

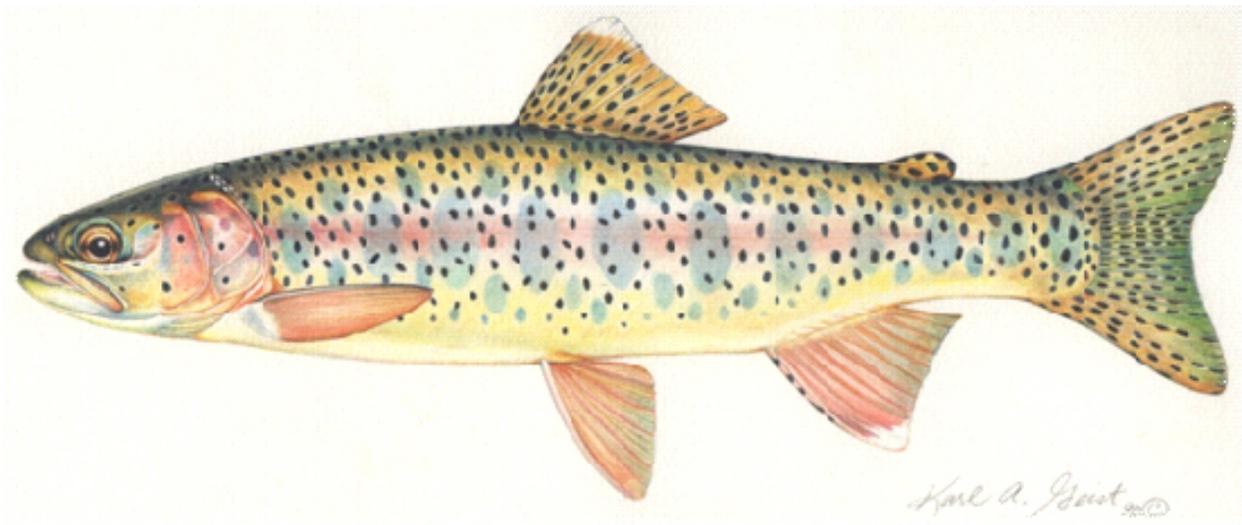
Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*

Populations de la rivière Athabasca

au Canada



**EN VOIE DE DISPARITION
2014**

COSEPAC
Comité sur la situation
des espèces en péril
au Canada



COSEWIC
Committee on the Status
of Endangered Wildlife
in Canada

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

COSEPAC. 2014. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 68 p. (www.registrelep-sararegistry.gc.ca/default_f.cfm).

Note de production :

Le COSEPAC remercie Hillary Ward d'avoir rédigé le rapport de situation sur la truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*), populations de la rivière Athabasca, au Canada, aux termes d'un marché conclu avec Environnement Canada. La supervision et la révision du rapport ont été assurées par John Post (Ph.D.), coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons d'eau douce du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

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

Tél. : 819-953-3215
Télec. : 819-994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
<http://www.cosepac.gc.ca>

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Status Report on the Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* in Canada.

Illustration/photo de la couverture :
Truite arc-en-ciel — Illustration : Karl Geist (reproduction autorisée).

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2014.
N° de catalogue CW69-14/696-2014F-PDF
ISBN 978-0-660-22212-7



Papier recyclé



COSEPAC

Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – mai 2014

Nom commun

Truite arc-en-ciel

Nom scientifique

Oncorhynchus mykiss

Statut

En voie de disparition

Justification de la désignation

Ce poisson est un résident obligatoire des eaux vives claires et froides du bassin hydrographique du cours supérieur de la rivière Athabasca, en Alberta. Un échantillonnage quantitatif au cours des deux dernières décennies démontre que la majorité des sites connaissent un déclin en matière d'abondance, soit un déclin estimé à plus de 90 % sur 3 générations (15 ans). Les menaces sont évaluées comme étant graves à cause de la dégradation de l'habitat associée à l'extraction de ressources et aux pratiques agricoles. De plus, les changements climatiques en cours et les modifications des régimes thermiques et hydrologiques qui leur sont associés, la fragmentation de l'habitat, l'introgession par la truite arc-en-ciel non indigène, et les pêches menacent l'espèce. L'impact potentiel de l'omble de fontaine envahissant est une préoccupation.

Répartition

Alberta

Historique du statut

Espèce désignée « en voie de disparition » en mai 2014.



COSEPAC Résumé

Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*

Populations de la rivière Athabasca

Description et importance de l'espèce sauvage

La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) est un salmonidé reconnaissable à son corps argenté couvert de taches noires et à sa bande horizontale rose. Au Canada, la truite arc-en-ciel est une espèce indigène principalement des bassins hydrographiques de l'ouest du continent. Seuls trois bassins hydrographiques à l'est de la ligne continentale de partage des eaux servent d'habitat à des populations indigènes de truites arc-en-ciel : ceux de la rivière de la Paix, de la rivière Liard et de la rivière Athabasca. Le présent rapport porte sur les populations de la rivière Athabasca (ci-après appelés « truite arc-en-ciel de l'Athabasca »). La truite arc-en-ciel de l'Athabasca n'est pas considérée comme une sous-espèce distincte, mais elle répond aux critères d'une unité désignable unique.

Répartition

Les populations de truites arc-en-ciel sont indigènes du nord-est de la Sibérie et de l'ouest de l'Amérique du Nord. L'espèce est un poisson de sport et de consommation prisé, de sorte qu'elle est couramment élevée en éclosion et maintenant introduite par ensemencement dans de nombreux plans d'eau de la planète. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca se rencontre dans toutes les eaux d'amont du réseau hydrographique de l'Athabasca et dans ses principaux affluents dans l'ouest de l'Alberta. En général, son profil de répartition est largement tributaire de la température de l'eau. Ce poisson est commun dans les ruisseaux situés entre 900 et 1 500 m au-dessus du niveau de la mer.

Habitat

Les populations indigènes de truites arc-en-ciel sont présentes principalement dans les petits ruisseaux froids qui forment les eaux d'amont du bassin hydrographique de l'Athabasca. L'espèce fraye au printemps dans les ruisseaux caractérisés par un substrat de gravier fin (exempt de limon et d'argile) et par un débit modéré. En hiver, la truite arc-en-ciel de l'Athabasca s'installe généralement dans les mouilles les plus

vastes et les plus profondes du tronçon de ruisseau qu'elle occupe. Par conséquent, la connectivité de l'habitat joue un rôle important dans la survie de l'espèce. La zone d'occurrence totale est estimée à 24 450 km², et l'indice de zone d'occupation, à 2 560 km².

Biologie

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca diffère des populations de truites arc-en-ciel introduites en Alberta. Par exemple, elle pond ses œufs plus tard au printemps, grossit plus lentement et est plus petite à la maturité. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca est particulièrement bien adaptée aux petits ruisseaux d'amont froids et peu productifs (dont sont largement absents les espèces concurrentes et les prédateurs), de sorte qu'elle présente un rythme de croissance lent. Le régime alimentaire varie selon le stade du cycle vital, mais il se compose principalement d'insectes aquatiques et terrestres. Dans les cours d'eau abritant des populations d'ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) naturalisées, cette espèce et la truite arc-en-ciel se disputent la même nourriture et le même espace.

Taille et tendances des populations

L'abondance totale des populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca demeure inconnue. Cependant, plusieurs ruisseaux du bassin hydrographique de l'Athabasca ont fait l'objet d'une estimation d'effectif. Parmi les ruisseaux soumis à un échantillonnage, 54 % présentaient une récente diminution de l'effectif de la population de truites arc-en-ciel. La méta-analyse des tendances au chapitre de l'abondance révèle un déclin de 96,5 % sur une période de 15 ans (trois générations).

Menaces et facteurs limitatifs

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca est menacée par plusieurs facteurs anthropiques, dont les impacts des espèces envahissantes, l'introgression avec des espèces introduites par ensemencement et les effluents industriels. L'aménagement industriel, les activités récréatives ainsi que les effluents de l'exploitation agricole et forestière doivent aussi être ajoutés à cette liste. La variabilité et le changement climatiques représentent également des menaces : ils altèrent les régimes thermiques, font fluctuer les niveaux d'eau et modifient les paramètres temporels des apports en eau. De plus, la réduction progressive des volumes d'eau glaciaire sur plusieurs saisons successives a des effets sur les débits à la fin de l'été.

Protection, statuts et classements

La truite arc-en-ciel s'est vu attribuer la cote de conservation *Non en péril* (G5) à l'échelle mondiale et un classement national équivalent (*Non en péril* – N5) au Canada et aux États-Unis. Cependant, le gouvernement de l'Alberta considère les populations de l'Athabasca comme une souche indigène unique *potentiellement en péril*. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca est gérée en vertu des *Sportfishing Regulations* de l'Alberta pour les versants est (unité ES3), et toutes les populations indigènes de truites arc-en-ciel font l'objet d'une pêche avec remise à l'eau obligatoire.

Protection ou propriété de l'habitat

Les eaux occupées par la truite arc-en-ciel de l'Athabasca sont en grande partie de compétence provinciale, et elles sont gérées par la Direction de la gestion des pêches (Fisheries Management Branch) de l'Alberta. Les aires de nature sauvage Willmore et Whitehorse renferment également des cours d'eau peuplés par la truite arc-en-ciel. Ces parcs sont assujettis à des dispositions législatives provinciales spéciales destinées à assurer un habitat sûr à l'espèce, mais la pêche à la ligne y est permise. Une petite partie de la superficie occupée par l'espèce, soit jusqu'à 10 %, se trouve dans les limites du parc national Jasper et relève du gouvernement fédéral.

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Oncorhynchus mykiss
Truite arc-en-ciel
Populations de la rivière Athabasca

Rainbow Trout

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Alberta

Données démographiques

Durée d'une génération	Environ 5 ans
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Oui
Pourcentage estimé du déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Inconnu
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix dernières années ou trois dernières générations].	Inconnu
Pourcentage prévu de réduction du nombre total d'individus matures au cours des trois prochaines générations.	44,4 %
Pourcentage de réduction du nombre total d'individus matures au cours de toute période de trois générations commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	96,5 %
Est-ce que les causes du déclin sont clairement réversibles et comprises et ont effectivement cessé?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	24 450 km ²
Indice de zone d'occupation (IZO)	2 560 km ²
La population est-elle gravement fragmentée?	Non
Nombre de localités*	> 10
Y a-t-il un déclin continu observé de la zone d'occurrence?	Oui
Y a-t-il un déclin continu observé de l'indice de zone d'occupation?	Oui
Y a-t-il un déclin continu observé du nombre de populations?	Oui
Y a-t-il un déclin continu observé du nombre de localités*?	Oui
Y a-t-il un déclin continu observé de [la superficie, l'étendue ou la qualité de] l'habitat?	Oui
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il des fluctuations extrêmes de l'indice de zone d'occupation?	Non

Voir « Définitions et abréviations » sur le site Web du [COSEPAC](#) et de l'[IUCN 2010](#) (en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Nombre d'individus matures (dans chaque population)

Population	Nombre d'individus matures
Truite arc-en-ciel (populations de la rivière Athabasca)	Inconnu

Analyse quantitative

La probabilité de disparition de l'espèce à l'état sauvage est d'au moins [20 % d'ici 20 ans ou 5 générations, ou 10 % d'ici 100 ans].	Inconnu
--	---------

Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou leur habitat)

L'espèce est menacée par plusieurs facteurs anthropiques : impacts des espèces envahissantes, introgression avec des espèces introduites par ensemencement et effluents industriels. À cette liste s'ajoutent également l'aménagement industriel, les effluents de l'agriculture et de l'exploitation forestière ainsi que les activités récréatives. La variabilité et les changements climatiques représentent également des menaces : ils altèrent les régimes thermiques, font fluctuer les niveaux d'eau et modifient les paramètres temporels des apports en eau. De plus, la réduction progressive des volumes d'eau de fonte glaciaire a des incidences sur les débits à la fin de l'été.

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

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

Nature délicate de l'information sur l'espèce

L'information concernant l'espèce est-elle de nature délicate?	Non
--	-----

Historique du statut

COSEPAC : Désignée comme « en voie de disparition » en mai 2014

Statut et justification de la désignation

Statut	Code alphanumérique
Espèce en voie de disparition	A4bce
Justification de la désignation Ce poisson est un résident obligatoire des eaux vives claires et froides du bassin hydrographique du cours supérieur de la rivière Athabasca, en Alberta. Un échantillonnage quantitatif au cours des deux dernières décennies démontre que la majorité des sites connaissent un déclin en matière d'abondance, soit un déclin estimé à plus de 90 % sur trois générations (15 ans). Les menaces sont évaluées comme étant graves à cause de la dégradation de l'habitat associée à l'extraction de ressources et aux pratiques agricoles. De plus, les changements climatiques en cours et les modifications des régimes thermiques et hydrologiques qui leur sont associés, la fragmentation de l'habitat, l'introgression par la truite arc-en-ciel non indigène, et les pêches menacent l'espèce. L'impact potentiel de l'omble de fontaine envahissant est une préoccupation.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures)
Correspond au critère de la catégorie des espèces en voie de disparition, A4bce. Réduction estimée du nombre d'individus matures de plus de 90 % sur trois générations, altération de la qualité de l'habitat et introgression causée par des individus non indigènes de la même espèce.

Critère B (petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Sans objet.
Sans objet. L'aire de répartition n'est pas petite.

Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Sans objet.
Sans objet. L'effectif de la population n'est pas faible.

Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Sans objet.
Sans objet. L'effectif de la population n'est pas faible.

Critère E (analyse quantitative)
Sans objet. Les données accessibles ne permettent pas de calculer la probabilité de disparition.



HISTORIQUE DU COSEPAC

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

MANDAT DU COSEPAC

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

COMPOSITION DU COSEPAC

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

DÉFINITIONS (2014)

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

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

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

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

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

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



Environnement
Canada

Environment
Canada

Service canadien
de la faune

Canadian Wildlife
Service

Canada

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

Rapport de situation du COSEPAC

sur la

Truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*

Populations de la rivière Athabasca

au Canada

2014

TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE.....	6
Nom et classification.....	6
Description morphologique.....	7
Structure spatiale et variabilité des populations	8
Unités désignables	12
Importance de l'espèce	14
RÉPARTITION	14
Aire de répartition mondiale.....	14
Aire de répartition canadienne.....	15
Zone d'occurrence et zone d'occupation	21
Activités de recherche	23
HABITAT	23
Besoins en matière d'habitat	23
Tendances en matière d'habitat	27
BIOLOGIE	28
Cycle vital et reproduction	28
Physiologie et adaptabilité	32
Déplacements et dispersion	32
Relations interspécifiques.....	32
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS.....	34
Activités et méthodes d'échantillonnage.....	34
Abondance	37
Fluctuations et tendances.....	41
Immigration de source externe	46
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS	47
Introgression par des poissons d'écloserie et concurrence avec des espèces non indigènes	48
Pollution industrielle et agricole	49
Changement climatique et autres facteurs naturels	50
Fragmentation de l'habitat et extraction de ressources	51
Nombre de localités.....	53
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS	53
Statuts et protection juridiques	53
Statuts et classements non juridiques	54
Protection et propriété de l'habitat.....	54

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS	55
SOURCES D'INFORMATION	55
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU OU DES RÉDACTEURS	59
COLLECTIONS EXAMINÉES	59

Liste des figures

Figure 1. Truite arc-en-ciel adulte. Illustration de Karl Geist (reproduction autorisée). ...	7
Figure 2. Distribution des haplotypes des clades A et B selon la méthode RFLP chez la truite arc-en-ciel : (a) en Colombie-Britannique; (b) dans des secteurs adjacents du Pacifique Nord. La taille du graphique circulaire est proportionnelle au nombre d'échantillons prélevés. Source : McCusker <i>et al.</i> (2000).	10
Figure 3. Répartition de la truite arc-en-ciel (populations de la rivière Athabasca) et principales rivières du bassin hydrographique de l'Athabasca. Les points sont le résultat d'un rapport d'échantillonnage des cours d'eau où la truite arc-en-ciel était présente. Source : FWMIS (2012).....	16
Figure 4. Stations d'échantillonnage utilisées à des fins d'analyse génétique pour déterminer le degré d'introggression par des poissons d'écloserie. Les points représentent les lieux d'échantillonnage où une analyse génétique a été réalisée pour calculer le coefficient de mélange (Q_i). Les spécimens indigènes génétiquement « purs » sont ceux dont la valeur Q_i est supérieure à 0,95. La diminution des valeurs Q_i correspond à une augmentation du nombre d'allèles non indigènes. Source : Taylor et Yau (2013).	19
Figure 5. Volume moyen des grandes mouilles servant de lieux d'hivernage. Source : Sterling et Cox (2013).	26
Figure 6. Différences dans la distribution des longueurs entre les populations résidentes des ruisseaux et les populations migratrices des rivières. Proportion de poissons prélevés par intervalle de longueur de 10 mm dans le bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks (barres grises) et dans le bras principal des rivières Berland et Athabasca (barres noires). Les dénombrements effectués dans le bras principal des rivières ont été décalés horizontalement vers la droite pour faciliter la lecture. Source : FWMIS (2012).	30
Figure 7. Rapport entre la densité des truites arc-en-ciel de l'Athabasca et les captures par unité de surface au premier passage ($R^2 = 0,9735$) ou les captures par unité d'effort au premier passage ($R^2 = 0,6803$). Source : Sterling <i>et al.</i> (2012).	35

Figure 8.	Série chronologique de données sur les captures par unité de surface (pêche électrique au premier passage) pour cinq ruisseaux de référence du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks. L'axe des ordonnées (y) est tracé sur une échelle logarithmique, et les étiquettes de l'axe ont été transformées à des fins d'interprétation. Les lignes solides et les traits discontinus correspondent aux densités de référence de 50 poissons·0,1 ha ⁻¹ et de 30 poissons·0,1 ha ⁻¹ respectivement. Source : FWMIS (2012).	39
Figure 9(a-b).	Variation des captures par unité de surface avec le temps (les barres d'erreur correspondent à un écart-type de 1) dans les affluents du bassin hydrographique de l'Athabasca. Les chiffres apparaissant sous le nom des affluents sont des numéros d'identification. Source : FWMIS (2012).	43
Figure 10.	Distribution de fréquences du taux annuel de variation (%) dans les ruisseaux ayant servi à l'analyse des tendances.	44
Figure 11.	Rapport entre : (a) le taux annuel de variation (%) et (b) le taux de variation sur trois générations (%), selon les captures par unité de surface de la première année de données.	44
Figure 12.	Distribution des probabilités relatives au taux estimatif de variation chez la truite arc-en-ciel de l'Athabasca : (a) sur 15 années comprenant des périodes passées et des périodes futures; (b) sur les 15 prochaines années. Les pointillés, les lignes en tirets et les lignes solides correspondent à des seuils de -30 %, de -50 % et de -70 % respectivement.	45
Figure 13.	Concentrations de sélénium (Se) dans les muscles et dans les œufs chez la truite arc-en-ciel (symboles vides; $r = 0,864$; $p = 0,012$) et l'omble de fontaine (symboles pleins; $r = 0,954$; $p < 0,01$). Données recueillies dans des stations d'échantillonnage exposées au Se et dans des stations d'échantillonnage de référence du sud-est de l'Alberta, au Canada. Chaque symbole représente les données tirées des tissus d'une femelle. Source : Holm <i>et al.</i> (2005).	50

Liste des tableaux

Tableau 1.	Dissection hiérarchique des variations entre des échantillons classés par groupes géographiques au moyen d'une analyse de variance moléculaire pour évaluer la fréquence des allèles de 10 loci microsatellites chez des truites arc-en-ciel prélevées dans le secteur de la rivière Athabasca. Les groupes de l'est sont issus du Columbia et d'autres bassins hydrographiques situés plus à l'est, et ceux de l'ouest, du Fraser et de l'archipel Haida Gwaii. V_{bg} = pourcentage de variation entre groupes, V_{ap} = variation entre populations au sein d'un même groupe, V_{wp} = variation au sein d'une même population. $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (**), $P < 0,001$ (***) . Source : Taylor <i>et al.</i> (2007).	11
Tableau 2.	Profil général de répartition de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca selon l'altitude (mètres au-dessus du niveau de la mer). Source : FWMIS (2012).	17

Tableau 3.	Habitat occupé dans l'ensemble des ruisseaux du bassin hydrographique de l'Athabasca (classement selon l'ordre de Strahler). Source : FWMIS (2012).	21
Tableau 4.	Habitat occupé par bassin hydrographique de troisième ordre. Source : FWMIS (2012).	22
Tableau 5.	Caractéristiques physiques liées à la présence de la truite arc-en-ciel dans les ruisseaux des contreforts du bassin hydrographique de l'Athabasca*. Source : R.L. & L. Environmental Services Ltd. (1996).	24
Tableau 6.	Résumé de l'habitat essentiel de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca à chaque stade du cycle vital. Source : Sterling (données inédites); Sterling, 1986, 1992; Bjornn et Reiser, 1991.	24
Tableau 7.	Maturité sexuelle et sex-ratio chez 10 classes d'âge de truites arc-en-ciel dans le bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks (1973-1985). Adapté de Sterling (1990).	29
Tableau 8.	Pourcentage de ruisseaux de chaque catégorie de risque par affluent. Source : Rasmussen et Taylor (2009). Les ruisseaux de catégorie de risque faible, modéré et élevé abritent respectivement plus de 50 poissons·0,1 ha ⁻¹ , de 30 à 50 poissons·0,1 ha ⁻¹ et moins de 30 poissons·0,1 ha ⁻¹	40
Tableau 9.	Tendances du coefficient de mélange (Q_i) observées dans le temps dans des stations d'échantillonnage jumelées du bras principal de la rivière Athabasca. Les stations d'échantillonnage étaient considérées comme jumelées si elles étaient situées à moins de 10 km de distance l'une de l'autre. Source : Taylor et Yau (2013).	46
Tableau 10.	Activités humaines susceptibles de dégrader l'habitat essentiel de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. La séquence des effets de chaque activité est présentée, de même que les liens possibles avec les fonctions biophysiques, les caractéristiques et les attributs de l'habitat essentiel. Source : Sterling (données inédites).	47

Liste des annexes

Annexe 1.	Densité de la population de truites arc-en-ciel (n^{bre} de poissons·0,1ha ⁻¹) mesurée par recensement (pêche électrique à un seul passage) dans les ruisseaux du réseau hydrographique de la haute Athabasca et évaluation du risque fondé sur la densité et les pratiques localisées d'utilisation du sol. Source : Rasmussen et Taylor (2009).	60
Annexe 2.	Pseudocode employé pour le calcul du taux de variation de l'abondance dans l'ensemble des ruisseaux	63
Annexe 3.	Tableau d'évaluation des menaces	64

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

Nom et classification

Phylum : Chordés

Classe : Actinoptérygiens

Ordre : Salmoniformes

Famille : Salmonidés

Genre : *Oncorhynchus*

Espèce : *O. mykiss*

Nom commun français : Truite arc-en-ciel

Nom commun anglais : Rainbow Trout

Noms autochtones (Cris des plaines et Cris des bois) : *Kinasoo, namikos*

La truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) appartient à la famille des salmonidés. L'espèce était autrefois associée au genre *Salmo*, en raison de ses similitudes morphologiques avec la truite de mer (*Salmo trutta*) et le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*). Cependant, des études génétiques révèlent qu'elle se rapproche davantage sur le plan génétique du saumon du Pacifique, qui appartient au genre *Oncorhynchus* (Stearley et Smith, 1993). Par conséquent, la truite arc-en-ciel est aujourd'hui classée sous ce genre. En Amérique du Nord, les truites arc-en-ciel indigènes peuvent être des populations dulçaquicoles résidentes ou des populations anadromes.

Outre trois bassins hydrographiques situés à l'est de la ligne continentale de partage des eaux (ceux de la rivière de la Paix, de la rivière Liard et de la rivière Athabasca), la truite arc-en-ciel est présente dans de nombreux réseaux hydrographiques de la côte ouest de l'Amérique du Nord. Il existe jusqu'à quatre sous-espèces reconnues de truites arc-en-ciel. Les plus répandues sont l'*O. m. gairdneri* et l'*O. m. irideus*; elles se rencontrent toutes deux dans l'ouest de l'Amérique du Nord, principalement à l'ouest de la ligne continentale de partage des eaux (Behnke, 1992). Certains auteurs ont déjà considéré les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca comme une sous-espèce distincte, en raison de différences sur le plan de la morphologie et des alloenzymes (Behnke, 1992; Carl *et al.*, 1994). Les particularités génétiques qui différencient l'*O. m. gairdneri* de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca étaient alors inconnues, et diverses hypothèses ont été formulées pour décrire la recolonisation des plans d'eau après les glaciations (McCusker *et al.*, 2000a; McPhail, 2007). Cependant, des analyses génétiques récentes sont venues confirmer que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca n'est pas une sous-espèce distincte (McCusker *et al.*, 2000a; Taylor *et al.*, 2007).

