

Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Paire d'espèces d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda *Gasterosteus aculeatus*

au Canada



**EN VOIE DE DISPARITION
2010**

COSEPAC
Comité sur la situation
des espèces en péril
au Canada



COSEWIC
Committee on the Status
of Endangered Wildlife
in Canada

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

COSEPAC. 2010. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la paire d'espèces d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda (*Gasterosteus aculeatus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiv + 30 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm).

Rapport(s) précédent(s) :

COSEPAC. 2000. Évaluation et du Rapport de situation du COSEPAC sur la paire d'espèces d'épinoches du ruisseau Vananda (*Gasterosteus* spp.) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 21 p. (www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm).

HATFIELD, T. et J. PTOLEMY. 1999. Rapport de situation du COSEPAC sur la paire d'espèces d'épinoches du ruisseau Vananda (*Gasterosteus* spp.) au Canada – Mise à jour, *in* Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la paire d'espèces d'épinoches du ruisseau Vananda (*Gasterosteus* spp.) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. Pages 1-21.

Note de production :

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) remercie Todd Hatfield qui a rédigé le rapport de situation provisoire sur les épinoches du ruisseau Vananda (*Gasterosteus aculeatus*), préparé en vertu d'un contrat avec Environnement Canada. La participation de l'entrepreneur à la rédaction du présent rapport de situation a pris fin avec l'acceptation du rapport provisoire. Toutes les modifications apportées au rapport de situation durant la préparation subséquente des rapports de situation provisoires de deux mois et de six mois ont été supervisées par Eric Taylor, coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons d'eau douce.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

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

Tél. : 819-953-3215

Télé. : 819-994-3684

Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca

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

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Vananda Creek Benthic and Limnetic Threespine Stickleback Species Pair *Gasterosteus aculeatus* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :

Paire d'espèces d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda — Photo de G. Velema, Université de la Colombie-Britannique, reproduction autorisée.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2010.

N° de catalogue CW69-14/172-2010F-PDF

ISBN 978-1-100-94781-5



Papier recyclé



COSEPAC

Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun

Épinoche limnétique à trois épines du ruisseau Vananda

Nom scientifique

Gasterosteus aculeatus

Statut

En voie de disparition

Justification de la désignation

Ce petit poisson d'eau douce est une espèce endémique canadienne unique qui est restreinte à trois petits lacs interconnectés dans le littoral de la Colombie-Britannique (C.-B.). L'espèce sauvage est gravement menacée de disparition en raison de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes, lesquelles ont été observées comme entraînant la disparition rapide d'espèces semblables dans au moins deux autres lacs. Les espèces aquatiques envahissantes continuent d'accroître dans les lacs sur l'île de Vancouver adjacente et sur les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique, et il y a donc une probabilité raisonnable que les espèces envahissantes pourraient être introduites dans l'habitat de l'espèce au cours des 10 prochaines années. L'espèce est également vulnérable à la perte et à la dégradation de l'habitat causées par les activités d'extraction d'eau et d'utilisation des terres dans le paysage environnant.

Répartition

Colombie-Britannique

Historique du statut

Espèce désignée « menacée » en avril 1999. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en mai 2000. Réexamen et confirmation du statut en avril 2010.

Sommaire de l'évaluation – Avril 2010

Nom commun

Épinoche benthique à trois épines du ruisseau Vananda

Nom scientifique

Gasterosteus aculeatus

Statut

En voie de disparition

Justification de la désignation

Ce petit poisson d'eau douce est une espèce endémique canadienne unique qui est restreinte à trois petits lacs interconnectés dans le littoral de la Colombie-Britannique (C.-B.). L'espèce sauvage est gravement menacée de disparition en raison de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes, lesquelles ont été observées comme entraînant la disparition rapide d'espèces semblables dans au moins deux autres lacs. Les espèces aquatiques envahissantes continuent d'accroître dans les lacs sur l'île de Vancouver adjacente et sur les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique, et il y a donc une probabilité raisonnable que les espèces envahissantes pourraient être introduites dans l'habitat de l'espèce au cours des 10 prochaines années. L'espèce est également vulnérable à la perte et à la dégradation de l'habitat causées par les activités d'extraction d'eau et d'utilisation des terres dans le paysage environnant.

Répartition

Colombie-Britannique

Historique du statut

Espèce désignée « menacée » en avril 1999. Réexamen du statut : l'espèce a été désignée « en voie de disparition » en mai 2000. Réexamen et confirmation du statut en avril 2010.



COSEPAC Résumé

Paire d'espèces d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda *Gasterosteus aculeatus*

Nom et classification

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda constituent deux espèces distinctes au plan biologique dérivées de l'épinoche à trois épines, mais elles n'ont pas été nommées officiellement. Les épinoches limnétiques se nourrissent principalement de plancton et leurs caractéristiques sont considérées comme étant des adaptations à un mode de vie axé sur la consommation de zooplancton. Les épinoches benthiques se nourrissent principalement d'invertébrés benthiques dans la zone littorale et possèdent un corps robuste, une large bouche et des branchicténies courtes et peu nombreuses, des caractéristiques considérées comme étant avantageuses pour l'alimentation sur le fond. Les données de génétique moléculaire indiquent fermement que ces paires sont apparues de façon indépendante, en dépit de leurs similitudes physiques. Ainsi, une paire d'espèces d'épinoches d'un bassin versant est différente du point de vue de la génétique et de l'évolution d'une autre paire issue d'un autre bassin versant.

Répartition

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont endémiques à trois lacs (les lacs Spectacle, Priest et Emily) d'un seul bassin versant de l'île Texada (Colombie-Britannique).

Habitat

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda ont des besoins différents en matière d'habitat. En général, les épinoches benthiques et limnétiques frayent dans des microhabitats différents dans des zones littorales au printemps, se nourrissent et grandissent dans des zones littorales et pélagiques au printemps et en été, et passent l'hiver dans des habitats en eaux profondes pendant l'automne et l'hiver.

Biologie

Les épinoches benthiques et limnétiques ont des cycles biologiques similaires, qui comprennent néanmoins quelques différences. Elles ressemblent à l'épinoche à trois épines pour ce qui est de leur mode de reproduction en général. Les mâles construisent des nids qu'ils gardent et défendent jusqu'à ce que les alevins soient âgés d'une semaine environ. Selon la température, les œufs prennent jusqu'à une semaine pour éclore et il faut encore trois à cinq jours pour que les larves nagent librement. Les épinoches benthiques construisent leurs nids sous le couvert des macrophytes ou d'autres structures, tandis que les épinoches limnétiques tendent à frayer dans des habitats à découvert. À l'état sauvage, les épinoches benthiques se reproduisent plus tôt dans l'année que les épinoches limnétiques, mais leurs périodes de frai respectives se chevauchent de façon considérable. L'accouplement se caractérise par un haut degré d'homogamie, bien que des cas d'hybridation aient été observés à petite échelle à l'état sauvage.

On estime que les épinoches limnétiques atteignent l'âge adulte en moyenne à un an et vivent rarement au-delà d'une seule période de reproduction. Les femelles reproductrices pondent plusieurs fois à intervalles courts. Les mâles nicheurs s'accouplent avec de nombreuses femelles et peuvent nidifier plus d'une fois pendant la même période de reproduction. Même si certaines épinoches benthiques s'accouplent vraisemblablement pendant leur première année, bon nombre d'entre elles ne s'accoupleront pas avant l'âge de deux ans. Elles peuvent vivre jusqu'à cinq ans environ et s'accoupler au cours de plusieurs périodes de reproduction. Les femelles reproductrices pondent moins souvent pendant une même période de reproduction que les femelles limnétiques. Tout comme les mâles limnétiques, les mâles benthiques s'accoupleront avec plusieurs femelles, mais il n'est pas certain que ceux-ci nidifient plus d'une fois pendant une même période de reproduction.

Taille et tendances des populations

Il n'y a eu aucune estimation directe de la population d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda, mais les estimations approximatives de l'abondance ont été extrapolées à partir de mesures effectuées près du lac Paxton et elles indiquent environ 20 000 épinoches benthiques adultes et environ 500 000 épinoches limnétiques adultes dans les trois lacs.

Facteurs limitatifs et menaces

Les menaces envers les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont variées. La plus grande menace est l'introduction d'espèces envahissantes. La sensibilité des paires d'espèces à certains types de perturbations environnementales (p. ex. l'introduction d'espèces envahissantes et la perturbation de la complexité de l'habitat) a été mise en évidence à la suite de la disparition de la paire d'espèces du lac Hadley (situé près de l'île Lasqueti) et de la chute du nombre de paires d'espèces du lac Enos et des étangs expérimentaux, lesquelles ont été

remplacées par des populations hybrides. Alors que la modélisation de la population indique que les épinoches peuvent survivre aux perturbations environnementales, d'autres observations indiquent que l'isolement reproductif continu dépend de facteurs environnementaux tels que les niveaux de transmission de la lumière, les niveaux de turbidité et la densité de la végétation aquatique qui ont, jusqu'à ce jour, uniquement été évalués sur le plan de la qualité. Cependant, ce sont ces facteurs qui semblent être dominants pour ce qui est de maintenir les espèces aussi distinctes les unes des autres. Dans ce contexte, les paires d'espèces ne sont ni hautement adaptables ni particulièrement résistantes aux perturbations environnementales. On ne comprend pas encore bien ce qui nuit à l'abondance des épinoches du ruisseau Vananda. Le facteur principal de limitation semble être l'approvisionnement en nourriture – la capacité des lacs à produire du plancton et du benthos – mais il n'existe aucune donnée étayant ce point de vue. Dans tous les cas, le facteur principal déterminant l'état de conservation est leur endémisme extrême et non le déclin de la population.

Importance de l'espèce

L'importance des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda est principalement scientifique et due à son unicité dans la biodiversité du Canada. Les paires d'espèces d'épinoches sont vues par une majorité comme un trésor scientifique, car elles comptent parmi les espèces les plus jeunes sur terre : elles sont vraisemblablement apparues depuis la dernière glaciation, il y a moins de 13 000 ans. On les considère comme des sujets de recherche précieux et remarquables dans le cadre de l'étude des origines et du maintien de la biodiversité.

Protection actuelle

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont classées en voie de disparition aux termes de l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*, ce qui met ainsi en place un certain nombre d'interdictions automatiques. Elles ont été évaluées en voie de disparition par le COSEPAC en 2010 et font partie de la liste rouge du Conservation Data Centre de la Colombie-Britannique et du ministère de l'Environnement de cette province. Dans le cadre du *Règlement de pêche sportive de la Colombie-Britannique*, il est illégal de pêcher ou d'attraper et de retenir les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda.

Le lac Spectacle est principalement bordé de terrains privés, alors que des terres de la Couronne surtout entourent les lacs Priest et Emily. À ce jour, il n'existe aucune disposition protégeant l'habitat des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda en particulier, mais elles peuvent tirer profit de règlements plus généraux tels que les dispositions relatives à la protection de l'habitat de la *Loi sur les pêches* du gouvernement fédéral et du *Riparian Areas Regulation* (règlement sur les zones riveraines) de la province.

