

Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur

L'isoète du Columbia *Isoetes minima*

au Canada



EN VOIE DE DISPARITION
2019

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. 2019. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'isoète du Columbia (*Isoetes minima*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 36 p. (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril.html>).

Note de production :

Le COSEPAC remercie Carrina Maslovat d'avoir rédigé le rapport de situation sur l'isoète du Columbia (*Isoetes minima*) au Canada, aux termes d'un marché conclu avec Environnement et Changement climatique Canada. La supervision et la révision du rapport ont été assurées par Del Meidinger, coprésident du Sous-comité de spécialistes des plantes vasculaires du COSEPAC.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

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

Tél. : 819-938-4125

Télec. : 819-938-3984

Courriel : ec.cosepac-cosewic.ec@canada.ca

<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/comite-situation-especes-peril.html>

Also available in English under the title "COSEWIC Assessment and Status Report on the Columbia Quillwort *Isoetes minima* in Canada".

Illustration/photo de la couverture :
Isoète du Columbia — Photo : Ryan Batten.

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2019.
N° de catalogue CW69-14/782-2019F-PDF
ISBN 978-0-660-32393-0



COSEPAC Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – mai 2019

Nom commun

Isoète du Columbia

Nom scientifique

Isoetes minima

Statut

En voie de disparition

Justification de la désignation

Cette espèce parente des fougères pousse sur un substrat mince et acide, sur un substratum rocheux fortement incliné. Elle se rencontre dans les zones de suintement printanières éphémères des sous-bois de forêts de conifères sèches. Cette espèce endémique rare dans le nord-ouest du Pacifique compte quatre sous-populations au Canada, dans l'extrême-sud de la Colombie-Britannique (région de Castlegar), toutes découvertes depuis 1996. En 2017, 1 145 individus (1 019 individus matures) ont été recensés au Canada. La baisse de la qualité et de la quantité d'habitat résulte des activités récréatives (particulièrement le vélo de montagne) ainsi que de l'établissement de plantes non indigènes telles que la centaurée maculée. Tous les sites canadiens se trouvent sur des terres de la Couronne provinciale, là où l'exploitation forestière pratiquée dans les zones environnantes et/ou les activités de construction de routes pourraient modifier le régime hydrologique des sites et entraîner des répercussions négatives potentielles sur l'espèce. Cette population devrait avoir une diversité génétique limitée.

Répartition au Canada

Colombie-Britannique

Historique du statut

Espèce désignée « en voie de disparition » en mai 2019.



COSEPAC Résumé

Isoète du Columbia *Isoetes minima*

Description et importance de l'espèce sauvage

L'isoète du Columbia (*Isoetes minima*) est une plante vivace voisine des fougères (ptéridophyte). Ses feuilles, qui sont petites, vertes et simples, ressemblent à des aiguillons et émergent d'une souche globuleuse. Les feuilles sont renflées à la base, là où se trouvent les sporanges qui renferment les microspores et les mégaspores servant à la reproduction.

Répartition

L'isoète du Columbia est une espèce endémique rare qui se rencontre dans le nord-ouest du Pacifique. Au Canada, l'isoète du Columbia a été observé dans le sud de la Colombie-Britannique, dans les montagnes Monashee et Selkirk, dans un rayon de 25 km de Castlegar. L'espèce a été signalée dans cinq sites aux États-Unis, dans l'État de Washington, en Idaho et en Oregon.

Habitat

L'isoète du Columbia se rencontre sur des sols minces, dans les zones de suintement printanières de clairières en pente orientées vers l'est ou le sud, dans des forêts situées à une altitude variant entre 700 et 1 160 m au-dessus du niveau de la mer. L'espèce pousse sur d'épais tapis de mousse ou sur le sol dénudé.

Biologie

Les feuilles de l'isoète du Columbia émergent au printemps, et le cycle vital de l'espèce est étroitement associé à l'humidité disponible. Les plantes produisent des milliers de petites microspores et des centaines de mégaspores entre le mois de mai et le début de juillet. Des individus immatures ont été observés dans tous les sites canadiens abritant l'espèce.

Taille et tendances des populations

Il existe quatre sous-populations connues d'isoète du Columbia au Canada, qui ont toutes été découvertes entre 1996 et 2017. En 2017, 1 145 individus de l'espèce (dont 1 019 individus matures) ont été dénombrés dans les quatre sous-populations.

Menaces et facteurs limitatifs

Toutes les sous-populations connues de l'espèce se trouvent sur des terres de la Couronne provinciale. Des activités d'exploitation forestière sont prévues dans la parcelle où se trouvent les deux plus grandes sous-populations. L'exploitation forestière et la construction de routes dans des zones situées en haut de pente pourraient modifier le régime hydrologique, ce qui aurait des répercussions sur les zones de suintement en bas de pente et favoriserait la propagation de plantes non indigènes envahissantes. L'espèce non indigène la plus menaçante est la centaurée maculée, qui est en compétition avec l'isoète du Columbia pour l'eau et d'autres ressources dans tous les sites. La gravité accrue des sécheresses associée aux changements climatiques pourrait avoir des répercussions sur la production de spores. L'empiétement des arbustes et des conifères attribuable à la succession végétale entraînera une dégradation de l'habitat au fil du temps. Les activités récréatives, dont le vélo de montagne et la randonnée pédestre, pourraient aussi avoir des effets négatifs sur l'isoète du Columbia et son habitat.

Par ailleurs, les petites populations isolées peuvent être affectées par une diversité génétique limitée et par une dépression de consanguinité.

Protection, statuts et classements

L'isoète du Columbia ne bénéficie actuellement d'aucune protection juridique au Canada. En Colombie-Britannique, l'espèce est inscrite sur la liste rouge et est cotée S1 — gravement en péril (2015). Elle est également considérée comme gravement en péril (N1) à l'échelle nationale. Toutes les sous-populations existantes connues se trouvent sur des terres de la Couronne provinciale.

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Isoetes minima

Isoète du Columbia

Columbia Quillwort

Répartition au Canada : Colombie-Britannique

Données démographiques

Durée d'une génération (généralement, âge moyen des parents dans la population; indiquez si une méthode d'estimation de la durée d'une génération autre que celle qui est présentée dans les lignes directrices de l'UICN [2011])	5 ans. Minimum de 2 à 3 ans, mais l'âge moyen des individus matures est probablement de 5 ans.
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Oui, un déclin est inféré compte tenu de l'impact des menaces.
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur [cinq ans ou deux générations].	Sans objet
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].	Stabilité inférée de la population
Pourcentage [prévu ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours des [dix prochaines années ou trois prochaines générations].	Réduction présumée de 10 à 70 % compte tenu de l'impact des menaces.
Pourcentage [observé, estimé, inféré ou présumé] [de réduction ou d'augmentation] du nombre total d'individus matures au cours de toute période de [dix ans ou trois générations] commençant dans le passé et se terminant dans le futur.	Stabilité inférée du pourcentage du nombre total d'individus matures
Est-ce que les causes du déclin sont a) clairement réversibles et b) comprises et c) ont effectivement cessé?	Sans objet
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	53 km ²
Indice de zone d'occupation (IZO) [Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté]	16 km ²

La population totale est-elle gravement fragmentée, c.-à-d. que plus de 50 % de sa zone d'occupation totale se trouve dans des parcelles d'habitat qui sont a) plus petites que la superficie nécessaire au maintien d'une population viable et b) séparées d'autres parcelles d'habitat par une distance supérieure à la distance de dispersion maximale présumée pour l'espèce?	a) Non b) Non D'autres études doivent être réalisées pour établir les mécanismes et les distances de dispersion, particulièrement en ce qui concerne la dispersion sur de grandes distances.
Nombre de localités* (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant)	4 Chaque sous-population constitue une localité distincte en raison de la combinaison de menaces qui pèsent sur elle.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Non
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation	Non
Y a-t-il un déclin continu [observé, inféré ou prévu] du nombre de sous-populations?	Non
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*?	Non
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Oui, un déclin de la qualité et de la superficie de l'habitat est inféré.
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de sous-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

Nombre d'individus matures dans chaque sous-population

Sous-populations (utilisez une fourchette plausible)	Nombre d'individus matures (2017)
Pré Beavervale	57
Pré Fairview	254
Pré Lloyd's	527
Pré Lloyd's – sous-population de l'Est	181
Total	1 019

* Voir « Définitions et abréviations » sur le [site Web du COSEPAC](#) et [IUCN](#) (février 2014; en anglais seulement) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Analyse quantitative

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

Menaces (directes, de l'impact le plus élevé à l'impact le plus faible, selon le calculateur des menaces de l'UICN)

Un calculateur des menaces a-t-il été rempli pour l'espèce? Oui.
L'impact global des menaces est élevé, compte tenu de ce qui suit :
<ul style="list-style-type: none">i. Sécheresses (11.2) – impact moyenii. Activités récréatives (6.1) – impact moyen à faibleiii. Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes (8.1) – impact faibleiv. Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages (7.2) – impact faiblev. Autres modifications de l'écosystème (7.3) – impact faiblevi. Incendies et suppression des incendies (7.1) – impact inconnu
Quels autres facteurs limitatifs sont pertinents?
Les petites populations isolées peuvent être affectées par une diversité génétique limitée.

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

Situation des populations de l'extérieur les plus susceptibles de fournir des individus immigrants au Canada	Espèce rare. Il existe cinq sous-populations connues dans l'État de Washington, en Oregon et en Idaho.
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Non constatée, peu probable à court terme.
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Oui
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Oui
Les conditions se détériorent-elles au Canada ⁺ ?	Oui, un déclin de la qualité et de la superficie de l'habitat est inféré.
Les conditions de la population source se détériorent-elles?	Inconnu
La population canadienne est-elle considérée comme un puits?	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
--	-----

⁺ Voir le [tableau 3](#) (Lignes directrices pour la modification de l'évaluation de la situation d'après une immigration de source externe)

Historique du statut

COSEPAC : Espèce désignée « en voie de disparition » en mai 2019.

Statut et justification de la désignation

Statut	Code alphanumérique
Espèce en voie de disparition	B1ab(iii)+2ab(iii)
Justification de la désignation Cette espèce parente des fougères pousse sur un substrat mince et acide, sur un substratum rocheux fortement incliné. Elle se rencontre dans les zones de suintement printanières éphémères des sous-bois de forêts de conifères sèches. Cette espèce endémique rare dans le nord-ouest du Pacifique compte quatre sous-populations au Canada, dans l'extrême-sud de la Colombie-Britannique (région de Castlegar), toutes découvertes depuis 1996. En 2017, 1 145 individus (1 019 individus matures) ont été recensés au Canada. La baisse de la qualité et de la quantité d'habitat résulte des activités récréatives (particulièrement le vélo de montagne) ainsi que de l'établissement de plantes non indigènes telles que la centaurée maculée. Tous les sites canadiens se trouvent sur des terres de la Couronne provinciale, là où l'exploitation forestière pratiquée dans les zones environnantes et/ou les activités de construction de routes pourraient modifier le régime hydrologique des sites et entraîner des répercussions négatives potentielles sur l'espèce. Cette population devrait avoir une diversité génétique limitée.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) :

Critère non satisfait. Selon les données disponibles, il n'y a pas de déclin, et le nombre d'individus matures est considéré comme stable; une réduction future du nombre d'individus matures est inférée en raison du déclin continu de la superficie et de la qualité de l'habitat.

Critère B (aire de répartition peu étendue et déclin ou fluctuation) :

Correspond aux critères de la catégorie « espèce en voie de disparition » B1ab(iii)+2ab(iii), car la zone d'occurrence et l'IZO sont bien inférieurs aux seuils établis, il y a moins de cinq localités, et un déclin de la superficie et de la qualité de l'habitat est inféré en raison de la persistance des menaces.

Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) :

Bien que le faible nombre d'individus compris dans la population (1 019 individus matures) soit inférieur au seuil établi pour les espèces en voie de disparition (nombre d'individus matures < 2 500), le critère C1 ne s'applique pas, car le déclin continu ne peut être estimé. Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée » C2a(i), car aucune sous-population ne compte plus de 1 000 individus matures et un déclin continu est inféré en raison d'une diminution de la qualité de l'habitat.

Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) :

Critère non satisfait. La population dépasse le seuil du critère de la catégorie « espèce en voie de disparition » D1 et bien que l'IZO soit faible, l'espèce ne semble pas courir de risque imminent de disparaître ou de devenir en danger critique en relativement peu de temps.

Critère E (analyse quantitative) :

Une analyse quantitative ne peut être effectuée faute de données.



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 (2019)

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 et
Changement climatique Canada
Service canadien de la faune

Environment and
Climate Change Canada
Canadian Wildlife Service

Canada

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

Rapport de situation du COSEPAC

sur

L'isoète du Columbia

Isoetes minima

au Canada

2019

TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE	4
Nom et classification.....	4
Description morphologique.....	4
Structure spatiale et variabilité de la population	7
Unités désignables	7
Importance de l'espèce.....	7
RÉPARTITION	8
Aire de répartition mondiale.....	8
Aire de répartition canadienne.....	8
Zone d'occurrence et zone d'occupation	9
Activités de recherche	9
HABITAT.....	11
Besoins en matière d'habitat	11
Tendances en matière d'habitat.....	15
BIOLOGIE	15
Cycle vital et reproduction	15
Physiologie et adaptabilité	16
Dispersion.....	16
Relations interspécifiques.....	17
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS.....	17
Activités et méthodes d'échantillonnage.....	17
Abondance	17
Fluctuations et tendances.....	18
Immigration de source externe	18
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS	19
Menaces.....	19
Facteurs limitatifs.....	21
Nombre de localités.....	21
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS	22
Statuts et protection juridiques	22
Statuts et classements non juridiques	22
Protection et propriété de l'habitat.....	22
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS	23
Autorités contactées	23
SOURCES D'INFORMATION	24

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DE LA RÉDACTRICE DU RAPPORT	29
COLLECTIONS EXAMINÉES	29

Liste des figures

Figure 1. Micrographies électroniques à balayage de mégaspores d' <i>Isoetes minima</i> et d' <i>I. howellii</i> . En haut à gauche : <i>I. howellii</i> , J. Howell et T. Howell, sn, août 1880, The Dalles, Oregon (US 828462 - ISOTYPE); en haut à droite : <i>I. howellii</i> , D.F. Brunton et K. L. McIntosh, 10,855, zone récréative Akamina-Kishinena, C.-B. (OAC); en bas à gauche et à droite : <i>I. minima</i> , D.F. Brunton et K. L. McIntosh, 17,243, Salmo, Colombie-Britannique (herbier de D.F. Brunton). Photos du haut : D. M. Britton, University de Guelph (1992); photos du bas : Paul Sokoloff, Musée canadien de la nature (2018).	5
Figure 2. Vélum recouvrant partiellement des sporanges d'isoète du Columbia. Photo : R. Batten (29 juin 2014, pré Lloyd's).....	6
Figure 3. Micrographie électronique à balayage d'une microspore d' <i>Isoetes minima</i> . D.F. Brunton et K. L. McIntosh, 17,243, Salmo, Colombie-Britannique (herbier de D.F. Brunton). Photo : D. Brunton (2018).....	6
Figure 4. Aire de répartition mondiale de l'isoète du Columbia. Carte produite par le Secrétariat du COSEPAC.....	8
Figure 5. Aire de répartition canadienne de l'isoète du Columbia. Carte produite par le Secrétariat du COSEPAC.....	9
Figure 6. Activités de recherche ciblant l'isoète du Columbia réalisées en 2017. Carte produite par le Secrétariat du COSEPAC.....	10
Figure 7. Isoète du Columbia poussant sur un sol dénudé. Photo : R. Batten (14 mai 2017, pré Lloyd's).....	12
Figure 8. Isoète du Columbia mature poussant dans un épais tapis de mousse. On peut observer, à droite sur la photo, un jeune individu issu d'une spore et possédant une seule feuille. Photo : R. Batten (4 mai 2016, pré Lloyd's).....	13
Figure 9. Habitat de l'isoète du Columbia au pré Lloyd's. Les photos ont été prises le 11 mai 2017 (première photo) et le 4 juillet 2017 (deuxième photo). Les bâtons roses indiquent l'emplacement des individus matures et les bâtons blancs, celui des individus issus de spores. Photos : R. Batten.....	14

Liste des tableaux

Tableau 1. Nombre d'individus comptés dans chaque sous-population en 2017.	17
---	----

Liste des annexes

Annexe A. Calculateur des menaces pour l'isoète du Columbia.	31
---	----

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

Nom et classification

Nom scientifique : *Isoetes minima* A. A. Eaton

Synonyme : *Isoetes howellii* var. *minima* (A.A. Eaton) N. Pfeiff.

Nom français : Isoète du Columbia

Nom anglais : Columbia Quillwort

Famille : Isoétacées

Le statut d'espèce de l'isoète du Columbia a été confirmé par des analyses d'ADN et des études morphologiques récentes (Taylor *et al.*, 2003; Larsén et Rydin, 2016; Pereira *et al.*, 2017).

Description morphologique

L'isoète du Columbia compte parmi les plus petites espèces d'*Isoetes* de l'Amérique du Nord (Taylor *et al.*, 2003). Ses feuilles émergent, sous forme de touffe, d'une souche semblable à un corne qui comporte, selon les descriptions, trois lobes (Eaton, 1898) ou deux lobes (Pfeiffer, 1922). Les feuilles sont au nombre de 6 à 12. Elles sont minces et rondes, mesurant entre 0,67 et 0,74 mm de diamètre (Eaton, 1898). Leur longueur moyenne varie de 3 à 6 cm, mais atteint parfois 8 à 10 cm (Pfeiffer, 1922). Le nom anglais donné à l'espèce, *Columbia Quillwort*, prête à confusion, car le terme *quill* signifie « aiguillon ». Il découle probablement de l'observation d'individus immatures. Lorsque l'humidité est suffisante, les feuilles peuvent devenir beaucoup plus grandes vers la fin de la saison de végétation et atteindre, selon les spécimens observés, 11 cm (Lomer, comm. pers., 2017), 15 cm (Brunton, comm. pers., 2017) ou 20 cm (Batten, obs. pers., 2017). Les ligules sont triangulaires et légèrement allongées (Pfeiffer, 1922).

Les feuilles sont renflées à la base, là où se forment les microspores et les mégaspores dans les sporanges. Les mégaspores sont sphériques et mesurent 380 à 400 microns de diamètre (Brunton, comm. pers., 2017). Les structures les plus distinctives sont les spinules courtes et minces disposées autour de l'équateur de la mégaspore, qui ressemble à « une roue de navire dont les spinules seraient les poignées » (figure 1) (Eaton, 1898; Ceska, 2001). Chez l'isoète du Columbia, une membrane (vélum) recouvre 60 à 75 % de la surface des sporanges (figure 2) (Eaton, 1898; Batten, obs. pers., 2017; Brunton, comm. pers., 2017). Les microspores, blanches et minuscules, mesurent 26 à 31 µm et possèdent des papilles ou des spinules clairsemées (Eaton, 1989) (figure 3).

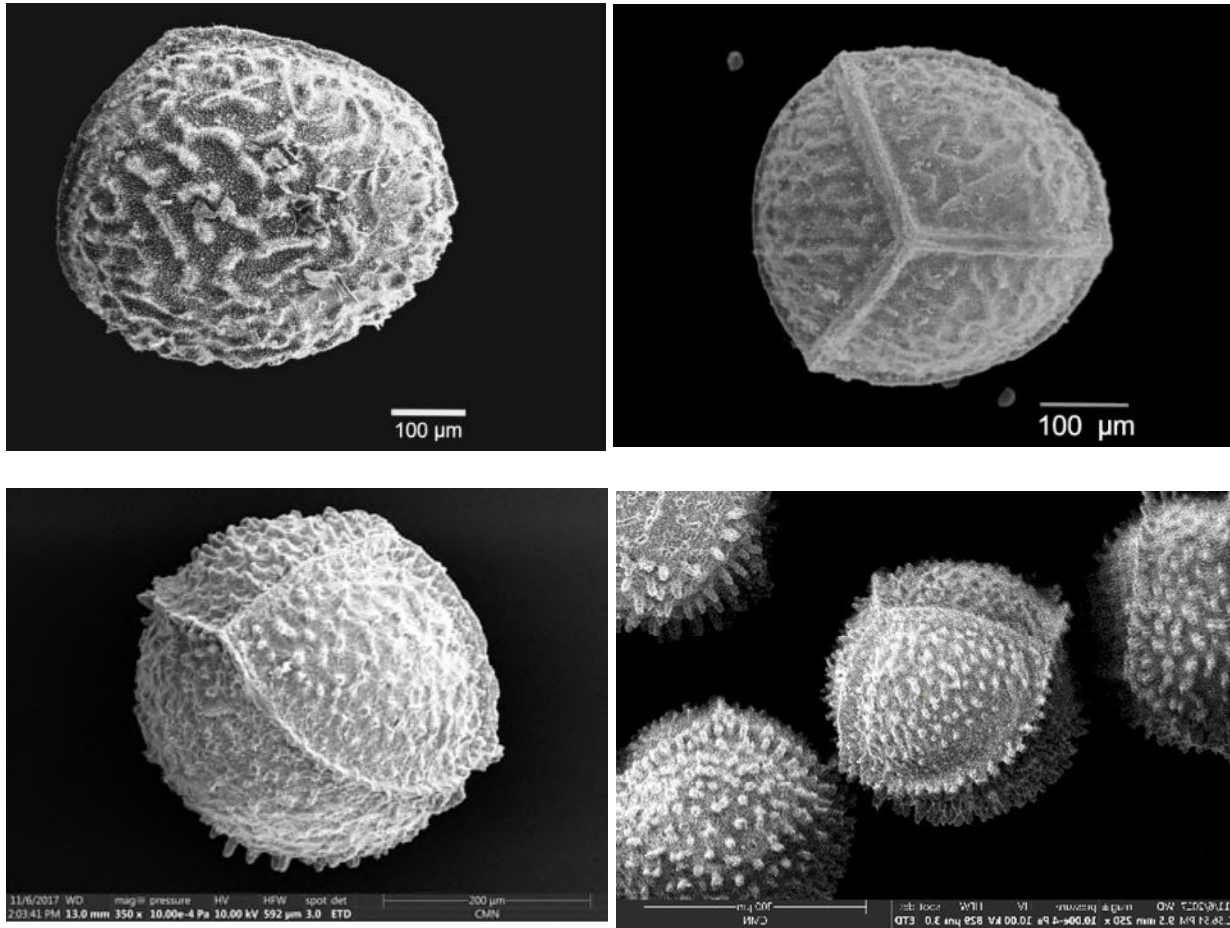


Figure 1. Micrographies électroniques à balayage de mégaspores d'*Isoetes minima* et d'*I. howellii*. En haut à gauche : *I. howellii*, J. Howell et T. Howell, sn, août 1880, The Dalles, Oregon (US 828462 - ISOTYPE); en haut à droite : *I. howellii*, D.F. Brunton et K. L.McIntosh, 10,855, zone récréative Akamina-Kishinena, C.-B. (OAC); en bas à gauche et à droite : *I. minima*, D.F. Brunton et K. L.McIntosh, 17,243, Salmo, Colombie-Britannique (herbier de D.F. Brunton). Photos du haut : D. M. Britton, University de Guelph (1992); photos du bas : Paul Sokoloff, Musée canadien de la nature (2018).



