

Programme de rétablissement des épinoches du lac Paxton, du lac Enos et du ruisseau Vananda (*Gasterosteus* spp.) au Canada

Épinoches benthique et limnétique



Juillet 2007



Série des Programmes de rétablissement de la *Loi sur les espèces en péril*

Qu'est-ce que la *Loi sur les espèces en péril* (LEP)?

La LEP est la loi que le gouvernement fédéral a promulguée à titre de contribution majeure à l'effort commun déployé à l'échelon national pour protéger et conserver les espèces en péril au Canada. Entrée en vigueur en 2003, elle a notamment pour but de « permettre le rétablissement de celles [espèces sauvages] qui, par suite de l'activité humaine, sont devenues des espèces disparues du pays, en voie de disparition ou menacées ».

Qu'est-ce que le rétablissement?

Dans le contexte de la conservation des espèces en péril, le rétablissement est un processus qui permet d'arrêter ou de renverser le déclin d'une espèce en voie de disparition, menacée ou disparue du pays et de supprimer ou de réduire les menaces qui pèsent sur elle afin d'améliorer ses chances de survie à l'état sauvage. L'espèce est considérée comme rétablie lorsque son maintien à long terme à l'état sauvage est assuré.

Qu'est-ce qu'un programme de rétablissement?

Un programme de rétablissement est un document de planification qui établit les mesures à prendre pour mettre un terme au déclin d'une espèce ou le renverser. Il fixe des buts et des objectifs et définit les principaux domaines dans lesquels des mesures doivent être prises. La planification détaillée se déroule à l'étape de la mise en œuvre du plan d'action.

Les provinces et les territoires de même que trois organismes fédéraux (Environnement Canada, Parcs Canada et Pêches et Océans Canada) se sont engagés à élaborer des programmes de rétablissement dans le cadre de l'Accord pour la protection des espèces en péril. Les articles 37 à 46 de la LEP (http://www.sararegistry.gc.ca/the_act/default_f.cfm) décrivent le contenu que doivent comprendre les programmes de rétablissement publiés dans la présente série et le processus à suivre pour leur élaboration.

Selon la situation de l'espèce et la date à laquelle elle a été évaluée, un programme de rétablissement doit être préparé dans un délai d'un à deux ans suivant l'inscription de l'espèce sur la liste des espèces en péril. Un délai de trois à quatre ans est accordé pour les espèces qui ont été inscrites automatiquement lorsque la LEP est entrée en vigueur.

Prochaines étapes

Dans la plupart des cas, on élaborera un ou plusieurs plans d'action pour préciser et orienter la mise en œuvre du programme de rétablissement. Toutefois, les orientations exposées dans ce programme sont suffisantes pour que l'on puisse commencer à solliciter la participation des collectivités, des responsables de la conservation ainsi que des utilisateurs du territoire aux activités de rétablissement. En outre, l'absence de certitude scientifique ne saurait justifier le report de l'application de mesures efficaces pour prévenir la disparition ou le déclin de l'espèce.

La série

La présente série réunit les programmes de rétablissement préparés ou adoptés par le gouvernement fédéral en vertu de la LEP. De nouveaux documents s'ajouteront régulièrement à la série à mesure que de nouvelles espèces seront inscrites et que des programmes seront mis à jour.

Pour en savoir plus

Pour en savoir plus au sujet de la *Loi sur les espèces en péril* et sur les programmes de rétablissement, veuillez consulter le Registre public de la LEP (<http://www.sararegistry.gc.ca/>) et le site Web du Secrétariat du rétablissement (http://www.speciesatrisk.gc.ca/recovery/default_f.cfm).

**Programme de rétablissement des épinoches du lac Paxton, du lac
Enos et du ruisseau Vananda (*Gasterosteus* spp.) au Canada**

Juillet 2007

Référence recommandée :

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.

Exemplaires supplémentaires

Des exemplaires supplémentaires peuvent être téléchargés à partir du site Web du Registre public de la LEP (<http://www.registrelep.gc.ca/>)

Illustration de la couverture : Paire d'espèces d'épinoches du lac Paxton, Colombie-Britannique. En haut : épinoche benthique gravide; en bas : épinoche limnétique gravide. Photo par Todd Hatfield.

Also available in English under the title:

« Recovery Strategy for Paxton Lake, Enos Lake, and Vananda Creek Stickleback Species Pairs (*Gasterosteus* spp.) in Canada »

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Pêches et des Océans, 2007. Tous droits réservés.

ISBN : 978-0-662-09780-8

Numéro de catalogue : En3-4/23-2007F-PDF

Le contenu (à l'exception des illustrations) peut être utilisé sans permission, mais en prenant soin d'indiquer la source.

DÉCLARATION

Le présent programme de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches a été élaboré par Pêches et Océans Canada et le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. Pêches et Océans Canada a examiné le présent document et l'accepte comme son programme de rétablissement pour les paires d'espèces d'épinoches, comme le prévoit la *Loi sur les espèces en péril*. Le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique a examiné le présent document et l'accepte comme avis scientifique.

Le présent document relève les stratégies de rétablissement qui sont considérées nécessaires, d'après la meilleure information scientifique et biologique disponible, pour rétablir les paires d'espèces d'épinoches au Canada. La réussite du rétablissement de ces espèces dépendra de l'engagement et de la collaboration d'un grand nombre de parties qui participent à la mise en œuvre des orientations formulées dans le présent programme. Cette réussite ne pourra reposer sur Pêches et Océans Canada ou sur une autre autorité seulement. Dans l'esprit de l'Accord national pour la protection des espèces en péril, le ministre des Pêches et des Océans invite tous les Canadiens à se joindre à Pêches et Océans Canada pour appuyer le présent programme et le mettre en œuvre au profit des paires d'espèces d'épinoches et de l'ensemble de la société canadienne. Pêches et Océans Canada et le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique s'appliqueront à soutenir autant que possible l'exécution de ce programme, selon les ressources disponibles et compte tenu de leur responsabilité générale à l'égard de la conservation des espèces en péril. Le ministre rendra compte des progrès réalisés d'ici cinq ans.

Un ou plusieurs plans d'action détaillant les mesures de rétablissement qu'il faudra prendre pour appuyer la conservation de ces espèces viendront s'ajouter au présent programme. Le Ministre mettra en œuvre des moyens pour s'assurer, dans la mesure du possible, que les Canadiens intéressés à ces mesures ou touchés par celles-ci soient consultés.

COMPÉTENCES RESPONSABLES

La compétence responsable pour ces épinoches en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) est Pêches et Océans Canada. Le gouvernement de la Colombie-Britannique a codirigé l'élaboration du présent programme de rétablissement.

AUTEURS

Le MPO et la province de la Colombie-Britannique ont collaboré à l'élaboration du présent programme de rétablissement. Une équipe de rétablissement a été constituée et chargée de fournir au gouvernement des recommandations scientifiquement fondées sur le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches. Voici la liste des membres de l'équipe de rétablissement des paires d'espèces d'espèces d'épinoches :

Jordan Rosenfeld, ministère de la Protection des eaux, des terres et de l'air (co-présidente)

Dan Sneep, MPO, (co-président)

Todd Hatfield, Solander Ecological Research, (coordonnateur)

Don McPhail, UBC

John Richardson, UBC

Dolph Schluter, UBC

Eric Taylor, UBC

Paul Wood, UBC

REMERCIEMENTS

Pêches et Océans Canada et la province de la C.-B. tiennent à remercier les spécialistes techniques qui ont consacré temps et efforts à l'élaboration du présent programme en assistant aux réunions et en examinant le document. L'élaboration du présent programme a été partiellement financée par le Habitat Conservation Trust Fund de la Colombie-Britannique.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE

Conformément à la Directive du Cabinet de 1999 sur l'évaluation environnementale des projets de politiques, de plans et de programmes, l'objet d'une évaluation environnementale stratégique (EES) est d'incorporer les considérations environnementales à l'élaboration des projets de politiques, de plans et de programmes publics pour appuyer une prise de décision éclairée du point de vue de l'environnement.

La planification du rétablissement vise à favoriser les espèces en péril et la biodiversité en général. Il est cependant reconnu que des programmes peuvent, par inadvertance, produire des effets environnementaux qui dépassent les avantages prévus. Le processus de planification fondé sur des lignes directrices nationales tient directement compte de tous les effets environnementaux, notamment des incidences possibles sur les espèces ou les habitats non ciblés.

Le présent programme de rétablissement aura des avantages certains pour l'environnement en favorisant le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches. On a envisagé la possibilité que le programme produise des effets négatifs non prévus sur d'autres espèces. Toutefois, l'EES a permis de conclure qu'il est clair que le présent programme sera bénéfique pour l'environnement et n'entraînera pas d'effets négatifs importants. Veuillez consulter en particulier les sections suivantes du présent document : Description des espèces – Biologie générale, Rôle écologique; Approche recommandée/portée du rétablissement; Impacts potentiels de la gestion sur d'autres espèces.

RÉSIDENTICE

La LEP définit la résidence comme suit: Gîte — terrier, nid ou autre aire ou lieu semblable — occupé ou habituellement occupé par un ou plusieurs individus pendant tout ou partie de leur vie,

notamment pendant la reproduction, l'élevage, les haltes migratoires, l'hivernage, l'alimentation ou l'hibernation [Paragraphe 2(1)].

Les descriptions de la résidence, ou les raisons pour lesquelles le concept de résidence ne s'applique pas à une espèce donnée, sont publiées dans le Registre public de la LEP: http://www.registrellep.gc.ca/plans/residence_f.cfm.

PRÉFACE

En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP), Pêches et Océans Canada est la compétence responsable pour les épinoches du lac Paxton, du lac Enos et du ruisseau Vananda. Conformément à l'article 37 de la LEP, le ministre compétent doit préparer des programmes de rétablissement pour les espèces qui ont été désignées comme étant disparues du pays, menacées ou en voie de disparition. Les paires d'espèces d'épinoches du lac Paxton et du ruisseau Vananda ont été désignées en tant qu'espèces en voie de disparition en vertu de la LEP en juin 2003, tandis que la paire d'espèces d'épinoches du lac Enos a été désignée à ce titre en janvier 2005. Pêches et Océans Canada – région du Pacifique a codirigé l'élaboration du présent programme de rétablissement avec le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique. La version finale du programme satisfait aux exigences de la LEP quant au contenu et au processus (articles 39 à 41).

SOMMAIRE

L'expression « paires d'espèces d'épinoches » désigne collectivement de petits poissons d'eau douce qui descendent de l'épinoche à trois épines marine (*Gasterosteus aculeatus*). L'évolution récente et unique de ces poissons revêt un intérêt et une valeur scientifiques considérables. On sait que des paires d'espèces d'épinoches ont été présentes dans quatre réseaux hydrographiques du bassin de Georgia, en Colombie-Britannique : deux de ces réseaux se trouvant sur l'île Texada, un sur l'île Lasqueti et un autre sur l'île de Vancouver. Au cours de la dernière décennie, la paire d'espèces de l'île Lasqueti a été désignée comme étant disparue, tandis que la paire d'espèces du lac Enos a été amenée à céder la place à une population hybride. À l'heure actuelle, l'aire de répartition globale des paires d'espèces d'épinoches se limite donc à quatre petits lacs situés dans deux réseaux hydrographiques au nord de l'île Texada.

Les paires d'espèces d'épinoches sont chacune constituées d'une forme benthique et d'une forme limnétique. Les paires d'espèces d'épinoches fraient dans les zones littorales au printemps, adoptent les zones littorales et pélagiques comme aire de croissance au printemps et en été et, enfin, passent l'hiver en eaux profondes en automne et en hiver. Les lacs où se sont développées des paires d'espèces d'épinoches se caractérisent par leurs habitats littoraux et pélagiques abondants et productifs et par une communauté de poissons constituée uniquement d'épinoches et de truites fardées. Parmi les conditions environnementales nécessaires au maintien de l'abondance et de l'isolement entre les reproducteurs des espèces limnétiques et benthiques, mentionnons la qualité de l'eau, la transmission de la lumière, les sels nutritifs, l'habitat littoral et les macrophytes.

Les plus grandes menaces connues qui pèsent sur les paires d'espèces d'épinoches sont l'introduction d'espèces exotiques et les impacts découlant de la gestion de l'eau et de l'utilisation des terres. Dans l'immédiat, il faudrait que les efforts de rétablissement se concentrent sur le contrôle et la limitation des risques associés à ces menaces.

La définition de l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches est une étape importante à franchir pour, d'une part, satisfaire aux objectifs du rétablissement et, d'autre part, faciliter l'imposition de limites acceptables aux activités qui ont une incidence sur ces espèces. L'habitat essentiel est un ensemble de caractéristiques environnementales dont l'altération ou la perte entraîne une réduction de l'abondance d'une population à un niveau qui n'est plus viable ou une suppression suffisante des barrières entre les reproducteurs pour amener une paire d'espèces à céder la place à une population hybride. Certaines caractéristiques potentielles de l'habitat essentiel sont décrites dans le présent programme de rétablissement. Le présent programme de rétablissement contient une série de travaux de recherches à réaliser pour faciliter la détermination de l'habitat essentiel de ces espèces.

Le but du présent programme de rétablissement est de maintenir la viabilité à long terme de toutes les populations restantes de paires d'espèces d'épinoches. Les objectifs du rétablissement incluent le maintien des paires d'espèces d'épinoches dans le réseau hydrographique du lac Paxton et dans celui du ruisseau Vananda, le rétablissement de la paire d'espèces du lac Enos et, enfin, la réintroduction d'une paire d'espèces dans le lac Hadley. Les stratégies par lesquelles on compte atteindre ce but et ces objectifs entrent dans les trois grandes catégories complémentaires

suivantes : intendance, protection, et recherche. Le présent programme de rétablissement décrit en détail ces stratégies ainsi que les plans d'action, les mesures de rendement et les priorités relatives qui s'y rattachent.

Le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches est considéré comme étant réalisable au point de vue technique et biologique, quoique ces espèces demeureront vraisemblablement plus ou moins à risque en raison de leur répartition naturellement restreinte. Les lacunes à combler sur le plan des connaissances portent sur la biologie des espèces, les menaces, les techniques de rétablissement et l'efficacité de l'intendance.