RÉSUMÉ TECHNIQUE 1

Épinoche limnétique à trois épines du ruisseau Vananda

Gasterosteus aculeatus

Épinoche limnétique à trois épines du ruisseau Vananda

Vananda Creek Limnetic Threespine Stickleback

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Colombie-Britannique

Endémique aux lacs, Spectacle, Priest et Emily (Colombie-Britannique)

Données démographiques

Durée d'une génération	1 an
Y a-t-il un déclin continu du nombre d'individus matures? (La tendance est inconnue, mais supposée stable selon les captures répétées au fil des ans. Toutefois, l'abondance n'a pas été estimée pendant ces échantillonnages. La capture était plus répandue dans le lac Priest et moins, dans le lac Spectacle.)	Inconnu, mais peu probable
Pourcentage estimé du déclin continu du nombre total d'individus matures au cours des cinq prochaines années.	Sans objet, car déclin peu probable.
Variation en pourcentage du nombre total d'individus matures au cours des dix dernières années.	Inconnu
Variation en pourcentage du nombre total d'individus matures au cours des dix prochaines années.	Inconnu
Variation en pourcentage du nombre total d'individus matures au cours de toute période de dix ans, couvrant une période antérieure et ultérieure.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles et comprises et ont effectivement cessé?	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence (Il s'agit d'une espèce extrêmement endémique, limitée à un seul petit lac. Selon McPhail (1992), le lac Paxton a une superficie de 17 ha.)	< 2 km ²
Zone d'occupation	0,63 km ²
Indice de la zone d'occupation	
Grille de 1 km x 1 km	6 km ²
Grille de 2 km x 2 km	16 km ²
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de « localités »	1
Y a-t-il un déclin continu de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il un déclin continu de l'indice de la zone d'occupation?	Non
Y a-t-il un déclin continu du nombre de populations?	Non
Y a-t-il un déclin continu du nombre de localités?	Non
Y a-t-il un déclin continu de la superficie, de l'étendue ou de la qualité de l'habitat?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Sans objet, une localité
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non

Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de la zone d'occupation?	Non
---	-----

Nombre d'individus matures (dans chaque population)

Population	Nombre d'individus matures
Il existe une seule estimation qui date de 2005 et concerne un lac à proximité, le lac Paxton, où l'on trouve une paire d'espèces d'épinoches similaire : on comptait alors environ 45 853 mâles limnétiques matures (intervalle de confiance à 95 %, soit entre 25 000 et 83 000 individus environ). L'abondance pour les lacs Spectacle, Priest et Emily est estimée, par extrapolation à partir de la superficie du lac, à 47 228, 181 577 et 29 345 individus respectivement. En partant d'un rapport des sexes de 1:1, ces chiffres pourraient être doublés pour obtenir des estimations approximatives du nombre de mâles et de femelles limnétiques matures dans les trois lacs.	~ 516 301
Total	~ 516 301

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce de la nature est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans].	Sans objet
Une simple analyse de viabilité de la population a été faite afin de déterminer l'habitat essentiel (voir Hatfield, 2008). La modélisation de la population à partir d'un modèle fondé sur la structure d'âge a indiqué que les épinoches benthiques sont résistantes aux perturbations de leur population dues à la stochasticité environnementale. D'une manière générale, la modélisation a confirmé que les taux élevés de la croissance de la population permettent aux épinoches de récupérer rapidement de perturbations environnementales qui sont de nature petite à modérée et qui surviennent à court terme.	

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

<p>Immédiates</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déviation et abaissement du niveau des cours d'eau. • Perte et dégradation de l'habitat dues à des pratiques d'utilisation des terres privées. <p>Potentielles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction d'espèces envahissantes (même s'il n'y a pas pour l'instant d'espèce envahissante dans le bassin versant du ruisseau Vananda, bon nombre d'espèces sont présentes dans les zones à proximité et la répartition des espèces envahissantes a augmenté au cours des 10 à 20 dernières années). Les observations empiriques indiquent que la probabilité d'extinction de paires d'espèces en présence d'espèces envahissantes est de 1,0 (2 de 2 cas). • Collecte excessive à des fins de recherche scientifique. 	
---	--

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

Situation des populations de l'extérieur? Sans objet, endémique	
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Non
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Sans objet
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Sans objet
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Sans objet

Statut existant

COSEPAC : En voie de disparition (2010)

Statut et justification de la désignation

Statut : En voie de disparition	Code alphanumérique : A3e
Justification de la désignation : Ce petit poisson d'eau douce est une espèce endémique canadienne unique qui est restreinte à trois petits lacs interconnectés dans le littoral de la Colombie-Britannique. L'espèce sauvage est gravement menacée de disparition en raison de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes qui, selon les observations, entraînent la disparition rapide d'espèces semblables dans au moins deux autres lacs. Les espèces aquatiques envahissantes continuent de s'accroître dans les lacs de l'île de Vancouver adjacente et les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique, et il y a donc une probabilité raisonnable que des espèces envahissantes puissent être introduites dans l'habitat de l'espèce au cours des 10 prochaines années. L'espèce est également vulnérable à la perte et à la dégradation de l'habitat causées par les activités d'extraction d'eau et d'utilisation des terres dans le paysage environnant.	

Applicabilité des critères :

Critère A : Correspond aux critères de la catégorie « en voie de disparition » A3e. Gravement menacée de disparition en raison de l'introduction d'espèces exotiques.
Critère B : Sans objet. Même si la zone d'occurrence est inférieure à 5 000 km ² , que l'indice de la zone d'occupation est inférieur à 500 km ² , et qu'il existe moins de cinq localités, il n'y a de preuve de déclin ou de fluctuations extrêmes dans aucun des indices pertinents aux sous-critères b(i-v) ou c(i-iv), respectivement.
Critère C : Sans objet. Ne correspond pas aux critères.
Critère D : Satisfait aux critères d'espèce « menacée » D2 (une seule localité propice aux déclins rapides en ce qui concerne la superficie, la qualité de l'habitat ou l'abondance de l'espèce, et ce, en raison de l'introduction possible d'espèces exotiques).
Critère E : Non effectué.

RÉSUMÉ TECHNIQUE 2

Épinoche benthique à trois épines du ruisseau Vananda

Gasterosteus aculeatus

Épinoche benthique à trois épines du ruisseau Vananda

Vananda Creek Benthic Threespine Stickleback

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Colombie-Britannique

Endémique aux lacs, Spectacle, Priest et Emily (Colombie-Britannique)

Données démographiques

Durée d'une génération	~ 2 à 3 ans
Y'a-t-il un déclin continu du nombre d'individus matures? (La tendance est inconnue, mais peut être stable selon les captures répétées au fil des ans. Toutefois, l'abondance n'a pas été estimée pendant ces échantillonnages.)	Inconnu, mais peu probable
Pourcentage estimé du déclin continu du nombre total d'individus matures au cours des cinq prochaines années.	Sans objet, déclin peu probable.
Variation en pourcentage du nombre total d'individus matures au cours des dix dernières années.	Inconnu
Variation en pourcentage du nombre total d'individus matures au cours des dix prochaines années.	Inconnu
Variation en pourcentage du nombre total d'individus matures au cours de toute période de dix ans, couvrant une période antérieure et ultérieure.	Inconnu
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles et comprises et ont effectivement cessé?	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence (Il s'agit d'une espèce extrêmement endémique, limitée à un seul petit lac. Selon McPhail (1992), le lac Paxton a une superficie de 17 ha.)	< 2 km ²
Zone d'occupation	0,63 km ²
Indice de la zone d'occupation	
Grille de 1 km x 1 km	6 km ²
Grille de 2 km x 2 km	16 km ²
La population totale est-elle très fragmentée?	Non
Nombre de « localités »	1
Y a-t-il un déclin continu de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il un déclin continu de l'indice de la zone d'occupation?	Non
Y'a-t-il un déclin continu du nombre de populations?	Non
Y'a-t-il un déclin continu du nombre de localités?	Non
Y a-t-il un déclin continu de la superficie, de l'étendue ou de la qualité de l'habitat?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités?	Sans objet, une localité
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de la zone d'occupation?	Non

Nombre d'individus matures (dans chaque population)

Population	Nombre d'individus matures
Il existe une seule estimation, qui date de 2005 et concerne un lac à proximité, le lac Paxton, où l'on trouve une paire d'espèces d'épinoches similaire : on comptait alors environ 3 300 mâles benthiques matures. L'abondance des mâles dans les lacs Spectacle, Priest et Emily est estimée, par extrapolation à partir du périmètre du lac, à 3 287, 5 577 et 1 584 individus, respectivement. En partant d'un rapport des sexes de 1:1, ces chiffres peuvent être doublés pour obtenir des estimations du nombre de mâles et de femelles benthiques matures dans les trois lacs.	~ 20 896
Total	~20 896

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce de la nature est d'au moins [20 % sur 20 ans ou 5 générations, ou 10 % sur 100 ans]. Une simple analyse de viabilité de la population a été faite afin de déterminer l'habitat essentiel (voir Hatfield, 2008). La modélisation de la population à partir d'un modèle fondé sur la structure d'âge a indiqué que les épinoches benthiques sont résistantes aux perturbations de leur population dues à la stochasticité environnementale. D'une manière générale, la modélisation a confirmé que les taux élevés de la croissance de la population permettent aux épinoches de récupérer rapidement de perturbations environnementales qui sont de nature petite à modérée et qui surviennent à court terme.	Sans objet
---	------------

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)

<p>Immédiates</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déviation et abaissement du niveau des cours d'eau. • Perte et dégradation de l'habitat dues à des pratiques d'utilisation des terres. <p>Potentielles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction d'espèces envahissantes (même s'il n'y a pas pour l'instant d'espèce envahissante dans le bassin versant du ruisseau Vananda, bon nombre d'espèces sont présentes dans les zones à proximité et la répartition des espèces envahissantes a augmenté au cours des 10 à 20 dernières années). Les observations empiriques indiquent que la probabilité d'extinction de paires d'espèces en présence d'espèces envahissantes est de 1,0 (2 de 2 cas). • Collecte excessive à des fins de recherche scientifique.

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

Situation des populations de l'extérieur? Sans objet	
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Non
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Sans objet
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Sans objet
La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Sans objet

Statut existant

COSEPAC : En voie de disparition (2010)
Sources supplémentaires de renseignements : sans objet

Statut et justification de la désignation

Statut : En voie de disparition	Code alphanumérique : A3e
Justification de la désignation : Ce petit poisson d'eau douce est une espèce endémique canadienne unique qui est restreinte à trois petits lacs interconnectés dans le littoral de la Colombie-Britannique. L'espèce sauvage est gravement menacée de disparition en raison de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes qui, selon les observations, entraînent la disparition rapide d'espèces semblables dans au moins deux autres lacs. Les espèces aquatiques envahissantes continuent de s'accroître dans les lacs de l'île de Vancouver adjacente et les basses-terres continentales de la Colombie-Britannique, et il y a donc une probabilité raisonnable que des espèces envahissantes puissent être introduites dans l'habitat de l'espèce au cours des 10 prochaines années. L'espèce est également vulnérable à la perte et à la dégradation de l'habitat causées par les activités d'extraction d'eau et d'utilisation des terres dans le paysage environnant.	

Applicabilité des critères

Critère A : Correspond aux critères de la catégorie « en voie de disparition » A3e. Gravement menacée de disparition en raison de l'introduction d'espèces exotiques.
Critère B : Sans objet. Même si la zone d'occurrence est inférieure à 5 000 km ² , que l'indice de la zone d'occupation est inférieur à 500 km ² et qu'il existe moins de cinq localités, il n'y a de preuve de déclin ou de fluctuations extrêmes dans aucun des indices pertinents aux sous-critères b(i-v) ou c(i-iv), respectivement.
Critère C : Sans objet. Ne correspond pas aux critères.
Critère D : Satisfait aux critères d'espèce « menacée » D2 (une seule localité propice aux déclins rapides en ce qui concerne la superficie, la qualité de l'habitat ou l'abondance de l'espèce, et ce, en raison de l'introduction possible d'espèces exotiques).
Critère E : Non effectué.

PRÉFACE

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda (*Gasterosteus aculeatus*) sont des espèces sympatriques, endémiques à trois petits lacs (Spectacle, Priest et Emily) d'un seul bassin versant sur l'île Texada (Colombie-Britannique). Les espèces ont été désignées « menacées » en avril 1999. Le statut a été examiné à nouveau en mai 2000 et les espèces ont alors été désignées « en voie de disparition ». Le statut a été déterminé en se fondant essentiellement sur la répartition extrêmement restreinte de l'espèce et sur les menaces continues de la part des espèces envahissantes et la perte ou la dégradation de l'habitat en raison de perturbations humaines. Les espèces ont été répertoriées comme étant en voie de disparition en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* en 2003.

