



Lignes directrices pour la préparation des produits du RETE – classification des menaces pour la biodiversité

C. Wong¹

**Biodiversité canadienne : état et tendances des
écosystèmes en 2010**

Rapport technique thématique n° 2

**Publié par les Conseils canadiens des ministres des
ressources**

¹ Gestion et indicateurs de l'eau, Environnement Canada, Pacifique et Yukon

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Lignes directrices pour la préparation des produits du RETE — Classification des menaces pour la biodiversité.

Publ. aussi en anglais sous le titre :

Guidance for the preparation of ESTR products – classifying threats to biodiversity.

Monographie électronique en version PDF.

ISBN 978-1-100-20256-3

No de cat. : En14-43/2-2012F-PDF

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques, mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

Ce rapport devrait être cité comme suit :

Wong, C. 2011. Lignes directrices pour la préparation des produits du RETE – classification des menaces pour la biodiversité. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 2. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, (Ont.). iii + 35 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2012

Also available in English

PRÉFACE

Les Conseils canadiens des ministres des ressources ont élaboré un Cadre axé sur les résultats en matière de biodiversité¹ en 2006 pour mettre l'accent sur les mesures de conservation et de restauration conformément à la *Stratégie canadienne de la biodiversité*². Le rapport *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010*³ a été le premier rapport rédigé suivant ce cadre. Il permet d'évaluer les progrès réalisés en vue d'atteindre l'objectif du cadre, à savoir des « écosystèmes sains et diversifiés » et obtenir les deux résultats souhaités en matière de conservation : i) des écosystèmes productifs, résilients et diversifiés capables de se rétablir et de s'adapter et ii) la restauration des écosystèmes endommagés.

Les 22 constatations clés récurrentes présentées dans *Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010* sont issues de la synthèse et de l'analyse des rapports techniques préparés dans le cadre du présent projet. Plus de 500 experts ont participé à la rédaction et à l'examen de ces documents de base. Le présent rapport, intitulé *Lignes directrices pour la préparation des produits du RETE — Classification des menaces pour la biodiversité* est un des trois documents de référence qui ont été rédigés afin d'aider le comité directeur responsable du Rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes (RETE) à élaborer un cadre de travail et à fournir une orientation pour le projet. Le rapport est fondé sur l'analyse de la documentation spécialisée et a été produit à des fins d'examen par le comité directeur du RETE.

¹ Environnement Canada. 2006. Un cadre axé sur les résultats en matière de biodiversité pour le Canada. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. 8 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=F14D37B9-1>

² Groupe de travail fédéral-provincial-territorial sur la biodiversité. 1995. Stratégie canadienne de la biodiversité : réponse du Canada à la Convention sur la diversité écologique. Environnement Canada, Bureau de la Convention sur la biodiversité. Ottawa, ON. 80 p. <http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=560ED58E-1>

³ Les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux du Canada. 2010. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON. vi + 148 p.
<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=83A35E06-1>

Système de classification écologique – écozones⁺

Une version légèrement modifiée des écozones terrestres du Canada, décrite dans le *Cadre écologique national pour le Canada*⁴, a permis de déterminer les zones représentatives d'écosystèmes pour tous les rapports compris dans le présent projet. Les modifications comprennent : un ajustement des limites terrestres pour tenir compte des améliorations résultant des activités de vérification au sol; la fusion des trois écozones de l'Arctique en une seule écozone; l'utilisation de deux écoprovinces, à savoir le bassin intérieur de l'Ouest et la forêt boréale de Terre-Neuve; l'ajout de neuf zones marines représentatives d'écosystèmes; et l'ajout de l'écozone des Grands Lacs. Ce système de classification modifié est appelé « écozones⁺ » dans ces rapports afin d'éviter toute confusion avec les « écozones » mieux connues du cadre initial⁵.



⁴ Groupe de travail sur la stratification écologique. 1995. *Cadre écologique national pour le Canada*. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Direction générale de la recherche, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques et Environnement Canada, Direction générale de l'état de l'environnement, Direction de l'analyse des écozones. Ottawa/Hull, ON. 144 p. Rapport et carte nationale 1/7 500 000.

⁵ Rankin, R., Austin, M. et Rice, J. 2011. *Système de classification écologique pour le Rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes*. Biodiversité canadienne : état et tendances des écosystèmes en 2010, Rapport technique thématique n° 1. Conseils canadiens des ministres des ressources. Ottawa, ON.

<http://www.biodivcanada.ca/default.asp?lang=Fr&n=137E1147-1>

Table des matières

PRÉFACE	I
Système de classification écologique – écozones ⁺	ii
LISTE DES TABLEAUX	III
INTRODUCTION	1
Examen des systèmes existants de classification des menaces.....	1
Documents principaux	1
Applications de la documentation spécialisée	4
Comparaison des systèmes de classification	6
CLASSIFICATION DES MENACES AUX FINS DU RETE	10
RÉFÉRENCES	14
ANNEXES	16
Annexe 1. Terminologie utilisée pour classer et décrire les menaces à la biodiversité	16
Annexe 2. Délimitation des grandes catégories de menaces à la biodiversité, par Venter <i>et al.</i> , (2006)	18
Annexe 3. Classifications des menaces directes de l’IUCN (Salafsky <i>et al.</i> , 2008; IUCN, 2011).....	20
Annexe 4. Catégories et indicateurs utilisés dans le Rapport sur l’état des Grands Lacs de 2007 (Environnement Canada et US Environmental Protection Agency, 2007).....	25
Annexe 5. Catégories et indicateurs utilisés pour la production de rapports sur les tendances environnementales en Colombie-Britannique en 2007 (BC Ministry of Environment, 2007).....	28
Annexe 6. Étude des problèmes et des indicateurs, préparée pour le ministère de l’Environnement de l’Alberta (Stantec Consulting Ltd., 2005)	30

Liste des tableaux

Tableau 1. Description des caractéristiques d’un bon système de classification des menaces.....	1
Tableau 2. Comparaison des systèmes de classification des menaces	8
Tableau 3. Classification des menaces aux fins du RETE.	12

INTRODUCTION

Lors de la préparation des rapports sur les écozones+ dans le cadre du Rapport sur l'état et les tendances des écosystèmes (RETE), il est apparu évident qu'il fallait établir des lignes directrices relativement à la dénomination et à la classification des menaces à la biodiversité afin d'assurer une certaine uniformité dans l'ensemble des rapports. Le présent document fournit ces lignes directrices par l'entremise d'une révision de la documentation spécialisée pertinente sur l'utilisation des classifications des menaces à la biodiversité ou aux écosystèmes, suivie de la présentation d'une classification pour aider à déterminer les menaces, à normaliser la nomenclature utilisée pour les enjeux semblables qui se posent dans différentes écozones et à faciliter la comparaison des renseignements entre les écozones+. Étant donné que ces lignes directrices ont été fournies alors que la préparation des rapports sur les écozones+ était déjà en cours, leur utilisation n'est pas toujours évidente.

CLASSIFICATION DES MENACES

En règle générale, on entend par « menace » une force ayant un effet néfaste réel ou potentiel sur la biodiversité. Toutefois, il existe des synonymes pour des concepts semblables, et la terminologie utilisée peut se prêter à diverses définitions (voir Annexe 1). Un article de Salafsky *et al.* (2008) répertorie les caractéristiques d'un bon système de classification des menaces. Au Tableau 1, on présente une description des caractéristiques utilisées subséquemment dans le présent document pour comparer les diverses classifications possibles.

Tableau 1. Description des caractéristiques d'un bon système de classification des menaces.

Critère	Définition
Simple	Utilise un langage et des exemples clairs.
Hiérarchique	Propose une méthode logique de groupement des menaces apparentées les unes aux autres afin d'en faciliter le classement et l'analyse à divers niveaux, notamment au niveau de l'écosystème.
Exhaustif	Prend en compte l'ensemble des menaces, au moins aux niveaux les plus élevés de la hiérarchie.
Évolutif	Permet l'intégration des nouvelles menaces découvertes.
Exclusif	Utilise des catégories exclusives, chaque menace ne pouvant appartenir qu'à une seule catégorie hiérarchique.
Échelonnable	Utilise la même terminologie à toutes les échelles géographiques.

Source: Salafsky *et al.*, (2008)

Examen des systèmes existants de classification des menaces

Documents principaux

Venter *et al.* (2006) quantifient les menaces qui pèsent sur 488 espèces terrestres et aquatiques du Canada en utilisant les catégories établies par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) : espèce disparue (de la surface de la Terre), espèce disparue du pays,

espèce en voie de disparition, espèce menacée ou espèce préoccupante. Six grandes catégories de menaces sont établies par ordre décroissant d'importance : perte d'habitat, surexploitation, interactions entre les espèces indigènes, causes naturelles, pollution et espèces introduites. La perte d'habitat est de loin la menace la plus importante, puisqu'elle pèse sur 84 % de l'ensemble des espèces. Chacune des six catégories de menaces est subdivisée (voir Annexe 2) afin de permettre une analyse plus fine de la manière dont chacune d'elles contribue à la perte de biodiversité.

On reconnaît l'existence d'une synergie entre les diverses menaces, et les distinctions sémantiques entre chacune d'elles ne sont donc pas triviales. Malgré leur caractère assez large, les catégories proposées par Venter *et al.* (2006) ne sont pas exclusives : certaines menaces peuvent figurer dans plusieurs catégories. Par exemple, la pollution due aux activités agricoles et à l'urbanisation est recensée également dans la catégorie « perte d'habitat ». De nombreuses études (Kerr et Cihlar, 2004; Kerr et Deguise, 2004) tendent à conclure que la perte d'habitat due à l'urbanisation et à la conversion en terres agricoles constitue une menace directe à la biodiversité, tout en soulignant la menace que présente par ailleurs l'augmentation de la pollution due à ces phénomènes. On a constaté que la nature du changement de vocation du territoire influe plus que la superficie touchée par le changement sur la gravité de la menace qui pèse sur les espèces (Kerr et Deguise, 2004; Brown et Laband, 2006).

Wilcove *et al.* (1998) ont classé et quantifié les menaces qui pèsent sur 1 880 espèces figurant dans les listes des espèces en voie de disparition (endangered) ou menacées (threatened) du Endangered Species Act des États-Unis. Ils ont examiné cinq grandes catégories de menaces : dégradation ou perte de l'habitat, espèces exotiques, pollution, surexploitation et maladies. Malgré de légères différences entre les catégories de menace évaluées, ces chercheurs ont eux aussi conclu que la perte d'habitat était la menace la plus importante, et qu'elle touchait 85 % de l'ensemble des espèces examinées. Une analyse plus fine fondée sur 13 sous-catégories de perte d'habitat a conduit à conclure que les activités agricoles et la conversion des terres aux fins du développement commercial constituaient les causes les plus importantes de la modification des habitats mettant les espèces en péril. À l'exemple de Venter *et al.* (2006), Wilcove *et al.* (1998) ont proposé des catégories très larges, mais ces dernières (ainsi que leurs sous-catégories) ne sont pas exclusives ni suffisamment explicites pour permettre l'utilisation d'une nomenclature cohérente.

