K	3	M	3	r	L	3	M	3	r	K	3	M	3	l
Exotic species and disease	L	3	H	3	n	K	3	H	3	n,p	K	3	H	3	j,n	K	3	H	3	k
Incidental harvest	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m	U	3	L	3	m	L	3	L	3	h

a – Edwards *et al.* (2007)

c – SRRT (2001)

e – Dextrase *et al.* (2003)

g – Nelson *et al.* (2003)

i – TRRT (2005)

k – DFO (unpubl. data)

m – A. Drake, University of Toronto, pers. comm.

n – Eastern Sand Darter Recovery Potential Assessment Meeting Participants (2-3 December 2009, Burlington, Ontario)

o – Drake *et al.* (2008)

q – SOLEC (2009)

s – T. Difazio, Catfish Creek Conservation Authority, pers. comm.

b – EERT (2008)

d – St. Clair Region Conservation Authority (<http://www.scrca.on.ca>; Accessed 13 November 2009)

f – ARRT (2005)

h – Portt *et al.* (2007)

j – A. Dextrase, OMNR, unpubl. data

l – A. Dextrase, OMNR, pers. comm.

p – DePasquale (2006)

r – P. Gagnon, Long Point Region Conservation Authority, pers. comm.

Tableau 5. Probabilité et impact de la menace sur chacune des populations de dard de sable en Ontario. Un niveau de certitude a été associé à la probabilité de la menace (PM) et à l'impact de la menace (IM) selon les données disponibles. On a attribué une classification à la probabilité de la menace, soit : Connue (C), Probable (P), Peu probable (PP) ou Inconnue (I); et à l'impact de la menace, soit : Élevé (É), Modéré (M), Faible (F) ou Inconnu (I). On a classé le niveau de certitude (C) relatif à la probabilité et à l'impact de la menace de la façon suivante : 1 = études des causes; 2 = études de corrélation; et 3 = opinion des experts. Les références (Réf) sont fournies. Les cellules en gris indiquent que la menace ne s'applique pas à la population en raison de la nature du système aquatique où elle évolue.

Menaces	Bassin hydrographique du lac Huron					Bassin hydrographique du lac Sainte-Claire														
	Rivière Ausable					Lac Sainte-Claire					Rivière Thames					Rivière Sydenham				
	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf
Turbidité et sédiments	C	3	É	2	a,f,g	C	3	É	2	b	C	3	É	2	a,i	C	3	É	2	a,c
Contaminants et substances toxiques	P	3	É	3	a,f,g	C	3	É	3	b	P	3	É	3	a	P	3	É	3	a,c
Charge en éléments nutritifs	C	3	M	3	a,f,g	C	3	M	3	b	C	3	M	3	a,i	C	3	M	3	a,c
Obstacles aux déplacements																C	3	F	3	e,l
Modification des régimes d'écoulement	C	3	É	2	a,f,g,o						C	3	É	2	a,o	C	3	É	2	a,c,l,o
Modifications du littoral	C	3	M	3	f,n,l	C	3	M	3	b,q	C	3	M	3	l,l	C	3	M	3	c,l
Espèces exotiques et maladies	C	3	É	2	l	C	3	É	3	a,b,n	C	3	É	3	a,b,n	C	3	É	3	d,n
Captures accessoires	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m

a – Edwards *et al.* (2007)

c – SRRT (2001)

e – Dextrase *et al.* (2003)

g – Nelson *et al.* (2003)

i – TRRT (2005)

k – MPO (données non publiées)

m – A. Drake, Université de Toronto, com. pers.

n – Participants à la réunion d'évaluation du potentiel de rétablissement du dard de sable (le 2-3 décembre 2009, Burlington, Ontario)

o – Drake *et al.* (2008)

q – SOLEC (2009)

s – T. Difazio, Office de protection de la nature du ruisseau Catfish, com. pers.

b – EERT (2008)

d – Office de protection de la nature de la région de St. Clair (<http://www.scrca.on.ca>; consulté le 13 novembre 2009)

f – ARRT (2005)

h – Portt *et al.* (2007)

j – A. Dextrase, MRNO, données non publiées

l – A. Dextrase, MRNO, com. pers.

p – DePasquale (2006)

r – P. Gagnon, Office de protection de la nature de la région de Long Point, com. pers.

Tableau 5 (suite). Probabilité et impact de la menace sur chacune des populations de fouille-roche gris en Ontario. Un niveau de certitude a été associé à la probabilité de la menace (PM) et à l'impact de la menace (IM) selon les données disponibles. On a attribué une classification à la probabilité de la menace, soit : Connue (C), Probable (P), Peu probable (PP) ou Inconnue (I); et à l'impact de la menace, soit : Élevé (É), Modéré (M), Faible (F) ou Inconnu (I). On a classé le niveau de certitude (C) relatif à la probabilité et à l'impact de la menace de la façon suivante : 1 = études des causes; 2 = études de corrélation; et 3 = opinion des experts. Les références (Réf) sont fournies. Les cellules en gris indiquent que la menace ne s'applique pas à la population en raison de la nature du système aquatique où elle évolue.