Des études scientifiques diverses et au nombre grandissant ont été réalisées sur les paires d'espèces d'épinoches. Elles se concentraient principalement sur la compréhension des processus caractérisant l'évolution des espèces d'épinoches, mais aussi sur le rôle des espèces envahissantes qui pose des risques pour les paires d'espèces et la prestation des premières estimations quantifiables de taille de la population. Un programme de rétablissement, codirigé par Pêches et Océans Canada – Région du Pacifique et le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, s'est achevé en 2007. Dans le cadre de ce programme, une liste des menaces a été dressée, et la plus grande de celles-ci demeure l'introduction d'espèces envahissantes. Les deux autres paires d'espèces (l'une dans le lac Hadley sur l'île Lasqueti et l'autre dans le lac Enos sur l'île de Vancouver) ont disparu à cause des espèces introduites. Les terres entourant les lacs du bassin versant du ruisseau Vananda sont, dans certains cas, privées et dans d'autres, propriété de la Couronne, et il existe des menaces potentielles dues à l'utilisation des terres et de l'eau. Une aire d'habitat faunique, destinée à limiter les répercussions de l'exploitation forestière, a été proposée et est en cours d'examen officiel pour une partie des terres de la Couronne entourant les lacs Priest et Emily. Un groupe d'action pour le rétablissement, créé sur l'île Texada, surveille la qualité de l'eau du lac Priest et mène une variété d'études biologiques. Les paires d'espèces d'épinoches continuent à faire l'objet d'études poussées par des chercheurs intéressés en écologie, en évolution et en génétique. En réponse à la forte demande reçue en matière de collecte de poisson sauvage, l'équipe de rétablissement a élaboré des lignes directrices pour limiter les répercussions des activités de collecte. Ces lignes directrices sont utilisées pour gérer les collectes en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*.

Un habitat essentiel a été proposé pour les paires d'espèces d'épinoches et les recommandations, faisant l'objet d'un examen mené par le Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique et Pêches et Océans Canada, ne sont qu'à une étape du processus d'approbation finale. Par conséquent, même s'il a été décrit d'un point de vue scientifique, l'habitat essentiel n'a pas encore été légalement déterminé.



HISTORIQUE DU COSEPAC

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

MANDAT DU COSEPAC

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

COMPOSITION DU COSEPAC

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

DÉFINITIONS (2010)

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

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

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

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

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

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



Environnement
Canada

Environment
Canada

Service canadien
de la faune

Canadian Wildlife
Service

Canada

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

Rapport de situation du COSEPAC

sur le

Paire d'espèces d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda *Gasterosteus aculeatus*

au Canada

2010

TABLE DES MATIÈRES

INFORMATION SUR L'ESPÈCE	4
Nom et classification.....	4
Description morphologique	4
Variabilité et répartition géographiques de la population	6
Unités désignables	8
Importance de l'espèce.....	9
RÉPARTITION	9
Aire de répartition mondiale.....	10
Aire de répartition canadienne.....	11
HABITAT	11
Besoins en matière d'habitat.....	11
Tendances en matière d'habitat.....	13
Protection et propriété	13
BIOLOGIE	14
Cycle vital et reproduction	14
Physiologie	16
Déplacements et dispersion	16
Relations interspécifiques.....	17
Adaptabilité.....	17
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS	18
Activités de recherche	18
Abondance	19
Fluctuations et tendances.....	21
Immigration de source externe	21
CONNAISSANCES TRADITIONNELLES AUTOCHTONES	22
FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES	22
Espèces envahissantes	22
Usage de l'eau.....	24
Utilisation des terres	24
Collecte de spécimens à des fins de recherche	24
Autres	25
PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS DE STATUT.....	25
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS.....	26
SOURCES D'INFORMATION	26
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT	30
COLLECTIONS EXAMINÉES	30

Liste des figures

- Figure 1. Épinoches limnétiques mâle (en haut à gauche) et femelle (en haut à droite) et épinoches benthiques mâle (en bas à gauche) et femelle (en bas à droite) du ruisseau Vananda. Les épinoches limnétiques mesurent environ 65 mm de longueur et les épinoches benthiques, environ 85 mm de longueur..... 5
- Figure 2. Répartition des épinoches du ruisseau Vananda au Canada. 10

Liste des tableaux

Tableau 1. Cycle biologique des paires d'espèces d'épinoches benthiques et limnétiques	14
Tableau 2. Estimations de l'abondance des épinoches benthiques et limnétiques du lac Paxton. Juin 2005	20
Tableau 3. Estimations de l'abondance pour (a) les benthiques matures et (b) les limnétiques matures pour chaque lac du bassin versant du ruisseau Vananda (mâles et femelles, en partant d'un rapport des sexes de 1:1)	21

INFORMATION SUR L'ESPÈCE

Nom et classification

Phylum :	cordés
Classe :	Actinopterygii (poissons à nageoires rayonnées)
Ordre :	Gastérostéiformes
Famille :	Gastérostéidés
Genre :	<i>Gasterosteus</i>
Espèce limnétique	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
Espèce benthique :	<i>Gasterosteus aculeatus</i>

Nom commun

Français : épineche limnétique à trois épines du ruisseau Vananda
épineche benthique à trois épines du ruisseau Vananda
Anglais : Vananda Creek Limnetic Threespine Stickleback
Vananda Creek Benthic Threespine Stickleback

Description morphologique

Les paires d'espèces d'épineches benthique et limnétique à trois épines du ruisseau Vananda (figure 1) sont des dérivés postglaciaires de l'épineche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*). L'épineche à trois épines est un poisson de petite taille (généralement de 35 à 55 mm) qui est commun dans les eaux douces et les eaux marines côtières de tout l'hémisphère nord (Scott et Crossman, 1973; McPhail, 2007). On suppose que l'espèce marine est l'ancêtre de la plupart des espèces d'eau douce et elle est généralement anadrome, ce qui signifie qu'elle retourne dans l'eau douce pour se reproduire (Schluter et McPhail, 1992, 1993; McKinnon et Rundle, 2002). L'épineche à trois épines a un corps qui est aplati sur les côtés et des nageoires pectorales et caudales délicates. Les individus de la plupart des populations sont bien protégés avec des plaques latérales calcifiées, ainsi que des épines pelviennes et dorsales pouvant être solidement figées en position droite (Scott et Crossman, 1973; Wootton, 1976; Reimchen, 1994). Les individus d'eau douce sont plus ou moins couverts d'épines, mais en sont habituellement moins pourvus que les individus marins (Reimchen, 1994). La couleur du corps varie de l'argenté au brun-vert moucheté. Les mâles à maturité sexuelle ont des gorges rouge vif pendant la saison de l'accouplement, tandis que les mâles de quelques populations d'eau douce deviennent complètement noirs (McPhail, 1969; Reimchen, 1989).



Figure 1. Épinoches limnétiques mâle (en haut à gauche) et femelle (en haut à droite) et épinoches benthiques mâle (en bas à gauche) et femelle (en bas à droite) du ruisseau Vananda. Les épinoches limnétiques mesurent environ 65 mm de longueur et les épinoches benthiques, environ 85 mm de longueur. (Photo de G. Velema, Université de la Colombie-Britannique, reproduction autorisée).

Les épinoches marines sont phénotypiquement semblables dans l'ensemble de leur aire de répartition, tandis que les épinoches d'eau douce présentent de grandes différences sur les plans écologique, comportemental et morphologique (McPhail, 1994). Trois types de « paires » différentes sur les plans génétique et morphologique sont connus comme étant du littoral de la Colombie-Britannique (McPhail, 1994) : des paires parapatriques anadromes et résidant dans les cours d'eau (c.-à-d., la répartition géographique est contigüe et se recoupe uniquement dans une zone de contact relativement petite), des paires benthiques et limnétiques sympatriques (c.-à-d., la répartition géographique se recoupe entièrement ou presque), et des paires parapatriques lentiques et lotiques. Dans chaque cas, on les désigne en tant que « paires d'espèces », en raison de la proximité entre les membres de la paire. Des descriptions détaillées sur les populations uniquement d'eau douce et sur chaque type de paire d'espèces sont fournies dans l'étude de McPhail (1994).

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda (figure 1) sont l'une des cinq paires sympatriques connues qui vivent dans des lacs sur des îles dans une zone restreinte du détroit de Georgie, en Colombie-Britannique (McPhail, 1984, 1992; Schluter et McPhail, 1992; McPhail, 1993, 1994; Gow *et al.*, 2008). Dans chaque cas, les épinoches limnétiques se nourrissent principalement de plancton et possèdent comme caractéristiques morphologiques un corps fusiforme, une bouche étroite et de nombreuses et longues branchicténies, des caractéristiques considérées comme étant des adaptations à un mode de vie axé sur la consommation de zooplancton (Schluter et McPhail, 1992, 1993). Les épinoches benthiques se nourrissent principalement d'invertébrés benthiques dans la zone littorale et possèdent un corps robuste, une large bouche et des branchicténies courtes et peu nombreuses, des caractéristiques considérées comme étant avantageuses pour l'alimentation sur le fond (Schluter et McPhail, 1992, 1993). Ce modèle de différenciation morphologique et écologique est semblable dans chacun des lacs (Schluter et McPhail, 1992; Gow *et al.*, 2008) : les épinoches limnétiques se ressemblent toutes, d'un lac à l'autre et il en est de même pour les épinoches benthiques. Ce qui frappe le plus ce sont les similitudes morphologiques et écologiques au sein des populations d'épinoches limnétiques (et d'épinoches benthiques), mais il existe également quelques différences morphologiques mineures entre les épinoches benthiques et limnétiques lenticules (McPhail, 1994).

Variabilité et répartition géographiques de la population

Une des questions principales de recherche a été de savoir si les paires d'espèces d'épinoches sympatriques sont le fruit d'une spéciation unique ou de spéciations multiples et indépendantes. La question a été traitée plus directement au moyen d'un examen de la variation des microsatellites de l'ADN des populations d'épinoches benthiques et limnétiques à partir de différents lacs abritant une paire d'espèces (Taylor et McPhail, 2000). L'analyse de la distance phylogénique et génétique et le manque de paires d'espèces similaires dans les lacs adjacents aux lacs abritant une paire d'espèces soutiennent l'idée que les paires d'espèces sympatriques ont évolué plusieurs fois. En d'autres termes, en dépit de leur apparence similaire, mais non identique, dans les lacs, la phylogénie moléculaire indique fermement que les paires ont évolué séparément. Ainsi, une paire d'espèces d'épinoches d'un bassin versant est différente du point de vue de la génétique et de l'évolution d'une autre paire issue d'un autre bassin versant. Une telle divergence due à des évolutions indépendantes présente un enjeu théorique et pratique considérable pour ce qui est d'attribuer un nom taxonomique différent à chaque espèce et c'est principalement pour cette raison que cela n'a pas encore été fait.

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont réparties en trois populations, une dans chacun des trois lacs interconnectés (les lacs Spectacle, Priest et Emily) du bassin versant du ruisseau Vananda. Dans chaque lac, les épinoches benthiques et limnétiques sont censées être des populations panmictiques (mais différentes les unes des autres); il n'y a aucune raison de penser, *a priori*, qu'il existe une structuration de la population au sein de chaque lac et de chaque espèce. Le patron génétique des lacs du bassin versant de Vananda n'a été examiné qu'en partie. Les lacs Spectacle et Priest sont principalement contigus et ne sont séparés que par plusieurs dizaines de mètres de zone de marais peu profonds. Il est raisonnable de supposer que les épinoches benthiques et limnétiques se déplacent fréquemment du lac Spectacle au lac Priest et inversement. Le lac Emily, dont l'élévation naturelle est de 23 m de moins que celle du lac Priest, se situe en aval de ce dernier. Ces deux lacs sont séparés par environ un kilomètre de ruisseau et de marais que les épinoches peuvent traverser à la nage (Taylor et McPhail, 2000). Par conséquent, si des déplacements ont lieu entre ces deux lacs, il semble probable que ce soit en direction de l'aval. Des études génétiques qui utilisent des marqueurs microsatellites indiquent quelques différences de faible ampleur entre les épinoches du lac Emily et celles du lac Priest. Ces différences ont été interprétées comme étant les preuves d'un flux génétique restreint entre les espèces d'épinoches de chaque lac (Taylor et McPhail, 2000).