Si la truite arc-en-ciel de l'Athabasca n'est pas considérée comme une sous-espèce distincte, les populations forment néanmoins un « écotype » particulier. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca a fait l'objet de nombreuses études, et on sait qu'elle est particulièrement bien adaptée aux eaux froides et peu productives des ruisseaux d'amont (où il y a peu de concurrence et de prédation). Ces caractéristiques du milieu ambiant ont donné lieu à plusieurs différences sur le plan de la morphologie, de la biologie et de l'occupation de l'habitat qui démarquent la truite arc-en-ciel de l'Athabasca des autres populations de truites arc-en-ciel (celles des versants ouest, par exemple).

Description morphologique

Comme le décrivent en détail Nelson et Paetz (1992), la truite arc-en-ciel du bassin hydrographique de l'Athabasca présente une morphologie atypique qui la distingue des autres populations de truites arc-en-ciel. Plusieurs de ses caractéristiques phénotypiques sont absentes chez les populations d'autres localités. Le plus gros spécimen indigène connu de truite arc-en-ciel de l'Athabasca est un mâle âgé d'au moins 5 ans (58,8 cm et 2,86 kg) qui a été introduit par ensemencement en milieu isolé dans un lac de kettle assaini (source du ruisseau Wampus) alors qu'il n'était qu'un jeune de l'année de 30 mm. En général, toutefois, la truite arc-en-ciel de l'Athabasca atteint une taille maximale de moins de 50 cm ou un poids maximal de 1,25 kg (Sterling, comm. pers., 2012). Comme d'autres truites arc-en-ciel, celle de l'Athabasca a le dos argenté et est couverte de taches noires qui s'étendent jusqu'aux nageoires et aux flancs (figure 1). Le milieu de la surface latérale est également traversé d'une bande horizontale rose dont la couleur gagne en intensité avec la maturation. Des rayons de taches noires parcourent la nageoire dorsale, la nageoire caudale et la nageoire adipeuse. Les autres nageoires ne présentent que quelques taches.



Figure 1. Truite arc-en-ciel adulte. Illustration de Karl Geist (reproduction autorisée).

Les jeunes truites arc-en-ciel possèdent de 8 à 12 « marques de tacon » de forme ovale sur les flancs. Contrairement aux populations de truites arc-en-ciel d'autres réseaux hydrographiques, celles de l'Athabasca vivent principalement dans de petits ruisseaux d'amont aux eaux froides et au substrat de gravier, de rochers et de galets, et elles conservent souvent leurs marques de tacon tout au long de leur vie. Ces marques (homochromie) seraient une adaptation qui leur permettrait d'échapper aux prédateurs dans cet habitat (Sterling, comm. pers., 2012).

En général, la truite arc-en-ciel de l'Athabasca a plusieurs traits physiques en commun avec l'*O. m. gairdneri* des régions intérieures (Behnke, 1992). Elle partage aussi de nombreuses caractéristiques physiques avec la truite fardée versant de l'ouest (*O. clarkii lewisii*), et les deux espèces sont souvent prises l'une pour l'autre. La truite arc-en-ciel adulte est dépourvue de rayures rouges sous la gorge et les dents basibranchiales, et ses écailles sont plus grandes que celles de la truite fardée versant de l'ouest. Cette dernière espèce est indigène des rivières Bow et Saskatchewan Sud, mais elle a été introduite dans l'aire de répartition naturelle de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca (Nelson et Paetz, 1992).

Structure spatiale et variabilité des populations

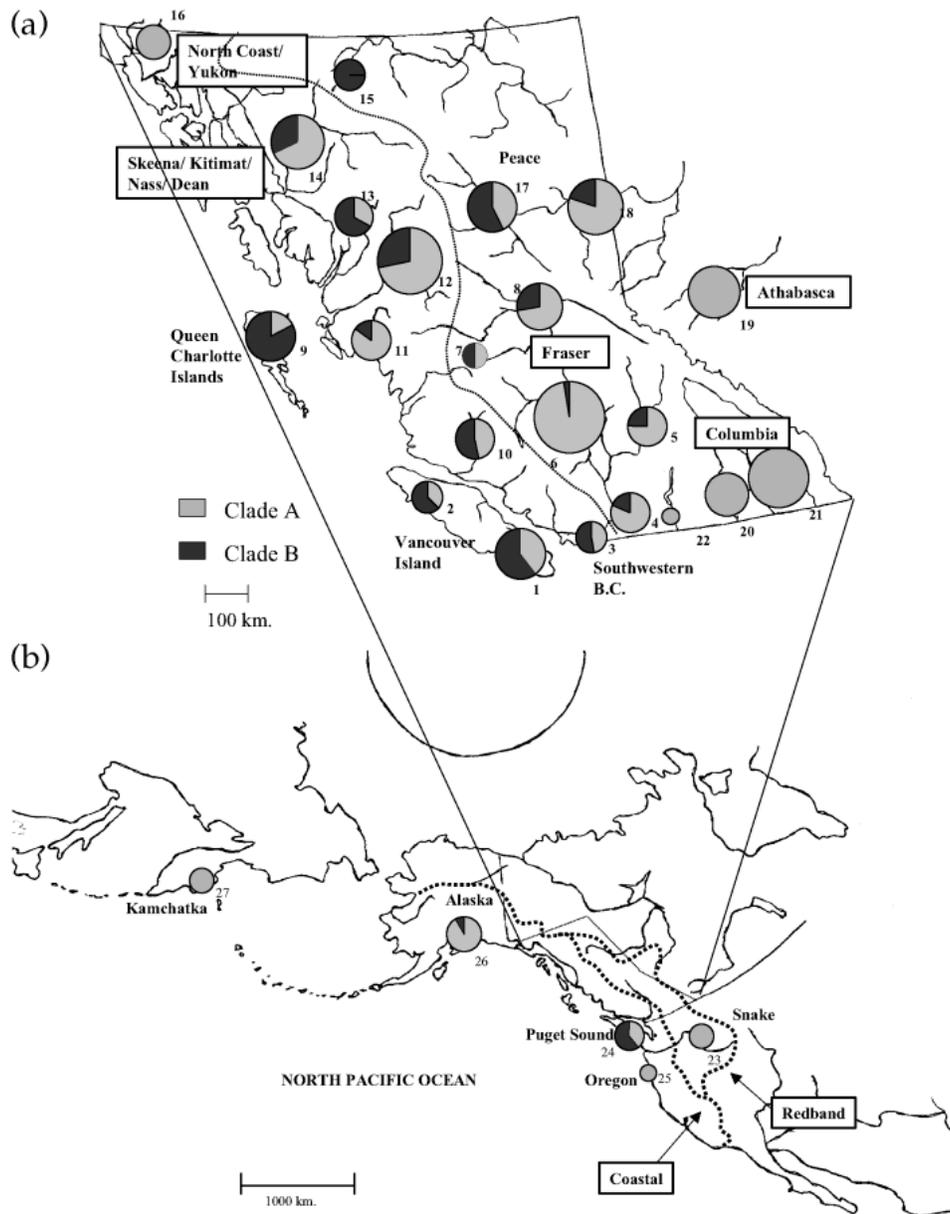
La ligne continentale de partage des eaux sépare la truite arc-en-ciel de l'Athabasca des autres espèces de truites arc-en-ciel indigènes d'Amérique du Nord. Les populations de truites arc-en-ciel sont donc très isolées sur le plan démographique. À l'est de la ligne de partage des eaux, les populations indigènes sont présentes dans trois bassins hydrographiques séparés les uns des autres (ceux de la rivière Athabasca, de la rivière de la Paix et de la rivière Liard), ce qui empêche tout déplacement des poissons d'un bassin hydrographique à l'autre.

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca a d'abord été classée *Salmo irideus* par des employés du chemin de fer Grand Trunk Pacific en 1910. Elle était considérée comme une population distincte en raison de ses particularités morphologiques (Nelson et Paetz, 1992). Carl *et al.* (1994) ont examiné plusieurs loci d'alloenzymes de la truite arc-en-ciel (n = 174) du bassin hydrographique de l'Athabasca (ruisseau Wampus) et de truites arc-en-ciel résidentes et anadromes de deux bassins hydrographiques voisins, celui du Fraser et celui du Columbia. Le ruisseau Wampus est un affluent d'amont de la rivière McLeod, qui se jette dans la rivière Athabasca. Leur analyse a révélé l'existence de deux grands groupes : les populations intérieures et les populations côtières, toutes deux génétiquement distinctes de celles de la rivière Athabasca. Selon Carl *et al.* (1994), les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca seraient une relique de l'époque préglaciaire qui s'est séparée des populations vivant à l'ouest de la ligne continentale de partage des eaux et qui demeure isolée sur le plan de la reproduction depuis plus de 64 000 ans. De son côté, Behnke (1992) a exploré l'hypothèse voulant que les populations de la rivière Athabasca soient issues de l'*O. m. gairdneri* en raison de leurs caractéristiques morphologiques, de leurs alloenzymes et du nombre de leurs chromosomes. Selon cette hypothèse, ces poissons auraient quitté un refuge glaciaire du bas Columbia après la glaciation pour

envahir le fleuve Fraser, à la suite de quoi ils auraient traversé le col Yellowhead pour gagner la rivière Athabasca.

Plus récemment, McCusker *et al.* (2000a) ont procédé à des examens de l'ADN mitochondrial (ADNmt) en utilisant la technique du polymorphisme de longueur des fragments de restriction (RFLP) pour déterminer le caractère phylogénique distinct de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. Ils ont prélevé des poissons de trois ruisseaux ($n = 15$) du bassin hydrographique de l'Athabasca (les ruisseaux Wampus, Cabin et Halpenny) et de plusieurs autres bassins hydrographiques de Colombie-Britannique. Deux clades ont ainsi été identifiés : le clade A était présent dans tous les bassins hydrographiques (sauf celui de la haute Liard), tandis que le clade B était confiné principalement aux bassins hydrographiques côtiers (et absent du Columbia, de la Snake et de l'Athabasca). McCusker *et al.* (2000a) ont découvert que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca ne présentait aucune diversité haplotypique, ce qui indique que les haplotypes de ces truites sont génétiquement identiques à ceux des poissons présents dans le haut Fraser, qui est situé à proximité (figure 2). Ce constat donne à penser que la truite arc-en-ciel a recolonisé la rivière Athabasca à la fin de la dernière glaciation (il y a environ 10 000 ans) en passant par les eaux d'amont du haut Fraser plutôt que d'avoir survécu dans un refuge glaciaire de la région de l'Athabasca. En outre, McCusker *et al.* (2000a) ont découvert que plusieurs des allèles qui distinguaient la truite arc-en-ciel du ruisseau Wampus des autres populations (comme en font état Carl *et al.*, 1994) se retrouvaient également chez la truite fardée (*O. clarkii*) du fjord Puget Sound. Il est ainsi permis de supposer que les particularités génétiques observées par Carl *et al.* (1994) sont le résultat d'une hybridation avec des truites fardées introduites.

Taylor *et al.* (2007) ont réalisé des épreuves biologiques sur la truite arc-en-ciel du bassin hydrographique de l'Athabasca et sur d'autres populations de truites arc-en-ciel de Colombie-Britannique. Ils ont examiné les variations de 10 loci microsatellites pour évaluer le degré de spécificité évolutive des populations de l'Athabasca. Les résultats de ces travaux donnent à penser que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est génétiquement semblable aux populations avoisinantes du Fraser. Ces observations viennent corroborer l'hypothèse voulant que la truite arc-en-ciel ait quitté le fleuve Fraser pour recoloniser la rivière Athabasca après la dernière glaciation. L'indice de fixation (F_{ST}) mesure les variations génétiques entre populations. Taylor *et al.* (2007) ont observé un niveau élevé de subdivision parmi les populations sauvages du bassin hydrographique de l'Athabasca ($F_{ST} = 0,30$; intervalle de confiance de 95 %, 0,26-0,35). Ils ont découvert que la valeur F_{ST} chez la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est plus élevée que celle de 0,18 obtenue pour les populations sauvages de truites arc-en-ciel du bassin hydrographique des lacs Arrow, dans l'est de la Colombie-Britannique, et légèrement inférieure à celle de 0,39 obtenue lors d'un relevé plus large des populations de truites arc-en-ciel dans toute la Colombie-Britannique. Ces estimations F_{ST} relativement semblables obtenues dans diverses localités donnent à croire que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca présente à peu près le même degré de variation génétique que les autres populations de truites arc-en-ciel.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

North Coast/Yukon = Côte nord/Yukon
 Skeena/Kitimat/Nass/Dean = Skeena/Kitimat/Nass/Dean
 Peace = Paix
 Athabasca = Athabasca
 Queen Charlotte Islands = Archipel Haida Gwaii
 Fraser = Fraser
 Columbia = Columbia
 Vancouver Island = Île de Vancouver
 Southwestern B.C. = Sud-ouest de la C.-B.
 Clade A = Clade A
 Clade B = Clade B

100 km. = 100 km
 Kamchatka = Kamchatka
 Alaska = Alaska
 Puget Sound = Puget Sound
 Snake = Snake
 Oregon = Oregon
 Redband = *O. m. gairdneri*
 Coastal = *O. m. irideus*
 NORTH PACIFIC OCEAN = Océan Pacifique Nord
 1000 km. = 1 000 km

Figure 2. Distribution des haplotypes des clades A et B selon la méthode RFLP chez la truite arc-en-ciel : (a) en Colombie-Britannique; (b) dans des secteurs adjacents du Pacifique Nord. La taille du graphique circulaire est proportionnelle au nombre d'échantillons prélevés. Source : McCusker *et al.* (2000).

Pour expliquer la variation des valeurs F_{ST} chez les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca, il était souhaitable de grouper les populations en fonction des bassins hydrographiques contemporains. Taylor *et al.* (2007) ont découvert que les variations observées dans la fréquence des allèles étaient davantage associées aux réseaux hydrographiques contemporains (29,3 %) qu'à une distinction entre poissons de l'Athabasca et de l'extérieur de l'Athabasca (12,6 %) (tableau 1). Comme la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est isolée des autres populations depuis 10 000 ans et qu'elle occupe une zone biogéographique distincte, les chercheurs estiment qu'elle est particulièrement bien adaptée à son habitat. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca vit dans des ruisseaux d'amont aux eaux froides et peu productives (qui se caractérisent par une quasi-absence de concurrence et de prédation) et est thermiquement isolée des milieux plus productifs (Sterling, comm. pers., 2012). Ces caractéristiques du milieu ambiant sont à l'origine de plusieurs différences sur le plan de la morphologie, de la biologie et du profil d'occupation de l'habitat entre la truite arc-en-ciel de l'Athabasca et d'autres populations de truites arc-en-ciel.

Tableau 1. Dissection hiérarchique des variations entre des échantillons classés par groupes géographiques au moyen d'une analyse de variance moléculaire pour évaluer la fréquence des allèles de 10 loci microsattellites chez des truites arc-en-ciel prélevées dans le secteur de la rivière Athabasca. Les groupes de l'est sont issus du Columbia et d'autres bassins hydrographiques situés plus à l'est, et ceux de l'ouest, du Fraser et de l'archipel Haida Gwaii. V_{bg} = pourcentage de variation entre groupes, V_{ap} = variation entre populations au sein d'un même groupe, V_{wp} = variation au sein d'une même population. $P < 0,05$ (*), $P < 0,01$ (), $P < 0,001$ (***). Source : Taylor *et al.* (2007).**

Groupes	V_{bg}	V_{ap}	V_{wp}
1. Athabasca et autres cours d'eau	12,6**	21,7***	65,8***
2. Est et ouest	10,2*	23,9***	65,9***
3. Athabasca et Columbia/Fraser et archipel Haida Gwaii	13,8**	20,4***	65,9***
4. Athabasca et Columbia et Fraser et archipel Haida Gwaii	23,4***	13,6***	63,0***
5. Rivière Athabasca et rivière McLeod et rivières Berland/Wildhay	12,6***	11,5***	76,0***

Les résultats obtenus par McCusker *et al.* (2000a) et par Taylor *et al.* (2007) donnent à penser que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est d'origine postglaciaire et ne mérite pas une désignation taxinomique distincte. McCusker *et al.* (2000a) avaient évoqué la possibilité que la région de l'Athabasca ait servi de refuge pendant la dernière glaciation, mais des recherches génétiques plus récentes viennent corroborer l'hypothèse selon laquelle la truite arc-en-ciel a colonisé la rivière Athabasca à la fin de la dernière glaciation (il y a environ 10 000 ans) en passant par le haut Fraser (McCusker *et al.*, 2000a; Taylor *et al.*, 2007).

Unités désignables

La rivière Athabasca se trouve dans la zone biogéographique nationale d'eau douce (ZBNED) de l'Arctique de l'Ouest. À l'est de la ligne continentale de partage des eaux, la truite arc-en-ciel indigène n'est présente que dans trois bassins hydrographiques dont les eaux se déversent dans le Mackenzie (celui de la rivière Athabasca, celui de la rivière de la Paix et celui de la rivière Liard). La truite arc-en-ciel de l'Athabasca est considérée comme une unité désignable au sein de l'espèce *Oncorhynchus mykiss* et séparée des autres truites arc-en-ciel de la ZBNED de l'Arctique de l'Ouest, car elle satisfait aux critères d'une population « distincte » et « importante », selon les lignes directrices établies par le COSEPAC pour reconnaître les unités désignables (2009).

Bien que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca soit présente dans la même ZBNED que les poissons de la rivière Liard et de la rivière de la Paix, la rivière Athabasca forme un bassin hydrographique distinct qui ne communique jamais directement avec ces cours d'eau. L'absence de liens physiques entre ces rivières et la tendance des salmonidés tels que l'*O. mykiss* à retourner à leur lieu de naissance entraînent généralement une séparation nette et bien connue des unités de reproduction à de multiples échelles spatiales, dont celles de la rivière et de l'affluent. Cet isolement est évoqué dans les nombreuses études sur le caractère distinct des populations d'*O. mykiss*, y compris celles de la rivière Athabasca, au chapitre de la composition biochimique et de la génétique moléculaire (voir par exemple Hendry *et al.*, 2004; voir également l'annexe 2 de Hendry et Stearns, 2004, ainsi que Taylor *et al.*, 2007). Après une étude des variations de l'ADN mitochondrial (ADNmt) chez l'*O. mykiss* de la côte du Pacifique, McCusker *et al.* (2000a) ont démontré que les poissons de la rivière Athabasca (trois sites) appartenaient à une seule lignée d'ADNmt, alors que les spécimens prélevés dans la rivière de la Paix et la rivière Liard (13 sites) étaient issus de deux lignées. Les données de Taylor *et al.* (2007) sur l'ADN microsatellite ont clairement montré que les poissons de la rivière Athabasca étaient génétiquement distincts de ceux de tronçons adjacents du haut Fraser. Taylor *et al.* (2007) n'ont pas étudié les poissons de la rivière Liard et de la rivière de la Paix. Toutefois, comme ces données laissent fortement entrevoir que l'*O. mykiss* de l'Athabasca tire ses origines d'échanges postglaciaires avec le haut Fraser (voir également Behnke, 1992), il est raisonnable de penser que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca diverge encore davantage des populations de la rivière Liard et de la rivière de la Paix, dont les origines sont probablement distinctes de celles de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca (voir ci-dessous). Enfin, même si Behnke (1992) a laissé entendre que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca faisait partie du complexe *O. m. gairdneri* du haut Columbia/ Fraser, il a également précisé qu'elle s'en distinguait particulièrement par le nombre d'écaillés de sa ligne latérale, une caractéristique d'importance taxinomique et phylogéographique chez les poissons (voir les exemples présentés dans McPhail et Lindsey, 1970). En résumé, la structure des bassins hydrographiques et les caractéristiques du comportement, de la génétique moléculaire et de la morphologie de l'espèce démontrent que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca se distingue des autres truites arc-en-ciel de la même ZBNED ou de ZBNED adjacentes.

L'importance de ce caractère distinct tient à plusieurs aspects de la répartition et de la biologie de la truite arc-en-ciel. D'une part, bien que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca et les autres populations de truites arc-en-ciel de la ZBNED de l'Arctique de l'Ouest vivent toutes dans des bassins hydrographiques orientés vers l'est, la rivière Athabasca est la seule dont le *point d'origine* se trouve à l'est des Rocheuses (le champ de glace Columbia, dans le parc national Jasper). La Liard tire sa source dans la chaîne des Cassiars, et la rivière de la Paix, dans les chaînons Omineca. Ces deux rivières coulent dans le sillon des Rocheuses, puis traversent les Rocheuses d'ouest en est avant de se mêler aux eaux du fleuve Mackenzie, à l'est de la ligne continentale de partage des eaux. McCusker *et al.* (2000b) se sont servis des données sur l'ADNmt dont il a été question plus haut ainsi que de leur connaissance des déplacements postglaciaires entre bassins hydrographiques pour conclure que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca avait vraisemblablement des origines distinctes (échanges avec le haut Fraser) de celles des populations de la rivière Liard et probablement aussi de celles de la rivière de la Paix (échanges avec des rivières du versant du Pacifique, telles que la Stikine et la Skeena; voir également Behnke, 1992). Par conséquent, ces observations donnent à penser que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca a une origine biogéographique et une histoire distinctes de celles des populations d'autres secteurs de la ZBNED de l'Arctique de l'Ouest. D'autre part, comme il a déjà été mentionné, la truite arc-en-ciel de l'Athabasca peuple un bassin hydrographique distinctif qui correspond à la limite méridionale des trois bassins hydrographiques servant d'habitat à la truite arc-en-ciel dans l'Arctique de l'Ouest. Cette situation, cumulée au fait que la rivière Athabasca tire sa source à l'est de la ligne continentale de partage des eaux, indique que la présence de la truite arc-en-ciel dans la rivière Athabasca est inhabituelle du point de vue de l'espèce dans son ensemble (dont plus de 90 % de l'aire de répartition se trouve entièrement à l'ouest de la ligne de partage des eaux – voir la figure 13 dans Behnke, 1992).

Il n'existe pour l'instant aucune preuve directe permettant d'attester que cette répartition inhabituelle a donné lieu à des adaptations locales. Malgré tout, compte tenu du fait que les salmonidés, dont fait partie la truite arc-en-ciel, sont probablement l'ordre ayant fait l'objet de la documentation la plus étoffée sur les adaptations locales en tant que phénomène généralisé chez les poissons (examiné par Taylor, 1991; Fraser *et al.*, 2011; voir également COSEPAC, 2011, pour des exemples chez le saumon atlantique [*Salmo salar*]), il est raisonnable de supposer que cette répartition est associée dans une certaine mesure à une adaptation locale au milieu ambiant du bassin hydrographique de l'Athabasca. Par exemple, la petite taille à la maturité, un phénomène apparemment courant (Sterling, comm. pers., 2012) chez de nombreuses populations de la rivière Athabasca, pourrait constituer une adaptation au faible potentiel de croissance de nombreux ruisseaux de ce secteur. En outre, Taylor *et al.* (2007) ainsi que Taylor et Yau (2013) se sont servis de l'ADN microsatellite pour évaluer le degré d'introgession chez la truite arc-en-ciel indigène de l'Athabasca et les souches issues d'écloseries qui ont été introduites par ensemencement. L'absence générale d'introgession dans de nombreuses localités, en dépit de travaux d'ensemencement répétés, donne également à conclure que les populations indigènes

de truites arc-en-ciel de l'Athabasca présentent des caractéristiques adaptatives locales qui jouent un rôle important dans leur survie dans les eaux de la rivière Athabasca et que ces caractéristiques sont absentes chez les souches non indigènes introduites par empoissonnement. En résumé, la répartition géographique et l'origine distinctives de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, jumelées à une inférence d'adaptation locale connexe, satisfont au critère d'importance imposé par les lignes directrices du COSEPAC sur les unités désignables.