Figure 2. Vélum recouvrant partiellement des sporanges d'isoète du Columbia. Photo : R. Batten (29 juin 2014, pré Lloyd's).

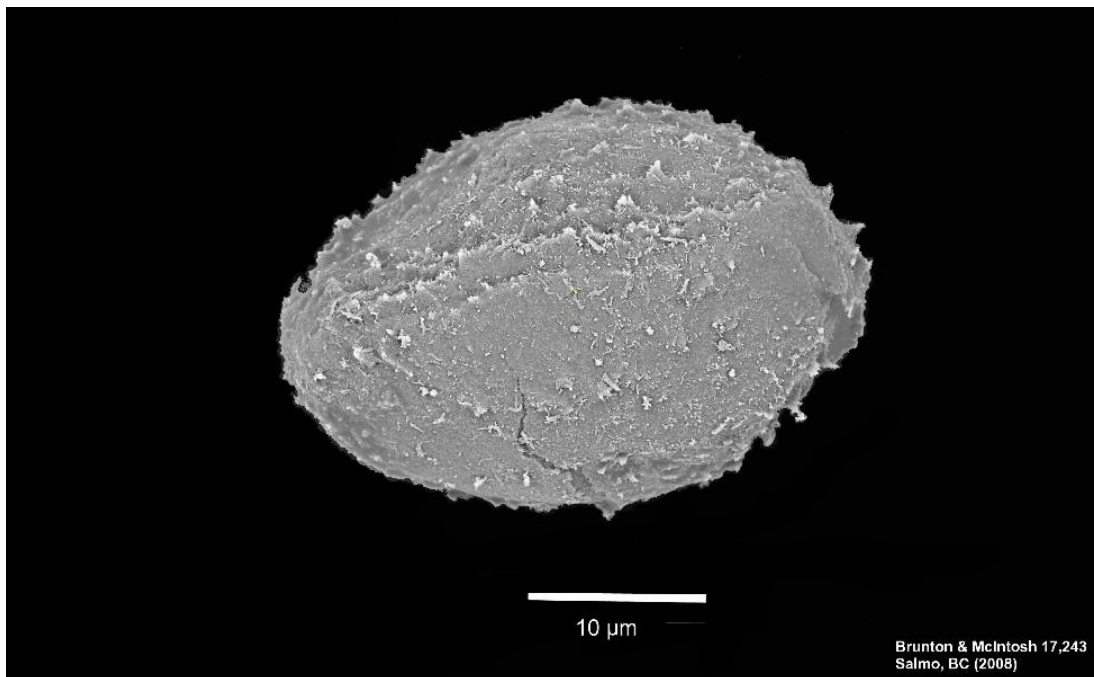


Figure 3. Micrographie électronique à balayage d'une microspore d'*Isoetes minima*. D.F. Brunton et K. L. McIntosh, 17,243, Salmo, Colombie-Britannique (herbier de D.F. Brunton). Photo : D. Brunton (2018).

Structure spatiale et variabilité de la population

Dans le cas de l'isoète du Columbia, l'utilisation du terme « sous-population » faite par le COSEPAC (COSEWIC, 2015) correspond assez bien aux normes sur la délimitation des occurrences d'élément de végétaux fondée sur l'habitat (NatureServe, 2004). Selon ces normes, une sous-population est définie comme un groupe d'occurrences séparées par moins de 1 km, ou séparées par 1 à 3 km sans discontinuité de plus de 1 km de l'habitat convenable, ou séparées par 3 à 10 km si elles sont reliées par un écoulement d'eau linéaire, sans discontinuité de plus de 3 km de l'habitat convenable. L'habitat de l'isoète du Columbia est spécialisé (voir ci-dessus), et il est possible que des obstacles géographiques restreignent la répartition de l'espèce.

Aucune autre espèce d'*Isoetes* n'a été observée aux côtés de l'isoète du Columbia; l'hybridation avec l'isoète de Howell (*I. howellii*), une espèce semblable sur le plan géographique, cytologique ($2n = 22$) et écologique, est toutefois possible.

Unités désignables

Il n'existe pas de sous-espèces ou de variétés reconnues d'isoète du Columbia ni de populations distinctes ou importantes de l'espèce sur le plan de l'évolution qui pourraient être reconnues comme des unités désignables. L'espèce est considérée comme une seule unité désignable.

Importance de l'espèce

Les isoètes appartiennent à une famille ancienne et répandue de plantes vivaces primitives voisines des fougères. Ils forment un groupe clé sur le plan de l'évolution, qui fait le pont entre les plantes non vasculaires et les plantes vasculaires (Pryer *et al.*, 2001). On a trouvé des fossiles de plantes semblables à des isoètes datant du Dévonien, les isoètes modernes étant apparus durant le Jurassique (200 à 145 millions d'années avant aujourd'hui) (Pigg, 1992, 2001; DiMichele *et al.*, 2001).

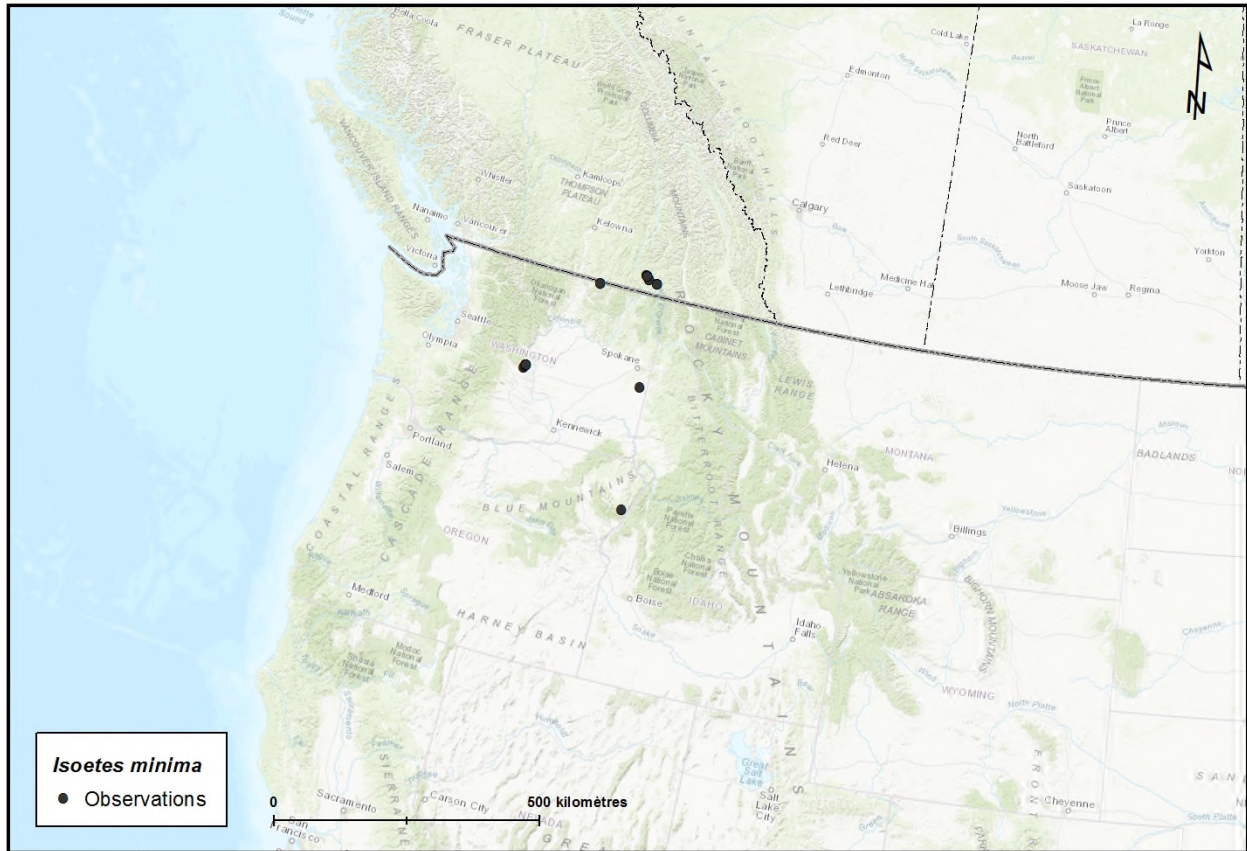
L'isoète du Columbia est l'une des espèces d'isoètes les plus rares du monde (Brunton, comm. pers., 2017). Il est considéré comme gravement en péril et a obtenu une cote de G1G2 à l'échelle mondiale (Natureserve, 2017). Au Canada, l'espèce se trouve à la limite nord de son aire de répartition.

Aucune information sur des connaissances traditionnelles autochtones n'a été publiée sur l'isoète du Columbia. Cette petite plante a une répartition restreinte; elle ne possède pas de propriétés médicinales ou d'usages particuliers et pourrait donc avoir une importance limitée pour les Premières Nations.

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

L'isoète du Columbia est rare à l'échelle mondiale et compte moins de 10 sous-populations connues (figure 4) (NatureServe, 2017). L'espèce se rencontre en Colombie-Britannique et dans les États voisins de Washington, de l'Idaho et de l'Oregon (NatureServe, 2017; University of Washington Herbarium, 2017).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Isoetes minima = *Isoetes minima*

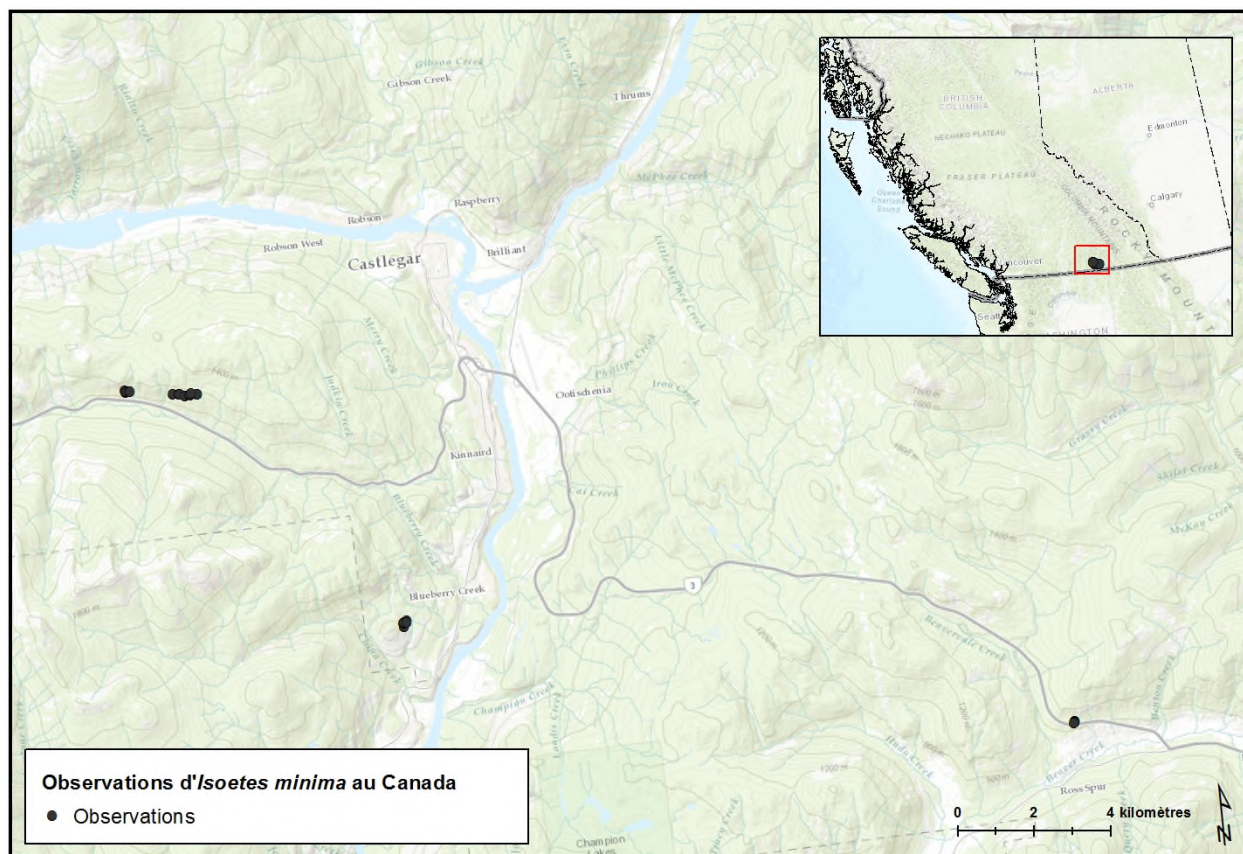
Observations = Observations

500 Kilometres = 500 kilomètres

Figure 4. Aire de répartition mondiale de l'isoète du Columbia. Carte produite par le Secrétariat du COSEPAC.