Menaces	Bassin hydrographique du lac Érié														
	Bassin de l'ouest					Baie Rondeau					Baie Long Point				
	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf
Turbidité et sédiments	PP	3	É	3	n	C	3	É	3	n	P	3	É	2	n
Contaminants et substances toxiques	I	3	É	3	n	P	3	É	3	n	PP	3	É	3	n
Charge en éléments nutritifs	PP	3	M	3	n	C	3	M	3	n	P	3	M	3	b,n
Obstacles aux déplacements															
Modification des régimes d'écoulement															
Modifications du littoral	P	3	M	3	n,q	C	3	É	3	n,q	PP	3	F	2	a,b,n,q
Espèces exotiques et maladies	C	3	É	3	n	C	3	É	3	n	C	3	É	3	a,b
Captures accessoires	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m

a – Edwards *et al.* (2007)

c – SRRT (2001)

e – Dextrase *et al.* (2003)

g – Nelson *et al.* (2003)

i – TRRT (2005)

k – MPO (données non publiées)

m – A. Drake, University of Toronto, com. pers.

n Participants à la réunion d'évaluation du potentiel de rétablissement du dard de sable (le 2-3 décembre 2009, Burlington, Ontario)

o – Drake *et al.* (2008)

q – SOLEC (2009)

s – T. Difazio, Office de protection de la nature du ruisseau Catfish, com. pers.

b – EERT (2008)

d – Office de protection de la nature de la région de St. Clair (<http://www.scrca.on.ca>; consulté le 13 novembre 2009)

f – ARRT (2005)

h – Portt *et al.* (2007)

j – A. Dextrase, MRNO, données non publiées

l – A. Dextrase, MRNO, com. pers.

p – DePasquale (2006)

r – P. Gagnon, Office de protection de la nature de la région de Long Point, com. pers.

Tableau 5 (suite). Probabilité et impact de la menace sur chacune des populations de fouille-roche gris en Ontario. Un niveau de certitude a été associé à la probabilité de la menace (PM) et à l'impact de la menace (IM) selon les données disponibles. On a attribué une classification à la probabilité de la menace, soit : Connue (C), Probable (P), Peu probable (PP) ou Inconnue (I); et à l'impact de la menace, soit : Élevé (É), Modéré (M), Faible (F) ou Inconnu (I). On a classé le niveau de certitude (C) relatif à la probabilité et à l'impact de la menace de la façon suivante : 1 = études des causes; 2 = études de corrélation; et 3 = opinion des experts. Les références (Réf) sont fournies. Les cellules en gris indiquent que la menace ne s'applique pas à la population en raison de la nature du système aquatique où elle évolue.

Menaces	Bassin hydrographique du lac Érié																			
	Ruisseau Catfish					Ruisseau Big Otter					Ruisseau Big					Rivière Grand				
	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf	PM	C	IM	C	Réf
Turbidity and sediment loading	C	3	É	3	a	C	3	É	2	a	C	3	É	2	a,n	C	3	É	2	a,h
Contaminants et substances toxiques	I	3	I	3	n	I	3	É	3	b	I	3	É	3	b	C	3	M	3	n
Charge en éléments nutritifs	C	3	M	3	b,n	C	3	M	3	a	C	3	M	3	a	C	3	M	3	a,n
Obstacles aux déplacements						C	3	M	3	n	PP	3	M	3	n	C	3	M	3	a,l
Modification des régimes d'écoulement	C	3	É	2	n,o	C	3	M	2	n,o	C	3	É	2	n,o	C	3	É	2	n,o
Modifications du littoral	C	3	M	3	s	C	3	M	3	r	P	3	M	3	r	C	3	M	3	l
Espèces exotiques et maladies	P	3	É	3	n	C	3	É	3	n,p	C	3	É	3	j,n	C	3	É	3	k
Espèces exotiques et maladies	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m	PP	3	F	3	m	P	3	F	3	h

a – Edwards *et al.* (2007)

c – SRRT (2001)

e – Dextrase *et al.* (2003)

g – Nelson *et al.* (2003)

i – TRRT (2005)

k – MPO (données non publiées)

m – A. Drake, Université de Toronto, com. pers.

n – Participants à la réunion d'évaluation du potentiel de rétablissement du dard de sable (le 2-3 décembre 2009, Burlington, Ontario)

o – Drake *et al.* (2008)

q – SOLEC (2009)

s – T. Difazio, Office de protection de la nature du ruisseau Catfish, com. pers.

b – EERT (2008)

d – Office de protection de la nature de la région de St. Clair (<http://www.scrca.on.ca>; consulté le 13 novembre 2009)

f – ARRT (2005)

h – Portt *et al.* (2007)

j – A. Dextrase, MRNO, données non publiées

l – A. Dextrase, MRNO, com. pers.

p – DePasquale (2006)

r – P. Gagnon, Office de protection de la nature de la région de Long Point, com. pers.

Table 6. The Threat Level Matrix combines the Threat Likelihood and Threat Impact rankings to establish the Threat Level for each Eastern Sand Darter population in Ontario. The resulting Threat Level has been categorized as Poor, Fair, Good, or Unknown.