Importance de l'espèce

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca revêt une importance particulière du fait qu'il s'agit de l'une des seules populations indigènes de truites arc-en-ciel présentes à l'est de la ligne continentale de partage des eaux. Elle se rencontre dans la zone biogéographique de l'Arctique de l'Ouest et a occupé une place importante dans de nombreuses études sur la génétique, l'évolution et la biogéographie (Carl *et al.*, 1994; McCusker *et al.*, 2000a; Taylor *et al.*, 2007). Plus particulièrement, la truite arc-en-ciel de l'Athabasca a contribué à faire la lumière sur la recolonisation des bassins hydrographiques à l'est de la ligne continentale de partage des eaux après la dernière glaciation (McCusker *et al.*, 2000a; Taylor *et al.*, 2007).

Si la truite arc-en-ciel de l'Athabasca n'est pas une sous-espèce distincte, les chercheurs sont néanmoins d'avis qu'elle forme un « écotype » particulier, du fait qu'elle s'être vraisemblablement adaptée à son habitat. Les populations de la rivière Athabasca vivent dans des ruisseaux d'amont aux eaux froides et peu productives (où il y a peu de concurrence et de prédation). Ces caractéristiques ont donné lieu à plusieurs différences entre la truite arc-en-ciel de l'Athabasca et les autres populations de truites arc-en-ciel des bassins hydrographiques du Pacifique sur le plan de la morphologie, de la biologie et du profil d'occupation de l'habitat.

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca a toujours été et demeure une ressource importante pour les peuples autochtones de la région, comme le résume bien un rapport concernant les sources de connaissances traditionnelles autochtones sur l'espèce (COSEPAC, 2012). Cependant, ces connaissances traditionnelles autochtones ne fournissent pas l'information nécessaire à une désignation de statut.

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

La truite arc-en-ciel est une espèce endémique du nord-est de la Sibérie et de l'Amérique du Nord (McPhail, 2007). Les populations dulçaquicoles résidentes d'Amérique du Nord occupent des eaux allant de la rivière Kuskokwim, en Alaska, à la Basse-Californie. Ce territoire englobe les régions côtières et intérieures de la Colombie-Britannique, de l'État de Washington, de l'Oregon et du sud de la Californie ainsi que trois bassins hydrographiques coulant vers l'Arctique, à l'est de la ligne continentale de partage des eaux (Behnke, 1992; McPhail, 2007). La truite arc-en-ciel

peuple à la fois les lacs et les rivières. Certaines populations passent toute leur vie dans des ruisseaux d'eau douce, tandis que d'autres sont anadromes. En Amérique du Nord, les populations anadromes sont confinées à la côte ouest du continent. Elles ont également été établies dans les Grands Lacs de la région Laurentienne. En Asie, la truite arc-en-ciel indigène est présente dans le Kamchatka. Son aire de répartition s'étend au nord jusqu'à la mer de Béring et au sud jusqu'aux rivières se jetant dans la mer d'Okhotsk (McPhail, 2007).

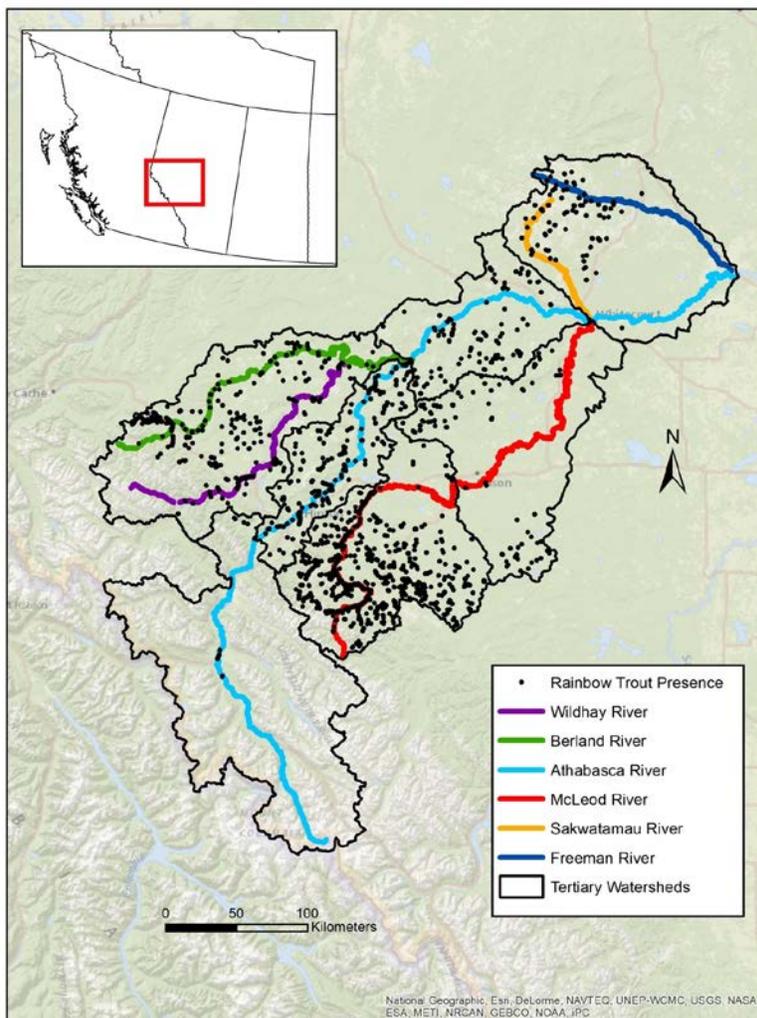
En raison de la popularité de l'espèce comme poisson de sport et de consommation, les truites arc-en-ciel issues d'écloseries sont introduites par ensemencement dans de nombreux lacs et cours d'eau, de telle sorte que l'espèce est maintenant présente sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique. La première écloserie déclarée de truites arc-en-ciel a été fondée dans le ruisseau San Leandro (un affluent de la baie de San Francisco) en 1870 (Halverson, 2010). Depuis les années 1950, la production commerciale a connu une croissance exponentielle, notamment en Europe et au Chili (FAO, 2012).

Aire de répartition canadienne

Les populations indigènes de truites arc-en-ciel sont présentes dans de nombreux bassins hydrographiques qui s'écoulent à l'ouest de la ligne continentale de partage des eaux, dans le centre de la Colombie-Britannique et au Yukon, pour aboutir à l'océan Pacifique. En Colombie-Britannique, les chercheurs ignorent à peu près tout de la répartition originale des populations dulçaquicoles résidentes, en raison de l'introduction souvent non consignée de l'espèce dans de nombreux cours d'eau (McPhail, 2007). Trois réseaux fluviaux coulant à l'est de la ligne continentale de partage des eaux (la rivière de la Paix, la rivière Liard et la rivière Athabasca) servent d'habitat à des populations indigènes de truites arc-en-ciel (Behnke, 1992; Nelson et Paetz, 1992). Ces trois rivières coulent vers le nord et suivent le fleuve Mackenzie pour se jeter dans l'océan Arctique. En Alberta, la truite arc-en-ciel indigène n'est présente que dans le bassin hydrographique de la haute Athabasca. En Colombie-Britannique, elle se rencontre dans les bassins hydrographiques du cours supérieur de la rivière de la Paix et de celui de la rivière Liard. McPhail (2007) mentionne que, selon certaines rumeurs persistantes, plusieurs populations du bassin hydrographique de la haute Liard (rivières Turnagain et Eagle) ne seraient pas indigènes et auraient été introduites illégalement. L'espèce est complètement absente des Territoires du Nord-Ouest (Cott, comm. pers., 2013). Au Yukon, il n'existe aucune mention de populations indigènes de truites arc-en-ciel dans le bassin hydrographique de la Liard (Barker, comm. pers., 2013).

En Alberta, les populations de truites arc-en-ciel sont disséminées dans les eaux d'amont du réseau hydrographique de l'Athabasca, ce qui comprend les affluents principaux, soit les rivières McLeod, Berland, Wildhay, Sakwatamau et Freeman (figure 3). Plus particulièrement, la truite arc-en-ciel indigène vit dans le bras principal de la rivière Athabasca (en aval des chutes Sunwapta), dans le cours inférieur des rivières Snaring, Maligne, Rocky et Snake Indian, en aval des principales chutes, ainsi

que dans la majeure partie du bassin hydrographique de la rivière Miette (Miller et Macdonald, 1949; Nelson et Paetz, 1992; Rasmussen et Taylor, 2009). La répartition actuelle de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est en étroite corrélation avec l'altitude : l'espèce est absente de la plupart des ruisseaux situés à moins de 850 m d'altitude et commune dans ceux de 900 à 1 500 m d'altitude (FWMIS, 2012; tableau 2). Dans le bassin hydrographique de la rivière Athabasca, les cours d'eau d'amont se trouvent en grande partie au-dessus de 1 500 m d'altitude, et c'est ce qui semble influencer sur la répartition de la truite arc-en-ciel, surtout dans le bassin hydrographique du ruisseau Solomon. En revanche, les cours d'eau d'aval se trouvent en grande partie à moins de 800 m d'altitude, et la répartition de l'espèce est y très restreinte et fragmentée.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Rainbow Trout Presence = Présence de la truite arc-en-ciel

Wildhay River = Rivière Wildhay

Berland River = Rivière Berland

Athabasca River = Rivière Athabasca

McLeod River = Rivière McLeod

Sakwatamau River = Rivière Sakwatamau

Freeman River = Rivière Freeman

Tertiary Watersheds = Bassins hydrographiques de troisième ordre

Kilometers = kilomètres

Figure 3. Répartition de la truite arc-en-ciel (populations de la rivière Athabasca) et principales rivières du bassin hydrographique de l'Athabasca. Les points sont le résultat d'un rapport d'échantillonnage des cours d'eau où la truite arc-en-ciel était présente. Source : FWMIS (2012).

Tableau 2. Profil général de répartition de la truite arc-en-ciel de l’Athabasca selon l’altitude (mètres au-dessus du niveau de la mer). Source : FWMIS (2012).

Plan d’eau	Commune	Rare	Absente
Rivière Athabasca			
Bras principal	> 850	< 800	
Rivière McLeod			
Bras principal	> 950	< 900	< 850
Ruisseau Wolf		> 950	< 950
Rivière Edson	> 1 000	< 950	< 900
Ruisseau Trout		> 950	< 900
Ruisseau Groat		> 950	< 900
Ruisseau Shiningbank		> 950	< 900
Ruisseau sans nom		> 850	< 850
Rivière Erith	> 1 000	> 950	< 950
Rivière Embarras	> 1 000	> 950	< 950
Rivière Berland			
Bras principal	> 950		
Rivière Freeman			
		> 950	< 950
Rivière Sakwatamau			
		> 950	< 950

En 1863, Walter Cheadle affirmait avoir capturé dans le bassin hydrographique de l'Athabasca (probablement près d'Edson) de petites truites (2 oz) ressemblant aux truites de rivière anglaises. Elles étaient tachetées de noir et avaient les côtés traversés d'une ligne rouge étroite (Nelson et Paetz, 1992). En 1910 et en 1911, les explorateurs et employés du chemin de fer Grand Truck Pacific ont fourni une description de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, précisant qu'elle était particulièrement abondante aux environs du parc national Jasper (Nelson et Paetz, 1992). Mayhood (1992) présente les résultats détaillés d'un examen des mentions historiques liées aux poissons de cette région. La première chronique de l'introduction de la truite arc-en-ciel par empoisonnement du bassin hydrographique de l'Athabasca date d'après l'achèvement du chemin de fer en 1917. Par conséquent, il est probable que ces deux mentions historiques décrivent une population indigène de truites arc-en-ciel.

Populations issues d'écloseries

Par le passé, des stocks non indigènes de truites arc-en-ciel ont été introduits par ensemencement dans le bassin hydrographique de l'Athabasca. Les premiers travaux d'empoisonnement consignés ont eu lieu en 1926. Les poissons élevés en écloserie provenaient d'une large gamme de sources de l'extérieur de l'Alberta, dont la Californie et le centre de la Colombie-Britannique (Taylor *et al.*, 2007). Un grand nombre de poissons ont alors été introduits dans le bras principal de la rivière Athabasca, à l'intérieur des limites du parc national Jasper, dans de nombreux ruisseaux du bassin hydrographique de la McLeod ainsi que dans plusieurs autres cours d'eau de la partie aval du bassin hydrographique (figure 4). Taylor *et al.* (2007) ainsi que Taylor et Yau (2013) ont réalisé des épreuves biologiques sur 72 populations du bassin hydrographique de la haute Athabasca pour déterminer le degré d'introgression génétique. Ils ont calculé un coefficient de mélange (Q_i) représentant la proportion du génome d'un poisson qui serait d'origine indigène. Des spécimens indigènes génétiquement « purs » (valeur Q_i supérieure à 0,95) ont été prélevés dans de nombreux cours d'eau ayant fait l'objet de travaux d'ensemencement par le passé. Cependant, dans plusieurs de ces ruisseaux, surtout dans le parc national Jasper, des allèles non indigènes ont été détectés (figure 4).

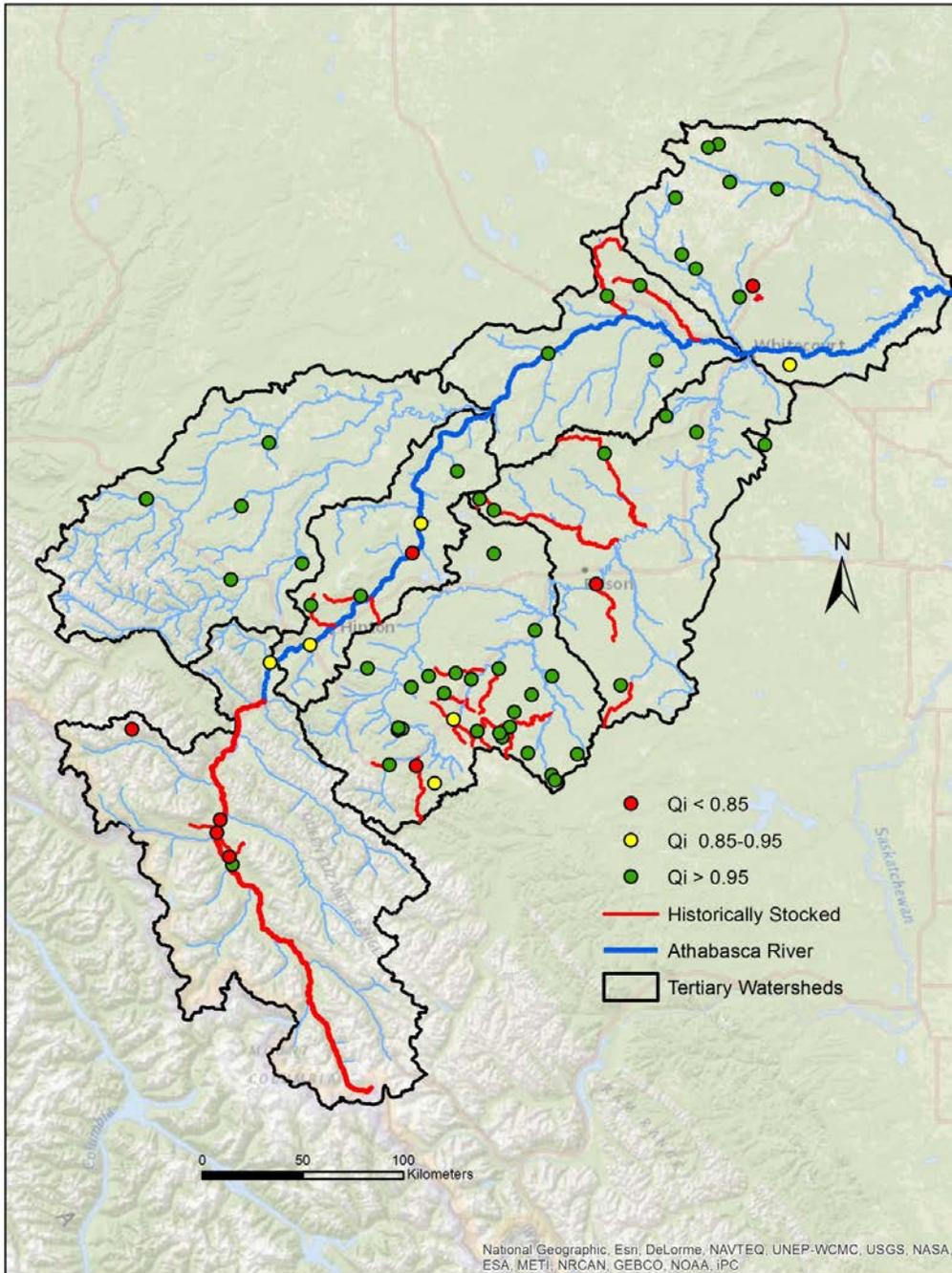


Figure 4. Stations d'échantillonnage utilisées à des fins d'analyse génétique pour déterminer le degré d'introgession par des poissons d'écloserie. Les points représentent les lieux d'échantillonnage où une analyse génétique a été réalisée pour calculer le coefficient de mélange (Q_i). Les spécimens indigènes génétiquement « purs » sont ceux dont la valeur Q_i est supérieure à 0,95. La diminution des valeurs Q_i correspond à une augmentation du nombre d'allèles non indigènes. Source : Taylor et Yau (2013).

Les résultats obtenus par Taylor et Yau (2013) donnent à penser qu'une bonne partie du génotype indigène a été perdue dans le parc national Jasper et peut-être également dans le bras principal de l'Athabasca jusqu'à la rivière Berland. Dans l'ensemble des cours d'eau du parc qui ont servi à l'échantillonnage (à l'exception du ruisseau Buffalo Prairie), les truites arc-en-ciel sauvages capturées présentent des niveaux élevés d'introgression par suite d'une hybridation avec des poissons d'écloserie. Dans une station d'échantillonnage du bras principal de l'Athabasca en amont de la rivière Maligne, Taylor et Yau ont prélevé des poissons d'écloserie presque purs (valeur moyenne Q_i de 0,10). Par conséquent, il n'est pas exclu que les truites arc-en-ciel indigènes du parc national Jasper soient en train de disparaître sous l'effet de l'introgression. Plusieurs de ces populations naturalisées du parc national Jasper exercent vraisemblablement une importante pression propagulaire, car des allèles non indigènes ont été découverts dans la partie aval du bras principal de la rivière Athabasca jusqu'à son point de rencontre avec la rivière Berland.

Les chercheurs n'ont trouvé aucune trace d'introgression causée par des populations d'écloserie dans le bassin hydrographique de la Berland ou de la Wildhay ou dans celui de la moyenne Athabasca. En revanche, les poissons prélevés dans quatre secteurs du bassin hydrographique de la McLeod présentaient des preuves d'introgression. Le lac Rainbow a été empoisonné par le passé, et les poissons capturés dans la décharge présentaient une valeur Q_i moyenne de 0,88. Dans le cas des tronçons supérieurs de la rivière Embarras, la valeur Q_i était de 0,92, ce qui permet de supposer un certain degré d'introgression. Les poissons capturés dans les ruisseaux MacKenzie et Fish présentaient des degrés d'introgression légèrement plus élevés et des valeurs Q_i moyennes de 0,83 et de 0,84 respectivement. Malgré un ensemencement généralisé des plans d'eau du bassin hydrographique de la McLeod, les résultats obtenus par Taylor et Yau (2013) donnent à penser qu'une grande partie du génotype indigène a été préservée. Dans la plupart des cas, le nombre d'individus introduits est inconnu. Il se peut qu'un nombre relativement faible de poissons introduits ait contribué aux observations actuelles de poissons génétiquement purs.

Conformément aux lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées (2010), les populations caractérisées par une forte introgression (comme dans le cas du parc national Jasper) ont été exclues de l'évaluation de la situation des populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca. Dans le parc national Jasper, les poissons de la partie amont du bassin hydrographique présentent d'importantes traces d'introgression, si bien qu'ils ont été exclus de la zone d'occurrence et de la zone d'occupation contemporaine. Dans le reste de l'unité désignable, les poissons prélevés dans la majorité des stations d'échantillonnage présentent de faibles traces d'introgression, et, là où les données sont probantes, il s'agit en général de situations très localisées (à l'exception du bras principal de la rivière Athabasca). La présente évaluation porte sur le bassin hydrographique entier, à l'exception de la partie supérieure se trouvant dans les limites du parc national Jasper. La section *Menaces et facteurs limitatifs* traitera plus en profondeur des effets de l'introgression selon les lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées (2010).

Zone d'occurrence et zone d'occupation

Les renseignements sur la répartition de la truite arc-en-ciel en Alberta proviennent d'une version simplifiée de l'Alberta Base Features Hydro Single Line Stream Network, qui fait partie du Fisheries and Wildlife Management Information System (FWMIS). Les données ont été simplifiées (les lits dédoublés et les lacs ont été supprimés), et des renseignements ont été consignés sur les captures effectuées par pêche électrique ou par pêche à la ligne dans les ruisseaux d'une valeur supérieure à 1 selon l'ordre de Strahler. Un très faible nombre de cours d'eau de premier ordre ont été soumis à des échantillonnages, car ils ne contiennent généralement pas de poisson (Sterling, comm. pers., 2012). D'ordinaire, les ruisseaux de premier ordre sont éphémères, mais, lorsque le débit est permanent et que la largeur moyenne du chenal est supérieure à 0,75 m, ils ont suffisamment de puissance pour créer un habitat propice aux poissons (les mouilles et les berges sapées, par exemple). Les chenaux de premier ordre qui servent d'habitat à la truite arc-en-ciel de l'Athabasca sont généralement des affluents directs des principales rivières de la région. Par conséquent, les données sur les captures et l'habitat occupé dans les ruisseaux de premier ordre ont été extrapolées en fonction du pourcentage de ruisseaux de premier ordre soumis à des échantillonnages qui contiennent de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. La longueur totale des ruisseaux contenant de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca a été additionnée pour chaque ordre de Strahler et pour chaque bassin hydrographique de troisième ordre afin d'évaluer l'habitat occupé (tableau 3).

Tableau 3. Habitat occupé dans l'ensemble des ruisseaux du bassin hydrographique de l'Athabasca (classement selon l'ordre de Strahler). Source : FWMIS (2012).

Ordre de Strahler	Longueur totale du ruisseau (km)	Largeur moyenne de la surface mouillée (m)	Superficie totale (ha)	Zone occupée (ha)	Pourcentage cumulatif d'habitat occupé
1	20 739	1,1	2 281	11	0,07
2	7 923	1,8	1 426	684	4,44
3	4 768	3,2	1 526	1 120	11,59
4	2 596	6,9	1 791	1 280	19,76
5	1 659	12,6	2 090	1 764	31,13
6	446	29,3	1 306	1 160	38,44
7	693	53	3 675	2 712	55,76
8	240	65	1 561	968	61,94

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca se rencontre communément dans des eaux situées de 900 à 1 500 m d'altitude, et elle est présente à moins de 800 m uniquement dans le bras principal de la rivière Athabasca, probablement parce que la fonte glaciaire

estivale fait baisser la température de l'eau (Sterling, comm. pers., 2012). La répartition et l'abondance de la truite arc-en-ciel dans le bassin hydrographique de l'Athabasca sont également corrélées avec l'ordre de Strahler, et la proportion cumulative d'habitat occupé croît avec l'ordre de Strahler (FWMIS, 2012; tableau 3). Dans les bassins hydrographiques de troisième ordre, c'est dans le bassin de la haute McLeod que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca occupe le plus grand nombre de kilomètres d'habitat. La proportion totale de kilomètres de ruisseau occupé va de 0,12 à 0,30 (FWMIS, 2012; tableau 4). Il n'existe que des données éparses sur la truite arc-en-ciel de l'Athabasca dans le parc national Jasper. Par conséquent, il a fallu estimer la longueur des ruisseaux occupés en fonction du pourcentage d'habitat occupé par ordre de ruisseau pour l'habitat entier de l'espèce.

Tableau 4. Habitat occupé par bassin hydrographique de troisième ordre. Source : FWMIS (2012).

Numéro	Bassin principal	Longueur totale (km)	Longueur du tronçon occupé (km)	Pourcentage d'occupation
07AC	Berland/Wildhay	8 938,1	1 650,2	0,18
07AF	Haute McLeod	6 436,9	1 958,5	0,30
07AG	Basse McLeod	4 488,7	778,2	0,17
07AD	Haute Athabasca	2 637,9	659,5	0,25
07AE	Moyenne Athabasca	3 920,2	706,6	0,18
07AH	Basse Athabasca	4 229,5	757,9	0,18
07AA	Ruisseau Solomon*	3 293,8	379,2	0,12

* Les données sur le ruisseau Solomon excluent les eaux situées en amont des principales chutes. La longueur de l'habitat occupé est estimée en fonction du pourcentage d'habitat occupé et de l'ordre du ruisseau.