Les recherches ont également porté sur les barrières intrinsèques et extrinsèques au flux génétique entre les épinoches benthiques et limnétiques lenticules. Il semble qu'il n'y ait aucune barrière intrinsèque au flux génétique entre les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda. Toutefois, cette preuve est issue de recherches en laboratoire sur les paires des lacs Paxton et Enos : les hybrides F_1 , entre les épinoches benthiques et limnétiques, sont entièrement fertiles et la correspondance en laboratoire équivaut à celle des espèces parentales (McPhail, 1984, 1992, 1994; Hatfield et Schluter, 1999). Les rétrocroisements peuvent, cependant, avoir une espérance de vie légèrement inférieure (Hatfield et Schluter, 1999). Les épinoches benthiques et limnétiques ont un accouplement caractérisé par un haut degré d'homogamie en laboratoire et à l'état sauvage (Ridgway et McPhail, 1984; Nagel et Schluter, 1998; Boughman, 2001) et plusieurs études laissent entendre avec force que les hybrides sont sélectionnés à l'état sauvage en fonction de l'écologie et par rapport à leur morphologie tropique intermédiaire (Schluter et McPhail, 1993; Schluter, 1994, 1995; Hatfield et Schluter, 1999; Gow *et al.*, 2007).

L'hybridation entre les épinoches benthiques et limnétiques du ruisseau Vananda se produit naturellement à l'état sauvage et il semble y avoir une faible quantité de flux génétique continu entre les deux espèces. D'après l'examen des caractéristiques morphologiques et des fréquences d'allozymes, McPhail (1984, 1992) a estimé qu'environ 1 % des adultes des lacs Enos et Paxton sont des hybrides. Plus récemment, grâce aux marqueurs microsatellites, Gow *et al.* (2007) ont découvert que la part d'hybrides présents dans le lac Priest était considérablement plus élevée; environ 20 % des poissons juvéniles du lac Priest ont été identifiés comme étant des hybrides. La part d'hybrides a, toutefois, décliné au cours du cycle vital et représente 4 % des adultes; ce qui laisse entendre une sélection extrinsèque pour les hybrides.

Unités désignables

Le statut d'unité désignable est justifié pour les épinoches benthiques et limnétiques du bassin versant du ruisseau Vananda au sein des *Gasterosteus aculeatus*, car elles répondent aux critères « distinctes » et « importantes » du COSEPAC (COSEPAC, 2009). D'abord, les deux sont génétiquement distinctes des autres épinoches comme l'a prouvé un ensemble de données sur les allozymes, les microsatellites et la morphologie (voir p. ex. McPhail, 1992; Taylor et McPhail, 2000). En outre, la paire du bassin versant du ruisseau Vananda n'est qu'un des trois cas existants (vivant dans trois bassins versants différents sur deux îles différentes) de paires sympatriques au sein du genre *Gasterosteus*, et ce, malgré l'échantillonnage de centaines de lacs littoraux (McPhail, 1994). De plus, les trois ensembles de paires ont évolué indépendamment les uns des autres (Taylor et McPhail, 2000). L'existence d'une paire sympatrique dans le bassin versant du ruisseau Vananda découle donc d'une divergence évolutionnaire unique. Cette divergence unique répond au critère d'importance dans la mesure où elle soutient la théorie selon laquelle les épinoches benthiques et limnétiques du bassin versant du ruisseau Vananda existent grâce à un cadre évolutionnaire et écologique unique : populations divergeant quant à leur sympatrie et dont les adaptations connexes (alimentation et reproduction) sont essentielles au maintien de leur propre sympatrie. Aussi, étant donné que les épinoches benthiques et limnétiques du ruisseau Vananda présentent des comportements d'espèces biologiques distinctes (elles sont distinctes en sympatrie sur le plan génétique, écologique, morphologique et comportemental), elles méritent d'être reconnues comme deux unités désignables indépendantes de l'espèce *Gasterosteus aculeatus* dans son ensemble.

Pour plusieurs raisons, il est également opportun et important que le statut des deux membres de la paire soit évalué dans le même rapport. D'abord, les différences caractérisant la sympatrie et le maintien de celle-ci témoignent de l'importance de la paire d'épinoches du ruisseau Vananda; aucune des deux formes examinées indépendamment l'une de l'autre n'est particulièrement unique au sein de l'espèce *Gasterosteus aculeatus*. Ensuite, les interactions entre les deux formes peuvent contribuer à leur évolution et à leur maintien. Enfin, les épinoches limnétiques et benthiques sont confrontées aux mêmes menaces relativement à leurs habitats, en particulier celui de reproduction, et les perturbations dont font l'objet de tels habitats pourraient entraîner une hybridation accrue entre ces paires d'espèces, comme il en a été question chez d'autres paires sympatriques du genre *Gasterosteus* (Taylor *et al.*, 2006).

Importance de l'espèce

L'importance des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda est principalement scientifique et due à son unicité dans la biodiversité du Canada. Les paires d'espèces d'épinoche sont généralement considérées comme un trésor scientifique; elles sont aussi importantes d'un point de vue scientifique que les espèces de cichlidés des grands lacs africains et que les pinsons découverts par Darwin sur les îles Galapagos. Cela est principalement dû au fait que ces espèces comptent parmi les plus jeunes qui existent sur terre; des preuves solides laissent entendre que ces paires d'espèces sont apparues à la fin de la dernière glaciation, il y a à peine 13 000 ans (Schluter et McPhail, 1992; McPhail, 1994). La vitesse à laquelle ces espèces distinctes ont évolué a intrigué et passionné des scientifiques du monde entier. Ces espèces constituent un remarquable sujet de recherche. Elles nous aideront à comprendre les processus biologiques et physiques responsables de l'incroyable diversité des organismes que nous voyons autour de nous. Les journaux, les magazines et les revues scientifiques ont publié l'histoire de la découverte de ces espèces et fait régulièrement des rapports sur les résultats des études scientifiques en cours.

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda n'ont pas de valeur commerciale directe. Ces espèces font partie de la faune indigène du Canada, avec leur propre valeur intrinsèque qui comprend leur contribution à la biodiversité, à l'éducation et à la science.

RÉPARTITION

Les paires d'espèces benthiques et limnétiques se trouvent dans les bassins versants du ruisseau Vananda et du lac Paxton sur l'île Texada et dans le lac Little Quarry sur l'île Nelson. Deux autres paires ont récemment disparu (lac Hadley sur l'île Lasqueti, Hatfield, 2001) ou ont été amenées à céder leur place à une population hybride (c'est-à-dire, la disparition du génome dans le lac Enos sur l'île de Vancouver, Kraak *et al.*, 2001; Taylor *et al.*, 2006).

Aire de répartition mondiale

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont endémiques à trois lacs : les lacs Spectacle, Priest et Emily sur l'île Texada, en Colombie-Britannique (figure 2). [Remarque : parfois, le lac Spectacle est appelé lac Balkwill et le lac Emily est appelé lac Turtle.]

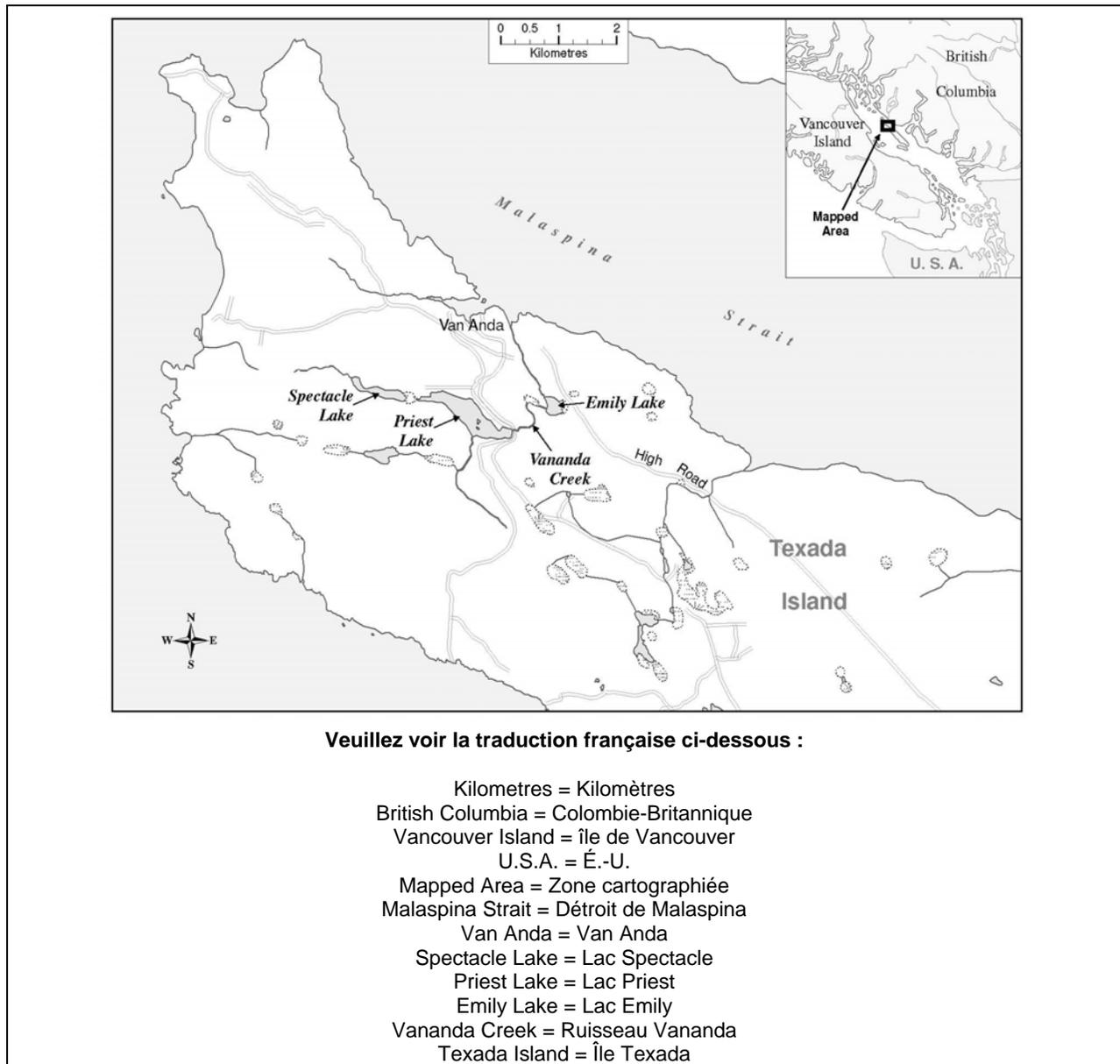


Figure 2. Répartition des épinoches du ruisseau Vananda au Canada.

Aire de répartition canadienne

L'aire de répartition canadienne des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda comprend trois lacs (Spectacle, Priest et Emily) sur l'île Texada, en Colombie-Britannique (figure 2), lesquels sont reliés par le ruisseau Vananda. Les aires de répartition canadienne et mondiale sont identiques. La zone d'occurrence de chaque forme est de moins de 2 km² et la zone d'occupation, moins de 0,63 km². L'indice de zone d'occupation calculé au moyen d'un quadrillage de 1 km x 1 km, était de moins de 6 km² selon les estimations et de moins de 16 km², lorsque calculé au moyen d'un quadrillage de 2 km x 2 km (COSEPAC, 2009).