Foin *et al.* (1998) ont examiné les plans de rétablissement de 311 espèces figurant dans les listes du Endangered Species Act des États-Unis, et défini 9 catégories de menaces aux fins de la quantification : réduction de l'habitat, modification de l'habitat, introduction d'espèces exotiques, réduction de la population due à la récolte par les humains, habitats spécialisés, succession et perturbation, hybridation, interactions biotiques et coévolution. Comme prévu, la réduction et la modification de l'habitat étaient les menaces les plus importantes recensées dans les plans de rétablissement. Cette classification des menaces n'est pas assez détaillée pour qu'on puisse en déterminer le degré d'exclusivité, mais la somme des pourcentages des plans de rétablissement visant chacune des menaces donne à conclure qu'il n'y a pas de chevauchement des catégories.

Lawler *et al.* (2002) ont procédé eux aussi à l'examen des plans de rétablissement de 181 espèces figurant dans les listes du Endangered Species Act des États-Unis. Ils ont établi 59 menaces distinctes qu'ils ont regroupées en 9 catégories : utilisation des ressources, espèces exotiques, construction, modification de la dynamique de l'habitat, agriculture, interactions entre les espèces indigènes, pollution, dérivations des cours d'eau et autres facteurs. Les menaces les plus importantes sont celles liées à l'utilisation des ressources, aux espèces exotiques, aux activités de construction et aux changements dans la dynamique de l'habitat, chacune touchant 70 à 80 % de l'ensemble des espèces examinées. On constate sans surprise que la plupart des espèces sont exposées à plusieurs catégories de menaces. Malgré la vaste portée et la classification hiérarchique de chacune des menaces, les catégories de ce système ne sont pas plus exclusives que celles des autres systèmes de classification.

Dextrase et Mandrak (2006) ont examiné les incidences particulières des espèces exotiques envahissantes sur la faune dulcicole en s'appuyant sur les données présentées dans les rapports de situation du COSEPAC. En Amérique du Nord, les taux d'extinction affichés par les espèces animales dulcicoles sont cinq fois plus élevés que ceux des groupes d'animaux terrestres (Ricciardi et Rasmussen, 1999). L'introduction d'espèces exotiques envahissantes occupe le deuxième rang des principales menaces qui pèsent sur les espèces de poissons d'eau douce, derrière la perte d'habitat. La plupart des espèces envahissantes ont été introduites délibérément aux fins de la pêche sportive : ce sont des poissons de sport ou des poissons fourrages pour les précédents. D'autres espèces qui constituent également une menace sérieuse pour les espèces indigènes ont été introduites par des moyens différents : rejets d'eau de ballast des navires, canaux, déplacements des embarcations de plaisance, aquaculture et horticulture, et rejets d'eau d'aquarium. Les modifications de l'habitat — par exemple, modifications du débit, urbanisation et conversion en terres agricoles — peuvent également favoriser les espèces introduites au détriment des espèces indigènes (Light et Marchetti, 2007).

Smith *et al.* (2006) ont examiné les menaces que font peser les maladies sur les espèces. Ils ont constaté que l'opinion selon laquelle les maladies compteraient parmi les principales menaces à la biodiversité relève plus de l'anecdote que de l'expérience. L'examen des rapports portant sur les espèces disparues figurant sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN) a donné à conclure qu'aucun des cas de disparition n'était dû exclusivement à une maladie infectieuse. Fréquemment, les problèmes de maladies sont liés à l'introduction d'une espèce exotique (Smith *et al.*, 2006). Par exemple, une maladie infectieuse peut entraîner une baisse temporaire ou permanente du nombre ou de la densité des individus d'une population, et rendre ainsi cette dernière plus vulnérable aux effets d'autres facteurs comme une augmentation de la prédation par les espèces exotiques (Venter *et al.*, 2006; Smith *et al.*, 2006).

Chu *et al.* (2003) ont utilisé les données de recensement de Statistique Canada pour comparer les facteurs régionaux de stress qui influent sur la diversité des poissons d'eau douce du Canada. Les indicateurs de stress ont été indexés avec les données sur la biodiversité des espèces et l'environnement physique afin d'établir une classification du rang de priorité de conservation entre les divers bassins versants. La majorité des facteurs de stress examinés dans le cadre de cette étude étaient liés à la conversion de l'habitat. Dans une étude plus récente, Chu *et al.* (2008)

ont examiné l'incidence synergique de la température, de la diminution des réserves de la nappe souterraine et des changements climatiques sur la biodiversité des milieux dulcicoles des bassins versants du sud de l'Ontario.

Yiming et Wilcove (2005) ont comparé les menaces qui pèsent sur les espèces de vertébrés en Chine et aux États-Unis. Ils ont observé des différences dans l'importance relative des menaces qui contribuent à la perte de biodiversité, mais les menaces principales pouvaient toutes être regroupées dans les mêmes grandes catégories, soit : surexploitation, destruction de l'habitat, pollution, espèces introduites et maladies. Chacune de ces catégories a été divisée en sous-catégories. Toutefois, les auteurs n'ont pas fourni de définitions des catégories, et ces dernières ne sont pas exclusives. Par exemple, la sous-catégorie « pénurie d'aliments » figure dans la catégorie « destruction de l'habitat », et les sous-catégories « aliments », « matières premières » et « récolte fortuite » figurent toutes trois dans la catégorie « surexploitation » sans explication ni autre forme de distinction.

Flather *et al.* (1998) ont recensé 63 menaces pesant sur plus de 600 espèces menacées ou en voie de disparition aux États-Unis à partir de documents publiés tels que des listes du Federal Register, des bulletins techniques du Fish and Wildlife Service, des plans de rétablissement, des énoncés des incidences environnementales et des rapports d'organismes fédéraux et d'État. Richter *et al.* (1997) ont de leur côté défini les facteurs de stress et les sources de ces facteurs qui influent sur ces espèces en utilisant des rapports d'experts. Ni l'une ni l'autre de ces études ne propose une classification systématique des facteurs de stress en fonction des forces agissantes ou des menaces principales.

Applications de la documentation spécialisée

L'IUCN a créé des systèmes de classification types des menaces directes précisément pour faire en sorte que les agents de protection de la nature utilisent une nomenclature commune pour décrire les enjeux auxquels ils font face, et pour faciliter la diffusion des connaissances entre les projets et la mise en commun des informations recueillies (Salafsky *et al.*, 2008; IUCN, 2011) (voir Annexe 3). Ce système est intuitif et exhaustif, et ses définitions favorisent la cohérence. Il se distingue par le fait qu'il favorise l'établissement de catégories exclusives. C'est un système hiérarchique, constitué de sous-catégories regroupées en grandes catégories de menaces comme suit : développement résidentiel et commercial; agriculture; production d'énergie et mines; couloirs de transport et de service; utilisation des ressources biologiques; intrusions et perturbations par les humains; modifications des systèmes naturels; espèces et gènes envahissants ou préoccupants; pollution; événements géologiques; changements climatiques et mauvais temps.

Les rapports publiés dans le cadre de l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, 2005) répondaient aux besoins en information de la Convention sur la diversité biologique, de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, de la Convention relative aux zones humides d'importance internationale (Convention de Ramsar) et de la Convention sur les espèces migratrices. Elle a pour objectif de décrire les conséquences globales de l'évolution des écosystèmes sur le bien-

être des humains et de déterminer les options de gestion qui pourraient promouvoir ce bien-être tout en assurant la préservation des écosystèmes. Les moteurs directs et indirects du changement sont donc examinés sous un angle anthropocentrique. On ne propose pas de classification hiérarchique des moteurs du changement, mais les rapports examinent les moteurs anthropiques directs de l'évolution de la diversité globale — notamment les changements à l'évolution de l'habitat, les espèces envahissantes et les agents pathogènes introduits, l'apport en éléments nutritifs et la pollution, la surexploitation et l'accélération des changements climatiques. On reconnaît par ailleurs l'existence d'un effet synergique entre ces moteurs directs et de puissants moteurs indirects globaux qui sont de nature démographique, économique, sociopolitique, scientifique et technologique, culturelle ou religieuse, et physique, biologique ou chimique.

La deuxième édition des Perspectives mondiales de la biodiversité (GBO 2), publiée par le Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique (2006), utilise une série d'indicateurs pour évaluer les progrès réalisés à l'échelle planétaire dans l'atteinte de l'objectif fixé par la Convention pour 2010 : réduire sensiblement la perte de biodiversité. Le quatrième rapport sur les perspectives de l'environnement mondial (GBO 4) publié par le Programme des Nations Unies pour l'environnement (2007) décrit l'état actuel de l'environnement et du développement humain ainsi que leur évolution depuis 1987, et détermine les actions prioritaires à mettre en œuvre. Comme l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005) dont les résultats sont intégrés dans les deux évaluations globales, ce rapport définit cinq menaces principales, sans toutefois en proposer une classification systématique.

Ressources naturelles Canada (2004) a établi des cartes des menaces qui pèsent sur les écosystèmes du Canada comme les routes, les rejets industriels et les eaux usées. Les données sur ces menaces sont classées en fonction de la densité des types de routes (p. ex., autoroutes, routes principales, ensemble du réseau routier, etc., dans chaque écozone, de la densité des rejets industriels dans 194 écorégions terrestres et du pourcentage de la population desservie par des systèmes de traitement primaire, secondaire ou tertiaire des eaux usées, ou dont les eaux usées ne sont pas traitées.

L'Institut national de recherche sur les eaux d'Environnement Canada reconnaît 15 menaces liées à l'eau et qui influent sur la santé des écosystèmes aquatiques et sur la qualité de l'eau potable au Canada (Environnement Canada, 2001). Lors d'une série d'ateliers organisés en 2001, des chercheurs et des gestionnaires ont déterminé l'état et les tendances des écosystèmes ainsi que les connaissances et les programmes qui seront nécessaires pour faire face à ces menaces. Leur classification des menaces s'est fondée, dans certains cas, sur des groupes de contaminants semblables, par exemple, les pesticides, ou, dans d'autres cas, sur les sources d'un mélange de contaminants. Ainsi, les catégories de menaces ne sont pas exclusives et ne sont pas classées d'une manière hiérarchique. Les 15 catégories de menaces déterminées sont les suivantes : agents pathogènes d'origine hydrique, toxines produites par des algues, goût et odeur; pesticides; polluants organiques persistants et mercure; perturbateurs du système endocrinien; nutriments (azote et phosphore); acidification des eaux; effets sur les écosystèmes des organismes génétiquement modifiés; effluents des installations de traitement des eaux usées municipales; sources ponctuelles de rejets industriels; écoulements urbains; sites d'enfouissement et

élimination des déchets; incidences de l'utilisation des terres pour l'agriculture et l'exploitation forestière; sources naturelles de contaminants à l'état de trace; incidences des barrages et des ouvrages de dérivation des eaux; changements climatiques.