Les critères quantitatifs et les calculs de superficie correspondants ont été appliqués aux populations de truites arc-en-ciel considérées comme indigènes (c'est-à-dire celles dont la valeur Q_i présumée est supérieure à 0,95). Il est estimé que la zone d'occurrence de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est de 24 450 km², selon le plus petit polygone convexe entourant les populations existantes. Autrefois, la zone d'occurrence était beaucoup plus vaste et englobait certains secteurs du parc national Jasper. Ces secteurs sont maintenant occupés par des populations non indigènes, ce qui donne à entendre que la zone d'occurrence s'est rétrécie avec le temps. L'indice de zone d'occupation calculé en fonction des spécimens ne présentant qu'un faible degré d'introgession se chiffre à 2 560 km². La zone d'occupation de l'ensemble des populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca de l'unité désignable, y compris celles qui présentent des preuves d'introgession, s'élève à 4 050 km². Ces données laissent entrevoir que la superficie de la zone d'occupation des populations sauvages a connu une diminution d'environ 36 % (1-2 560 km²/4 050 km²) par suite de l'introgession.

Activités de recherche

Les stations d'échantillonnage servant à l'évaluation des stocks de truite arc-en-ciel de l'Athabasca sont choisies en fonction d'une stratification aléatoire par ordre de ruisseau. Les dossiers d'échantillonnage indiquent que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca vit essentiellement dans tous les ruisseaux d'ordre supérieur à 1, en aval des grandes chutes, en plus des bras principaux des grandes rivières de la région (voir la section *Zone d'occurrence et zone d'occupation* pour obtenir des détails sur la répartition). Des travaux d'échantillonnage approfondis ont été réalisés dans la plupart de ces ruisseaux. Les cours d'eau où des truites arc-en-ciel élevées en écloserie avaient été introduites par le passé ont également été soumis à des prélèvements d'échantillons, l'objectif étant d'évaluer le degré d'introggression chez les poissons sauvages et les poissons introduits (voir la section *Aire de répartition canadienne*). À chaque station d'échantillonnage, les captures ont été effectuées à l'aide de méthodes standard de pêche électrique ou de pêche à la ligne.

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca vit dans les ruisseaux d'amont aux eaux froides et dans les principales rivières du bassin hydrographique de l'Athabasca. Dans le cadre du Programme canadien de forêts modèles, 16 ruisseaux du bassin hydrographique de la haute Athabasca qui servent d'habitat à des populations indigènes de truites arc-en-ciel ont été soumis à une évaluation qui a permis de dégager diverses caractéristiques de l'habitat (R.L. & L. Environmental Services Ltd., 1996; tableau 5). En général, la truite arc-en-ciel est une espèce des eaux froides. Elle préfère des eaux de 7 à 18 °C (Raleigh *et al.*, 1984); la température létale pour les adultes se situe à environ 27 °C (Lee et Rinne, 1980). Sterling (1986; 1992) a mesuré les caractéristiques de l'habitat essentiel de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca dans le bassin hydrographique Tri-Creeks. Les résultats de son étude sont résumés au tableau 6.

Tableau 5. Caractéristiques physiques liées à la présence de la truite arc-en-ciel dans les ruisseaux des contreforts du bassin hydrographique de l’Athabasca*. Source : R.L. & L. Environmental Services Ltd. (1996).

Caractéristiques des ruisseaux	N	Moyenne	IC de 95 %	Fourchette
Gradient moyen (m/km)	25	14	± 3,3	3-33
Altitude (mètres au-dessus du niveau de la mer)	25	1 172	± 105	785-1 550
Superficie du bassin (km ²)*	25	63	± 23	7-217
Distance de l’embouchure (km)	25	9	± 4,6	1-42
Distance de la source (km)	25	14	± 4,0	2-46
Largeur du chenal mouillé (m)	25	5,4	± 0,92	2-10
Profondeur du chenal (m)	25	0,28	± 0,05	0,1-0,5
Conductivité (µS/cm)	14	288	± 68	158-530

* Données recueillies dans 34 stations d’échantillonnage réparties dans 16 ruisseaux du bassin hydrographique de la haute Athabasca.

Tableau 6. Résumé de l’habitat essentiel de la truite arc-en-ciel de l’Athabasca à chaque stade du cycle vital. Source : Sterling (données inédites); Sterling, 1986, 1992; Bjornn et Reiser, 1991.

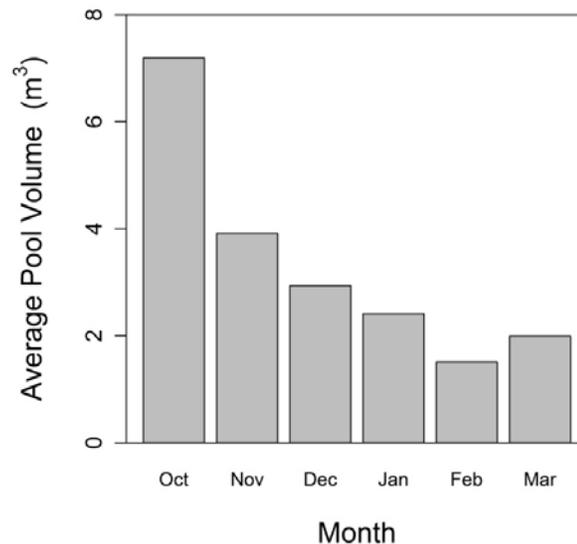
Stade du cycle vital	Fonction	Caractéristique(s)	Attribut(s)
Œufs/embryons – (de la fraye à la naissance); populations résidentes des ruisseaux (non migratrices) et populations migratrices des rivières	Frayer, incubation et premiers stades de croissance (de la mi-mai à la mi-août)	Gravier propre de petite ou de moyenne taille, lits de gravier se trouvant généralement en amont de la crête des radiers, dans des ruisseaux pérennes de petite et de moyenne taille	Substrats formés de gravier arrondi ou anguleux dont la dimension granulométrique moyenne varie de 4 à 15 mm Profondeur de l’eau de 5 à 40 cm au-dessus des lits de gravier; écoulement laminaire (non turbulent) et vitesse de 12 à 70 cm/s Présence d’un maximum de 15 à 20 % de limon et de sédiments fins (< 2,0 mm) dans les lits de gravier servant de frayères Taux de saturation d’oxygène dissous supérieur à 90 % et concentrations minimales d’oxygène dissous supérieures à 8 mg/l Migration des populations de rivière sur le côté descendant de l’hydrogramme de la fonte des neiges à des températures de 4 à 6 °C Températures moyennes de l’eau de 6 à 10 °C pendant la fraye Température optimale de l’eau de 8 à 12 °C pendant l’incubation et mortalité à des températures inférieures à 3 °C ou supérieures à 18,5 °C

Stade du cycle vital	Fonction	Caractéristique(s)	Attribut(s)
Alevins (jeunes de l'année ou poissons d'un an) Populations résidentes Populations migratrices	Croissance	Milieus divers où l'eau coule à une vitesse réduite dans des ruisseaux pérennes de petite ou de moyenne taille, notamment : seuils, crêtes de radiers, bords de cours d'eau, amas de rochers et débris ligneux grossiers	Températures optimales pour la croissance allant de 10 à 15 °C Extrêmes de température de 22 à 24 °C et de 0 °C considérés comme constituant un danger de mort Bords étroits, couvert abondant et varié (végétation en surplomb, végétation aquatique, débris ligneux), non incrusté (exempt de fines particules de sable, de limon et d'argile < 2 mm de diamètre), présence de gravier et de galets de grande dimension et vitesse d'écoulement réduite
Alevins, jeunes et adultes	Hivernage	Mouilles, étangs de castors et zones hyporhéiques des ruisseaux pérennes	Mouilles d'une profondeur maximale moyenne de 0,65 m et perte moyenne de 80 % de volume d'eau au milieu de l'hiver Gros galets, absence de fines particules de sable, de limon et d'argile dans les zones hyporhéiques

Dans le bassin hydrographique de l'Athabasca, la truite arc-en-ciel forme deux types de populations : des populations résidentes des ruisseaux et des populations migratrices des rivières (Sterling, comm. pers., 2012). Les populations résidentes passent leur vie entière (l'été et l'hiver) dans de petits ruisseaux d'amont. Dans le bassin hydrographique Tri-Creeks, les chercheurs ont découvert que les poissons marqués parcouraient une distance de moins de 500 m pendant la fraye et ne se déplaçaient pas d'une mouille à l'autre pendant le reste de l'année. En revanche, les populations migratrices vivent dans le bras principal des grandes rivières, et, le printemps venu, migrent vers de petits affluents pour la fraye. Ces poissons migrateurs pondent leurs œufs dans les mêmes frayères que les populations résidentes, mais, une fois la fraye terminée, ils retournent à la rivière, où ils passent l'été et l'hiver. Dans le bassin hydrographique Tri-Creeks, la progéniture des poissons migrateurs quitte les petits ruisseaux au milieu ou à la fin de septembre et passe l'hiver dans la grande rivière.

Dans les réseaux fluviaux, les truites arc-en-ciel adultes occupent des seuils, des rapides, des eaux calmes et des mouilles. Elles tendent à fréquenter des eaux plus profondes et plus rapides que les jeunes (McPhail, 2007). Dans une étude sur la truite arc-en-ciel de la rivière Nazko, dans le centre de la Colombie-Britannique, Porter et Rosenfeld (1999) ont découvert que les truites adultes étaient plus souvent présentes dans des rapides réunissant les caractéristiques suivantes : substrat de galets et de rochers, profondeur variant entre 0,5 et 1 m et débit moyen de 0,40 à 0,8 m/s. Il est généralement établi que la présence d'un couvert supérieur (gros débris ligneux et végétation riveraine) joue un rôle primordial dans le choix de l'habitat dans les petits ruisseaux (Flebbe et Dolloff, 1995). La truite arc-en-ciel passe ordinairement l'hiver à l'intérieur de grandes mouilles (qui s'étendent sur toute la largeur du chenal) dans le bras principal de la rivière et dans de petits ruisseaux faisant partie du bassin hydrographique. Chez les populations non migratrices (résidentes) de truites arc-en-ciel

de l'Athabasca qui passent l'hiver dans des ruisseaux de troisième ou de quatrième ordre, les grandes mouilles ont une profondeur maximale moyenne de 0,63 m et un volume de 7,2 m³ avant le gel (Sterling et Cox, 2013). Au milieu de l'hiver (février), le volume d'eau moyen de ces mouilles peut être réduit d'une proportion allant jusqu'à 80 % (figure 5).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 Average Pool Volume (m³) = Volume moyen de la mouille (m³)
 Month = Mois
 Oct = Oct.
 Nov = Nov.
 Dec = Déc.
 Jan = Janv.
 Feb = Févr.
 Mar = Mars

Figure 5. Volume moyen des grandes mouilles servant de lieux d'hivernage. Source : Sterling et Cox (2013).

La truite arc-en-ciel fraie au printemps. Selon Sterling (1992), le gros de la ponte survient de 104 à 122 jours après la fonte des glaces (généralement pendant les 10 premiers jours de juin) chez la truite arc-en-ciel de l'Athabasca dans le bassin hydrographique Tri-Creeks. La fraie a lieu dans de petits affluents de rivières ou dans des émissaires de lacs. La fourchette de vitesses du courant et de profondeurs qui conviennent à la fraie va de 0,30 à 0,90 m/s et de 0,15 à 2,5 m respectivement (Raleigh *et al.*, 1984). Chez la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, les caractéristiques de l'habitat de fraie essentiel tendent à se situer aux extrémités inférieures des fourchettes établies pour la truite arc-en-ciel. Sterling (1992) a constaté que la fraie avait lieu dans des eaux d'une température de 6 à 10 °C, d'une profondeur de 0,05 à 0,4 m et d'une vitesse de 0,12 à 0,7 m/s (tableau 6).

Les truites arc-en-ciel femelles choisissent des frayères dans des milieux favorisant l'aération des œufs, souvent des secteurs où il y a une circulation d'eau sous le gravier et de faibles quantités de sédiments fins (McPhail, 2007). La truite arc-en-ciel de l'Athabasca, de son côté, pond ses œufs sur du gravier propre de petite ou de moyenne taille, généralement en amont de la crête du radier, dans les ruisseaux pérennes de petite ou de moyenne taille (Sterling, 1992). Les températures optimales pour l'incubation des œufs ont été mesurées dans le bassin hydrographique Tri-Creeks; elles se situeraient entre 8 et 12 °C (les températures inférieures à 3 °C ou supérieures à 18,5 °C sont considérées comme létales). Plusieurs chercheurs sont arrivés à la conclusion que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca frayait plus tard au printemps que la truite arc-en-ciel introduite dans le sud de l'Alberta (entre fin mai et juin plutôt que d'avril à mai) et qu'elle pondait ses œufs sur du gravier plus fin (Sterling, 1990; Nelson et Paetz, 1992). Les alevins émergent dans l'eau mouvante et établissent leur territoire en eau peu profonde sur le bord des ruisseaux. Dans une étude sur la sélection de l'habitat par les alevins de deux ruisseaux du Montana, Muhlfeld *et al.* (2001) ont constaté que les alevins se rencontraient le plus souvent à des profondeurs inférieures à 20 cm de la surface, au-dessus d'un substrat formé de gravier de petite taille et dans des eaux dont la vitesse était inférieure à 0,01 m/s.

Tendances en matière d'habitat

La contamination par le sélénium provenant des mines de charbon exploitées en montagne engendre un risque considérable de dégradation de l'habitat de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca (voir la section *Menaces et facteurs limitatifs*). De nombreuses concessions houillères se trouvent dans l'aire de répartition de l'espèce. Sterling (comm. pers., 2012) signale que l'habitat de certains affluents de la rivière McLeod a subi une grave détérioration par suite de l'exploitation de mines de charbon à ciel ouvert. L'accumulation de sédiments et de concrétions (jusqu'à 0,5 m d'épaisseur dans le ruisseau Luscar) représente également un grave problème qui cause la dégradation de l'habitat en aval des houillères.

Selon Sterling (comm. pers., 2012), les mines de charbon auraient contribué à une perte irréversible d'environ 15 km d'habitat de grande importance écologique (le ruisseau Cabin sur toute sa longueur et certains tronçons des ruisseaux Luscar, Jarvis, Sphinx, Mercoal et Berries ainsi que des rivières Gregg et Embarras). Il estime également que le projet d'exploitation minière dans le bassin hydrographique de la rivière Erith détruira un autre tronçon de 30 km d'habitat de ruisseau. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca et l'omble à tête plate (*Salvelinus confluentus*) ont colonisé un lac de kettle (le lac Sphinx), mais celui-ci présente de fortes concentrations de sélénium et de sédiments. Rien pour l'instant ne permet de déterminer si l'habitat conviendra aux poissons dans l'avenir. Sterling (comm. pers., 2012) laisse entendre qu'il n'existe jusqu'ici aucune donnée concluante attestant que les lacs de kettle créés à la suite de l'épuisement d'une mine exercent les fonctions d'« habitat de compensation ».

Dans le bassin hydrographique Tri-Creeks, les pratiques expérimentales d'exploitation forestière (enlèvement de bandes-tampons riveraines) ont entraîné une diminution des niveaux de saturation en oxygène et une hausse de la température de l'eau, ce qui a probablement eu une incidence sur la qualité de l'habitat de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca (Sterling, 1992). De plus, les projets linéaires, principalement la construction de routes associées à des activités d'utilisation du sol (exploitation forestière, minière, pétrolière et gazière), et l'infrastructure provinciale ont fragmenté de nombreux tronçons de ruisseaux.

BIOLOGIE

Les renseignements de la présente section sont tirés de plusieurs sources différentes, qui représentent collectivement l'évaluation la plus complète de la biologie de la truite arc-en-ciel au Canada (Nelson et Paetz, 1992; McPhail, 2007). Les données les plus complètes sur la truite arc-en-ciel de l'Athabasca proviennent d'une étude réalisée dans le bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks (Sterling, 1990 et 1992), c'est-à-dire la région arrosée par le ruisseau Wampus, le ruisseau Deerlick et le ruisseau Eunice, dans le bassin hydrographique de la rivière McLeod. Les caractéristiques du cycle vital de la truite arc-en-ciel sont variées; les paragraphes qui suivent portent tout particulièrement sur celles de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca.

Cycle vital et reproduction

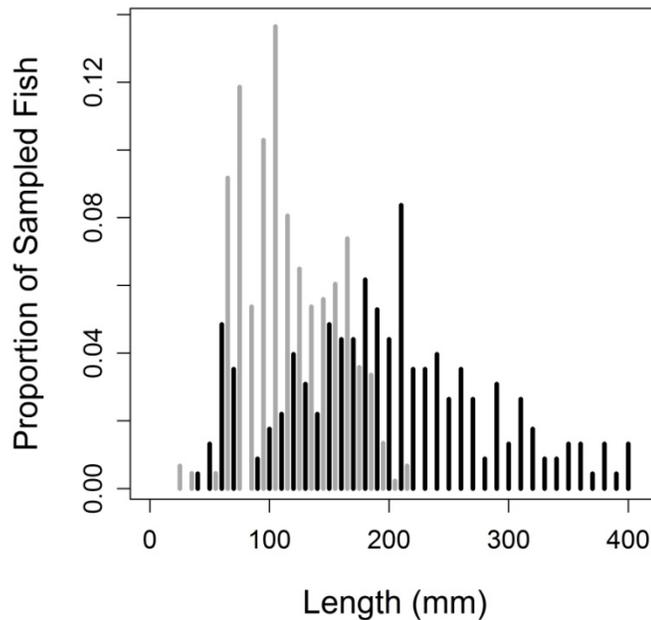
La femelle enfouit ses œufs sous le gravier. La fécondité et la taille du corps sont étroitement corrélées, et, chez les populations qui passent toute leur vie dans des ruisseaux, les femelles produisent environ 300 œufs. De plus, la taille des œufs varie en fonction de la taille de la femelle, et les œufs fécondés peuvent faire de 2,8 à 4,0 mm de diamètre. Les températures enregistrées pendant l'incubation dans plusieurs ruisseaux du bassin hydrographique de l'Athabasca oscillaient entre 6,3 °C et 9,8 °C. Une fois éclos, les alevins vésiculés demeurent dans le gravier jusqu'à l'absorption complète du vitellus (de 32 à 42 jours, selon la température de l'eau). Au moment de l'émergence, les alevins ont une longueur moyenne de 20 mm dans le ruisseau Wampus (Sterling, 1978). Ils se nourrissent de larves et de nymphes de divers insectes aquatiques sur le bord des ruisseaux de fraye. Dans le bassin hydrographique Tri-Creeks, les premiers instars des éphémères (*Baettis* sp.) représentent une source de nourriture importante en août.

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca pond des œufs chaque année, et la fraye survient plus tard que chez la plupart des autres truites arc-en-ciel du sud de l'Alberta. Dans le cours supérieur du ruisseau Deerlick, la fraye débute à la fin de juin, et l'éclosion peut n'avoir lieu qu'en septembre. Par comparaison, la fraye chez les truites arc-en-ciel qui peuplent des cours d'eau de plus faible altitude a généralement lieu entre la fin avril et mai. Dans le bassin hydrographique Tri-Creeks, les chercheurs ont noté une corrélation positive entre le nombre d'œufs et la longueur à la fourche ($r = 0,7856$); la moyenne est de 293 œufs. Toujours dans le bassin hydrographique Tri-Creeks, des truites arc-en-ciel ont été capturées en août et soumises à une évaluation du degré de maturité (tableau 7). Le pourcentage de la population mature (par classe d'âge) correspond à la proportion d'individus d'une classe d'âge donnée qui auraient frayé au printemps. Ces données permettent de conclure que, dans le réseau de l'Athabasca, un très faible pourcentage de femelles accèdent à la maturité dès l'âge de 3 ans et qu'environ 50 % des femelles y parviennent à l'âge de 5 ans. Par comparaison, les mâles peuvent atteindre la maturité dès l'âge de 1 an, mais la majorité y parvient à l'âge de 4 ans.

Tableau 7. Maturité sexuelle et sex-ratio chez 10 classes d'âge de truites arc-en-ciel dans le bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks (1973-1985). Adapté de Sterling (1990).

Âge (ans)	Taille de l'échantillon	% de femelles matures dans l'échantillon	% de mâles matures dans l'échantillon	Sex-ratio (femelles-mâles)
1	219	0,0	0,9	0,81
2	369	0,0	13,0	0,83
3	264	2,4	38,6	0,97
4	196	26,1	52,5	0,87
5	126	50,8	42,1	1,38
6	74	43,2	55,4	0,81
7	52	44,3	53,8	0,86
8	22	31,9	68,1	0,47
9	9	55,6	44,4	1,25
10	7	57,1	42,9	1,33
Total	1 338			0,92

La truite arc-en-ciel du bassin hydrographique Tri-Creeks (qui englobe les ruisseaux Wampus, Deerlick et Eunice, du bassin hydrographique de la rivière McLeod) présente le rythme de croissance le plus lent de toutes les truites arc-en-ciel d'Amérique du Nord. Ces rythmes de croissance sont représentatifs de l'ensemble des populations des petits ruisseaux de l'aire de répartition de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. Selon certains chercheurs, les poissons du bassin hydrographique Tri-Creeks afficheraient le rythme de croissance le plus lent de la planète – reflet probable des conditions ambiantes. Dans un seul tronçon d'habitat très improductif des eaux d'amont du ruisseau Eunice, les poissons faisaient en moyenne 52 mm à l'âge de 2 ans et pesaient moins de 10 g (alors que, chez les truites arc-en-ciel du lac Okanagan, en Colombie-Britannique, la longueur et le poids moyens se chiffrent respectivement à 120 mm et à 136 g). En général, les populations résidentes sont plus petites que les populations migratrices des grandes rivières (FWMIS, 2012; figure 6).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 Proportion of Sampled Fish = Proportion de poissons prélevés
 Length (mm) = Longueur (mm)

Figure 6. Différences dans la distribution des longueurs entre les populations résidentes des ruisseaux et les populations migratrices des rivières. Proportion de poissons prélevés par intervalle de longueur de 10 mm dans le bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks (barres grises) et dans le bras principal des rivières Berland et Athabasca (barres noires). Les dénombrements effectués dans le bras principal des rivières ont été décalés horizontalement vers la droite pour faciliter la lecture. Source : FWMIS (2012).

On a mesuré les taux de mortalité (par classe d'âge) pour les poissons du bassin hydrographique Tri-Creeks. La mortalité annuelle décroît avec l'âge jusqu'à 3 ans, puis elle augmente avec l'âge jusqu'à l'atteinte de l'espérance de vie. Les poissons âgés de 1 à 3 ans présentaient des taux de survie semblables (de 0,53 à 0,58), tout comme ceux qui étaient âgés de 5 à 9 ans (de 0,83 à 0,90). La plus vieille truite arc-en-ciel connue du bassin hydrographique Tri-Creeks était âgée de 10 ans.

Comme chez d'autres espèces de salmonidés, les femelles pondent leurs œufs dans des frayères caractérisées par une circulation d'eau sous le gravier. Avant le début de la fraye, la femelle creuse un trou dans le gravier en se retournant sur le côté et en donnant de solides coups de nageoire caudale. Le mouvement ainsi créé déloge le gravier, que le courant déplace vers l'aval. Pendant l'excavation, la femelle détermine le degré de turbulence du courant au fond du nid. En général, elle y conserve quelques gros cailloux pour créer une barrière qui retiendra les œufs. Pendant ce processus, la femelle est accompagnée d'un mâle dominant et d'un nombre variable de mâles satellites. Le mâle dominant affiche un comportement agressif et tente de chasser les mâles satellites. Après la libération des gamètes, la femelle se déplace vers l'amont, où elle creuse des trous pour recouvrir le nid de gravier. La femelle creuse souvent plusieurs nids, chacun en amont du dernier.