		Threat Impact			
		Low (L)	Medium (M)	High (H)	Unknown (UK)
Threat Likelihood	Known (K)	Low	Medium	High	Unknown
	Likely (L)	Low	Medium	High	Unknown
	Unlikely (U)	Low	Low	Medium	Unknown
	Unknown (UK)	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown

Tableau 6. Dans la matrice de niveau des menaces, on combine la probabilité et l'impact de la menace afin d'obtenir l'état définitif pour chaque population de de dard de sable en Ontario. L'état de la menace qui en résulte a été classé en catégorie, soit faible, moyen, bon ou inconnu.

		Impact de la menace			
		Faible (F)	Modéré (M)	Élevé (É)	Inconnu (I)
Probabilité d'occurrence de la menace	Connue (C)	Faible	Moyen	Élevé	Inconnu
	Probable (P)	Faible	Moyen	Élevé	Inconnu
	Peu probable (PP)	Faible	Faible	Moyen	Inconnu
	Inconnue (I)	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu

Table 7. Threat Level for all Eastern Sand Darter populations in Ontario, resulting from an analysis of both the Threat Likelihood and Threat Impact. The number in brackets refers to the level of certainty assigned to each Threat Level, which reflects the lowest level of certainty associated with either initial parameter (Threat Likelihood, or Threat Impact). Certainty has been classified as: 1=causative studies; 2=correlative studies; and 3=expert opinion. Gray cells indicate that the threat is not applicable to the population due to the nature of the aquatic system where the population is located.

	Lake Huron drainage	Lake St. Clair drainage			Lake Erie drainage						
Threats	Ausable River	Lake St. Clair	Thames River	Sydenham River	Western Basin	Rondeau Bay	Long Point Bay	Catfish Creek	Big Otter Creek	Big Creek	Grand River
Turbidity and sediment loading	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	Medium (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)
Contaminants and toxic substances	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	Unknown (3)	High (3)	Medium (3)	Unknown (3)	Unknown (3)	Unknown (3)	Medium (3)
Nutrient loading	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Low (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)
Barriers to movement				Low (3)					Medium (3)	Low (3)	Medium (3)
Altered flow regimes	High (3)		High (3)	High (3)				High (3)	Medium (3)	High (3)	High (3)
Shoreline modifications	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	High (3)	Low (3)	Medium (3)	Medium (3)	Medium (3)	High (3)
Exotic species and disease	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)	High (3)
Incidental harvest	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)	Low (3)

Tableau 7. Niveau des menaces qui pèsent sur les populations de fouille-roche gris en Ontario, découlant d'une analyse de la probabilité et de l'impact de la menace. Le chiffre entre parenthèses fait référence au niveau de certitude attribué à chaque menace, lequel reflète le plus bas niveau de certitude associé à l'un ou l'autre des paramètres initiaux (probabilité ou impact de la menace). On a classé le niveau de certitude de la façon suivante : 1 = études des causes; 2 = études de corrélation; et 3 = opinion des experts. Les cellules en gris indiquent que la menace ne s'applique pas à la population en raison de la nature du système aquatique où elle évolue. Les cellules laissées vides ne représentent pas nécessairement une absence de relation entre une population et une menace; elles indiquent plutôt qu'on ne connaît pas la probabilité ou l'impact de la menace (inconnu).

	Lake Huron drainage	Lake St. Clair drainage			Lake Erie drainage						
Threats	Ausable River	Lake St. Clair	Thames River	Sydenham River	Western Basin	Rondeau Bay	Long Point Bay	Catfish Creek	Big Otter Creek	Big Creek	Grand River
Turbidity and sediment loading	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Contaminants and toxic substances	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Inconnu (3)	Élevé (3)	Moyen (3)	Inconnu (3)	Inconnu (3)	Inconnu (3)	Moyen (3)
Nutrient loading	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Faible (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)
Barriers to movement				Faible (3)					Moyen (3)	Faible (3)	Moyen (3)
Altered flow regimes	Élevé (3)		Élevé (3)	Élevé (3)				Élevé (3)	Moyen (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Shoreline modifications	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Élevé (3)	Faible (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Moyen (3)	Élevé (3)
Exotic species and disease	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)	Élevé (3)
Incidental harvest	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)	Faible (3)

Table 8. Overall effect of threats on Ontario Eastern Sand Darter populations. Spatial extent was categorized as Widespread [threat is likely to affect a majority of Ontario Eastern Sand Darter populations (i.e., threat affecting five or more populations)] or Local [threat is likely to not affect the majority of Ontario Eastern Sand Darter populations (i.e., threat affecting less than five populations)]. Temporal Extent was categorized as Chronic (threat that is likely to have a long-lasting, or re-occurring affect on a population) or Ephemeral (threat that is likely to have a short-lived, or non-recurring affect on a population).