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

Les populations uniques d'épinoches (c.-à-d., celles qui sont présentes dans un lac sous une seule forme possible) ont une grande aire de répartition et sont généralement tolérantes aux changements importants de la qualité de leur habitat et de l'eau. Les paires d'espèces d'épinoches, en revanche, ont une aire de répartition très restreinte et sont sensibles aux changements dans leur habitat et à d'autres facteurs environnementaux. Dans la mesure où les espèces jeunes à l'échelle de leur évolution ne sont pas encore intrinsèquement isolées les unes des autres sur le plan reproducteur (c.-à-d., qu'elles peuvent produire des hybrides viables), les changements environnementaux peuvent bouleverser les barrières de l'hybridation et mener à l'extinction des deux espèces coexistantes pour laisser place à une population hybride (voir p. ex. Taylor *et al.*, 2006). Par conséquent, les besoins en matière d'habitat pour les paires d'espèces d'épinoches comprennent ces mêmes aspects qui limitent la taille et la variabilité des populations uniques (c.-à-d., une aire d'élevage des poissons juvéniles, une aire d'habitat de nidification), mais également ces aspects environnementaux qui empêchent l'hybridation. En d'autres termes, les besoins en matière d'habitat pour les paires d'espèces comprennent des aspects dont l'altération ou la perte entraînera la diminution de l'abondance de la population jusqu'à un niveau où celle-ci ne sera plus viable ou l'effondrement des barrières reproductives, qui causera l'extinction des espèces au profit d'une population hybride. Ces besoins comprennent la productivité littorale et pélagique modérée, l'absence d'espèces envahissantes, le maintien des niveaux de transmission de lumière naturelle et de macrophytes littoraux naturels. Les deux derniers points sont probablement particulièrement importants dans le cadre du maintien de la reconnaissance des partenaires et sont expliqués de manière plus approfondie dans Hatfield (2008).

Peu d'études ont été spécifiquement consacrées aux besoins de la paire d'espèces du ruisseau Vananda en matière d'habitat. On suppose que cette paire d'espèces est similaire sur le plan écologique aux paires d'espèces des lacs Paxton et Enos, et les descriptions suivantes sont fondées sur des études *in situ* et en laboratoire de ces paires.

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda ont des cycles biologiques similaires, mais des besoins différents en matière d'habitat (McPhail, 1993, 1994). Ces besoins varient au cours de l'année et sont décrits ici pour chaque étape majeure du cycle biologique. En général, les épinoches benthiques et limnétiques frayent dans des microhabitats différents dans des zones littorales au printemps, grandissent dans des zones littorales et pélagiques au printemps et en été, et se réfugient dans des habitats en eaux profondes pendant l'automne et l'hiver.

Habitat de frai

Les épinoches benthiques et limnétiques frayent dans la zone littorale peu profonde des lacs (McPhail, 1994). Les mâles construisent des nids qu'ils gardent et défendent jusqu'à ce que les alevins soient âgés d'une semaine environ. Les épinoches benthiques construisent leurs nids sous le couvert des macrophytes ou d'une autre structure, tandis que les épinoches limnétiques tendent à frayer dans des habitats à découvert (McPhail, 1994; Hatfield et Schluter, 1996).

Habitat d'alimentation des poissons juvéniles

Dès qu'ils ne sont plus sous la protection des mâles, les alevins limnétiques et benthiques trouvent où se nourrir et où se cacher des prédateurs dans la zone littorale. On ne sait pas jusqu'à où va la division de l'habitat entre les alevins benthiques et limnétiques. Dans le lac Paxton, les poissons juvéniles limnétiques se trouvent beaucoup le long des lignes de rivage sur le littoral abrupt, rocheux et sans végétation, alors que les poissons juvéniles benthiques vivent près des macrophytes (Gow, comm. pers., 2008). Les épinoches limnétiques finissent par se déplacer au large des côtes pour se nourrir dans des zones pélagiques (Schluter, 1995).

Habitat d'alimentation des adultes

Les épinoches limnétiques adultes (à l'exception des mâles nicheurs) se nourrissent de zooplancton dans la zone pélagique du lac, alors que les épinoches benthiques adultes se nourrissent d'invertébrés benthiques dans la zone littorale (Schluter, 1995). Les habitats littoraux et pélagiques productifs sont nécessaires à la pérennité des paires d'épinoches benthiques et limnétiques. On pense qu'il est également important de maintenir le rapport d'habitats pélagiques dans la productivité littorale.

Habitat d'hivernage

À la fin de l'été, les individus commencent à migrer vers des eaux plus profondes où ils passent l'hiver. On en connaît peu sur les besoins liés à l'habitat des épinoches limnétiques et benthiques à cette étape, sauf que les données relatives au piégeage et au seinage indiquent d'une manière constante qu'elles vivent en eaux plus profondes dès le début de l'automne.

Tendances en matière d'habitat

Les tendances en matière d'habitat ne peuvent être évaluées que qualitativement, car il n'y a pas eu de surveillance à long terme de l'habitat dans les lacs du bassin versant du ruisseau Vananda. Un programme de surveillance, lancé en juin 2006, mesure mensuellement les caractéristiques suivantes à partir du lac Priest et près du lac Paxton : le pH et la température de surface, les profils de la température et de l'oxygène, la profondeur d'après le disque de Secchi et la turbidité. Aucun changement important découlant de la surveillance n'a été décelé (Atwood, comm. pers., 2009).

Le lac Priest est une source d'approvisionnement en eau à usage domestique pour la ville de Van Anda et les permis actuels d'exploitation hydraulique visant les lacs Priest et Emily autorisent une extraction substantielle d'eau pour un usage domestique et industriel. Il n'existe toutefois que quatre permis moins importants (500 gallons/jour) visant le lac Spectacle, lesquels autorisent un détournement à des fins d'usage domestique (voir les détails dans la section intitulée **Facteurs limitatifs et menaces**). Des archives sur l'utilisation qui a été faite de l'eau par le passé ne sont pas disponibles, donc les tendances historiques en matière d'utilisation de l'eau ne peuvent pas être déterminées avec exactitude.

Les activités terrestres pourraient éventuellement avoir des répercussions négatives sur les habitats lacustres. Par exemple, la construction de routes ou d'autres infrastructures peut augmenter la sédimentation à cause de l'écoulement de l'eau de surface dans le bassin versant du ruisseau Vananda. L'exploitation minière et forestière a été importante dans le bassin versant, mais les répercussions de ces utilisations des terres sur les épinoches et leur habitat n'ont pas été quantifiées.

Protection et propriété

Les lacs Spectacle, Priest et Emily sont entourés à la fois de terres de la Couronne et de terres privées : la majorité des terres autour du lac Spectacle sont privées, alors que la majorité de celles autour des lacs Priest et Emily sont de la Couronne. À l'heure actuelle, il n'existe pas de dispositions sur la protection de l'habitat concernant les habitats des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda en particulier. Toutefois, un groupe local d'intendance a été spécialement mis en place pour surveiller et traiter les menaces pesant sur les paires d'espèces d'épinoches sur l'île Texada et un projet d'aire d'habitat faunique, afin de fournir une protection sur les terres de la Couronne (forêt), est en cours d'élaboration (voir la section intitulée

Par rapport aux épinoches limnétiques, les épinoches benthiques atteignent leur maturation sexuelle plus tardivement. Même si certains individus s'accouplent vraisemblablement pendant leur première année, bon nombre d'entre eux ne s'accoupleront pas avant l'âge de deux ans. Les épinoches benthiques peuvent vivre jusqu'à cinq ans environ et s'accoupler pendant plusieurs périodes de reproduction. En laboratoire, les femelles reproductrices pondent moins souvent durant une même période de reproduction que les épinoches limnétiques et on pense qu'elles procèdent de la même façon à l'état sauvage. Les mâles nicheurs s'accouplent avec de nombreuses femelles et peuvent nidifier plus d'une fois pendant la même période de reproduction, et le rapport des sexes des épinoches benthiques et limnétiques est d'environ 1:1.

Les épinoches benthiques et limnétiques sont similaires à d'autres épinoches à trois épines dans leur mode de reproduction en général (McPhail, 1994). Les mâles construisent des nids qu'ils gardent et défendent jusqu'à ce que les alevins soient âgés d'une semaine environ. Selon la température, les œufs prennent jusqu'à une semaine pour éclore et il faut encore trois à cinq jours pour que les larves nagent librement (McPhail, 2007). Les nids et leur contenu demeurent vulnérables aux attaques de prédateurs de toutes sortes, y compris aux autres épinoches (Foster, 1994). Les épinoches benthiques construisent leurs nids sous le couvert des macrophytes ou d'une autre structure, tandis que les épinoches limnétiques tendent à frayer dans des habitats à découvert (McPhail, 1994; Hatfield et Schluter, 1996).

À l'état sauvage, les épinoches benthiques se reproduisent plus tôt dans l'année que les épinoches limnétiques, mais leurs périodes de frai respectives se chevauchent de façon considérable (tableau 1). L'accouplement se caractérise par un haut degré d'homogamie, (Ridgway et McPhail, 1984; Nagel et Schluter, 1998; Boughman, 2001), mais, comme il est mentionné plus haut, l'hybridation se produit naturellement à l'état sauvage.

Dès qu'ils quittent le nid, les alevins benthiques et limnétiques trouvent où se nourrir et où se cacher des prédateurs dans les zones côtières. Les épinoches limnétiques finissent par se déplacer au large des côtes pour se nourrir dans des zones pélagiques (Schluter, 1995). Le moment où elles choisissent de se déplacer est probablement dicté par une combinaison de facteurs liés au taux de croissance relatif et au risque de prédation dans les habitats littoraux et pélagiques (Schluter, 2003). Les épinoches benthiques restent dans les zones littorales tout le long de leur vie.

Les épinoches limnétiques adultes (à l'exception des mâles nicheurs) se nourrissent de zooplancton dans la zone pélagique du lac, alors que les épinoches benthiques adultes se nourrissent d'invertébrés benthiques dans la zone littorale (Schluter, 1995). À la fin de l'été, les individus commencent à migrer vers des eaux plus profondes où ils passent l'hiver. Certaines observations indiquent que les profondeurs du lac Priest comportent de grandes concentrations en sulfure d'hydrogène pendant l'automne et l'hiver (Atwood, comm. pers., 2009) et l'on suppose que les épinoches évitent ces profondeurs.

Physiologie

Les tolérances et les besoins physiologiques des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda n'ont pas été décrits. En général, les épinoches à trois épines vivent dans un grand nombre d'environnements et elles ont une grande tolérance à bon nombre de caractéristiques de la qualité de l'eau (p. ex. la turbidité, la vitesse du courant, la température, la profondeur, le pH, l'alcalinité, la dureté calcique, la dureté totale, la salinité et la conductivité). Les plans d'eau du bassin versant du ruisseau Vananda sont clairs, légèrement alcalins, moyennement productifs et probablement très légèrement touchés par des apports toxiques. Des préoccupations ont été exprimées (p. ex. par l'Équipe nationale de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches, 2007) quant aux déviations de ces conditions naturelles qui menacent la pérennité de la paire d'espèces, mais ces préoccupations sont généralement exprimées par rapport à l'isolement reproductif entre les épinoches benthiques et limnétiques (p. ex. la reconnaissance des partenaires), plutôt que par rapport à la tolérance physiologique comme telle.

Déplacements et dispersion

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda ne migrent pas au-delà des limites des cours d'eau du bassin versant du ruisseau Vananda. Les lacs Spectacle, Priest et Emily sont les habitats principaux, mais quelques individus peuvent se déplacer entre les lacs grâce à des cours d'eau communicants. La connexion entre les lacs Spectacle et Priest est courte, constituée de marais peu profonds et elle peut probablement être traversée dans les deux sens pendant la majeure partie de l'année. La connexion entre les lacs Priest et Emily a une pente faible (environ 23 m d'élévation sur environ 1 km) et elle peut probablement être traversée, mais elle est vraisemblablement une sorte d'obstacle de dispersion (Taylor et McPhail, 2000). Le lac Emily est le plus isolé des trois lacs compte tenu de l'observation selon laquelle les épinoches limnétiques du lac Emily ont une plus grande proportion d'individus ayant deux épines dorsales au lieu des trois habituelles et une faible (mais détectable) proportion d'individus qui ont un arsenal de plaques latérales supplémentaire (D. McPhail, comm. pers., 2010). Désormais, un ponceau à la décharge du lac Priest permet vraisemblablement aux épinoches de se déplacer vers l'aval seulement (Atwood, comm. pers., 2009) et les effets qu'une telle décharge à sens unique peut avoir sur les interactions entre les paires des différents lacs ne sont généralement pas connus. Dans chaque lac, il y a des déplacements saisonniers sur une courte distance associés au frai, à l'alimentation et à l'hivernage.