Le régime alimentaire de la truite arc-en-ciel varie en fonction du lieu, de la taille du corps, de la saison et du moment de la journée. Elliott (1973) a examiné les habitudes d'alimentation des populations de ruisseau dans les Pyrénées centrales. Les ruisseaux de haute altitude de cette région sont probablement semblables à ceux du bassin hydrographique de l'Athabasca. Elliott (1973) a découvert que les jeunes s'alimentaient principalement pendant la nuit en avalant des insectes aquatiques à la dérive. De leur côté, les adultes mangent des insectes terrestres et aquatiques en émergence. Dans les ruisseaux d'eau froide ($< 8^{\circ}\text{C}$), la truite arc-en-ciel se nourrit exclusivement d'invertébrés benthiques à la dérive pendant la nuit, et, dans les ruisseaux d'eau plus chaude ($> 8^{\circ}\text{C}$), elle bénéficie d'une seconde période d'alimentation pendant les heures de clarté et chasse alors les invertébrés terrestres et les insectes aquatiques. Autour du lever et du coucher du soleil, la dérive des invertébrés s'intensifie considérablement et donne lieu à une augmentation de l'activité d'alimentation. La truite arc-en-ciel de l'Athabasca serait une espèce opportuniste; elle mange avec frénésie pendant la période crépusculaire et se contente de brouter à d'autres moments de la journée. Sterling (comm. pers., 2012) a étudié le régime alimentaire des truites dans le bassin hydrographique Tri-Creeks. Les différences observées seraient attribuables aux caractéristiques du substrat. Dans les tronçons de ruisseaux où les substrats sont composés en grande partie de rochers et de galets (et qui abritent une plus grande diversité d'insectes aquatiques), le régime était principalement composé d'invertébrés aquatiques. Par contraste, les poissons occupant les tronçons de ruisseaux tapissés de gravier fin tendaient à avoir une proportion accrue d'invertébrés terrestres dans leur régime alimentaire.

Physiologie et adaptabilité

La truite arc-en-ciel est élevée en éclosérie aux quatre coins de la planète et est souvent considérée comme un poisson « synthétique » (Halverson, 2010). Par conséquent, il est possible d'augmenter l'effectif des populations incapables de se rétablir avec des poissons issus de populations locales en santé. Cependant, comme la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est adaptée à un environnement très particulier et comme l'augmentation de l'effectif de populations en péril avec un génome non indigène risque fort de réduire la faculté d'adaptation locale de la population et d'engendrer un risque accru de disparition, l'empoisonnement n'est pas considéré comme une option viable.

Déplacements et dispersion

La répartition de la truite arc-en-ciel du bassin hydrographique de l'Athabasca est largement tributaire de la température de l'eau et d'obstacles physiques tels que des chutes d'eau. Dans la sous-région naturelle des Lower Foothills, bon nombre de bassins hydrographiques (ceux de la Sakwatamau, de la Freeman, de la Groat, de l'Edson, de la Trout, de la Wolf et de la Shiningbank) abritent des populations isolées, qui ne migrent probablement pas et qui sont séparées sur le plan thermique des stocks de la sous-région naturelle des Upper Foothills, dont la répartition est plus continue (Sterling, comm. pers., 2012).

De plus, les routes associées aux activités d'utilisation du sol (exploitation forestière, minière, pétrolière et gazière) ont fragmenté de nombreux tronçons de ruisseaux (voir la section *Fragmentation de l'habitat et extraction de ressources*). Il est estimé qu'environ 20 % des ponceaux installés sur de petits ruisseaux de troisième et de quatrième ordre faisant partie de l'aire de répartition de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca font obstacle aux déplacements des poissons (Sterling, comm. pers., 2012).

Relations interspécifiques

De 1924 à 1977, des ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) élevés en éclosérie ont été introduits dans des lacs (et dans quelques ruisseaux) du bassin hydrographique de la haute Athabasca, dans le parc national Jasper (FWMIS, 2012). Les dossiers de la Division de la faune aquatique et terrestre (Fish and Wildlife Division) révèlent que l'omble de fontaine a d'abord été introduit dans plusieurs ruisseaux du bassin hydrographique de l'Athabasca (à l'extérieur du parc national Jasper) en 1940 et que les opérations d'ensemencement de ruisseaux ont cessé en 1964. Un grand nombre de lacs de l'Alberta sont aujourd'hui peuplés d'ombles de fontaine stériles (3N). Les données sur la pêche électrique pratiquée dans le bassin hydrographique Tri-Creeks attestent que l'omble de fontaine a envahi des ruisseaux qui n'ont jamais été empoisonnés. De 2000 à 2005, l'omble de fontaine représentait environ 30,7 % de la population de truites, par rapport à 5,8 % de 1970 à 1979. D'autres données tirées du FWMIS (2012) permettent de conclure que l'omble de

fontaine s'est dispersé dans les rivières principales et qu'il a ensuite colonisé de nombreux affluents non ensemencés. La hausse soutenue de la proportion d'ombles de fontaine dans les plans d'eau non empoissonnés donne à penser que les réseaux non empoissonnés finiront probablement par contenir des populations d'ombles de fontaine au même titre que les ruisseaux ayant fait l'objet de travaux d'ensemencement directs (Rasmussen et Taylor, 2009). L'introgession génétique causée par l'hybridation avec l'omble de fontaine est impossible, du fait que les deux espèces frayent à différentes périodes de l'année (Sterling, comm. pers., 2012).

Selon Rasmussen et Taylor (2009), la concurrence exercée par l'omble de fontaine dans le bassin hydrographique de l'Athabasca pourrait forcer la truite arc-en-ciel à se déplacer vers d'autres eaux. Pour l'instant, l'interaction biotique entre l'omble de fontaine introduit et la truite arc-en-ciel indigène demeure imprécise. L'accroissement progressif de la répartition et de l'abondance de l'omble de fontaine donne à penser que ce poisson est bien adapté aux conditions du réseau de la rivière Athabasca. La biologie de l'omble de fontaine, qui diffère grandement de celle de la truite arc-en-ciel, lui permet de prospérer dans le bassin hydrographique de l'Athabasca. L'omble de fontaine fraye à l'automne, contrairement à la truite arc-en-ciel, et est déjà adapté aux petits ruisseaux (Fausch, 2008). L'espèce choisit des frayères se trouvant au-dessus de remontées d'eau souterraine (qui empêchent le ruisseau de geler en hiver). Par contraste, la truite arc-en-ciel pond ses œufs au printemps, et les populations sont grandement touchées par les fréquentes inondations qui surviennent pendant cette période. L'omble de fontaine présente un rythme de croissance rapide pendant les deux premières années de sa vie et commence souvent à frayer dès l'âge de 1 an. Les différences biologiques entre les deux espèces, cumulées à l'abondance accrue des populations d'ombles de fontaine dans le bassin de l'Athabasca, permettent de conclure que les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca pourraient être menacées par l'omble de fontaine.

Il convient également de mentionner une faible menace d'hybridation avec la truite fardée (Sterling, comm. pers., 2012). Le ruisseau Mowitch (dans le parc national Jasper), qui en abrite une population naturalisée, est un affluent de la rivière Wildhay, en amont du lac Rock. Des hybrides issus du croisement de truites arc-en-ciel et de truites fardées ont été recensés dans le ruisseau Rock (en amont du lac Rock) dès 1983 (FWMIS, 2012; Sterling, comm. pers., 2012). Jusqu'à présent, le lac Rock ne semble pas abriter de truites fardées ou d'hybrides. En outre, il se pourrait que des truites fardées s'échappent d'une population autosuffisante du lac Utopia (bassin hydrographique de la rivière Fiddle, dans le parc national Jasper), mais aucun hybride n'a encore été recensé dans les rivières Fiddle ou Athabasca.

Plusieurs espèces de poissons sont présentes dans l'habitat de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. De jeunes ombles à tête plate sont communément observés dans les tronçons inférieurs de nombreux petits ruisseaux, et les adultes matures y frayent en août et en septembre. Sterling (comm. pers., 2012) a émis l'hypothèse selon laquelle les ombles à tête plate et les lottes (*Lota lota*), tant les jeunes que les adultes, seraient les principaux prédateurs des jeunes truites arc-en-ciel des ruisseaux de

deuxième, de troisième et de quatrième ordre du bassin hydrographique de l'Athabasca. Le ménomini de montagnes (*Prosopium williamsoni*), l'omble de fontaine, le meunier noir (*Catostomus commersoni*), le meunier rouge (*Catostomus catostomus*), le chabot à tête plate (*Cottus ricei*) et le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*) sont tous présents dans le réseau et les affluents de l'Athabasca. Dans les ruisseaux où la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est commune, les autres poissons indigènes (principalement l'omble à tête plate, le ménomini de montagnes, la lotte et le chabot à tête plate) sont relativement épars. Par contre, les grandes rivières abritent une communauté hétérogène de poissons, et la proportion de truites arc-en-ciel au sein de cette communauté est faible.

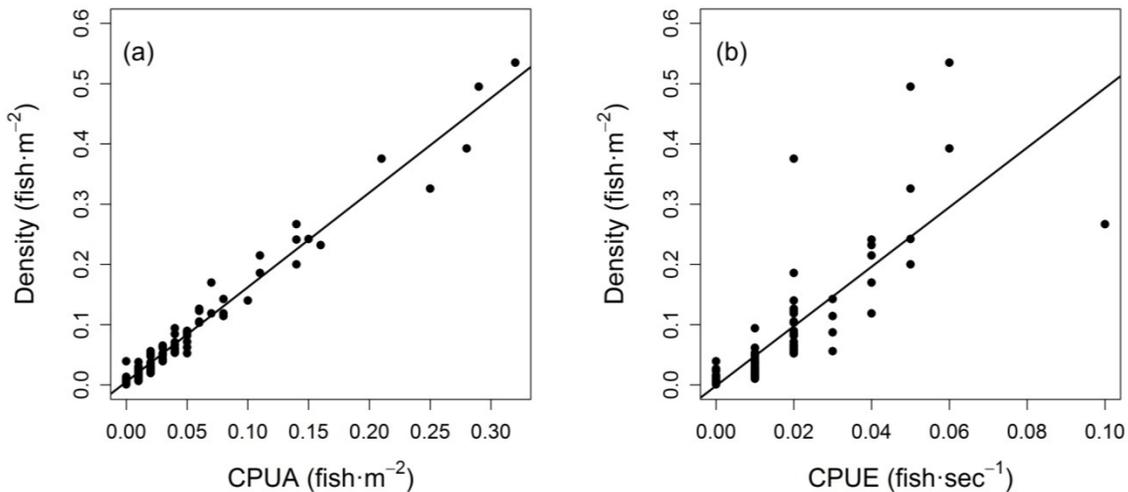
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités et méthodes d'échantillonnage

La majeure partie des données sur l'abondance de la truite arc-en-ciel du bassin hydrographique de l'Athabasca proviennent du Fish and Wildlife Management Information System (FWMIS) et sont exprimées en captures par unité de surface par la pêche électrique. Des relevés effectués dans plusieurs ruisseaux ont également permis de déterminer les espèces, l'occurrence, l'abondance et la composition des communautés à l'échelle du « tronçon ». Des travaux approfondis d'échantillonnage et de surveillance à long terme ont été réalisés dans trois ruisseaux de référence du bassin hydrographique Tri-Creeks. Les poissons ont été capturés entre 1969 et 2010 à des stations d'échantillonnage permanentes d'une longueur variant de 300 à 1 000 m dans les tronçons inférieurs de chaque ruisseau. Le prélèvement d'échantillons a eu lieu dans des eaux abritant des populations indigènes connues de truites arc-en-ciel de l'Athabasca et dans des secteurs où les truites présentaient des traces d'introggression causée par des poissons d'écloserie (voir la section *Aire de répartition canadienne*). Les 10 ruisseaux (sur 131) où des échantillons prélevés contenaient des allèles non indigènes sont marqués d'un astérisque (*) à l'annexe 1.

Là où les données accessibles le permettaient, l'abondance des poissons a été estimée pour d'autres ruisseaux du bassin hydrographique de l'Athabasca (à l'exclusion du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks) à l'aide des techniques de marquage-recapture et de capture sans remise jusqu'à épuisement des stocks. Le FWMIS renfermait des données convenables pour un total de 122 affluents des principales rivières. Les estimations d'effectif datent de 1970 à 2005, mais la majorité des évaluations ont été réalisées après 1990. Bon nombre des ruisseaux soumis à une évaluation faisaient l'objet d'une pêche récréative avant les relevés. Dans le cas des ruisseaux où des échantillons ont été prélevés au cours de plusieurs années successives, l'estimation de l'effectif correspond à une moyenne de l'ensemble des estimations annuelles.

Sterling *et al.* (2012) ont comparé les estimations de la densité des populations de poissons (obtenues à l'aide des méthodes de marquage-recapture et de capture sans remise jusqu'à épuisement) aux 114 estimations d'effectif tirées des données sur les captures par unité d'effort au premier passage et sur les captures par unité de surface au premier passage pour 19 ruisseaux. Les cours d'eau soumis à des échantillonnages étaient dans la majorité des cas des ruisseaux de troisième et de quatrième ordre selon l'échelle de Strahler. Une association linéaire a été observée entre la densité des poissons et les captures par unité de surface au premier passage. Les estimations d'effectif obtenues par capture sans remise jusqu'à épuisement présentaient une corrélation plus étroite avec les captures par unité de surface ($R^2 = 0,9596$) que celles qui ont été obtenues par marquage-recapture ($R^2 = 0,8576$). Ainsi, lorsque les estimations d'effectif étaient obtenues par la méthode de capture sans remise jusqu'à épuisement des stocks, les captures par unité de surface étaient un meilleur indicateur de la densité des poissons que les captures par unité d'effort (figure 7).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Density (fish·m⁻²) = Densité (n^{bre} de poissons·m⁻²)

CPUA (fish·m⁻²) = Captures par unité de surface (n^{bre} de poissons·m⁻²)

CPUE (fish·sec⁻¹) = Captures par unité d'effort (n^{bre} de poissons·sec⁻¹)

Figure 7. Rapport entre la densité des truites arc-en-ciel de l'Athabasca et les captures par unité de surface au premier passage ($R^2 = 0,9735$) ou les captures par unité d'effort au premier passage ($R^2 = 0,6803$).
Source : Sterling *et al.* (2012).

Les données sur les captures par unité de surface ont été compilées pour les affluents qui avaient fait l'objet d'au moins deux prélèvements d'échantillons dans les 15 années précédentes (et dont les poissons ne présentaient aucune trace d'introgession avec des spécimens d'écloserie). L'objectif consistait à déterminer les tendances au chapitre de l'abondance avec le temps. Les données sur les captures par unité de surface recueillies par pêche électronique au premier passage ont été calculées pour chaque année et chaque ruisseau, selon les travaux d'échantillonnage effectués en juillet et en août. De 1997 à 2012, 57 ruisseaux satisfaisaient au critère susmentionné pour la détermination des tendances au chapitre de l'abondance. Aucune méta-analyse n'a été publiée sur les tendances de l'abondance chez les populations du bassin hydrographique de la rivière Athabasca. Par conséquent, la méthode décrite ci-dessous a été élaborée pour évaluer les critères quantitatifs nécessaires à l'évaluation des espèces sauvages (annexe E3; tableau 2; COSEPAC, 2013).

Les tendances au chapitre des captures par unité de surface, $A_{i,t}$, (t correspond au temps, et i , au ruisseau) ont été évaluées en ajustant aux données le modèle exponentiel suivant :

$$(1) \ln(\hat{A}_{i,t}) = \beta_i + \alpha_i t.$$

Comme il existait peu de répétitions des estimations des captures par unité de surface pour chaque année (dans chaque ruisseau), on a tenu compte de l'incertitude des estimations en intégrant le coefficient de variation moyen pour les ruisseaux où il y a eu plus d'une estimation par année ($\overline{CV} = 0.6149$). En tenant compte de cette incertitude, on a estimé la pente (α_i) et le point d'intersection (β_i) de l'équation (1) pour chaque ruisseau à l'aide de techniques bayésiennes afin d'obtenir les distributions des probabilités pour ces paramètres et les critères quantitatifs correspondants. Autrement dit, les techniques bayésiennes permettent de propager l'incertitude (attribuable aux erreurs d'observation) entourant les tendances des captures par unité de surface dans chaque ruisseau à l'incertitude entourant les tendances pour l'ensemble des ruisseaux et d'ainsi estimer cette incertitude. L'équation (1) a été ajustée aux estimations d'abondance $A_{i,t}$ à l'aide d'une fonction de vraisemblance log-normale pour un nombre n d'estimations pour chaque ruisseau.

$$(2) \ln L = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_t (A_{i,t} - \mu)^2.$$

L'analyse a été réalisée à l'aide de la version 3.2.1 du logiciel openBUGS (Bayesian Inference Using Gibbs Sampling), accessible au <http://www.openbugs.info/w/> (en anglais seulement). Ce logiciel met en branle une chaîne de Markov à l'aide de la méthode de Monte-Carlo (d'après l'échantillonneur de Gibbs) pour obtenir une représentation de la fonction de densité de probabilité à postériori (Thomas *et al.*, 1992). Pour estimer les paramètres du modèle, la chaîne de Markov a été exécutée 100 000 fois, et les 10 000 premières itérations ont été enlevées afin d'éliminer tout effet de « rodage ». Les chaînes ont été mises en branle à deux points de départ différents. On a évalué la convergence des chaînes par observation visuelle des tracés de leur trajectoire et à l'aide de l'outil de diagnostic de convergence Gelman-Rubin (fourni dans la trousse BRugs pour environnement de programmation R). L'annexe 2 présente le pseudocode du modèle.

Le taux de variation des captures par unité de surface par année t ($\% \Delta_1$) dans l'ensemble des ruisseaux échantillonnés (i) est égal à :

$$(3) \% \Delta_1 = \frac{\sum_i^I \hat{A}_{i,t=2} - \sum_i^I \hat{A}_{i,t=1}}{\sum_i^I \hat{A}_{i,t=1}}$$

et le taux de variation des captures par unité de surface durant un nombre N d'années (N_{Years}) est égal à :

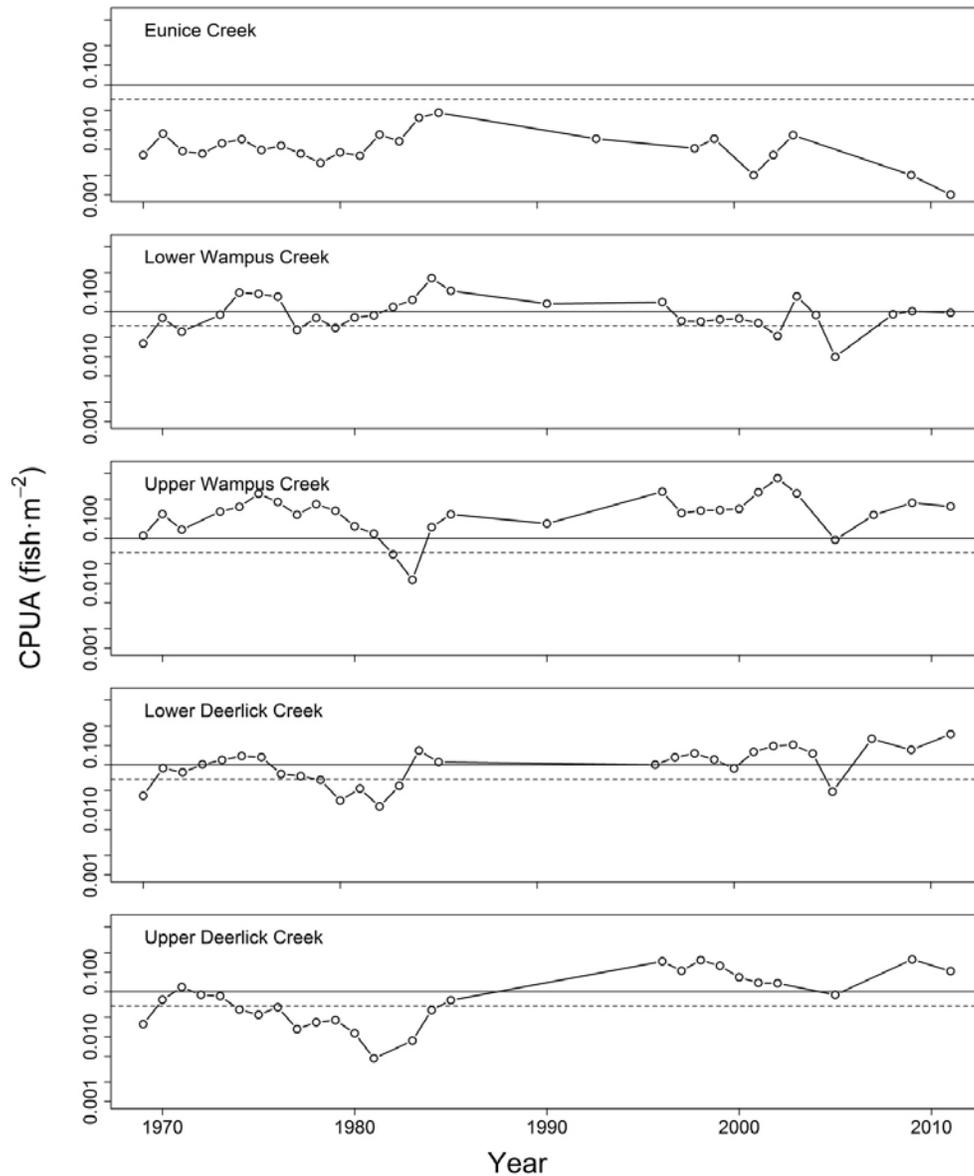
$$(4) \% \Delta_{N_{Years}} = (1 + \% \Delta_1)^{N_{Years}} - 1$$

Abondance

Miller et Macdonald (1949) ont été les premiers à réaliser des études sur les poissons du bassin hydrographique de la haute Athabasca. La majeure partie de l'information fournie sur la densité des populations y est exprimée en termes relatifs : [traduction] « *Les truites arc-en-ciel sont présentes en très grand nombre dans tous les petits ruisseaux et étangs de castors, dans les grands affluents et dans le bras principal de la McLeod* ». Des relevés plus solides pour les bassins hydrographiques de la haute Athabasca ont été réalisés au milieu des années 1960. En 1965, l'équipe chargée du programme du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks a entrepris l'étude des effets de l'exploitation forestière sur les communautés aquatiques. Il n'existe aucune information sur l'abondance des populations dans les sources de connaissances traditionnelles autochtones consultées au sujet de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca (COSEPAC, 2012).

La situation des populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca est fondée sur des densités calculées dans des ruisseaux de référence du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks. Même si ces ruisseaux présentent une variabilité naturelle considérable, l'abondance des poissons dans ces eaux où la pêche n'est pas pratiquée est de tout temps supérieure à 100 poissons·0,1 ha⁻¹ (0,1 poisson·m⁻²), et elle a rarement été inférieure à 30 poissons·0,1 ha⁻¹, sauf dans le ruisseau Eunice (figure 8). Par comparaison, l'abondance des poissons dans les ruisseaux Mary Gregg et Antler (qui sont exposés à la pêche récréative et aux impacts de l'exploitation de la houille) va de 20 à 50 poissons·0,1 ha⁻¹. Rasmussen et Taylor (2009) ont établi des bases de référence pour les populations en se fondant sur ces valeurs. Ils sont d'avis que les populations de plus de 50 poissons·0,1 ha⁻¹ présentent probablement une bonne résilience face à des facteurs naturels (tels que des inondations et la concurrence d'espèces introduites). Cette densité de référence estimative est comparable aux estimations de densité des salmonidés d'autres ruisseaux boréaux intacts du Canada (Tucker et Rasmussen, 1999; Morinville et Rasmussen, 2003). Ces estimations s'appliquent à des ruisseaux de salmonidés du Québec, mais il s'agit encore des meilleures données accessibles pour la comparaison avec les estimations d'effectif du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks avant l'exploitation forestière. D'après les critères du COSEPAC, les ruisseaux présentant une diminution de 50 % par rapport aux données de référence sur la densité (moins de 50 poissons·0,1 ha⁻¹) sont réputés être exposés à un risque modéré, et ceux qui présentent une réduction de 70 % (moins de 30 poissons·0,1 ha⁻¹), à un risque élevé.

Les populations à risque élevé sont très vulnérables à l'effet d'Allee et aux phénomènes stochastiques, qui peuvent les empêcher de se rétablir après une réduction de densité. Pour le réseau de l'Athabasca, Rasmussen et Taylor (2009) ont formulé l'hypothèse suivante : les populations à risque élevé demeurent dépendantes d'une immigration provenant de la rivière principale pour se soutenir. Les populations à risque modéré (de 30 à 50 poissons·0,1 ha⁻¹) sont probablement touchées par les changements de profil d'utilisation du sol ou d'autres facteurs ayant entraîné un déclin de population. Les populations dont la densité se situe dans cette fourchette sont considérées comme présentant une résilience réduite face à des perturbations d'origine naturelle ou humaine (Rasmussen et Taylor, 2009).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 CPUA (fish·m⁻²) = Captures par unité de surface (n^{bte} de poissons·m⁻²)
 Eunice Creek = Ruisseau Eunice
 Lower Wampus Creek = Cours inférieur du ruisseau Wampus
 Upper Wampus Creek = Cours supérieur du ruisseau Wampus
 Lower Deerlick Creek = Cours inférieur du ruisseau Deerlick
 Upper Deerlick Creek = Cours supérieur du ruisseau Deerlick
 Year = Année

Figure 8. Série chronologique de données sur les captures par unité de surface (pêche électrique au premier passage) pour cinq ruisseaux de référence du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks. L'axe des ordonnées (y) est tracé sur une échelle logarithmique, et les étiquettes de l'axe ont été transformées à des fins d'interprétation. Les lignes solides et les traits discontinus correspondent aux densités de référence de 50 poissons·0,1 ha⁻¹ et de 30 poissons·0,1 ha⁻¹ respectivement. Source : FWMIS (2012).

