

Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC

sur

l'Hétérodermie squamuleuse *Heterodermia squamulosa*

au Canada



MENACÉE
2022

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. 2022. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'hétérodermie squamuleuse (*Heterodermia squamulose*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, xi + 60 p. (<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/registre-public-especes-peril.html>).

Note de production :

Le COSEPAC remercie Alain Belliveau d'avoir rédigé le rapport de situation sur l'hétérodermie squamuleuse (*Heterodermia squamulosa*) 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 David Richardson, coprésident du Sous-comité de spécialistes des mousses et lichens 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
www.cosepac.ca

Also available in English under the title "COSEWIC Assessment and Status Report on the Scaly Fringe Lichen *Heterodermia squamulosa* in Canada".

Illustration/photo de la couverture :

Hétérodermie squamuleuse — Photo prise par Alain Belliveau.

© Sa Majesté le Roi du Chef du Canada, 2022.

N° de catalogue CW69-14/826-2023F-PDF

ISBN 978-0-660-48476-1



COSEPAC Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation – Décembre 2022

Nom commun

Hétérodermie squamuleuse

Nom scientifique

Nom scientifique de l'espèce

Statut

Menacée

Justification de la désignation

Au Canada, ce lichen ne se trouve qu'en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, dans les forêts anciennes de feuillus ou mixtes non perturbées qui ne présentent pas de signes d'exploitation forestière passée. La petite population canadienne (qui comprend moins de 550 thalles répartis entre 145 arbres hôtes connus) devrait connaître un déclin à cause des menaces. Celles-ci comprennent l'exploitation forestière, la construction routière et le développement résidentiel, qui mènent à la perte d'arbres hôtes ou à une ouverture du couvert forestier rendant l'habitat non convenable pour l'espèce. La pollution atmosphérique et l'agrile du frêne sont d'autres facteurs susceptibles de contribuer au déclin projeté.

Répartition

Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse

Historique du statut

Espèce désignée « menacée » en décembre 2022.



COSEPAC Résumé

Hétérodermie squamuleuse *Heterodermia squamulosa*

Description et importance de l'espèce sauvage

L'hétérodermie squamuleuse (*Heterodermia squamulosa*) est un lichen rare qui pousse sur l'écorce de feuillus dans de vieilles forêts, qui sont maintenant rares au Canada atlantique. Il s'agit d'un lichen foliacé qui présente habituellement de petits lobes gris pâle et de nombreux lobules dressés. Ses organes de fructification (apothécies) en forme de disque sont extrêmement rares en Amérique du Nord : ils n'ont été trouvés qu'une seule fois au Canada et une seule fois aux États-Unis.

Connaissances autochtones

Toutes les espèces sont importantes, interreliées et interdépendantes. Il n'y a aucune connaissance traditionnelle autochtone (CTA) sur l'espèce dans le présent rapport.

Répartition

L'hétérodermie squamuleuse a une répartition discontinue en Amérique du Nord, en Amérique centrale et en Amérique du Sud; elle est également présente en Afrique et en Asie. Sa population mondiale est principalement concentrée dans le sud et le centre des Appalaches des États-Unis. Au Canada, l'espèce se trouve à la limite nord, plus froide, de son aire de répartition; on la trouve surtout en Nouvelle-Écosse, mais elle est également présente au Nouveau-Brunswick.

Habitat

Au Canada, l'hétérodermie squamuleuse n'est présente qu'à moins de 50 km de la côte et vit presque exclusivement dans de vieilles forêts feuillues ou mixtes qui ne présentent aucun signe évident d'exploitation forestière passée. Elle vit sur des bouleaux jaunes, érables à sucres, érables rouges et frênes blancs vivants qui poussent sur des sols relativement riches en nutriments dans des habitats humides ou secs.

Biologie

Les lichens sont des organismes symbiotiques formés par l'association d'un champignon et d'une algue verte photosynthétique ou d'une cyanobactérie. Ainsi, l'hétérodermie squamuleuse est une symbiose entre le champignon *Heterodermia squamulosa* et l'algue verte *Trebouxia*. La durée d'une génération de l'hétérodermie squamuleuse est estimée à 19 ans. Elle se reproduit principalement par des lobules végétatifs, relativement lourds, ou par des fragments de thalle, de sorte que la dispersion se limite surtout à de courtes distances (à l'intérieur d'un même peuplement forestier). L'espèce forme très rarement des organes de fructification en Amérique du Nord.

Taille et tendances des populations

L'hétérodermie squamuleuse est présente en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick où 31 occurrences formant 14 sous-populations ont été trouvées. La population dénombrée est de 515 thalles poussant sur 145 arbres. L'occurrence au cap Split (sous-population de la baie Scots) représente environ 50 % de tous les thalles connus sur environ 50 % des arbres hôtes colonisés. Bien que les vastes relevés de 2019-2020 effectués pour le présent rapport aient permis de découvrir plus de 73 thalles et 31 arbres hôtes jusque-là inconnus, le nombre total de thalles connus reste faible. La population totale au Canada est estimée à moins de mille thalles. Dans l'ensemble, en raison des menaces décrites ci-dessous, la population semble diminuer aux sites où elle a été dénombrée plus d'une fois.

Menaces et facteurs limitatifs

Les principales menaces qui pèsent sur l'hétérodermie squamuleuse sont l'abattage d'arbres hôtes et la construction de routes qui entraînent la perturbation de l'habitat. Les autres menaces qui touchent l'espèce ou ses arbres hôtes comprennent les changements climatiques, la pollution atmosphérique (en particulier les précipitations acides), l'agrile du frêne envahissant et le développement foncier. Les facteurs limitatifs pour l'espèce comprennent sa courte distance de dispersion, la quantité limitée d'habitat convenable et le fait qu'au Canada, elle se trouve à la limite nord de son aire de répartition climatique et géographique.

Protection, statuts et classements

L'hétérodermie squamuleuse est cotée G3G5 (vulnérable à non en péril) à l'échelle mondiale, N3 (vulnérable) à l'échelle nationale, S1 (gravement en péril) au Nouveau-Brunswick et S3 (vulnérable) en Nouvelle-Écosse. Elle est désignée SNR (non classée) au Québec, où sa présence a été signalée par le passé sur la foi d'un spécimen incorrectement identifié, qui était en fait d'une espèce différente. À l'heure actuelle, environ 32 % des arbres hôtes de l'espèce au Canada se trouvent dans des aires protégées.

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Heterodermia squamulosa

Hétérodermie squamuleuse

Scaly Fringe Lichen

Répartition au Canada (province/territoire/océan) : Nouveau-Brunswick et Nouvelle-Écosse

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] est utilisée)	19 ans (voir Biologie – Cycle vital et reproduction)
Y a-t-il un déclin continu [observé, estimé, inféré ou prévu] du nombre total d'individus matures?	Oui, déclin inféré et prévu, d'après la baisse du nombre d'arbres hôtes principalement en raison de l'exploitation forestière (voir Fluctuations et tendances; Menaces).
Pourcentage estimé de déclin continu du nombre total d'individus matures sur cinq ans [ou deux générations, selon la période la plus longue, jusqu'à un maximum de 100 ans]	Il n'y a pas de données permettant d'estimer avec confiance le pourcentage de déclin du nombre d'individus matures. Le déclin est toutefois estimé à environ 18 % sur cinq ans. (Voir Fluctuations et tendances)
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, selon la période la plus longue, jusqu'à un maximum de 100 ans]	Le pourcentage de déclin est incertain, mais il est estimé à 36 % sur les dix dernières années d'après la réduction du nombre d'arbres colonisés. (Voir Fluctuations et tendances .)
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, selon la période la plus longue, jusqu'à un maximum de 100 ans]	Une réduction de plus de 50 % sur trois générations est prévue d'après la réduction prévue du nombre d'arbres hôtes colonisés au cours des 57 prochaines années. (Voir Fluctuations et tendances .)
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, selon la période la plus longue, jusqu'à un maximum de 100 ans] commençant dans le passé et se terminant dans le futur	La réduction observée et inférée au cours des dix dernières années et prévue pour deux autres générations est de plus de 50 %. (Voir Fluctuations et tendances .)
Est-ce que les causes du déclin sont a) clairement réversibles et b) comprises et c) ont effectivement cessé?	a) Non, pas à court terme, à moins que l'exploitation forestière ne soit restreinte. b) Oui, la plupart des causes sont comprises. c) Non, les causes n'ont pas toutes cessé,
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures?	Non.

Information sur la répartition

Superficie estimée de la zone d'occurrence	33 848 km ² (dont environ 8 000 km ² d'océan)
Indice de zone d'occupation (IZO) (Fournissez toujours une valeur établie à partir d'une grille à carrés de 2 km de côté.)	120 km ²
La population totale est-elle gravement fragmentée, c.-à-d. que plus de 50 % de sa zone d'occupation totale se trouvent 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) Inconnu b. Oui, très probablement
Nombre de localités* (utilisez une fourchette plausible pour refléter l'incertitude, le cas échéant)	29 d'après les menaces liées aux peuplements (31 occurrences sont connues, mais deux ont disparu; voir Nombre de localités).
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de la zone d'occurrence?	Oui, déclin observé et prévu, car la perte d'occurrences au Nouveau-Brunswick a réduit la zone d'occurrence.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de l'indice de zone d'occupation?	Oui, déclin observé et prévu de l'indice de zone d'occupation d'après la perte d'occurrences au Nouveau-Brunswick et la baisse prévue du nombre d'arbres hôtes colonisés.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] du nombre de sous-populations?	Oui, déclin prévu, car quatre des 14 sous-populations ont moins de 10 individus matures et sont menacées notamment par l'exploitation forestière, et l'occurrence de Grand Bay-Westfield a disparu.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] du nombre de localités*?	Déclin prévu, d'après les menaces et les pertes observées.
Y a-t-il un déclin [observé, inféré ou prévu] de [la superficie, l'étendue ou la qualité] de l'habitat?	Oui, réduction observée et prévue de la superficie, l'étendue et la qualité de l'habitat. (Voir Habitat .)
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

* Voir « Définitions et abréviations » sur le [site Web du COSEPAC](#) pour obtenir des précisions sur ce terme.

Nombre d'individus matures dans chaque sous-population

Sous-population (utilisez une fourchette plausible)	Nombre d'arbres hôtes	Nombre d'individus matures (nombre de thalles)
NB-01 Grand Bay-Westfield	1	1
NB-02 Parc national Fundy	6	24-28
NS-01 Parc provincial Cape Chignecto	3	5-13
NS-02 Baie Scots	81	253-255
NS-03 Lac Lily	2	5
NS-04 Digby	11	11-33
NS-05 Saint-Joseph	1	2
NS-06 Hectanooga	9	17-25
NS-07 Rivière Tusket	8	19-21
NS-08 Four Mile Stillwater	1	12
NS-09 Kempt	1	3
NS-10 Lac Shingle	14	83-102
NS-11 Upper LaHave	3	5
NS-12 Lac Spider	4	10
Nombres estimés de thalles et d'arbres hôtes colonisés de toutes les sous-populations connues en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick. La population totale d'individus matures d' <i>H. squamulosa</i> aux occurrences connues et de ceux qui pourraient être présents dans la petite quantité d'habitat convenable qui reste est estimée à moins de mille. (Voir Abondance .)	145	450-515 Moins de 1 000

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]	Analyse pas effectuée
---	-----------------------

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 était élevé.

- 4. Corridors de transport et de service : construction de routes : **impact moyen** (4.1 Routes et voies ferrées)
- 5. Utilisation des ressources biologiques : exploitation forestière et récolte du bois : **impact moyen** (5.3 Exploitation forestière et récolte du bois)
- 9. Pollution : précipitations acides : **impact moyen-faible** (9.5 Polluants atmosphériques)
- 1. Développement résidentiel et commercial : **faible impact** (1.1 Zones résidentielles et urbaines)
- 7. Modifications des systèmes naturels : incendies et cerfs : **faible impact** (7.1 Incendies et suppression des incendies)
- 8. Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques : **faible impact** (8.1 Espèces ou agents pathogènes exotiques [non indigènes] envahissants)
- 11. Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents : **impact inconnu**

Quels autres facteurs limitatifs sont pertinents?

- Dispersion limitée au moyen de lobules de thalle
- Limite nord de l'aire de répartition de l'espèce

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	La population canadienne se trouve à environ 100 km de l'occurrence la plus proche au Maine, où l'espèce est signalée comme étant rare.
Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Très improbable; la dispersion à courte distance est la norme pour ce lichen.
Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probablement.
Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Probablement, mais seulement si l'exploitation forestière est réduite.
Les conditions se détériorent-elles au Canada+?	Oui (voir Habitat)
Les conditions de la population source se détériorent-elles+?	Probablement, car peu d'occurrences ont été trouvées récemment dans le Maine ou les États américains voisins où il y a eu un déclin des vieilles forêts (voir Structure spatiale et variabilité de la population)
La population canadienne est-elle considérée comme un puits+?	Non
La possibilité d'une immigration depuis des populations externes existe-t-elle?	Très improbable

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

Nature délicate de l'information sur l'espèce

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

Historique du statut

Historique du statut selon le COSEPAC : Espèce désignée « menacée » en décembre 2022.

Statut et justification de la désignation

Statut Espèce menacée	Codes alphanumériques C2a(i); D1
Justification de la désignation Au Canada, ce lichen ne se trouve qu'en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, dans les forêts anciennes de feuillus ou mixtes non perturbées qui ne présentent pas de signes d'exploitation forestière passée. La petite population canadienne (qui comprend moins de 550 thalles répartis entre 145 arbres hôtes connus) devrait connaître un déclin à cause des menaces. Celles-ci comprennent l'exploitation forestière, la construction routière et le développement résidentiel, qui mènent à la perte d'arbres hôtes ou à une ouverture du couvert forestier rendant l'habitat non convenable pour l'espèce. La pollution atmosphérique et l'agrile du frêne sont d'autres facteurs susceptibles de contribuer au déclin projeté.	

Applicabilité des critères

Critère A (déclin du nombre total d'individus matures) : Pourrait s'approcher du seuil du critère de la catégorie « espèce en voie de disparition » A3acde, car on s'attend à ce que la population totale diminue au cours des trois prochaines générations, mais l'ampleur du déclin prévu est actuellement incertaine.
Critère B (aire de répartition peu étendue et déclin ou fluctuation) : Ne s'applique pas. L'IZO est de 120 km ² , mais la zone d'occurrence dépasse 20 000 km ² et il y a plus de 10 localités. Malgré le déclin prévu de la population, celle-ci n'est pas gravement fragmentée, et il n'y a pas de fluctuations extrêmes de l'IZO, de la zone d'occurrence, du nombre de localités ou de sous-populations ou du nombre d'individus matures.
Critère C (nombre d'individus matures peu élevé et en déclin) : Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée » C2a(i), car il y a moins de 10 000 individus matures et aucune sous-population ne compte plus de 1 000 individus. En outre, il y a un déclin inféré et prévu du nombre d'individus matures.
Critère D (très petite population totale ou répartition restreinte) : Correspond au critère de la catégorie « espèce menacée » D1, car la population est estimée à moins de 1 000 individus matures.
Critère E (analyse quantitative) : Ne s'applique pas, car l'analyse n'a pas été effectuée.