TABLE DES MATIÈRES

1.	Description des espèces.....	3
1.1	Biologie générale.....	3
1.2	Répartition.....	5
1.3	Abondance.....	7
1.4	Rôle écologique.....	7
1.5	Importance pour la société.....	8
2.	Description des besoins des espèces.....	8
2.1	Besoins liés à l'habitat physique.....	8
2.2	Habitats pélagiques et littoraux.....	11
3.	Menaces.....	14
3.1	Espèces exotiques.....	15
3.2	Gestion de l'eau.....	15
3.3	Utilisation des terres.....	16
3.4	Autres.....	16
4.	Tendances relatives aux habitats.....	16
5.	Protection de l'habitat.....	18
6.	Habitat essentiel.....	18
6.1	Distinction entre paires d'espèces et populations uniques.....	19
6.2	Caractéristiques de l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches.....	19
6.3	Programme des études requises pour la désignation de l'habitat essentiel.....	21
7.	But du rétablissement.....	22
8.	Objectifs du rétablissement.....	22
9.	Stratégies pour contrer les menaces.....	22
10.	Conflits ou enjeux prévus.....	30
11.	Faisabilité du rétablissement.....	30
12.	Approche recommandée/Portée du rétablissement.....	31
13.	Lacunes dans les connaissances.....	32
14.	Impacts potentiels de la gestion sur d'autres espèces.....	33
15.	Mesures déjà exécutées et/ou en cours.....	33
16.	Énoncé sur l'échancier des plans d'action.....	34
17.	Références citées.....	34
	ANNEXE 1 – Collaboration et consultation.....	38

RENSEIGNEMENTS SUR LES ESPÈCES

Le rapport de situation et le sommaire de l'évaluation des paires d'espèces d'épinoches sont accessibles sur le site Web du secrétariat du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) : www.cosepac.gc.ca.

Nom commun – Epinoches à trois épines (paire comprenant une forme limnétique et une forme benthique).

Nom scientifique – *Gasterosteus* spp. (aucune désignation taxonomique officielle n'existe pour les paires d'espèces, bien que des preuves solides indiquent que la forme limnétique et la forme benthique sont de véritables espèces biologiques indépendamment dérivées de l'épinoche marine [*Gasterosteus aculeatus*]).

Sommaire de l'évaluation du COSEPAC :

Paire d'espèces du lac Enos : novembre 2002

Paire d'espèces du lac Hadley : mai 2000

Paire d'espèces du lac Paxton : mai 2000

Paire d'espèces du ruisseau Vananda (lacs Balkwill, Priest et Emily) : mai 2000

Désignation du COSEPAC :

Paire d'espèces du lac Enos : en voie de disparition

Paire d'espèces du lac Hadley : disparue

Paire d'espèces du lac Paxton : en voie de disparition

Paire d'espèces du ruisseau Vananda : en voie de disparition

Situation en vertu de la LEP :

Paire d'espèces du lac Enos : en voie de disparition, janvier 2005

Paire d'espèces du lac Hadley : disparue

Paire d'espèces du lac Paxton : en voie de disparition, juin 2003

Paire d'espèces du ruisseau Vananda : en voie de disparition, juin 2003

Justification de la désignation du COSEPAC :

Paire d'espèces du lac Enos. Espèces dont l'aire de répartition se limite à un seul petit lac sur l'île de Vancouver et qui connaissent une diminution importante de leur nombre due à la détérioration de la qualité de leur habitat et à l'introduction d'espèces exotiques. Depuis la désignation du COSEPAC, la paire d'espèces a été amenée à céder la place à une population hybride. Un programme de reproduction en captivité est en cours avec des espèces limnétiques et benthiques pures.

Paire d'espèces du lac Hadley. Espèces endémiques canadiennes dont l'aire de répartition se limitait au lac Hadley, sur l'île Lasqueti, en Colombie-Britannique, et qui sont disparues en raison d'une prédation sur les nids par des barbottes introduites.

Paire d'espèces du lac Paxton. Espèces endémiques canadiennes qui sont touchées par la perte et/ou la dégradation de leur habitat en raison de perturbations anthropiques et qui sont en voie de disparition en raison de l'introduction d'espèces exotiques.

Paire d'espèces du ruisseau Vananda. Espèces endémiques canadiennes qui sont touchées par la perte et/ou la dégradation de leur habitat en raison de perturbations anthropiques et qui sont en voie de disparition en raison de l'introduction d'espèces exotiques.

Occurrence au Canada : L'aire de répartition globale des paires d'espèces d'épinoches se limite à certains lacs côtiers du bassin de Georgia, en Colombie-Britannique. Ces espèces sont actuellement présentes dans quatre lacs (deux réseaux hydrographiques) situés au nord de l'île Texada. Historiquement, des paires d'espèces ont existé dans le lac Hadley, sur l'île Lasqueti, et dans le lac Enos, sur l'île de Vancouver. La paire d'espèces du lac Hadley est disparue en raison de l'introduction de la barbotte, tandis que la paire d'espèces du lac Enos a été amenée à céder la place à une population hybride après l'introduction de l'écrevisse signal.

Historique de la désignation du COSEPAC :

Paire d'espèces du lac Enos. La désignation initiale (qui englobe la forme benthique et la forme limnétique) était « menacée » en avril 1988. Cette désignation a été divisée en deux espèces lors d'un réexamen. Les deux espèces ont été désignées « en voie de disparition » en novembre 2002 ». Dernière évaluation basée sur une mise à jour du rapport de situation publié.

Paire d'espèces du lac Hadley. La désignation initiale était « disparue » en avril 1999. Cette désignation a été confirmée en mai 2000. Dernière évaluation basée sur le rapport de situation publié.

Paire d'espèces du lac Paxton. La désignation initiale était « menacée » en avril 1998. Cette désignation a été ré-examinée et confirmée en avril 1999. Après un nouvel examen, cette désignation est passée à « en voie de disparition » en mai 2000. Dernière évaluation basée sur le rapport de situation publié.

Paire d'espèces du ruisseau Vananda. La désignation initiale était « menacée » en avril 1999. Après un nouvel examen, cette désignation est passée à « en voie de disparition » en mai 2000. Dernière évaluation basée sur le rapport de situation publié.

CONTEXTE

1. DESCRIPTION DES ESPÈCES

1.1 Biologie générale

Les épinoches à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*) sont de petits poissons (mesurant généralement de 35 à 55 mm de longueur) qui se trouvent en abondance dans les eaux marines et les eaux douces des régions côtières de l'hémisphère nord. En général, le corps de *G. aculeatus* est aplati sur les côtés, et les individus de la plupart des populations sont couverts d'épines pelviennes et dorsales rétractables ainsi que de plaques latérales calcifiées. Les individus d'eau douce sont plus ou moins couverts d'épines mais en sont habituellement moins pourvus que les individus marins. 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).

Les épinoches marines sont phénotypiquement semblables dans l'ensemble de leur aire de répartition, tandis que les épinoches d'eau douce présentent des différences sur les plans écologique, comportemental et morphologique. Plusieurs lacs des îles situées dans le bassin de Georgia revêtent un intérêt particulier parce qu'ils contiennent chacun deux espèces distinctes isolées sur le plan de la reproduction (McPhail, 1984, 1992, 1993, 1994; Schluter et McPhail, 1992; Figure 1. Paire d'espèces d'épinoches du lac Paxton; espèce limnétique (en haut) et espèce benthique (en bas). Dessin par Laura Nagel.). Les deux espèces d'épinoches de chaque lac sont appelées « paire d'espèces ».

Dans chaque cas, une des espèces (celle désignée sous le nom « limnétique ») se nourrit principalement de plancton et possède 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 plancton (Magnuson et Heitz, 1971; Kliewer, 1970; Sanderson *et al.*, 1991; Schluter et McPhail, 1992, 1993). L'autre espèce (celle désignée sous le nom « benthique ») se nourrit principalement d'invertébrés benthiques dans la zone littorale et possède 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) : les épinoches limnétiques se ressemblent toutes, et il en est de même pour les épinoches benthiques. Malgré que les épinoches aient une apparence semblable, leur phylogenèse basée sur la génétique moléculaire indique fortement qu'elles ont évolué séparément (Taylor et McPhail, 2000). Ainsi, on devrait considérer les espèces benthiques des différents lacs, tout comme les espèces limnétiques, comme des espèces distinctes. Ainsi, il y aurait au moins huit espèces distinctes parmi les différentes paires – c'est-à-dire deux espèces pour chacun des quatre réseaux hydrographiques.

Les épinoches limnétiques atteignent rapidement la maturité, habituellement après une année, et vivent rarement plus de deux ans. Elles se caractérisent par un dimorphisme sexuel considérable : les mâles limnétiques reproducteurs tendent à être plus gros en moyenne que les femelles gravides. La grande taille des mâles assure une meilleure protection des nids et défense du territoire (Rowland, 1989). Les femelles limnétiques gravides affichent une fécondité typiquement faible, soit de 30 à 40 œufs environ par ponte, mais elles produisent plusieurs pontes par saison, habituellement à un rythme rapproché s'il y a une grande quantité de nourriture disponible.

Les mâles sont les seuls à s'occuper de la progéniture. Au printemps, ils s'accaparent de territoires dans la région littorale où ils construisent des nids et s'accouplent (parfois avec de nombreuses femelles). Les épinoches limnétiques préfèrent des zones de nidification non couvertes de végétation et à découvert (McPhail, 1994; Hatfield et Schluter, 1996). Elles nichent souvent à moins d'un mètre de profondeur sur des troncs submergés, dans des baies peu profondes au substrat graveleux ou rocheux, ou sur un substrat boueux ferme. Elles préfèrent un habitat de frai non uniformément réparti dans la zone littorale; les mâles se regroupent souvent en masse compacte pour nicher. Bien que leur période d'accouplement survienne au même moment de l'année, les épinoches limnétiques et les épinoches benthiques s'accouplent rarement entre elles (McPhail, 1992).

Les épinoches benthiques diffèrent des épinoches limnétiques sur différents points : elles atteignent généralement la maturité plus tard, vivent plus longtemps et s'accouplent moins souvent que les épinoches limnétiques. Elles présentent peu de dimorphisme sexuel, voire aucun. Leur fécondité est généralement plus élevée que celle des épinoches limnétiques, c'est-à-dire de 150 à 250 œufs en moyenne pour une femelle gravide. Les femelles ne produisent habituellement que une ou deux pontes par saison, peu importe la quantité de nourriture disponible. Les épinoches benthiques préfèrent les zones de nidification couvertes d'une dense végétation, habituellement entre des lits de *Chara* (Hatfield et Schluter 1996), et leurs nids sont à peine visibles. Elles ont tendance à nicher à de plus grandes profondeurs que les épinoches limnétiques, bien qu'habituellement à moins de 2 m. Comme les épinoches limnétiques, les épinoches benthiques préfèrent un habitat de frai non uniformément réparti et se regroupent en masse compacte pour nicher dans leur aire de répartition. Les épinoches benthiques sont semblables aux épinoches limnétiques pour ce qui est de la plupart des aspects liés aux soins de la progéniture et aux stades initiaux de développement.

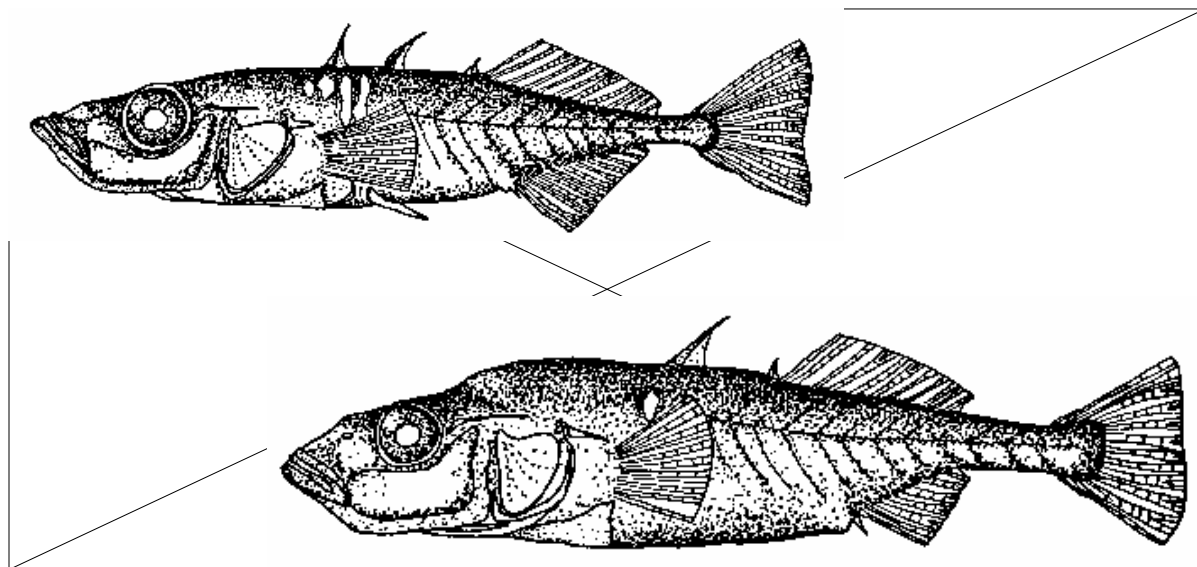


Figure 1. Paire d'espèces d'épinoches du lac Paxton; espèce limnétique (en haut) et espèce benthique (en bas). Dessin par Laura Nagel.

Une fois adultes, les épinoches limnétiques et benthiques se nourrissent d'aliments assez différents. Les épinoches limnétiques se nourrissent principalement dans les eaux de surface, loin de la bordure des lacs. Là, elles chassent en bancs éparses les copépodes, les *Daphnia* et les larves d'insectes. Les mâles ne nourrissent souvent de benthos lorsqu'ils nichent

dans la zone littorale. Au stade juvénile, les épinoches limnétiques s'alimentent aux bords des lacs parmi les roseaux et les plantes submergées où elles peuvent se cacher des prédateurs.

Les épinoches benthiques, quant à elles, s'alimentent en eaux peu profondes en bordure des lacs où elles capturent de grosses proies comme des escargots, des palourdes, des nymphes de libellule, des amphipodes et des chironomides. Ces invertébrés se trouvent dans une variété de substrats comme des végétaux, des roches ou des boues. Les épinoches benthiques se nourrissent probablement d'aliments semblables tout au long de leur vie, mais la taille de leurs proies augmente au fur et à mesure de leur croissance.

On en sait très peu sur les régimes alimentaires des deux espèces à leurs stades initiaux de développement.

1.2 Répartition

Historiquement, il y a eu des paires d'espèces d'épinoches dans quatre réseaux hydrographiques du bassin de Georgia, en Colombie-Britannique : deux de ces réseaux se trouvant sur l'île Texada, un sur l'île Lasqueti et un autre sur l'île de Vancouver (Figure 2. Carte du sud-ouest de la Colombie-Britannique indiquant la répartition historique des paires d'espèces d'épinoches par des étoiles rouges (haut : île Texada, milieu : île Lasqueti, bas : île de Vancouver). Ce sont les seuls trois sites où l'on sait que des paires d'espèces d'épinoches ont existé. Au cours de la dernière décennie, la paire d'espèces de l'île Lasqueti a été désignée « disparue », et la paire d'espèces du lac Enos a été amenée à céder la place à une population hybride.). Des preuves indiquent que les paires d'espèces ont évolué de façon indépendante dans chacun des réseaux hydrographiques, ce qui témoigne de l'existence d'un complexe plurispécifique plutôt que de deux espèces dispersées dans plusieurs réseaux (Taylor et McPhail, 1999). Il existe donc au moins huit espèces distinctes au sein du complexe des paires d'espèces, c'est-à-dire deux dans chacun des quatre bassins hydrographiques. Les épinoches benthiques des différents lacs doivent être considérées comme des espèces distinctes, et il en est de même pour les épinoches limnétiques.