Threat	Spatial Extent	Temporal Extent
Turbidity and sediment loading	Widespread	Chronic
Contaminants and toxic substances	Widespread	Chronic
Nutrient loading	Widespread	Chronic
Barriers to movement	Local	Chronic
Altered flow regimes	Widespread	Chronic
Shoreline modifications	Widespread	Chronic
Exotic species/disease	Widespread	Chronic
Incidental harvest	Widespread	Ephemeral

Tableau 8. Effet global des menaces sur les populations de dard de sable en Ontario. La portée dans l'espace a été divisée selon les catégories suivantes : « généralisée » [menace pouvant toucher une majorité de populations de dard de sable en Ontario (c.-à-d., la menace touche quatre populations ou plus)] et « localisée » [il est peu probable que la menace touche une majorité de populations de dard de sable en Ontario (c.-à-d., la menace touche moins de quatre populations)]. La portée temporelle a été divisée selon les catégories suivantes : « chronique » (menace qui risque d'avoir une incidence durable sur une population ou qui risque de se reproduire) et « éphémère » (menace qui risque d'avoir une incidence à court terme sur une population ou qui ne risque pas de se reproduire).

Menace	Portée dans l'espace	Portée temporelle
Turbidité et sédiments	Généralisée	Chronique
Contaminants et substances toxiques	Généralisée	Chronique
Charge en éléments nutritifs	Généralisée	Chronique
Obstacles aux déplacements	Localisée	Chronique
Modification des régimes d'écoulement	Généralisée	Chronique
Modifications du littoral	Généralisée	Chronique
Espèces exotiques et maladies	Généralisée	Chronique
Captures accessoires	Généralisée	Éphémère

MITIGATIONS AND ALTERNATIVES

Numerous threats affecting Eastern Sand Darter populations are related to habitat loss or degradation. Habitat-related threats to Eastern Sand Darter have been linked to the Pathways of Effects developed by DFO Fish Habitat Management (FHM) (Table 9). DFO FHM has developed guidance on generic mitigation measures for 19 Pathways of Effects for the protection of aquatic species at risk in the Ontario Great Lakes Area (Coker *et al.* 2010). This guidance should be referred to when considering mitigation and alternative strategies. Additional mitigation and alternative measures, specific to exotic species and incidental harvest through the baitfish industry are listed below.

MESURES D'ATTÉNUATION ET SOLUTIONS DE RECHANGE

Nombre de menaces pesant sur les populations de dard de sable sont liées à la perte ou à la dégradation de l'habitat. Les menaces relatives à l'habitat ont été mises en lien avec la séquence des effets mise au point par la Gestion de l'habitat du poisson (GHP) du MPO (Tableau 9). MPO GHP a élaboré des lignes directrices sur des mesures d'atténuation générales visant 19 séquences des effets pour la protection des espèces aquatiques en péril dans la région des Grands Lacs de l'Ontario) (Coker *et al.*, 2010). Ces lignes directrices doivent être consultées dans le cadre de l'élaboration de stratégies d'atténuation ou de solutions de rechange. D'autres mesures plus spécifiques au dard de sable, en particulier l'introduction d'espèces exotiques et la capture accessoire par l'industrie du poisson-appât, sont présentées ci-après.

Table 9. Threats to Eastern Sand Darter populations in Ontario and the Pathways of Effect associated with each threat. See Appendix I for a key to the Pathways. 1 - Vegetation clearing; 2 – Grading; 3 – Excavation; 4 – Use of explosives; 5 – Use of industrial equipment; 6 – Cleaning or maintenance of bridges or other structures; 7 – Riparian planting; 8 – Streamside livestock grazing; 9 – Marine seismic surveys; 10 – Placement of material or structures in water; 11 – Dredging; 12 – Water extraction; 13 – Organic debris management; 14 – Wastewater management; 15 – Addition or removal of aquatic vegetation; 16 – Change in timing, duration and frequency of flow; 17 – Fish passage issues; 18 – Structure removal; 19 – Placement of marine finfish aquaculture site.

Threats	Pathway(s)
Turbidity and sediment loading	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18
Contaminants and toxic substances	1, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18
Nutrient loading	1, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Barriers to movement	10, 16, 17
Altered flow regimes	10, 11, 12, 16, 18
Shoreline modifications	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 18

Tableau 9. Menaces qui pèsent sur les populations de dard de sable en Ontario et séquences des effets associées à chaque menace. Les séquences : 1-Défrichage de la végétation; 2-Nivellement; 3-Excavation; 4-Utilisation d'explosifs; 5-Utilisation d'équipement industriel; 6-Nettoyage ou entretien des ponts ou des autres structures; 7-Reforestation des berges; 8-Pâturages riverains; 9-Relevés sismiques (eau salée); 10-Mise en place de matériel ou de structures dans l'eau; 11-Dragage; 12-Extraction de l'eau; 13-Gestion des débris organiques; 14-Gestion des eaux usées; 15-Ajout ou enlèvement de plantes aquatiques; 16-Modification du moment, de la durée ou de la fréquence du débit, 17-Questions liées au passage du poisson; 18-Enlèvement des structures; 19-Choix du site pour une aquaculture de poissons de mer.

Menaces	Séquence des effets
Turbidité et sédiments	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18
Contaminants et substances toxiques	1, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18
Charge en éléments nutritifs	1, 4, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16
Obstacles aux déplacements	10, 16, 17
Modification des régimes d'écoulement	10, 11, 12, 16, 18
Modifications du littoral	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 18

EXOTIC SPECIES AND DISEASE

As discussed in the **THREATS** section, Round Goby introduction and establishment could have negative effects on Eastern Sand Darter populations.