Aire de répartition canadienne

Au Canada, l'isoète du Columbia est confiné aux montagnes Monashee et Selkirk, dans le sud de la Colombie-Britannique. On compte quatre sous-populations de l'espèce, toutes situées dans un rayon de 25 km de Castlegar (figure 5).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
Isoetes minima observations in Canada = Observations d'*Isoetes minima* au Canada
 Observations = Observations
 4 Kilometres = 4 kilomètres

Figure 5. Aire de répartition canadienne de l'isoète du Columbia. Carte produite par le Secrétariat du COSEPAC.

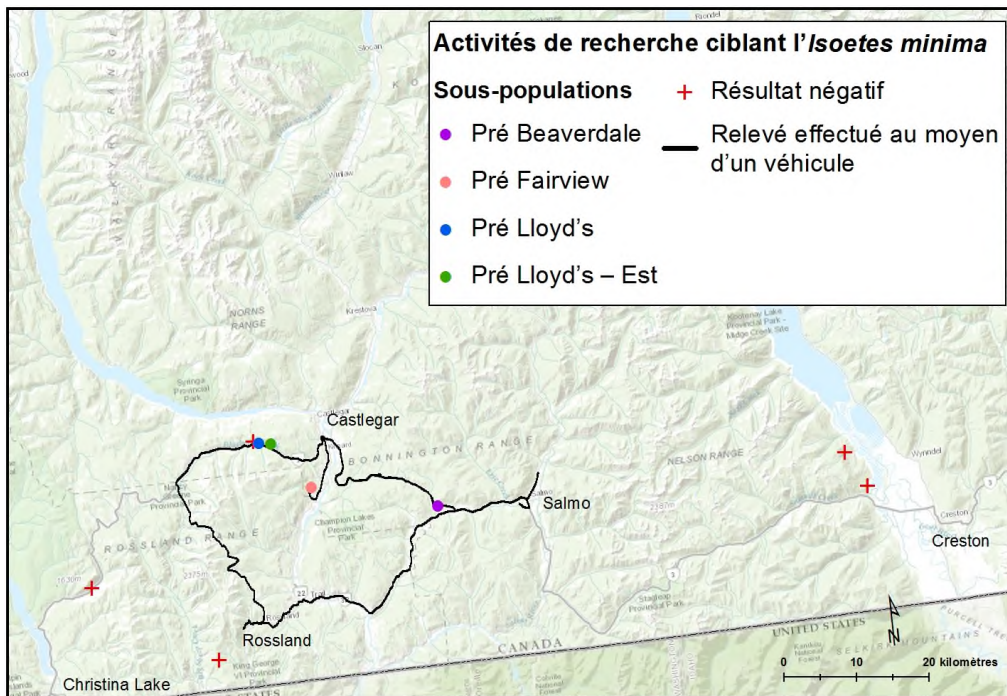
Zone d'occurrence et zone d'occupation

La zone d'occurrence, fondée sur le plus petit polygone convexe entourant toutes les observations, est de 53 km². L'indice de zone d'occupation, calculé selon une grille à carrés de 2 km de côté superposée aux observations, est de 16 km².

Activités de recherche

La population canadienne d'isoète du Columbia a été découverte le 5 juillet 1996 par Oldrisk et Adolf Ceska. Un deuxième site abritant l'espèce a été découvert la même année par Hans Roemer (British Columbia Conservation Data Centre, 2014b). Une troisième sous-population a été trouvée en 2002 (British Columbian Conservation Data Centre, 2016). Aucun autre site n'a été trouvé en 2002 lors de visites sur le terrain effectuées par Botany BC dans la région.

Les trois sous-populations connues (pré Beaverdale, pré Lloyd's et pré Fairview) ont fait l'objet de relevés en 2017. Une autre sous-population a été trouvée à un peu plus de 1 km à l'est du pré Lloyd's. D'autres sites ont été découverts dans des prés à proximité de chaque sous-population connue. Les activités de recherche comprennent des relevés qui ont été effectués dans d'autres parcelles d'habitat convenable au sud-ouest de Rossland, à l'ouest de Castlegar, à l'est de Christina Lake et à l'ouest de Creston, mais aucune nouvelle sous-population n'a pu être trouvée (figure 6). Une région située au sud-est de Montrose, en Colombie-Britannique, à proximité de la rivière Pend-d'Oreille, a été explorée par Dan Brunton en juin 2017, mais sans succès (Brunton, comm. pers., 2017). L'effort total de recherche comprend des recherches ciblées effectuées sur une distance de 37,9 km (figure 6) et 57 heures de recherches qui ont été menées dans l'habitat potentiel à une période où l'isoète du Columbia était particulièrement facile à repérer.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

- Isoetes minima* search effort = Activités de recherche ciblant l'*Isoetes minima*
- Subpopulations = Sous-populations
- Null = Résultat négatif
- Beaverdale Meadow = Pré Beaverdale
- Driving survey = Relevé effectué au moyen d'un véhicule
- Fairview Meadow = Pré Fairview
- Lloyd's Meadow = Pré Lloyd's
- Lloyd's Meadow – East = Pré Lloyd's – Est
- United States = États-Unis
- 20 Kilometres = 20 kilomètres

Figure 6. Activités de recherche ciblant l'isoète du Columbia réalisées en 2017. Carte produite par le Secrétariat du COSEPAC.

Des prés plus grands ont été repérés en dehors de la zone géographique à l'aide d'orthophotos, mais il n'a pas été possible, à cette échelle, de déterminer s'ils comprenaient des microhabitats convenables. Lors des relevés réalisés sur place, on a constaté que des sites apparemment convenables étaient dépourvus des zones de suintement printanières dont l'isoète du Columbia a besoin. L'habitat de l'espèce est naturellement peu commun dans le paysage et est limité aux sites orientés vers le sud ou l'est ou entre les deux, qui sont caractérisés par des suintements printaniers soutenus, un sol mince, une inclinaison appropriée et des prés non arborés. L'habitat semble également confiné à une plage étroite d'altitudes et à une zone géographique restreinte. En l'absence de cartes prédictives de l'habitat, on ne peut déterminer la superficie de l'habitat potentiel. Toutes les clairières se trouvant entre les sites connus de l'espèce ont fait l'objet de relevés.

L'isoète du Columbia est une plante de petite taille qui passe facilement inaperçue. Les plantes ne sont visibles que pendant une petite partie de la saison de végétation, avant qu'elles soient cachées par la végétation qui les entoure et qu'elles se flétrissent durant la période de sécheresse estivale. La région a cependant déjà fait l'objet de relevés botaniques, et l'habitat hautement spécialisé de l'isoète du Columbia est très restreint à l'échelle du paysage. Il est possible, bien que peu probable, que d'autres sous-populations soient trouvées dans un secteur géographique plus grand.

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

Au Canada, l'isoète du Columbia se rencontre dans la zone biogéoclimatique intérieure à thuya et à pruche (ICH). L'habitat est constitué de petits prés situés dans une matrice forestière et est associé à des suintements printaniers de longue durée et à des tapis de mousse saturés. Les suintements se produisent sur des sols minces, peu propices à l'établissement de plantes plus grandes et plus vigoureuses qui seraient en compétition avec l'isoète du Columbia pour la lumière, l'humidité et les nutriments. Aux États-Unis, l'habitat est associé aux petits ravins humides avec suintements saisonniers, aux prés ouverts avec suintements saisonniers et aux secteurs dénudés et humides situés dans des prairies (University of Washington Herbarium, 2018).

Comme toutes les espèces d'isoètes du Canada, l'isoète du Columbia pousse habituellement sur un substrat non calcaire. La profondeur du sol varie généralement entre 3 et 7 cm; la profondeur mesurée à un site était toutefois de 10 à 15 cm. L'isoète du Columbia se rencontre principalement dans les prés exposés au plein soleil, mais pousse aussi dans des clairières plus petites qui sont partiellement ombragées par les arbres environnants. L'orientation des sites varie de l'est au sud, et ceux-ci sont libres de neige dès le début du printemps. L'altitude des sites varie de 700 à 1 160 mètres. Aux États-Unis, l'altitude des sites est légèrement plus élevée et varie de 1 370 à 2 299 mètres (University of Washington Herbarium, 2018).

La végétation des sites est dominée par les bryophytes et les plantes herbacées non graminoides. Les arbustes sont généralement absents, mais peuvent parfois pousser en bordure des zones de suintement. L'isoète du Columbia pousse le plus souvent dans des tapis de mousse épais (les principales espèces de mousse étant le *Philonotis fontana*, le *Niphotrichum elongatum* et le *Bryum weigeli*) ou sur le sol dénudé, habituellement dans la partie supérieure d'affleurements rocheux (figures 7 et 8). La communauté végétale subit des changements marqués durant le printemps et au début de l'été (figure 9). Les espèces qui sont habituellement associées à l'isoète du Columbia sont la suksdorfie à feuilles de renoncule (*Suksdorfia ranunculifolia*), la gyroselle pauciflore (*Primula pauciflora*), la floerkée fausse-proserpinie (*Floerkea proserpinacoides*), l'hespérochiron nain (*Hesperochiron pumilus*), l'orpin à pétales étroits (*Sedum stenopetalum*), la collinsie à petites fleurs (*Collinsia parviflora*) et le pied-d'alouette des hauteurs (*Delphinium nuttallianum*).



Figure 7. Isoète du Columbia poussant sur un sol dénudé. Photo : R. Batten (14 mai 2017, pré Lloyd's).



Figure 8. Isoète du Columbia mature poussant dans un épais tapis de mousse. On peut observer, à droite sur la photo, un jeune individu issu d'une spore et possédant une seule feuille. Photo : R. Batten (4 mai 2016, pré Lloyd's).



Figure 9. Habitat de l'isoète du Columbia au pré Lloyd's. Les photos ont été prises le 11 mai 2017 (première photo) et le 4 juillet 2017 (deuxième photo). Les bâtons roses indiquent l'emplacement des individus matures et les bâtons blancs, celui des individus issus de spores. Photos : R. Batten.

Tendances en matière d'habitat

L'habitat de l'isoète du Columbia est naturellement restreint et isolé au sein du paysage forestier. L'espèce pourrait être présente dans des secteurs qui n'ont pas encore été explorés, mais il est peu probable que de nouveaux habitats deviennent disponibles. Les changements continus touchant l'utilisation des terres, notamment la conversion de terres, la modification du régime hydrologique et la succession végétale dans les prés entraîneront une diminution nette de la superficie d'habitat disponible au fil du temps. Le taux de modification de l'habitat au cours des dix dernières années est inconnu, mais l'empiétement des plantes ligneuses dans les prés a été observé durant cette période, et des activités d'exploitation forestière ont été réalisées dans les secteurs se trouvant à proximité des prés (Batten, obs. pers., 2017).