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 (2022)

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 le

Hétérodermie squamuleuse

Nom scientifique de l'espèce

au Canada

2022

TABLE DES MATIÈRES

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE	5
Nom et classification.....	5
Description morphologique.....	5
Caractéristiques chimiques.....	6
Structure spatiale et variabilité de la population	6
Unités désignables	7
Importance de l'espèce.....	7
CONNAISSANCES AUTOCHTONES	8
Importance culturelle de l'espèce pour les peuples autochtones	8
RÉPARTITION	8
Aire de répartition mondiale.....	8
Aire de répartition canadienne.....	9
Zone d'occurrence et zone d'occupation	10
Activités de recherche	11
Activités de recherche récentes.....	13
HABITAT.....	15
Besoins en matière d'habitat	15
Tendances en matière d'habitat.....	19
BIOLOGIE	21
Cycle vital et reproduction	21
Physiologie et adaptabilité	22
Dispersion.....	22
Relations interspécifiques.....	24
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS.....	25
Activités et méthodes d'échantillonnage.....	25
Abondance	25
Fluctuations et tendances.....	28
Immigration de source externe	30
MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS	31
Menaces	31
Facteurs limitatifs.....	37
Nombre de localités	37
PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS	37
Statuts et protection juridiques	37
Statuts et classements non juridiques	38

Protection et propriété de l'habitat.....	38
REMERCIEMENTS.....	40
EXPERTS CONTACTÉS.....	40
SOURCES D'INFORMATION	41
SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT	52
COLLECTIONS EXAMINÉES.....	52

Liste des figures

Figure 1. Répartition de l' <i>Heterodermia squamulosa</i> dans l'est de l'Amérique du Nord, d'après les mentions de l'espèce dans CNALH (2020) et AC CDC (2020) (carte produite par Alain Belliveau). (Voir la liste des États américains où le lichen est présent à la section Répartition .).....	7
Figure 2. Sous-populations de l' <i>Heterodermia squamulosa</i> au Canada. Les polygones tiretés verts et les polygones tiretés bleus regroupent les occurrences de chaque sous-population au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, respectivement (carte produite par Alain Belliveau).....	10
Figure 3. Zone d'occurrence de l' <i>Heterodermia squamulosa</i> au Canada. Les cercles verts représentent les occurrences confirmées ou très probablement encore existantes. Les trois cercles roses indiquent les occurrences incertaines qui pourraient encore exister. Les cinq triangles rouges indiquent les occurrences disparues (carte produite par Alain Belliveau).....	11
Figure 4. Occurrences (cercles rouges) d'espèces d' <i>Heterodermia</i> , de <i>Punctelia appalachensis</i> et d' <i>Anaptychia palmulata</i> dans le nord-est de l'Amérique du Nord, d'après le Consortium of North American Lichen Herbaria (2020) et le Centre de données sur la conservation du Canada Atlantique (2020). Les cercles jaunes représentent les occurrences d' <i>H. squamulosa</i> (carte produite par Alain Belliveau).	12

Liste des tableaux

Tableau 1. Résultats des relevés de 2019-2021 visant l' <i>Heterodermia squamulosa</i> au Canada. Les occurrences sont groupées en sous-populations (voir la figure 1).	13
Tableau 2. Espèces de lichens présentes au Canada dans les mêmes forêts que l' <i>Heterodermia squamulosa</i> et leurs propriétés d'indicateur.	24
Tableau 3. Données des relevés visant l' <i>Heterodermia squamulosa</i> qui comprennent la date des relevés, le nombre de thalles et le nombre d'arbres (hôtes) colonisés. Le tableau précise également si le lichen était absent de certains des sites connus d'une occurrence en indiquant « Existante (perte partielle...) ».....	26
Tableau 4. Résumé des nombres d'arbres hôtes et de thalles d' <i>Heterodermia squamulosa</i> des occurrences pour lesquelles il y a deux années comparables de données de relevés.....	29

Tableau 5. Résumé des types de protection et de propriété des terres abritant les occurrences de l' <i>Heterodermia squamulosa</i> au Canada.....	39
---	----

Liste des annexes

Annexe 1. Estimation des taux de déclin des arbres hôtes et des thalles	53
Annexe 2. Tableau d'évaluation des menaces pour l'hétérodermie squamuleuse	55

DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE

Nom et classification

Nom scientifique : *Heterodermia squamulosa* (Degel.) W.L.Culb.

Première description : *Anaptychia squamulosa* Degel.

Synonymes (GBIF, 2020, Mongkolsuk *et al.*, 2015) :

Polyblastidium squamulosum (Degel.) Kalb

Anaptychia squamulosa Degel.

Nom commun français (Fournier, 2006) : Hétérodermie squamuleuse

Nom commun anglais : Scaly Fringe Lichen

Noms autochtones : [inconnus au Canada]

Genre : *Heterodermia*

Famille : Physciacées

Ordre : Caliciales

Classe : Lécanoromycètes

Embranchement : Ascomycètes

Règne : Champignons

Description morphologique

L'*Heterodermia squamulosa* (Scaly Fringe Lichen) est un lichen foliacé de couleur gris pâle à bleu-gris (Hinds et Hinds, 2007; Lendemer, 2009). Ses thalles atteignent habituellement un diamètre de 5 à 12 cm, tandis que les lobes ont une largeur de 0,2 à 1,2 mm. Les lobes portent habituellement de fins lobules (phyllidies/squamules) souvent dressés, surtout près du centre du thalle. Les lobules entiers ou leurs extrémités peuvent se désagréger ou former de minuscules squamules. La médulle est blanche, et la surface inférieure présente une pigmentation violette au centre et est dépourvue de cortex, tandis que les rhizines sont foncées, squarreuses ou touffetées et situées le long des marges des lobes (Brodo *et al.*, 2001).

Des *H. squamulosa* portant des apothécies n'ont pas été trouvés en Amérique du Nord (Brodo *et al.*, 2001; Moberg, 2011) à l'exception d'un spécimen observé dans le comté de Giles, en Virginie, aux États-Unis (Culberson 223954 Duke), et d'un spécimen récemment observé dans le comté de Digby, en Nouvelle-Écosse (Canada), par Alain Belliveau (voir au centre gauche de la photo de la page couverture). Toutefois, en Corée du Sud, l'espèce forme plus couramment des apothécies laminales, sessiles, brun rougeâtre foncé qui mesurent de 1 à 4 mm de diamètre (Wang *et al.*, 2008). Cette description correspond à celle des apothécies récemment trouvées en Nouvelle-Écosse.

L'*Heterodermia squamulosa* est le seul membre du genre dans l'est de l'Amérique du Nord qui se disperse presque exclusivement par des lobules ou des fragments de thalle (voir **Cycle vital et reproduction**). Ses organes de fructification (apothécies) n'ont été observés qu'une fois au Canada (voir plus haut). Leur absence rend l'espèce plus facile à identifier sur le terrain. Les individus immatures ou endommagés peuvent être dépourvus de lobules, mais ils peuvent être identifiés par leur surface inférieure sans cortex qui présente une pigmentation violette et par leurs caractéristiques chimiques.

Chez l'*H. squamulosa*, le photobionte (partenaire photosynthétique) est une algue verte du genre *Trebouxia* (Trébouxiophyces) (Brodo *et al.*, 2001; Nash *et al.*, 2002; Hinds et Hinds, 2007).

Caractéristiques chimiques

Les métabolites secondaires de l'*H. squamulosa* comprennent l'atranorine, la zéorine, la leucolytine et l'acide norstictique (Lendemer, 2009). L'atranorine dans le cortex du lichen produit une coloration jaune lorsqu'elle réagit avec l'hydroxyde de potassium ou la paraphénylènediamine. La zéorine et d'autres terpénoïdes présents dans la médulle peuvent être détectés par chromatographie sur couche mince. Tous les autres essais diagnostiques standard de coloration et de réaction aux ultraviolets sont négatifs.

Structure spatiale et variabilité de la population

Au Canada, l'*Heterodermia squamulosa* est présent dans le sud du Nouveau-Brunswick et la partie continentale de la Nouvelle-Écosse. À ce jour, 31 occurrences (voir **Aire de répartition canadienne**) sont connues au pays (tableau 1). La plus grande distance entre deux occurrences adjacentes au Canada est d'environ 95 km, et aucune autre occurrence ne se trouve à plus de 60 km d'une autre (AC CDC, 2020).

Les occurrences les plus proches hors du Canada se trouvent dans l'État américain du Maine (figure 1), où seulement cinq occurrences sont connues (Hinds et Hinds, 2007; Seaward *et al.*, 2017; Hinds, 2020). La plus proche de ces occurrences se trouve sur l'île Roque, à environ 100 km de l'occurrence de Welsford, au Nouveau-Brunswick. Il existe également une occurrence dans le New Hampshire, aux États-Unis (Clyne 246-16 CUP; Cleavitt, comm. pers., 2020). L'autre occurrence américaine la plus proche se trouve en Pennsylvanie (Lendemer 37763 NY), à environ 500 km du site au New Hampshire, et à 950 km des occurrences canadiennes.

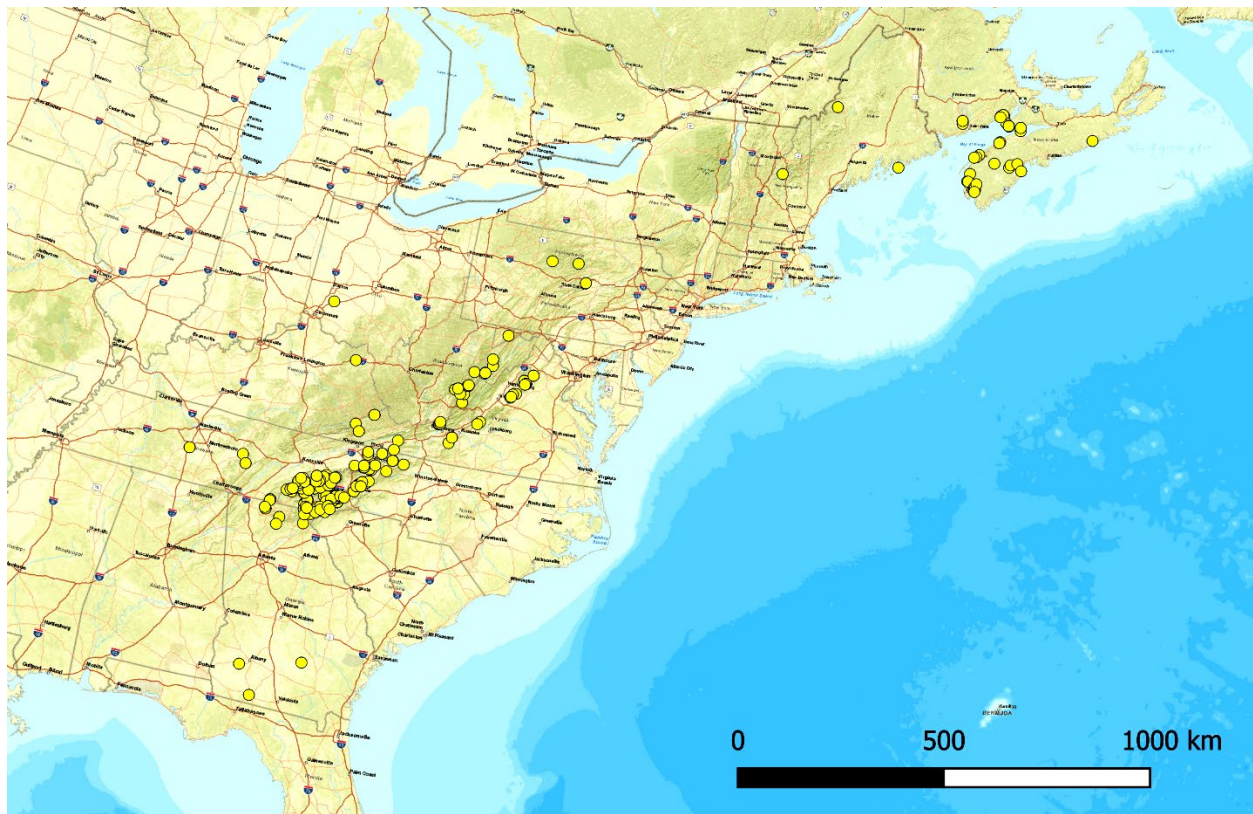


Figure 1. Répartition de l'*Heterodermia squamulosa* dans l'est de l'Amérique du Nord, d'après les mentions de l'espèce dans CNALH (2020) et AC CDC (2020) (carte produite par Alain Belliveau). (Voir la liste des États américains où le lichen est présent à la section **Répartition**.)

Unités désignables

La population canadienne est considérée comme une seule unité désignable, car il n'existe aucune différence biologique ou autre connue entre les occurrences qui indique une distinction historique ou génétique (see **Structure spatiale et variabilité de la population**).

Importance de l'espèce

Heterodermia squamulosa fait partie d'un groupe de lichen à répartition ou affinité biogéographique fortement ou exclusivement appalachienne (Hinds et Hinds, 2007; Clayden, 2010). Ces lichens comprennent l'*Anaptychia palmulata* (S3S4 - vulnérable au N.-B. et en N.-É.), l'*Heterodermia neglecta* (S4 - apparemment non en péril au N.-B., S3S4 - vulnérable en N.-É.), le *Punctelia appalachensis* (S1 - gravement en péril au N.-B., S3 - vulnérable en N.-É.) et le *Rinodina ascociscana* (non classé au N.-B., S4 - apparemment non en péril en N.-É.) (AC CDC, 2020; CNALH 2020). Plusieurs membres de ce groupe s'étendent jusqu'à l'est du Canada (voir **Répartition – Aire de répartition mondiale**) et coexistent avec l'*H. squamulosa* au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, souvent sur le même arbre ou sur des arbres voisins. Comparativement à ces lichens, l'*H.*

squamulosa compte le moins d'occurrences connues, qui se limitent au Nouveau-Brunswick et à la Nouvelle-Écosse. L'espèce est un indicateur de l'habitat non perturbé dans les forêts matures ou anciennes de la zone tempérée froide (voir **Habitat – Exigences en matière d'habitat**).

Au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, l'*H. squamulosa* est présent dans de vieilles forêts non perturbées et constitue un indicateur de ce type de forêt de plus en plus rare au Canada atlantique (Loo et Ives, 2003). Son habitat de prédilection, soit les forêts de feuillus ou mixtes matures ou vieilles, abrite d'autres espèces en péril comme le *Pectenia plumbea* (anciennement *Degelia plumbea*), une espèce préoccupante (COSEWIC, 2010), et le Pioui de l'Est (*Contopus virens*), une espèce préoccupante (COSEWIC, 2012).