Relations interspécifiques

Les paires d'espèces d'épinoches sympatriques ont évolué et se sont maintenues en présence d'une seule autre espèce de poisson, la truite fardée côtière (*Oncorhynchus clarkii clarkii*; Vamosi, 2003), qui vit dans le bassin versant du ruisseau Vananda. Le maintien d'une communauté écologique simple semble être nécessaire à la pérennité des paires sympatriques, comme le souligne l'extinction rapide de la paire d'espèces du lac Hadley (en moins de deux ans) à la suite de l'introduction de la barbotte (*Ameiurus nebulosus*; Hatfield, 2001) et celle de la paire du lac Enos à la suite de l'invasion de l'écrevisse signal américaine (*Pacifastacus leniusculus*; Taylor *et al.*, 2006; Rosenfeld *et al.*, 2008).

Les prédateurs actuels des épinoches du bassin versant Vananda sont la truite fardée côtière piscivore, bon nombre d'invertébrés qui se nourrissent de jeunes épinoches et les oiseaux piscivores (p. ex. le Grand Héron [*Ardea herodias*], le Martin-pêcheur d'Amérique [*Megaceryle alcyon*] et le Plongeon huard [*Gavia immer*]). Compte tenu des niveaux actuels d'abondance, leur présence n'est toutefois pas considérée comme une menace pour les épinoches.

Les plus grands concurrents interspécifiques pour les épinoches limnétiques sont vraisemblablement les épinoches benthiques et vice versa. Plusieurs études ont démontré un déplacement de caractère entre les épinoches benthiques et les épinoches limnétiques, ainsi qu'une concurrence entre les deux espèces (Schluter et McPhail, 1993; Schluter, 1994, 1995).

Adaptabilité

Les lacs du bassin versant du ruisseau Vananda ont été sujets à différentes perturbations humaines, y compris la construction du barrage de l'émissaire (lacs Priest et Emily) et l'extraction d'eau pour l'exploitation minière à proximité (lac Emily). L'environnement immédiat des lacs a été affecté par l'exploitation minière à ciel ouvert (carrière de calcaire) et souterraine (or, minerai de fer au début du XX^e siècle), l'exploitation forestière et la construction de routes et de canalisations connexes. Ces perturbations provoquent probablement des fluctuations des niveaux d'eau menant à des variations dans la zone d'habitat, à la perte du rôle des zones riveraines, à la sédimentation et à d'autres changements potentiels de la qualité de l'eau. Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda ont survécu à ces perturbations, même si chaque événement a pu influencer l'abondance d'épinoches. Par conséquent, la capacité d'adaptation des épinoches benthiques et limnétiques en réponse à ces perturbations est inconnue.

Des analyses simples de la viabilité des populations ont été effectuées afin de déterminer les besoins de l'habitat essentiel pour les épinoches benthiques (Hatfield, 2008). Des épinoches benthiques ont été sélectionnées pour ces analyses, car elles deviennent matures plus tard, leur abondance naturelle est plus faible et leur potentiel reproducteur généralement plus faible que celui des épinoches limnétiques;

les résultats sont ainsi plus modérés que si les indices vitaux des limnétiques avaient été utilisés dans les modèles. La modélisation de la population à partir d'un modèle fondé sur la structure d'âge a indiqué que les épinoches benthiques sont résistantes aux perturbations de leur population dues à la stochasticité environnementale. D'une manière générale, la modélisation a confirmé que les taux élevés de la croissance de la population permettent aux épinoches de récupérer rapidement de perturbations environnementales qui sont de nature petite à modérée et qui surviennent à court terme

Il est plutôt facile d'élever des populations d'épinoches benthiques et limnétiques en captivité là où des installations sont disponibles. Les deux espèces des lacs Paxton et Enos ont été élevées avec succès dans des aquariums en laboratoire et dans des étangs expérimentaux de l'Université de la Colombie-Britannique sur plusieurs générations, et les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda ont été gardées en laboratoire pendant des périodes plus courtes. Il a été considérablement plus difficile d'élever les épinoches benthiques et limnétiques ensemble. Par exemple, dans les étangs expérimentaux de l'Université de la Colombie-Britannique, les épinoches benthiques et limnétiques du lac Paxton ont connu une hybridation si importante qu'elles ont laissé place à une population hybride.

L'effondrement de la paire d'espèces du lac Enos et de l'étang expérimental de l'Université de la Colombie-Britannique a mis en évidence la sensibilité des paires à la structure de l'habitat et à certains types de perturbations environnementales (p. ex. l'introduction d'espèces envahissantes et les répercussions directes de la prédation ou les répercussions indirectes dues aux changements relatifs à la qualité de l'habitat) – voir Taylor *et al.*, 2006). Alors que la modélisation de la population indique que les épinoches sont résistantes aux perturbations environnementales, d'autres observations indiquent que l'isolement reproductif continu dépend de facteurs environnementaux qui ont, jusqu'à ce jour, uniquement été évalués sur le plan de la qualité. Cependant, ce sont ces facteurs qui semblent être dominants pour ce qui est de maintenir les paires d'espèces. Dans ce contexte, les paires d'espèces ne sont ni hautement adaptables ni particulièrement résistantes aux perturbations environnementales.

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités de recherche

Les épinoches à trois épines se trouvent communément dans les eaux marines côtières et l'eau douce de tout l'hémisphère Nord. Il existe des populations isolées sur le plan physique et reproducteur dans de nombreux lacs à faible altitude, mais les paires d'espèces d'épinoches n'ont été trouvées que dans sept lacs de cinq bassins versants d'une zone géographique très limitée du sud-ouest de la Colombie-Britannique. À ce jour, les données génétiques indiquent que les épinoches benthiques et limnétiques de chaque bassin versant ont évolué séparément à partir d'un même ancêtre marin

(c.-à-d., que la paire du ruisseau Vananda est différente de toutes les autres paires d'espèces sympatriques). Les biologistes ont effectué des relevés sur des centaines de lacs le long des côtes de la Colombie-Britannique, de l'État de Washington et de l'Alaska et ont trouvé des paires d'espèces d'épinoches uniquement dans cette zone de la Colombie-Britannique. Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont considérées comme une espèce endémique unique à la Colombie-Britannique.

Abondance

Il n'y a eu aucune estimation directe de la population d'épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda; par conséquent, son abondance a été extrapolée à partir de mesures effectuées près du lac Paxton. Les estimations d'abondance dans le lac Paxton ont été effectuées en été 2005, au moyen de méthodes de marquage et de recapture et d'une version modifiée de l'estimateur de Peterson (Nomura, 2005). Les estimations de juin pour les épinoches benthiques étaient considérées très fiables.

Les estimations pour le lac Paxton (tableau 2) ont été faites à partir de techniques de marquage et recapture standard fondées sur un certain nombre d'hypothèses, telles qu'une population fermée, une durée suffisante des marques, une survie égale des individus marqués et des individus non marqués et une réussite de la capture qui n'est pas liée à la présence d'une marque ou à une capture antérieure. Dans le cas de l'épinoche, en particulier, ces estimations s'appliquent à des individus qui peuvent être capturés au moyen de nasses (à vairon) et excluent, par conséquent, les jeunes de l'année (soit des poissons de moins d'un an). Cette méthode de capture sous-estime vraisemblablement l'abondance des épinoches limnétiques et surtout celle des femelles limnétiques, qui ont tendance à se méfier des pièges et utilisent principalement les habitats pélagiques. Le nombre de mâles benthiques matures, estimé à 3 300 individus, était quelque peu surprenant dans la mesure où les épinoches du lac Paxton sont relativement faciles à attraper au moyen de nasses et il était tacitement admis qu'ils étaient en nombre plus grand. Ces estimations ont entraîné la création de lignes directrices relatives à la collecte qui recommandent des limites pour le prélèvement légal et non légal dans des lacs abritant des paires d'espèces, ainsi qu'un échantillonnage restreint à la moitié de chaque lac (Équipe de rétablissement des espèces de poissons d'eau douce non pêchés en C.-B. [Recovery Team for Non-Game Freshwater Fishes], 2008 – voir la section sur les **Facteurs limitatifs et menaces**).

Tableau 2. Estimations de l'abondance des épinoches benthiques et limnétiques du lac Paxton. Juin 2005. (Nomura, 2005).

	Benthique			Limnétique			Les deux espèces
	Mâles reproducteurs	Autres	Total	Mâles reproducteurs	Autres	Total	Total
N	3 332	29 307	29 380	45 853	8 199	58 800	66 599
Limite inférieure de l'intervalle de confiance	2 243	21 360	4 421	25 806	2 593	34 712	53 208
Limite supérieure de l'intervalle de confiance	5 305	41 428	39 230	83 981	15 603	102 295	85 483

(Remarque : Le terme « Autres » désigne les femelles et mâles qui étaient difficiles à différencier sur le terrain avec des techniques non létales, dans la mesure où ils n'arboraient pas les couleurs nuptiales.)

Les estimations de l'abondance pour les lacs Spectacle, Priest et Emily ont été obtenues en extrapolant celles du lac Paxton, et ce, après avoir tenu compte des différences de superficie des lacs pour les épinoches limnétiques (car elles habitent dans des zones d'eau libre) et du périmètre des lacs pour les épinoches benthiques (car elles vivent dans la zone littorale, tableau 3). Le lac Spectacle est à peu près de la même taille que le lac Paxton, ce qui fait que les estimations sont similaires. Le lac Priest est bien plus grand que le lac Paxton, alors les estimations sont presque deux fois supérieures. Le lac Emily est plus petit que le lac Paxton et la taille estimée de la population est donc plus petite. (Remarque : Le véritable degré d'incertitude concernant les estimations de l'abondance des autres lacs que le lac Paxton n'est pas connu – les estimations de l'abondance, ainsi que la limite inférieure et supérieure de l'intervalle de confiance, sont toutes issues d'extrapolations obtenues à partir d'estimations faites pour le lac Paxton).

Tableau 3. Estimations de l'abondance pour (a) les benthiques matures et (b) les limnétiques matures pour chaque lac du bassin versant du ruisseau Vananda (mâles et femelles, en partant d'un rapport des sexes de 1:1). Ces prévisions d'estimations se fondent sur une seule estimation de marquage et recapture de mâles benthiques et limnétiques du lac Paxton en juin 2005. Toutes les estimations, y compris des intervalles de confiance de 95 %, sont calculées en multipliant les estimations du lac Paxton par un facteur qui corrige le périmètre du lac pour les benthiques et la superficie du lac pour les limnétiques et en multipliant par deux pour tenir compte des deux sexes. La superficie du lac Paxton est de 11,2 ha et son périmètre de 2 277 mètres (Hatfield, 2008).

(a)				
Lac	Périmètre (m)	Benthique mature	Limite inférieure de l'intervalle de confiance	Limite supérieure de l'intervalle de confiance
Spectacle	2 268	6 637	4 468	10 568
Priest	3 868	11 319	7 620	18 024
Emily	1 091	3 193	2 149	5 084

(b)				
Lac	Superficie (ha)	Limnétique mature	Limite inférieure de l'intervalle de confiance	Limite supérieure de l'intervalle de confiance
Spectacle	11,5	94 457	53 160	173 000
Priest	44,3	363 156	204 383	665 129
Emily	7,2	58 861	33 031	107 495

Fluctuations et tendances

Étant donné qu'aucune surveillance systématique de l'abondance n'a été effectuée dans les lacs Spectacle, Priest et Emily, les tendances démographiques demeurent inconnues. Cependant, les épinoches benthiques et limnétiques ont été intensivement étudiées par les zoologistes de l'Université de la Colombie-Britannique au cours des deux dernières décennies au moins (voir p. ex. Schluter et McPhail, 1992; McPhail, 1994; Taylor et McPhail, 1999). Pendant tout ce temps, les deux espèces sont restées plutôt faciles à capturer en grand nombre au moyen de nasses. L'échantillonnage s'est fait de façon plus sporadique dans les lacs Spectacle et Emily.