BIOLOGIE

Cycle vital et reproduction

L'isoète du Columbia est une espèce terrestre diploïde ($2n = 22$ – Taylor *et al.*, 2003) sexuée dont le cycle vital est étroitement associé à l'humidité disponible. Durant la saison sèche (qui débute entre la moitié et la fin de juin), les feuilles se flétrissent et s'assèchent, et la plante persiste dans le sol durant l'automne et l'hiver sous forme de souche dormante semblable à un corme. Les feuilles émergent au début du printemps. Les sporanges se développent pendant que les feuilles photosynthétisent activement et parviennent à maturité avant le dépérissement de celles-ci. Les notes accompagnant des spécimens d'herbier de l'État de Washington indiquent que des spores ont été trouvées sur des spécimens entre le 25 juin et le 17 août (Washington State Herbarium, 2017).

Les isoètes sont des plantes hétérosporées. Ils produisent en effet des milliers de petites microspores ainsi qu'un nombre moins élevé de mégaspores (jusqu'à 300) (Taylor *et al.*, 1993; Ceska, 2000). Les spores sont dispersées lorsque les sporanges s'ouvrent sous l'effet d'un impact physique ou de la décomposition à la fin de la saison de végétation (Engelmann's Quillwort Recovery Team, 2010).

Les quatre sous-populations d'isoète du Columbia présentes au Canada semblent se reproduire, car de petits individus de l'espèce que l'on croit issus de spores ont été observés dans tous les sites. Ces individus avaient moins de feuilles (de 1 à 4) et ne présentaient pas de sporanges visibles (Maslovat, obs. pers., 2017).

La reproduction par voie végétative est rare et l'apogamie (développement d'un sporophyte à partir d'un gamétophyte sans fusion de gamètes) n'a pas été observée chez les espèces d'isoètes de l'Amérique du Nord (voir par exemple Brunton et Taylor, 1990; Brunton et Britton, 1999; Engelmann's Quillwort Recovery Team, 2010).

L'âge de la maturité est inconnu chez l'isoète du Columbia. Les observations effectuées chez 15 espèces d'isoètes de l'Amérique du Nord cultivées indiquent que des individus issus de spores sont produits après 2 à 3 ans (Brunton, comm. pers., 2017). On ignore si ces nouvelles plantes sont issues de spores qui se trouvaient déjà dans le substrat ou de spores produites par la plante parentale. Les nouvelles plantes prennent de un à deux ans environ pour atteindre la taille des individus matures (Brunton, comm. pers., 2017).

Aucune donnée n'a été publiée sur la longévité de l'isoète du Columbia, mais le fait que la plante repousse sur la même souche d'une année à l'autre et la présence de mégaspores de l'année précédente indiquent que les individus matures persistent pendant plusieurs années (Brunton, comm. pers., 2017; Maslovat, obs. pers., 2017). D'autres espèces d'isoètes de l'Amérique du Nord ont été cultivées pendant au moins 20 ans (Brunton, comm. pers., 2017). Bien que les données soient très limitées, on estime la durée d'une génération à au moins 2-3 ans, l'âge moyen des parents étant probablement d'environ 5 ans.

Physiologie et adaptabilité

Aucune étude spécifique n'a été réalisée sur la physiologie et l'adaptabilité de l'isoète du Columbia. L'information qui suit porte sur d'autres espèces appartenant au même genre.

Les espèces du genre *Isoetes* utilisent un mode de photosynthèse fondé sur le métabolisme acide des Crassulacées (crassulacean acid metabolism, ou CAM), qui permet la photosynthèse en présence de concentrations limitées de CO₂ et est associé aux milieux aquatiques (Keeley, 1987; Yang et Liu, 2015). L'isoète de Howell, une espèce étroitement apparentée à l'isoète du Columbia, emploie ce mode de photosynthèse (Keeley, 1987). On peut donc supposer que l'isoète du Columbia l'utilise aussi.

Dispersion

On ne connaît pas les mécanismes de dispersion utilisés par l'isoète du Columbia. Il est probable que la dispersion sur de courtes distances se produise lorsque les spores sont emportées par l'eau vers le bas de la pente durant les épisodes de suintement printaniers. On suppose que l'érosion du sol et le transport des spores sur les pattes d'ongulés ou d'autres grands mammifères facilitent la dispersion des spores produites par les isoètes terrestres sur de courtes distances (Jermy, 1990; Troia, 2006). Des mammifères de petite taille ont été vus en train de creuser des trous à proximité d'un site, ce qui pourrait contribuer au transport de propagules. On ignore si les oiseaux peuvent disperser sur de grandes distances des spores se trouvant dans le sol ou la poussière attachés à leurs pattes ou à leurs plumes.

L'habitat convenable est naturellement isolé, et les parcelles d'habitat sont séparées par la forêt, qui constitue le type de végétation dominant. On ignore si les zones forestières qui ne conviennent pas à l'espèce limitent sa dispersion entre les parcelles d'habitat.

Relations interspécifiques

On ne possède pas d'information sur les relations interspécifiques. Aucun signe de broutage n'a été observé chez l'isoète du Columbia (Maslovat, obs. pers., 2017), mais d'autres espèces d'isoètes sont régulièrement broutées par des ongulés et de la sauvagine (D. Brunton, comm. pers., 2017).

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités et méthodes d'échantillonnage

Des relevés des sous-populations connues ont été effectués en mai 2017, au moment où la végétation environnante était basse et peu développée et où l'isoète du Columbia était donc plus facile à repérer. Pour la détermination de l'abondance, l'emplacement de chaque individu mature a été marqué temporairement à l'aide d'un bâton de bois peint afin de faciliter le dénombrement.

Abondance

En 2017, 1 145 individus (dont 126 petits individus issus de spores) ont été dénombrés (tableau 1). Les individus sont répartis en quatre sous-populations distinctes, séparées par au moins un kilomètre. Cette distance de un kilomètre est la distance minimale recommandée entre les sous-populations, car la distance minimale entre les occurrences doit être réduite dans le cas des espèces qui occupent des habitats spécialisés et isolés (voir **Structure spatiale et variabilité de la population**).

Tableau 1. Nombre d'individus comptés dans chaque sous-population en 2017.

Nom du site	Nom attribué par le CDC de la C.-B. (traduit librement)	Numéro d'occurrence d'élément du CDC de la C.-B.	Nombre d'individus matures	Nombre d'individus issus de spores
Pré Lloyd's	Chaînon Robson, à 2,5 km au sud-est, Castlegar, à l'ouest du pré Lloyd's	12826	57	57
Pré Fairview	Rivière Columbia / ruisseau Blueberry, à 2,2 km à l'ouest du confluent	13629	254	46
Pré Beavervale	Ruisseau Beavervale, à 12 km à l'ouest de Salmo	12825	527	12

Nom du site	Nom attribué par le CDC de la C.-B. (traduit librement)	Numéro d'occurrence d'élément du CDC de la C.-B.	Nombre d'individus matures	Nombre d'individus issus de spores
Pré Lloyd's – Est	Chaînon Robson, à 2,8 km au sud-est, au sud-ouest de Castlegar	14656	181	11
Total			1 019	126

La population n'est pas considérée comme « gravement fragmentée », car la plus grande partie de la zone d'occupation se trouve dans des parcelles d'habitat qui sont suffisamment grandes pour soutenir une population viable.

Fluctuations et tendances

Au pré Fairview, en 2002, on a estimé à 100 le nombre d'individus de l'espèce répartis entre deux sites sur une superficie de 500 m² (British Columbia Conservation Data Centre, 2016). En 2017, 254 individus ont été observés, mais on ne peut établir de comparaisons précises au fil du temps en raison de différences liées aux techniques de dénombrement utilisées et aux superficies étudiées.

Au pré Beavervale, en 2008, on a répertorié de « nombreux » individus (60+) de très petite taille et une vingtaine d'individus (20+) plus grands (Brunton et McIntosh, 17,243, 28 juin 2008 [CAN598102]). En 2017, 69 individus (dont 57 matures) ont été dénombrés au mois de mai (Maslovat et Batten, 2017) et de 75 à 80 individus (dont 60 matures) ont été dénombrés en juin (D. Brunton, comm. pers., 2017). D'après les dénombrements effectués par le même observateur, la sous-population du pré Beavervale est stable.

L'isoète du Columbia ne semble pas subir de fluctuations extrêmes. Les données limitées dont on dispose (voir précédemment) donnent à penser que les sous-populations canadiennes sont relativement stables depuis les 10 à 20 dernières années.

Immigration de source externe

La répartition de l'isoète du Columbia est limitée. On ne connaît pas les agents de dispersion ni la fréquence de dispersion de l'espèce, mais celle-ci ne dispose d'aucun moyen de dispersion connu sur de grandes distances. On ne compte actuellement que cinq sous-populations connues aux États-Unis, le site le plus proche se trouvant dans le comté Okanogan, dans l'État de Washington, à plus de 90 km de la sous-population canadienne la plus proche (University of Washington Herbarium, 2017). Si des sous-populations canadiennes disparaissaient, il est peu probable qu'une immigration puisse se produire à court terme à la suite de la dispersion naturelle de populations des États-Unis.

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Les menaces directes pesant sur l'isoète du Columbia qui sont abordées dans le présent rapport ont été structurées et évaluées en fonction du système unifié de classification des menaces proposé par l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et le Partenariat pour les mesures de conservation (Conservation Measures Partnership, ou CMP) (IUCN–CMP) (Master *et al.*, 2012). Les menaces sont définies comme étant les activités ou les processus immédiats qui ont une incidence directe et négative sur la population et entraînent son déclin. Les résultats de l'évaluation de l'impact, de la portée, de la gravité et de l'immédiateté de ces menaces sont présentés sous forme de tableau à l'annexe A. L'impact global des menaces calculé et attribué pour l'isoète du Columbia est élevé. Les numéros associés aux menaces indiquées ci-après correspondent aux numéros des catégories de menaces de l'UICN et aux numéros employés dans le calculateur des menaces qui a été rempli pour l'espèce.

Menaces

11.2 Sécheresses (impact moyen)

Le sol doit être humide au printemps et au début de l'été pour que les mégaspores de l'isoète du Columbia puissent parvenir à maturité. Une sécheresse prématurée peut limiter le potentiel reproductif de l'espèce.

6.1 Activités récréatives (impact moyen à faible)

Toutes les sous-populations connues de l'espèce sont accessibles au public. L'un des sites (pré Fairview) est utilisé pour la pratique du vélo de montagne, et possiblement de la moto hors route. Une piste de vélo se trouve à quelques mètres de plantes d'isoète du Columbia, et des outils servant à l'entretien de la piste (balai et pelle-pioche) ont été trouvés sur place (Maslovat, obs. pers., 2017). Par ailleurs, des véhicules tout terrain (VTT) circulent sur un ancien chemin situé à moins d'un demi-kilomètre. De nouvelles résidences sont construites près du site, ce qui pourrait entraîner une augmentation des activités récréatives au fil du temps. Dans un deuxième site (pré Lloyd's – Est), un sentier de chasse a récemment été balisé, mais il ne semble pas être utilisé de façon régulière.

Les activités récréatives peuvent entraîner le piétinement de plantes, et l'utilisation intensive des sentiers peut modifier le régime hydrologique en faisant dévier l'écoulement des zones de suintement sensibles. Les activités récréatives peuvent également favoriser l'introduction et la propagation de plantes non indigènes envahissantes qui seraient en compétition avec l'isoète du Columbia.