CONNAISSANCES AUTOCHTONES

Les connaissances traditionnelles autochtones (CTA) se fondent sur les relations. Il s'agit d'informations sur les relations écologiques entre les humains et leur environnement, y compris les caractéristiques des espèces, des habitats et des lieux. Des lois et des protocoles concernant les relations humaines avec l'environnement sont transmis par des enseignements et des récits, ainsi que par les langues autochtones, et peuvent être fondés sur des observations à long terme. Les noms de lieux renseignent sur les zones de récolte, les processus écologiques, la signification spirituelle ou les produits de la récolte. Les CTA peuvent identifier les caractéristiques du cycle vital d'une espèce ou les différences distinctes entre des espèces similaires.

Importance culturelle de l'espèce pour les peuples autochtones

Il n'y a aucune CTA sur l'espèce dans le présent rapport. L'*H. squamulosa* est toutefois important pour les peuples autochtones, qui reconnaissent les interrelations de toutes les espèces dans l'écosystème.

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

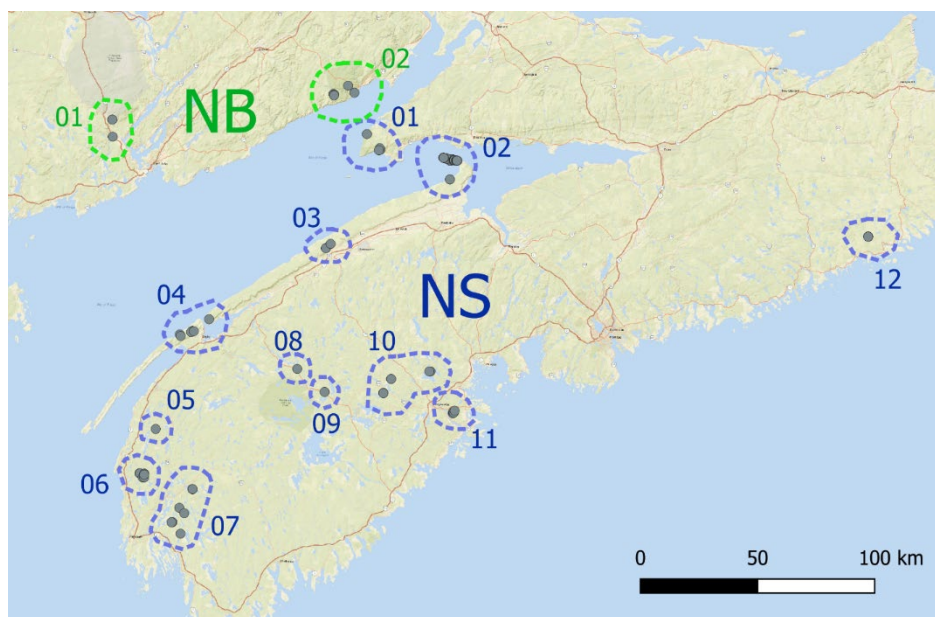
L'*Heterodermia squamulosa* a été observé en Amérique du Nord, en Amérique centrale, en Amérique du Sud, en Afrique occidentale et en Asie orientale (CNALH 2020). En Amérique du Nord (figure 1), il a été signalé dans l'est du Canada, dans l'est des États-Unis (Caroline du Nord, Caroline du Sud, Géorgie, Kentucky, Maine, Maryland, New Hampshire, Ohio, Tennessee, Virginie et Virginie-Occidentale) et dans l'ouest des États-Unis (Arizona et Utah) (CNALH, 2020). En Amérique du Sud et en Amérique centrale, l'*H. squamulosa* a été signalé en Argentine, au Brésil, au Costa Rica, en Équateur, à Haïti, au Mexique, au Pérou, en République dominicaine, en Uruguay, au Venezuela et en Guyane française. Il est également présent en Corée du Sud, au Japon et en Guinée (Wang *et al.*, 2008; Moberg, 2011; Sarlej, 2018; CNALH, 2020).

Aire de répartition canadienne

Au Canada, l'*Heterodermia squamulosa* est présent dans des forêts côtières de l'écozone maritime de l'Atlantique, où il est isolé de son aire de répartition principale en Amérique du Nord, soit le sud et le centre de la chaîne des Appalaches (Clayden, 2010). Au Canada, l'espèce n'est présente qu'au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (figure 2). Ses 31 occurrences connues se trouvent à moins de 50 km de la côte, le plus souvent près de la baie de Fundy; les occurrences deviennent de plus en plus rares en allant vers l'est le long des côtes sud et est de la Nouvelle-Écosse. Il existe une corrélation entre la présence de l'*H. squamulosa* et les régions de la province qui abritent une diversité exceptionnellement élevée de lichens (Cameron et Bayne, 2020). Le spécimen recueilli au Québec (Lutzoni 840718-L138 QFA) a été examiné pour le présent rapport et a été identifié comme appartenant à une autre espèce, probablement *H. neglecta* ou *H. galactophylla* (Anderson, comm. pers., 2020).

Une occurrence est définie comme un site où l'espèce pousse sur un ou plusieurs arbres et qui est séparé par plus de 1 km d'un autre groupe d'arbres colonisés (voir NatureServe, 2020). Sept occurrences ont été documentées au Nouveau-Brunswick, mais deux n'ont pas été confirmées lors des récentes vérifications sur le terrain. Une autre occurrence a probablement été confirmée lors d'un récent relevé, bien qu'il y ait une incertitude quant aux coordonnées initiales. Une autre occurrence n'a pu être confirmée principalement en raison de l'incertitude géographique. Une dernière occurrence a été trouvée, avec une certaine incertitude, et a été ajoutée au présent rapport (tableau 1).

Les occurrences sont regroupées en 14 sous-populations, soit 12 en Nouvelle-Écosse et deux au Nouveau-Brunswick (figure 2), dont une (NB 01) est peut-être disparue (figure 2). Les sous-populations sont définies comme des groupes distincts sur le plan géographique ou autre ayant peu d'échanges démographiques ou génétiques entre eux, soit généralement une migration réussie d'un individu ou d'un gamète ou moins par année (IUCN, 2019). Les sous-populations de l'espèce sont séparées les unes des autres par une distance de plus de 15 km, ce qui dépasse la capacité de dispersion de ses lourdes propagules. Au Canada, on n'a observé qu'une seule fois un individu sexuellement fertile de l'espèce (voir **Dispersion**).



Veillez voir la traduction française ci-dessous :
 NB = Nouveau-Brunswick
 NS = Nouvelle-Écosse

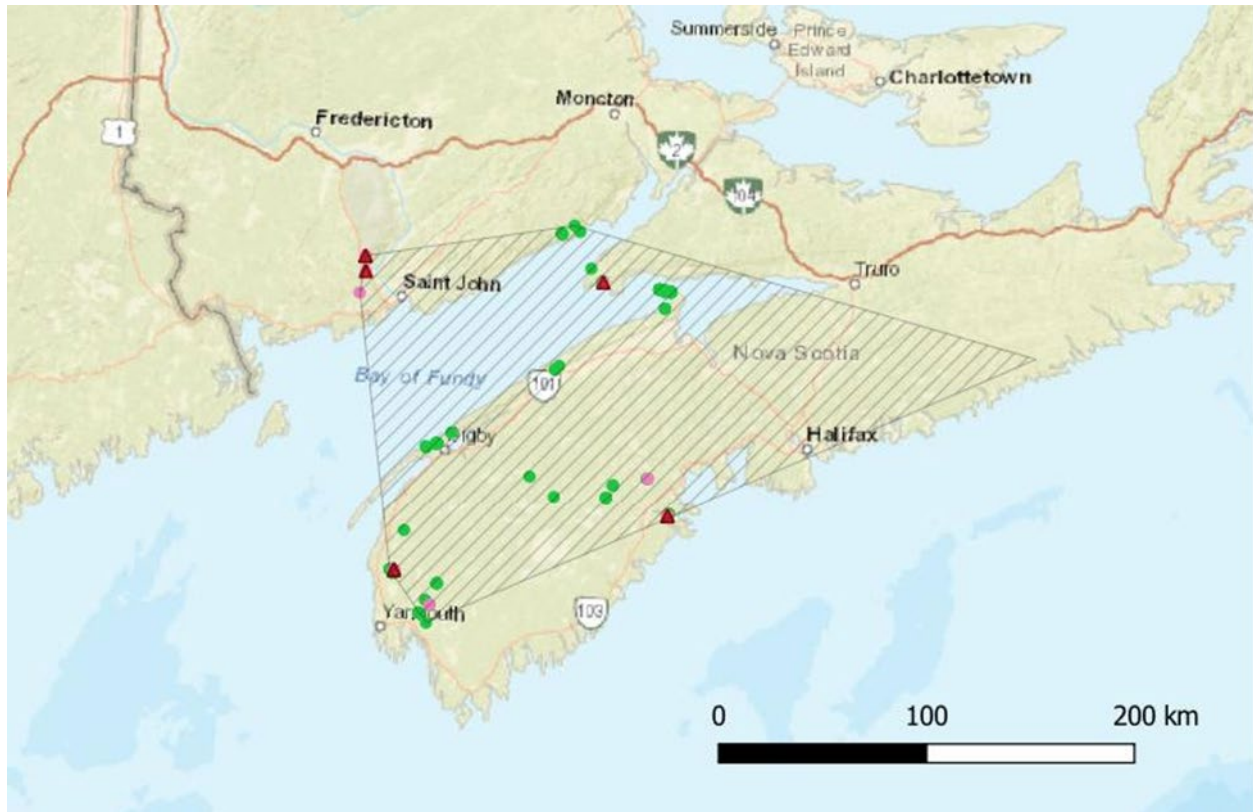
Figure 2. Sous-populations de l'*Heterodermia squamulosa* au Canada. Les polygones tiretés verts et les polygones tiretés bleus regroupent les occurrences de chaque sous-population au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, respectivement (carte produite par Alain Belliveau).

Aucune analyse génétique n'a été effectuée pour évaluer le degré de parenté entre les occurrences ou les sous-populations. Les occurrences ont été regroupées en sous-populations qui sont séparées par des distances relativement faibles. Ces regroupements se justifient par le fait que l'*Heterodermia squamulosa* se reproduit presque exclusivement au moyen de lobules au Canada (voir **Dispersion**).

La découverte récente d'apothécies (reproduction sexuelle) sur un individu dans le comté de Digby (Nouvelle-Écosse) laisse croire que la capacité de diversité génétique entre les sites pourrait être plus élevée qu'on ne le pensait. Il est possible que, par le passé, les thalles aient formé plus souvent des apothécies lorsque les habitats et les conditions environnementales étaient plus favorables.

Zone d'occurrence et zone d'occupation

La zone d'occurrence couvre 33 848 km², et l'indice de zone d'occupation est de 120 km² (figure 3). L'océan représente environ 8 000 km² de la zone d'occurrence. On a observé une réduction de la zone d'occupation d'après la perte d'occurrences au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse entre 2006-2007, lorsque l'espèce y a été observée pour la première fois, et 2019, l'année des plus récents relevés.



Veillez voir la traduction française ci-dessous :

Bay of Fundy = Baie de Fundy

Prince Edward Island = Île-du-Prince-Édouard

Nova Scotia = Nouvelle-Écosse

Figure 3. Zone d'occurrence de l'*Heterodermia squamulosa* au Canada. Les cercles verts représentent les occurrences confirmées ou très probablement encore existantes. Les trois cercles roses indiquent les occurrences incertaines qui pourraient encore exister. Les cinq triangles rouges indiquent les occurrences disparues (carte produite par Alain Belliveau).

Activités de recherche

Depuis 2007, les relevés ciblés des lichens ont couvert une distance de plus de 2 000 km (sur une largeur de 20-50 m, pour une superficie totale de 4 000-10 000 ha). La politique de gestion forestière de la Nouvelle-Écosse exige, comme condition préalable à toute exploitation forestière sur les terres publiques, qu'un relevé soit effectué pour détecter et surveiller la présence de l'érioderme boréal (*Erioderma pedicellatum*) (COSEWIC 2014; Belliveau et McMullin, 2017; Brad Toms, comm. pers., 2020). Bien que ces relevés visent l'habitat qui convient à l'*E. pedicellatum*, les observateurs recensent activement les lichens hors de cet habitat, y compris de l'habitat qui convient à l'*H. squamulosa* (AC CDC, 2020). Certains de ces relevés ont été réalisés à proximité (moins de 10 km) d'occurrences connues de l'*H. squamulosa*. Les lichens observés dans les relevés comprenaient l'*H. squamulosa* et des espèces associées comme l'*Anaptychia palmulata*, l'*H. neglecta*, et le *Pectenium plumbea* (voir **Habitat – Exigences en matière d'habitat**), ce qui indique que

les observateurs étaient suffisamment compétents pour détecter l'*H. squamulosa*. Malgré les recherches étendues, une seule occurrence (lac Spider) de l'*H. squamulosa* a été trouvée.

Une autre méthode pour évaluer les activités de recherche consiste à cartographier les occurrences d'espèces qui sont visuellement ou écologiquement similaires à l'espèce cible (Ponder *et al.*, 2001; Phillips *et al.*, 2009). Dans la région de l'Atlantique, le groupe cible pour l'*H. squamulosa* comprend d'autres membres du genre *Heterodermia* ainsi que le *Punctelia appalachensis* et l'*A. palmulata*, qui sont visuellement similaires et occupent le même habitat. Il y a plus de 500 mentions des membres de ce groupe cible (figure 4) dans les bases de données du Consortium of North American Lichen Herbaria et du Centre de données sur la conservation du Canada Atlantique, en plus des mentions inédites dans un herbier personnel local (F. Anderson, comm. pers., 2021). Malgré ces activités de recherche étendues, l'*H. squamulosa* a été trouvé peu fréquemment et seulement dans certaines régions. Les mentions historiques et récentes des lichens associés à l'*H. squamulosa* donnent une bonne indication des limites probables de sa répartition.