Le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique produit un rapport sur les tendances de l'environnement tous les cinq ans et un rapport provisoire abordant une question particulière tous les 30 mois. Le plus récent rapport (BC Ministry of Environment, 2007) fait état de 44 indicateurs et de plus de 25 mesures supplémentaires regroupées en 7 grands domaines, y compris la conservation des espèces (voir Annexe 5). La classification des menaces proposée par Venter *et al.* (2006) a servi à déterminer les principales menaces qui pèsent sur 179 espèces en péril en Colombie-Britannique. Globalement, on a déterminé que la perte d'habitat due à l'urbanisation constituait la principale menace, suivie de l'introduction d'espèces exotiques. Des différences ont toutefois été relevées entre diverses catégories d'espèces, les mammifères et les poissons marins souffrant davantage que les autres espèces de la surexploitation et de la pollution.

Le ministère de l'Environnement de l'Alberta a commandé une étude des problèmes qui menacent la santé des écosystèmes aquatiques de la province ainsi que des programmes de surveillance et des indicateurs qui permettent d'assurer un suivi des facteurs de stress liés à ces problèmes (Stantec Consulting Ltd., 2005). Les indicateurs sont regroupés en fonction des types de menaces correspondant aux facteurs de stress et de préoccupations particulières; cependant, ils ne sont pas exclusifs et peuvent figurer dans plusieurs catégories. Ce système de classification est présenté à l'Annexe 6. Les grandes catégories de facteurs de stress retenues sont les suivantes : charge en contaminants, changements apportés au paysage ou perturbations de l'habitat, utilisation et répartition de l'eau, émissions atmosphériques et acidification, utilisation à des fins récréatives, espèces exotiques, infrastructure de transports, perturbations naturelles et changements climatiques.

Le Rapport sur l'état des Grands Lacs de 2007 (Environnement Canada et US Environmental Protection Agency, 2007) est le septième d'une série de rapports publiés par Environnement Canada et l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis (2007) conformément aux dispositions de l'Accord Canada-États-Unis relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs concernant le suivi régulier de la réalisation des buts et objectifs binationaux fixés par l'accord. La santé des écosystèmes est mesurée à l'aide d'un ensemble d'indicateurs regroupés en catégories qui reflètent soit les menaces, soit les aspects biophysiques des Grands Lacs (Annexe 4). Ces groupes sont hiérarchisés et échelonnables, mais ils ne sont pas exclusifs, les indicateurs (pas les menaces) pouvant figurer dans plusieurs des catégories suivantes : contamination, santé humaine, biocénoses, espèces envahissantes, zones côtières, habitats aquatiques, utilisation des ressources, utilisation des terres et couverture terrestre, et changements climatiques.

Comparaison des systèmes de classification

On présente au Tableau 2 une comparaison des systèmes de classification des menaces examinés dans le présent document en fonction des critères décrits au Tableau 1 (page 1). Le

système de l'IUCN (Salafsky *et al.*, 2008; 2011) est le seul des systèmes de classification des menaces examinés qui a été élaboré dans le but de normaliser la nomenclature des menaces et de faciliter les comparaisons et la généralisation des données échelonnables d'un écosystème à l'autre. Ce système satisfait donc à la plupart des critères établis concernant la présentation des informations dans le RETE : le choix d'un langage clair et d'exemples concrets en assure la simplicité, et les définitions proposées favorisent l'utilisation cohérente de la nomenclature. Le système présente une classification hiérarchique des groupes de menaces apparentées, il permet l'intégration de nouvelles menaces (évolutif) et il peut s'adapter à diverses échelles géographiques (échelonnable). De tous les systèmes de classification examinés, le système de l'IUCN est le seul à utiliser des catégories exclusives, permettant une classification hiérarchique des divers types de menaces dans une seule catégorie.

Tableau 2. Comparaison des systèmes de classification des menaces

Documents et projets ayant trait à la classification des menaces (les lignes ombragées correspondent aux études qui mettent l'accent sur les enjeux et les espèces du Canada)	Simple	Hierarchique	Exhaustif	Évolutif	Exclusif	Échelonnable
Venter <i>et al.</i> , (2006)	√	√	*	√		√
Wilcove <i>et al.</i> , (1998)	√	√	*	√		√
Foin <i>et al.</i> , (1998)	√			√		√
Lawler <i>et al.</i> , (2002)	**	√	*	√		√
Dextrase and Mandrak, (2006)	√	√		√		√
Chu <i>et al.</i> , (2003; 2008)	**			√		√
Yiming and Wilcove, (2005)	**	√	*	√		√
Flather <i>et al.</i> , (1998)	**			√		√
Richter <i>et al.</i> , (1997)	**	√		√		√
IUCN (Salafsky <i>et al.</i> , 2008; IUCN, 2011)	√	√	*	√	√?	√
Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (2005)	√			√		√
Deuxième édition des Perspectives mondiales de la biodiversité (Secretariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006)	√			√		√
Quatrième rapport des Perspectives de l'environnement mondial (Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2007)	√			√		√
Atlas du Canada – Cartes des menaces pour les écosystèmes (Ressources naturelles Canada, 2004)				√		
Institut national de recherche sur les eaux (Environnement Canada, 2001)	√			√		√
BC Ministry of Environment (BC Ministry of Environment, 2007)	√	√	*	√		√
Alberta Environment (Stantec Consulting Ltd., 2005)	√		*	√		
État des Grands Lacs 2007 (Environnement Canada et US Environmental Protection Agency, 2007)	√		*	√		

*Classification large, mais non exhaustive. Certaines des menaces qui pourraient être prises en compte dans un rapport sur la biodiversité canadienne comme le RETE sont passées sous silence.

**Utilisation d'un langage clair, mais absence de définitions et d'exemples.

Le système de classification de l'IUCN a été élaboré afin de caractériser les menaces communes qui pèsent sur la biodiversité à l'échelle mondiale. Une comparaison avec les systèmes et les documents de référence produits à partir de données sur les espèces canadiennes désignées par le COSEPAC (Chu *et al.*, 2003; Kerr et Cihlar, 2004; Kerr et Deguise, 2004; Venter *et al.*, 2006; Dextrase et Mandrak, 2006; Chu *et al.*, 2008) conduit à conclure que le système de l'IUCN est plus complet que la plupart des systèmes de classification canadiens, notamment en ce qui a trait aux sous-catégories de menaces et aux définitions de la perte d'habitat.

On a relevé des différences entre les systèmes de classification en ce qui a trait à la caractérisation des menaces. Le système de l'IUCN caractérise les menaces que posent les

espèces exotiques en fonction du type d'espèce introduite et englobe en outre le matériel génétique (p. ex., cultures résistantes aux pesticides, organismes génétiquement modifiés) dans la catégorie des « espèces envahissantes et autres espèces et gènes préoccupants ». Par contre, Dextrase et Mandrak (2006) établissent une distinction entre les voies d'introduction (p. ex., introduction délibérée de poissons de sport ou de poissons fourrages, espèces échappées de l'aquaculture, rejets d'eau de ballast des navires).

Les interactions entre les espèces indigènes, y compris la concurrence, la prédation, la symbiose et les maladies, sont groupées sous une même catégorie de menaces par Venter *et al.* (2006). Richter (1997) ajoute les complications dues à la petite taille des populations (p. ex., consanguinité, fluctuation stochastique) et les modifications génétiques (p. ex., hybridation) aux interactions biotiques qui menacent les espèces. Selon Foin *et al.* (1998), les rapports coévolutaires obligatoires entre espèces qui dépendent l'une de l'autre constituent des menaces pour les espèces autres que celles figurant sur les listes d'espèces en péril. Wilcove *et al.* (1998) considèrent que les maladies constituent une menace pour la biodiversité, mais ne proposent pas de définition pour cette catégorie. Smith *et al.* (2006) rappellent que l'opinion selon laquelle les maladies compteraient parmi les catégories principales de menaces à la biodiversité relève plus de l'anecdote que de l'expérience et ajoutent que si les maladies infectieuses peuvent certes conduire à une réduction de la densité des populations, elles ne sauraient à elles seules entraîner la disparition des espèces. Le système de l'IUCN classe ces interactions entre espèces indigènes dans la catégorie des espèces indigènes préoccupantes, reconnaissant ainsi que des « problèmes » peuvent se poser lorsque les interactions entre ces espèces sont déséquilibrées sous l'effet direct ou indirect des activités humaines.

Dans la classification de Venter *et al.* (2006), la menace de la surexploitation englobe les activités humaines volontaires (p. ex., récolte, persécution) et involontaires (p. ex., prises accessoires, collisions avec les voitures). Le système de l'IUCN ignore les menaces posées par les activités involontaires et établit une distinction entre les activités de récolte dans la catégorie de l'utilisation des ressources biologiques. Il établit également une distinction entre les activités de consommation d'animaux et de végétaux terrestres, l'exploitation forestière et la pêche.

La classification de l'IUCN établit une distinction entre les menaces posées par la pollution fondée sur les activités principales (p. ex., agriculture ou foresterie) génératrices de polluants et la voie (p. ex., effluents) par laquelle les mélanges de polluants parviennent aux écosystèmes. Venter *et al.* (2006) établissent eux aussi une distinction entre les activités polluantes : agriculture, urbanisation, extraction, infrastructures et perturbations anthropiques. Toutefois, ils ne font pas de distinction entre les types de milieux dans lesquels peuvent se trouver les polluants. Par contre, l'INRE (2001) et Stantec Consulting Ltd. (2005), regroupent les menaces de la pollution en fonction de la nature des polluants (p. ex., nutriments, polluants organiques, métaux, pesticides). Le rapport de 2007 sur l'état des Grands Lacs catégorise les menaces de la pollution en fonction des sources (p. ex., effluents d'eaux usées) et du milieu récepteur (p. ex., atmosphère, eau, sédiments et biotes), du type d'habitat (p. ex., lac, eau souterraine) et des effets sur la santé humaine (p. ex., marqueurs biologiques de l'exposition humaine et proportion des plages ayant fait l'objet de mises en garde). Le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique (2007) a regroupé sommairement toutes les menaces pour la biodiversité liées à la

pollution sans chercher à établir une distinction entre les divers types de polluants – chimiques, physiques (p. ex., turbidité et sédimentation), thermiques ou acoustiques – qui constituent cette catégorie.

C'est la classification de l'IUCN qui distingue le plus explicitement les menaces abiotiques pour la biodiversité, en classant à part les phénomènes géologiques (p. ex., éruptions volcaniques, tremblements de terre et phénomènes associés comme les tsunamis, les avalanches et les glissements de terrain), les changements climatiques et les phénomènes météorologiques violents (p. ex., le déplacement de l'habitat en raison du dégel de la toundra et de l'élévation du niveau de la mer, les sécheresses, les températures extrêmes, les tempêtes et les inondations). De nombreux rapports (Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, 2005; Secretariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006; Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2007) reconnaissent que les répercussions des changements climatiques accélérés représentent une menace pour la biodiversité, sans définir la gamme de répercussions associées aux menaces. Les catastrophes naturelles, les facteurs intrinsèques et les causes naturelles sont regroupés dans la catégorie des interactions entre les espèces indigènes, par Venter *et al.* (2006), quoique les interactions abiotiques en lien avec ces sous-catégories ne soient ni reconnues ni définies.