Immigration de source externe

L'aire de répartition mondiale des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Venanda se situe entièrement dans un seul petit bassin versant au Canada. Par conséquent, le concept d'immigration de source externe ne s'applique pas à ces espèces.

CONNAISSANCES TRADITIONNELLES AUTOCHTONES

Au moment de la rédaction du présent rapport, la collecte de données concernant les connaissances traditionnelles autochtones et les protocoles de vérification sont en cours de finalisation. Par conséquent, il n'y a pas d'information disponible à ce sujet.

FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES

Les menaces pour les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda ont été décrites dans le programme national de rétablissement (Équipe nationale de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches, 2007). Comme il est décrit dans le programme de rétablissement, la discussion sur les menaces se fonde principalement sur l'opinion professionnelle et non sur une évaluation quantitative des risques. Cela est dû à l'absence d'information sur les répercussions des différentes menaces sur les indices vitaux des populations (p. ex. l'hybridation, la croissance, la survie, la réussite de la reproduction et la probabilité et les conséquences de l'introduction de différentes espèces envahissantes). L'analyse des menaces est toutefois considérée comme étant solide.

Espèces envahissantes

La menace principale quant au maintien des paires d'espèces d'épinoches est la propagation d'espèces envahissantes. (Dans ce contexte, le terme « espèce envahissante » fait référence à toute espèce qui nuit aux espèces indigènes, après avoir été introduite, généralement par les humains, dans un lieu qui n'est pas son milieu naturel. Ainsi, une espèce indigène de la Colombie-Britannique, présente dans le bassin versant d'une paire d'espèces, alors que celui-ci ne constitue pas son milieu naturel, et qui nuit à la paire d'espèces, est jugée comme étant une espèce envahissante dans ce contexte.) Les paires d'espèces semblent dépendre essentiellement du maintien de plusieurs facteurs écologiques, y compris le maintien d'une simple communauté de poissons. Les paires d'espèces se trouvent dans des lacs qui, à l'état naturel, sont constitués uniquement d'épinoches et de truites fardées côtières (Vamosi, 2003).

La paire d'espèces du lac Hadley a rapidement disparu (en moins de 2 ans) après l'introduction de la barbotte (*Ameiurus nebulosus*), un prédateur et un intrus pour les épinoches au stade de la nidification, ce qui a provoqué l'échec complet du recrutement (Hatfield, 2001). La taille totale de la population de la paire d'espèces du lac Hadley était, selon les estimations, d'environ 50 000 adultes matures (Hatfield, 2008). La barbotte a été introduite dans le Hadley au début des années 1990 et, dès 1995, l'épinoche avait disparu de ce lac (Hatfield, 2001). Ceci illustre la vulnérabilité des paires d'espèces d'épinoches et la vitesse à laquelle une paire d'espèces peut être affectée par une espèce introduite. La paire d'espèces du lac Enos, quant à elle, a été amenée à céder la place à une population hybride (Kraak *et al.*, 2001; Taylor *et al.*, 2006), et l'apparition simultanée de l'écrevisse signal américaine est le

facteur principal ayant entraîné ce phénomène. La perturbation et la modification de l'habitat littoral semblent au cœur du mécanisme par lequel l'écrevisse a nuit aux épinoches (Taylor *et al.*, 2006, Rosenfeld *et al.*, 2008).

La menace que pose l'introduction d'espèces vient aussi d'un certain nombre d'autres espèces envahissantes présentes dans des lacs voisins et qui se dispersent dans toute la région. (Hatfield et Pollard, 2006). Ces espèces, qui comprennent l'achigan à petite bouche et l'achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides* et *M. dolomieu*), le crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*) et la perchaude (*Perca flavescens*), sont généralement dispersées par des pêcheurs à la ligne et d'autres personnes. Bradford *et al.* (2008a, b) ont mené une évaluation quantitative des risques et ont conclu que, pour la plupart des régions de la Colombie-Britannique, la probabilité qu'une espèce soit largement établie une fois introduite est élevée ou très élevée et que l'ampleur des répercussions écologiques qui en résulte est très élevée pour ce qui est des petits plans d'eau. Les menaces possibles comprennent aussi la dispersion d'amphibiens comme le ouaouaron (*Rana catesbeiana*) et d'espèces végétales aquatiques envahissantes comme le myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum*) et la salicaire (*Lythrum salicaria*). Les répercussions de plantes envahissantes sont inconnues, mais elles pourraient réduire l'abondance des plantes indigènes auxquelles les épinoches benthiques sont mieux adaptées et qui sont utilisées comme habitat de nidification (épinoches benthiques).

Les menaces que représentent les espèces envahissantes pour les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda n'ont pas été quantifiées, mais selon un certain nombre d'indications il est fortement probable que des espèces envahissantes soient introduites dans un délai raisonnable (c.-à-d., dans une période de dix ans tout au plus). Même si les lacs abritant des paires d'espèces se situent en milieu rural, ils sont facilement accessibles au public. La route principale de l'île Texada longe la côte est du lac Priest et une rampe de mise à l'eau des bateaux est accessible au public. Les activités de pêche et de plaisance sont peu nombreuses, mais les pêcheurs à la ligne utilisent le lac Priest tout au long de l'année pour pêcher la truite fardée côtière indigène. Les populations sources des espèces de poissons non indigènes vivent dans bon nombre de lacs voisins sur le continent, l'île de Vancouver et d'autres îles du détroit de Georgie. En effet, entre 1980 et 2000, la répartition de l'achigan à petite bouche, une espèce envahissante, a augmenté en passant de 19 à 30 lacs et celle du crapet-soleil, de 33 à 41 lacs sur l'île de Vancouver à elle seule (Hatfield et Pollard, 2006). Entre 2000 et 2010, les espèces envahissantes ont continué à se répandre. Par exemple, 89 lacs de l'île de Vancouver comprennent actuellement au moins une espèce exotique (et probablement envahissante), l'achigan à petite bouche se trouve dans 50 lacs (comparativement à 30 en 2000), le crapet-soleil vit dans 55 lacs et cours d'eau et, pour la première fois, l'achigan à grande bouche a été trouvé dans trois lacs (S. Pollard, comm. pers., 2010). En outre, l'introduction de la barbotte dans le lac Hadley, lequel se trouve sur une île encore plus reculée (l'île Lasqueti), a mené à l'extinction de la paire d'espèces qui se trouvait dans ce lac. Aucun obstacle technique important n'est en place pour empêcher l'introduction d'une espèce non indigène dans le milieu par qui que ce soit.

Usage de l'eau

Les permis actuels d'exploitation hydraulique visant les lacs Priest et Emily autorisent une extraction substantielle d'eau pour un usage domestique et industriel. Il existe aussi quatre permis moins importants (500 gallons/jour) visant le lac Spectacle, lesquels autorisent un détournement à des fins d'usage domestique. Le lac Priest est une source d'approvisionnement en eau à usage domestique pour la ville de Van Ande. Le volume d'eau total utilisé actuellement est inconnu, mais les quantités d'eau détournées annuellement avec un permis représentent 15 % du volume du lac Priest et environ 82 % de celui du lac Emily. D'autres permis autorisent l'entreposage de l'eau dans les lacs au moyen de petits barrages. Le débit entrant de tous les lacs est peu important en raison d'une aire de drainage et d'un ruissellement limités. D'importantes fluctuations (jusqu'à cinq mètres), comme celles signalées par Larson (1976) sur le lac Paxton voisin, ont des répercussions sur la productivité littorale et le volume pélagique et auront probablement des répercussions directes sur les épinoches en limitant à la fois les habitats de frai et d'alimentation. Les plus grosses licences qui ont été accordées aux fins d'usage industriel ne semblent pas être utilisées en ce moment, mais elles restent « en vigueur » en ce sens qu'elles n'ont pas été retirées. L'utilisation historique de ces licences et leurs répercussions sur l'habitat des épinoches ne sont pas connues.

Utilisation des terres

Il y a eu de nombreuses activités d'aménagement des terres dans le bassin versant du ruisseau Vananda : exploitation forestière, exploitation minière souterraine (au début du XX^e siècle), construction de routes et de pipelines, ainsi que la construction domiciliaire (Équipe nationale de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches, 2007). Les principales préoccupations liées à ces activités comprennent les effets cumulatifs sur la qualité de l'eau et la destruction ou la modification de l'habitat. Le plus grand de ces risques semble être l'introduction de sédiments en suspension (c.-à-d., la turbidité accrue), mais il est actuellement difficile de mesurer ce risque. Les activités liées à l'exploitation forestière sont, de loin, celles pouvant concourir le plus à l'introduction de sédiments en suspension en raison de l'utilisation des terres; ces activités sont continues dans les trois sous-bassins des terres privées et de la Couronne.

Collecte de spécimens à des fins de recherche

Les paires d'espèces d'épinoches font l'objet d'études scientifiques poussées depuis les années 1980 et la demande de stock naturel à des fins d'études en laboratoire et de permis pour mener des études scientifiques *in situ* est grandissante. Les activités de collecte sont potentiellement une cause importante de mortalité chez les poissons adultes et constituent, pour les paires d'espèces, une menace qui devrait être gérée avec prudence. L'équipe de rétablissement des espèces de poissons d'eau douce non pêchés (Recovery Team for Non-Game Freshwater Fishes) de la Colombie-Britannique (2008) a créé des lignes directrices pour la collecte des paires d'espèces

d'épinoches recommandant de limiter le nombre d'individus collectés dans les lacs, de limiter les activités de collecte à seulement la moitié de chaque lac, de nettoyer avec soin le matériel d'échantillonnage et d'interdire l'utilisation d'espèces hybrides ou envahissantes dans les études *in situ*.

Autres

Les répercussions peuvent provenir d'autres activités comme le rejet illégal d'appâts par les pêcheurs, la pollution issue de la navigation de plaisance, l'introduction de maladies, les changements climatiques (réchauffement et conditions de sécheresses grandissantes) et la pollution due à l'écoulement de l'eau de surface. Ces menaces préoccupent l'équipe de rétablissement, mais on pense qu'elles représentent actuellement un moins grand risque pour les paires d'espèces que les autres menaces énumérées précédemment.

On ne comprend pas encore bien ce qui limite l'abondance des épinoches du ruisseau Vananda. On ne sait pas si l'abondance est limitée par la production de nourriture, les abris, la prédation, l'habitat de frai ou d'autres facteurs. Le facteur principal de limitation semble être l'approvisionnement en nourriture – la capacité de chaque lac à produire du plancton et du benthos –, mais il n'existe aucune donnée étayant ce point de vue. Dans tous les cas, les épinoches benthiques et limnétiques semblent être localement abondantes et ne pas connaître un déclin apparent. Le facteur principal déterminant l'état de conservation est leur endémisme extrême et non le déclin de la population.

PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS DE STATUT

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda sont classées en voie de disparition dans l'annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril*. De plus, elles font partie de la liste rouge du Conservation Data Centre et du ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. Dans le cadre du *Règlement de pêche sportive de la Colombie-Britannique*, il est illégal de pêcher ou d'attraper et de retenir les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda.

Les épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda pourraient bénéficier de la *Loi sur les pêches*, qui octroie à Pêches et Océans Canada le pouvoir, l'autorité, le devoir et le rôle de conservation et de protection des poissons et de leur habitat (comme le définit la *Loi sur les pêches*). La *Loi sur les pêches* contient des dispositions qui peuvent être appliquées pour encadrer les débits nécessaires aux poissons dans les cours d'eau, les passes à poisson, le fait de causer la mort de poissons par d'autres moyens que la pêche, la pollution des eaux où vivent des poissons et la détérioration de l'habitat du poisson. Environnement Canada a reçu des responsabilités administratives concernant les dispositions régissant la réglementation de la pollution des eaux où vivent des poissons, alors que les autres dispositions sont gérées par Pêches et Océans Canada.