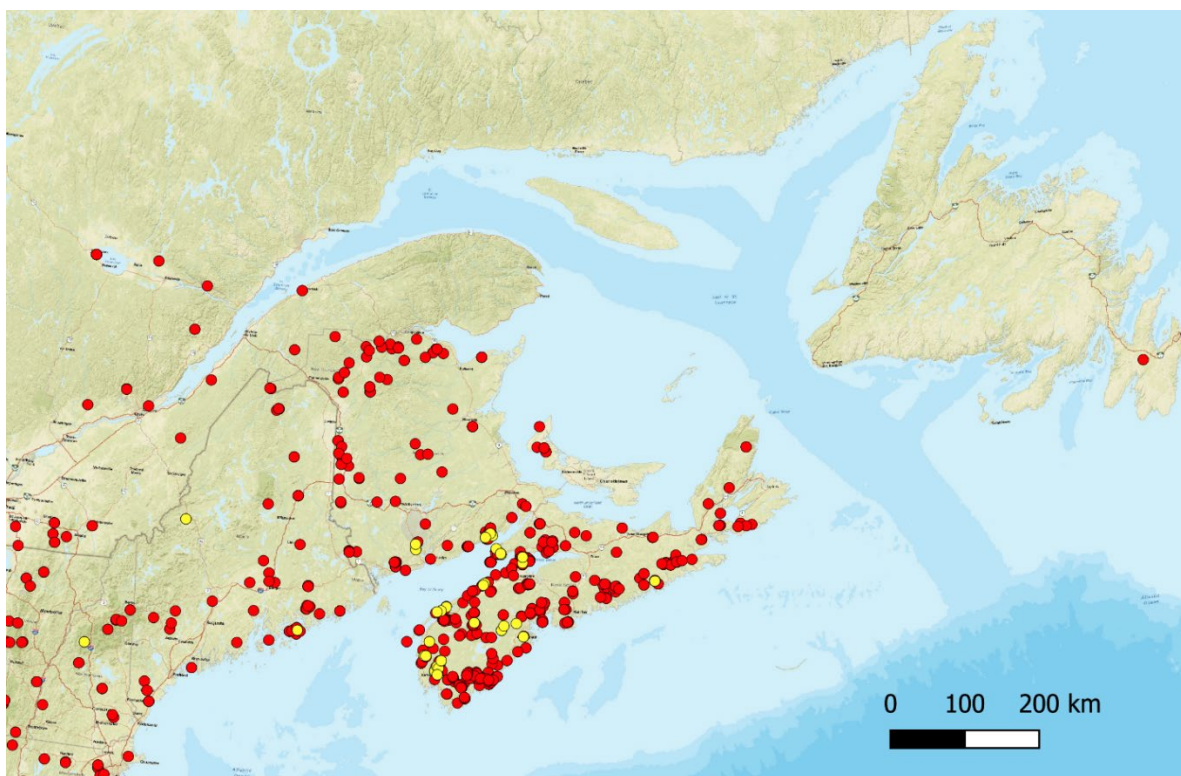


Figure 4. Occurrences (cercles rouges) d'espèces d'*Heterodermia*, de *Punctelia appalachensis* et d'*Anaptychia palmulata* dans le nord-est de l'Amérique du Nord, d'après le Consortium of North American Lichen Herbaria (2020) et le Centre de données sur la conservation du Canada Atlantique (2020). Les cercles jaunes représentent les occurrences d'*H. squamulosa* (carte produite par Alain Belliveau).

Activités de recherche récentes

En 2019 et en 2020, on a cherché l'*H. squamulosa* dans de nombreux sites et on l'a trouvé dans un total de 16 occurrences (tableau 1). L'occurrence du lac de l'École n'a pas été cherchée en raison de la grande incertitude géographique de la mention initiale. La localisation de la mention initiale de l'occurrence de Maple Grove était également très incertaine, de sorte qu'on n'y a effectué qu'un relevé partiel. L'occurrence de la rivière Goose n'a pas fait l'objet d'un relevé en raison de son éloignement, mais un relevé opportuniste a été effectué dans un secteur adjacent. En 2020, plusieurs spécialistes des lichens dans les deux provinces ont fouillé des zones d'habitat potentiellement convenable ou ont porté une attention particulière à de telles zones dans le cadre d'autres travaux sur le terrain. Plusieurs occurrences ont fait l'objet d'un relevé plus détaillé en 2020 afin de fournir davantage de données pour le présent rapport. Ces relevés visaient notamment des zones adjacentes à des occurrences connues ou à proximité qui semblaient présenter un potentiel d'habitat convenable d'après le couvert forestier observé sur des images satellites. L'occurrence de Loch Alva a été ajoutée en 2022 à la suite d'un relevé récent.

Tableau 1. Résultats des relevés de 2019-2021 visant l'*Heterodermia squamulosa* au Canada. Les occurrences sont groupées en sous-populations (voir la figure 1).

Sous-population	Code de l'occurrence	Lieu de l'occurrence	Relevés de 2019-2020	Statut	Observateur(s)*
NB01	NB-01	Welsford	Oui	Probablement disparue	SC
	NB-02	Grand Bay-Westfield	Non	Probablement disparue (coupe forestière)	Relevé de télédétection en 2020 (relevé initial effectué par DS)
	NB-07	Loch Alva	Non	Inconnu	S.o. (relevé initial effectué par SC)
NB02	NB-03	Rivière Goose	Relevé d'une zone adjacente	Probablement disparue	SC, AGB, NV
	NB-04	Maple Grove	Relevé partiel	Probablement disparue	AGB, NV
	NB-05	Lac Marven	Trouvée en 2020	Existante	NV
	NB-06	Anse Herring	Trouvée en 2020	Existante	NV
NS01	NS-01	Ruisseau McGahey	Oui	Existante	CC, NV
	NS-02	Eatonville	Trouvée en 2020	Existante	NV
NS02	NS-03	Cap Split	Oui	Existante	AGB, JLC
	NS-04	Ruisseau Ross	Trouvée en 2020	Existante	JLC

Sous-population	Code de l'occurrence	Lieu de l'occurrence	Relevés de 2019-2020	Statut	Observateur(s)*
NS03	NS-05	Lac Lily	Oui	Existante	AGB, JLC
	NS-06	Victoria Vale	Trouvée en 2020	Existante	TN, HC
NS04	NS-07	Plage Victoria	Trouvée en 2020	Existante	TN, HC
	NS-08	Lac Van Tassel	Oui	Existante	JR
	NS-09	Anse Awkward	Oui	Existante	JR
NS05	NS-10	Saint-Joseph	Trouvée en 2020	Existante	AGB
NS06	NS-11	Lac Churchills	Oui	Existante	AGB
	NS-12	Hectanooga	Oui	Existante	AGB, JLC, TN, HC
NS07	NS-13	Lac Bennetts	Oui	Existante	AGB
	NS-14	Canaan	Trouvée en 2020	Existante	AGB
	NS-15	Lac de l'École	Non	Inconnue	S.o. (relevé initial effectué par TN)
	NS-16	Lac Pearl	Oui	Existante	AGB
	NS-17	Lac Moses	Oui	Existante	AGB, CC
NS08	NS-18	Four Mile Stillwater	Trouvée en 2020	Existante	AGB
NS09	NS-19	Kempt	Trouvée en 2020	Existante	AGB
NS10	NS-20	Lac Shingle	Oui	Existante	AGB, ICB
	NS-21	Lac Hirtle	Oui	Existante	FA
	NS-22	Ruisseau Caribou	Oui	Inconnue	FA
NS11	NS-23	Upper LaHave	Oui	Existante	FA
NS12	NS-24	Lac Spider	Oui	Existante	AGB, JLC

*SC = Stephen Clayden, DS = Dwayne Sabine, AGB = Alain G. Belliveau, NV = Neil Vinson, CC = Colin Chapman-Lam, JLC = James L. Churchill, TN = Tom Neily, HC = Harold Clapp, JR = Jonathan Riley, ICB = Ian C. Bryson, FA = Frances Anderson.

Haughian *et al.* (2019) ont mis au point un modèle de répartition d'espèce Maxent (Phillips *et al.*, 2019) pour l'*H. squamulosa* en Nouvelle-Écosse afin d'orienter les relevés sur le terrain réalisés pour le présent rapport de situation. Le modèle initial comprenait les occurrences connues localisées avec précision et une série de variables environnementales importantes pour l'espèce décrivant le climat, la structure du peuplement forestier, les perturbations, les sols, la topographie et l'hydrologie. Un processus de sélection séquentielle descendante a été utilisé pour trouver le modèle le plus parcimonieux de la répartition des conditions qui conviennent à l'espèce en

Nouvelle-Écosse. Le modèle final a présenté une surface sous la courbe de 0,913 (suggérant que le modèle était bien ajusté aux données) et comprenait cinq variables : dépassement estimé du seuil critique de dépôts acides (Moran *et al.*, 2008), moyenne annuelle de l'écart type journalier de la température, distance du plan d'eau le plus proche, structure de la forêt (hauteur d'au moins 10 m et fermeture du couvert de plus de 30 %) et nombre moyen de jours avec plus de 0,2 mm de pluie.

Même si le modèle est limité par la qualité des données de système d'information géographique (SIG) disponibles, quatre sites de probabilité moyenne ou élevée dans les comtés de Digby et de Kings, en Nouvelle-Écosse, ont été identifiés et visités en 2019. Toutefois, aucune nouvelle occurrence d'*H. squamulosa* n'a été trouvée, et aucune espèce de lichen indicateur fortement associée (voir **Habitat – Exigences en matière d'habitat**) n'a été découverte (voir **Taille et tendances des populations – Abondance**).

En plus des relevés de lichens mentionnés ci-dessus, d'autres recherches inédites ont été effectuées dans l'aire de répartition de l'*H. squamulosa* au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse par les observateurs énumérés dans la légende du tableau 1. Ces observateurs ont couvert une distance estimée d'au moins 100 km (sur une largeur de 20-50 m, pour une superficie totale estimée très prudemment à 200-500 ha). Ces relevés ont été effectués dans le cadre d'un travail ou d'un bénévolat personnel, et environ huit des onze observateurs vivent ou travaillent dans des zones qui abritent des occurrences ou qui présentent un potentiel particulièrement élevé d'abriter de l'habitat convenant à l'*H. squamulosa*. Il y a généralement moins de relevés des lichens au Nouveau-Brunswick qu'en Nouvelle-Écosse et en Nouvelle-Angleterre. Par conséquent, les données obtenues en Nouvelle-Écosse et en Nouvelle-Angleterre ont été utilisées pour aider à réaliser les évaluations au Nouveau-Brunswick, notamment les estimations de l'abondance des lichens à l'aide du modèle de répartition de l'espèce.

HABITAT

Besoins en matière d'habitat

L'*Heterodermia squamulosa* a besoin d'une forêt feuillue ou mixte mature ou vieille dominée par des espèces d'arbres tolérantes à l'ombre qui vivent longtemps. Les sites abritant le lichen ont généralement des sols riches en nutriments et se trouvent à de 50 km de la côte. Les espèces d'arbres dominantes et codominantes les plus souvent observées dans l'habitat d'au moins six occurrences d'*H. squamulosa* sont le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*), l'érable à sucre (*Acer saccharum*), l'érable rouge (*Acer rubrum*) et le frêne blanc (*Fraxinus americana*).

Le climat du sud du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse est tempéré, avec un mélange d'influences continentales et maritimes. La proximité de toutes les occurrences connues à l'océan (moins de 50 km) suggère que les exigences en matière d'habitat comprennent du brouillard, des températures estivales fraîches et des précipitations annuelles relativement élevées. En Nouvelle-Angleterre, des forêts de plus haute altitude

semblent offrir certaines de ces caractéristiques de l'habitat dans des sites se trouvant plus loin à l'intérieur des terres. Cette tendance biogéographique est observée chez plusieurs lichens présents dans les forêts côtières des Maritimes et du Maine, ainsi que dans le sud et le nord des Appalaches (voir des exemples dans Clayden [2010] et Allen et Lendemer [2015]).

Ailleurs au monde, l'*H. squamulosa* est régulièrement présent dans des zones qui présentent un relief prononcé ou qui se trouvent relativement proches de l'océan, et on le trouve souvent dans des zones qui présentent ces deux caractéristiques (CNALH, 2020). Selon les données de stations météorologiques au Nouveau-Brunswick, en Nouvelle-Écosse et près de nombreuses occurrences sur quatre continents, l'espèce aurait besoin d'au moins 1 000 mm de précipitations annuelles (Anderson *et al.*, 2011; PRISM Climate Group, 2013; IPCC, 2014; Climate-data.org, 2021).

Les occurrences du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse, du Maine et de la Nouvelle-Angleterre survivent dans le climat le plus froid au monde pour l'*H. squamulosa* (voir **Aire de répartition mondiale**). Dans cette région, les températures annuelles moyennes varient de 4 °C à 8 °C, alors qu'elles sont supérieures à 8 °C dans les autres régions tempérées où l'*H. squamulosa* est présent et bien au-dessus de 10 °C ailleurs (Government of Canada, 2021a,b; NOAA, 2021a,b; Tutiempo.net, 2021; WorldClimate.com, 2021). Cette situation laisse croire que les températures plus froides dans des habitats convenables plus au nord pourraient limiter l'aire de répartition de l'espèce au Canada. Les températures de l'air froid et les niveaux intenses de rayonnement ultraviolet sont nocifs pour certaines espèces de lichens. La température modérée, le nombre relativement élevé de jours nuageux et l'humidité relative élevée permettent à *H. squamulosa* de prospérer en Nouvelle-Écosse et dans certaines zones côtières du Nouveau-Brunswick, mais pas dans la partie continentale du Nouveau-Brunswick et dans une bonne partie de l'est du Canada.

Environ trois quarts des occurrences se trouvent sur des sols bien drainés, et le reste des occurrences sur des sols mal drainés. Toutes les occurrences sont situées dans des zones de substratum rocheux peu acide ou de till, ou les deux. Qu'ils soient bien ou mal drainés, ces sols sont riches en nutriments d'après les profils de sol sous des arbres déracinés et les espèces de plantes vasculaires indicatrices présentes à plusieurs occurrences. Les propriétés du sol influent sur les propriétés physiques et chimiques de l'écorce d'un arbre, et donc sur son aptitude à être colonisé par l'*H. squamulosa* (Gustafsson et Eriksson, 1995). Les données SIG prédictives sur les types de sol en Nouvelle-Écosse montrent que les occurrences d'*H. squamulosa* sont associées à des sols riches, frais et humides (parfois mouillés) (NSDNR, 2010; NSDLF, 2020). La richesse en nutriments du sol semble particulièrement importante. Il y a beaucoup de sols acides pauvres dans la moitié sud de la Nouvelle-Écosse, où se trouvent la plupart des occurrences d'*H. squamulosa* au Canada. Par conséquent, la disponibilité des habitats qui combinent une vieille forêt non perturbée et des sols riches est limitée.

Les occurrences d'*H. squamulosa* observées dans des sites mouillés ou des basses terres sont souvent proches d'une pente et d'un cours d'eau, ce qui suggère que des écoulements minérotrophes y produisent des conditions du sol semblables à celles aux occurrences en terrain élevé. Près de 72 % des observations comprenant des données sur l'orientation du terrain (n=89) étaient sur des pentes orientées vers le nord. Toutefois, les dizaines d'occurrences orientées au nord dans le secteur du cap Split produisent un fort biais dans cette analyse. Hors du cap Split, il n'y a pas de préférence nette pour une position ou orientation particulière des pentes.

Toutes les données disponibles indiquent que l'*H. squamulosa* préfère des forêts feuillues matures ou vieilles or de vieilles forêts mixtes. Autrement dit, ces forêts présentent une forte continuité temporelle (McMullin et Wiersma, 2019). Aucune occurrence de l'espèce n'a été trouvée dans des habitats qui présentaient des signes évidents d'exploitation forestière passée. Les 82 observations comportant des renseignements sur la maturité de la forêt décrivent l'habitat forestier de l'*H. squamulosa* comme une forêt mature climacique, vieille ou ancienne (*sensu* NSDNR, 2012). Ainsi, l'âge des arbres dominants ou codominant serait d'au moins 80 ans, et il y aurait une continuité à long terme du type et du couvert de forêt. L'*Heterodermia squamulosa* semble relativement sensible à l'ensoleillement en milieu forestier ouvert, car aucune occurrence n'a été trouvée à des endroits où la fermeture du couvert était inférieure à 50 %.