CLASSIFICATION DES MENACES AUX FINS DU RETE

Étant donné que l'intention du RETE est de satisfaire les intérêts du Conseil canadien des ministres des Ressources et de respecter, en partie, les obligations du Canada en vertu de la Convention de l'ONU sur la diversité biologique, la classification suivante des menaces est fondée sur l'analyse des listes du COSEPAC faite par Venter *et al.* (2006) et est, par ailleurs, élargie par la récente classification des menaces de l'IUCN. Les classifications des menaces et les études à l'appui qui expliquent ou illustrent les menaces ont également été incorporées.

La structure de la classification des menaces se compose de cinq grandes menaces anthropiques et d'une seule catégorie de menaces naturelles :

Modification de l'écosystème (perte d'écosystème et perturbation de l'écosystème)

- Menaces issues d'activités humaines qui entraînent une réduction, une conversion, une fragmentation, une perturbation ou une autre modification de l'habitat ou des écosystèmes, avec perte consécutive possible de l'intégrité et de la fonction de l'écosystème.

Pollution

- Menaces dues aux substances chimiques et aux mélanges de substances chimiques, aux charges sédimentaires et aux nutriments, à la pollution thermique, acoustique ou lumineuse, ou à toute autre forme de pollution qui contamine l'environnement.

Espèces envahissantes (et introduction d'espèces exotiques et de matériel génétique)

- Menaces causées par des végétaux, des animaux, des agents pathogènes, des microbes ou du matériel génétique envahissants (exotiques ou indigènes).

Exploitation, harcèlement ou mortalité directe des espèces indigènes

- Menaces consécutives à l'exploitation non rationnelle de ressources biologiques indigènes, y compris les répercussions d'une récolte intentionnelle ou non, des captures accessoires, des efforts de lutte contre certaines espèces et d'autres activités humaines qui entraînent la mortalité directe des individus et des populations.

Changements climatiques accélérés

- Menaces dues aux changements climatiques, qui peuvent être liées au réchauffement de la planète, et à des phénomènes météorologiques violents dont l'ampleur dépasse la variation naturelle, et qui peuvent entraîner l'élimination d'une espèce ou d'un habitat vulnérable.

Causes naturelles

- Menaces consécutives à tout facteur ou phénomène stochastique.

Les six catégories de menaces ne sont pas sous-divisées davantage, car, comme le laisse entendre la littérature scientifique, de très petites menaces ne s'excluent pas mutuellement. La modification de la biodiversité est presque toujours causée par plusieurs menaces qui interagissent et, à petite échelle, ces menaces sont liées par des facteurs de stress communs. La perte ou la réduction de l'habitat, la mortalité et les répercussions sur le développement ou la reproduction à l'échelon de l'espèce sont attribuables à des facteurs de stress synergétiques. Au Tableau 3, on présente une classification simplifiée des menaces pour les besoins du RETE illustrant les facteurs de stress. L'utilisation consensuelle de cette classification pour la préparation des produits du RETE permettra de normaliser la nomenclature et de faciliter la comparaison des observations sur la biodiversité entre les écosystèmes ainsi que le regroupement à l'échelle nationale.

Tableau 3. Classification des menaces aux fins du RETE.

Menace	Exemples de facteurs de stress	Répercussions
<p>Modification de l'écosystème</p> <p>a) Perturbation de l'écosystème</p> <p>b) Perte de l'écosystème</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Altération du substrat (p. ex., sols imperméables) • Perturbation du couvert végétal (p. ex., élimination ou modification de la végétation riveraine, réduction de l'abondance des forêts anciennes, exploitation forestière des rives, surpâturage, reboisement avec diverses essences après l'exploitation forestière, lutte contre les incendies, érosion, etc.) • Fragmentation du paysage (p. ex., routes, profil sismique, infrastructure linéaire) • Changement de l'hydrologie (p. ex., barrages, modification des canaux, prélèvements d'eau) 	<ul style="list-style-type: none"> • Changement ou perte d'un composant de la structure, de la fonction, de l'intégrité ou de la composition de l'écosystème
<p>Pollution</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modification des charges en nutriments (p. ex., apports en azote et phosphore) • Modification des charges sédimentaires • Contamination par des pesticides (p. ex., mortalité des pollinisateurs, charge de sous-produits dans le biote) • Sous-produits issus de l'exploitation d'une ressource non renouvelable (p. ex., bassin de décantation de résidus, lixiviats) • Contamination de l'écosystème, des habitats et des espèces par les sous-produits industriels (p. ex., perturbateurs du système endocrinien, produits pharmaceutiques, produits d'hygiène personnelle) • Précipitations acides • Pollution de l'air (p. ex., ozone troposphérique, particules) • Pollution lumineuse • Pollution thermique • Contamination des écosystèmes et du biote par des contaminants transportés sur de longues distances 	<ul style="list-style-type: none"> • Mortalité, répercussions sur le développement ou la reproduction des individus, des populations ou des espèces • Interruption de certains processus de l'écosystème ou modification de la structure de l'écosystème
<p>Espèces envahissantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compétition • Prédation • Hybridation • Introduction d'agents pathogènes • Modification de l'écosystème 	<ul style="list-style-type: none"> • Répercussions sur le développement ou la reproduction d'espèces ou de populations • Changement ou perte de

Menace	Exemples de facteurs de stress	Répercussions
		composants de la structure ou de la composition de l'écosystème
Exploitation, harcèlement ou mortalité directe d'espèces indigènes	<ul style="list-style-type: none"> • Mortalité réglementée (p. ex., récolte, chasse) • Mortalité accidentelle (p. ex., capture accessoire, mortalité sur la route) • Atteinte intentionnelle ou fortuite (p. ex. harcèlement, persécution) • Maladie 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation de la compatibilité au milieu ou mortalité directe des individus qui peut entraîner une diminution de la taille et de la stabilité de la population
Changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des phénomènes climatiques extrêmes (p. ex., tempêtes, pluies verglaçantes) • Modification du cycle hydrologique (p. ex. faible débit des cours d'eau, fonte des glaciers, dégel du pergélisol, débit plus variable, modification du niveau des lacs) • Changement de température (p. ex. modification des températures saisonnières) • Modification des précipitations (p. ex., sécheresse, inondation) • Modification du régime des glaces (p. ex., élévation du niveau de la mer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Modification de certains composants de la fonction, des processus, de la structure ou de la composition de l'écosystème • Déplacement ou perte d'écosystèmes
Causes naturelles	<ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes stochastiques (p. ex., phénomènes géologiques, incendie de forêt, infestation d'insectes) 	<ul style="list-style-type: none"> • Changement de certains composants de la fonction, de la structure ou de la composition de l'écosystème • Effondrement de la population

Références

- BC Ministry of Environment. 2007. Environmental trends for British Columbia: 2007. Environmental Trends. BC Ministry of Environment. Victoria, BC. 352 p.
- Brown, R.M. et Laband, D.N. 2006. Species imperilment and spatial patterns of development in the United States. *Conservation Biology* 20:239-244.
- Chu, C., Jones, N.E., Mandrak, N.E., Piggott, A.R. et Minn, C.K. 2008. The influence of air temperature, groundwater discharge and climate change on the thermal diversity of stream fishers in southern Ontario watersheds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65:297-308.
- Chu, C., Minns, C.K. et Mandrak, N.E. 2003. Comparative regional assessment of factors impacting freshwater fish biodiversity in Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60:624-623.
- Dextrase, A.J. et Mandrak, N.E. 2006. Impacts of alien invasive species on freshwater fauna at risk in Canada. *Biological Invasions* 8:13-24.
- Environnement Canada. 2001. Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada. Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE n° 1. Institut national de recherche sur les eaux. Burlington, ON. 87 p.
- Environnement Canada et US Environmental Protection Agency. 2007. État des Grands Lacs 2007. Les gouvernements du Canada et des États-Unis des Amériques. 394 p.
- Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire. 2005. Ecosystems and human well-being; biodiversity synthesis. World Resources Institute. Washington, DC. 100 p.
- Flather, C.H., Knowles, M.S. et Kendall, I.A. 1998. Threatened and endangered species geography - characteristics of hotspots in the conterminous United States. *Bioscience* 48:365-376.
- Foin, T.C., Riley, S.P.D., Pawley, A.L., Ayres, D.R., Carlsen, T.M., Hodum, P.J. et Switzer, P.V. 1998. Improving recovery planning for threatened and endangered species. *Bioscience* 48:177-184.
- IUCN. 2011. IUCN red list of threatened species. Threats classification scheme (Version 3.0). [en ligne]. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/threats-classification-scheme-ver3> (consulté le 12 Jan. 2011).
- Kerr, J.T. et Cihlar, J. 2004. Patterns and causes of species endangerment in Canada. *Ecological Applications* 14:743-753.
- Kerr, J.T. et Deguise, I. 2004. Habitat loss and the limits to endangered species recovery. *Ecology Letters* 2004:1163-1169.

- Lawler, J.J., Campbell, S.P., Guerry, A.D., Kolozsvary, M.B., O'Connor, R.J. et Seward, L.C.N. 2002. The scope and treatment of threats in endangered species recovery plans. *Ecological Applications* 12:663-667.
- Light, T. et Marchetti, M.P. 2007. Distinguishing between invasions and habitat changes as drivers of diversity loss among California's freshwater fishes. *Conservation Biology* 21:434-446.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement. 2007. GEO-4, l'environnement pour le développement. Phoenix Design Aid. Randers, Danemark. xxxi + 540 p.
- Ressources naturelles Canada. 2004. L'Atlas du Canada : Menaces pour les écosystèmes [en ligne]. Ressources naturelles Canada.
http://atlas.nrcan.gc.ca/auth/francais/maps/environment/ecology/threats/maptopic_view (consulté le 1 May 2011).
- Ricciardi, A. et Rasmussen, J.B. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology* 13:1220-1222.
- Richter, B.D., Bruan, D.P., Mendelson, M.A. et Master, L.L. 1997. Threats to imperiled freshwater fauna. *Conservation Biology* 11:1081-1093.
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A.J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R. et Butchart, S.H.M. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22:897-911.
- Secretariat de la Convention sur la diversité biologique. 2006. Perspectives mondiales de la diversité biologique, deuxième édition. Convention sur la diversité biologique. Montréal, QC. viii + 83 p.
- Smith, K.F., Sax, D.F. et Lafferty, K.D. 2006. Evidence for the role of infectious disease in species extinction and endangerment. *Conservation Biology* 20:1349-1357.
- Stantec Consulting Ltd. 2005. Alberta environment - water for life - aquatic ecosystems; review of issues and monitoring techniques. Alberta Environment. Calgary, AB. 84 p.
- Venter, O., Brodeur, N.N., Nemiroff, L., Belland, B., Dolinsek, I.J. et Grant, J.W.A. 2006. Threats to endangered species in Canada. *Bioscience* 56:903-910.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J., Philips, A. et Losos, E. 1998. Quantifying threats to imperiled species in the United States -- assessing the relative importance of habitat destruction, alien species, pollution, overexploitation and disease. *Bioscience* 48:607-615.
- Yiming, L. et Wilcove, D.S. 2005. Threats to vertebrate species in China and the United States. *Bioscience* 55:147-153.