Au cours de la dernière décennie, la paire d'espèces du lac Hadley, sur l'île Lasqueti, a été désignée « disparue » (Hatfield, 2001a), et la paire d'espèces du lac Enos, sur l'île de Vancouver, a été amenée à céder la place à une population hybride (Kraak *et al.*, 2001; D. Schluter et E. Taylor, données non publiées). À l'heure actuelle, l'aire de répartition totale se limite donc à deux réseaux au nord de l'île Texada – la paire d'espèces du lac Paxton, dans le réseau hydrographique Paxton, et la paire d'espèces du ruisseau Vananda, dans les lacs Balkwill, Priest et Emily.

La perte des paires des lacs Hadley et Enos représente une réduction de 50 % du bassin démographique des paires d'espèces distinctes, et une réduction de 33 % du nombre de lacs contenant une paire d'espèces. Il se peut que des paires d'espèces restent à découvrir ailleurs en Colombie-Britannique, mais cela est peu probable compte tenu de l'exhaustivité des études antérieures (McPhail, 1993). Il se peut aussi que d'autres paires aient existé dans la région mais qu'elles aient disparu avant qu'on ait pu les découvrir.

Avant que la paire d'espèces d'épinoches du lac Enos ne soit amenée à céder la place à une population hybride, une population d'épinoches limnétiques du lac Enos a été introduite dans un étang du parc Murdo-Frazer, à North Vancouver, par l'ensemencement d'individus sauvages en 1988 et en 1999 (en vertu d'un permis du secteur des Pêches du ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique). Une population viable a été confirmée au printemps 2002 (D. Schluter, données non publiées).

Un programme de reproduction en captivité est en cours à la University of British Columbia (UBC). Ce programme vise le rétablissement d'espèces limnétiques et benthiques « pures » à partir de la population du parc Murdo-Frazer et de la population hybride du lac Enos. La réussite finale de ce programme est incertaine.

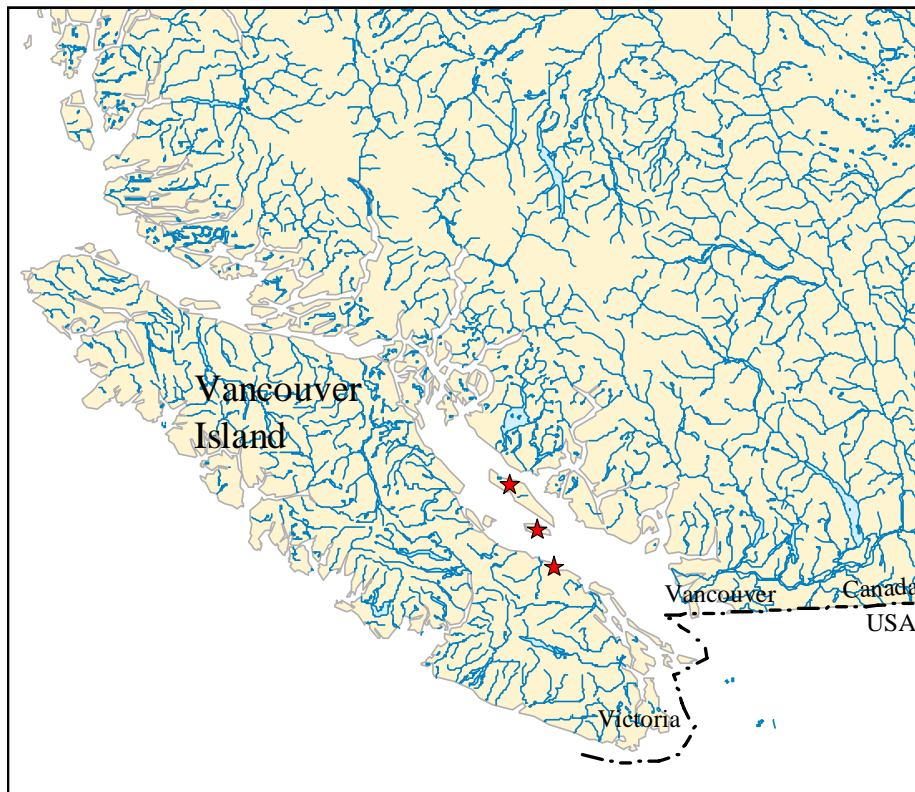


Figure 2. Carte du sud-ouest de la Colombie-Britannique indiquant la répartition historique des paires d'espèces d'épinoches par des étoiles rouges (haut : île Texada, milieu : île Lasqueti, bas : île de Vancouver). Ce sont les seuls trois sites où l'on sait que des paires d'espèces d'épinoches ont existé. Au cours de la dernière décennie, la paire d'espèces de l'île Lasqueti a été désignée « disparue », et la paire d'espèces du lac Enos a été amenée à céder la place à une population hybride.

1.3 Abondance

McPhail (1989) propose que la taille de la population de chacune des espèces du lac Enos était de l'ordre de 100 000 avant que ces espèces ne soient amenées à céder la place à une population hybride. Depuis, Matthews *et al.* (2000) ont estimé la taille de la population des épinoches benthiques à 22 000 et celle de la population des épinoches limnétiques à 37 000. Ces estimations sont probablement affectées par des facteurs confusionnels résultant de problèmes d'identification des espèces causés par une hybridation substantielle entre les épinoches limnétiques et benthiques qui s'était produite avant la réalisation du relevé. Plus récemment, Nomura (2005) a estimé l'abondance de la paire d'espèces du lac Paxton au moyen de méthodes de marquage et de recapture et d'une version modifiée de l'estimateur de Peterson. Le faible taux de prises des épinoches limnétiques a contribué à la fiabilité relativement faible des estimations relatives à l'abondance des épinoches limnétiques. L'estimation de l'abondance des épinoches benthiques adultes s'établissait à 3 332 individus (2 243 – 5 305, limite de confiance de 95 %), ce qui indique que certaines classes d'âge peuvent être considérablement moins abondantes que nous l'avions précédemment imaginé.

Comme la plupart des lacs contenant une paire d'espèces ont à peu près la même taille, l'estimation de l'abondance faite par McPhail (1989) pour le lac Enos devrait être assez précise pour les autres lacs.

Étant donné qu'aucune surveillance systématique de l'abondance n'a été effectuée dans aucun de ces lacs, les tendances démographiques demeurent inconnues (Hatfield, 2001a, b; Hatfield et Ptolemy, 2001). Cependant, les paires d'espèces d'épinoches des lacs Paxton et Priest ont été intensivement étudiées par les zoologistes de l'University of British Columbia (UBC) au cours des deux dernières décennies (ex. Schluter et McPhail, 1992; McPhail, 1994; Taylor et McPhail, 1999). Pendant tout ce temps, les deux espèces sont restées abondantes et ont été faciles à capturer en grands nombres au moyen de nasses (Hatfield, 2001b; Hatfield et Ptolemy, 2001).

1.4 Rôle écologique

Les paires d'espèces d'épinoches occupent un niveau trophique intermédiaire (Reimchen, 1992). Les épinoches limnétiques utilisent la zone pélagique des lacs pour s'alimenter et peuvent avoir une incidence sur la densité du plancton dans cette zone. Les épinoches benthiques s'alimentent principalement dans la zone littorale et influent sans doute sur la densité des invertébrés littoraux dont elles se nourrissent. Au stade juvénile, les épinoches sont la proie de plusieurs espèces d'invertébrés benthiques carnivores, tandis que les épinoches plus âgées sont capturées par des truites fardées côtières (*Oncorhynchus clarkii clarkii*), des oiseaux piscivores (ex. hérons [*Ardea herodias*], des martins-pêcheurs [*Megaceryle alcyon*] et des huards [*Gavia immer*]).

1.5 Importance pour la société

L'importance des paires d'espèces d'épinoches est principalement d'ordre esthétique et scientifique. 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. L'évolution des nouvelles espèces se fait habituellement sur des millions d'années, mais les scientifiques croient que les paires d'espèces remontent à la fin de la dernière glaciation, il n'y a que 13 000 ans (McPhail, 1994; Schluter et McPhail, 1992). La vitesse avec laquelle ces espèces distinctes ont évolué a intrigué et passionné des scientifiques de partout dans le monde. Ces espèces constituent un remarquable sujet de recherches. 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 état des résultats des études scientifiques en cours.

2. DESCRIPTION DES BESOINS DES ESPÈCES

Un écosystème lacustre sain qui devrait favoriser la prolifération des espèces limnétiques et benthiques comporte : un habitat littoral et un habitat pélagique abondant – la production secondaire de ces principaux types d'habitat étant suffisante pour soutenir des populations de l'ordre de dizaines de milliers d'individus pour chaque espèce – et une communauté de poissons uniquement constituée d'épinoches et de truites fardées. Parmi les caractéristiques environnementales particulières nécessaires au maintien de niveaux de population viables et d'un isolement entre les reproducteurs des espèces limnétiques et benthiques, mentionnons les suivantes : paramètres généraux liés à la qualité de l'eau (oxygène, température, pH et polluants), paramètres particuliers liés à la qualité de l'eau (transmission de la lumière, sels nutritifs), habitat littoral (étendue et productivité) et macrophytes. Les niveaux des lacs et l'étendue des macrophytes devraient être maintenus à l'intérieur des limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces.

2.1 Besoins liés à l'habitat physique

Nos connaissances des besoins liés à l'habitat nous viennent principalement des observations faites aux lacs Paxton et Enos, et on suppose que ces observations valent pour les autres paires d'espèces. Les besoins liés à l'habitat changent tout au long de l'année à chacun de leurs stades de développement. En général, les paires d'espèces d'épinoches fraient dans les zones littorales au printemps, adoptent les zones littorales et pélagiques comme aire de croissance au printemps et en été et, enfin, passent l'hiver en eaux profondes en automne et en hiver. Le cycle biologique des espèces est présenté au Tableau 1. Cycle biologique des paires d'espèces d'épinoches.; une description détaillée de l'utilisation de l'habitat est présentée ci-après.

Tableau 1. Cycle biologique des paires d'espèces d'épinoches.

La disponibilité d'un habitat de croissance approprié pour les juvéniles pourrait limiter la taille des populations d'épinoches adultes, tant benthiques que limnétiques, mais on sait pas quand cela se produirait. Les lacs contenant une paire d'espèces (sauf dans le cas récent du lac Enos) se caractérisent par leur abondance en macrophytes, mais l'étendue de lits appropriés peut avoir une incidence différente sur la survie des jeunes épinoches, selon qu'elles appartiennent à la forme benthique ou à la forme limnétique. Un changement de l'abondance relative des proies benthiques et planctoniques peut modifier le milieu sélectif des épinoches (Schluter et McPhail, 1993; Schluter, 1994, 1995, 2003; Vamosi *et al.*, 2000). Ainsi, la perte d'un habitat de croissance approprié pour les épinoches benthiques peut augmenter la valeur adaptative relative des épinoches limnétiques ou hybrides aux dépens des espèces benthiques, ce qui peut faire augmenter la fréquence de l'hybridation et amener une paire d'espèces à céder la place à une population hybride.

Habitat de croissance des adultes – Les épinoches limnétiques adultes (excepté les mâles au moment de la nidification) se nourrissent de zooplancton dans la zone pélagique des lacs, tandis que les épinoches benthiques adultes se nourrissent d'invertébrés benthiques dans la zone littorale (Schluter, 1995). Des habitats littoraux et pélagiques productifs sont nécessaires à la persistance des paires d'espèces d'épinoches.

L'abondance des épinoches benthiques et limnétiques repose sans doute sur de nombreux facteurs, mais on assume que la superficie totale et la productivité secondaire des zones littorales et pélagiques ont une incidence importante. Les changements liés à l'habitat qui influent sur la taille corporelle (ex. taux de croissance inférieur ou taille réduite à la maturité) peuvent se traduire par une moins grande discrimination entre les partenaires et une hybridation accrue entre les épinoches limnétiques et benthiques, la taille corporelle étant le principal facteur déterminant du choix des partenaires (Nagel et Schluter, 1998).

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 au début de l'automne et en hiver.

Communauté de poissons – Les paires d'espèces d'épinoches semblent n'avoir supporté la présence que d'une seule autre espèce de poissons, c'est-à-dire la truite fardée côtière (Vamosi, 2003). Le maintien d'une communauté écologique simple est nécessaire au maintien des paires d'espèces, comme en témoigne l'extinction rapide de la paire d'espèces du lac Hadley après introduction de la barbotte (*Ameiurus nebulosus*; Hatfield, 2001b).

Productivité de l'habitat – Une productivité élevée des deux habitats principaux (par opposition à ce qui prévaut pour la plupart des autres lacs côtiers) est nécessaire à la persistance des paires d'espèces. Qui plus est, la production secondaire devrait être relativement semblable dans les deux habitats (malgré qu'on ne connaisse pas les productivités absolues et relatives des proies nécessaires au maintien des paires d'espèces). L'abondance des épinoches est sans doute fortement corrélée avec la production secondaire disponible, et une production plus faible augmentera vraisemblablement le risque de disparition. On présume également que le risque de disparition augmentera si la productivité relative de chaque type d'habitat est modifiée au-delà de ses limites normales. Si la productivité d'un habitat diminue d'une façon importante, une hybridation accrue peut survenir chez l'une ou l'autre des espèces. Figure 3. Types de productivités benthiques et pélagiques et conséquences probables pour les paires d'espèces d'épinoches. La production secondaire disponible (représentée par l'aire de chaque cercle) doit être élevée et à peu près équivalente dans les deux principaux habitats pour éviter la disparition

(scénario A). Lorsque la production diminue dans un ou plusieurs habitats, la disparition (illustrée par un X rouge) devient plus probable pour une espèce ou les deux (scénarios B à D).

Les caractéristiques environnementales particulières nécessaires au maintien de niveaux de population sûrs et d'un isolement entre les reproducteurs des espèces limnétiques et benthiques sont présentées ci-après.