Alternatives

- Unauthorized introductions
 - None.
- Authorized introductions
 - Do not carry out introduction where Eastern Sand Darter is known to exist, or areas with habitat that may be suitable for Eastern Sand Darter recovery.

Mitigation

- Removal/control of non-native species from areas known to be inhabited by Eastern Sand Darter.
- Establish “Safe Harbours” in areas known to have suitable Eastern Sand Darter habitat.
- Watershed monitoring for exotic species that may negatively affect Eastern Sand Darter populations, or negatively affect Eastern Sand Darter

ESPÈCES EXOTIQUES ET MALADIES

Tel que précisé à la section **MENACES**, l'introduction et l'établissement du gobie à taches noires pourraient avoir des répercussions négatives sur les populations de dard de sable.

Solutions de rechange

- Introductions non autorisées
 - Aucune.
- Introductions autorisées
 - Éviter l'introduction dans les zones où l'on a observé la présence du dard de sable ou dans celles qui pourraient constituer un habitat approprié pour le rétablissement de l'espèce.

Mesures d'atténuation

- Éliminer/contrôler les espèces non indigènes dans les zones connues d'habitat du dard de sable.
- Établir des zones de refuge dans les secteurs connus d'habitat approprié pour le dard de sable.
- Assurer une surveillance, dans les bassins hydrographiques, les espèces exotiques qui peuvent avoir un effet négatif sur les populations de dards de

-
- preferred habitat.
- Develop plan to address potential risks, impacts, and proposed actions if monitoring detects the arrival or establishment of an exotic species.
 - Prohibition of the use of live baitfish in areas known to be inhabited by Eastern Sand Darter.
 - Prohibit the introduction of dead baitfish in areas known to be inhabited by Eastern Sand Darter to minimize the spread of disease.
 - Introduction of a public awareness campaign.
 - Use of barriers to prevent the colonization of exotic species in areas where Eastern Sand Darter are present.
 - Under circumstances where barriers to fish movement (i.e., dams) are to be removed or fish passage is to be increased (i.e., creation of a fishway) the potential negative effects of invasive species moving into Eastern Sand Darter habitat should be considered.

INCIDENTAL HARVEST

As discussed in the **THREATS** section, incidental harvest of Eastern Sand Darter through the baitfish industry was recognized as a potentially low risk threat.

Alternatives

- Prohibition of the harvest of baitfish in areas where Eastern Sand Darter is known to exist.
- Acquire (buy out) bait harvest licenses where Eastern Sand Darter is known to exist.
- Restrict gear type used to catch baitfish to minimize the probability of Eastern Sand Darter capture.

Mitigation

- Provide information and education to bait harvesters on Eastern Sand

- sable ou sur son habitat de prédilection.
- Élaborer et mettre en oeuvre des plans concernant les risques éventuels, les impacts et les actions proposées dans l'éventualité de l'introduction et de l'établissement d'une espèce exotique.
- Interdire l'utilisation de poissons-appâts vivants dans les zones connues d'habitat du dard de sable.
- Interdire l'introduction de poissons-appâts morts dans les zones connues d'habitat du dard de sable afin de réduire au minimum la propagation de maladies.
- Mettre en place une campagne de sensibilisation visant le grand public.
- Avoir recours à des barrières afin d'empêcher la colonisation par des espèces exotiques des zones fréquentées par le dard de sable.
- Dans des circonstances où l'on doit retirer des obstacles nuisant aux déplacements des poissons (p. ex., des barrages) ou lorsque le passage du poisson doit être favorisé (création d'une passe à poissons), les effets négatifs potentiels liés à l'invasion de l'habitat du dard de sable par des espèces envahissantes doivent être considérés.

CAPTURES ACCIDENTELLES

Tel que précisé à la section **MENACES**, la capture accidentelle de dard de sable par l'industrie du poisson-appât est une menace dont le risque potentiel est jugé faible.

Solutions de rechange

- Interdire la capture de poissons-appâts dans les zones fréquentées par le dard de sable.
- Racheter les permis de pêche pour les zones fréquentées par le dard de sable.
- Réglementer les types d'engins utilisés dans la pêche aux poissons-appâts pour réduire au minimum la probabilité de capture de dards de sable.

Mesures d'atténuation

- Fournir de l'information et éduquer les pêcheurs de poissons-appâts au sujet du

Darter, and request the voluntary avoidance of occupied Eastern Sand Darter areas.

- Immediately release Eastern Sand Darter if incidentally caught.

dard de sable, et leur demander d'éviter les zones occupées par l'espèce.

- Libérer immédiatement tout dard de sable capturé accidentellement.

SOURCES OF UNCERTAINTY

Despite a few recent studies on Eastern Sand Darter in Ontario (Drake *et al.* 2008; Finch 2009; A. Dextrase, OMNR, unpublished data), there remain key sources of uncertainty for this species. There is a need for quantitative sampling of Eastern Sand Darter in areas where they are known to occur to determine population size, trajectory and trends over time. There is also a need for targeted sampling of historic sites in both the western and central basins of Lake Erie to determine Eastern Sand Darter persistence or extirpation. The Eastern Sand Darter population of Big Creek was once thought to be extirpated; however, three individuals were captured from this area in 2008. Targeted sampling at known sites of capture should be completed in this system to determine population size. Additional sampling is also necessary for all populations with low certainty identified in the population status analysis. These baseline data are required to monitor Eastern Sand Darter distribution and population trends as well as the success of any recovery measures. There is a need to assess genetic variation across all Eastern Sand Darter populations in Canada to determine population structure.