ANNEXES

Annexe 1. Terminologie utilisée pour classer et décrire les menaces à la biodiversité

Terminologie	Définitions	Sources
Menaces directes, sources de stress, pressions immédiates	Activités ou processus humains immédiats qui ont causé, causent ou pourraient causer la destruction, la dégradation ou la perturbation des cibles en matière de biodiversité et des processus naturels.	(Salafsky <i>et al.</i> , 2008) (IUCN, 2011)
Menaces, éléments moteurs, causes premières indirectes	Facteurs néfastes, y compris les facteurs sociaux, économiques, politiques, institutionnels ou culturels, qui contribuent à la manifestation ou à la persistance de menaces directes.	(IUCN, 2011)
Éléments moteurs	Tout facteur naturel ou anthropique qui cause directement ou indirectement un changement dans un écosystème.	(Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, 2005) (Secretariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006)
Éléments moteurs, éléments moteurs indirects, éléments moteurs sous-jacents, forces motrices	Processus fondamentaux dans la société qui donnent lieu à des activités exerçant un impact direct sur l'environnement. Ces processus comprennent la démographie, les processus économiques, les découvertes scientifiques et les innovations technologiques, les mécanismes de répartition ainsi que les processus culturels, sociaux, politiques et institutionnels.	(Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2007)
Pressions, interventions humaines dans l'environnement	Activités humaines qui peuvent viser un changement environnemental souhaité, ou sous-produits d'autres activités humaines. Les principales pressions comprennent les émissions de substances qui peuvent prendre la forme de pollution ou de déchets; des apports externes comme les engrais; les produits chimiques et l'irrigation; utilisation des terres; l'extraction des ressources; la modification des organismes et leur déplacement.	(Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2007)
Éléments moteurs directs	Facteurs, surtout physiques, chimiques et biologiques, comme la modification de la couverture terrestre, les changements climatiques, la pollution de l'air et de l'eau, l'irrigation, l'emploi d'engrais, les récoltes et l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Un élément moteur direct influence sans équivoque les processus de l'écosystème et, par conséquent, peut être déterminé et mesuré avec	(Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, 2005) (Secretariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006)

Terminologie	Définitions	Sources
	divers degrés de précision.	
Éléments moteurs indirects	Facteurs, surtout démographiques, économiques, sociopolitiques, scientifiques, technologiques, culturels et religieux, qui agissent de façon diffuse, souvent en modifiant un ou plusieurs éléments moteurs directs. L'influence des éléments moteurs indirects est établie par la compréhension de leur effet sur les éléments moteurs directs.	(Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire, 2005) (Secretariat de la Convention sur la diversité biologique, 2006)
Facteurs de stress	Facteurs physiques, chimiques ou biologiques qui correspondent à des activités ou à des phénomènes non naturels, ou encore naturels au système, mais appliqués de manière excessive ou déficiente, et qui se répercutent de façon néfaste sur l'écosystème par des modifications importantes d'éléments, de tendances et de processus écologiques des systèmes naturels (p. ex. prélèvements d'eau, utilisation de pesticides, exploitation forestière, acidification, modification de l'utilisation des terres).	(BC Ministry of Environment, 2007)

Annexe 2. Délimitation des grandes catégories de menaces à la biodiversité, par Venter *et al.*, (2006)

Menace à grande échelle	Menace à petite échelle	Définition
Perte d'habitat		Réduction ou dégradation de l'habitat requis
	Urbanisation	Établissements humains (ville, banlieue, agglomérations rurales) et édifices industriels ou commerciaux
	Agriculture	Cultures, plantations de bois, plantations de produits forestiers autres que le bois, bétail (y compris élevage extensif) et aquaculture
	Perturbation humaine	Loisirs, tourisme, activités militaires, recherche, transport, circulation des véhicules et bateaux
	Extraction	Exploitation forestière, mines, pêche, eaux souterraines, produits pétroliers et gaziers, tarissement de l'aquifère
	Infrastructure	Transport, télécommunications, lignes électriques, barrages, bassins, déviation de cours d'eau, construction de canalisations
Espèces introduites		Compétition, prédation, hybridation, infection ou modification de l'habitat par l'espèce introduite
	Compétiteurs	
	Prédateurs	
	Hybrideurs	
	Agents pathogènes	
	Effet sur l'habitat	
Surexploitation		Récolte ou persécution intentionnelle ou non
	Récolte	
	Capture accessoire	
	Mortalité sur la route	
	Persécution	
	Collisions	
Pollution		Pollution chimique, thermique ou acoustique, turbidité et sédimentation
	Agriculture	
	Urbanisation	
	Extraction	
	Infrastructure	
	Perturbation humaine	
Interactions entre les espèces indigènes		Toute augmentation ou diminution d'un compétiteur, prédateur, agent pathogène, proie ou symbiote indigène d'une espèce, ou d'autres organismes avec

		lesquels cette espèce interagit
	Causes naturelles	
	Facteurs intrinsèques	
	Catastrophes naturelles	
Causes naturelles		Tout phénomène stochastique (p. ex., tempête, sécheresse ou incendie) ou facteur inhérent à l'espèce (p. ex., dispersion limitée, niche écologique étroite)

Annexe 3. Classifications des menaces directes de l'IUCN (Salafsky *et al.*, 2008; IUCN, 2011)

Menaces par niveau de classification ^a			Définition ^b
1 ^{er}	2 ^e	3 ^e niveaux (exemples seulement)	
1. Établissements résidentiels et commerciaux			Établissements humains ou types d'utilisation des terres autres que de nature agricole ayant une grande superficie au sol villes, villages et agglomérations, y compris aménagements autres que pour le logement qui s'intègrent habituellement aux habitations usines et autres centres commerciaux sites touristiques et récréatifs ayant une grande superficie au sol
	1.1 habitations et zones urbaines	<i>zones urbaines, banlieues, villages, résidences secondaires, autres commerciaux, bureaux, écoles, hôpitaux</i>	
	1.2 zones commerciales et industrielles	<i>usines de fabrication, centres commerciaux, parcs commerciaux, bases militaires, centrales électriques, trains et gares ferroviaires, aéroports</i>	
	1.3 tourisme et espaces récréatifs	<i>stations de ski, terrains de golf, stations balnéaires, terrains de cricket, parcs provinciaux et fédéraux, terrains de camping</i>	
2. Agriculture et aquaculture			Menaces résultant de l'agriculture et de l'élevage, consécutives à l'expansion et à l'intensification agricoles, y compris la sylviculture, la mariculture et l'aquaculture cultures pour l'alimentation, le fourrage, les fibres, les carburants ou autres usages peuplements d'arbres plantés pour le bois ou la fibre en dehors des forêts naturelles, souvent composés d'essences non indigènes animaux terrestres domestiques élevés à un endroit, nourris de produits de culture ou de produits d'ailleurs (exploitation agricole); également animaux domestiques ou semi-domestiqués laissés en liberté là où ils trouvent un habitat naturel (élevage à grande échelle) animaux aquatiques élevés à un endroit, nourris de produits de culture ou de produits d'ailleurs; poissons d'écloserie libérés dans la nature
	2.1 cultures annuelles et pluriannuelles de produits autres que le bois	<i>fermes, parcelles de cultures itinérantes domestiques, plantations, vergers, vignes, systèmes d'utilisation mixte des terres agroforestières</i>	
	2.2 plantations pour la production de bois et de pâte	<i>plantations de teck ou d'eucalyptus, sylviculture, sapins de Noël</i>	
	2.3 élevage et élevage à grande échelle	<i>parc d'engraissement de bovins, fermes laitières, exploitations bovines, producteurs de poulets, troupeaux de chèvres, de chameaux ou de yack</i>	
	2.4 aquaculture en mer et en eau douce	<i>aquaculture de crevettes ou de poissons, étangs à poisson sur des fermes, saumon d'élevage, bancs de mollusquesensemencés, bancs d'algues artificiels</i>	
3. Production d'énergie et exploitation minière			Menaces résultant de la production de ressources non biologiques prospection, développement et production de pétrole et d'autres hydrocarbures liquides prospection et développement en vue de l'exploitation de ressources minérales et pierreuses prospection et développement en vue de l'exploitation d'énergie renouvelable
	3.1 forages pétroliers et gaziers	<i>puits de pétrole, forage gazier en haute mer</i>	
	3.2 exploitation de mines et carrières	<i>mines de charbon, exploitation d'alluvions aurifères, mines d'or, carrières, extraction du corail, exploitation minière en mer, récolte de guano</i>	
	3.3 énergie renouvelable	<i>production d'énergie géothermique, centrales solaires, parcs éoliens (y</i>	

Menaces par niveau de classification ^a			Définition ^b
1 ^{er}	2 ^e	3 ^e niveaux (exemples seulement)	
		<i>compris impact des oiseaux avec des éoliennes), centrales marémotrices</i>	
4. Transport et corridors de service			Menaces consécutives aux longs corridors de transport étroits et aux véhicules qui y circulent, y compris la mortalité d'animaux sauvages qui y est associée
	4.1	routes et voies ferrées <i>autoroutes, routes secondaires, chemins forestiers, ponts et chaussées, animaux tués sur la route, clôtures associées aux routes, voies ferrées</i>	transport routier et voies réservées
	4.2	lignes de services publics <i>fil d'électricité et de téléphone, aqueducs, oléoducs et gazoducs, électrocution d'animaux sauvages</i>	transport de l'énergie et des ressources
	4.3	transport par eau <i>dragage, canaux, routes de navigation, collision des navires avec baleines, sillages des navires de charge</i>	transport sur et dans les cours d'eau intérieurs et en mer
	4.4	trajectoires de vol <i>trajectoires de vol, collision entre des jets et les oiseaux</i>	transport par air et dans l'espace
5. Utilisation des ressources biologiques			Menaces résultant de l'utilisation non rationnelle de ressources biologiques « sauvages », y compris les conséquences de récoltes délibérées et accidentelles; persécution ou élimination de certaines espèces
	5.1	chasse et prélèvement d'animaux terrestres <i>chasse au gibier, trophées de chasse, piégeage d'animaux à fourrure, collection d'insectes, récolte de miel ou de nids d'oiseaux, élimination des prédateurs, lutte contre les animaux nuisibles, persécution</i>	Mortalité ou capture d'animaux sauvages terrestres, ou de produits animaux, pour un usage commercial, récréatif ou de subsistance, pour la recherche ou à des fins culturelles, ou pour des raisons de contrôle ou de persécution; comprend les mortalités accidentelles et les captures accessoires
	5.2	cueillette de plantes terrestres <i>champignons sauvages, fourrage pour l'alimentation des animaux à l'étable, orchidées, rotin, élimination de plantes hôtes pour la lutte contre les maladies des arbres</i>	cueillette de plantes, de champignons et d'autres produits autres que le bois et les animaux, à des fins commerciales, récréatives ou de subsistance, pour la recherche ou à des fins culturelles, ou pour des raisons de contrôle
	5.3	exploitation forestière et récolte du bois <i>coupe à blanc des feuillus, exploitation commerciale sélective de l'ostryer de Virginie, production de pâte, récolte de bois de chauffage, production de charbon</i>	récolte d'arbres et d'autres végétaux ligneux pour l'exploitation du bois ou des fibres ou pour la production de carburant
	5.4	pêche et récolte de ressources aquatiques <i>chalutage, pêche à l'explosif, pêche au harpon, récolte de mollusques et crustacés, chasse à la baleine, chasse au phoque, cueillette d'œufs de tortue, récolte de coraux vivants et récolte du varech</i>	récolte d'animaux ou de plantes sauvages aquatiques, pour un usage commercial, récréatif ou de subsistance, pour la recherche ou à des fins culturelles, ou pour des raisons de contrôle ou de persécution; comprend les mortalités accidentelles et les captures accessoires
6. Intrusions et perturbations humaines			Menaces découlant des activités humaines qui changent, détruisent et perturbent les habitats et les espèces associées à des usages non excessifs de ressources biologiques
	6.1	activités récréatives <i>véhicules hors route, bateaux à moteur, motomarine, motoneiges, avions ultralégers, bateaux de plongeurs, bateaux d'observation des</i>	personnes qui séjournent dans la nature ou qui s'y promènent en véhicule en dehors des corridors de transport établis, généralement à des fins récréatives