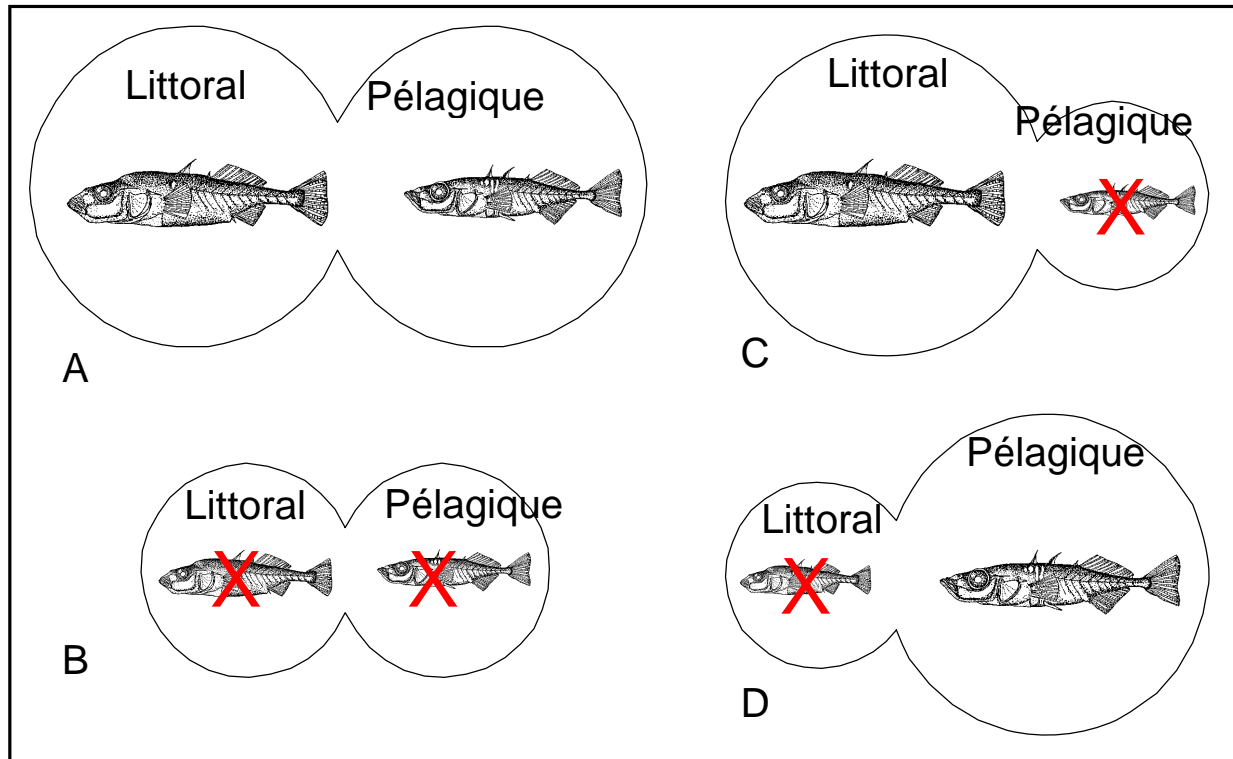


Figure 3. Types de productivités benthiques et pélagiques et conséquences probables pour les paires d'espèces d'épinoches. La production secondaire disponible (représentée par l'aire de chaque cercle) doit être élevée et à peu près équivalente dans les deux principaux habitats pour éviter la disparition (scénario A). Lorsque la production diminue dans un ou plusieurs habitats, la disparition (illustrée par un X rouge) devient plus probable pour une espèce ou les deux (scénarios B à D).

2.2 Habitats pélagiques et littoraux

Qualité de l'eau – Les paires d'espèces d'épinoches sont en péril lorsque la qualité de l'eau se dégrade au-delà de certains niveaux (oxygène, température, pH ou polluants). En tant que groupe, les épinoches peuvent survivre à l'intérieur de limites assez étendues de conditions liés à la qualité de l'eau. Les normes provinciales actuelles sur les paramètres de qualité de l'eau à respecter pour assurer la protection de la vie aquatique sont des paramètres de base appropriés pour les lacs contenant une paire d'espèces d'épinoches (voir <http://srmwww.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/interp/index.htm>). Cependant, certains aspects de la qualité de l'eau des lacs contenant une paire d'espèces doivent être maintenus à l'intérieur de limites beaucoup plus étroites que celles nécessaires à la survie des individus à court terme. Voici une description de ces paramètres.

Transmission de la lumière – Un enjeu significatif pour les paires d'espèces d'épinoches est la question de savoir comment des changements dans la qualité de l'eau peuvent affecter

les barrières assurant l'isolement entre les reproducteurs (Boughman, 2001). En particulier, on s'inquiète du fait que des hausses de la turbidité altérant la transmission des différentes longueurs d'onde lumineuses puissent modifier les mécanismes comportementaux qui sous-tendent la reconnaissance et le choix des partenaires (voir Seehausen *et al.*, 1997). Les différences de coloration entre les épinoches benthiques et limnétiques sont des indices clés dans le choix des partenaires (Boughman, 2001). C'est pourquoi des changements liés à la concentration des matières solides en suspension, au carbone organique dissous (ex. tanins) ou à d'autres aspects de la chimie de l'eau qui affectent la transmission de la lumière peuvent perturber la reconnaissance des partenaires.

Les facteurs affectant la transmission de la lumière doivent conséquemment être maintenus à l'intérieur des limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces. Des changements dans la qualité de l'eau entraînant un dépassement de ces limites peuvent altérer la discrimination entre les partenaires, augmenter la fréquence de l'hybridation et amener une paire d'espèces à céder la place à une population hybride (voir Seehausen *et al.*, 1997).

Sels nutritifs – La production du phytoplancton et des algues benthiques est à la base de la chaîne alimentaire aquatique et est déterminée par la disponibilité de sels nutritifs dans la colonne de l'eau, qui est elle-même fonction de la géologie du réseau hydrographique. Des populations uniques d'épinoches existent pour une grande variété de productivités des lacs de la Colombie-Britannique (Lavin et McPhail, 1985, 1986, 1987). En revanche, des paires d'espèces d'épinoches n'existent que dans des lacs dont les productivités sont relativement élevées, ces lacs étant typiquement situés dans des réseaux hydrographiques comportant des lits de roches calcaires (McPhail 1994; données non publiées de Schluter). On pense que l'évolution des paires d'espèces d'épinoches repose essentiellement sur des niveaux de production d'invertébrés benthiques et pélagiques qui ont favorisé une adaptation exclusive à une ressource alimentaire pélagique (zooplancton) ou littorale (invertébrés benthiques). Voir la Figure 3. Types de productivités benthiques et pélagiques et conséquences probables pour les paires d'espèces d'épinoches. La production secondaire disponible (représentée par l'aire de chaque cercle) doit être élevée et à peu près équivalente dans les deux principaux habitats pour éviter la disparition (scénario A). Lorsque la production diminue dans un ou plusieurs habitats, la disparition (illustrée par un X rouge) devient plus probable pour une espèce ou les deux (scénarios B à D). Un changement dans l'équilibre nutritif altérant la productivité relative du zooplancton et du benthos pourrait par conséquent modifier le milieu adaptatif des paires d'espèces d'épinoches (Schluter 1995; Vamosi *et al.*, 2000). Qui plus est, ce changement pourrait amener deux espèces à céder la place à une population hybride en altérant la valeur adaptative des épinoches limnétiques, des épinoches benthiques ou des hybrides.

Une augmentation de la concentration des sels nutritifs peut modifier les productivités relatives des zones benthiques et pélagiques en favorisant : soit la production d'algues insapides qui ne peuvent pas être consommées par le zooplancton, soit la prolifération du phytoplancton qui réduit l'abondance des macrophytes due à l'ombrage (Wetzel, 2001). Il faudrait éviter les pratiques d'utilisation des terres qui mènent à l'eutrophication des lacs et maintenir également les concentrations en sels nutritifs (azote, phosphore, alcalinité totale) à l'intérieur des limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces d'épinoches.

Étendue de l'habitat littoral – La persistance des épinoches benthiques dépend d'une production de la zone littorale suffisante pour soutenir une grande population d'individus benthiques. L'étendue physique de la zone littorale dépend de la forme du bassin lacustre et de la quantité d'eau que renferme ce bassin. Le profil bathymétrique d'un lac est géomorphologiquement fixe et n'est pas aisément altérable par l'homme. La quantité d'eau que

renferme un bassin est fonction non seulement du climat, mais aussi de l'activité humaine (construction de barrages et extraction de l'eau), ce qui influe sur l'étendue de l'habitat disponible et, par conséquent, sur la taille des populations d'épinoches.

La productivité des zones littorales est déterminée par des facteurs physiques et biologiques, y compris la profondeur de la zone euphotique, la présence de macrophytes, les types de sol, les concentrations en sels nutritifs, la superficie qui peut être colonisée par le benthos et les interactions entre les espèces. La production littorale est confinée à des zones peu profondes en bordure des lacs, où la pénétration de la lumière est suffisante pour soutenir une production importante de macrophytes et d'algues. Le niveau de compensation (profondeur à laquelle l'énergie lumineuse est suffisante pour que le gain d'énergie obtenu par la photosynthèse demeure égal à la perte d'énergie due à la respiration [zone euphotique]) est habituellement défini comme étant la profondeur à laquelle l'irradiance correspond à 1 % de l'irradiance mesurée en surface (Wetzel, 2001). Dans la pratique, la profondeur de la zone littorale est la profondeur maximale à laquelle on trouve une végétation aquatique enracinée, ce qui excède rarement 10 m dans la plupart des lacs, la majorité de la production photosynthétique se produisant à une profondeur inférieure à 3 m.

Le maintien de la zone littorale est très important pour la persistance des paires d'espèces d'épinoches. Aussi faut-il éviter tout changement du niveau d'eau dépassant les limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces. L'étendue relative de l'habitat littoral peut avoir une incidence sur l'isolement entre les reproducteurs pendant la nidification, la croissance et la survie des jeunes épinoches des deux espèces, l'abondance des adultes et leur taille individuelle ainsi que la valeur adaptative des hybrides. Une variation de l'étendue de l'habitat littoral qui dépasse les limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces augmentera de manière importante la probabilité que ces espèces soient amenées à céder la place à une population hybride. Les preuves génétiques indiquent que l'hybridation historique a été considérablement plus élevée pour les espèces du lac Paxton que pour les autres paires d'espèces (E. Taylor, données non publiées). Or, ce lac a subi les plus grands rabattements de son niveau par le biais de prélèvements d'eau, et il existe un lien présumé entre les deux phénomènes.

Étendue des lits de macrophytes – Comme il est indiqué ci-devant, les lits de macrophytes sont les principaux lieux de nidification pour les épinoches benthiques, les principaux habitats de croissance pour les jeunes épinoches des deux espèces et une zone d'alimentation pour les épinoches benthiques adultes. Les macrophytes sont une caractéristique clé qui favorise la reconnaissance des partenaires, étant donné que le choix différentiel du lieu de nidification selon le couvert de macrophytes maintient un certain degré d'isolement spatial entre les géniteurs limnétiques et benthiques (McPhail, 1994; Hatfield et Schluter, 1996). Les macrophytes contribuent également de manière significative à la production de macroinvertébrés benthiques dont se nourrissent les espèces benthiques d'épinoches. Ceci explique pourquoi les macrophytes permettent de limiter l'hybridation et jouent un rôle significatif dans le maintien d'un équilibre entre la production d'organismes benthiques et d'invertébrés, un équilibre essentiel au maintien des deux espèces.

3. MENACES

On peut décrire la variété de menaces qui pèsent sur les paires d'espèces en s'appuyant sur l'expérience acquise dans d'autres réseaux hydrographiques, puis déterminer l'ordre de priorité de ces menaces d'après un jugement professionnel. Le tableau ci-après contient un résumé de ces menaces, mais une description détaillée de celles-ci a été faite par Hatfield (2003). Les efforts de rétablissement immédiats devraient se concentrer sur les enjeux énoncés ci-après. L'établissement d'un ordre de priorité ne diminue en rien l'importance des autres menaces ou ne veut pas dire que celles-ci ne sont pas dignes d'attention. À l'heure actuelle, on ne peut pas mener une évaluation quantitative des risques associés aux menaces qui pèsent sur les paires d'espèces d'épinoches en raison du manque d'information disponible quant aux effets des différentes menaces sur les indices vitaux des populations (ex. hybridation, croissance, survie, succès reproducteur). Un sommaire de la situation de chaque population et des menaces qui pèsent sur elles est présenté au Tableau 2. Sommaire de la désignation des paires d'espèces d'épinoches et des menaces qui pèsent sur elles dans leur lac d'origine.

Tableau 2. Sommaire de la désignation des paires d'espèces d'épinoches et des menaces qui pèsent sur elles dans leur lac d'origine.

	Lac Hadley	Lac Enos	Lac Paxton	Ruisseau Vananda
Désignation du COSEPAC	disparue	en voie de disparition	en voie de disparition	en voie de disparition
Désignation actuelle de la population	disparue	population hybride	apparemment stable	apparemment stable
Truite fardée	présumément absente	absente	rare	présente
Espèces exotiques	barbotte	écrevisse signal	aucune	aucune
Gestion de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> régulation de la décharge, utilisation de l'eau inconnue à l'heure actuelle (utilisation mineure présumée) 	<ul style="list-style-type: none"> régulation de la décharge, utilisation de l'eau inconnue à l'heure actuelle 	<ul style="list-style-type: none"> régulation de la décharge, aucune utilisation de l'eau à l'heure actuelle, quantités autorisées selon les permis en vigueur relativement importantes par rapport au volume du lac et à ses apports 	<ul style="list-style-type: none"> régulation des décharges utilisation modérée de l'eau à l'heure actuelle, quantités autorisées selon les permis en vigueur relativement importantes par rapport au volume des lacs et à ses apports
Utilisation du territoire – Exploitation forestière	exploitation mineure présumée	<ul style="list-style-type: none"> exploitation mineure à l'heure actuelle, terres adjacentes privées 	<ul style="list-style-type: none"> exploitation mineure récente, terres adjacentes privées 	<ul style="list-style-type: none"> certaine exploitation récente, terres adjacentes publiques et privées
Autres utilisations des terres	<ul style="list-style-type: none"> certaine construction résidentielle en milieu rural, route adjacente à la décharge 	construction résidentielle en cours	<ul style="list-style-type: none"> carrière de pierre calcaire adjacente, exploitation minière historique dans le secteur 	<ul style="list-style-type: none"> certaine construction résidentielle en milieu rural, routes et pipeline adjacents, exploitation minière historique dans le secteur

3.1 Espèces exotiques

Les paires d'espèces semblent dépendre essentiellement du maintien de plusieurs facteurs écologiques, y compris le maintien d'une communauté de poissons constituée uniquement, à l'état naturel, d'épinoches et de truites fardées (Vamosi, 2003).