8.1 Espèces exotiques (non indigènes) envahissantes (impact faible)

La centaurée maculée, une espèce végétale envahissante, est très présente dans tous les sites où pousse l'isoète du Columbia. En début de saison, la centaurée maculée est petite et ne semble pas être en compétition directe avec l'isoète du Columbia pour la lumière ou l'humidité. Plus tard, cependant, la centaurée maculée finit par dominer les sites; elle peut alors entraîner l'assèchement prématuré des suintements printaniers et réduire le succès de la reproduction en causant l'avortement des fruits. La centaurée maculée peut aussi modifier les tendances en matière de dispersion (Lacey *et al.*, 1989). On ignore si la présence de cette espèce envahissante dans l'habitat de l'isoète du Columbia pourrait causer à long terme des changements de régime hydrologique associés à l'érosion. Les effets d'espèces envahissantes moins abondantes, comme le millepertuis commun (*Hypericum perforatum*), sur l'isoète du Columbia sont inconnus. Le coléoptère *Chrysolina hyperici*, utilisé comme agent de lutte biologique, a été vu en train de se nourrir de millepertuis commun au pré Lloyd's (Batten, obs. pers., 2017; Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2017).

Les quatre sous-populations connues d'isoète du Columbia au Canada se trouvent sur des terres de la Couronne provinciale, à proximité d'anciens chemins forestiers. Le site qui héberge deux sous-populations et regroupe le plus grand nombre d'individus de l'espèce est visé par un permis de coupe (pré Lloyd's et pré Lloyd's – Est) (Penny, comm. pers., 2017). Du ruban de marquage récent, utilisé pour les inventaires forestiers, a été vu sur place en juin 2017 (Batten, obs. pers., 2017).

Bien que l'isoète du Columbia pousse dans des clairières où il n'y a pas de bois à récolter, l'utilisation de machinerie à proximité des prés peut favoriser la propagation de plantes non indigènes envahissantes susceptibles de dégrader l'habitat. Il est peu probable que l'exploitation forestière et la récolte de bois, en créant des clairières et en éliminant des arbustes, entraînent la création de nouvel habitat : l'invasion de plantes non indigènes dans les zones perturbées empêchera vraisemblablement l'établissement de l'isoète du Columbia.

7.2 Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages (impact faible)

L'exploitation forestière et la construction de routes dans des zones situées en haut de pente pourraient modifier le régime hydrologique et avoir une incidence sur les zones de suintement se trouvant en bas de pente. L'utilisation de machinerie dans les prés servant d'habitat pourrait modifier directement l'écoulement de l'eau. Il est peu probable que l'exploitation forestière entraîne la création de nouvel habitat, car les zones de suintement existantes seraient vraisemblablement endommagées par le matériel lourd. Les responsables de l'entreprise d'exploitation forestière qui œuvre dans le secteur sont au courant de la présence d'espèces en péril et ont affirmé qu'ils planifieraient toute activité d'exploitation et de construction de routes de façon à éviter les prés et la modification du régime hydrologique. L'entreprise fera des vérifications auprès du Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique au cours des étapes de planification (Cordeiro, comm. pers., 2018).

7.3 Autres modifications de l'écosystème (impact faible)

Les clairières où pousse l'isoète du Columbia sont probablement maintenues grâce aux effets combinés des incendies et de la présence d'une couche de sol mince. Les images recueillies au cours de la dernière décennie montrent que la superficie des prés semble diminuer de façon notable à mesure que les arbustes et les arbres en colonisent les bords. La succession végétale à long terme devrait être considérée comme une menace pour l'isoète du Columbia, car elle entraîne une diminution de l'habitat disponible et modifie les conditions hydrologiques dont dépend l'espèce.

7.1 Incendies et suppression des incendies (impact inconnu)

Les incendies sont supprimés dans tous les prés où pousse l'espèce. On ignore toutefois les effets de cette pratique. À l'emplacement d'une sous-population (pré Beavervale), on a observé un changement de structure, les arbustes gagnant du terrain au fil du temps, probablement à cause de la succession végétale et de la suppression des incendies. Les arbustes pourraient finir par faire de l'ombre à l'isoète du Columbia et prélever une partie de l'humidité des zones de suintement printanières. Les feux, en éliminant des arbustes et des arbres, peuvent contribuer à créer un nouvel habitat, à la condition que des zones de suintement soient présentes et que la couche de sol soit suffisamment mince pour empêcher l'empiétement des plantes ligneuses le temps que l'isoète du Columbia puisse s'établir. Par ailleurs, les feux peuvent dégrader l'habitat en favorisant l'érosion et en modifiant le régime hydrologique. On ne connaît pas les effets à long terme que pourraient avoir les incendies et la suppression des incendies sur l'isoète du Columbia. La suppression des incendies pourrait s'intensifier avec le développement résidentiel.

Facteurs limitatifs

Les petites populations isolées peuvent être affectées par une diversité génétique limitée et par une dépression de consanguinité (voir par exemple Ilves *et al.*, 2003; Reed et Frankham, 2003; Leimu *et al.*, 2006; Szczecińska *et al.*, 2016). On ne dispose toutefois d'aucune donnée probante sur l'ampleur des effets que pourraient avoir ces facteurs sur l'isoète du Columbia au Canada.

Nombre de localités

On compte quatre sous-populations connues de l'espèce au Canada, qui sont toutes menacées. Chacune de ces sous-populations est considérée comme une localité en raison de la combinaison des menaces qui pèsent sur elle. Dans chaque sous-population, le nombre de sites varie entre 4 et 9.

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

Statuts et protection juridiques

L'isoète du Columbia ne bénéficie actuellement d'aucune protection juridique au Canada. L'espèce n'est pas inscrite en vertu de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) ni en vertu du *Endangered Species Act* des États-Unis, et n'a pas été évaluée par l'UICN (IUCN, 2017).

Statuts et classements non juridiques

À l'échelle provinciale, l'isoète du Columbia est inscrit sur la liste rouge de la Colombie-Britannique et est coté S1 (gravement en péril) (2015) par le Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique (British Columbia Conservation Data Centre, 2017). L'espèce est cotée S1? en Oregon et S1 dans l'État de Washington, et elle n'a pas encore été évaluée en Idaho (NatureServe, 2017). À l'échelle nationale, l'isoète du Columbia est classé N1 (gravement en péril) au Canada et N1? aux États-Unis (probablement gravement en péril). À l'échelle mondiale, l'espèce est cotée G1G2 (gravement en péril à en péril; évaluation réalisée en 2015) (NatureServe, 2017).

Protection et propriété de l'habitat

Les quatre sous-populations actuellement connues de l'espèce se trouvent sur des terres de la Couronne provinciale.

En 1957, le pré Lloyd's a été désigné comme zone à usage défini aux termes de l'article 17 (*Section 17 Designated Use Area*). La zone est détenue par le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique à titre de réserve devant servir à des fins récréatives, de conservation et de protection de l'environnement (UREP). Cette désignation est toujours en vigueur (GATOR, 2017). La création d'une réserve en vertu de l'article 17 établit un « statut inaliénable » qui interdit l'acceptation de demandes visant des terres de la Couronne ainsi que l'aliénation de terres de la Couronne (Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations, 2011). La désignation n'empêche cependant pas la récolte de bois qui est actuellement planifiée pour le site.

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

La rédactrice du présent rapport tient à remercier Ryan Batten pour son soutien enthousiaste et les travaux méticuleux qu'il a réalisés sur le terrain pour la préparation du rapport. Sa grande contribution aux premières versions du rapport s'est avérée indispensable. La rédactrice remercie également Dan Brunton pour ses remarques éclairées sur le genre *Isoetes* et sa révision minutieuse du rapport préliminaire, et Del Meidinger, pour les conseils prodigués durant la préparation du rapport, ainsi que Jenifer Penny, Cassandra Robillard, Adolf Ceska, Frank Lomer, Walter Fertig et Ben Legler, qui ont fourni de l'information sur les spécimens d'herbier et les sites hébergeant l'espèce au Canada et aux États-Unis. La rédactrice du rapport tient à exprimer sa reconnaissance envers Jenny Wu et Rosie Soares, pour le soutien SIG qu'elles ont offert, et envers Carl Taylor, pour la mise à jour sur les révisions de FNA. L'assistance de Dave Fraser, Neil Jones, Deb MacKillop, Rhonda Millikin, Shelly Pruss et Randal Lake a été d'une valeur inestimable. Leur aide et le soutien de leur organisation ont été très appréciés.

Autorités contactées

Batten, Ryan. Botaniste. Victoria (Colombie-Britannique).

Brunton, D. Botaniste, Brunton Consulting Services. Ottawa (Ontario).

Ceska, Adolf. Botaniste, à la retraite (travaillait pour le Royal British Columbia Museum). Victoria (Colombie-Britannique).

Fertig, Walter. Washington Natural Heritage Program, Washington Department of Natural Resources. Olympia (Washington).

Fraser, Dave. Unit Head, Species Conservation Science, Ministry of Environment and Climate Change Strategy. Victoria (Colombie-Britannique).

Jones, Neil. Chargé de projets scientifiques et coordonnateur des CTA, Secrétariat du COSEPAC. Gatineau (Québec).

Lake, Randal. Chef, Planification de la conservation, Environnement et Changement climatique Canada. Delta (Colombie-Britannique).

Legler, Ben. Informatics Specialist, University of Washington. Seattle (Washington).

Lomer, Frank. Associate, University of Colombie-Britannique. Vancouver (Colombie-Britannique).

MacKillop, Deb. Research Ecologist, Ministry of Forests, Lands and Natural Resources. Nelson (Colombie-Britannique).

Millikin, Rhonda. Chef, Évaluation des populations, Service canadien de la faune. Delta (Colombie-Britannique).

Penny, Jenifer. Botaniste, British Columbia Conservation Data Centre. Victoria (Colombie-Britannique).

Pruss, Shelly. Scientifique des écosystèmes III, Agence Parcs Canada. Fort Saskatchewan (Alberta).

- Robillard, Cassandra. Botany Collections Technician, Musée canadien de la nature. Ottawa (Ontario).
- Taylor, W.C. Botanist, emeritus researcher, Smithsonian Natural History Museum. Washington (District of Columbia).
- Wu, Jenny. Chargée de projets scientifiques, Secrétariat du COSEPAC, Service canadien de la faune, Environnement et Changement climatique Canada. Gatineau (Québec).

SOURCES D'INFORMATION

- Bais, H.P., et S. Kaushik. 2010. Catechin secretion and phytotoxicity. *Communicative and Integrative Biology* 3(5): 468-470.
- Batten, R., obs. pers. 2017. Botaniste, Victoria (Colombie-Britannique).
- British Columbia Conservation Data Centre. 2014a. Occurrence Report Summary, Shape ID: 103191, Columbia Quillwort. Ministry of Environment. Site Web : <http://delivery.maps.gov.bc.ca/ess/sv/cdc> [consulté en mai 2017].
- British Columbia Conservation Data Centre. 2014b. Occurrence Report Summary, Shape ID: 103193, Columbia Quillwort. Ministry of Environment. Site Web : <http://delivery.maps.gov.bc.ca/ess/sv/cdc> [consulté en mai 2017].
- British Columbia Conservation Data Centre. 2016. Occurrence Report Summary, Shape ID: 13629, Columbia Quillwort. Ministry of Environment. Site Web : <http://delivery.maps.gov.bc.ca/ess/sv/cdc> [consulté en mai 2017].
- British Columbia Conservation Data Centre. 2017. BC Species and Ecosystems Explorer. Province of British Columbia. Site Web : <http://a100.gov.bc.ca/pub/eswp/> [consulté en septembre 2017].
- Britton, D.M., et D.F. Brunton. 1995. *Isoetes xmarensis*, a new interspecific hybrid from western Canada. *Canadian Journal of Botany* 73: 1345-1353.
- Brunton, D.F. 2008. Canadian Museum of Nature Herbarium. CAN: 598102. Notes. [Également disponible en français : Brunton, D.F. 2008. Herbar national du Musée canadien de la nature. CAN : 598102. Notes.]
- Brunton, D., comm. pers. 2017. *Correspondance par courriel adressée à C. Maslovat*. Octobre 2017. Botanist and Principal, Brunton Environmental Services. Ottawa (Ontario).
- Brunton, D.F., et D.M. Britton. 1999. Rush Quillwort (*Isoetes junciformis*, sp. nov.), a new pteridophyte from southern Georgia. *American Fern Journal* 79:187-197.
- Brunton, D.F., et J. McNeill. 2015. Status, distribution and nomenclature of Northern Quillwort, *Isoetes septentrionalis* (Isoetaceae), in Canada. *Canadian Field-Naturalist* 129: 174-180.