Parmi les réseaux fluviaux pour lesquels il existe des données sur la densité des populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca (n = 131), 63,3 % se classent dans la catégorie de risque élevé, 16,8 %, dans la catégorie de risque modéré, et 19,8 % seulement, dans la catégorie de faible risque. Dans le bassin hydrographique de la Berland et de la Wildhay, 78,6 % des ruisseaux affichent une densité de population correspondant à la catégorie de risque élevé. Sterling (comm. pers., 2012) est d'avis que les populations de ce secteur présentent un effectif réduit en raison de la faible productivité naturelle, de la dégradation de l'habitat causée par l'extraction de ressources et de la surpêche historique. La proportion de ruisseaux de chaque catégorie de risque variait d'un réseau fluvial à l'autre, mais, dans l'ensemble des réseaux fluviaux, les ruisseaux soumis à des prélèvements d'échantillons se classaient majoritairement dans la catégorie de risque élevé (tableau 8). L'annexe 1 présente les estimations de densité pour les populations des 131 ruisseaux soumis à un échantillonnage. Au total, 10 de ces cours d'eau abritaient des populations non indigènes de truites arc-en-ciel, et le ruisseau Chance était le seul à se classer hors de la catégorie de risque élevé. D'après les estimations d'effectif établies pour les ruisseaux de référence et la superficie de l'habitat propice, la population totale estimative de truites arc-en-ciel de l'Athabasca est de 15 000 à 25 000 individus matures (Rasmussen et Taylor, 2009).

Tableau 8. Pourcentage de ruisseaux de chaque catégorie de risque par affluent.
Source : Rasmussen et Taylor (2009). Les ruisseaux de catégorie de risque faible, modéré et élevé abritent respectivement plus de 50 poissons-0,1 ha⁻¹, de 30 à 50 poissons-0,1 ha⁻¹ et moins de 30 poissons-0,1 ha⁻¹.

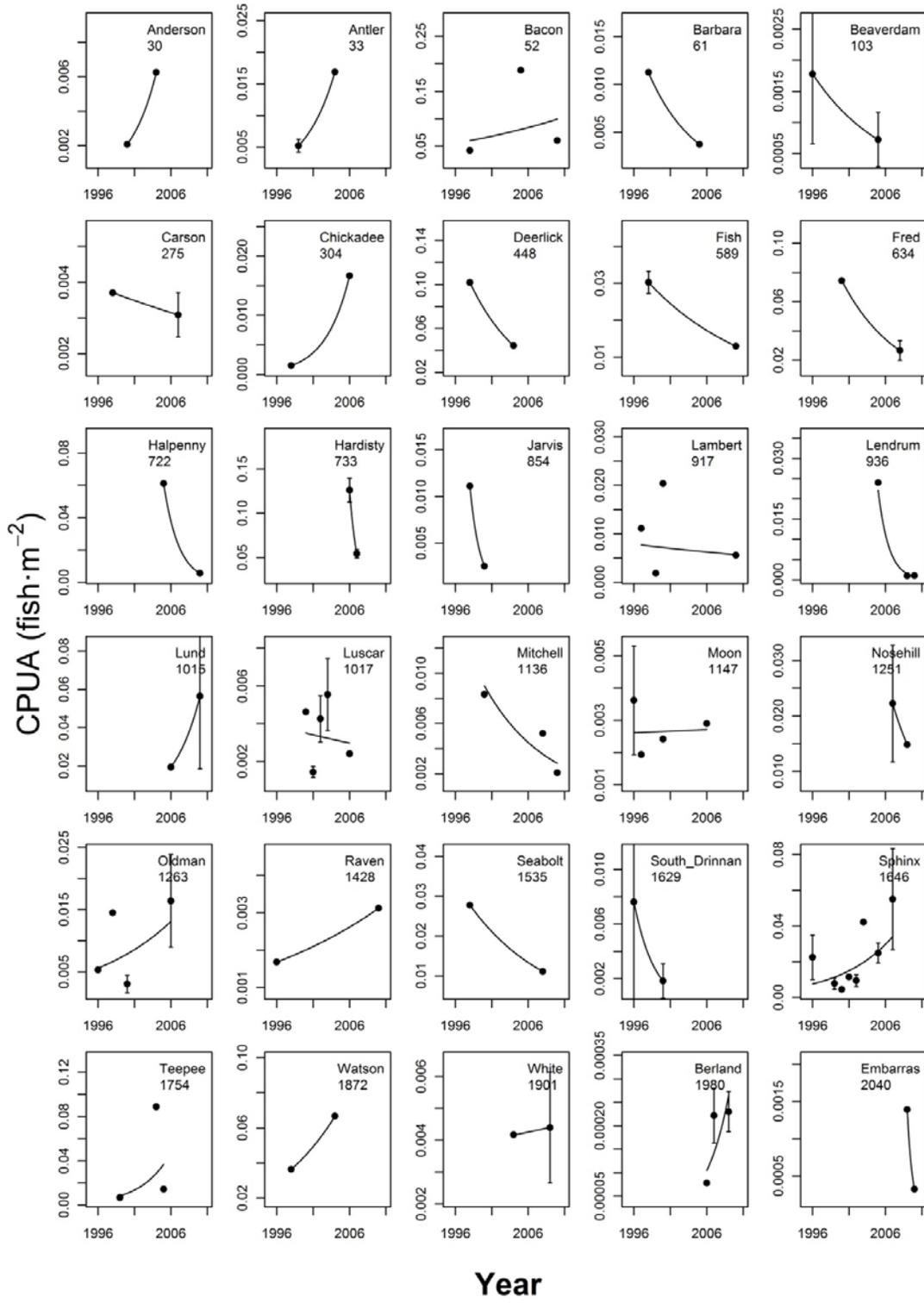
Région	Taille de l'échantillon	% faible risque	% risque modéré	% risque élevé
Affluents de l'Athabasca	28	25,0	14,3	60,7
Affluents de la Berland/de la Wildhay	28	3,5	17,9	78,6
Affluents de la McLeod	71	25,4	18,3	56,3
Affluents de la Freeman	4	0,0	0,0	100,0
Total	131	19,8	16,8	63,3

Fluctuations et tendances

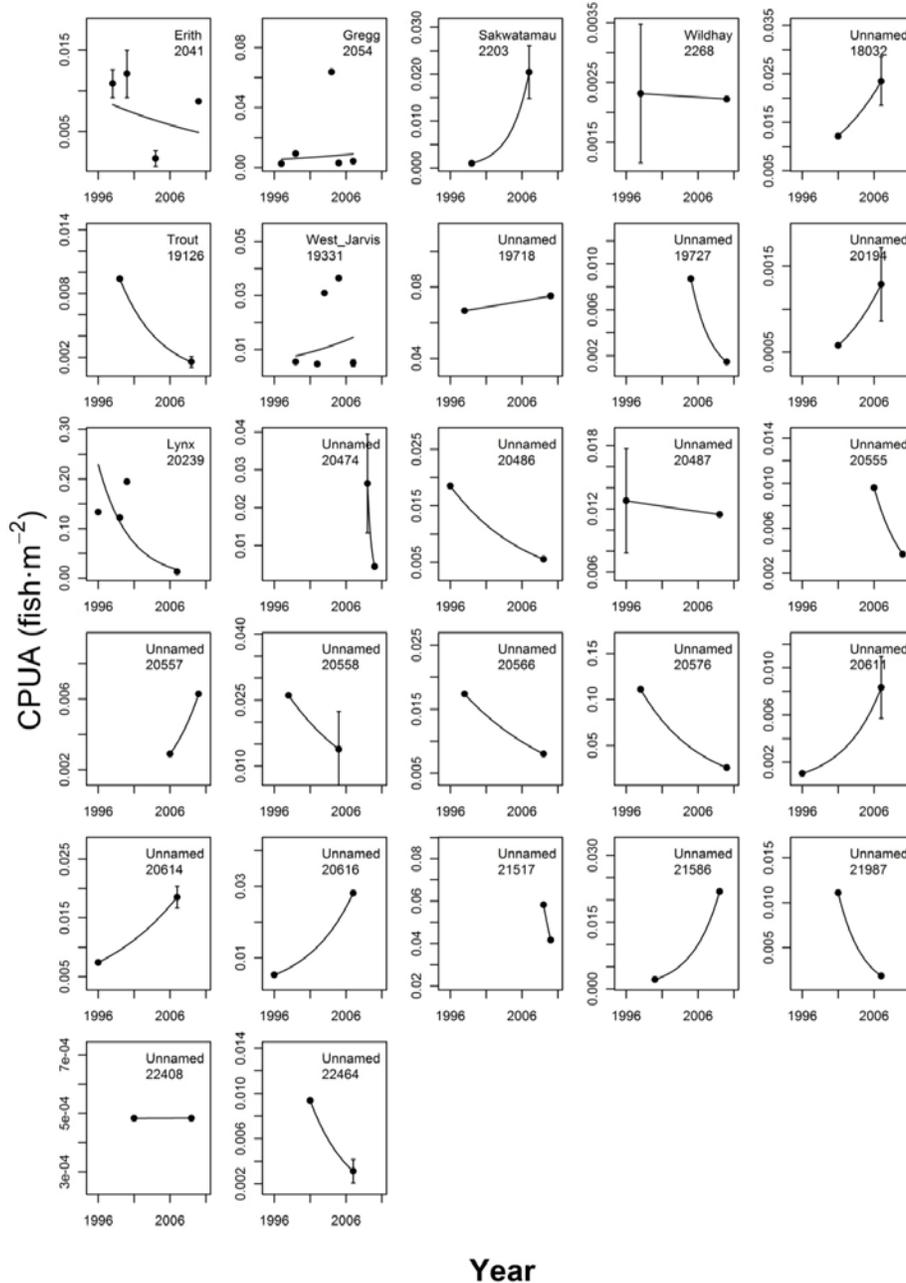
Les données sur la pêche électrique avec appareil dorsal dans trois ruisseaux (Eunice, Deerlick et Wampus) du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks forment le jeu de données le plus ancien sur la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. Les données sur les captures par unité de surface au premier passage varient sensiblement pour ces ruisseaux (figure 8). Le ruisseau Deerlick et le ruisseau Wampus, qui comptaient chacun deux stations d'échantillonnage, ont été divisés en tronçons supérieurs et inférieurs à des fins d'analyse et d'interprétation. La construction routière a débuté au milieu des années 1970 dans cette région, et d'importantes inondations (une aux 100 ans) sont survenues en 1969 et en 1980. Une autre inondation de moindre ampleur a frappé la région en 1996.

Les deux stations d'échantillonnage des ruisseaux Wampus et Deerlick montrent d'importantes fluctuations des captures par unité de surface au fil des ans. Dans le ruisseau Wampus, le facteur de variation des captures par unité de surface était d'environ 18 dans le cours inférieur et 40 dans le cours supérieur, alors que, dans le ruisseau Deerlick, il était d'environ 14 dans le cours inférieur et 33 dans le cours supérieur. Dans les deux ruisseaux, les captures par unité de surface ont affiché une baisse à la fin des années 1970, vraisemblablement par suite de la construction de routes dans la région. Les populations de ces ruisseaux semblaient être rétablies au milieu des années 1980.

L'analyse des tendances au chapitre des captures par unité de surface donne à penser que l'effectif des populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca a récemment connu une baisse dans de nombreux ruisseaux. Dans le cas des affluents du bassin hydrographique de l'Athabasca qui répondaient aux critères établis pour l'analyse des tendances, 31 ruisseaux (soit environ 54 %) présentaient un déclin des captures par unité de surface au cours des 15 dernières années (trois générations) ou moins, selon la longueur de la série chronologique (figures 9 et 10). Les ruisseaux où les captures par unité de surface étaient élevées (et où la densité des poissons était vraisemblablement élevée elle aussi) au cours de la première année de données présentaient un déclin important (figure 11). Par conséquent, dans l'ensemble des ruisseaux, le taux de déclin chez la truite arc-en-ciel de l'Athabasca a été estimé à -96,5 % (intervalle de probabilité de 95 % : de -99,3 % à -88,0 %) sur 15 ans (pour une période incluant à la fois le passé et le présent, conformément au critère A4 du COSEPAC [2013]) (figure 12a). Bon nombre des ruisseaux présentant une forte densité de population ont connu des déclins très marqués au cours de cette période; il s'agit d'une estimation très précise, même après l'inclusion de l'incertitude entourant les captures par unité de surface. Elle laisse donc entrevoir un déclin global des captures par unité de surface sur cette période de 15 ans. De même, le taux prévu de variation pour les 15 prochaines années (critère A3 du COSEPAC, 2013) dans l'ensemble des ruisseaux a été estimé à -44,4 %, avec un intervalle de probabilité de 95 %, entre -92,5 % et 229 % (figure 12b).



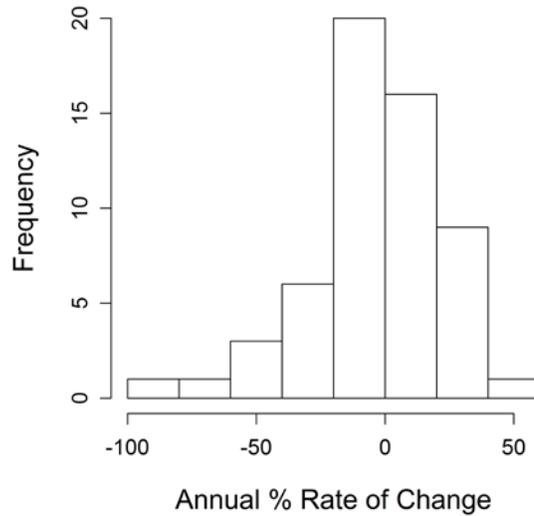
a)



b)

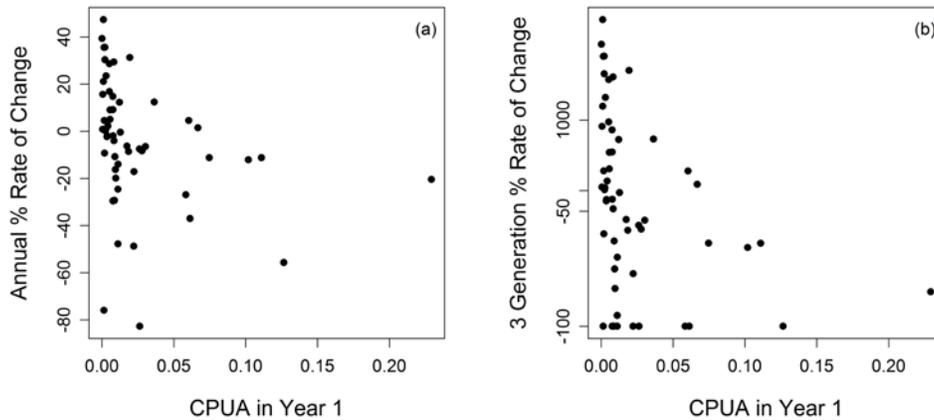
Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 CPUA (fish·m⁻²) = Captures par unité de surface (n^{bre} de poissons·m⁻²)
 Year = Année
 All stream names remain the same in French, except the following:
 South Drinnan = Drinnan Sud
 Unnamed = Sans nom
 West Jarvis = Jarvis Ouest

Figure 9(a-b). Variation des captures par unité de surface avec le temps (les barres d'erreur correspondent à un écart-type de 1) dans les affluents du bassin hydrographique de l'Athabasca. Les chiffres apparaissant sous le nom des affluents sont des numéros d'identification. Source : FWMIS (2012).



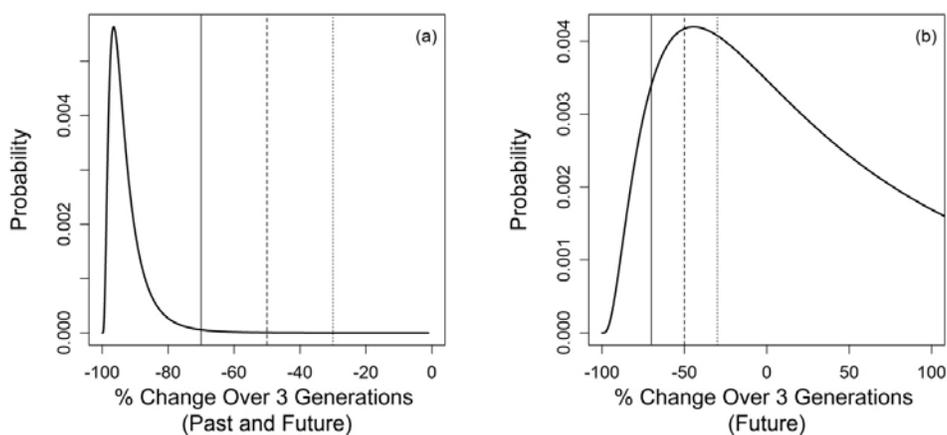
Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 Frequency = Fréquence
 Annual % Rate of Change = Taux annuel (%) de variation

Figure 10. Distribution de fréquences du taux annuel de variation (%) dans les ruisseaux ayant servi à l'analyse des tendances.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 Annual % Rate of Change = Taux annuel de variation (%)
 CPUA in Year 1 = Captures par unité de surface de la première année
 3 Generation % Rate of Change = Taux de variation sur trois générations (%)

Figure 11. Rapport entre : (a) le taux annuel de variation (%) et (b) le taux de variation sur trois générations (%), selon les captures par unité de surface de la première année de données.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Probability = Probabilité

% Change Over 3 Generations = Taux de variation sur trois générations (%)

(Past and Future) = (Période incluant le passé et l'avenir)

(Futur) = (Avenir)

Figure 12. Distribution des probabilités relatives au taux estimatif de variation chez la truite arc-en-ciel de l'Athabasca : (a) sur 15 années comprenant des périodes passées et des périodes futures; (b) sur les 15 prochaines années. Les pointillés, les lignes en tirets et les lignes solides correspondent à des seuils de -30 %, de -50 % et de -70 % respectivement.

Il n'existe aucune donnée quantitative permettant de déterminer l'ampleur et le rythme de l'érosion du génome indigène de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca sous l'effet de l'introgression par hybridation avec des poissons d'écluse. Dans le bassin hydrographique de l'Athabasca, un grand nombre de populations non indigènes naturalisées de truites arc-en-ciel sont présentes dans le parc national Jasper, et ces populations continuent d'exercer une pression propagulaire en aval, surtout dans le bras principal de la rivière Athabasca. Il existe des données génétiques sur le degré d'introgression pour trois sites jumelés du bras principal de la rivière Athabasca (tableau 9). Ces sites se trouvaient à moins de 10 km de distance les uns des autres. De 2000 à 2011, les valeurs Q_i (coefficient de mélange, représentant la proportion du génome d'origine indigène) ont été réduites dans une proportion allant de 0,5 à 4,3 % par année, ce qui porte à 29,2 % le pourcentage de diminution moyen sur trois générations (15 ans).

Tableau 9. Tendances du coefficient de mélange (Q_i) observées dans le temps dans des stations d'échantillonnage jumelées du bras principal de la rivière Athabasca. Les stations d'échantillonnage étaient considérées comme jumelées si elles étaient situées à moins de 10 km de distance l'une de l'autre. Source : Taylor et Yau (2013).

Stations jumelées	Localité	Année	Valeur Q_i moyenne	Écart-type	N
1	Bras principal de l'Athabasca	2000	0,94	0,05	7
1	Embouchure de la rivière Muskuta	2011	0,88	0,15	8
2	Embouchure du ruisseau Beauvert	2000	0,58	0,58	29
2	Embouchure de la rivière Maligne	2011	0,10	0,11	17
3	Embouchure du ruisseau Emerson	2000	0,91	0,09	9
3	Bras principal de l'Athabasca, du ruisseau Baseline au ruisseau Nosehill	2011	0,79	0,28	17

Immigration de source externe

Certaines parties du bassin hydrographique de l'Athabasca qui abritaient autrefois des populations de truites arc-en-ciel pourraient être recolonisées par des poissons venus d'un autre secteur du même bassin hydrographique. Cependant, tout dépend du degré de connectivité de l'habitat et de la concurrence exercée par les populations introduites d'ombles de fontaine. Au moins sept bassins hydrographiques arrosant de 14 000 à 170 000 ha (77 145 ha en moyenne) sont thermiquement isolés (voir *Besoins en matière d'habitat*) des zones situées plus en altitude. Par conséquent, l'immigration des poissons vers les régions de plus faible altitude est peu probable. Par ailleurs, il n'existe aucune possibilité pour le bassin hydrographique de l'Athabasca d'être recolonisé par des poissons issus d'autres réseaux fluviaux de la zone biogéographique de l'Arctique de l'Ouest. Même s'il existe d'autres populations de truites arc-en-ciel dans la région, la migration des poissons entre ces réseaux fluviaux est impossible.

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca est adaptée comme nulle autre aux eaux froides et improductives des petits ruisseaux d'amont (voir la section *Biologie*). Ces adaptations locales donnent à penser que les poissons de l'extérieur de la région toléreraient mal les conditions du bassin hydrographique de l'Athabasca et que toute tentative d'introduction se solderait par un échec. La truite arc-en-ciel (populations de l'Alberta) est actuellement limitée dans ses déplacements par la fragmentation de l'habitat et par les perturbations associées à l'extraction de ressources, la pêche récréative et la concurrence exercée par l'omble de fontaine et d'autres espèces de poissons non indigènes (voir la section *Menaces et facteurs limitatifs*). Par conséquent, ces facteurs nuiraient tout autant à des populations introduites de l'extérieur de la région.

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Les principaux facteurs qui limitent les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca comprennent : (1) l'introgression par hybridation avec des poissons d'écloserie et la concurrence avec des espèces non indigènes; (2) la population industrielle et agricole. Il convient également d'ajouter à cette liste les menaces suivantes : le changement climatique et d'autres facteurs naturels, la fragmentation de l'habitat et les perturbations causées au bassin hydrographique par la construction de routes et l'extraction de ressources. Le tableau 10 présente de l'information détaillée sur les activités humaines susceptibles d'entraîner la dégradation de l'habitat. Ces activités sont également résumées dans une évaluation officielle des menaces à l'annexe 3.

Tableau 10. Activités humaines susceptibles de dégrader l'habitat essentiel de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. La séquence des effets de chaque activité est présentée, de même que les liens possibles avec les fonctions biophysiques, les caractéristiques et les attributs de l'habitat essentiel. Source : Sterling (données inédites).