La paire d'espèces du lac Hadley est rapidement disparue après l'introduction de la barbotte (*Ameiurus nebulosus*), qui capturait ou gênait probablement les épinoches au stade de la nidification, ce qui a provoqué l'échec complet du recrutement (Hatfield, 2001a). La barbotte a été introduite dans le Hadley au début des années 1990 et, dès 1995, l'épinoche avait disparu de ce lac (Hatfield, 2001a). Ceci illustre la vulnérabilité de l'épinoche 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; D. Schluter et E. Taylor, données non publiées), et l'apparition récente de l'écrevisse signal (*Pacifastacus leniusculus*) aurait contribué à ce phénomène. Les mécanismes par lesquels les écrevisses affectent l'épinoche peuvent être directs (ex. prédation ou déplacement hors de l'habitat de nidification) ou indirects (ex. compétition pour des ressources alimentaires, turbidité accrue, changement dans la répartition des macrophytes). Il faut souligner cependant que les effets ultimes (ex. déclin de population importants) de l'introduction de l'écrevisse sur les populations d'épinoches ont été observés ailleurs (Foster *et al.*, 2003).

La menace que pose l'introduction d'espèces vient aussi d'un certain nombre d'autres espèces présentes dans des lacs voisins et qui se dispersent dans toute la région. 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. Les menaces possibles comprennent aussi la dispersion d'amphibiens comme le ouaouaron (*Rana catesbeiana*) et d'espèces végétales aquatiques envahissantes comme la myriophylle en épi (*Myriophyllum spicatum*) et la salicaire (*Lythrum salicaria*). Bien que les paires d'espèces d'épinoches aient co-évolué avec la truite fardée (McPhail, 1994), nul ne sait dans quelle mesure les paires d'espèces seraient affectées par l'introduction d'autres salmonidés indigènes, dont la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), ou de poissons indigènes autres que des salmonidés, comme le chabot (*Cottus* sp.). Ces espèces envahissantes possibles pourraient affecter les paires d'espèces d'épinoches par le truchement d'un certain nombre de mécanismes, dont la prédation des adultes, des jeunes ou des nids; la compétition pour les ressources alimentaires pélagiques ou littorales; l'introduction de maladies; un changement dans la qualité de l'eau pouvant affecter les décisions d'accouplement ou les ressources alimentaires.

3.2 Gestion de l'eau

On s'inquiète des répercussions possibles des activités d'aménagement sur la qualité de l'eau et les quantités d'eau, deux caractéristiques qui peuvent modifier l'écologie d'un lac au détriment d'une paire d'espèces. Les permis d'utilisation des eaux dictent les paramètres de déviation et de stockage de l'eau et ont par conséquent une incidence directe sur les niveaux d'un lac. Les quantités autorisées selon les permis en vigueur sont relativement importantes par rapport au volume de certains lacs et à leur zone de captage. Par exemple, les permis d'utilisation des eaux en vigueur pour le lac Paxton autorisent des déviations annuelles deux fois supérieures au volume du lac, dont les apports sont pourtant peu importants en raison d'une petite zone de captage et de précipitations limitées. Il y a eu dans le passé des rabattements importants du niveau d'eau attribuables à des travaux miniers (Larson, 1976).

Selon le moment où ils surviennent et leur durée, les rabattements des niveaux d'eau peuvent causer une perte de l'étendue de la zone littorale effective disponible pour

l'alimentation et la nidification. Des rabattements importants peuvent réduire le volume et la profondeur d'un lac au point d'entraîner la disparition complète de l'habitat pélagique et de ne laisser intact que l'habitat littoral. L'augmentation des niveaux d'eau causée par la construction de barrages à la décharge des lacs peut également modifier l'étendue de l'habitat littoral, selon la morphologie du réseau hydrographique. De grandes fluctuations ont des effets sur la productivité littorale et le volume pélagique et ont sans doute un effet direct sur les épinoches en limitant de façon importante leurs habitats de frai et d'alimentation.

3.3 Utilisation des terres

Il y a eu de nombreuses activités d'aménagement des terres dans les réseaux hydrographiques où se trouvent les paires d'espèces : sylviculture, exploitation minière, construction de routes, construction de pipelines et construction domiciliaire (Larson, 1976; McPhail, 1994). Les principales préoccupations liées à ces activités comprennent les effets cumulatifs sur la qualité de l'eau qui peuvent conduire à l'eutrophication, à la sédimentation et à la destruction/l'altération de l'habitat. Le plus grand de ces risques semble être l'introduction de sédiments en suspension (c.-à -d. turbidité accrue), mais il est actuellement difficile de mesurer ce risque. Le bassin hydrographique du lac Enos est actuellement en cours d'aménagement à des fins résidentielles, et une turbidité accrue a été observée à la suite de la construction et du défrichage.

3.4 Autres

Des effets supplémentaires peuvent résulter d'autres activités, y compris la pêche, les loisirs, les maladies, le changement climatique et la pollution. Ces menaces préoccupent l'équipe de rétablissement, mais on pense qu'elles représentent un moins grand risque pour les paires d'espèces que les autres menaces énumérées ci-devant. On peut gérer efficacement bon nombre de ces menaces par l'élaboration et la mise en œuvre de pratiques en matière bonne intendance.

4. TENDANCES RELATIVES AUX HABITATS

Les tendances relatives à l'habitat, tant au chapitre de la qualité et que de la quantité, varient entre les réseaux hydrographiques contenant une paire d'espèces. Elles ne peuvent être évaluées que qualitativement, aucun des lacs n'ayant fait l'objet d'une surveillance systématique.

Île Texada – Les permis d'utilisation des eaux actuels permettent un prélèvement de volumes importants dans les lacs Paxton et Emily ainsi que de volumes modérés dans le lac Priest. On ne peut pas déterminer directement les tendances historiques de l'utilisation de l'eau, car l'utilisation de l'eau n'a pas été mesurée dans tous réseaux hydrographiques de l'île Texada. Selon Larson (1976), des prélèvements effectués dans le lac Paxton ont entraîné d'importants rabattements du niveau d'eau dans le passé. Néanmoins, l'utilisation industrielle de l'eau a diminué au cours des 30 dernières années, les activités minières étant passées de l'extraction souterraine de minerais à l'exploitation de carrières de calcaire à ciel ouvert. Si une réduction de l'utilisation de l'eau a probablement eu un effet positif sur la stabilité et la productivité des habitats littoraux et pélagiques, il reste que les activités terrestres pourraient éventuellement avoir des répercussions négatives sur les habitats lacustres. C'est dans le réseau hydrographique du lac Paxton que l'exploitation minière et forestière a été la plus importante. Les répercussions de l'utilisation des terres sont difficiles à quantifier pour la plupart.

Île Lasqueti – Les permis d'utilisation des eaux actuels pour le lac Hadley permettent d'importants stockages et prélèvement d'eau par rapport au volume et aux apports d'eau du lac. Les activités d'aménagement du territoire mises en œuvre dans le réseau hydrographique comprennent la construction de routes, la construction résidentielle et, peut-être, une exploitation forestière mineure. Ces activités pourraient éventuellement avoir un effet négatif sur les habitats lacustres, mais on suppose qu'elles ont des conséquences relativement mineures à l'heure actuelle. La barbotte introduite pourrait avoir eu des répercussions sur l'habitat littoral, mais on ne connaît ni la portée ni l'ampleur de celles-ci.

Île de Vancouver – Les permis d'utilisation des eaux récemment délivrés pour le lac Enos permettent d'importants stockages et prélèvements d'eau, et un nouveau barrage a été construit à la décharge du lac. On n'a quantifié ni l'utilisation actuelle et historique de l'eau, ni ses effets sur la stabilité et la productivité des habitats littoraux et pélagiques. Il s'est probablement produit des changements dans l'habitat littoral et dans l'équilibre nutritif après la hausse du niveau du lac (Stockner *et al.*, 2000). Les activités terrestres sont actuellement minimales, mais elles s'accroîtront probablement avec l'expansion du projet Fairwinds (construction d'un grand ensemble résidentiel incluant un terrain de golf sur des terres privées autour du lac Enos). Les répercussions négatives ou positives de l'ensemble résidentiel sur les habitats lacustres sont difficiles à prévoir tant que les plans n'auront pas été évalués en détail. L'abondance des macrophytes littoraux semble avoir diminué considérablement; il est possible que les écrevisses, qui ont été introduites, aient modifié l'habitat littoral.

5. PROTECTION DE L'HABITAT

À l'heure actuelle, aucune des terres entourant les lacs contenant une paire d'espèces n'est officiellement protégée, et ce, malgré l'inscription de la paire d'espèces du ruisseau Vananda à titre d'espèce sauvage désignée (*Identified Wildlife Species*) sur la liste de la *Forest and Range Practices Act* (Wood *et al.*, 2003) et l'élaboration en cours de prescriptions relatives à une aire d'habitat de la faune (*Wildlife Habitat Area*). Cette aire d'habitat de la faune et ses prescriptions connexes devraient permettre de protéger les paires d'espèces contre les effets négatifs possibles de l'exploitation forestière. "Les terres entourant les lacs de l'île Texada devraient être considérées comme étant de la plus haute priorité pour les programmes d'intendance et de conservation des habitats.

6. HABITAT ESSENTIEL

L'équipe de rétablissement a élaboré des recommandations fondées sur la biologie pour définir l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches. Ces recommandations ont été élaborées en tant que document distinct (Hatfield, 2006) que l'équipe de rétablissement met à la disposition du public, sur demande. Le document proposé concernant l'habitat essentiel sera présenté pour examen par des pairs scientifiques à l'externe, par l'entremise du comité consultatif d'examen scientifique du Pacifique. Après le processus d'examen par des pairs, une version finale contiendra les recommandations à caractère biologique pour la désignation de l'habitat essentiel. Pour être conforme à la politique actuelle relative aux espèces en péril et à la teneur du programme de rétablissement, la discussion suivante concernant l'habitat essentiel expose les caractéristiques générales de l'habitat dont il faut tenir compte dans la définition et la désignation de l'habitat essentiel, mais aucune recommandation particulière sur le plan géo-spatial n'est formulée.

Dans la LEP, l'habitat essentiel est défini comme « l'habitat nécessaire à la survie ou au rétablissement d'une espèce sauvage inscrite, qui est désigné comme tel dans un programme de rétablissement ou un plan d'action élaboré à l'égard de l'espèce. » Les paires d'espèces d'épinoches utilisent à la fois les zones pélagiques et les zones littorales des lacs où elles sont présentes, et ce, tant pour se reproduire que pour s'alimenter (McPhail, 1993, 1994). La définition de l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches est une étape importante à franchir pour, d'une part, satisfaire aux objectifs du rétablissement et, d'autre part, faciliter l'imposition de limites acceptables aux activités qui ont une incidence sur ces espèces.

6.1 Distinction entre paires d'espèces et populations uniques

Les populations uniques (c'est-à-dire celles qui sont présentes dans un lac sous une seule forme possible) peuvent survivre à l'intérieur de limites étendues de conditions relatives à l'habitat et sont assez résilientes aux changements qui y surviennent (Wooton 1976; Bell et Foster, 1994). Les paires d'espèces d'épinoches, en revanche, ont une aire de répartition très restreinte, ont des besoins beaucoup plus précis quant à leur habitat et sont beaucoup plus sensibles aux changements qui y surviennent (p. ex. Bentzen et McPhail 1984; Schluter et McPhail, 1992). Toutes les populations d'épinoches lacustres ont des besoins liés aux habitats qui couvrent la majeure partie des lacs – habitat de frai (généralement la zone benthique littorale à proximité du rivage), habitat de croissance pour les juvéniles (généralement la zone littorale), habitat de croissance pour les adultes (généralement les zones littorales et pélagiques) (Wooton, 1976; Bell et Foster, 1994). L'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches devrait inclure non seulement ces aspects de l'habitat (c'est-à-dire un habitat de frai et de croissance), mais aussi d'autres aspects particuliers grâce auxquels les espèces peuvent coexister sans être amenées à céder la place à une population hybride. Autrement dit, on doit se préoccuper tout autant de la perte des habitats de frai et de croissance que de changements minimes de la turbidité (incidence possible sur la transmission de la lumière et conséquemment sur l'identification des partenaires) ou dans la chimie de l'eau (incidence possible sur la productivité benthique ou littorale), car de tels changements peuvent causer une hybridation et amener une paire d'espèces à céder la place à une population unique. Des aspects écologiques particuliers de ce type, qui ne sont habituellement pas inclus dans la définition de l'habitat essentiel, doivent être pris en considération pour les paires d'espèces d'épinoches. La nature exacte de ces facteurs reste à déterminer; aussi faudra-t-il pousser les recherches pour qu'on puisse parvenir à définir l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches. Étant donné que la délimitation de l'habitat essentiel nécessitera beaucoup d'efforts et de temps, on devra se concentrer d'abord sur les composants de l'habitat qui peuvent contrecarrer l'hybridation et qui sont les plus susceptibles d'être affectés par l'activité humaine.

6.2 Caractéristiques de l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches

Voici les deux composantes clés de l'habitat essentiel potentiel pour les paires d'espèces d'épinoches.

1. Les caractéristiques qui déterminent l'abondance des épinoches limnétiques et benthiques.
2. Les caractéristiques qui assurent une reconnaissance adéquate des partenaires.

L'habitat essentiel doit donc être un ensemble de caractéristiques environnementales dont l'altération ou la perte entraîne une réduction de l'abondance d'une population à un niveau qui n'est plus viable ou une suppression suffisante des barrières entre les reproducteurs pour amener une paire d'espèces à céder la place à une population hybride.

Les besoins généraux des paires d'espèces sont décrits en détails à la Section 2.' Les différentes caractéristiques qui pourraient être incluses à l'habitat essentiel sont présentées ci-après.'

Étendue de l'habitat littoral – Une portion très substantielle de la zone littorale pourrait être désignée comme 'importante pour la persistance des paires d'espèces d'épinoches' (Harfield, 2006). En général, il faut éviter tout changement du niveau d'eau dépassant les limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces d'épinoches. L'étendue relative de l'habitat littoral peut avoir une incidence sur l'isolement entre les

reproducteurs pendant la nidification; la croissance et la survie des jeunes épinoches des deux espèces; l'abondance des adultes et leur taille individuelle; la valeur adaptative des hybrides. Une variation de l'étendue de l'habitat littoral qui dépasse les limites naturelles présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces augmentera la probabilité que ces espèces ne soient amenées à céder la place à une population hybride. Les preuves génétiques indiquent que l'hybridation historique a été considérablement plus élevée pour les espèces du lac Paxton que pour les autres paires d'espèces (E. Taylor, données non publiées). Or, ce lac a subi les plus grands rabattements de son niveau par le biais de prélèvements d'eau.

Étendue des lits de macrophytes – Les lits de macrophytes "sont des habitats d'une productivité potentielle élevée, étant donné leur rôle clé en tant qu'habitat de croissance et de frai ainsi que dans le processus médiateur qui maintient l'isolement entre les reproducteurs des espèces limnétiques et benthiques. On ne connaît actuellement pas les limites naturelles de conditions propices à la répartition et à l'abondance des lits de macrophytes au fil du temps. On ne sait pas non plus précisément jusqu'où peut aller la perte de macrophytes avant que les taux d'hybridation atteignent un niveau auquel les espèces sont amenées à céder la place à une population hybride. Nous recommandons donc que l'abondance et la répartition des macrophytes soient maintenues à l'intérieur des limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces d'épinoches.