Malgré cela, aucune disposition ne régit la protection de l'habitat des épinoches benthiques et limnétiques à trois épines du ruisseau Vananda en particulier. L'Équipe nationale de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches a, toutefois, désigné un habitat essentiel proposé pour les paires d'espèces et le Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique (MPO) a accepté un rapport, lequel recommandait la désignation d'un habitat essentiel englobant l'ensemble de l'aire humide des lacs Spectacle, Priest et Emily, ainsi qu'une bande riveraine. Le rapport fait l'objet de processus d'approbation plus approfondis. Par conséquent, même si d'un point de vue scientifique un habitat essentiel a été proposé, celui-ci n'est pas encore officiellement désigné. La *Forest and Range Practices Act* de la Colombie-Britannique, qui comporte des dispositions visant à protéger l'habitat des poissons de l'exploitation forestière, s'applique aux terres de la Couronne du bassin versant du ruisseau Vananda. En outre, le *Riparian Areas Regulation* (règlement sur les zones riveraines de la province) protège les zones riveraines environnant les lacs. Un projet d'aire d'habitat faunique est en cours et comprendra des mesures de protection des zones riveraines en amont de la décharge du lac Emily et d'autres zones en amont qui peuvent augmenter l'apport de sédiments si elles sont perturbées pendant l'exploitation forestière. L'une des préoccupations principales dans ce cas est l'augmentation des sédiments en suspension dans les lacs abritant une paire d'espèces, ce qui peut nuire à l'habitat des épinoches ou mener à une hybridation accrue (voir par exemple Taylor *et al.*, 2006). Les aires d'habitat faunique s'appliquent uniquement aux pratiques liées à la forêt sur les terres de la Couronne et n'ont aucun pouvoir sur les terres privées du bassin versant du ruisseau Vananda.

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Le rédacteur souhaite remercier l'équipe de rétablissement des espèces de poissons d'eau douce non pêchés (Recovery Team for Non-Game Freshwater Fishes) de la Colombie-Britannique pour le temps et les efforts consacrés à la conservation des espèces de poissons indigènes en péril. Il tient également à remercier les nombreux scientifiques qui ont diligemment travaillé sur la biologie des paires d'espèces d'épinoches et les réviseurs du présent rapport.

SOURCES D'INFORMATION

- Atwood, T. 2009. Coordinateur, Texada Stickleback Group, comm. pers. avec T. Hatfield, 2009.
- Boughman, J.W. 2001. Divergent sexual selection enhances reproductive isolation in sticklebacks, *Nature* 411:944-947.
- Bradford, M.J., C.P. Tovey et L.M. Herborg. 2008a. Biological risk assessment for Yellow perch (*Perca flavescens*) in British Columbia, Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), document de recherche 2008/073. Disponible en ligne : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/> (en anglais seulement).

- Bradford, M.J., C.P. Tovey et L.M. Herborg. 2008b. Biological risk assessment for Northern pike (*Esox lucius*), Pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*), and Walleye (*Sander vitreus*) in British Columbia, Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), document de recherche 2008/074. Disponible en ligne : <http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/> (en anglais seulement).
- Conseil canadien pour la conservation des espèces en péril (CCCEP). 2006. *Les espèces sauvages 2005 : Situation générale des espèces au Canada*, Ottawa, ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada.
- COSEPAC. 2009. Manuel des opérations et des procédures du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) (avril 2009), SCF, Ottawa.
- Équipe nationale de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches. 2007. Programme de rétablissement des épinoches du lac Paxton, du lac Enos et du ruisseau Vananda (*Gasterosteus* spp.) au Canada. Série de Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*, Pêches et Océans Canada, Ottawa, vi + 38 pp.
- Foster, S.A. 1994. Evolution of the reproductive behaviour of threespine stickleback, pages 381-398, in M.A. Bell et S.A. Foster (éd.), *The evolutionary biology of the threespine stickleback*, Oxford University Press, Oxford, ROYAUME-UNI.
- Gow, J.L., C.L. Peichel et E.B. Taylor. 2007. Ecological selection against hybrids in natural populations of sympatric threespine sticklebacks, *Journal of Evolutionary Biology* 20:2173-2180.
- Gow, J.L., S.M. Rogers, M. Jackson et D. Schluter. 2008. Ecological predictions lead to the discovery of a benthic-limnetic sympatric species pair of threespine stickleback in Little Quarry Lake, British Columbia, *Canadian Journal of Zoology* 86:564-571.
- Hatfield, T. 2001. Status of the stickleback species pair, *Gasterosteus* spp., in Hadley Lake, Lasqueti Island, British Columbia, *Canadian Field-Naturalist* 115:579-583.
- Hatfield, T. 2008. Identification of critical habitat for sympatric stickleback species pairs and the Misty Lake parapatric stickleback species pair, ébauche de rapport présentée aux fins d'examen par le [Comité d'examen des évaluations scientifiques du Pacifique](#) (CEESP), Pêches et Océans Canada
- Hatfield, T., et D. Schluter. 1996. A test for sexual selection on hybrids of two sympatric sticklebacks, *Evolution* 50:2429-2434.
- Hatfield, T., et D. Schluter. 1999. Ecological speciation in sticklebacks: environment-dependent hybrid fitness, *Evolution* 53:866-873.
- Hatfield, T., et S. Pollard. 2006. Non-native freshwater fish species in British Columbia, Biology, biotic effects, and potential management actions, rapport préparé pour la Freshwater Fisheries Society of British Columbia, Victoria (Colombie-Britannique).
- Kraak, S.B.M., B. Mundwiler et P.J.B. Hart. 2001. Increased number of hybrids between benthic and limnetic three-spined sticklebacks in Enos Lake, Canada; the collapse of a species pair? *Journal of Fish Biology* 58:1458-1464.

- Larson, G.L. 1976. Social behavior and feeding ability of two phenotypes of *Gasterosteus aculeatus* in relation to their spatial and trophic segregation in a temperate lake, *Canadian Journal of Zoology* 54:107-121.
- McKinnon, J.S., et H.D. Rundle. 2002. Speciation in nature: the threespine stickleback model systems, *Trends in Ecology & Evolution* 17:480-488.
- McPhail, J.D. 1969. Predation and the evolution of a stickleback (*Gasterosteus*), *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 26:3183-3208.
- McPhail, J.D. 1984. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): morphological and genetic evidence for a species pair in Enos Lake, British Columbia, *Canadian Journal of Zoology* 62:1402-1408.
- McPhail, J.D. 1992. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): evidence for a species-pair in Paxton Lake, Texada Island, British Columbia, *Canadian Journal of Zoology* 70:361-369.
- McPhail, J.D. 1993. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): origin of the species pairs, *Canadian Journal of Zoology* 71:515-523.
- McPhail, J.D. 1994. Speciation and the evolution of reproductive isolation in the sticklebacks (*Gasterosteus*) of southwestern British Columbia, pages 399-437, in M.A. Bell et S.A. Foster (éd.), *The evolutionary biology of the threespine stickleback*, Oxford University Press, Oxford, ROYAUME-UNI.
- McPhail, J.D. 2007. *The freshwater fishes of British Columbia*, University of Alberta Press, Edmonton (Alberta).
- Nagel, L., et D. Schluter. 1998. Body size, natural selection, and speciation in sticklebacks, *Evolution* 52:209-218.
- NatureServe. 2009. NatureServe explorer: an online encyclopedia of life, Version 1.8, NatureServe, Arlington (Virginie). Disponible à l'adresse <http://www.natureserve.org/explorer> (consulté en juillet 2009, en anglais seulement).
- Nomura, M. 2005. Population study of Paxton Lake stickleback species pair – 2005, rapport inédit pour D. Schluter, University of British Columbia, Department of Zoology, Vancouver (Colombie-Britannique).
- Pollard, S. Ministry of Environment de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique), communication personnelle par courriel adressée à E. Taylor, avril 2010.
- Recovery Team for Non-Game Freshwater Fish Species in BC. 2008. Guidelines for the collection and in situ scientific study of stickleback species pairs (*Gasterosteus* spp.), le 3 mai 2008. Disponible en ligne : http://www.zoology.ubc.ca/~schluter/stickleback/stickleback_species_pairs/other%20stickleback%20files/Guidelines%20for%20the%20Collection%20and%20In%20Situ%20Scientific%20Study%20of%20Stickleback%20Species%20Pairs.pdf (en anglais seulement).

- Reimchen, T.E. 1989. Loss of nuptial color in threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*), *Evolution* 43:450-460.
- Reimchen, T.E. 1994. Predators and morphological evolution in threespine stickleback, pages 399-437, in M.A. Bell et S.A. Foster (éd.), *The evolutionary biology of the threespine stickleback*, Oxford University Press, Oxford, ROYAUME-UNI.
- Ridgway, M.S., et J.D. McPhail. 1984. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): mate choice and reproductive isolation in the Enos Lake species pair, *Canadian Journal of Zoology* 62:1813-1818.
- Rosenfeld, J., K. Campbell, E. Leung et J. Bernhardt. 2008. Effects of alien crayfish on macrophytes and benthic invertebrates in Enos Lake: implications for hybridization of limnetic and benthic stickleback species pairs, rapport intérimaire pour le BC Forest Science Program Project Y081209.
- Schluter, D. 1994. Experimental evidence that competition promotes divergence in adaptive radiation, *Science* 266:798-801.
- Schluter, D. 1995. Adaptive radiation in sticklebacks: trade-offs in feeding performance and growth, *Ecology* 76:82-90.
- Schluter, D. 2003. Frequency dependent natural selection during character displacement in sticklebacks, *Evolution* 57:1142-1150.
- Schluter, D., et J.D. McPhail. 1992. Ecological character displacement and speciation in sticklebacks, *The American Naturalist* 140:85-108.
- Schluter, D., et J.D. McPhail. 1993. Character displacement and replicate adaptive radiation, *Trends in Ecology and Evolution* 8:197-200.
- Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada, Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 184.
- Taylor, E.B., et J.D. McPhail. 1999. Evolutionary history of an adaptive radiation in species pairs of threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*), *Biological Journal of the Linnean Society* 66:271-299.
- Taylor, E.B., et J.D. McPhail. 2000. Historical contingency and ecological determinism interact to prime speciation in sticklebacks, *Gasterosteus*, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B* 267:2375-2384.
- Taylor, E.B., J.W. Boughman, M. Groenenboom, M. Sniatynski, D. Schluter et J.L. Gow. 2006. Speciation in reverse: morphological and genetic evidence of the collapse of a three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) species pair, *Molecular Ecology* 15:343-355.
- Vamosi, S.M. 2003. The presence of other fish species affects speciation in threespine sticklebacks, *Evolutionary Ecology Research* 5:717-730.
- Wootton, R.J. 1976. *The biology of the sticklebacks*, Academic Press, London, ROYAUME-UNI.

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT

Todd Hatfield est un biologiste consultant à Victoria, en Colombie-Britannique. En 1995, il a obtenu un doctorat à l'Université de la Colombie-Britannique avec concentration sur l'écologie évolutive des épinoches benthiques et limnétiques du lac Paxton. Son travail de consultant est axé sur la mise en pratique de méthodes scientifiques et de techniques de prise de décision quant à la résolution d'enjeux en matière de gestion des ressources naturelles et de conflits environnementaux. Il se consacre aux enjeux liés à la gestion de l'eau et aux espèces en péril. Depuis 2003, il a coordonné l'équipe de rétablissement des espèces de poissons d'eau douce non pêchés (Recovery Team for Non-Game Freshwater Fishes) de la Colombie-Britannique.

COLLECTIONS EXAMINÉES

Aucune collection de musée n'a été examinée dans le cadre du présent rapport.