Modification de l'habitat	Séquence des effets	Fonction touchée	Caractéristique touchée	Attribut touché
Dérivation de chenaux (retenues, routes, ouvrages de franchissement)	Changement de la morphologie du chenal à la suite de l'introduction de fines particules de sable, de limon et d'argile Sédimentation	Fraye Croissance des petits Alimentation Abri Hivernage	Parties peu profondes des mouilles Bord des ruisseaux Mouilles Rapides Seuils	Lits de gravier Profondeur de l'eau Fines particules de sable, de limon et d'argile Concentration optimale d'oxygène dissous Migration des adultes vers les rivières Température optimale de l'eau Production d'invertébrés Mouilles > 75 cm de profondeur Gros galets et débit hyporhéique
Pose de ponceaux mal conçus	Fragmentation de l'habitat causée par l'accélération du courant dans les ponceaux et création de marmites de géants qui dégradent le lit du ruisseau, dénivellation à la sortie des ponceaux Sédimentation	Toutes	Toutes	Déplacements localisés des populations résidentes jusqu'à la frayère Déplacements des populations migratrices jusqu'aux frayères des ruisseaux pérennes de petite et de moyenne taille
Prélèvement d'eau	Réduction du volume des mouilles et diminution de la superficie de l'habitat des ruisseaux Sédimentation	Toutes	Toutes	Tous

Modification de l'habitat	Séquence des effets	Fonction touchée	Caractéristique touchée	Attribut touché
Utilisation des ressources (enlèvement de la végétation riveraine, récolte du bois d'œuvre, pâturage)	Augmentation de la température de l'eau en raison du rayonnement solaire direct Augmentation du débit des ruisseaux entraînant une hausse de la fréquence et de l'ampleur des crues nivales et de l'affouillement du lit des ruisseaux Enrichissement en éléments nutritifs Sédimentation	Toutes	Toutes	Débits optimaux des ruisseaux pendant la fraye et l'incubation Température optimale de l'eau Concentration optimale d'oxygène dissous Production d'invertébrés

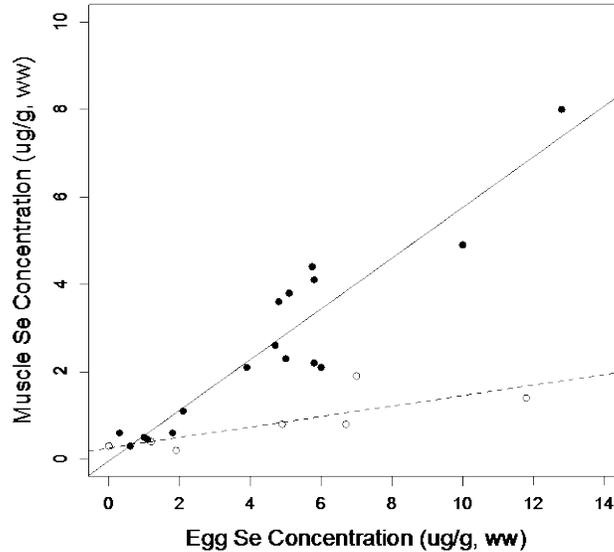
Introgression par des poissons d'écloserie et concurrence avec des espèces non indigènes

Le génome indigène de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca continue d'être menacé par l'introgression, phénomène attribuable à une hybridation avec des poissons non indigènes élevés en écloserie (voir la section *Populations issues d'écloseries*). La présence dans des lacs et des ruisseaux d'amont du parc national Jasper de plusieurs populations non indigènes naturalisées de truites arc-en-ciel qui exercent une pression propagulaire continue, l'importante introgression d'allèles non indigènes chez les populations de certains plans d'eau ayant fait l'objet d'un ensemencement et les preuves d'introgression d'allèles non indigènes chez les populations de plans d'eau non empoisonnés de l'Alberta, tous ces facteurs donnent à penser que l'introgression génétique menace gravement la persistance à long terme du génome indigène (Sterling, comm. pers., 2012).

De plus, la truite arc-en-ciel de l'Athabasca est directement menacée par l'omble de fontaine, une espèce introduite. Dans les ruisseaux abritant des populations naturalisées d'ombles de fontaine, cette espèce livre concurrence à la truite arc-en-ciel de l'Athabasca pour la nourriture et l'espace (voir la section *Relations interspécifiques*). Il existe également une faible menace d'hybridation avec la truite fardée dans deux petits cours d'eau du bassin hydrographique de l'Athabasca : le ruisseau Rock et la rivière Fiddle (voir la section *Relations interspécifiques*).

Pollution industrielle et agricole

Les effluents industriels (surtout dans les polluants atmosphériques) et les effluents agricoles représentent une menace considérable pour les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca. Dans certains affluents de la rivière McLeod, qui fait partie du bassin hydrographique de l'Athabasca, l'habitat a été fortement dégradé par l'exploitation de mines de charbon à ciel ouvert (voir *Tendances en matière d'habitat*). Le sélénium est naturellement présent dans les sols de schiste noir et de roche phosphatée (Haygarth, 1994). Cependant, l'exploitation houillère peut libérer en milieu aquatique du sélénium auparavant indisponible et engendrer des symptômes de toxicité chez les poissons (Hamilton, 2004). Le ministère de l'Environnement de l'Alberta a prélevé des échantillons dans plusieurs ruisseaux du bassin hydrographique de la rivière McLeod (en amont et en aval des activités minières) entre 1998 et 2003. Il a découvert que les concentrations de sélénium en aval de la mine de charbon de la rivière Cardinal dépassaient les lignes directrices canadiennes pour la protection de la vie aquatique en eau douce. De 2000 à 2002, Holm *et al.* (2005) ont prélevé des alevins de truites arc-en-ciel et d'ombles de fontaine des ruisseaux Luscar et Gregg (en aval de la mine de charbon de la rivière Cardinal, près de Hinton, en Alberta) pour étudier les effets des concentrations de sélénium sur leur développement (ils ont également prélevé des poissons dans les ruisseaux Deerlick et Wampus en tant que stations de référence). Ces chercheurs ont analysé la teneur en sélénium des tissus, fécondé des œufs et élevé les embryons en laboratoire pour évaluer la nature et l'ampleur des malformations. Holm *et al.* (2005) ont découvert que l'omble de fontaine était moins sensible au sélénium que la truite arc-en-ciel et qu'il existait un lien étroit entre les niveaux de sélénium dans les œufs et des troubles de croissance altérant la reproduction (figure 13). Cette différence spécifique au chapitre de la réaction aux concentrations de sélénium pourrait contribuer à expliquer pourquoi l'omble de fontaine a remplacé la truite arc-en-ciel dans plusieurs ruisseaux du bassin hydrographique de la haute McLeod (voir la section *Relations interspécifiques*). Les mines Luscar Coal Valley et Cheviot sont actuellement en exploitation dans l'habitat de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, et plusieurs autres projets miniers sont à l'étude dans ce secteur.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Muscle Se Concentration (ug/g, ww) = Concentration de Se dans les muscles (ug/g, ww)

Egg Se Concentration (ug/g, ww) = Concentration de Se dans les œufs (ug/g, ww)

Figure 13. Concentrations de sélénium (Se) dans les muscles et dans les œufs chez la truite arc-en-ciel (symboles vides; $r = 0,864$; $p = 0,012$) et l'omble de fontaine (symboles pleins; $r = 0,954$; $p < 0,01$). Données recueillies dans des stations d'échantillonnage exposées au Se et dans des stations d'échantillonnage de référence du sud-est de l'Alberta, au Canada. Chaque symbole représente les données tirées des tissus d'une femelle. Source : Holm *et al.* (2005).

Changement climatique et autres facteurs naturels

Les besoins spécifiques de la truite arc-en-ciel au chapitre de l'habitat sont d'importants facteurs qui, conjugués aux effets du changement climatique, peuvent menacer les populations. En particulier, la truite arc-en-ciel affiche une forte préférence pour des eaux de 7 à 18 °C, et elle a également des besoins très particuliers en ce qui a trait aux caractéristiques physiques des frayères et des lieux de croissance (voir la section *Besoins en matière d'habitat*). La truite arc-en-ciel de l'Athabasca peuple le plus souvent des ruisseaux de troisième et de quatrième ordre qui demeurent frais en été et qui ont des concentrations d'oxygènes suffisantes (Rasmussen et Taylor, 2009). Ces besoins influent grandement sur la répartition de l'espèce dans le réseau de la rivière Athabasca. Les données du FWMIS (2012) sur l'occupation de l'habitat révèlent une diminution de la proportion d'habitat occupé dans les tronçons inférieurs du bassin hydrographique (tableau 4). Cette baisse est probablement attribuable à la température plus chaude de l'eau en aval. Ces besoins particuliers en matière d'habitat rendent la truite arc-en-ciel de l'Athabasca particulièrement vulnérable aux effets du changement climatique.

La variabilité du climat et le changement climatique nuisent à la truite arc-en-ciel de l'Athabasca de trois manières : (1) modification du régime thermique des ruisseaux (et des niveaux d'oxygène correspondants); (2) modification des volumes d'eau et des paramètres temporels des apports en eau qui influent sur l'épaisseur du manteau neigeux (apport hivernal ou crue printanière) ou épisodes de fortes précipitations qui entraînent des inondations (et l'affouillement du lit des ruisseaux); (3) modification du profil d'écoulement à la fin de l'été, à la suite de la réduction progressive des volumes de fonte glaciaire sur plusieurs saisons successives (Sterling, comm. pers., 2012).

D'importantes inondations associées à la crue printanière surviennent souvent en juin, période où les œufs sont déposés dans le gravier. Ces inondations favorisent l'accumulation de sédiments fins qui ensevelissent les œufs en cours d'incubation et les alevins au point de les suffoquer. De plus, l'affouillement du lit des ruisseaux (par suite de l'érosion et de la sédimentation) pendant les inondations a de graves incidences sur l'habitat des poissons. Les inondations de faible envergure ne sont pas assez puissantes pour transporter des particules, mais les grandes inondations engendrent un débit suffisant pour transporter des particules fines et d'autres matériaux. Lors d'un examen des débits critiques pour la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, Sterling (1992) a découvert que des particules de la frayère étaient transportées par les eaux lorsque le débit dépassait $0,731 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Il a également constaté que, à la suite d'inondations majeures, le substrat des frayères était en fait de meilleure qualité (en raison de l'affouillement) et que cette situation avait probablement contribué au recrutement accru et au rétablissement rapide des populations au lendemain de l'inondation de 1980. En outre, une augmentation soudaine de la quantité de sédiments peut gravement limiter la superficie de l'habitat nécessaire à la production d'invertébrés (la principale source de nourriture des poissons adultes et juvéniles). Les populations présentant de faibles effectifs sont particulièrement sensibles aux inondations, qui, dans certains cas, coïncident avec d'importants changements au chapitre de l'abondance (Sterling, 1990).

Fragmentation de l'habitat et extraction de ressources

Hors des limites du parc national Jasper, les activités forestières, pétrolières et gazières (l'exploration et l'exploitation), houillères et agricoles (principalement le pâturage) se multiplient rapidement. Elles entraînent une intensification de l'activité de construction routière et ont des incidences directes sur les ruisseaux par l'érosion, l'envasement et la modification des chenaux (pour la construction de ponts et de ponceaux). En outre, ces industries créent de nouvelles routes qui permettent aux adeptes du plein air d'accéder plus facilement à des milieux auparavant intacts.

Les modifications apportées aux chenaux pendant la construction de ponts et la mauvaise installation de ponceaux accroissent la fragmentation de l'habitat en restreignant les déplacements des poissons vers l'amont. Les ponceaux mal installés (c'est-à-dire installés au-dessus de la pente du ruisseau) accélèrent souvent le débit de l'eau au point où les poissons ne peuvent plus nager contre le courant (Furniss *et al.*, 1991). De plus, il a été démontré que l'accroissement du débit (qui a pour effet d'accélérer l'érosion et de saper le lit du ruisseau) occasionné par la construction de ponts et de ponceaux peut avoir de graves incidences sur l'habitat des ruisseaux (Peterson, 1993). La base de données du Foothills Stream Crossing Program révèle que, sur les 427 ouvrages de franchissement de la région de Hinton, 123 (29 %) sont susceptibles d'abriter des truites arc-en-ciel de l'Athabasca (Sterling, comm. pers., 2012). Parmi les 1 230 franchissements inspectés par le ministère de l'Environnement et du Développement durable des ressources de l'Alberta (Alberta Environment and Sustainable Resource Development) entre 2009 et 2012, 167 ponceaux sur 823 (21 %) ont été considérés comme des obstacles probables aux déplacements des poissons.

Sterling a étudié en profondeur les effets de l'exploitation forestière sur les populations de truites arc-en-ciel de l'Athabasca dans le bassin hydrographique Tri-Creeks (1990; 1992). Les résultats de ces études ont révélé une augmentation du débit à la suite de travaux d'abattage, un phénomène favorisant à la fois l'envasement et l'affouillement. Toutefois, l'exploitation forestière n'a entraîné aucun changement du débit d'étiage annuel essentiel au maintien de lieux d'hivernage (voir la section *Besoins en matière d'habitat*). Les études n'ont pas permis de cerner de façon concluante les effets de l'exploitation forestière sur l'abondance de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, les grandes crues ayant masqué tout effet que l'abattage pourrait avoir eu sur la croissance ou la survie. Il est présumé que l'envasement et l'affouillement causés par l'exploitation forestière auraient sur la survie des œufs et des alevins vésiculés des impacts semblables à ceux des inondations, dont il a été question ci-dessus. De nombreuses recherches attestent que la récolte du bois d'œuvre a pour effet d'augmenter la température de l'eau. Nip (1991) signale que, en août, la température moyenne de l'eau des ruisseaux Wampus et Deerlick avait augmenté de 3,4 et de 5,7 °C respectivement à la suite de travaux d'exploitation forestière. Le réchauffement de l'eau peut engendrer une perte d'habitat propice, surtout pour les poissons adaptés aux eaux froides, comme la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. Les changements de température de l'eau à la suite de la récolte du bois d'œuvre sont largement tributaires des travaux de gestion des zones riveraines après la coupe. Dans certains cas extrêmes, l'eau est demeurée plus chaude pendant une période de 10 ans après les travaux d'abattage (Beschta et Taylor, 1988). En outre, certains chercheurs sont d'avis que les changements apportés à la température de l'eau à la suite de travaux d'exploitation forestière pourraient être exacerbés par les effets du changement climatique et mener à une dégradation accrue de l'habitat propice (Isaak *et al.*, 2012).

Nombre de localités

Dans le cas de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca, la localité s'entend du lieu de ponte. Les populations migratrices et celles qui demeurent dans les ruisseaux frayent dans de petits affluents au printemps (voir la section *Besoins en matière d'habitat*). Par conséquent, il s'agit de lieux où un événement menaçant unique (p. ex. l'altération de l'habitat) pourrait compromettre la survie de la population. Le nombre de ruisseaux de fraye (et de localités) du bassin hydrographique de l'Athabasca demeure pour l'instant inconnu, mais il est probablement très supérieur à 50. L'Alberta compte sept bassins hydrographiques de troisième ordre qui chevauchent l'aire de répartition de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. De ce nombre, trois contiennent neuf cours d'eau où il existe des populations isolées des autres (Sterling, comm. pers., 2012). Si ces populations venaient à disparaître, elles ne pourraient pas se rétablir sans intervention humaine.

Certaines données attestent également une réduction progressive du nombre de localités dans le bassin hydrographique de l'Athabasca. Aucune truite arc-en-ciel n'a été capturée dans le ruisseau Eunice depuis cinq ans, ce qui donne à penser que cette population a disparu (FWMIS, 2012). De même, certains dossiers d'archives laissent entrevoir que la truite arc-en-ciel était présente dans les ruisseaux Carrot et Bench, alors qu'aucun spécimen n'y a été relevé depuis plusieurs décennies (FWMIS, 2012).

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

Statuts et protection juridiques

La *Loi sur les pêches* fédérale habilite les provinces et les territoires à adopter des règlements sur la pêche et à en assurer l'application. En Alberta, la truite arc-en-ciel est assujettie aux règlements sur la pêche à la ligne régissant la zone des versants est (ES3). La rivière Freeman se trouve dans la zone boréale du Nord (NB2). D'importantes modifications à la réglementation des versants est (zone 1) ont été apportées en 1995, notamment en ce qui a trait à la limite de grosseur, à la limite de prises et aux restrictions concernant les engins, qui varient d'un bassin hydrographique à l'autre. Par le passé, la limite de prises globale était de 10 poissons, et il n'y avait ni limite de grosseur ni interdiction relative aux appâts. L'utilisation d'appâts, en particulier d'asticots, est autorisée dans les grandes rivières (Athabasca, basse Berland et basse McLeod) de la zone de gestion ES3 pendant une partie de l'année. L'interdiction totale ne s'applique qu'aux ruisseaux et aux rivières secondaires, et la remise à l'eau obligatoire des captures ne vise que la truite arc-en-ciel de l'Athabasca dans la zone ES3 (même si plusieurs bassins hydrographiques précis, dont ceux de la Wildhay, de l'Embarras et de la Gregg, sont assujettis à des règlements de remise à l'eau pour l'ensemble des espèces). Les cours d'eau du bassin hydrographique expérimental Tri-Creeks (ruisseaux Wampus, Deerlick et Eunice), dans le bassin hydrographique de la McLeod, sont fermés à la pêche à la ligne à longueur d'année.

La truite arc-en-ciel a obtenu la cote G5 (non en péril) à l'échelle mondiale et une cote équivalente à l'échelle du Canada et des États-Unis (N5, non en péril) (UICN, 2012). L'organisme NatureServe, pour sa part, a accordé à la truite arc-en-ciel de l'Athabasca le statut d'espèce « gravement en péril » (S1). Cependant, ces classements mondiaux ne tiennent pas compte du risque de disparition dans des unités désignables précises.

Statuts et classements non juridiques

La truite arc-en-ciel de l'Athabasca est depuis longtemps considérée comme une souche indigène unique (ministère du Développement durable des ressources de l'Alberta, 2012). En 2005, les stocks indigènes de truite arc-en-ciel de la rivière Athabasca et de ses affluents ont été considérés comme « potentiellement en péril » en raison de l'introgression par des truites arc-en-ciel introduites et des changements anthropiques à l'habitat (ministère du Développement durable des ressources de l'Alberta, 2012).

Le gouvernement provincial de l'Alberta a répondu aux préoccupations croissantes au sujet de la situation de la truite arc-en-ciel de l'Athabasca. En juin 2009, le Comité provincial pour la conservation des espèces en péril (Provincial Endangered Species Conservation Committee) a recommandé la publication d'un énoncé de mesures de conservation au ministre du Développement durable des ressources pour l'inciter à attribuer à la truite arc-en-ciel de l'Athabasca le statut d'espèce menacée à l'échelle provinciale. Ce document n'a toutefois pas encore été signé. Le premier rapport de situation provincial a été publié en 2009 (Rasmussen et Taylor, 2009), et une équipe de rétablissement provinciale a été mise sur pied. De plus, le gouvernement provincial a formé le Groupe de travail sur le sélénium de l'Alberta (Alberta Selenium Working Group) en 1999 afin de coordonner les travaux d'évaluation et de gestion des impacts du sélénium provenant des houillères du centre-ouest de l'Alberta.

Protection et propriété de l'habitat

Plusieurs rivières et ruisseaux abritant des truites arc-en-ciel de l'Athabasca sont situés dans des aires protégées. Le bras principal et les affluents de la rivière Athabasca se trouvent dans les limites du parc national Jasper, tandis que certaines parties des bassins hydrographiques des rivières Berland et McLeod sont situées respectivement dans les aires de nature sauvage Willmore et Whitehorse. À l'extérieur des limites de ces parcs, le secteur est soumis à une gamme variée de pratiques d'utilisation du sol. De plus, l'habitat du poisson est protégé par la législation provinciale.

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Les personnes suivantes ont généreusement transmis des données et des documents ayant trait au présent rapport : George Sterling (ministère du Développement durable des ressources de l'Alberta), Ward Hughson (parc national Jasper) et Karl Geist. George Sterling a fourni la majeure partie des données et des analyses qui se retrouvent dans le présent rapport sur la truite arc-en-ciel du bassin hydrographique de l'Athabasca. La rédactrice du rapport tient à le remercier sincèrement de son aide. Jenny Wu a effectué les calculs liés à la zone d'occupation.

SOURCES D'INFORMATION

- Alberta Sustainable Resource Department. 2012. The General Status of Alberta Wild Species 2005. Site Web : <http://www.srd.gov.ab.ca/fw/wildspecies/index.htm> (consulté en juin 2012; en anglais seulement).
- Barker, O., comm. pers. 2013. Correspondance par courriel adressée à H.G.M. Ward, le 31 janvier.
- Behnke, R.J. 1992. Native trout of Western North America, American Fisheries Society, Methesda (Maryland), 235 p.
- Beschta, R.L., et R.L. Taylor. 1988. Stream Temperature Increase and Land Use in a Forested Oregon Watershed, *Water Resources Bulletin* 24(1):19-25.
- Bjornn, T.C., et D.W. Reiser. 1991. Habitat requirements of salmonids in streams, p. 83-138 in W.R. Meehan (éd.), Influences of forest and rangeland management on salmonid fishes and their habitats, *American Fisheries Society Special Publication*, n° 19.
- Carl, L.M., C. Hunt et P.E. Ihssen. 1994. Rainbow trout of the Athabasca River, Alberta: an unique population, *Transactions of the American Fisheries Society* 123(2):129-140.
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2012. ATK-SC Source Report on Athabasca Rainbow Trout, gouvernement du Canada.
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2013. Manuel des opérations et des procédures du COSEPAC – novembre 2013.
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2010. Rapports de situation – Lignes directrices du COSEPAC concernant les populations manipulées, gouvernement du Canada. Site Web : http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct2/sct2_8_f.cfm (consulté en avril 2013).
- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). 2009. Rapports de situation – Lignes directrices pour reconnaître les unités désignables, gouvernement du Canada. Site Web : http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct2/sct2_5_f.cfm (consulté en juin 2012).

- Cott, P., comm. pers. 2013. Correspondance par courriel adressée à H.G.M. Ward, le 30 janvier.
- Elliott, J.M. 1973. The food of brown and rainbow trout (*Salmo trutta* and *S. gairdneri*) in relation to the abundance of drifting invertebrates in a mountain stream, *Oecologia* 12:329-348.
- FAO. 2012. Programme d'information sur les espèces aquatiques cultivées : *Oncorhynchus mykiss*, Département des pêches et de l'aquaculture, Programme d'information sur les espèces aquatiques cultivées. Site Web : http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Oncorhynchus_mykiss/fr (consulté en juin 2012)
- Fausch, K.D. 2008. A paradox of trout invasions in North America, *Biological Invasions* 10(5):685-701.
- Flebbe, P.A., et C.A. Dolloff. 1995. Trout use of woody debris and habitat in Appalachian wilderness streams of North Carolina, *North American Journal of Fisheries Management* 15:579-590.
- Fraser, D.J., L. Bernatchez, M.M. Hansen et E.B. Taylor. 2011. The extent, scale, extent, speed, and molecular basis of local adaptation in salmonid fishes, *Heredity* 106: 404-420.
- Furniss, M.J., R.D. Roelofs et C.S. Yee. 1991. Road Construction and Maintenance, p. 297-323 in W.R. Meehan (éd.), Influences of Forest and Range Land Management on Salmonid Fishes and Habitats, *American Fisheries Society Special Publication*, n° 19, Bethesda (Maryland).
- FWMIS, 2012. Fisheries and Wildlife Management Information System. Site Web : <http://esrd.alberta.ca/fish-wildlife/fwmis/default.aspx> (consulté en juillet 2012; en anglais seulement).
- Halverson, A. 2010. An Entirely Synthetic Fish: How Rainbow Trout Beguiled American and Overran the World, Yale University Press, New Haven (Connecticut), 288 p.
- Hamilton, S. 2004. Review of selenium toxicity in the aquatic food chain, *Science of the Total Environment* 326:1-31.
- Haygarth, P.M. 1994. Global importance and global cycling of selenium, p. 1-27 in W.T. Frankenberger et S. Benson (éd.), *Selenium in the Environment*, Marcel Dekker, New York.
- Hendry, A.P., et S.C. Stearns. 2004. *Evolution illuminated, Salmon and their relatives*, Oxford University Press, Oxford.
- Hendry, A.P., V. Castaic, M.T. Kinnison et T.P. Quinn. The evolution of philopatry and dispersal: homing versus straying in salmonids, p. 52-91, in Hendry, A.P. et S.C. Stearns (éd.), *Evolution illuminated, Salmon and their relatives*, Oxford University Press, Oxford.
- Holm, J., V. Palace, P. Siwik, G. Sterling, R. Evans, C. Baron, J. Werner et K. Wautier. 2005. Developmental effects of bioaccumulated selenium in eggs and larvae of two salmonid species, *Environmental Toxicology and Chemistry* 24(9):2373-2381.