Habitat pélagique – La zone pélagique, qui est la principale aire de croissance des épinoches limnétiques, doit être d'une superficie et d'une qualité suffisantes pour soutenir une forte population d'épinoches limnétiques. Les caractéristiques de l'habitat pélagique associées à une productivité potentielle élevée comprennent l'équilibre nutritif, la qualité de l'eau et la zone littorale (qui est liée au volume pélagique).

Habitat d'hivernage – On sait peu de choses sur l'habitat d'hivernage, sauf le fait que les paires d'espèces semblent passer l'hiver dans des portions plus profondes des lacs. D'autres travaux sont nécessaires pour qu'on puisse inclure une description de l'habitat d'hivernage dans une définition de l'habitat essentiel.

Communauté de poissons – Les paires d'espèces d'épinoches n'ont évolué et survécu qu'en présence d'une seule autre espèce de poissons, soit la truite fardée côtière (Vamosi, 2003). Cette communauté écologique simple pourrait être considérée comme un composant de l'habitat essentiel.

Paramètres de base de la qualité de l'eau – L'eau est essentielle aux espèces aquatiques, et celles-ci sont en péril lorsque la qualité de l'eau se dégrade au-delà de seuils précis pour l'oxygène, la température, le pH ou les polluants. Les normes provinciales actuelles sur les paramètres de qualité de l'eau à respecter pour assurer la protection de la vie aquatique sont des paramètres de base appropriés pour les lacs contenant une paire d'espèces d'épinoches (voir <http://srmwww.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/interp/index.htm>). Cependant, certains aspects de la qualité de l'eau des lacs contenant une paire d'espèces doivent être maintenus à l'intérieur de limites beaucoup plus étroites que celles nécessaires à la survie des individus à court terme. (voir la transmission de la lumière et l'équilibre nutritif).

Transmission de la lumière – Les aspects de la chimie de l'eau qui ont une incidence sur la transmission de la lumière pourraient faire partie de la définition de l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches parce que les changements à cet égard peuvent perturber la reconnaissance des partenaires et, par conséquent, l'isolement entre les reproducteurs (Boughman, 2001). À l'heure actuelle, les liens entre les divers facteurs de qualité de l'eau et

les préférences d'accouplement n'ont pas été établis avec suffisamment de précision pour qu'on puisse les inclure dans une définition détaillée de l'habitat essentiel. Cependant, en raison de l'importance de cet aspect, nous suggérons, dans l'intérim, que les facteurs ayant une incidence sur la transmission de la lumière soient maintenus à l'intérieur des limites naturelles des conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces.

Sels nutritifs et productivité – On pense que l'évolution et la survie des paires d'espèces d'épinoches ont été possibles grâce au maintien de certains niveaux de production d'invertébrés benthiques et pélagiques, ce qui a permis une adaptation exclusive à une ressource alimentaire, soit pélagique (zooplancton), soit littorale (invertébrés benthiques). Ainsi, un changement dans l'équilibre nutritif altérant la productivité relative du zooplancton et du benthos pourrait modifier le milieu adaptatif des paires d'espèces d'épinoches (Schluter, 1995; Vamosi *et al.*, 2000), ce qui les amènerait à s'hybrider excessivement et à céder la place à une population unique. Étant donné que le lien précis entre l'équilibre nutritif et la survie des paires d'espèces d'épinoches n'est pas connu à l'heure actuelle, on suggère que la définition de l'habitat essentiel des paires d'espèces comprenne des concentrations en sels nutritifs qui se situent à l'intérieur des limites naturelles des conditions présentes dans ces lacs.

6.3 Programme des études requises pour la désignation de l'habitat essentiel

Voici quelles sont les recherches requises pour préciser les limites des conditions naturellement présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces et les aspects de l'habitat qui doivent être maintenus pour assurer la persistance à long terme des paires d'espèces.

1. Relever et combler les lacunes dans les connaissances (cycle biologique et utilisation de l'habitat) qui empêchent une définition objective de l'habitat essentiel. (2006-2008)
2. Déterminer les niveaux de population minimaux acceptables pour les épinoches limnétiques et benthiques qui assureront la persistance des espèces. (2006-2008)
3. Élaborer des lignes directrices sur la qualité de l'eau pour les lacs contenant une paire d'espèces. (2006-2007)
4. Cartographier l'étendue actuelle de l'habitat littoral et l'étendue des macrophytes. (2006-2008)
5. Déterminer les effets des écrevisses sur le recrutement et sur l'habitat essentiel des épinoches. (2006-2008)
6. Définir les niveaux acceptables de fluctuations/de rabattement du niveau de l'eau qui assureront la persistance des paires d'espèces, en se basant sur l'étendue de l'habitat littoral à différents niveaux d'eau, des données historiques et la comparaison entre les conditions présentes dans les lacs contenant une paire d'espèces et ceux contenant une seule espèce. (2006-2008)
7. Déterminer les limites acceptables des conditions propices à la production d'invertébrés pour les habitats benthiques et pélagiques qui assureront la persistance des paires d'espèces, en établissant une comparaison entre les lacs contenant une paire d'espèces et ceux contenant une seule espèce. (2006-2008)

RÉTABLISSEMENT

7. BUT DU RÉTABLISSEMENT

Le but du présent programme de rétablissement est de maintenir la viabilité à long terme de toutes les populations historiques de paires d'espèces d'épinoches. Il est probable que ces espèces demeureront toujours plus ou moins en péril en raison de leur aire de répartition extrêmement limitée.

8. OBJECTIFS DU RÉTABLISSEMENT

Court terme (sur les cinq prochaines années)

1. Maintenir des populations autosuffisantes de paires d'espèces d'épinoches dans le réseau hydrographique du lac Paxton et dans celui du ruisseau Vananda.
2. Établir des populations en captivité de la paire d'espèces d'épinoches du lac Enos.

Long terme (sur les vingt prochaines années)

1. Maintenir des populations autosuffisantes de paires d'espèces d'épinoches dans le réseau hydrographique du lac Paxton et dans celui du ruisseau Vananda.
2. Établir une population viable de la paire d'espèces d'épinoches du lac Enos, de préférence dans le lac Enos, ou voir à son rétablissement.
3. Réintroduire une paire d'espèces d'épinoches dans le lac Hadley à partir d'une population historique en restaurant l'habitat du lac Hadley et en introduisant une paire d'espèces provenant d'une population historique de l'île Texada.

9. STRATÉGIES POUR CONTRER LES MENACES

Les stratégies relevées par l'équipe de rétablissement pour permettre d'atteindre les buts et les objectifs du rétablissement entrent dans les trois grandes catégories complémentaires suivantes : intendance, protection¹ et recherche. Les voici.

1. Favoriser la sensibilisation aux paires d'espèces d'épinoches (y compris leur importance unique dans les études évolutionnistes et reconnue internationalement), à leur état de conservation et aux menaces pour leur persistance par l'éducation et la participation directes des intervenants dans la mise en œuvre du rétablissement.
2. Maintenir et, dans la mesure du possible, augmenter l'intégrité écologique des lacs contenant une paire d'espèces, particulièrement les caractéristiques de l'habitat qui permettent la persistance des paires d'espèces.
3. Accroître la compréhension scientifique des paires d'espèces d'épinoches, des menaces pour leur persistance et des mécanismes associés à des menaces précises.

L'approche générale recommandée pour la mise en œuvre de ces stratégies comprend :

- l'établissement et l'appui d'initiatives d'intendance;
- la réalisation d'activités de recherches particulières pour préciser les menaces.
- la délimitation et la protection d'habitats clés;
- la participation à l'élaboration et à la mise en œuvre d'un plan de gestion des espèces exotiques;

¹ La protection peut être assurée par une variété de mécanismes, y compris : ententes volontaires d'intendance, clauses restrictives en matière de conservation, vente de terres privées par des vendeurs consentants, désignations pour l'utilisation des terres et zones protégées.

- la limitation des impacts attribuables à l'utilisation des terres et de l'eau;
- la conception et la mise en œuvre de programmes de surveillance judicieux.

Une description des stratégies et des approches recommandées se trouve au Tableau 3. Stratégies classées par ordre de priorité et approches recommandées pour le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches.

Tableau 3. Stratégies classées par ordre de priorité et approches recommandées pour le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches.

Priorité ²	Stratégie	Approches	Mesure de rendement ³
Nécessaire	Établir et soutenir des groupes de mise en œuvre des mesures de rétablissement (GMOMR) ou un autre groupe de travail pour l'île Texada et le lac Enos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inviter les intervenants et les parties intéressées à participer à un ou à plusieurs GMOMR. (En raison de la séparation géographique des lacs contenant une paire d'espèces, il est probable qu'il soit nécessaire d'établir plus d'un groupe d'intendance.) 2. Encourager les administrations municipales (p. ex. les districts régionaux) à devenir membres des GMOMR ou à y nommer des représentants, et ce, pour faciliter la communication et la mise en œuvre du plan d'action du rétablissement (PAR). 3. Déterminer qui sera à la tête du GMOMR (président, animateur, etc.); élaborer le mandat du groupe; obtenir le financement nécessaire pour appuyer les activités du groupe. 4. Élaborer et mettre en œuvre un PAR s'inspirant du programme de rétablissement. 	<p>A-t-on établi un GMOMR ou un groupe de travail pour chaque paire d'espèces d'épinoches? Les GMOMR sont-ils adéquatement soutenus sur les plans financier et scientifique? Les GMOMR ont-ils élaboré un PAR? Les GMOMR permettent-ils d'atteindre les buts énoncés dans le programme de rétablissement?</p>
Nécessaire	Établir et soutenir un groupe d'action sur la recherche (GAR) chargé d'entreprendre des activités de recherche particulières et de fournir des conseils techniques détaillés.	Inviter les chercheurs pertinents à participer au GAR; établir le mandat du groupe; obtenir le financement nécessaire.	<p>A-t-on établi un GAR? Le groupe est-il soutenu par un financement et une expertise technique adéquats? Le groupe répond-il aux besoins en matière de recherche énoncés dans le programme de rétablissement?</p>

² Les stratégies sont classées d'après un jugement professionnel en trois groupes de priorité (de la plus faible à la plus élevée) : nécessaire, primaire, secondaire.

³ Les mesures de rendement permettent de suivre les progrès accomplis vers l'atteinte des objectifs énoncés. Elles sont présentées sous forme de questions; les réponses fournies peuvent être définies dans le temps pour suivre les progrès.

Priorité ²	Stratégie	Approches	Mesure de rendement ³
Nécessaire	Élaborer et mettre en œuvre un programme de surveillance continue à long terme.	<p>Les GMOMR et le GAR doivent élaborer un programme de surveillance qui permet d'évaluer comment réagit la population aux activités de gestion ou aux menaces. La surveillance peut porter sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les tendances relatives à l'abondance de chaque espèce; • les tendances relatives aux habitats (quantité et qualité); • les tendances relatives aux taux d'hybridation dans les lacs contenant une paire d'espèces; • la répartition des espèces exotiques et l'expansion de leur aire de répartition; • la qualité de l'eau; • l'utilisation des terres; • l'utilisation de l'eau. <p>Les GMOMR doivent obtenir un financement à long terme pour assurer de la mise en œuvre d'un programme de surveillance efficace. Les priorités de la surveillance doivent rester à l'intérieur des limites budgétaires.</p>	<p>A-t-on mis en œuvre des programmes de surveillance?</p> <p>Depuis combien de temps un programme de surveillance est-il en place?</p> <p>Est-il efficace?</p> <p>A-t-on obtenu un financement à long terme?</p>
Nécessaire	Soutenir l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de gestion des espèces exotiques ayant un lien direct avec les groupes d'intendance.	<p>Les GMOMR doivent collaborer avec des organismes gouvernementaux à :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. l'élaboration et à la mise en œuvre d'un plan exhaustif de gestion des espèces exotiques; 2. l'élaboration d'un plan d'action d'urgence à mettre en œuvre advenant l'introduction d'une espèce exotique dans un lac contenant une paire d'espèces. 	<p>A-t-on élaboré et mis en œuvre un plan de gestion efficace des espèces exotiques?</p> <p>A-t-on élaboré et approuvé un plan d'action d'urgence?</p> <p>A-t-on les ressources nécessaires pour l'exécuter?</p>

Priorité ²	Stratégie	Approches	Mesure de rendement ³
Nécessaire	Déterminer la faisabilité de restaurer l'habitat des lacs Enos et Hadley et d'introduire des paires d'espèces.	<p>Effectuer une étude de faisabilité visant à évaluer les aspects sociaux et techniques de la réintroduction de paires d'espèces dans les lacs Hadley et Enos. On peut déterminer la faisabilité en procédant comme suit.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Déterminer si les écrevisses introduites sont responsables de l'hybridation des paires d'espèces d'épinoches dans le lac Enos. 2. Étudier les méthodes disponibles pour faire disparaître du pays les espèces exotiques dans les lacs Enos et Hadley. 3. Étudier le besoin écologique inhérent à la réintroduction de paires d'espèces. 4. Évaluer les avantages sociaux et économiques ainsi que les coûts de différents scénarios de réintroduction de paires d'espèces. 5. Introduire des épinoches dans le lac Enos qui, de préférence, proviennent du programme d'élevage en captivité pour la paire d'espèces du lac Enos (voir les autres stratégies et approches ci-après). Introduire des épinoches dans le lac Hadley qui, de préférence, proviennent d'une des paires historiques présentes sur l'île Texada. 	A-t-on pris une décision justifiable quant à l'introduction une paire d'espèces dans le lac Enos et/ou le lac Hadley? A-t-on déterminé sans équivoque le rôle de l'écrevisse dans l'hybridation? La disparition du pays des espèces exotiques est-elle faisable et souhaitable? A-t-on déterminé sans équivoque les facteurs permettant la réintroduction des paires d'espèces?
Primaire	Effectuer des études visant à définir l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches.	Mener les recherches nécessaires pour définir l'habitat essentiel et le délimiter dans la nature. Voir la section 6.3 pour la liste des activités de recherche nécessaires.	A-t-on défini l'habitat essentiel des paires d'espèces d'épinoches?
Primaire	Établir des objectifs en matière de qualité de l'eau pour tous les lacs contenant une paire d'espèces.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utiliser les normes provinciales actuelles sur les paramètres de qualité de l'eau à respecter pour assurer la protection de la vie aquatique en tant que paramètres de base pour les lacs contenant une paire d'espèces d'épinoches (voir http://srmwww.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/interp/index.htm). 2. Établir au besoin des objectifs de qualité de l'eau propres aux paires d'espèces, surtout en ce qui concerne la transmission de la lumière et l'équilibre nutritif. 3. Communiquer les objectifs aux autorités et aux intervenants appropriés. 	A-t-on établi des objectifs de qualité de l'eau et les a-t-on communiqués aux organismes de réglementation et aux intervenants appropriés?