Menaces par niveau de classification ^a			Définition ^b
1 ^{er}	2 ^e	3 ^e niveaux (exemples seulement)	
		<i>baleines, vélos tout terrain, excursionnistes, ornithologistes, skieurs, animaux de compagnie, terrains de camping temporaire, spéléologues, alpinistes</i>	
	6.2	guerre, troubles civils et exercices militaires <i>conflit armé, champs de mines, chars d'assaut et autres véhicules militaires, entraînements et exercices de tir, défoliation, essais de munitions</i>	interventions de forces militaires ou paramilitaires qui ne couvrent pas de façon permanente une superficie
	6.3	travaux et autres activités <i>application de la loi, trafiquants de drogue, immigrants illégaux, recherche d'espèces, vandalisme</i>	personnes qui séjournent ou se déplacent dans la nature pour d'autres raisons que les loisirs ou les activités militaires
7. Modifications du système naturel			Menaces résultant d'interventions qui transforment ou dégradent l'habitat dans le cadre de la « gestion » de systèmes naturels ou semi-naturels, souvent en vue d'améliorer le bien-être des êtres humains
	7.1	incendies et lutte contre les incendies <i>lutte contre les incendies en vue de protéger les habitations, gestion inadéquate des incendies, incendies secondaires aux feux agricoles, incendies criminels, feux de camp, feux de chasse</i>	lutte contre les incendies, ou augmentation de la fréquence ou de l'intensité des incendies supérieure à la fourchette naturelle de variation
	7.2	barrages, gestion et utilisation de l'eau <i>construction d'un barrage, exploitation d'un barrage, contrôle des sédiments, modification de la salinité, remplissage de milieux humides pour la lutte contre les moustiques, levées et digues, détournement des eaux de surface, pompage des eaux souterraines, canalisations, lacs artificiels</i>	modification délibérée, ou secondaire à d'autres activités, de la circulation de l'eau par rapport aux variations naturelles
	7.3	autres modifications de l'écosystème <i>projets de remise en état du terrain, abandon de terres gérées, enrochement des rives, fauchage de l'herbe, éclaircissement des arbres d'un parc, aménagement d'une plage, élimination des chicots d'un cours d'eau</i>	autres interventions qui transforment ou dégradent l'habitat dans le cadre de la « gestion » des systèmes naturels, en vue d'améliorer le bien-être des êtres humains
8. Espèces et gènes envahissants ou problématiques			Menaces attribuables à des végétaux, des animaux, des agents pathogènes, des microbes ou du matériel génétique, indigènes et non indigènes, qui ont ou pourraient avoir une incidence néfaste sur la biodiversité après leur importation, leur introduction et leur multiplication.
	8.1	espèces étrangères ou non indigènes envahissantes <i>bétail féral, animaux de compagnie, moule zébrée, maladie hollandaise de l'orme ou chancre du châtaignier, arbre Miconia calvescens, introduction d'espèces pour la lutte biologique, champignon Chytrid qui s'attaque aux amphibiens hors de l'Afrique</i>	végétaux, animaux, agents pathogènes et autres microbes nuisibles qu'on ne trouve habituellement pas dans l'écosystème concerné et qui ont été directement ou indirectement introduits dans l'écosystème, et s'y sont propagés, en conséquence des activités humaines
	8.2	espèces indigènes problématiques <i>surabondance du cerf indigène, surabondance d'algues en raison de la perte des poissons brouteurs indigènes, hybridation de végétaux</i>	végétaux, animaux ou agents pathogènes et autres microbes nuisibles que l'on trouve habituellement dans l'écosystème concerné, mais qui ont atteint un nombre « en rupture d'équilibre » ou qui sont « diffusés » directement ou indirectement en

Menaces par niveau de classification ^a			Définition ^b
1 ^{er}	2 ^e	3 ^e niveaux (exemples seulement)	
	8.3	introduction de matériel génétique <i>indigènes avec d'autres végétaux, peste des rongeurs</i> <i>cultures résistantes aux pesticides, saumon d'élevage, projets de rétablissement par l'ensemencement de souches non locales, insectes génétiquement modifiés pour la lutte biologique, arbres génétiquement modifiés, saumon génétiquement modifié</i>	conséquence des activités humaines gènes ou organismes transportés ou transformés par l'être humain
9. Pollution			Menaces dues à l'apport de matières ou d'énergies exotiques ou en excès, à partir de sources ponctuelles et non ponctuelles
	9.1	eaux usées domestiques et urbaines <i>rejet des usines de traitement des eaux usées municipales, fuites des fosses septiques, eaux d'égout non traitées, latrines, huile ou sédiments des routes, engrais et pesticides des gazons et des terrains de golf, sel de voirie</i>	eaux usées, eaux de ruissellement de sources non ponctuelles provenant des habitations et des zones urbaines, et qui contiennent des nutriments, des substances chimiques toxiques ou des sédiments
	9.2	effluents industriels et militaires <i>substances chimiques toxiques d'usines, élimination illégale de substances chimiques, résidus des mines, arsenic des mines d'or, fuites des réservoirs à essence, BPC dans les sédiments de rivière</i>	polluants aquatiques de sources industrielles et militaires, y compris l'industrie des mines, la production d'énergie, et les industries d'extraction d'autres ressources qui contiennent des nutriments, des substances chimiques toxiques ou des sédiments
	9.3	effluents agricoles et forestiers <i>charge en nutriments de l'écoulement de surface d'engrais, écoulement de surface des herbicides, fumier des parcs d'engraissement, nutriments issus de l'aquaculture, érosion des sols</i>	polluants aquatiques d'origine agricole et sylvicole et en provenance des systèmes d'aquaculture, qui comprennent des nutriments, des substances chimiques toxiques ou des sédiments, y compris les effets de ces polluants sur l'emplacement où on les a appliqués
	9.4	détritus et déchets solides <i>déchets municipaux, déchets des voitures, épaves flottantes et jet des embarcations de plaisance, ordures qui entravent la faune, débris de construction</i>	rebut et autres matières solides, y compris celles qui entravent les animaux sauvages
	9.5	polluants atmosphériques <i>pluies acides, brouillard consécutif aux émissions des véhicules, dépôt excessif d'azote, retombées radioactives, dispersion de polluants ou de sédiments par le vent, fumée des incendies de forêt ou des poêles à bois</i>	polluants atmosphériques de sources ponctuelles et non ponctuelles
	9.6	énergie excessive <i>bruit des autoroutes ou des avions, sonars des sous-marins qui perturbent les baleines, eau chaude des centrales électriques, lampes qui attirent les insectes, éclairage des plages qui désorientent les tortues, rayonnement atmosphérique des trous d'ozone</i>	chaleur, son ou lumière qui perturbe la faune ou les écosystèmes
10. Phénomènes géologiques			Menaces résultant de phénomènes géologiques catastrophiques manifestations volcaniques
	10.1	volcans <i>éruptions, émissions de gaz volcaniques</i>	
	10.2	tremblements de terre et tsunamis	tremblements de terre et phénomènes associés

Menaces par niveau de classification ^a			Définition ^b
1 ^{er}	2 ^e	3 ^e niveaux (exemples seulement)	
		<i>tremblements de terre, tsunamis</i>	
	10.3	avalanches et glissements de terrain <i>avalanches, glissements de terrain, coulées de boue</i>	avalanches ou glissements de terrain
11. Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents			Changements climatiques à long terme qui peuvent être liés au réchauffement de la planète et autres phénomènes météorologiques ou climatiques violents dont l'ampleur dépasse la variation naturelle, au point d'entraîner la disparition d'une espèce ou d'un habitat vulnérable
	11.1	déplacement et changement de l'habitat <i>élévation du niveau de la mer, désertification, dégel de la toundra, blanchissement corallien</i>	grands changements dans la composition et l'emplacement de l'habitat
	11.2	sécheresses <i>grave pénurie d'eau, perte des sources d'eau de surface</i>	périodes pendant lesquelles les précipitations de pluie diminuent en deçà de la fourchette de variation naturelle
	11.3	températures extrêmes <i>vagues de chaleur, vagues de froid, changement de la température des océans, fonte de la glace marine des glaciers</i>	périodes pendant lesquelles les températures augmentent ou diminuent au-delà de la fourchette de variation naturelle
	11.4	tempêtes et inondations <i>orages, tempêtes tropicales, ouragans, cyclones, tornades, grêle, tempête de verglas ou blizzards, tempêtes de poussière, érosion des plages durant les tempêtes</i>	précipitations ou vents extrêmes, ou importantes variations dans le temps des tempêtes saisonnières

^a La classification comprend trois niveaux de menaces directes, analogues aux familles, genres et espèces de la classification linnéenne. Le 1^{er} niveau est indiqué par un chiffre entier et un texte en gras (**1. Développement résidentiel et commercial**). Le 2^e niveau est indiqué par un chiffre à une décimale et un texte ordinaire (1.2 zones commerciales et industrielles). Le 3^e niveau est indiqué par un texte en italique (*usines de fabrication*). Les classifications sont conçues pour être exhaustives, uniformes et exclusives pour les 1^{er} et 2^e niveaux. Pour sa part, le 3^e niveau ne comprend pour l'instant que quelques exemples à titre d'illustration, plutôt qu'une liste complète des menaces à ce niveau

^b Seules les classifications de menaces des 1^{er} et 2^e niveaux comportent des définitions.