- Isaak, D., C.C. Muhlfeld, A.S. Todd, R. Al-Chokhachy, J. Roberts, J.L. Kershner, K.D. Fausch et S.W. Hostetler. 2012. The past as prelude to the future for understanding 21st century climate effects on rocky mountain trout, *Fisheries* 37(12):542-556.
- Lee, R.M., et J.N. Rinne. 1980. Critical thermal maxima of five trout species in the southwestern United States, *Transactions of the American Fisheries Society* 109:632-635.
- Mayhood, D. 1992. A Preliminary Assessment of the Native Fish Stocks of Jasper National Park, FWR Freshwater Research Limited, Calgary (Alberta), 308 p.
- McCusker, M., E. Parkinson et E.B. Taylor. 2000a. Phylogeography of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and its implications for taxonomy, biogeography, and conservation, *Molecular Ecology* 9:2089-2108.
- McCusker, M.R., E.A. Parkinson et E.B. Taylor. 2000b. Phylogenetic conservation units for rainbow trout in British Columbia, *Province of British Columbia Fisheries Management Report*, n^o 112, Victoria (Colombie-Britannique).
- McPhail, J.D. 2007. Freshwater Fishes of British Columbia, University of Alberta Press, Edmonton (Alberta), 620 p.
- Miller, R.B., et W.H. Macdonald. 1949. Preliminary biological surveys of Alberta watersheds 1957-1949, p. 61-66 in Government of Alberta, Department of Lands and Forests, The Athabasca Watershed, Edmonton (Alberta).
- Morinville, G.R., et J.B. Rasmussen. 2003. Early juvenile bioenergetics differences between anadromous and resident brook trout (*Salvelinus fontinalis*), *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques = Canadian Journal of Fisheries and Aquatics Science* 60(4):120-126.
- Muhlfeld, C.C., D.H. Bennet et B. Marotzs. 2001. Fall and winter habitat use and movement by Columbia River redband trout in a small stream in Montana, *North American Journal of Fisheries Management* 21:170-177.
- Nelson, J.S., et M.J. Paetz. 1992. The fishes of Alberta, University of Alberta Press, Edmonton, 437 p.
- Nip, A.M.K. 1991. Changes in hydrology and water quality following forest harvesting and their impact on salmonid fishes in the Tri-Creeks basin, Alberta Forestry, Lands and Wildlife, Edmonton (Alberta), 66 p.
- Peterson, A.M. 1993. Effects of electric transmission rights of way on trout in forested headwater streams, *North American Journal of Fisheries Management* 13(3):581-585.
- Porter, M., et J. Rosenfeld. 1999. Microhabitat selection and partitioning by an assemblage of fish in the Nazko River, British Columbia Ministry of Fisheries, Victoria (Colombie-Britannique), 28 p.
- Raleigh, R.F., T. Hickman, R.C. Solomon et P.C. Nelson. 1984. Habitat suitability information: rainbow trout, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington D.C., 64 p.

- Rasmussen, J.B., et E.B. Taylor. 2009. Status of Athabasca Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) in Alberta, Alberta Sustainable Resource Development, Edmonton (Alberta), 32 p.
- R.L. & L. Environmental Services Ltd. 1996. An information review of four native sportfish species in west-central Alberta, Foothills Model Forest, Fisheries Management and Enhancement Program, Hinton (Alberta), 110 p.
- Stearley, R.F., et G.R. Smith. 1993. Phylogeny of the Pacific trouts and salmons (*Oncorhynchus*) and genera of the family Salmonidae, *Transactions of the American Fisheries Society* 122:1-33.
- Sterling, G. 1978. Population dynamics, age and growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and Dolly Varden (*Salvelinus malma*) in the Tri-Creek watershed, 1971 to 1977, Alberta Energy and Natural Resources, Alberta Forest Service et Alberta Recreation, Parks and Wildlife, Fish and Wildlife Division, Edmonton (Alberta), 86 p.
- Sterling, G. 1986. An evaluation of spawning habitat and fry escapement of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) before logging in the Tri-Creek watershed of west-central Alberta, Alberta Energy and National Resources, Fish and Wildlife Division, Edmonton (Alberta), 74 p.
- Sterling, G. 1990. Population dynamics of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in the Tri-Creeks experimental watershed of west-central Alberta; a postlogging evaluation, Alberta Forestry, Lands and Wildlife, Edmonton (Alberta), 68 p.
- Sterling, G. 1992. Fry emergence survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), following timber harvest in two foothills streams of west central Alberta, thèse de maîtrise ès sciences, University of Alberta, Edmonton (Alberta), CANADA, 128 p.
- Sterling, G., comm. pers. 2012. Entretien téléphonique avec H.G.M. Ward, le 12 juillet.
- Sterling, G., M. Blackburn et C.F. Johnson. 2012. Using single-pass backpack electrofishing catch as an index of salmonid population abundance in small foothill streams of west-central Alberta, réunion annuelle de la Fish and Wildlife Division, Camrose (Alberta), mars 2012.
- Sterling, G., et R. Cox. 2013. Over-wintering habitat for Athabasca Rainbow Trout in small foothill streams of west-central Alberta, ESRD/Fisheries Branch, Tri-Creeks Experimental Watershed Technical Report, n° 11, en préparation.
- Taylor, E.B. 1991a. A review of local adaptation in Salmonidae with particular reference to Pacific and Atlantic salmon, *Aquaculture* 98:185-207.
- Taylor, E.B., P. Tamkee, G. Sterling et W. Hughson. 2007. Microsatellite DNA analysis of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from western Alberta, Canada: native status and evolutionary distinctiveness of 'Athabasca' rainbow trout, *Conservation Genetics* 8:1-15.
- Taylor, E.B., et M. Yau. 2013. Analysis of introgression between indigenous and introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in western Alberta, Department of Zoology, University of British Columbia, 13 p.

Thomas, A., D.J. Spiegelhalter et W. Gilks. 1992. BUGS: A program to perform Bayesian inference using Gibbs sampling, *in* Bernardo, J., J. Berger, A. Dawid et A.F.M. Smith (éd.), *Bayesian Statistics 4*, Oxford University Press, p. 837-842.

Tucker, S., et J.B. Rasmussen. 1999. Using Cs-137 to measure and compare bioenergetic budgets of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in the field, *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques = Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 56(5):875-887.

Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). 2012. IUCN Red List of Threatened Species, version 2010.1. Site Web : www.iucnredlist.org. (consulté en juillet 2012; en anglais seulement).

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU OU DES RÉDACTEURS

Hillary Ward est détentrice d'un baccalauréat en sciences de l'environnement de l'Université de Colombie-Britannique (University of British Columbia) et est actuellement étudiante au doctorat à l'Université de Calgary (University of Calgary). Dans ses recherches, elle s'attache à mieux comprendre les effets de la dynamique de la capture et de la pêche à la ligne de la truite arc-en-ciel dans les petits lacs de Colombie-Britannique.

COLLECTIONS EXAMINÉES

Aucune collection n'a été examinée lors de la rédaction du présent rapport.

**Annexe 1. Densité de la population de truites arc-en-ciel (n^{bre} de poissons·0,1ha⁻¹) mesurée par recensement (pêche électrique à un seul passage) dans les ruisseaux du réseau hydrographique de la haute Athabasca et évaluation du risque fondé sur la densité et les pratiques localisées d'utilisation du sol.
Source : Rasmussen et Taylor (2009).**

* Les ruisseaux à faible risque (F), à risque modéré (M) et à risque élevé (E) s'entendent de ruisseaux contenant respectivement plus de 50 poissons·0,1 ha⁻¹, de 30 à 50 poissons·0,1 ha⁻¹ et moins de 30 poissons·0,1 ha⁻¹.

† F = Exploitation forestière; M = exploitation minière; P = pêche récréative

Plan d'eau	Densité des poissons	Écart-type	n	Années	Risque *	Utilis. du sol †
Bassin hydrographique de l'Athabasca						
Ruisseau Baseline	11,8	2,5	13	1996-1998	E	F, P
Ruisseau Canyon	11,1	2,1	9	1996-1998	E	F, P
Ruisseau Creek	24,6	12,8	2	1997	E	F, P
Ruisseau Chickadee	14,7	4,3	9	1993-2003	E	F, P
Ruisseau Emerson*	20,4	4,3	8	1998-2001	E	F, P
Ruisseau Felix	38,6		1	1998	M	F, P
Ruisseau Fish	21,4	3,9	23	1996-2000	E	F, P
Ruisseau Gorge	70,9	17,1	9	1996-1998	F	F, P
Ruisseau Hardisty	4,7		1	1999	E	F, P
Ruisseau Hunt	3,2		1	1995	E	F, P
Ruisseau Lynx	67,1	14	12	1996-2001	F	F, P
Ruisseau Marsh	45	21	3	1996-1998	M	F, P
Ruisseau Maskuta	4,8		1	1996	E	F, P
Ruisseau Nosehill	1,3		1	1997	E	F, P
Ruisseau Obed	16,6		1	1997	E	F, P
Ruisseau Oldman	16,1	4,8	7	1996-1999	E	F, P
Ruisseau Oldman	77	31,5	6	2000-2003	F	F, P
Ruisseau Plante	12,4	6,8	4	1996-1998	E	F, P
Ruisseau Ponoka	22,4		1	1995	E	F, P
Ruisseau Roundcroft	208,9	237,1	2	1993-1998	F	F, P
Ruisseau Seabolt	6,6	4,5	4	1995-1999	E	F, P
Ruisseau Solomon	2,6	0,7	11	1996-2001	E	F, P
Ruisseau Two	2,4	1,3	3	1999	E	F, P
Ruisseau sans nom	41,7	8,1	7	1999-2003	M	F, P
Ruisseau sans nom	44,8	17,7	5	2000-2002	M	F, P
Ruisseau sans nom	55,8	24,3	7	1999-2002	F	F, P
Ruisseau sans nom	197,4	154	6	1999-2002	F	F, P
Ruisseau sans nom	203,3	64,1	5	1999-2002	F	F, P
Bassin hydrographique de la Berland/de la Wildhay						
Ruisseau Barbara	5,5	3,6	2	1996-1997	E	F, P
Rivière Berland	11,8	1	2	1998	E	F, P
Ruisseau Big	11,1	4,4	4	1993-1998	E	F, P
Ruisseau Cabin	9,3	2,2	2	1993-1997	E	F, P
Ruisseau Carson	2,2		1	1999	E	F, P
Ruisseau Collie	39,2	12,4	2	1993-1996	M	F, P
Ruisseau Fox	12,3	8,9	2	1993-1996	E	F, P
Ruisseau Fred	143,2	140,5	2	1997-2001	F	F, P

Plan d'eau	Densité des poissons	Écart-type	n	Années	Risque *	Utilis. du sol †
Ruisseau Hendrickson	12,1	5,4	2	1993-1997	E	F, P
Ruisseau Hightower	2,2	1,5	2	1993-1996	E	F, P
Petite rivière Berland	4,7	3,5	6	1993-1998	E	F, P
Ruisseau Maria	37,5		1	1998	M	F, P
Ruisseau Moberly	17,8	7,4	3	1993-1998	E	F, P
Ruisseau Moon	5,1	1,4	11	1998-2001	E	F, P
Ruisseau Moon	6,7	1,9	7	1993-1997	E	F, P
Ruisseau Pinto	2	0,4	7	1993-2001	E	F, P
Ruisseau Teitge	3,9		1	1996	E	F, P
Ruisseau Twelve Mile	32	7	6	1993-1999	M	F, P
Ruisseau sans nom	1,4		1	1998	E	F, P
Ruisseau sans nom	3,2	0,3	2	1996-1997	E	F, P
Ruisseau sans nom	14,7	6,8	3	1982-1996	E	F, P
Ruisseau sans nom	26,5	11,5	3	1997-2003	E	F, P
Ruisseau Beaver	1,5	0,8	3	1993-1998	E	F, P
Ruisseau Grizzly	2,6	0,4	3	1993-1995	E	F, P
Ruisseau Vogel	8,7	2,7	2	1993-1997	E	F, P
Ruisseau Wildcat	32,2	29,4	2	1996	M	F, P
Rivière Wildhay	1,7	0,8	8	1993-1999	E	F, P
Ruisseau Wroe	32,7	17	6	1982-2001	M	F, P
Bassin hydrographique de la rivière Freeman						
Ruisseau Louise	1,8		1	1996	E	F, P
Ruisseau sans nom	0,7		1	1996	E	F, P
Ruisseau sans nom	2,2	0,5	2	1992-2002	E	F, P
Ruisseau sans nom	9,1	6,2	3	2002	E	F, P
Bassin hydrographique de la rivière McLeod						
Ruisseau Anderson	5,6	0,5	4	2003-2004	E	F, P
Ruisseau Anderson	14,2	3	14	1999	E	F, P
Ruisseau Anderson	14,8	8,8	4	2001	E	F, P
Ruisseau Anderson	15,2	4,3	3	2000	E	F, P
Ruisseau Anderson	72,5	20,5	8	1993-1998	F	F, P
Ruisseau Antler	25,4	5,9	8	1996-1998	E	F, P
Ruisseau Antler	36,4	23,5	9	1999-2003	M	F, P
Ruisseau Bacon	49,2	10	3	1996-1999	M	F, P
Ruisseau Baril	6,7	5,4	2	1998-2001	E	F, P
Ruisseau Beaverdam	34,5	23	8	1993-2000	M	F, P
Ruisseau Berry's	1,8	10,3	3	1996-1997	E	M,F,P
Ruisseau Bryan	52,1	42,1	3	1998-2001	F	F, P
Ruisseau Change*	46,1		1	1996	M	F, P
Ruisseau Chief	18,3		1	1995	E	F, P
Ruisseau Corral	24,8		1	1983	E	F, P
Ruisseau Deerlick	156,2	40,2	12	1998-1999	F	F
Ruisseau Deerlick	158,3	29,7	12	2000-2004	F	F
Ruisseau Deerlick	238,5	76,4	6	1996-1997	F	F
Ruisseau Dummy	10,6	7,8	2	1996-1997	E	F, P
Rivière Embarras*	16,6	5,5	7	1997-1999	E	F, P
Ruisseau Erickson's	20,8		1	1982	E	F, P
Ruisseau Eunice	6,5	3	6	2000-2003	E	F
Ruisseau Eunice	7	1,8	10	1993-1999	E	F
Rivière Gregg	5,5	2,3	12	1996-2004	E	M,F,P

Plan d'eau	Densité des poissons	Écart-type	n	Années	Risque *	Utilis. du sol †
Ruisseau Halpenny	163,1	100,1	5	1996-2001	F	F, P
Ruisseau Hanlan	18,9	17,8	2	1996-1997	E	F, P
Ruisseau Hay	145,7	92,9	2	1982-2004	F	F, P
Ruisseau Lambert	8,8	2,4	10	1998-2002	E	F, P
Petit ruisseau MacKenzie*	19,5	8,6	5	1998-2001	E	P
Ruisseau Lost*	11,4	3,2	3	1982-2000	E	F, P
Ruisseau Lund	88,1	47,2	2	1996	F	F, P
Ruisseau Luscar	6,6		1	1996	E	M
Ruisseau MacKenzie*	11	5,2	9	1983-2001	E	P
Ruisseau Mary Gregg	46	8,7	10	1993-2003	M	M, P
Ruisseau McCardell	4,8	1,1	2	1982-1998	E	F, P
Rivière McLeod	1,1	0,2	48	1998-2001	E	F, P
Ruisseau McNeil	7,4	5,3	2	1982	E	F, P
Ruisseau McPherson	19,5	7,5	4	1993-1998	E	F, P
Ruisseau Meadow*	1,7		1	1998	E	F, P
Ruisseau Mercoal	44,6	24,5	3	1983-1998	M	F, P
Ruisseau Mitchell	9	6,1	7	1995-2004	E	F, P
Ruisseau Moose*	5,4	3,5	2	1998	E	F, P
Ruisseau Quigley	11,4	6	4	1982-2003	E	F, P
Ruisseau Rainbow*	8,5	5,2	4	1995-1999	E	F, P
Ruisseau Raven	2,4	0,7	2	1997-1998	E	F, P
Ruisseau Rodney	1,2	0,4	2	1996-2000	E	F, P
Ruisseau Taylor	22,5	15,8	5	1993-1999	E	F, P
Ruisseau Teepee	48,4	35,7	6	1996-2000	M	M,F,P
Ruisseau Thompson*	23,8	8,5	3	1997-2000	E	F, P
Ruisseau Trapper	130,3	47,6	4	1993-1997	F	F, P
Ruisseau sans nom	3,6	0,6	5	2002	E	F, P
Ruisseau sans nom	9,1	6,1	3	2002	E	F, P
Ruisseau sans nom	11,5		1	1996	E	M,F,P
Ruisseau sans nom	24,1	0,5	2	1995	E	F, P
Ruisseau sans nom	32	28	3	1997-1998	M	F, P
Ruisseau sans nom	43,2	13,2	5	1995-2003	M	F, P
Ruisseau sans nom	99,2	14,6	4	2001-2002	F	F, P
Ruisseau sans nom	117,6	37	7	1996-2001	F	F, P
Ruisseau sans nom	125,6	49,7	3	1998-2000	F	F, P
Ruisseau sans nom	187,8	59,4	5	1996-2001	F	F, P
Ruisseau sans nom/Nice	32,2	6,3	8	1982-2002	M	F, P
Ruisseau sans nom/Trout	22,2	9,6	8	2000-2002	E	F, P
Ruisseau Wagwam	43,3	16,4	6	1982-2001	M	M,F,P
Ruisseau Wampus	149,4	49,8	12	1998-1999	F	F
Ruisseau Wampus	262,3	86,2	18	2000-2004	F	F
Ruisseau Wampus	310,6	67	8	1990-1997	F	F
Ruisseau Warden	30,6	19,2	2	1996-1998	M	M,F,P
Ruisseau Watson	56,4	19,5	5	1982-2000	F	P
Ruisseau White	20,1	8,9	5	1995-2004	E	P
Ruisseau Wickham	80,6	44	2	1998	F	F, P

Annexe 2. Pseudocode employé pour le calcul du taux de variation de l'abondance dans l'ensemble des ruisseaux

Indices

t = année des données; année 1 = 1998

i = ruisseau

Distribution des probabilités

N = distribution normale avec les paramètres moyenne et précision (τ), $\tau = \frac{1}{\sigma^2}$

Observations

$A_{i,t}$ = abondance relative (captures par unité de surface (poissons/ha) dans le ruisseau i au cours de l'année t)

$\overline{\ln(A_i)}$ = moyenne de $\ln(A_i)$

CV = -0,1379 (coefficient de variation moyen des captures par unité de surface dans les ruisseaux où l'on a fait plus d'une observation par année)

Valeurs initiales

c_i = estimation de la pente de la régression linéaire paramétrique : $\ln(\overline{A_{i,t}}) = d_i + c_i t$

d_i = estimation du point d'intersection de la régression linéaire paramétrique

Modèle

$\ln(\hat{A}_{i,t}) = \beta_i + \alpha_i t$ Modèle décrivant le taux de variation

$\ln(A_{i,t}) \sim N(\ln(\hat{A}_{i,t}), \tau_i)$ Probabilité des données

$\tau_i = \frac{1}{(CV \cdot \overline{\ln(A_i)})^2}$ Précision des données

$\alpha_i \sim N(c_i, 1)$ Hyperprior pour la pente

$\beta_i \sim N(d_i, 0.1)$ Hyperprior pour le point d'intersection

$\hat{A}_{i,t} = \exp(\beta_i + \alpha_i t)$ Abondance prévue au cours de l'année t

$\hat{A}_{i,t+1} = \exp(\beta_i + \alpha_i [t + 1])$ Abondance prévue au cours de l'année $t + 1$

$\% \Delta_1 = \frac{\sum_i \hat{A}_{i,t+1} - \sum_i \hat{A}_{i,t}}{\sum_i \hat{A}_{i,t}}$ Taux de variation pour l'ensemble des ruisseaux au cours d'une année

$\% \Delta_{15} = (1 + \% \Delta_1)^{15} - 1$ Taux de variation pour l'ensemble des ruisseaux en trois générations (15 ans)

Annexe 3. Tableau d'évaluation des menaces

TABLEAU D'ÉVALUATION DES MENACES			
Nom scientifique de l'espèce ou de l'écosystème	Truite arc-en-ciel de l'Athabasca		
Identification de l'élément		Code de l'élément	
Date (Ctrl + ";" pour la date du jour)			
Évaluateur(s)			
Références			
Aide pour le calcul de l'impact global des menaces		Comptes des menaces de niveau 1 selon l'intensité de leur impact	
Impact des menaces		Maximum de la plage d'intensité	Minimum de la plage d'intensité
A	Très élevé	0	0
B	Élevé	3	2
C	Moyen	4	4
D	Faible	0	1
Impact global des menaces calculé		Très élevé	Très élevé
Impact global attribué			
Ajustement de l'impact global calculé – Justification			
Impact global des menaces – Commentaires			

Menace	Impact (calculé)	Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires	
1	Développement résidentiel et commercial					
2	Agriculture et aquaculture	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
2.3	Élevage et élevage à grande échelle	Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
3	Production d'énergie et exploitation minière	C	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)
3.1	Forage pétrolier et gazier	C	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
3.2	Exploitation de mines et de carrières	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	Conversion d'un habitat lotique à un habitat lentique. Grand nombre de nouveaux projets miniers dans l'aire de répartition de l'espèce.
3.3	Énergie renouvelable		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Inconnue	Faible (possiblement à long terme, > 10 ans)	Effets limités de l'énergie hydroélectrique. Effet négligeable des barrages de la rivière Athabasca. D'autres barrages sont prévus, mais pas dans l'avenir rapproché.
4	Corridors de transport et de service	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
4.1	Routes et voies ferrées	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Les déplacements des poissons sont entravés par des ouvrages de franchissement installés lors de la construction de routes.
4.2	Lignes de services publics	D	Faible	Petite (1-10 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Perte d'habitat attribuable à la présence de gazoducs.
5	Utilisation des ressources biologiques		Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques		Négligeable	Généralisée (71-100 %)	Négligeable (< 1 %)	Élevée (continue)	Prises accessoires. Une seule population ne subit aucune pression de la pêche. Ruisseau fermé à la pêche en raison de la présence d'omble à tête plate. Une certaine activité de pêche illégale, mais pas de poissons inférieurs à la taille minimale.
6	Intrusions et perturbations humaines	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
6.1	Activités récréatives	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Quad et autres activités récréatives entraînant une certaine sédimentation et une perte d'intégrité de l'habitat.
7	Modification du système naturel	BD	Élevé – Faible	Grande – Restreinte (11-70 %)	Élevée – Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	
7.1	Incendies et lutte contre les incendies		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	Très limités, mais toxiques, donc « élevé » lorsqu'ils surviennent.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
7.2	Barrages, gestion et utilisation de l'eau	BD	Élevé – Faible	Grande – Restreinte (11-70 %)	Élevée – Modérée (11-70 %)	Élevée (continue)	Importantes activités de fracturation hydraulique. Proposition de construction de quatre nouveaux réservoirs d'eau. Pressions exercées pour les construire dans des fondrières basses. La gravité de la menace dépend de l'issue des négociations.
8	Espèces et gènes envahissants ou problématiques	B	Élevé	Généralisée (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
8.1	Espèces exotiques/non indigènes envahissantes	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	Truite fardée. Ombre à tête plate à l'extérieur du parc Jasper. Hybridation et concurrence dans les rivières Athabasca et McLeod.
8.2	Espèces indigènes problématiques		Inconnu	Inconnue	Inconnue	Élevée (continue)	Agents pathogènes. Prolifération de <i>Didimo</i> dans le parc national Jasper à la suite d'une augmentation de la charge en nutriments.
8.3	Introduction de matériel génétique	B	Élevé	Généralisée (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	L'ensemencement des cours d'eau en truites arc-en-ciel d'écloserie a cessé, mais le matériel génétique introduit représente un problème grave. Les cours d'eau du parc Jasper sont abondamment empoisonnés. La présence d'allèles non indigènes a un effet négatif. Introgression chez les populations de certains cours d'eau, mais elles sont très compromises. 48 % des populations soumises à un échantillonnage présentent des signes d'introgression, dont l'ensemble des populations du parc Jasper. Plus en aval, dans le bassin de la rivière McLeod, les populations de trois cours d'eau contenaient des allèles non indigènes (> 0,95). Seul le ruisseau Parson se jette dans la Squatima. Tous les autres se jettent dans l'Athabasca.
9	Pollution	B	Élevé	Généralisée (71-100 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines		Négligeable	Négligeable (< 1 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	En aval à Hinton
9.2	Effluents industriels et militaires	B	Élevé	Grande (31-70 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	Près de la limite supérieure. Présence de fines de charbon dans l'air. Certains ruisseaux se trouvent près de houillères. Faible menace. Ne concerne que quelques réseaux hydrographiques. Sélénium des mines de charbon et déversements d'eau salée des pipelines.
9.3	Effluents agricoles et forestiers	C	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Effluents de l'agriculture
10	Phénomènes géologiques						
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	
11.1	Déplacement et altération de l'habitat	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	À l'extérieur du parc Jasper, l'habitat est altéré dans le tiers des bassins hydrographiques. Au stade de régénération, régimes d'écoulement altérés, grave impact sur le recrutement.
11.3	Températures extrêmes	C	Moyen	Grande (31-70 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Principaux affluents de la basse McLeod, où les températures de l'eau sont isolées. Extrêmes de température. La majorité de la population est touchée.