The current distribution and extent of suitable Eastern Sand Darter habitat should be investigated and mapped. These areas should be the focus of future targeted sampling efforts for this species. There is also a need to identify habitat requirements for each life stage. There is very little information available for both

SOURCES D'INCERTITUDE

Malgré les quelques études menées récemment sur le dard de sable en Ontario (Drake *et al.* 2008; Finch 2009; A. Dextrase, MRNO, données non publiées), certaines importantes sources d'incertitude demeurent. Il faut procéder à un échantillonnage quantitatif du dard de sable dans les zones où l'on a observé sa présence afin de déterminer la taille de la population, sa trajectoire et les tendances qu'elle affiche dans le temps. Il faut également effectuer un échantillonnage ciblé aux sites historiques dans les bassins ouest et du centre du lac Érié afin de déterminer si le dard de sable subsiste ou a disparu. On pensait que la population de dards de sable du ruisseau Big avait disparue; cependant, trois individus ont été capturés dans cette zone en 2008. Il faut effectuer un échantillonnage ciblé aux sites où l'on a déjà capturé l'espèce dans ce réseau afin de déterminer la taille de la population. Un échantillonnage supplémentaire doit également être mené à tous les emplacements pour lesquels les données relatives à l'état de la population sont fortement incertaines. On a besoin de ces données de base pour surveiller l'aire de répartition et les tendances de la population de dards de sable ainsi que l'efficacité des mesures de rétablissement prises. Il faut évaluer la variation génétique entre toutes les populations de dards de sable au Canada pour déterminer la structure de la population.

Il faut examiner et cartographier l'aire de répartition actuelle et l'étendue de l'habitat approprié du dard de sable. Ces zones devront faire l'objet d'efforts d'échantillonnage visant cette espèce à l'avenir. Il faut également relever les besoins en matière d'habitat de chaque stade de développement. On ne possède que très peu

larval and juvenile habitat requirements necessitating the inference of these requirements from other, well-studied, life stages. Larval surveys are needed to identify both spawning and nursery grounds. Also, targeted sampling should occur in areas with water depth greater than 1.5 m to determine Eastern Sand Darter prefer shallow water or if this is a sampling artifact.

Variables required to inform the population modeling efforts are currently unknown for Eastern Sand Darter populations in Canada, creating the need to use data from other non-Canadian populations. Additional studies are needed to fill in these knowledge gaps and should focus on acquiring additional information population growth rate, population structure, clutch size and fecundity. In terms of basic biology, there is also a need to determine physiological parameter limits including temperature, pH, dissolved oxygen and pollution tolerance.

Numerous threats have been identified for Eastern Sand Darter populations in Ontario, although the severity of these threats is currently unknown. There is a need for more causative studies to evaluate the impact of each threat on each Eastern Sand Darter population with greater certainty. A greater knowledge of the effects of siltation on Eastern Sand Darter populations and spawning areas is required. Eastern Sand Darter is considered to be a pollution-intolerant species (Barbour *et al.* 1999), although there is a lack of evidence on the direct or indirect effects of toxic substances on Eastern Sand Darter populations. There is a need to determine threshold levels for water quality parameters (e.g., nutrients, dissolved oxygen). The threat from Round

d'information concernant les besoins en matière d'habitat des stades larvaire et juvénile, et il faut donc déduire ces besoins à partir de données concernant d'autres stades de développement ayant été étudiés en profondeur. Il faut effectuer des relevés sur les larves pour établir l'emplacement des aires de frai et d'élevage des juvéniles. Il faut également procéder à un échantillonnage ciblé dans les zones où la profondeur de l'eau est supérieure à 1,5 m afin de vérifier si le dard de sable préfère effectivement les eaux peu profondes ou s'il s'agit d'un artefact de l'échantillonnage.

Présentement, les données nécessaires pour documenter les efforts de modélisation des populations de dards de sable du Canada ne sont pas disponibles, et c'est pourquoi les données provenant de populations non canadiennes sont utilisées. Il faut mener d'autres études afin de combler les lacunes dans les connaissances et mettre l'accent sur l'information concernant le taux de croissance de la population, la structure de la population, la taille des pontes et la fécondité. Sur le plan de la biologie de base, il faut également déterminer les limites des paramètres physiologiques, y compris la température, le pH, l'oxygène dissous et la vulnérabilité à la pollution.