Le bouleau jaune, l'érable à sucre, l'érable rouge, le frêne blanc et le thuya occidental (*Thuja occidentalis*) sont les seules espèces d'arbres hôtes de l'*H. squamulosa* connues au Canada. Les espèces d'arbres hôtes prédominantes sont l'érable à sucre et le bouleau jaune dans les milieux secs et l'érable rouge, le bouleau jaune et le frêne blanc dans les milieux humides. La seule occurrence sur des thuyas occidentaux a été coupée à blanc en 2006, mais des thuyas abritent le lichen en Nouvelle-Angleterre (CNALH, 2020). Le thuya occidental reste un hôte potentiel de l'*H. squamulosa* au Nouveau-Brunswick ou en Nouvelle-Écosse, mais les récentes recherches n'ont pas permis de trouver le lichen sur cet arbre dans ces provinces. On a observé en Nouvelle-Écosse plusieurs thalles poussant sur des bryophytes sur l'écorce, plutôt que directement sur l'écorce. Seules trois des neuf occurrences pour lesquelles il y a des données de position sur les arbres hôtes ont été trouvées sur les côtés sud-est, sud et sud-ouest des arbres, ce qui pourrait indiquer une aversion du lichen à la forte luminosité ou à la chaleur qui lui causerait un stress de dessiccation. La plupart des thalles se trouvent entre 1 et 2 m au-dessus du sol; le thalle le plus bas et le thalle le plus haut ont été observés respectivement à 0,1 et à 3,5 m au-dessus du sol. Seuls trois arbres hôtes étaient visiblement penchés, ce qui suggère que cette caractéristique n'est pas aussi importante pour l'*H. squamulosa* que pour d'autres lichens rares de l'est du Canada (COSEWIC, 2019).

L'*Heterodermia squamulosa* est étroitement associé à plusieurs autres espèces de lichens ayant une affinité biogéographique appalachienne (Hinds et Hinds, 2007) et est un bon indicateur des forêts matures et vieilles (voir **Relations interspécifiques**). Seules deux des plus de 500 occurrences aux États-Unis (toutes deux observées en Virginie-Occidentale par J.C. Lendemer) coexistaient avec des taxons de lichens associés qui étaient semblables à ceux trouvés au Canada et énumérés au tableau 2 (CNALH, 2020).

Dans l'est des États-Unis, l'*H. squamulosa* est présent dans des forêts de feuillus, particulièrement sur la base moussue d'arbres (Brodo *et al.*, 2001; Lendemer, 2009). Les étiquettes de plus de 500 spécimens d'*H. squamulosa* comprennent des données sur l'espèce hôte (CNALH, 2020). Ces données indiquent qu'aux États-Unis, les arbres hôtes les plus courants sont des chênes (*Quercus* spp.) et l'hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*). Plusieurs occurrences ont été observées poussant sur des bryophytes sur de l'écorce et au sol. L'*H. squamulosa* pousse parfois sur de la roche dans l'est des États-Unis et dans d'autres pays (Moberg, 2011; CNALH, 2020), mais il n'a pas été observé sur de la roche au Canada.

Plusieurs besoins en matière d'habitat sont difficiles à cartographier en raison d'un manque de données géographiques de haute précision, ce qui limite la capacité d'évaluer avec exactitude les tendances en matière d'habitat et l'abondance de la population (NSDNR, 2016; NBDNRED, 2017). Des données plus exactes, sur plusieurs périodes, sont nécessaires pour déterminer le besoin de l'espèce en matière d'habitat connecté continu dans le temps. Ce besoin est une conséquence de la capacité de dispersion très limitée de l'*H. squamulosa* (voir **Dispersion**). Dans le présent rapport, l'utilisation de données à échelle grossière et d'un modèle SIG prédictif a probablement entraîné une surestimation de la quantité actuelle d'habitat convenable et, par conséquent, une surestimation de l'abondance de la population (voir **Taille et tendances des populations**).

D'après les préférences en matière d'habitat et l'altération de l'habitat par des activités humaines, il reste très peu d'habitat convenable de l'*H. squamulosa* au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Une analyse des placettes d'échantillonnage permanentes réalisée de 2008 à 2012 indique que les forêts de plus de 80 ans représentent environ 16 % de la superficie forestière de la Nouvelle-Écosse (NSDNR, 2017). En outre, environ 38 % du couvert forestier de la Nouvelle-Écosse est constitué de forêts feuillues ou mixtes (les forêts composées de moins de 25 % de conifères couvrent environ 1,6 des 4,2 millions d'ha de forêts de la province). Dans l'ensemble, seulement 6 % (16 % de 38 %) des forêts de la province ont un âge et une composition qui conviennent à la colonisation par l'*H. squamulosa* (NSDLF, 2019). Une estimation raisonnable de la superficie maximale d'habitat convenable potentiel indique que seulement 4 % du couvert forestier présente suffisamment de continuité temporelle et géographique pour soutenir l'*H. squamulosa* (voir **Menaces – Exploitation forestière et récolte du bois**).

Tendances en matière d'habitat

Historiquement, les vieilles forêts feuillues et mixtes étaient beaucoup plus répandues au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse; avant l'arrivée des Européens, ces forêts auraient couvert environ 50 % des provinces maritimes (Loo et Ives, 2003; Mosseler *et al.*, 2003; Stewart *et al.*, 2003). Depuis la fin du 18^e siècle, la quantité de forêts matures ou vieilles a considérablement diminué dans cette région en raison du défrichage pour l'agriculture, le développement foncier, les incendies de forêt et l'exploitation forestière. Le défrichage pour l'agriculture a culminé dans les années 1890 lorsqu'environ 15 % de la superficie de la Nouvelle-Écosse était consacrée à l'agriculture (MacKinnon, 1991). Ce pourcentage doit être considéré comme une valeur minimale de la superficie totale défrichée pour l'agriculture parce qu'il ne comprenait pas les terres agricoles qui avaient été abandonnées et où la forêt ou des arbustes s'étaient établis. L'ampleur du défrichage est sans doute semblable au Nouveau-Brunswick, car l'histoire socio-économique et la proportion actuelle des terres en production agricole sont comparables dans les deux provinces. Les terres aménagées à des fins résidentielles, commerciales, de transport ou d'autres activités de déboisement permanent ou semi-permanent couvrent plus de 3 % de la superficie de chacune des provinces (Gorelick *et al.*, 2017; NSDNR, 2017).

Par le passé, les feux de forêt, principalement d'origine anthropique (les feux d'origine naturelle étaient très rares), ont brûlé de vastes étendues dans les deux provinces. Ces perturbations étaient mal définies spatialement, et leurs impacts sur l'habitat de *H. squamulosa* sont largement inconnus (Wein et Moore, 1979). Les forêts non brûlées sont exploitées, souvent par coupe à blanc, qui est encore la pratique de coupe la plus courante dans les provinces. Environ 15 % de la superficie forestière de la Nouvelle-Écosse ont été coupés à blanc de 1990 à 2007 (Cheng *et al.*, 2009), soit un taux annuel de 0,88 %, tendance qui semble se poursuivre depuis 2007 d'après les images satellites annuelles (Gorelick *et al.*, 2017). Il y a eu une légère baisse de la récolte annuelle totale à la fin des années 2000 et au début des années 2010 en raison de la récession économique et de la mise au ralenti ou de la fermeture des usines forestières qui en a résulté (Lahey, 2018a). En Nouvelle-Écosse, la coupe à blanc représentait environ 65 % et 89 % de la récolte totale sur les terres publiques et les terres privées, respectivement, en 2016. Au Nouveau-Brunswick, la coupe à blanc représentait 80 % ou plus de la récolte provinciale totale de la fin des années 1990 au début des années 2010, et les niveaux de récolte continuent d'être similaires à ceux de la Nouvelle-Écosse (Auditor General of Nouveau-Brunswick 2015; Gorelick *et al.* 2017). La récolte dans les forêts de feuillus tolérants à l'ombre au Nouveau-Brunswick a fortement augmenté au cours des dernières décennies (Clayden, 2014).

On trouve au Nouveau-Brunswick de vastes étendues de terres publiques dans le centre et le sud de la province (y compris à proximité d'occurrences connues de *H. squamulosa*) (J.D. Irving Limited, 2014). Les forêts matures représentent 37 % des terres forestières, dont environ 35 % de forêt mixte ou feuillue, soit environ 13 % d'habitat convenable, mais dont une petite partie seulement offre un climat favorable. Au Nouveau-Brunswick, le seuil de maturité est fixé à 65 ans pour l'érable rouge et à 75 ans pour les feuillus tolérants à l'ombre, notamment l'érable à sucre et le bouleau jaune

(J.D. Irving Limited, 2014). Cela étant, et compte tenu du fait que seul le cinquième sud du Nouveau-Brunswick semble présenter un climat favorable (à moins d'environ 50 km de l'océan), on peut raisonnablement estimer que le pourcentage maximal d'habitat convenable potentiel dans la province est d'environ 3 %. L'étendue des forêts matures et vieilles a considérablement diminué par rapport à ce qu'elle était avant la colonisation (Loo et Ives, 2003; Stewart *et al.*, 2003).

En résumé, la majorité des vieilles forêts de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick ont été perdues en raison du défrichage et de l'exploitation forestière au début de la colonisation. Même si la perte de vieilles forêts est moindre de nos jours, elle demeure importante et limite la quantité d'arbres hôtes convenables disponibles pour l'*H. squamulosa*.

Les précipitations acides ont entraîné une acidification généralisée des sols au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse, laquelle peut modifier la composition des forêts et réduire leur vigueur. Par exemple, on a constaté une réduction du taux de croissance des érables à sucre poussant sur des sols acides ou non calcaires au Québec et en Nouvelle-Angleterre depuis 1960. Cette réduction est attribuable, au moins en partie, aux dépôts acides et à l'acidification des sols (Ouimet *et al.*, 2001; Schaberg *et al.*, 2001; Duchesne *et al.*, 2002; Schaberg *et al.*, 2006). L'inversion des effets négatifs des précipitations acides sur les sols n'a commencé que récemment dans certaines parties du nord-est de l'Amérique du Nord (Lawrence *et al.*, 2015). Bien qu'on trouve habituellement l'*H. squamulosa* dans des sites au sol riche en nutriments (*sensu* NSDNR, 2010), ses occurrences dans le sud du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse se trouvent principalement sur des arbres poussant sur des sols non calcaires qui tamponneraient les impacts des précipitations acides moins bien que les sols à ses occurrences au Vermont (voir **Menaces** : Pollution atmosphérique). Au Canada atlantique, les précipitations acides ont probablement causé et continueront de causer une réduction de la croissance et une mortalité potentielle des érables à sucre, une espèce d'arbre hôte important pour l'*H. squamulosa* dans la région, réduisant ainsi la quantité de substrats disponibles pour sa colonisation.

Au Canada atlantique, la maladie de l'écorce du hêtre a entraîné un déclin important des hêtres à grandes feuilles matures. Bien qu'il ne s'agisse pas actuellement d'une menace importante et qu'on ne connaisse aucune occurrence d'*H. squamulosa* sur cet arbre hôte au Canada, le hêtre à grandes feuilles est un arbre hôte courant du lichen aux États-Unis. La maladie pourrait donc avoir réduit la quantité d'habitat convenable pour l'*H. squamulosa* par le passé au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Le nombre de hêtres à grandes feuilles sains a récemment augmenté en raison de la propagation d'individus résistants à la maladie (Houston, 1983; Stephanson et Coe, 2017; AC CDC, 2020). Toutefois, les hêtres à grandes feuilles sains sont relativement rares dans les provinces atlantiques du Canada, et il n'y a pas de pratique d'exploitation forestière visant à les préserver.

BIOLOGIE

Cycle vital et reproduction

L'*Heterodermia squamulosa* se reproduit principalement par des lobules végétatifs (phyllidies). Des apothécies ont été observées en Corée du Sud (Wang *et al.*, 2008) et sur deux spécimens en Amérique du Nord (dont un dans le comté de Digby, en Nouvelle-Écosse) (CNALH, 2020), mais il n'y a pas de données sur la présence, la viabilité et la dispersion des spores produites par les apothécies de l'espèce (CNALH, 2020). Un seul spécimen sexuellement fertile (voir la photo sur la page couverture) ayant été observé parmi les centaines de thalles connus au Canada, les apothécies ne constituent pas un moyen courant ou efficace de dispersion de l' *H. squamulosa* au pays.

Les lobules contiennent l'algue verte (photobionte) *Trebouxia* et l'espèce mycobionte. Les lobules peuvent s'ancrer (s'établir) dans l'année qui suit leur arrivée dans un habitat approprié. Le mode de croissance change à mesure que le nouveau thalle s'étend (Seminara *et al.*, 2018); les zones de croissance se différencient, et les lobes deviennent évidents (Armstrong et Bradwell, 2011). Au Canada, on a observé plusieurs thalles mesurant un peu plus de 1 cm² qui commençaient à former des lobules. Le plus grand thalle mesurait environ 300 cm² (avec un rayon de 100 mm). Le plus grand groupe de thalles poussant sur un seul arbre mesurait environ 3 500 cm² et a été trouvé au lac Shingle, dans le comté de Lunenburg (tableau 3).

On ne peut déterminer avec précision l'âge moyen des individus qui dispersent leurs lobules en raison du manque de surveillance à long terme et de la difficulté de délimiter les thalles individuels. Toutefois, des méthodes lichénométriques, comme l'extrapolation de l'âge du thalle par division du diamètre moyen du thalle par son taux de croissance moyen, ont été utilisées pour estimer l'âge d'autres lichens en péril. Les données publiées sur d'autres membres des Physciacées des régions tempérées permettent d'estimer les taux de croissance et les fourchettes d'âge des *H. squamulosa*. Le taux de croissance annuel de huit espèces de Physciacées (y compris l'*H. speciosa*) mesuré dans 10 études menées dans des régions tempérées variait de 1,38 à 1,89 mm/an (Hayward et Grace, 1999; Armstrong et Bradwell, 2011). La largeur moyenne de 20 thalles portant des lobules, estimée à partir de photographies prises à neuf sites lors des relevés de 2019 en Nouvelle-Écosse, était de 26 mm (fourchette de 10 à 100 mm). Seules les photographies de thalles qui formaient clairement une seule entité ont été utilisées, car les thalles de l'espèce peuvent se diviser ou fusionner, ce qui rend l'estimation de l'âge difficile. En Nouvelle-Écosse, les âges minimum et maximum estimés des thalles d'*H. squamulosa* qui sont assez vieux pour produire des lobules reproducteurs étaient de cinq ans pour un jeune thalle et de 72 ans pour un grand thalle très vieux. L'âge moyen des thalles *H. squamulosa* portant des lobules en Nouvelle-Écosse a été estimé entre 14 et 19 ans. La durée de génération de lichens de vieilles forêts, estimée d'après le développement des juvéniles, a varié de 9 à 22 ans dans l'étude de Larsson et Gauslaa (2011).