- Brunton, D. F., et W. C. Taylor. 1990. *Isoetes xbrittonii* hyb. nov. (Isoetaceae): A naturally occurring hybrid (*I. engelmannii* x *I. riparia*) in the eastern United States. American Fern Journal 80: 82-89.
- Ceska, A. 2000. Pteridophytes. Pp. 260 – 360 in G.W. Douglas, D. Meidinger and J. Pojar (eds.) The illustrated flora of British Columbia, Volume 5 Dicotyledons (Salicaceae through Zygomphaceae) and Pteridophytes. British Columbia Ministry of Forests, Victoria, British Columbia.
- Ceska, A., et O. Ceska. 2001. *Isoetes minima* A. A. Eaton (Isoetaceae): An overlooked terrestrial quillwort of the Pacific Northwest. Botanical Electronic News. No. 269. June 2, 2001. Site Web : <http://www.ou.edu/cas/botany-micro/ben/ben269.html> [consulté en août 2017].
- Cobb, B. 1963. A Field Guide to the Ferns. Houghton Mifflin Co., Boston. 281 pp.
- Cordeiro, G., comm. pers. 2018. *Correspondance par courriel adressée à J. Penny, du Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique*. Kalesnikoff Lumber Co. Ltd., Castlegar (Colombie-Britannique).
- COSEWIC. 2005. COSEWIC assessment and status report on the prototype quillwort (*Isoetes prototypus*) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vii + 31 pp. Site Web : www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm [consulté en septembre 2017]. [Également disponible en français : COSEPAC. 2005. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'isoète prototype (*Isoetes prototypus*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 37 p. Site Web : www.sararegistry.gc.ca/status/status_f.cfm.]
- COSEWIC. 2006. COSEWIC assessment and update status report on the Bolander's Quillwort (*Isoetes bolanderi*) in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. vi + 21 pp. Site Web : www.sararegistry.gc.ca/status/status_e.cfm [consulté en septembre 2017]. [Également disponible en français : COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'isoète de Bolander (*Isoetes bolanderi*) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 23 p. Site Web : www.sararegistry.gc.ca/status/status_f.cfm]
- COSEWIC. 2015. Instructions for preparing COSEWIC status reports. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/committee-status-endangered-wildlife/instructions-preparing-status-reports.html>. [Également disponible en français : COSEPAC. 2015. Directives pour la rédaction de rapports de situation du COSEPAC. Disponible en ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/comite-situation-especes-peril/directives-redaction-rapports-situation.html>.]
- DeCamp, J.D., D.A. Stetler et A.E. DeMaggio. 1994. Expression of sporophytic storage proteins in the quillwort (*Isoetes echinospora* Dur.). Plant Physiology 106:1395-1402.
- DiMichele, W.A., H.W. Pfefferkorn et R.A. Gastaldo. 2001. Response of late Carboniferous and early Permian plant communities to climate change. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 29: 461-487.

- Duke, S.O., F.E. Dayan, J. Bajsa, K.M. Meepagala, R. A. Hufbauer et A.C. Blair. 2009. The case against (-)- catechin involvement in allelopathy of *Centaurea stoebe* (spotted knapweed). *Plant Signaling and Behavior* 4: 422-424.
- Eaton, A. A. 1898. *Isoetes minima* n. sp. *Fern Bulletin* 6: 30.
- Engelmann's Quillwort Recovery Team. 2010. Recovery Strategy for the Engelmann's Quillwort (*Isoetes engelmannii*) in Ontario. Ontario Recovery Strategy Series. Prepared for the Ontario Ministry of Natural Resources, Peterborough, ON. ii + 4 pp. + Appendix ix + 27pp.
- Fertig, W., comm. pers. 2017. *Correspondance par courriel adressée à C. Maslovat*, octobre 2017. Washington Natural Heritage Program, Washington Department of Natural Resources.
- GATOR (Government Access Tool for Online Retrieval). 2017. Government of British Columbia. Site Web : [http://a100.gov.bc.ca/pub/pls/gator/gator\\$queryforms.search_ip_by_file_number](http://a100.gov.bc.ca/pub/pls/gator/gator$queryforms.search_ip_by_file_number) [consulté en septembre 2017].
- Hickey, R.J. 1986. *Isoetes* megaspore surface morphology: nomenclature, variation, and systematic importance. *American Fern Journal* 76: 1-16.
- Ilves, A., K. Lanno, M. Sammul et K. Tali. 2003. Genetic variability, population size and reproduction potential in *Ligularia sibirica* (L.) populations in Estonia. *Conservation Genetics* 14:661-669.
- IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Threats Classification Scheme (Version 3.2). Site Web : <http://www.iucnredlist.org/technical-documents/classification-schemes/threats-classification-scheme> [consulté en décembre 2017].
- Jermy, A. C. 1990. Isoetaceae. Pp. 26-29 in Kramer, K.U., K. Kubitzki, and P.S. Green (eds.) *The Families and Genera of Vascular Plants: Volume 1: Pteridiophytes and Gymnosperms*. Springer Science and Business Media.
- Keeley, J. E. 1987. The adaptive radiation of photosynthetic modes in the genus *Isoetes* (Isoetaceae). Pp. 113-128 in R. M. M. Blackwell (ed.). *Plant Life in Aquatic and Amphibious Habitats*. Scientific Publications, Oxford.
- Kott, L., et D.M. Britton. 1983. Spore morphology and taxonomy of *Isoetes* in northeastern North America. *Canadian Journal of Botany* 61: 3140-3163.
- Lacey, J.R., C.B. Marlow et J. R. Lane. 1989. Influence of Spotted Knapweed (*Centaurea maculosa*) on Surface Runoff and Sediment Yield. *Weed Technology* 3: 627-631.
- Larsén, E., et C. Rydin. 2016. Disentangling the phylogeny of *Isoetes* (Isoetales), using nuclear and plastid data. *International Journal of Plant Sciences* 177: 157-174.
- Lau, J.A., K.P. Puliafico, J.A. Kopshever, H. Stltzer, E.P. Jarvis, M. Schwarzlander, S.Y. Strauss et R.A. Hufbauer. 2008. Inference of allelopathy is complicated by effects of activated carbon on plant growth. *The New Phytologist* 178: 412-423.

- Legler, B., comm. pers. 2017. *Correspondance par courriel adressée à C. Maslovat*, octobre 2017. Informatics Specialist, University of Washington, Seattle, WA.
- Leimu, R., P. Mutikainen, J. Koricheva et M. Fischer. 2006. How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? *Journal of Ecology* 94: 942-952.
- Lesica, P., et J.S. Shelly. 1996. Competitive effects of *Centaurea maculosa* on the population dynamics of *Arabis fecunda*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 123: 111-121.
- Lomer, F., comm. pers. 2017. *Correspondance par courriel adressée à C. Maslovat et R. Batten*, 2017. Associate, University of British Columbia. Vancouver, BC.
- Maslovat, C., et R. Batten. 2017. Field Summary Report for Dwarf Hesperochiron (*Hesperochiron pumilus*), Hairy Paintbrush (*Castilleja tenuis*) and Columbia Quillwort (*Isoetes minima*). Rapport inédit présenté au Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, 1^{er} octobre 2017.
- Master L., D. Faber-Langendoen, R. Bittman, G.A. Hammerson, B. Heidel, L. Ramsay, K. Snow, A. Teucher et A. Tomaino. 2012. NatureServe conservation status assessments: factors for evaluating species and ecosystems risk. NatureServe, Arlington, Virginia. Site Web : http://www.natureserve.org/sites/default/files/publications/files/natureserveconservationstatusfactors_apr12_1.pdf [consulté en novembre 2017].
- Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations. 2015. Land Use Operational Policy: Reserves, Withdrawals, Notations and Prohibitions. Effective Date: June 1, 2011. Amended: February 28, 2014 and September 22, 2015. File Number: 11660-00. Site Web : <http://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/natural-resource-use/land-water-use/crown-land/reserves.pdf> [consulté en septembre 2017].
- Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations. 2017. *Chrysolina hyperici*. Site Web : https://www.for.gov.bc.ca/hra/plants/biocontrol/detailed_bioagent_pages/Chrysolina_hyperici.htm [consulté en octobre 2017].
- Musselman, L.J. 2003. Ornamentation of *Isoetes* (Isoetaceae, Lycopphyta) Microspores. *The Botanical Review* 68:474-487.
- NatureServe. 2004. A Habitat-Based Strategy for Delimiting Plant Element Occurrences: Guidance from the 2004 Working Group. NatureServe, United States. 15 pp. Site Web : http://www.natureserve.org/library/delimiting_plant_eos_Oct_2004.pdf [consulté en août 2017].
- NatureServe. 2017. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life [application Web]. Version 7.1. NatureServe, Arlington (Virginie). Site Web : <http://explorer.natureserve.org> [consulté en août 2017].

- Pederson, O., C. Pulido, S.M. Rich et T.D. Colmer. 2011. In situ O₂ dynamics in submerged *Isoetes australis*: varied leaf gas permeability influences underwater photosynthesis and internal O₂. *Journal of Experimental Botany* 62: 4691-4700.
- Penny, J., comm. pers. 2017. *Correspondance par courriel adressée à C. Maslovat*, juillet-octobre 2017. Program Botanist, British Columbia Conservation Data Centre, Victoria, British Columbia.
- Pereira, J.B., P.H. Labiak, T. Stutzel et C. Schulz. 2017. Origin and biogeography of the ancient genus *Isoëtes* with focus on the Neotropics. *Botanical Journal of the Linnean Society* 185: 253-271.
- Pfeiffer, N.E. 1922. Monograph of the Isoetaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 9: 79-232.
- Pigg, K.B. 1992. Evolution of Isoetalean Lycopoids. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 589-612.
- Pigg, K. B. 2001. Isoetalean Lycopoid evolution: from the Devonian to the present. *American Fern Journal* 91: 99-114.
- Pryer, K.M., H. Schneider, A.R. Smith, R. Cranfill, P.G. Wolf, J.S. Hunt et S.D. Sipes. 2001. Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants. *Nature* 409: 618-622.
- Reed, D.H., et R. Frankham. 2003. Correlation between fitness and genetic diversity. *Conservation Biology* 17: 230-237.
- Ridenour, W.M., et R.M. Callaway. 2001. The relative importance of allelopathy in interference: the effects of an invasive weed on a native bunchgrass. *Oecologia* 126: 444-450.
- Salafsky, N., D. Salzer, A.J. Stattersfield, C. Hilton-Taylor, R. Neugarten, S.H.M. Butchart, B. Collen, N. Cox, L.L. Master, S. O'Connor et D. Wilkie. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.
- Szczecińska, M., G. Sramko, K. Wolosz et J. Sawicki. 2016. Genetic diversity and population structure of the rare and endangered plant species *Pulsatilla patens* (L.) Mill in East Europe. *PLoS One* 11(3): e015730. Doi:10.1371/journal.pone.015173.
- Taylor, W.C., comm. pers. 2017. *Correspondance par courriel adressée à C. Maslovat*, octobre 2017. Volunteer, Smithsonian Natural History Museum. Washington, DC.
- Taylor, W.C., N.T. Luebke, D.M. Britton, R.J. Hickey et D.F. Brunton. 1993. Isoetaceae. Pp. 64-75 in FNA Editorial Committee (eds.), *Flora of North America North of Mexico*, Volume 2. Oxford University Press, New York and Oxford, 475 pp.
- Taylor, W.C., N.T. Luebke et A.R. Lekschas. 2003. Taxonomic status and evolutionary relationship of *Isoetes minima* A.A. Eaton (Isoetaceae) based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. *Botanical Electronic News* 304. Site Web : <http://bomi.ou.edu/ben/ben304.html> [consulté en septembre 2017].