On a relevé de nombreuses menaces qui pèsent sur les populations de dards de sable en Ontario; cependant, la gravité de ces menaces est inconnue à l'heure actuelle. Il faut mener de plus amples études de causalité afin d'être en mesure d'évaluer l'impact de chacune des menaces sur chaque population de dards de sable avec plus de certitude. Il faut approfondir les connaissances sur les effets de l'envasement sur les populations de dards de sable et leurs aires de frai. On considère que le dard de sable est une espèce vulnérable à la pollution (Barbour *et al.* 1999), mais les données concernant les effets directs ou indirects des substances toxiques sur les populations de dards de sable sont insuffisantes. Il faut déterminer des seuils relatifs aux paramètres de la qualité de l'eau (p. ex. éléments

Goby is inferred from studies on other benthic fishes, and preliminary correlative analysis. Additional research is needed to determine the direct and indirect effects that Round Goby will have on Eastern Sand Darter populations. Incidental harvest through the baitfish industry may also play a role in the decline of Eastern Sand Darter, although the degree to which this threat is affecting Eastern Sand Darter populations is still unknown. Quantification of the impact from threats is required for the purposes of calculating allowable harm and for identifying threshold values for specific threats.

nutritifs, oxygène dissous). La menace que pose le gobie à taches noires a été déduite à partir d'études portant sur d'autres espèces de poissons benthiques et sur une analyse correlative préliminaire. Il faut mener des recherches supplémentaires afin de déterminer les effets directs et indirects que le gobie à taches noires aura sur les populations de dards de sable. Les prises accidentelles effectuées dans le cadre de la pêche aux poissons-appâts peuvent jouer un rôle dans le déclin du dard de sable; cependant, on ne sait pas dans quelle mesure cette menace touche ses populations. Il faut quantifier l'impact des menaces afin de mesurer les dommages admissibles et d'établir des seuils pour chacune des menaces.

REFERENCES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARRT (Ausable River Recovery Team). 2005. Recovery strategy for species at risk in the Ausable River: An ecosystem approach, 2005-2010. Draft Recovery Strategy submitted to RENEW Secretariat. 129 p.
- Baker, K. 2005. Nine year study of the invasion of western Lake Erie by the Round Goby (*Neogobius melanostomus*): Changes in goby and darter abundance. Ohio J. Sci. 105:A-31.
- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish. 2nd edition. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, D.C., USA.
- Chu, C., N.E. Mandrak, and C.K. Minns. 2005. Potential impacts of climate change on the distributions of several common and rare freshwater fishes in Canada. Diversity and Distributions 11:299-310.
- Coker, G.A., D.L. Ming, and N.E. Mandrak 2010. Mitigation guide for the protection of fishes and fish habitat to accompany the species at risk recovery potential assessments conducted by Fisheries and Oceans Canada (DFO) in Central and Arctic Region. Version 1.0. Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2904. vi + 40 p.
- COSEWIC. 2009. COSEWIC assessment and status report on the Eastern Sand Darter *Ammocrypta pellucida*, Ontario populations and Quebec populations, in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 49 p. / COSEPAC. 2009. évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le dard de sable (*Ammocrypta pellucida*), population de l'Ontario et populations du Québec, au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vi + 52 p.
- Daniels, R.A. 1989. Significance of burying in *Ammocrypta pellucida*. Copeia 1989:29-34.
- Daniels, R.A. 1993. Habitat of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*. J. Freshwater

-
- Ecol. 8:287-295.
- DePasquale, D. 2006. Predicting the sensitivity of non-target fishes to low-head stream barriers. Thesis (M.Sc.) University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- Dextrase, A.J., S.K. Staton, and J.I. Metcalfe-Smith. 2003. National recovery strategy for species at risk in the Sydenham River: an ecosystem approach. National Recovery Plan No. 25. Recovery of Nationally Endangered Wildlife (RENEW). Ottawa, Ontario, Canada. 73 p.
- DFO 2007. Revised protocol for conducting recovery potential assessments. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2007/39.
- Drake, D.A.R., M. Power, M.A. Koops, S. E. Doka, and N. E. Mandrak. 2008. Environmental factors affecting growth of Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*). Can. J. Zool. 86:714-722.
- Edwards, A., J. Boucher, and C. Cudmore. 2007. Recovery strategy for the Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) in Canada Species at Risk Act. Recovery Strategy Series, Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, Ontario, Canada. vii + 50 p.
- EERT (Essex-Erie Recovery Team). 2008. Recovery strategy for the fishes at risk of the Essex-Erie region: an ecosystem approach. Prepared for Fisheries and Oceans Canada. 109 p.
- Faber, J.E. 2006. Life history of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, in the Little Muskingum River. Final Report to The Ohio Division Of Wildlife State Wildlife Grants Program. 39 p.
- Facey, D. E. 1998. The status of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, in Vermont. Can. Field-Nat. 112:596-601.
- Finch, M.R. 2009. Life History and population dynamics of Eastern Sand Darter (*Ammocrypta pellucida*) in the lower Thames River, Ontario. Thesis (M.Sc.) University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada. 104 p.
- French, J.R.P. and D.J. Jude. 2001. Diets and diet overlap of non indigenous gobies and small benthic native fishes co-inhabiting the St. Clair River, Michigan. J. Great Lakes Res. 27:300-311.
- Grandmaison, D., J. Mayasich, and D. Etnier. 2004. Eastern sand darter status assessment. NRRI Technical Report, No. NRRI/TR-2003/40, Prepared for U.S. Fish and Wildlife Service, Region 3.
- Holm, E. and N.E. Mandrak. 1996. The status of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, in Canada. Can. Field-Nat. 110:462-469.
- Holm, E., N.E. Mandrak, and M. Burrige. 2009. The ROM field guide to freshwater fishes of Ontario. Royal Ontario Museum, Toronto, Ontario, Canada. 462 p.