La population canadienne de l'*H. squamulosa* est celle qui vit sous le climat le plus froid. Les lichens ont tendance à croître moins rapidement à basse température et à faible luminosité (Palmqvist et Sundberg, 2001). Étant donné le faible taux de croissance présumé de l'*H. squamulosa*, l'âge de 19 ans, plutôt que de 14 ans, est utilisé comme durée d'une génération dans le présent rapport, ce qui donne une période de trois générations de 57 ans.

En Nouvelle-Écosse, un thalle de l'occurrence du lac Lily est celui qui a été retrouvé le plus longtemps après sa première observation, soit 14 ans. Le thalle a été retrouvé grâce à la description de l'arbre hôte, de sa localisation et de son habitat faite par l'observateur qui a découvert le thalle en 2005 (T. Neily, comm. pers., 2019). Toutefois, on ne sait pas si le thalle d'origine a changé (p. ex. s'il s'est divisé en plusieurs thalles) ou si un nouveau thalle a poussé sur l'arbre à partir de propagules végétatives produites par le thalle d'origine.

Physiologie et adaptabilité

Certains thalles de la population canadienne de l'*H. squamulosa* tolèrent très bien les milieux très ombragés; par exemple, on a trouvé de nombreux thalles de l'occurrence du cap Split sur le côté nord de leur arbre hôte poussant sur des pentes raides orientées vers le nord. En effet, le côté nord des arbres hôtes, sous un couvert forestier dense de juin à octobre, reçoit rarement la lumière directe du soleil. Cette capacité apparente de maintenir son métabolisme dans des conditions fraîches et sombres pourrait être attribuable à la présence d'atranorine (C. Deduke, comm. pers., 2022). Cette capacité et le fait que l'espèce n'est pas présente plus au nord que le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse suggèrent qu'elle a besoin d'un climat maritime tempéré pour persister dans une région. Le photobionte de l'*H. squamulosa* est l'algue *Trebouxia*, qui est incapable de fixer l'azote atmosphérique, ce qui pourrait expliquer en partie la préférence de ce lichen pour des arbres hôtes poussant sur des sols riches en nutriments, car l'eau des précipitations qui ruisselle sur ces arbres est enrichie en nutriments (*sensu* NSDNR, 2010; voir **Habitat – Exigences en matière d'habitat**). Certaines espèces de *Trebouxia* ne sont pas lichénisées et ne vivent pas en symbiose avec un champignon dans la nature (Bubrick *et al.*, 1984; Mukhtar et Galun, 1994). On ne sait pas avec quelle espèce de *Trebouxia* le champignon de l'*H. squamulosa* forme une symbiose, mais Kosecka *et al.* (2022) ont montré qu'elle appartient probablement au clade I, A ou C de *Trebouxia*. De nombreux lichens ont un champignon basidiomycète comme troisième partenaire de symbiose (Spribille *et al.*, 2016), mais Lendemmer *et al.* (2019) n'ont trouvé aucune levure cystobasidiomycète dans deux spécimens d'*H. squamulosa*.

Dispersion

L'*Heterodermia squamulosa* se reproduit par voie asexuée au moyen de lobules (phyllidies) qui sont dispersés par le vent, des animaux ou des eaux courantes. Les vieux thalles (généralement de plus de 5 cm²) présentent souvent de nombreux lobules. Les thalles dont bon nombre des lobules ont été dispersés ont un aspect effiloché et la médulle exposée. Les parties mortes d'un grand thalle d'*H. squamulosa* au lac Shingle n'avaient presque plus de lobules.

Les lobules de l'*Heterodermia squamulosa* sont plus gros et plus lourds que d'autres propagules asexuées, comme les sorédies et les isidies, qui produisent de nombreux lichens. Les lobules ne sont donc pas facilement dispersés par le vent et se dispersent sans doute sur de plus courtes distances que les sorédies et les isidies (Scheidegger et Werth, 2009). Toutefois, ils peuvent avoir un taux de réussite plus élevé pour ce qui est de la colonisation à l'échelle du peuplement forestier (Hedenås et Ericson, 2008; Fedrowitz *et al.*, 2012; voir COSEWIC, 2019). Cette notion semble être étayée à plusieurs occurrences en Nouvelle-Écosse (p. ex. cap Split, lac Churchills et lac Van Tassel) où de nombreux arbres dans une zone continue d'habitat convenable sont colonisés par l'*H. squamulosa*. Au Canada, la plupart des occurrences se trouvent entre 1 et 3 m au-dessus du sol. Les lobules qui tomberaient d'un thalle se trouvant à une hauteur de 5 m passeraient environ une seconde en chute libre. La vitesse maximale du vent observée dans la région est habituellement d'environ 100 km/h, ce qui transporterait les lobules sur une distance allant jusqu'à 28 m. Un terrain en pente ou une vitesse de chute libre plus lente des lobules de petite taille et de rapport surface/poids relativement élevé pourrait augmenter la distance maximale de dispersion à environ 50 m. Bien qu'il ne s'agisse que d'une estimation approximative, elle donne une idée des contraintes physiques sur la capacité de l'espèce de se disperser dans le paysage.

Les animaux jouent probablement un rôle important dans la dispersion à l'intérieur d'un peuplement ou d'un peuplement à l'autre (voir COSEWIC, 2020). Des mammifères, comme le grand polatouche (*Glaucomys sabrinus*), le petit polatouche (*G. volans*) et l'écureuil roux (*Tamiasciurus hudsonicus*), peuvent transporter les propagules du lichen sur plusieurs centaines de mètres, et les oiseaux peuvent les transporter sur de plus grandes distances. Les oiseaux qui se nourrissent sur l'écorce des arbres, p. ex. le Grimpereau brun (*Certhia americana*) et les pics (famille des Picidés), sont plus susceptibles d'entrer en contact avec des thalles d'*H. squamulosa* (et donc de ramasser ses lobules) que les autres espèces d'oiseaux. En général, les espèces d'oiseaux résidentes ne migrent pas sur de grandes distances. Selon une récente revue de la littérature sur les oiseaux qui se nourrissent sur l'écorce des arbres, les domaines vitaux de la plupart des taxons présents en Nouvelle-Écosse n'auraient une superficie que de quelques hectares, et la distance maximale de déplacement de ces oiseaux varie de 1 à 10 km (COSEWIC, 2020). En conclusion, l'*H. squamulosa* se disperse sans doute régulièrement à l'intérieur d'un peuplement forestier, mais sa dispersion d'un peuplement à un autre est probablement rare. Par conséquent, il y a peu de chances que cette espèce se disperse facilement dans le paysage mosaïque actuel du Canada atlantique. Il n'est donc pas surprenant que, dans 25 des 30 occurrences, le lichen soit présent sur moins de cinq arbres hôtes; la plupart des occurrences sont actuellement entourées d'un habitat non convenable (voir **Habitat**).

Relations interspécifiques

Le broutage par les gastéropodes peut limiter la croissance et le développement précoce des macrolichens (Asplund et Gauslaa, 2008) et contribue peut-être aux déclinis de l'érioderme boréal (*Erioderma pedicellatum*) et de l'érioderme mou (*E. mollissimum*) (Cameron, 2009). Aucun signe de broutage de l'*H. squamulosa* n'a été documenté, mais ce broutage est possible, car des invertébrés broutent un large éventail de lichens (Seyd et Seaward, 1984; Baur *et al.*, 1995; Pöykkö *et al.*, 2005). L'*Heterodermia squamulosa* est trouvé en association avec un groupe de lichens qui sont également de bons indicateurs de forêts matures ou vieilles (tableau 2).

Tableau 2. Espèces de lichens présentes au Canada dans les mêmes forêts que l'*Heterodermia squamulosa* et leurs propriétés d'indicateur.

Taxon de lichen associé	Statut selon NatureServe	Arbres hôtes (n = 80)	Propriétés d'indicateur
<i>Punctelia appalachensis</i>	S1 (gravement en péril) au N.-B.; S3 (vulnérable) en N.-É.	31	Espèce surtout présente dans la région des Appalaches sur des arbres feuillus (Hinds et Hinds, 2007).
<i>Anaptychia palmulata</i>	S3S4 (vulnérable) au N.-B. et en N.-É.	26	Espèce des forêts anciennes de feuillus en Nouvelle-Angleterre (Selva, 1994).
<i>Parmotrema crinitum</i>	S4 (apparemment non en péril) au N.-B.; S5 (non en péril) en N.-É.	10	Espèce considérée comme un indicateur de forêts anciennes en Grande-Bretagne (Rose 1976), mais au Canada, elle est surtout présente sur des arbres matures et dans des habitats humides.
<i>Pyxine sorediata</i>	S4 (apparemment non en péril) au N.-B.; S5 (non en péril) en N.-É.	10 (dont 2 sexuellement fertiles)	Espèce commune dans les forêts matures (Hinds et Hinds, 2007); ses occurrences sexuellement fertiles sont indicatrices de vieilles forêts en Nouvelle-Écosse (Belliveau, obs. pers., 2019).
<i>Lobaria pulmonaria</i>	S5 (non en péril) au N.-B. et en N.-É.	7	Espèce localement commune dans des forêts matures montagnardes proches de l'océan; considérée comme un indicateur de forêts feuillues anciennes au Maine et en Grande-Bretagne (Rose, 1976; Selva, 1994).
<i>Ricasolia quercizans</i>	S5 (non en péril) au N.-B. et en N.-É.	4	Espèce considérée comme un indicateur de forêts feuillues anciennes au Maine et en Grande-Bretagne (Rose, 1976; Selva, 1994) et de forêts relativement non perturbée en Nouvelle-Angleterre (Hinds et Hinds, 2007).
<i>Pectenota plumbea</i>	S1 (gravement en péril) au N.-B.; S3 (vulnérable) en N.-É.; espèce préoccupante au Canada.	4	Espèce qui préfère les arbres matures ou vieux sous un climat maritime (COSEWIC, 2010).
<i>Rinodina ascociscana</i>	Non classé	3	Espèce qui préfère nettement les forêts feuillues matures au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (CNALH, 2020).

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités et méthodes d'échantillonnage

Les travaux de terrain réalisés pour le présent rapport avaient les objectifs suivants : 1) visiter autant de sites connus abritant l'*H. squamulosa* que possible afin d'y vérifier sa situation actuelle (p. ex. présence, nombre de thalles, nombre et espèces d'arbres hôtes, caractéristiques du site); 2) trouver et documenter d'autres populations en visitant autant de sites à forte probabilité que possible, selon les contraintes de temps; 3) photographier et recueillir des spécimens le cas échéant. Pour le présent rapport, chaque thalle trouvé a été compté comme un « individu mature » selon les directives de l'UICN (IUCN, 2019), car moins de 1 % des thalles n'avaient pas de lobules. La capacité des spécimens immatures, de petite taille ou en mauvais état de se reproduire est probablement très faible. Selon la définition de l'UICN, les individus matures sont ceux qui sont « en mesure de se reproduire », ce qui prête à interprétation. Bref, la définition utilisée dans le présent rapport pourrait entraîner une surestimation de la capacité de reproduction de l'*H. squamulosa* au Canada, ce qui devrait être pris en compte dans l'interprétation des sections suivantes.

La plupart des relevés de terrain aux occurrences connues se sont déroulés à l'automne de 2019. Ils se sont concentrés sur les 16 occurrences qui n'avaient pas été visitées depuis 2017. On a jugé qu'il n'était pas nécessaire de retourner inspecter onze autres occurrences qui avaient été visitées depuis 2018 ou découvertes en 2020. Des photos et des spécimens de référence ont également été recueillis, le cas échéant. Deux des sept occurrences du Nouveau-Brunswick sont présumées disparues : l'une en raison d'une coupe à blanc observée sur des images satellites, et l'autre parce qu'elle n'a pu être retrouvée par des spécialistes la cherchant sur le terrain. Deux autres occurrences n'ont pas fait l'objet d'un relevé, en raison de l'éloignement de l'une et de la localisation incertaine de l'autre. Enfin, une autre occurrence n'a été signalée qu'après les travaux de vérification sur le terrain. En Nouvelle-Écosse, 13 des 24 occurrences, ont été visitées en 2019, 10 avaient été visitées depuis 2018 ou découvertes en 2020 (tableau 3). L'occurrence du lac de l'École n'a pas été visitée parce que sa localisation était incertaine (dans un rayon d'environ 2 300 m autour des coordonnées). Les relevés des occurrences connues en 2019 ont été effectués par un à quatre observateurs qui parcouraient le site jusqu'à ce qu'ils retrouvent l'espèce ou non. Les observateurs examinaient tous les arbres hôtes potentiels dans un rayon d'environ 50 m autour des coordonnées indiquées dans la mention initiale de l'occurrence.

Abondance

Le nombre total d'occurrences actuelles et historiques au Canada est de 31, soit sept au Nouveau-Brunswick et 24 en Nouvelle-Écosse (Table 3). Ce tableau présente des données sur la date des relevés, le nombre de thalles et le nombre d'arbres colonisés et précise si le lichen était absent de certains des sites connus d'une occurrence en indiquant « Existante (perte partielle...) ».

Tableau 3. Données des relevés visant l'*Heterodermia squamulosa* qui comprennent la date des relevés, le nombre de thalles et le nombre d'arbres (hôtes) colonisés. Le tableau précise également si le lichen était absent de certains des sites connus d'une occurrence en indiquant « Existante (perte partielle...) ».

Sous-population		Occurrences		Individus*		Année de découverte	Année du dernier relevé	Situation en 2019-2020
Numéro	Nom	Numéro	Nom	Arbres	Thalles			
NB-01	Grand Bay-Westfield	NB-01	Welsford	0	0	2007	2019	Non trouvée – présumée disparue
		NB-02	Grand Bay-Westfield	0	0	2006	2019	Disparue (en raison de l'exploitation forestière)
		NB-07	Loch Alva	1	1	2001	2022	Existante
NB-02	Parc national Fundy	NB-03	Rivière Goose	1	1+	1993	1993 (relevé d'une zone adjacente en 2019)	Probablement disparue
		NB-04	Maple Grove	1	5	1980	1980 (relevé dans la zone approximative en 2019)	Probablement disparue
		NB-05	Lac Marven	3	15+	2020	2020	Existante
		NB-06	Anse Herring	1	3	2020	2020	Existante
NS-01	Parc provincial Cape Chignecto	NS-01	Ruisseau McGahey	2	2+	2004	2019	Existante (perte partielle pour des raisons inconnues)
		NS-02	Eatonville	1	3+	2020	2020	Existante
NS-02	Baie Scots	NS-03	Cap Split	79	247+	1987	2020	Existante (perte partielle en raison de menaces)
		NS-04	Ruisseau Ross	2	6	2020	2020	Existante
NS-03	Lac Lily	NS-05	Lac Lily	1	4	2005	2019	Existante
		NS-06	Victoria Vale	1	1	2020	2020	Existante
NS-04	Digby	NS-07	Plage Victoria	1	1	2020	2020	Existante
		NS-08	Lac Van Tassel	8	8+	2019	2019	Existante
		NS-09	Anse Awkward	2	2+	2019	2019	Existante
NS-05	Saint Joseph	NS-10	Saint Joseph	1	2	2019	2019	Existante
NS-06	Hectanooga	NS-11	Lac Churchills	6	7	2019	2019	Existante
		NS-12	Hectanooga	3	10+	2009	2019	Existante (perte partielle en raison de l'exploitation forestière)
NS-07	Rivière Tusket	NS-13	Lac Bennetts	2	4	2010	2019	Existante
		NS-14	Canaan	1	4	2020	2020	Existante
		NS-15	Lac de l'École	1	1+	2010	2010	Inconnue
		NS-16	Lac Pearl	2	6	2010	2019	Existante
		NS-17	Lac Moses	2	4	2019	2019	Existante
NS-08	Four Mile Stillwater	NS-18	Four Mile Stillwater	1	12	2020	2020	Existante

Sous-population		Occurrences		Individus*		Année de découverte	Année du dernier relevé	Situation en 2019-2020
Numéro	Nom	Numéro	Nom	Arbres	Thalles			
NS-09	Kempt	NS-19	Kempt	1	3	2020	2020	Existante
NS-10	Lac Shingle	NS-20	Lac Shingle	5	74	2007	2019	Existante
		NS-21	Lac Hirtle	8	8+	2014	2019	Existante
		NS-22	Ruisseau Caribou	1	1+	2014	2019	Inconnue
NS-11	Upper LaHave	NS-23	Upper LaHave	3	5	2007	2019	Existante
NS-12	Lac Spider	NS-24	Lac Spider	4	10	20??	2019	Existante (perte partielle en raison de l'exploitation forestière)
		TOTAL		145	450+	1980-2020		

* Ces données correspondent à la plupart des nombres d'individus disponibles au moment de la rédaction du présent rapport (2020).