Priorité ²	Stratégie	Approches	Mesure de rendement ³
Primaire	Élaborer un plan exhaustif de gestion de l'eau pour chaque réseau hydrographique.	<p>Les GMOMR doivent tenter de réduire les risques pour les paires d'espèces de concert avec la Division de l'intendance de l'eau (ministère de l'Environnement) et les titulaires de permis d'utilisation des eaux. Voici ce qu'ils doivent faire pour y arriver :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. examiner les permis actuels; 2. examiner les utilisations de l'eau actuelles; 3. protéger les quantités d'eau restantes aux fins de conservation; 4. utiliser un processus de planification faisant appel aux divers intervenants pour établir des objectifs de gestion de l'eau à court terme et à long terme (p. ex. critères pour des niveaux acceptables de rabattement du niveau d'eau des lacs). 	A-t-on achevé et mis en œuvre un plan de gestion?
Primaire	Si la réintroduction est réalisable, établir un programme de reproduction en captivité pour la paire d'espèces du lac Enos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capturer des géniteurs reliques non hybrides du lac Enos et établir des populations en captivité des deux espèces à l'UBC. 2. Inviter le GAR à examiner les protocoles de reproduction (p. ex. pour prévenir la perte de variance génétique et limiter l'adaptation aux milieux artificiels) et à obtenir le financement nécessaire au soutien de la recherche et au maintien des populations. 	<p>A-t-on établi des populations en captivité pour la paire d'espèces du lac Enos? La population en captivité se développe-t-elle bien? A-t-on établi des buts génétiques pour le programme de reproduction et les a-t-on atteints?</p>
Primaire	<p>Élaborer et mettre en œuvre un plan d'information et d'éducation comprenant les éléments suivants.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matériel didactique destiné au public portant sur la menace que posent les espèces exotiques. 2. Matériel de présentation à l'intention des écoles publiques. 3. Panneaux didactiques installés à des endroits appropriés. 	<p>Les GMOMR doivent travailler de concert avec des organismes gouvernementaux et des éducateurs à l'élaboration :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. de matériel didactique (p. ex. une brochure éducative) pour expliquer les impacts écologiques potentiels de l'introduction d'organismes dans de nouveaux milieux; 2. de matériel didactique à employer dans les écoles publiques, particulièrement celles situées près des lacs contenant une paire d'espèces. Par exemple, on pourrait préparer un module « Wild BC » et le distribuer à grande échelle; 3. de panneaux didactiques à installer à des endroits précis (p. ex. rivière Powell – gares maritimes de l'île Texada, aux abords de certains lacs, etc.). Obtenir le financement pour la construction et l'entretien des panneaux. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. A-t-on produit du matériel didactique? La perception du public et sa sensibilisation ont-elles été modifiées? 2. Combien de classes ont reçu des présentations didactiques? La perception du public et sa sensibilisation ont-elles été modifiées? 3. Combien de panneaux didactiques ont été érigés? La perception du public et sa sensibilisation ont-elles été modifiées?

Priorité ²	Stratégie	Approches	Mesure de rendement ³
Secondaire	Déterminer les impacts potentiels de la pêche sportive dans les lacs contenant une paire d'espèces et élaborer des mesures d'atténuation, au besoin.	<p>Travailler de concert avec des organismes provinciaux et la Freshwater Fisheries Society à l'élaboration de lignes directrices ou de projets de règlement qui ne prévoit :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ aucune amélioration de la pêche sportive par l'ensemencement; ▪ aucune pêche sur des lacs où les espèces prisées par les pêcheurs sportifs ne sont pas indigènes; ▪ aucun appât où la pêche sportive est autorisée. <p>Consulter les intervenants sur les raisons de l'approche employée; envisager des mesures additionnelles qui limitent les impacts ou soutiennent les pêches actuelles.</p>	A-t-on mis en œuvre des modifications réglementaires minimales?
Secondaire	Étudier les conséquences que pourrait avoir sur la qualité de l'eau l'utilisation d'explosifs pour des activités minières dans les réseaux hydrographiques contenant une paire d'espèces.	Examiner et résumer les activités minières courantes et planifiées et réévaluer cette menace. Si cela est nécessaire, les GMOMR doivent examiner la littérature appropriée et analyser la qualité de l'eau. Les GMOMR doivent travailler avec le GAR sur des questions techniques, au besoin. Communiquer les résultats à considérer au cours du prochain examen du programme de rétablissement. Obtenir le financement nécessaire au soutien de l'examen, de l'échantillonnage et de l'analyse.	<p>A-t-on effectué un examen de la littérature et communiqué les conclusions de cet examen à l'équipe de rétablissement?</p> <p>A-t-on prélevé des échantillons d'eau du ruissellement provenant des sites miniers?</p> <p>A-t-on analysé les échantillons et communiqué efficacement les résultats?</p>
Secondaire	Déterminer les impacts que pourrait avoir l'utilisation d'embarcations à moteur à essence sur la qualité de l'eau des lacs contenant une paire d'espèces; élaborer des mesures d'atténuation, au besoin; décourager les impacts attribuables à l'aménagement des rives des lacs et à la pratiques de loisirs.	Les GMOMR doivent travailler de concert avec les administrations municipales et les intervenants à l'établissement de règles selon lesquelles seules des embarcations sans moteur ou à moteur électrique sont autorisées sur les lacs contenant une paire d'espèces. Nota : La Garde côtière canadienne est l'organisme de réglementation.	Les embarcations à moteur à essence sont-elles autorisées sur les lacs contenant une paire d'espèces?

Priorité ²	Stratégie	Approches	Mesure de rendement ³
Secondaire	Élaborer conjointement des stratégies d'aménagement du territoire pour les terres publiques et privées.	<p>Élaborer des critères pour évaluer les effets de l'aménagement du territoire sur les épinoches (y compris de l'exploitation forestière); élaborer des lignes directrices pour une bonne intendance; établir des aires d'habitat de la faune, au besoin; désigner les réseaux hydrographiques contenant une paire d'espèces à titre de zones de développement spéciales (<i>Special Development Areas</i>).</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pour les terres publiques, établir une ou plusieurs aires d'habitat de la faune pour limiter les impacts cumulatifs à long terme sur l'habitat. 2. Pour les terres privées, travailler avec les propriétaires fonciers en vue d'encourager une bonne intendance. 	A-t-on élaboré des critères d'exploitation forestière et d'aménagement du territoire? A-t-on établi des aires d'habitat de la faune? L'exploitation forestière et l'aménagement du territoire répondent-ils aux critères?
Secondaire	Élaborer des protocoles judicieux pour les études scientifiques (p. ex. limiter l'utilisation d'hybrides dans les expériences <i>in situ</i> , limiter le nombre de poissons prélevés chaque année, etc.).	Le GAR doit travailler de concert avec des organismes gouvernementaux à l'établissement de limites inhérentes aux recherches expérimentales menées dans les lacs contenant une paire d'espèces. Nota : Il faut détenir des permis de la LEP pour effectuer légalement des prélèvements et mener des recherches sur des espèces d'épinoches inscrites.	A-t-on établi et communiqué des protocoles d'études scientifiques? Ont-ils été mis en œuvre?

10. CONFLITS OU ENJEUX PRÉVUS

Les paires d'espèces d'épinoches ont actuellement peu de valeur économique, voire aucune. Il est improbable que cette situation change. Cependant, il existe d'autres intérêts publics, privés et commerciaux à l'égard des réseaux hydrographiques où des paires d'espèces sont présentes. Parmi ces intérêts figurent l'exploitation minière, la sylviculture, les prélèvements d'eau à des fins industrielles et résidentielles, la construction de routes, l'installation de pipelines, la construction résidentielle et la pratique de loisirs (à un faible niveau à l'heure actuelle) tels que la pêche, la navigation de plaisance et la natation. Il importe de comprendre que bon nombre des menaces qui pèsent sur les paires d'espèces peuvent être réduites, mais qu'elles ne peuvent être totalement éliminées.

11. FAISABILITÉ DU RÉTABLISSEMENT

Dans le cadre du processus de la LEP, le ministre compétent doit prendre une décision sur la faisabilité du rétablissement des espèces en péril. Pour uniformiser le processus décisionnel, l'ébauche de la politique actuelle (gouvernement du Canada, 2005) pose quatre questions auxquelles il faut répondre pour chaque programme de rétablissement. Voici les questions posées et leur réponse.

1. Existe-t-il ou non présentement des individus capables de reproduction pour accroître le taux de croissance ou l'abondance de la population?

Oui – Les paires d'espèces d'épinoches disposent naturellement d'une aire de répartition très restreinte. Les paires d'espèces de l'île Texada sont autosuffisantes, affichant des niveaux d'abondance acceptables, et ne connaissent pas un déclin apparent (mais elles demeureront en péril en raison de leur aire de répartition géographique limitée). La paire d'espèces du lac Enos a été amenée à céder la place à une population hybride, mais une population autosuffisante d'épinoches limnétiques du lac Enos est présente dans le parc Murdo-Frazer, à North Vancouver, et des efforts visant à établir une population autosuffisante d'épinoches benthiques du lac Enos sont en cours et semblent donner les résultats escomptés. La paire d'espèces du lac Hadley est disparue et le rétablissement de ces deux espèces est, par conséquent, impossible.

2. Existe-t-il ou non un habitat adéquat suffisant pour assurer la survie des espèces ou pourrait-il est rendu disponible par l'aménagement ou la restauration?

Oui – Il existe un habitat adéquat suffisant sur l'île Texada pour assurer la survie des paires d'espèces du lac Paxton et du ruisseau Vananda dans leur habitat naturel. La faisabilité de la restauration des habitats du lac Hadley est fonction de la disparition de la barbotte du pays et peut nécessiter l'enlèvement des écrevisses du lac Enos, deux espèces qui ont été introduites dans les lacs. La faisabilité de la restauration des habitats et de la réintroduction des paires d'espèces d'épinoches dans ces lacs est actuellement à l'étude.

3. Peut-on éviter ou atténuer les menaces importantes pour l'espèce ou pour son habitat en mettant en place des mesures de rétablissement?

Oui – La diminution des menaces pour les paires d'espèces est faisable, mais elle repose davantage sur des considérations sociales que sur des considérations techniques. Par exemple, la menace principale est l'introduction d'espèces exotiques. Comme les espèces de poissons exotiques sont introduites sans autorisation, la meilleure façon d'éviter qu'elles le soient est de sensibiliser le public aux risques que pose la dispersion intentionnelle d'organismes. On s'attend à ce que la sensibilisation donne de bons résultats, mais elle ne sera sans doute pas efficace à 100 %. Les autres menaces, dont celles attribuables à une utilisation d'eau excessive, peuvent généralement être atténuées par l'application des règlements en vigueur, mais cela nécessitera une consultation avec les intervenants.

4. A-t-on accès aux techniques de rétablissement nécessaires et a-t-on prouvé l'efficacité de ces techniques?

Oui – On n'a pas besoin de techniques de rétablissement spéciales pour le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches de l'île Texada. Ce qu'il faut, c'est une gestion efficace des menaces actuelles et futures, ce qui nous semble entièrement faisable. Cependant, il faut souligner que la répartition des paires d'espèces d'épinoches demeurera probablement toujours très restreinte, et ce, même si elles sont introduites avec succès dans des lacs sans poissons de la région. Les paires d'espèces d'épinoches demeureront sans doute plus ou moins en péril. Les efforts de rétablissement des paires d'espèces en tant qu'un groupe devraient donc se concentrer sur la diminution des menaces et, si possible, sur la réintroduction de paires dans leur habitat d'origine (c'est-à-dire le lac Hadley et lac Enos).

La faisabilité de la réintroduction des paires dans leur habitat d'origine dépend de deux facteurs techniques principaux : l'enlèvement des espèces exotiques et l'introduction (ou la réintroduction) d'espèces dans un lac sans épinoche. Les deux facteurs comportent des enjeux techniques importants. Pour relever ces enjeux, il faudra pousser la recherche, ce qu'on a commencé à faire (voir section 13).

À la lumière de ce qui précède, on peut dire que le rétablissement des paires d'espèces d'épinoches est techniquement et biologiquement faisable.

12. APPROCHE RECOMMANDÉE/PORTÉE DU RÉTABLISSEMENT

Le programme de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches recommande l'utilisation d'une approche monospécifique modifiée (plutôt qu'une approche écosystémique), étant donné que l'écologie des paires d'espèces est commune à tous les réseaux hydrographiques et que des menaces semblables pèsent sur chaque paire d'espèces. L'introduction d'espèces exotiques et les effets de la gestion de l'eau et de l'aménagement du territoire sont vus comme étant les principales menaces pour les populations sauvages historiques.

À première vue, il semble y avoir peu d'occasions propices à la combinaison des efforts de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches aux plans, aux mesures ou aux politiques de gestion actuels, et la plus profitable d'entre elles serait de participer à l'élaboration et à l'exécution d'un plan régional de gestion des espèces exotiques.

13. LACUNES DANS LES CONNAISSANCES

Nous connaissons bien l'évolution des paires d'espèces. Il est donc étonnant de constater que leur écologie de base est à ce point méconnue, particulièrement pour ce qui est des stades initiaux du développement. Si les paires d'espèces sont réintroduites dans les lacs Hadley et Enos (ou introduites dans d'autres lacs) dans le cadre du processus de rétablissement, on aura d'autant plus besoin de meilleures connaissances sur l'écologie de base des espèces et de leur lac d'origine.

Voici une série de rubriques mettant en évidence les lacunes dans les connaissances ayant une incidence sur la gestion des paires d'espèces. D'autres recherches seront nécessaires si l'on bien définir l'habitat essentiel (voir la section 6.3).

Biologie de base

- Définition de l'habitat essentiel des paires d'espèces et de la façon dont il peut être protégé.
- Utilisation de l'habitat pendant les stades initiaux de développement.
- Structure par âge des populations.
- Tendances relatives à l'abondance (selon les saisons et les années) des épinoches limnétiques et benthiques dans chaque lac.
- Facteurs de l'habitat nécessaires au maintien de la ségrégation des espèces.
- Tendances relatives à l'hybridation dans chaque lac.
- Taux d'hybridation dans des conditions inchangées.
- Seuils d'hybridation auxquels les espèces sont amenées à céder la place à une population hybride.