Annexe 4. Catégories et indicateurs utilisés dans le Rapport sur l'état des Grands Lacs de 2007 (Environnement Canada et US Environmental Protection Agency, 2007)

Catégorie	Sous-catégorie	Nom de l'indicateur
Contamination	Nutriants	<ul style="list-style-type: none"> • Concentrations et charges de phosphore • Taux de phosphore et d'azote (milieux humides côtiers) • Plans de gestion des nutriants
	Substances toxiques dans le biote	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminants dans les queues à tache noire juvéniles • Contaminants dans les oiseaux nicheurs coloniaux aquatiques • Contaminants dans les tissus de poissons entiers • Indice de fréquence d'anomalies externes chez les poissons du littoral • Marqueurs biologiques de l'exposition humaine à des substances chimiques persistantes • Contaminants dans le poisson de sport • Contaminants dans les œufs de chélydres serpentine • Contaminants qui touchent la productivité du pygargue à tête blanche • Population de loutres d'Amérique et contaminants qui touchent la loutre d'Amérique
	Substances toxiques dans le milieu	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt atmosphérique de substances chimiques toxiques • Concentrations de substances chimiques toxiques dans les eaux du large • Concentrations de contaminants dans les carottes de sédiments • Qualité de l'eau potable • Qualité de l'air • Pluie acide
	Sources et charges	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt atmosphérique de substances chimiques toxiques • Qualité de l'air • Traitement des eaux usées et pollution • Pluie acide
Biocénose	Poisson	<ul style="list-style-type: none"> • Saumon et truite • Doré jaune • Population de poissons-proies • Truite grise • État de l'esturgeon jaune dans les Grands Lacs • Santé des communautés de poissons des milieux humides côtiers
	Oiseaux	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminants dans les oiseaux nicheurs coloniaux aquatiques • Diversité et abondance des oiseaux qui dépendent des milieux humides • Contaminants qui touchent la productivité du pygargue à tête blanche • Diversité et abondance des oiseaux nicheurs
	Mammifères	<ul style="list-style-type: none"> • Populations de loutres d'Amérique et contaminants qui touchent la loutre d'Amérique
	Amphibiens	<ul style="list-style-type: none"> • Diversité et abondance des amphibiens des milieux humides côtiers • Communautés animales et végétales dépendantes des eaux souterraines
	Invertébrés	<ul style="list-style-type: none"> • Moules d'eau douce indigènes • Abondance et diversité du benthos — communautés d'oligochètes aquatiques • Populations de zooplancton • <i>Hexagenia</i> • Abondance de l'amphipode benthique <i>Diporeia spp.</i> • Santé des communautés d'invertébrés des milieux humides côtiers

Catégorie	Sous-catégorie	Nom de l'indicateur
	Plantes	<ul style="list-style-type: none"> • Populations de phytoplancton • Santé des communautés de végétaux des milieux humides côtiers • Santé des communautés de végétaux terrestres • Terres forestières — préservation de la diversité biologique
	Généralités	<ul style="list-style-type: none"> • Fragmentation de l'habitat • Diversité et stabilité des espèces à proximité du littoral • Espèces menacées • État et protection d'espèces et de lieux particuliers
Espèces envahissantes	Aquatiques	<ul style="list-style-type: none"> • Grande lamproie marine • Espèces non indigènes aquatiques
	Terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Espèces non indigènes terrestres
Zones côtières	Aquatiques du littoral	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat du poisson • Taux de phosphore et d'azote (milieux humides côtiers) • Effets des fluctuations du niveau d'eau • Mesures de l'impact des activités humaines (milieux humides côtiers) • Étendue de durcissement du rivage • Sédiments à la disposition des espèces côtières pour l'alimentation • Structures côtières artificielles
	Milieux humides côtiers	<ul style="list-style-type: none"> • Santé des communautés d'invertébrés des milieux humides côtiers • Santé des communautés de poissons des milieux humides côtiers • Diversité et abondance des amphibiens des milieux humides côtiers • Contaminants dans les œufs de chélydres serpentine • Diversité et abondance des oiseaux qui dépendent des milieux humides • Superficie de milieux humides côtiers par type • Superficie de milieux humides côtiers remis en état par type • Apport de sédiments dans les milieux humides côtiers • Taux de phosphore et d'azote • Effets des fluctuations du niveau d'eau • Santé des communautés de végétaux des milieux humides côtiers • Couverture terrestre adjacente aux milieux humides côtiers • Mesures de l'impact des activités humaines • Sédiments à la disposition des espèces côtières pour l'alimentation
	Terrestres	<ul style="list-style-type: none"> • Effets des fluctuations du niveau d'eau • Mesures de l'impact des activités humaines (terres côtières) • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — alvars • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — îles • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — plages de galets • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — dunes de sable • Étendue de durcissement du rivage • Utilisation des sols près du rivage • Étendue et qualité de la couverture terrestre naturelle près du rivage • Diversité et stabilité des espèces près du rivage • Sédiments à la disposition des espèces côtières pour l'alimentation • Zones protégées à proximité du rivage
Habitats aquatiques	Lac ouvert	<ul style="list-style-type: none"> • Habitat du poisson • Concentrations et charges de phosphore • Concentrations de substances chimiques toxiques dans les eaux du large • Concentrations de contaminants dans les carottes de sédiments • Étendue de durcissement du rivage • Sédiments à la disposition des espèces côtières pour l'alimentation • Structures côtières artificielles

Catégorie	Sous-catégorie	Nom de l'indicateur
	Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> • Qualité des eaux souterraines naturelles et modifications anthropiques • Eaux souterraines et terrains : utilisation et intensité • Débit de base attribuable à l'écoulement des eaux souterraines • Communautés d'animaux et de végétaux dépendants des eaux souterraines.
Santé humaine		<ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau potable • Marqueurs biologiques de l'exposition humaine à des substances chimiques persistantes • Tendances et scénarios géographiques dans l'incidence des maladies • Avertissements, affichage, et fermetures des plages • Contaminants dans le poisson de sport • Qualité de l'air
Utilisation des terres et couverture terrestre	Généralités	<ul style="list-style-type: none"> • Couverture terrestre adjacente aux milieux humides côtiers • Couverture terrestre et changement de l'occupation des sols • Eaux souterraines et terrains : utilisation et intensité • Fragmentation de l'habitat • Utilisation des terres à proximité du rivage • Étendue et qualité des couvertures terrestres naturelles à proximité du rivage
	Terres forestières	<ul style="list-style-type: none"> • Préservation de la diversité biologique des terres forestières • Maintien et capacité productive des écosystèmes forestiers • Maintien de la santé de l'écosystème forestier • Préservation et maintien des ressources en sol et en eau des terres forestières
	Terres agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiques agricoles durables • Plans de gestion des nutriments • Lutte intégrée des espèces nuisibles
	Terres urbaines et suburbaines	<ul style="list-style-type: none"> • Densité urbaine • Réaménagement des friches industrielles • Durcissement de la surface du sol
	Zones protégées	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — alvars • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — îles • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — plages de galets • Superficie, qualité et protection des communautés particulières des bords de lac — dunes de sable • Zones protégées près du rivage • État et protection d'espèces et de lieux particuliers
Utilisation des ressources		<ul style="list-style-type: none"> • Mesures d'efficacité écologique commerciale et industrielle • Recyclage des eaux pluviales domestiques • Prospérité économique • Retraits des eaux • Consommation énergétique • Élimination de déchets solides • Utilisation de véhicules • Traitement des eaux usées et pollution
Changements climatiques		<ul style="list-style-type: none"> • Durée des glaces sur les Grands Lacs • Effets sur les unités thermiques de croissance des cultures

Annexe 5. Catégories et indicateurs utilisés pour la production de rapports sur les tendances environnementales en Colombie-Britannique en 2007 (BC Ministry of Environment, 2007)

Catégorie	Nom de l'indicateur
Population et activité économique	<ul style="list-style-type: none"> Taux de changement des utilisations des terres retenues dans le Grand Vancouver, de 1986 à 2002 Modifications des superficies de la réserve de terres agricoles en C.-B. depuis 1974 Taux de traitement des eaux usées municipales en C.-B. Tendances en matière de fermetures de pêche aux mollusques et crustacés en raison de la contamination par les eaux usées Déchets solides municipaux éliminés et recyclés par personne dans les districts régionaux de C.-B. Tendances en matière de réacheminement des déchets par voie de programmes d'intendance de produits dirigés par l'industrie Intensité d'utilisation des énergies conventionnelles dans les activités économiques en C.-B. Tendances en matière d'intensité des émissions des gaz à effet de serre en C.-B.
Qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none"> Pourcentage de collectivités qui font l'objet d'un suivi et qui respectent la norme pancanadienne pour les particules (PM 2,5) en C.-B. Pourcentage de collectivités qui font l'objet d'un suivi en C.-B. et qui respectent la norme pancanadienne pour l'ozone troposphérique
Qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> Indice de la qualité des eaux pour les plans d'eau de surface en C.-B., en 2002-2004 Tendances de la qualité de l'eau de surface en C.-B. Pourcentage des puits d'observation qui révèlent une diminution des niveaux d'eau surtout attribuable à l'activité humaine Nombre d'aquifères fortement mis en valeur en C.-B. Utilisation quotidienne d'eau municipale par personne en C.-B.
Changements climatiques	<ul style="list-style-type: none"> Tendances à long terme de la température de l'air en C.-B. Température de la surface de la mer près des côtes Changements dans les précipitations en C.-B. Changements dans les manteaux neigeux de printemps en C.-B. Niveau moyen de la mer Tendances des émissions de gaz à effet de serre en C.-B. Tendances en matière d'utilisation des carburants fossiles dans le secteur du transport en C.-B.
Contaminants	<ul style="list-style-type: none"> Quantité totale de rejets sur place de substances toxiques en C.-B., de 2002 à 2005 Tendances des taux de dioxine et de furanne dans les sédiments et les effluents des usines de pâtes et papier, et dans les tissus du crabe dormeur Nettoyage de sites contaminés en C.-B. Tendances à long terme des polluants organiques persistants dans les œufs d'oiseaux en C.-B. (Grand Héron, Cormoran, Balbuzard pêcheur) Polluants organiques persistants dans les tissus des mammifères marins côtiers de la Colombie-Britannique Tendances de l'emploi des pesticides par les professionnels de l'aménagement paysager dans les basses terres continentales de la C.-B. État des habitats des prairies de l'intérieur méridional de la C.-B.

Catégorie	Nom de l'indicateur
Écosystèmes	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de terres herbagères protégées en C.-B. • État des forêts de la C.-B. • Tendances du nombre de franchissements routiers de cours d'eau en C.-B., de 2000 à 2005 • Tenures économiques et de conservation dans les zones intertidales des estuaires de la C.-B. • Aires protégées en C.-B. • Proportion de terres intactes sur le plan écologique dans les aires protégées de la C.-B. • Modifications de la densité routière et de la longueur des routes en C.-B.
Conservation des espèces	<ul style="list-style-type: none"> • Changements dans l'état de conservation de la faune et de la flore en C.-B. • Pourcentage d'espèces et de communautés écologiques connues sur la liste rouge de la C.-B. • Menaces pour les espèces en péril en C.-B. • État d'avancement de l'application des stratégies de rétablissement pour les espèces en péril en C.-B. • Nombre d'espèces exotiques par groupe en C.-B.