Le nombre d'arbres hôtes et le nombre de thalles ont été estimés grâce à des relevés. La plupart des relevés comprenaient le dénombrement des thalles sur un arbre hôte ou un groupe d'arbres hôtes distants d'au moins 10 m les uns des autres. Les observateurs ont systématiquement enregistré les données sur les arbres hôtes, dont le nombre total était de 145. Sept arbres hôtes se trouvaient au Nouveau-Brunswick, et 138 en Nouvelle-Écosse. Le nombre moyen d'arbres hôtes par occurrence était de 4,8 pour l'ensemble de la population et de 2,2 si l'on exclut l'occurrence du cap Split. L'occurrence du cap Split (sous-population de la baie Scots) représente environ 50 % de tous les thalles connus, lesquels poussent sur environ 50 % des arbres hôtes colonisés. Bien que plus de 73 nouveaux thalles et 31 nouveaux arbres hôtes aient été découverts dans les relevés effectués en 2019 et en 2020, la population totale connue ne compte qu'environ 500 individus.

Il est difficile d'estimer le nombre total de thalles qui auraient été présents par le passé, car les nombres de thalles n'ont pas été consignés de façon uniforme depuis la découverte de l'espèce dans les Maritimes en 1980. Le nombre de thalles qui ont été enregistrés est de 421, mais le nombre d'arbres hôtes sur lesquels les thalles n'ont pas été comptés est de 31. En divisant le nombre total de thalles (450; voir le tableau 3) par le nombre d'arbres hôtes (145), on obtient une moyenne de 3,1 thalles par arbre. On peut donc estimer que les 31 arbres hôtes sur lesquels les thalles n'ont pas été comptés abritent 65 thalles supplémentaires. L'arbre hôte qui abrite 74 thalles au lac Shingle fausse le nombre moyen de thalles par arbre, tout comme l'occurrence du cap Split qui fait partie de la sous-population de la baie Scots, en Nouvelle-Écosse. L'occurrence du cap Split compte le plus grand nombre de thalles (247 thalles sur 79 arbres hôtes) parmi le total de 450 thalles. Le nombre maximum de thalles aux occurrences connues est estimé entre 450 et 515, soit 25 à 29 thalles au Nouveau-Brunswick et 425 à 486 thalles en Nouvelle-Écosse. Même si l'on tient compte des plus de 73 nouveaux thalles et des 31 nouveaux arbres hôtes découverts dans les relevés de 2019 et de 2020), ainsi que de la petite quantité estimée (environ 4 %) d'habitat convenable non perturbé (voir **Tendances**

en matière d'habitat), on estime que la population totale d'individus matures au Canada est inférieure à 1 000.

Le nombre total d'arbres hôtes de l'*H. squamulose* a également été estimé à l'aide d'un modèle de répartition d'espèce, selon les méthodes utilisées pour le fuscopannaire à taches blanches (*Fuscopannaria leucosticta*) (**annexe 1**). Il s'agissait d'abord de calculer l'abondance prédite de l'*H. squamulosa* en multipliant sa probabilité d'occurrence (déterminée d'après la surface prédictive du modèle de répartition) par l'abondance moyenne connue (nombre d'arbres hôtes connus dans chaque zone de 50 m² ou nombre de ces zones qui sont occupées) pour les régions de la province suffisamment couvertes par les relevés visant l'espèce. On a ensuite appliqué des facteurs de correction, fondés sur la comparaison entre l'occupation observée et l'occupation prédite, aux estimations de l'abondance prédite à l'aide d'une analyse par arbre de classification (Setchell et Haughian, 2021), afin de tenir compte de la proportion approximative des sites fouillés qui abritaient l'*H. squamulosa*. Le modèle a estimé le nombre de thalles à 756 et le nombre d'arbres hôtes à 937. Il s'agit probablement de surestimations pour la Nouvelle-Écosse, car les paramètres d'habitat utilisés dans le modèle sont probablement plus larges que ce que l'espèce tolère ou requiert réellement. Néanmoins, comme les estimations sont du même ordre de grandeur que la taille de population observée et que le modèle ne tient pas compte de la population du Nouveau-Brunswick (4,2 % des arbres hôtes connus au Canada), ces chiffres peuvent être considérés comme une estimation maximale prudente de la population de l'espèce au Canada atlantique. Malgré le faible nombre de relevés, le Nouveau-Brunswick compte sans doute moins d'occurrences que la Nouvelle-Écosse étant donné la rareté de l'espèce dans la Nouvelle-Angleterre adjacente (où il y a eu autant ou plus de relevés). Le climat plus froid et le relief plus varié de la Nouvelle-Écosse offrent peut-être plus de possibilités d'occurrences en milieu humide. Notons que le modèle incluait l'ensemble de la Nouvelle-Écosse. Il n'y a pas d'occurrence dans plus de la moitié de la province, ce qui est sans doute le cas pour la partie du Nouveau-Brunswick qui n'a pas été incluse dans le modèle. Ainsi, il est justifié de considérer que l'estimation de l'abondance totale donnée par le modèle s'applique à la Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick réunis.

Fluctuations et tendances

Les tendances de population de l'*H. squamulosa* sont difficiles à évaluer au Canada, car seulement neuf occurrences (tableau 4) ont été dénombrées plus d'une fois. Pour l'évaluation des tendances, seules les occurrences pour lesquelles il existe des estimations ou dénombrements fiables des thalles ou des arbres hôtes effectués dans au moins deux années d'observation ont été utilisées. Parmi les neuf occurrences admissibles à l'analyse (deux au Nouveau-Brunswick, sept en Nouvelle-Écosse), sept ont présenté une baisse du nombre d'arbres hôte en 2019, et les deux autres n'ont présenté aucun changement (tableau 4). Trois des occurrences considérées comme disparues (Grand Bay-Westfield, Hectanooga et Lac Spider) ont fait l'objet d'une coupe à blanc (selon la définition de Natural Resources Canada, 2020). Deux autres sites (Upper LaHave) ont peut-être fait l'objet d'une récolte excessive avant que la rareté de l'espèce dans la province ne soit connue. À deux sites (Welsford et ruisseau McGahey), l'habitat convenable semblait

persister, et la raison de la disparition de l'*H. squamulosa* n'était pas claire. Au site de Welsford, qui se trouve sur les terres de la base des Forces canadiennes de Gagetown (AMEC, 2011), le lichen n'a pu être trouvé, même s'il est peu probable que les arbres aient été abattus. Toutefois, on sait ou l'on présume que d'autres espèces de lichens de la région, comme l'*Erioderma pedicellatum* et l'*E. mollissimum*, sont en déclin en raison de la pollution atmosphérique et de l'altération de la forêt à proximité (COSEWIC, 2009, 2014, 2015, 2020).

Tableau 4. Résumé des nombres d'arbres hôtes et de thalles d'*Heterodermia squamulosa* des occurrences pour lesquelles il y a deux années comparables de données de relevés.

Nom de l'occurrence	Année du premier relevé	Année du dernier relevé	Nombre initial d'arbres hôtes	Nombre initial de thalles	Nombre le plus récent d'arbres hôtes	Nombre le plus récent de thalles	Menace
Welsford (NB-01)	2007	2019	1	1+	0	0	Incertaine
Grand Bay-Westfield (NB-02)	2006	2019 (télé-détection)	1	1+	0	0	Exploitation forestière
Ruisseau McGahey (NS-01)	2004	2019	2	2+	0	0	Incertaine
Lac Lily (NS-03)	2005	2019	1	1+	1	4	S. o.
Hectanooga (NS-12)	2009	2019	1	1+	0	0	Exploitation forestière
Upper LaHave (NS-23)	2007	2019	1	1+	0	0	Récolte excessive
Upper LaHave (NS-23)	2008	2019	1	1+	0	0	Récolte excessive
Upper LaHave (NS-23)	2008	2019	1	1+	1	1	Inconnue
Lac Spider (NS-24)	20??	2019	1	1+	0	0	Exploitation forestière

* 1+ indique un minimum de un thalle (les données ne fournissent pas une résolution plus fine).

Calculé à partir des données sur les sites d'observation pour lesquels il y a deux années de référence, le taux de déclin annuel du nombre d'arbres hôtes de l'*H. squamulosa* était de 4,5 %. D'après les données limitées disponibles sur les neuf sites d'observation (résumées au tableau 4 et à la case 4 du résumé technique), une perte de 33 % des arbres hôtes attribuable à l'exploitation forestière et une perte de 22 % due à des causes inconnues peuvent être inférées à partir de la période moyenne de 12,25 ans entre la première et la deuxième visite des sites (excluant le site du lac Spider pour lequel l'année du premier relevé est inconnue).

Le taux de déclin annuel prévu de l'*H. squamulosa* est de 3,6 %, soit 18 % sur cinq ans, et a été calculé en fonction du taux de déclin passé des arbres hôtes et de corrections de moyenne pondérée pour les terres protégées, où il ne devrait pas voir d'exploitation forestière (voir **Protection et propriété de l'habitat**). Ce taux de déclin annuel estimé des arbres hôtes colonisés (voir l'annexe 1) a servi à estimer un déclin de population du lichen de plus de 50 % sur une période de trois générations (cases 5 et 6 du résumé technique). Les déclins sont en grande partie causés par des menaces continues (voir **Tendances en matière d'habitat et Menaces**), ce qui justifie leur utilisation pour estimer les pertes futures. Le nombre d'arbres hôtes non protégés (68,1 %) devrait diminuer au plein taux de 4,5 % chaque année, alors que le nombre d'arbres hôtes protégés (31,9 %) devrait diminuer de 1,5 % par année (voir **Tendances en matière d'habitat**).

Quatorze des 31 occurrences de la population canadienne n'ont été découvertes que depuis 2017 (tableau 3). Ces nouvelles occurrences existaient probablement, sans être documentées, depuis au moins une décennie, à en juger par la taille des thalles et la durée de génération. L'*H. squamulosa* a été trouvé pour la première fois en 1980 au Nouveau-Brunswick et en 1987 en Nouvelle-Écosse. Étant donné le déclin de l'habitat de vieille forêt dans les deux provinces (voir **Taille et tendances des populations et Menaces**), il y a probablement un déclin général du nombre d'individus matures.

En Nouvelle-Angleterre (États-Unis), où se trouve la population non canadienne la plus proche, les données sont insuffisantes pour évaluer les fluctuations et les tendances. En 2007, il y avait quatre occurrences connues dans l'État du Maine (Hinds et Hinds, 2007). Il existe au Maine une cinquième mention d'occurrence sur l'île Roque, une île privée qui abrite une flore lichénique très riche comprenant trois espèces d'*Heterodermia*. La forêt mature de l'île n'a fait l'objet que d'une coupe sélective très limitée (Seaward *et al.*, 2017). Il y a aussi une mention de l'espèce au New Hampshire (*Clyne 246-16 CUP*; Cleavitt, 2020; Hinds, 2020).

Immigration de source externe

La probabilité qu'une immigration depuis des populations aux États-Unis puisse atténuer le déclin de la population canadienne d'*H. squamulosa* est très faible. Cela s'explique par la capacité de dispersion limitée du lichen et la grande distance entre les sous-populations aux États-Unis et l'habitat convenable au Canada, l'occurrence la plus proche se trouvant à plus de 100 km, au Maine (voir **DESCRIPTION ET IMPORTANCE DE L'ESPÈCE SAUVAGE et Structure spatiale et variabilité de la population**). Au total, six occurrences du lichen sont connues en Nouvelle-Angleterre; au-delà, la prochaine occurrence se trouve environ 500 km plus loin en Pennsylvanie. L'espèce est plus abondante au sud-ouest dans les Appalaches (figure 1).

MENACES ET FACTEURS LIMITATIFS

Menaces

Le calculateur de menaces a été utilisé, en 2021, pour évaluer les menaces pesant sur l'*H. squamulosa* au Canada : l'impact global des menaces était élevé (annexe 2). Les diverses menaces qui pèsent sur ce lichen sont examinées dans les paragraphes suivants. Les menaces sont organisées et évaluées selon le système unifié de classification des menaces (IUCN et CMP, 2017) l'Union internationale pour la conservation de la nature - Partenariat pour les mesures de conservation (UICN-CMP). Les menaces qui touchent directement et négativement la population de l'*H. squamulosa* population sont présentées ci-dessous par ordre décroissant d'impact calculé.

Construction de routes (menace 4.1 de l'UICN - Routes et voies ferrées) : Impact moyen

La construction de routes entraîne le défrichage de l'habitat forestier et l'ouverture du couvert et modifie l'hydrologie locale ainsi que les conditions d'humidité et de qualité de l'air dans les écosystèmes forestiers adjacents. L'*Heterodermia squamulosa* est sensible à l'ensoleillement en milieu ouvert, et aucune occurrence n'a été trouvée à des endroits où la fermeture du couvert était inférieure à 50 %. Ainsi, la construction d'une route cause la disparition de l'espèce dans la forêt adjacente. Les routes qui menacent l'espèce peuvent être construites pour l'exploitation forestière, p. ex. à l'occurrence du lac Spider, ou pour la villégiature, p. ex. à l'occurrence du lac Hirtle. L'*H. squamulosa* est menacé par la construction de futures routes près de bon nombre de ses sites puisque 68,1 % des arbres hôtes ne se trouvent pas dans des aires protégées.