-
- Johnston, C.E. 1989. Spawning in the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida*, (Pisces: Percidae), with comments on the phylogeny of Ammmocrypta and related taxa. Trans. Ill. State Acad. Sci. 82:163-168.
- Jude, D.J. and S.F. DeBoe. 1996. Possible impact of gobies and other introduced species on habitat restoration efforts. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53:136-141.
- Koonce, J.F., W.-D. N. Busch, and T. Czaplá. 1996. Restoration of Lake Erie: Contribution of water quality and natural resource management. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53:105-112.
- Lemmen, D.S. and F.J. Warren. 2004. Climate change impacts and adaptation: A Canadian perspective. Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, Canada. 174 p.
- Mandrak, N.E., J. Barnucz, G.J. Velema, and D. Marson. 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 + 40 p.
- Meadows, G.A., S.D. MacKey, R.R. Goforth, D.M. Mickelson, T.B. Edil, J. Fuller, D.E. Guy Jr., L.A. Meadows, E. Brown, S.M. Carman, and D.L. Liebenthal. 2005. Cumulative habitat impacts of nearshore engineering. J. Great Lakes Res. 31:90-112.
- Nelson, M. 2006. Towards a recovery strategy for fishes at risk of the Essex-Erie region: Synthesis of background Information. Prepared for the Essex-Erie Recovery Team. Draft 4 - September 2006.
- Nelson, M., M. Veliz, S. Staton, and E. Dolmage. 2003. Towards a recovery strategy for species at risk in the Ausable River: Synthesis of background information. Final Report prepared for the Ausable River Recovery Team. 92 p.
- OMNR. 2010. Recreational Fishing License Information. Available: <http://www.mnr.gov.on.ca/198219.pdf> [Accessed: 19 May 2010].
- Page, L.M. and M.E. Retzer. 2002. The status of Illinois' rarest fishes and crustaceans. Trans. Ill. State Acad. Sci. 95:311-326.
- Paine, J.R. 1976. Preliminary beach seining survey on the north shore of the western basin of Lake Erie. 1976-1, Lake Erie Fisheries Assessment Unit, Ontario Ministry of Natural Resources.
- Poos, M.S., A.J. Dextrase, A.N. Schwalb, and J.D. Ackerman. 2010. Secondary invasion of the round goby into high diversity Great Lakes tributaries and species at risk hotspots: Potential new concerns for endangered freshwater species. Biological Invasions 12:1269-1284.
- Poos, M.S., N.E. Mandrak, and R.L. McLaughlin. 2008. A practical framework for selecting among single-species, community-, and ecosystem-based recovery plans. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 65:2656-2665.
- Portt, C., G. Coker, and K. Barrett. 2007. Recovery strategy for fish species at risk in the Grand River in Canada - An ecosystem approach [Proposed]. Fisheries and Oceans Canada. 104 p.
- Reid, S.M. and N.E. Mandrak. 2008. Historical changes in the distribution of threatened Channel Darter (*Percina copelandi*) in Lake Erie with general observations on the beach fish assemblage. J. Great Lakes Res. 34:324-333.

-
- Scott, W.B. and E.J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 184, Ottawa, Ontario, Canada, 966 p.
- Simon, T.P. 1991. Startle response and causes of burying behavior in captive Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* (Putnam). Proc. Indiana Acad. Sci. 100:155-160.
- Simon, T.P. and R. Wallus. 2006. Reproductive biology and early life history of fishes in the Ohio River: Percidae – perch, pikeperch and darters, Volume 4. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- SOLEC 2009. State of the Great Lakes 2009. Environment Canada and United States Environmental Protection Agency. 437 p.
- Spreitzer, A.E. 1979. The life history, external morphology, and osteology of the Eastern Sand Darter, *Ammocrypta pellucida* (Putnam, 1863), an endangered Ohio species (Pisces: Percidae). Thesis (M.Sc.) Ohio State University, Columbus, Ohio, USA. 261 p.
- SSRT (Report to the Sydenham River Recovery Team by Jacques Whitford Environmental Limited). 2001. Sydenham River Recovery Project: Synthesis and analysis of background data. 68 p.
- Staton, S.K., A. Dextrase, J.L. Metcalfe-Smith, J. Di Maio, M. Nelson, J. Parish, B. Kilgour and E. Holm. 2003. Status and trends of Ontario's Sydenham River ecosystem in relation to aquatic species at risk. Environmental Monitoring and Assessment 88:283-310.
- Taylor, I., B. Cudmore, C. MacCrimmon, S. Madzia and S. Hohn. 2004. The Thames River Watershed: Synthesis Report (draft). Prepared for the Thames River Recovery Team. 74 p.
- Thomas, M.V. and R.C. Haas. 2004. Status of Lake St. Clair fish community and sport fishery, 1996-2001. Fisheries Research Report 2067, Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Division. 27 p.
- Trautman, M.B. 1981. The fishes of Ohio. 2nd edition. Ohio State University Press, Columbus, Ohio, USA.
- TRRT (Thames River Recovery Team). 2005. Recovery strategy of the Thames River aquatic ecosystem: 2005 - 2010. 146 p.