Précision des menaces

- Tendances régionales dans la dispersion des espèces exotiques.
- Incidence relative des introductions d'espèces exotiques (p. ex. doit-on cibler certaines espèces exotiques pour qu'elles fassent l'objet d'une attention spéciale?)
- Effets des changements dans la qualité de l'eau sur les paires d'espèces d'épinoches.
- Lien entre l'utilisation de l'eau et le risque pour l'épinoche.
- Évaluation des types d'activités d'utilisation des terres qui peuvent être permises en toute sécurité dans ces réseaux hydrographiques et de l'ampleur de ces activités.

Techniques de reconstitution

- Techniques d'enlèvement des espèces exotiques (p. ex. barbotte et écrevisse).
- Compréhension des conditions écologiques propices au maintien des paires d'espèces et de la raison pour laquelle les paires d'espèces ont été amenées à céder la place à une population hybride dans les étangs expérimentaux.

Efficacité de l'intendance

- Compréhension de l'efficacité des initiatives d'intendance (p. ex. programmes d'éducation, panneaux, éducation des pêcheurs à la ligne).

14. IMPACTS POTENTIELS DE LA GESTION SUR D'AUTRES ESPÈCES

Les mesures de gestion mises en œuvre en vue d'atténuer les menaces pour les paires d'espèces ne devraient pas avoir un effet négatif sur d'autres espèces indigènes, étant donné que les espèces qui sont réputées coexister avec les paires d'espèces ont une grande aire répartition.

15. MESURES DÉJÀ EXÉCUTÉES ET/OU EN COURS

Diverses mesures de rétablissement ont déjà été exécutées ou sont en cours.

1. Un GAR a été établi en 2003; il est principalement composé de chercheurs de l'UBC.
2. Un large éventail de recherches scientifiques ont déjà été menées ou sont en cours :
 - a. surveillance de la situation des paires d'espèces (surveillance officielle dans le passé qui est récemment devenue un peu plus officielle);
 - b. techniques d'élevage en laboratoire maintenant bien établies;
 - c. translocation dans des étangs expérimentaux (les premières expériences effectuées dans des étangs expérimentaux ont révélé certaines difficultés inhérentes à la translocation);
 - d. recherche en génétique (travaux sur les microsatellites en cours);
 - e. recherche écologique et évolutionniste (expériences sur l'efficacité de l'alimentation, comportement, choix de partenaires, morphométrie);
 - f. documents et publications scientifiques (longue liste de publications de recherches directes principalement réalisées par des chercheurs de l'UBC).
3. Avant que la paire d'espèces d'épinoches du lac Enos ne soit amenée à céder la place à une population hybride, une population d'épinoches limnétiques du lac Enos a été introduite dans un étang du parc Murdo-Frazer, à North Vancouver, par l'ensemencement d'individus sauvages en 1988 et en 1999 (en vertu d'un permis du secteur des Pêches du ministère de l'Environnement, des Terres et des Parcs de la Colombie-Britannique). Une population viable a été confirmée au printemps 2002 (D. Schluter, données non publiées).
4. En 2003, un programme a été lancé pour établir un stock de géniteurs en vue du futur rétablissement des espèces du lac Enos. Dans le cadre de ce programme, on a capturé des épinoches benthiques présumées « pures » et on les a accouplées en laboratoire. Des essais génétiques et morphologiques sont en cours pour confirmer l'identité des individus utilisés comme géniteurs.
5. La sensibilisation et l'éducation du public (p. ex. publication d'une brochure sur les paires d'espèces d'épinoches dans la série intitulée « Wildlife in British Columbia at Risk » [espèces sauvages en péril en Colombie-Britannique]; « Evolution in Action » [évolution en action], un programme du Knowledge Network [réseau de connaissances])

16. ÉNONCÉ SUR L'ÉCHANCIER DES PLANS D'ACTION

Dans les deux années suivant la publication du programme de rétablissement final, un ou plusieurs plan(s) d'action seront élaborés. Le ou les plan(s) incluront des descriptions des programmes, plus un calendrier des programmes et les budgets estimés, et s'échelonnent sur un échancier d'au moins cinq ans.

17. RÉFÉRENCES CITÉES

- Bell, M.A. et S.A. Foster. 1994. Éditeurs. The evolutionary biology of the threespine stickleback. Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.
- Bentzen, P. et J.D. McPhail. 1984. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): specialization for alternative trophic niches in the Enos Lake species pair. *Journal canadien de zoologie*, vol. 62, p. 2280-2286.
- Boughman, J.W. 2001. Divergent sexual selection enhances reproductive isolation in sticklebacks, *Nature*, vol. 411, p. 944-947.
- Campbell, R.W., N.K. Dawe, I. McTaggart-Cowan, J.M. Cooper, G.W. Kaiser et M.C.E. McNall. 1990. The birds of British Columbia. Volume I. Nonpasserines. Royal British Columbia Museum et Service canadien de la faune, Victoria, Colombie-Britannique.
- Chilibeck, B., G. Chislett et G. Norris. 1992. Land development guidelines for the protection of aquatic habitat. Pêches et Océans Canada.
- Foster, S.A. 1994. Evolution of the reproductive behaviour of threespine stickleback. Pages 381-398 in M.A. Bell et S.A. Foster, éditeurs. The evolutionary biology of the threespine stickleback. Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.
- Foster, S.A., J.A. Baker et M.A. Bell. 2003. The case for conserving threespine stickleback populations: protecting an adaptive radiation. *Fisheries*, vol. 28, n° 5, p.10-18.
- Gouvernement du Canada. 2005. Species at Risk Act Policy. Draft policy on the feasibility of recovery, 6 janvier 2005
- Hatfield, T. 2001a. Status of the stickleback species pair, *Gasterosteus* spp., in Hadley Lake, Lasqueti Island, British Columbia. *Canadian Field-Naturalist*, vol. 115, p. 579-583.
- Hatfield, T. 2001b. Status of the stickleback species pair, *Gasterosteus* spp., in the Vananda Creek watershed of Texada Island, British Columbia. *Canadian Field-Naturalist*, vol. 115, p. 584-590.
- Hatfield, T. 2003. Threats to stickleback species pairs. Rapport préparé à l'intention de l'Équipe nationale de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches. Document non publié.
- Hatfield, T. 2006. Critical habitat for stickleback species pairs in British Columbia. Rapport rédigé pour le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique, Victoria, C.-B.
- Hatfield, T. et D. Schluter. 1996. A test for sexual selection on hybrids of two sympatric sticklebacks, *Evolution*, vol. 50, p. 2429-2434.

Hatfield, T. et J. Ptolemy. 2001. Status of the stickleback species pair, *Gasterosteus* spp., in Paxton Lake, Texada Island, British Columbia. *Canadian Field-Naturalist*, vol. 115, p. 591-596.

Kliwer, E.V. 1970. Gill raker variation and diet in lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*, in northern Manitoba, p. 147-165 in Lindsey, C. C. et C. S. Woods (éditeurs), *Biology of coregonid fishes*. University of Manitoba Press, Winnipeg, Canada.

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*, vol. 58, p. 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. *Journal canadien de zoologie*, vol. 54, p. 107-121.

Lavin, P.A. et J.D. McPhail. 1985. The evolution of freshwater diversity in threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*): site-specific differentiation of trophic morphology. *Journal canadien de zoologie*, vol. 63, p. 2632-2638.

Lavin, P.A. et J.D. McPhail. 1986. Adaptive divergence of trophic phenotype among freshwater populations of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 43, p. 2455-2463.

Lavin, P.A. et J.D. McPhail. 1987. Morphological divergence and the organization of trophic characters among lacustrine populations of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, vol. 44, p. 1820-1829.

Magnuson, J.J. et J.G. Heitz. 1971. Gill raker apparatus and food selectivity among mackerels, tunas, and dolphins. *Fisheries Bulletin*, vol. 69, p. 361-370.

Matthews, B., P. Ramsay et K. Tienhaara. 2000. The Endangered Species Recovery Planning Matrix . Undergraduate Honours Thesis. University of British Columbia. Disponible à l'adresse <http://www.science.ubc.ca/envsc/theses.html>

McPhail, J.D. 1969. Predation and the evolution of a stickleback (*Gasterosteus*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, vol. 26, p. 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. *Journal canadien de zoologie*, vol. 62, p. 1402-1408.

McPhail, J.D. 1989. Status of the Enos Lake stickleback species pair, *Gasterosteus* spp. *Canadian Field-Naturalist*, vol. 103, p. 216-219.

McPhail, J.D. 1992. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): evidence for a species-pair in Paxton Lake, Texada Island, British Columbia. *Journal canadien de zoologie*, vol. 70, p. 361-369.

McPhail, J.D. 1993. Ecology and evolution of sympatric sticklebacks (*Gasterosteus*): origin of the species pairs. *Journal canadien de zoologie*, vol. 71, p. 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 and S. A. Foster, editors. The evolutionary biology of the threespine stickleback. Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni.
- Nagel, L. et D. Schluter. 1998. Body size, natural selection, and speciation in sticklebacks. *Evolution*, vol. 52, p. 209-218.
- National Recovery Working Group. 2003. Working Draft Recovery Handbook. Avril 2003. Recovery of Nationally Endangered Wildlife, Ottawa, Ontario. Plus de 40 p. plus annexes.
- Nomura, M. 2005. Population study of Paxton Lake stickleback species pair – 2005. Rapport non publié.
- Province de la Colombie-Britannique. Water quality guidelines for the protection of aquatic life. Disponible à <http://srmwww.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/interp/index.htm>
- Reimchen, T.E. 1989. Loss of nuptial color in threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Evolution*, vol. 43, p. 450-460.
- Reimchen, T.E. 1992. Injuries on stickleback from attacks by a toothed predator (*Oncorhynchus*) and some implications for the evolution of lateral plates. *Evolution*, vol. 46, p. 1224-1230.
- Rowland, W.J. 1989. The effects of body size, aggression and nuptial coloration on competition for territories in male threespine sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. *Animal Behaviour*, vol. 37, p. 282-289.
- Sanderson, S.L., J.J. Cech et M.R. Patterson. 1991. Fluid dynamics in suspension-feeding blackfish, *Science*, vol. 251, p. 1346-1348.
- Schluter, D. 1994. Experimental evidence that competition promotes divergence in adaptive radiation. *Science*, vol. 266, p. 798-801.
- Schluter, D. 1995. Adaptive radiation in sticklebacks: trade-offs in feeding performance and growth. *Ecology*, vol. 76, p. 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*, vol. 140, p. 85-108.
- Schluter, D. et J.D. McPhail. 1993. Character displacement and replicate adaptive radiation. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 8, p. 197-200.
- Seehausen, O., J.J.M. van Alphen et F. Witte. 1997. Cichlid fish diversity threatened by eutrophication that curbs sexual selection, *Science*, vol. 277, p. 1808-1811.
- Stockner, J.G., E. Rydin et P. Hyenstrand. 2000. Cultural oligotrophication: causes and consequences for fisheries resources. *Fisheries*, vol. 25, n° 5, p. 7-14.

Taylor, E.B. et J.D. McPhail. 1999. Evolutionary history of an adaptive radiation in species pairs of threespine sticklebacks (*Gasterosteus*): insights from mitochondrial DNA. *Biological Journal of the Linnean Society*, vol. 66, p. 271-291.

Taylor, E.B. et J.D. McPhail. 2000. Historical contingency and ecological determinism interact to prime speciation in sticklebacks, *Gasterosteus*. *Comptes rendus de la Royal Society of London, série B*, vol. 267, p. 2375-2384.

Vamosi, S.M. 2003. The presence of other fish species affects speciation in threespine sticklebacks. *Evolutionary Ecology Research*, vol. 5, p. 717-730.

Vamosi, S.M., T. Hatfield et D. Schluter. 2000. A test of ecological selection against young-of-the-year hybrids of sympatric sticklebacks. *Journal of Fish Biology*, vol. 57, p. 109-121.

Wetzel, R.G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*, 3^e édition. Academic Press, San Diego.

Wood, P., J. Oosenbrug et S. Young. 2003. *Vananda Creek Stickleback Species Pair Managing Identified Wildlife Account (ébauche)*.

Wootton, R.J. 1976. *The biology of the sticklebacks*. Academic Press, London, Royaume-Uni.

ANNEXE 1 – COLLABORATION ET CONSULTATION

Les paires d'espèces d'épinoches sont inscrites à l'Annexe 1 de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). En outre, en tant qu'espèces aquatiques, elles relèvent de la compétence du gouvernement fédéral et sont régies par Pêches et Océans Canada (MPO) – 200 - 401 Burrard Street, Vancouver, C.-B.

Pour élaborer la première ébauche du présent programme de rétablissement ainsi que des programmes de rétablissement d'autres espèces de poissons d'eau douce inscrites de la Colombie-Britannique, le MPO, en collaboration avec le gouvernement de la C.-B., a réuni un groupe de spécialistes des divers paliers de gouvernement, du milieu universitaire, de services-conseil et d'organisations non gouvernementales pour former l'Équipe de rétablissement des espèces de poissons d'eau douce non pêchées de la région du Pacifique. Cette équipe, co-présidée par un représentant du MPO et un représentant du gouvernement de la C.-B., est responsable de la rédaction des programmes de rétablissement pour les espèces de poissons d'eau douce de la région du Pacifique qui sont inscrites en vertu de la LEP, dont les paires d'espèces d'épinoches. Le processus de planification du rétablissement des paires d'espèces d'épinoches a été lancé en mars 2002 dans le cadre d'un atelier réunissant divers intervenants à Nanaimo. Par la suite, des intervenants locaux ont mis sur pied des groupes de mise en œuvre du rétablissement des paires d'espèces de l'île Texada et du lac Enos.

La consultation sur l'ébauche du programme de rétablissement a eu lieu par le biais d'une série de séances de discussion réunissant divers intervenants et d'échanges d'informations avec les Premières nations dans les communautés de la C.-B. dans le cadre du programme de consultation d'automne de la Région du Pacifique du MPO. Un lien Web pour la consultation a été envoyé à 198 Premières nations, Conseils tribaux et Commissions des pêches autochtones ainsi qu'à d'autres intervenants; des avis annonçant les séances de discussion communautaires ont aussi été publiés dans 74 journaux. Des exposés scientifiques et des séances de discussion sur la proposition de programme de rétablissement des paires d'espèces d'épinoches ont eu lieu à Sechelt, en septembre 2005 (4 personnes y ont participé), et à Nanaimo, en novembre 2005 (aucun participant).

Une consultation supplémentaire sur l'ébauche du programme de rétablissement a été effectuée par le truchement d'un guide de discussion et d'un formulaire de rétroaction publiés sur Internet (d'octobre à décembre 2005). Un promoteur de centre de villégiature local a répondu. Le gouvernement de la C.-B. a quant à lui participé au processus par l'entremise de membres de l'équipe de rétablissement. Un examen par un pair externe a été mené par le D^r Joe Nelson de la University of Alberta. Tous les commentaires reçus ont été pris en considération pendant le processus de finalisation du Programme de rétablissement.

Examen externe:
Joseph Nelson, University of Alberta