Annexe 6. Étude des problèmes et des indicateurs, préparée pour le ministère de l'Environnement de l'Alberta (Stantec Consulting Ltd., 2005)

Facteur de stress	Préoccupations particulières	Indicateurs et techniques de repérage et de quantification des répercussions sur la santé de l'écosystème aquatique
Charge en contaminants	Agents pathogènes	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des agents pathogènes dans l'eau et chez les humains touchés (comme giardiase, botulisme) (RCQE) • Identification des agents pathogènes dans l'eau et chez les oiseaux d'eau (à partir du taux de mortalité dans les milieux humides) (botulisme) • Identification des agents pathogènes dans l'eau et chez les amphibiens (à partir du taux de mortalité) (maladies virales et fongiques)
	Polluants organiques/substances réduisant la teneur en oxygène	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des matières organiques (RCQE/ASWQG) • Surveillance de l'oxygène dissous (RCQE/ASWQG)
	Nutriants	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des nutriants (équilibre des N, P, COD, ions) • Afflux de matières organiques (concentration de particules organiques) • Surveillance de l'oxygène dissous (RCQE/ASWQG) • Proliférations d'algues dans les lacs (chlorophylle a du phytoplancton) • Proliférations d'algues dans les lacs (détermination du phytoplancton pour les espèces toxiques ou surveillance des toxines des cyanobactéries) • Algues périphytiques dans les cours d'eau (chlorophylle a et poids sec sans cendre) • Macrophytes (% de couverture) • Surveillance du zooplancton dans les lacs (biomasse, composition, abondance et prédominance) • Surveillance des macroinvertébrés benthiques (abondance, richesse, groupes tolérants ou intolérants, structure trophique, diversité, régularité et indices de Bray-Curtis) • Poisson (coefficient de condition, poids selon l'âge)
	Sédiments	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau pour les sédiments en suspension (turbidité, profondeur d'après le disque de Secchi) • Surveillance de la qualité des sédiments au chapitre des contaminants, comme les métaux, qui se lient aux sédiments (RCQS) • Dépôt de sédiments (taille des particules, taux d'accumulation)

Facteur de stress	Préoccupations particulières	Indicateurs et techniques de repérage et de quantification des répercussions sur la santé de l'écosystème aquatique
		<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'habitat physique (profondeur des bassins) • Surveillance du zooplancton dans les lacs (biomasse, composition, abondance et prédominance) • Surveillance des macroinvertébrés benthiques (abondance, richesse, groupes tolérants ou intolérants, structure trophique, diversité, régularité et indices de Bray-Curtis)
	Pesticides (y compris insecticides, herbicides et fongicides) (toxicité aiguë ou chronique, perturbation du système endocrinien)	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des pesticides (RCQE) • Surveillance de la qualité des sédiments au chapitre des pesticides (RCQS) • Surveillance de la perte de végétation aquatique due aux herbicides (% de couverture) • Essais de toxicité chronique • Macroinvertébrés benthiques (abondance, richesse, groupes tolérants ou intolérants, structure trophique, diversité, régularité et indices de Bray-Curtis) • Poisson au chapitre de la perturbation du système endocrinien.
	Métaux (toxicité aiguë et chronique, bioaccumulation)	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des métaux (RCQE/ASWQG) • Surveillance de la qualité des sédiments au chapitre des métaux (RCQS) • Essais de toxicité aiguë et chronique • Surveillance des tissus de poisson au chapitre des métaux (bioaccumulation)
	Hydrocarbures pétroliers	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des hydrocarbures (RCQE)
	Perturbateurs du système endocrinien	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la présence de perturbateurs du système endocrinien • Essais biologiques en laboratoire pour détecter des perturbateurs du système endocrinien • Surveillance d'anomalies de croissance, de développement et de reproduction du poisson (malformations, arrêt de croissance, diminution de poids des gonades, dépression des fonctions thyroïdiennes et immunitaires, proportion des sexes)
	Produits de préservation du bois	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des produits de préservation du bois (RCQE)
	Produits pharmaceutiques et d'hygiène personnelle	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des produits pharmaceutiques et d'hygiène personnelle • Surveillance de la qualité des sédiments au chapitre des produits pharmaceutiques et d'hygiène personnelle
	Ignifugeants bromés	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des ignifugeants bromés • Surveillance de la qualité des sédiments au chapitre des ignifugeants bromés

Facteur de stress	Préoccupations particulières	Indicateurs et techniques de repérage et de quantification des répercussions sur la santé de l'écosystème aquatique
		<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'air au chapitre des ignifugeants bromés
	Biosolides et boues d'épuration	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre des contaminants associés aux biosolides et aux boues d'épuration dans les eaux de surface à proximité (nutriants, métaux, contaminants organiques volatils) • Surveillance des contaminants (nutriants, métaux et contaminants organiques volatils) dans les biosolides et les boues d'épuration
Changements au paysage et perturbations de l'habitat	Construction de barrages et autres ouvrages de retenue	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation hydrologique (effets sur le débit) • Évaluation de l'habitat physique (fragmentation de l'habitat, changements de débit, assèchement, inondation de secteurs) • Évaluation des restrictions du passage ou des migrations du poisson • Surveillance de la qualité de l'eau (nutriants, métaux, température, oxygène dissous)
	Perturbation de l'habitat riverain	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de l'habitat riverain (composition des espèces végétales, structure en terme de couverture terrestre, arbustes et étage dominant, largeur de la zone riveraine, proportion des espèces de mauvaises herbes indigènes, étendue de la clairière riveraine) • Évaluation de l'habitat physique des plans d'eau consécutive à l'élimination de la végétation en bordure des cours d'eau (stabilité des rives, % de perte d'ombre, sédimentation)
	Changement ou perte d'habitat des plans d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'habitat physique (vitesse, profondeur, types morphologiques, stabilité des rives, % refuges en cours d'eau, substrat)
	Assèchement des milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou fragmentation de la superficie de milieux humides (% de perte de milieu humide) • Perte d'habitat d'espèces en péril (% de diminution des oiseaux d'eau, des amphibiens)
	Perturbation du régime hydrologique	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des besoins en débit du cours d'eau • Évaluation de l'habitat physique (perte de zone humide, élargissement de canal, débit)
	Élimination de la végétation (agriculture, exploitation forestière, bandes défrichées)	<ul style="list-style-type: none"> • % de couverture et de fragmentation de la végétation • Dépôts de sédiments dans les plans d'eau, consécutifs à l'érosion (taille des particules)
	Modifications des processus chimiques et physiques	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau
	Intensification de	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau (divers contaminants)

Facteur de stress	Préoccupations particulières	Indicateurs et techniques de repérage et de quantification des répercussions sur la santé de l'écosystème aquatique
	l'urbanisation des bassins hydrographiques	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'habitat physique (sédimentation, perte de milieux humides) • Utilisation des terres (type et étendue d'utilisations)
Utilisation et répartition de l'eau	Croissance de la population — Augmentation de la consommation (urbaine et agricole)	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des besoins en débit du cours d'eau • Surveillance de la qualité de l'eau, de l'habitat riverain et des poissons, si les besoins en débit du cours d'eau ne sont pas comblés • Surveillance des niveaux de rejets
	Croissance de la population — Augmentation du ruissellement des eaux pluviales	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau (divers contaminants)
	Modification du régime de débit (prélèvements)	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation des besoins en débit du cours d'eau • Surveillance de la qualité de l'eau, de l'habitat riverain et des poissons, si les besoins en débit du cours d'eau ne sont pas comblés • Surveillance des taux d'évacuation
Émissions atmosphériques et acidification	Pollution atmosphérique industrielle (poussière et contaminants)	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'air (dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, oxydes d'azote, ammoniac, méthane)
	Apports acides et pluie acide	<ul style="list-style-type: none"> • Chimie de l'eau (pH et alcalinité des lacs et des étangs) • Précipitations (pluie acide) • Zooplancton dans les lacs (biomasse, composition, abondance et dominance) • Surveillance des systèmes aquatiques sensibles, en particulier s'il y a un risque de dépasser les seuils limites des émissions acides
	Émissions des véhicules (gaz à effet de serre)	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'air (dioxyde de carbone, méthane)
	Dépôt atmosphérique de contaminants	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance des contaminants dans les dépôts atmosphériques humides et secs
Utilisation à des fins récréatives	Activités aquatiques (baignade, embarcations de plaisance, ski nautique, camping)	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau (agents pathogènes, nutriants, hydrocarbures)
	Modifications de l'habitat	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'habitat physique (substrat, érosion des rives)

Facteur de stress	Préoccupations particulières	Indicateurs et techniques de repérage et de quantification des répercussions sur la santé de l'écosystème aquatique
	(modifications de la plage, marinas, quais, jetées)	
	Pression de la pêche	<ul style="list-style-type: none"> • Enquêtes par interrogation du pêcheur • Levés des populations de poisson • Structure génétique des populations au moyen de l'ADN (détermination de la variabilité génétique en vue de protéger les espèces menacées)
	Gestion de l'accès	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la densité routière (longueur des routes et des sentiers) • Surveillance de l'utilisation des routes et sentiers (nombre de véhicules)
Espèces exotiques	Introduction d'espèces exotiques	<ul style="list-style-type: none"> • Présence ou absence d'espèces exotiques • Ratio des espèces exotiques et des espèces naturelles
Infrastructure de transports	Construction d'infrastructures (routes, ponts, caniveaux)	<ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'habitat physique (sédimentation, habitat des poissons, frayères) • Levés relatifs à la présence ou l'absence de poissons
	Perte de milieux humides	<ul style="list-style-type: none"> • Perte ou fragmentation de superficies des milieux humides (% des milieux humides) • Espèces qui risquent de perdre leur habitat (% de diminution d'oiseaux d'eau, d'amphibiens)
	Salinité (sel de voirie)	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la qualité de l'eau au chapitre de la salinité
Perturbations naturelles	Sécheresse	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance des précipitations, de la température et des débits • Surveillance des macroinvertébrés benthiques (abondance, richesse, groupes tolérants ou intolérants, structure trophique, diversité, régularité et indices de Bray-Curtis) • Évaluation de l'habitat riverain • Certains aspects de la qualité de l'eau (oxygène dissous, température, conductivité, nutriants)
	Inondation	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance des précipitations et surveillance des débits • Surveillance des macroinvertébrés benthiques (abondance, richesse, groupes tolérants ou intolérants, structure trophique, diversité, régularité et indices de Bray-Curtis) • Évaluation de l'habitat riverain • Certains aspects de la qualité de l'eau (oxygène dissous, température, conductivité, nutriants)
	Incendies de forêt	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la température et des précipitations • Surveillance des intempéries (éclairs) • Surveillance des macroinvertébrés benthiques (abondance, richesse, groupes tolérants ou intolérants, structure trophique, diversité, régularité et indices de Bray-Curtis) • Certains aspects de la qualité de l'eau (matières en suspension, nutriants)

Facteur de stress	Préoccupations particulières	Indicateurs et techniques de repérage et de quantification des répercussions sur la santé de l'écosystème aquatique
Changements climatiques	Écoulement fluvial et niveau des lacs	<ul style="list-style-type: none"> • Étude des besoins en débit des cours d'eau • Surveillance du niveau des lacs • Zooplancton dans les lacs (biomasse, composition, abondance et prédominance)
	Phénomènes climatiques extrêmes	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de l'ampleur et de la durée des phénomènes climatiques extrêmes (pluies abondantes causant des inondations, temps sec entraînant une sécheresse)
	Modifications des processus chimiques et physiques (température, précipitations, gaz à effet de serre)	<ul style="list-style-type: none"> • Phénologie des glaces (durée de la couverture de glace des lacs, glaciers) • Surveillance de la température et des précipitations • Surveillance de la qualité de l'air (dioxyde de carbone, méthane)