- Thorpe, A.S., G.C. Thelen, A. Diaconu et R. M. Callaway. 2009. Root exudate is allelopathic in invaded community but not in native community: field evidence for the novel weapons hypothesis. *Journal of Ecology* 97: 641-645.
- Troia, A. 2016. Dispersal and colonization in heterosporous lycophytes: palynological and biogeographical notes on the genus *Isoetes* in the Mediterranean region. *Journal of Plant Taxonomy and Geography* 71: 277-281.
- Troia, A., J.B. Pereira, C. Kim et W.C. Taylor. 2016. The genus *Isoetes* (Isoetaceae): a provisional checklist of the accepted and unresolved taxa. *Phytotaxa* 277: 101-145.
- University of Washington Herbarium. 2018. Consortium of Pacific Northwest Herbaria. Site Web : <http://www.pnwherbaria.org/data/search.php> [consulté en octobre 2017].
- Winter, K., et J.A. Holtum. 2014. Facultative crassulacean acid metabolism (CAM) plants: powerful tools for unravelling the functional elements of CAM photosynthesis. *Journal of Experimental Botany* 65: 3425-3441.
- Yang, T., et X. Liu. 2015. Comparing photosynthetic characteristics of *Isoetes sinensis* Palmer under submerged and terrestrial conditions. *Scientific Reports* 5: 17783

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DE LA RÉDACTRICE DU RAPPORT

Carrina Maslovat travaille comme consultante dans le domaine des communautés végétales en péril, plus particulièrement les écosystèmes du chêne de Garry. Elle a fait l'inventaire des plantes rares dans des parcs régionaux, municipaux, fédéraux et provinciaux, a découvert de nouvelles sous-populations d'espèces en péril et a effectué le suivi de la vitalité et de l'abondance de populations de plantes rares. Mme Maslovat a élaboré des plans de gestion de réserves naturelles et a établi des pratiques de gestion exemplaires visant à réduire le plus possible les répercussions sur les espèces en péril. Elle a rédigé trois rapports de situation du COSEPAC, deux mises à jour de rapports de situation et plusieurs documents portant sur la planification du rétablissement. Elle a récemment travaillé à la remise en état de milieux humides et d'habitat de terrain élevé hébergeant des espèces en péril.

COLLECTIONS EXAMINÉES

Musée canadien de la nature (CAN) : *D. F. Brunton et K. L. McIntosh* 17, 234, 28 juin 2008 (CAN 598102).

Consortium of Pacific Northwest Herbaria (consulté en ligne) : Faust 17-105; WTU : 387376/WTU-V-004140, récolté par K.A. Beck, 25 juin 2011; WTU : 387452, récolté par K.A. Beck, 17 août 2011; WTU : 385650/WTU-V-004236, récolté par B. Legler, 30 juin 2010; OSC : OSC223664, récolté par D. Thomas, 12 juillet 2009; WS : 119319, récolté par W.N. Suksdorf, 16 mai 1889.

Ministère de l'Agriculture, Ottawa (DAO) : aucun spécimen.

Royal British Columbia Museum (V) : aucun spécimen.

University of British Columbia (UBC) : UBC:V230715, récolté par F. Lomer, A. Ceska, O. Ceska et P. Williston, 18 juin 2002; UBC : V240821 (aucun détail); UBC :V240821, récolté par F. Lomer, 4 juillet 2013.

Annexe A. Calculateur des menaces pour l'isoète du Columbia.

Nom scientifique de l'espèce ou de l'écosystème	Isoète du Columbia – <i>Isoetes minima</i>		
Identification de l'élément		Code de l'élément	
Date (Ctrl + « ; » pour la date d'aujourd'hui) :	25/09/2018		
Évaluateur(s) :	Ryan Batten, Carrina Maslovat, Dave Fraser, Del Meidinger, Andy MacKinnon, Bruce Bennett, Jenifer Penny		
Références :			
Guide 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	0	0
	C Moyen	2	1
	D Faible	2	3
	Impact global des menaces calculé :	Élevé	Élevé
	Impact global des menaces attribué :	B = Élevé	
	Ajustement de la valeur de l'impact global calculée – justifications :		
	Impact global des menaces – commentaires	Durée d'une génération établie à 5 ans; 3 générations = 15 ans pour l'évaluation de la gravité des menaces	

Menace	Impact (calculé)	Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
1 Développement résidentiel et commercial					
1.1 Zones résidentielles et urbaines					Il y a deux ou trois nouvelles maisons dans le secteur du pré Fairview; les résidents pourraient utiliser les sentiers de randonnée ou les pistes de vélo de montagne.
1.2 Zones commerciales et industrielles					
1.3 Zones touristiques et récréatives					
2 Agriculture et aquaculture					
2.1 Cultures annuelles et pérennes de produits autres que le bois					

Menace		Impact (calculé)	Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
2.2	Plantations pour la production de bois et de pâte					
2.3	Élevage de bétail					
2.4	Aquaculture en mer et en eau douce					
3	Production d'énergie et exploitation minière					
3.1	Forage pétrolier et gazier					
3.2	Exploitation de mines et de carrières					
3.3	Énergie renouvelable					
4	Corridors de transport et de service	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Grande (31-70 %)	Élevée – légère (1-70 %)	Faible (possiblement à long terme, >10 ans/3 gén.)	
4.1	Routes et voies ferrées					L'entreprise d'exploitation forestière est au courant de l'existence des espèces en péril et évitera de construire des routes dans les sites.
4.2	Lignes de services publics	Non calculé (en dehors de la période d'évaluation)	Grande (31-70 %)	Élevée – légère (1-70 %)	Faible (possiblement à long terme, >10 ans/3 gén.)	Les sites du pré Lloyd's sont enregistrés aux fins de l'aménagement éventuel de lignes de services publics. Ils sont considérés comme un corridor qui pourrait être intéressant dans l'avenir. Les répercussions sur l'espèce dépendront de l'emplacement des futurs pylônes ou routes.
4.3	Voies de transport par eau					
4.4	Corridors aériens					
5	Utilisation des ressources biologiques					
5.1	Chasse et capture d'animaux terrestres					
5.2	Cueillette de plantes terrestres					
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois					Il n'y aurait pas d'impact direct, car les routes contourneraient les sites. Les changements possibles touchant le régime hydrologique sont évalués au point 7.2.
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques					

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
6	Intrusions et perturbations humaines	CD	Moyen – faible	Restreinte – petite (1-30 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	
6.1	Activités récréatives	CD	Moyen – faible	Restreinte – petite (1-30 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	Le site du pré Fairview est utilisé pour la pratique du vélo de montagne, et possiblement de la moto hors route. Des VTT circulent sur un ancien chemin, à environ un demi-kilomètre de distance.
6.2	Guerre, troubles civils et exercices militaires						
6.3	Travail et autres activités						
7	Modifications des systèmes naturels	D	Faible	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	
7.1	Incendies et suppression des incendies		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	La suppression des incendies favorise probablement la croissance des arbustes dans les sites. Les feux, en éliminant des arbustes et des arbres, peuvent créer un nouvel habitat à la condition que des zones de suintement soient présentes et que la couche de sol soit suffisamment mince pour limiter l'établissement d'espèces végétales concurrentes. Les feux peuvent dégrader l'habitat en favorisant l'érosion ou en modifiant le régime hydrologique.

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages	D	Faible	Grande (31-70 %)	Légère (1-10 %)	Élevée (continue)	Modification du régime hydrologique des zones de suintement attribuable aux activités récréatives et à l'exploitation forestière. Les responsables de l'entreprise d'exploitation forestière qui œuvre dans le secteur sont au courant de la présence d'espèces végétales en péril dans les zones de suintement rocheuses et ont affirmé qu'ils planifieraient toute activité d'exploitation ou de construction de routes de façon à éviter les prés et la modification du régime hydrologique. L'entreprise consultera le Centre de données sur la conservation de la Colombie-Britannique pour la planification de toutes les activités. La gravité est jugée moindre, car l'entreprise s'efforcera d'atténuer les répercussions possibles.
7.3	Autres modifications de l'écosystème	D	Faible	Petite (1-10 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	Les clairières où pousse l'isoète du Columbia ont probablement été maintenues grâce aux incendies et à la présence d'une couche de sol mince. On y trouve des espèces associées au phénomène de la succession. Les images recueillies au cours de la dernière décennie montrent que la superficie des prés semble diminuer de façon notable à mesure que les arbustes et les arbres en colonisent les bords. La succession à long terme devrait être considérée comme une menace, puisqu'elle entraîne une diminution de l'habitat disponible et modifie les conditions hydrologiques dont dépend l'espèce. L'empiètement des arbustes est particulièrement préoccupant au pré Beavervale (2 % de la population).
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée (continue)	

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
8.1	Espèces ou agents pathogènes exotiques (non indigènes) envahissants	D	Faible	Restreinte (11-30 %)	Modérée (11-30 %)	Élevée – modérée	La centaurée maculée, qui est une espèce allélopathique, est très présente dans la plupart des sites. Le millepertuis commun est également présent, mais un coléoptère utilisé comme agent de lutte biologique a aussi été observé. La portée de la menace est considérée comme moins grande que dans le cas de l'hespérochiron nain, car l'habitat de l'isoète du Columbia est plus fragmenté et se trouve dans des parcelles plus humides qui sont moins propices à l'établissement de la centaurée maculée.
8.2	Espèces ou agents pathogènes indigènes problématiques						
8.3	Matériel génétique introduit						
8.4	Espèces ou agents pathogènes problématiques d'origine inconnue						
8.5	Maladies d'origine virale ou maladies à prions						
8.6	Maladies de cause inconnue						
9	Pollution						
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines						
9.2	Effluents industriels et militaires						
9.3	Effluents agricoles et sylvicoles						
9.4	Déchets solides et ordures						
9.5	Polluants atmosphériques						
9.6	Apports excessifs d'énergie						
10	Phénomènes géologiques						
10.1	Volcans						
10.2	Tremblements de terre et tsunamis						
10.3	Avalanches et glissements de terrain						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents	C	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Modérée (possiblement à court terme, < 10 ans/3 gén.)	
11.1	Déplacement et altération de l'habitat						
11.2	Sécheresses	C	Moyen	Généralisée (71-100 %)	Modérée (11-30 %)	Modérée (possiblement à court terme, < 10 ans/3 gén.)	L'isoète du Columbia pourrait être plus vulnérable à cette menace que certaines plantes annuelles rares qui partagent le même habitat, car ses mégaspores prennent plus de temps pour parvenir à maturité. L'espèce a surtout besoin que le sol demeure humide plus longtemps au printemps et au début de l'été.
11.3	Températures extrêmes						
11.4	Tempêtes et inondations						
12	Autres impacts						
Classification des menaces d'après l'IUCN-CMP, Salafsky <i>et al.</i> , (2008).							