Exploitation forestière et récolte du bois (menace 5.3 de l'UICN - Exploitation forestière et récolte du bois) : Impact moyen

Comme il a été mentionné plus haut, l'*H. squamulosa* est sensible à l'ensoleillement en milieu ouvert, car aucune occurrence n'a été trouvée à des endroits où la fermeture du couvert était inférieure à 50 %. Par conséquent, l'exploitation forestière entraîne non seulement la perte définitive d'arbres portant des thalles, mais aussi une baisse de la qualité de l'habitat sur les arbres abritant des thalles à proximité des zones de coupe. L'exploitation forestière a causé la perte partielle de l'occurrence du lac Spider en 2016 ou en 2017 et la perte de l'occurrence de Grand Bay-Westfield en 2014 ou en 2015.

Bien que certaines occurrences de l'espèce se trouvent sur des terrains difficiles à exploiter, comme des pentes abruptes ou des milieux humides, la plupart des sites où le lichen a été observé pourraient faire l'objet de coupes forestières futures. À preuve, 12 occurrences ont été trouvées à moins de 100 m d'une coupe à blanc (telle que définie par Natural Resources Canada, 2020) effectuée entre 1984 et 2018, lorsque des images satellites sont devenues disponibles pour des analyses SIG (Gorelick *et al.*, 2017). Environ 15 % de la superficie forestière de la Nouvelle-Écosse a été coupée à blanc entre 1990 et 2007 (Cheng *et al.*, 2009), soit un taux annuel de 0,88 %, tendance qui semble s'être poursuivie depuis 2007 d'après les images satellites annuelles (Gorelick *et al.*, 2017).

L'*Heterodermia squamulosa* dépend de forêts très vieilles. Aucune occurrence n'a été trouvée dans les habitats qui présentaient des signes visibles d'exploitation forestière mécanique passée, comme des souches ou des sentiers de débardage. Toutes les forêts où elle est présente sont décrites comme des forêts climaciques matures, vieilles ou anciennes (sensu NSDNR, 2012). Ainsi, l'âge minimum des arbres dominants ou codominants serait d'au moins 80 ans, et il y aurait une continuité à long terme du type et du couvert de forêt. Les besoins de l'espèce en matière de continuité temporelle de son habitat laissent croire que d'autres occurrences ont été perdues par le passé, car la coupe à blanc constitue la pratique forestière dominante dans les Maritimes (Johnson, 1986; Gorelick *et al.*, 2017; Lahey, 2018a, 2018b; Global Forest Watch, 2020). La plupart des forêts du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse ont été coupées par le passé et continuent de faire du territoire forestier exploitable.

La menace de l'exploitation forestière en Nouvelle-Écosse pourrait être réduite si le gouvernement provincial s'engageait à réduire la coupe à blanc sur les terres de la Couronne de 65 % (niveau actuel) à 20-25 %, comme le suggère le rapport Lahey (Lahey, 2018a, b). Cette mesure n'a toutefois pas encore été mise en œuvre et ne s'appliquerait qu'aux terres de la Couronne. Seule une occurrence de l'*H. squamulosa*, sur cinq arbres hôtes, a été trouvée sur les terres de la Couronne, et sa protection est en suspens (NSE, 2020). Par ailleurs, 93 autres arbres hôtes répartis en 17 occurrences ne sont pas protégés puisqu'ils se trouvent sur des terres privées et pourraient donc être récoltés. Au moins à court terme, l'interdiction proposée de la coupe à blanc sur les terres de la Couronne entraînerait probablement une augmentation de la coupe à blanc sur les terres privées. Bien que l'*Endangered Species Act* de la Nouvelle-Écosse s'applique pleinement aux terres privées et aux terres publiques, sur les terres privées, il incombe au propriétaire de veiller à ce que les interdictions prévues par cette loi pour les espèces menacées ou en voie de disparition ne soient pas enfreintes.

Précipitations acides (menace 9.5 de l'UICN - Polluants atmosphériques) : Impact moyen-faible

Une baisse de la qualité de l'air et du pH des précipitations et les modifications du pH de l'écorce, du pH du sol et de la disponibilité des éléments nutritifs qui en résultent peuvent nuire directement à la croissance du lichen et réduire la quantité et la qualité de l'habitat en raison de leurs effets sur la composition et la vigueur de la forêt ainsi que sur les propriétés physiques et chimiques des arbres, notamment la texture et la capacité de

l'écorce à retenir l'humidité (OMNR, 2004; voir COSEWIC, 2020). On sait que l'*Heterodermia squamulosa* est présent dans des habitats aux sols riches en nutriments, ce qui peut avoir atténué ces effets dans une certaine mesure. Toutefois, les sites riches en nutriments sont quand même affectés par les précipitations acides (Nieboer *et al.*, 1984) qui rabougrissent ou tuent des arbres hôtes convenables. Bien que la pollution par les précipitations acides ait considérablement diminué à la fin des années 1980 et dans les années 1990, certains effets peuvent persister, mais les sites peuvent se rétablir lentement.

Développement foncier (menace 1.1 de l'UICN - Développement résidentiel et commercial) : Impact faible

Le développement résidentiel entraîne le défrichage de l'habitat forestier et la modification des conditions locales d'hydrologie, d'humidité et de qualité de l'air dans les écosystèmes forestiers adjacents. Dans la zone située entre 200 et 500 m de l'occurrence du lac Hirtle, il y a eu depuis 1978 une hausse considérable du nombre de résidences (Gorelick *et al.*, 2017), accompagnée de défrichage et de construction de routes, et la majeure partie du développement s'est produite depuis 2016. L'occurrence du lac Hirtle se trouve dans une zone déjà subdivisée en lots, et plus de 30 résidences se trouvent à moins de 500 m de l'occurrence. À l'occurrence du cap Split, environ 0,1 hectare de forêt a été défriché pour la construction de résidences et l'aménagement connexe de panoramas. Des arbres ont ainsi été coupés dans de l'habitat (pente abrupte abritant une forêt de feuillus tolérants) où l'*H. squamulosa* est répandu, et le lichen a été trouvé de part et d'autre de la zone défrichée. Bien qu'il soit impossible d'être certain que des arbres hôtes ont été enlevés, il y a probablement eu perte d'arbres hôtes d'après les données sur l'occurrence et la présence d'habitat convenable dans la forêt adjacente non coupée. Aucune autre occurrence ne semble être menacée par le développement résidentiel à l'heure actuelle.

Incendies (menace 7.1 de l'UICN - Incendies et suppression des incendies) : Impact faible

La hausse récente et prévue de la durée et de la gravité des sécheresses estivales (voir Changements climatiques) devrait entraîner une augmentation des incendies. Les incendies de forêt sont principalement d'origine anthropique et devraient continuer à se produire. La composante feuillue de l'habitat convenable de l'*H. squamulosa* offre une certaine protection contre les dommages importants, ce qui indique généralement un faible niveau d'impact.

Espèces envahissantes (menace 8.1 de l'UICN - Espèces ou agents pathogènes exotiques (non indigènes) envahissants) : Impact faible

Plusieurs espèces envahissantes tuent des feuillus ou freinent leur croissance dans les Maritimes (Belliveau, 2012; Mersey Tobeatic Research Institute, 2012). L'agrile du frêne (*Agrilus planipennis*), dont la présence au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse a été confirmée en 2018 (CFIA 2020), tue la plupart des espèces de frênes dans les zones infestées (COSEWIC, 2018). Huit des 144 arbres hôtes abritant l'*H. squamulosa* au Canada sont des frênes blancs (qui abritent plus de 25 thalles au total), et neuf autres se

trouvent dans des écosystèmes forestiers dominés ou codominés par le frêne blanc, tous dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse. La plus courte distance entre une infestation actuelle de l'agrile du frêne et une occurrence de l'*H. squamulosa* dans l'habitat du frêne blanc est d'environ 95 km. L'agrile du frêne semble être capable d'étendre son aire de répartition de centaines de kilomètres en seulement quelques années (CFIA, 2020), ce qui laisse croire qu'il pourrait toucher les frênes blancs et d'autres espèces d'arbres hôtes dans les forêts de frênes blancs en une seule génération de l'*H. squamulosa*. Certains thalles du lichen peuvent survivre sur d'autres arbres lorsque les frênes blancs meurent dans une forêt occupée; la gravité de cette menace est donc considérée comme élevée plutôt qu'extrême.

Changements climatiques (menace 11 de l'UICN - Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents) : Impact inconnu

Il y a un niveau élevé d'incertitude quant aux effets des changements climatiques sur le brouillard, les précipitations et le vent en Nouvelle-Écosse (Lemmen, 2016; McClearn, 2018). L'*H. squamulosa* est peut-être déjà stressé par la hausse des températures et de la fréquence des épisodes de température extrême et des fortes précipitations, ainsi que par les dégels printaniers hâtifs. Les impacts directs peuvent comprendre des facteurs de stress physique liés aux changements dans l'humidité ou les cycles de gel et de dégel, tandis que les impacts indirects peuvent comprendre des changements métaboliques et chimiques dans le lichen.

L'affinité côtière apparente des occurrences canadiennes de l'*H. squamulosa* au Canada porte à croire qu'il a besoin d'un climat relativement humide où le brouillard est fréquent (voir **Exigences en matière d'habitat**). Une baisse de la fréquence et de la durée du brouillard pourrait nuire à la capacité de l'espèce de prospérer dans les forêts côtières. En Nouvelle-Écosse, plusieurs tendances indiquent une réduction de la fréquence du brouillard (Beauchamp *et al.*, 1998; Mucara *et al.*, 2001). Les tendances sont probablement semblables au Nouveau-Brunswick, mais il n'existe pas de données sur ces tendances dans la province.

La hausse des températures et les sécheresses réduiront considérablement les régimes d'humidité dans la région, malgré l'augmentation des précipitations prévue au Canada atlantique (Vincent *et al.*, 2018). Par exemple, on prévoit que, dans la vallée de l'Annapolis, une région de la Nouvelle-Écosse située à peu près au centre de la zone d'occurrence de l'*H. squamulosa* au Canada, la température moyenne annuelle dans les années 2050 sera de 2,3 °C plus élevée que ce qu'elle était dans les années 1980 (Climate Data for Nova Scotia, 2021). Le déficit hydrique annuel (évapotranspiration potentielle moins évapotranspiration réelle) devrait augmenter (de 36 mm à 48,8 mm) durant cette période, malgré une augmentation des précipitations (de 1351,8 mm à 1396 mm). Les changements climatiques prévus au Nouveau-Brunswick sont semblables à ceux prévus en Nouvelle-Écosse. À Saint John, une ville située sur la côte de la baie de Fundy, dans l'aire de répartition canadienne de l'*H. squamulosa*, on prévoit que la température moyenne annuelle dans les années 2050 sera de 2,2 à 3,1 °C plus élevée que ce qu'elle était de 1981 à 2010 (Roy et Houard, 2016). Les précipitations annuelles devraient augmenter de

6,8 à 7,9 % durant cette période, mais aucune projection des déficits hydriques n'a été faite. De manière générale, des conditions plus sèches sont prévues pour toutes les provinces maritimes du Canada, bien que les régions côtières seraient probablement moins touchées que les régions intérieures (Vasseur et Catto, 2008). Hors du Canada, l'*H. squamulosa* pousse dans des régions où les températures sont plus élevées et les précipitations plus abondantes, deux variables qui devraient augmenter au Canada atlantique en raison des changements climatiques (Vincent *et al.*, 2018), ce qui laisse croire que ces changements ne nuiraient pas à l'espèce.

Une augmentation de la fréquence et de la gravité des phénomènes météorologiques extrêmes est prévue (Vasseur et Catto, 2008; Vincent *et al.*, 2018), ce qui pourrait accroître les chablis d'arbres hôtes de l'*H. squamulosa*. Étant plus vieux et souvent plus hauts, les arbres hôtes dont l'*H. squamulosa* a besoin sont plus susceptibles au chablis que les forêts jeunes, denses et moins hautes qui résultent des activités d'exploitation forestière passées. Les arbres hôtes de l'occurrence du cap Split, la plus grande population du lichen au Canada, se trouvent dans une zone très venteuse et sont pour la plupart des bouleaux jaunes qui sont particulièrement vulnérables au déracinement parce qu'ils ont tendance à pousser inclinés sur les fortes pentes. Les pertes dues au chablis menacent davantage la survie du lichen aux 23 occurrences qui comptent moins de cinq arbres hôtes.

Les modifications du cycle hivernal de gel et de dégel, le moment des gels et la fréquence des tempêtes de verglas sont des menaces possibles (Vasseur et Catto, 2008; Vincent *et al.*, 2018) qui augmenteraient les dommages causés aux arbres hôtes. Par exemple, dans l'est de l'Amérique du Nord, Bourque *et al.* (2005) ont associé les cycles de gel et de dégel durant l'hiver au dépérissement historique du bouleau jaune, espèce qui compte au moins 62 arbres hôtes de 92 thalles.

Aménagement de sentiers (menace 1.3 de l'UICN - Zones touristiques et récréatives) : Impact négligeable (voir commentaires à l'annexe 2)

La coupe d'arbres pour l'aménagement de sentiers pourrait éliminer ou endommager des arbres hôtes de l'*H. squamulosa* et d'autres lichens en péril. En 2020, on a signalé plusieurs arbres coupés le long du sentier Cape Split (dans le parc provincial du même nom), à une distance d'environ 1 km de l'aire de stationnement, dans de l'habitat convenable à l'espèce. On ne sait pas si les arbres coupés abritaient des thalles, mais le lichen est très commun à cette occurrence, où l'on dénombre plus de 200 thalles.

Lignes de services publics (menace 4.2 de l'UICN - Lignes de services publics) : Impact négligeable (voir commentaires à l'annexe 2)

Des lignes de service public et de service pourraient être construites afin de desservir de nouveaux lotissements résidentiels ou des chalets, ce qui pourrait détruire ou modifier de l'habitat de l'*H. squamulosa*.

Cueillette non létale (menace 5.2 de l'UICN - Cueillette de plantes terrestres) :
Impact négligeable

Des individus de l'espèce ont été prélevés par le passé dans le cadre de la surveillance des populations de lichens (voir **Fluctuations et tendances**). Au besoin, on ne prélève maintenant qu'une partie du thalle à des fins d'identification ou autres, de sorte que l'impact est négligeable à l'heure actuelle.

Broutage par le cerf de Virginie (menace 7.3 de l'UICN - Autres modifications de l'écosystème) : Impact incertain (voir commentaires à l'annexe 2)

Le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) broute les semis de feuillus, ce qui réduit leur recrutement et peut altérer ou inhiber la croissance des arbres hôtes qui conviennent à l'*H. squamulosa*. Cet ongulé n'est pas indigène à l'aire de répartition actuelle du lichen au Canada (Nouvelle-Écosse et une partie du Nouveau-Brunswick) et y a été introduit il y a un peu plus d'un siècle. Il s'agit d'un ruminant qui se nourrit de plantes, y compris de la végétation ligneuse. Selon des données inédites recueillies dans le parc national et lieu historique national Kejimikujik, où la population de cerfs de Virginie est relativement élevée, le broutage intensif entraînerait un faible recrutement des semis au stade de gaule, puis au stade d'arbre mature (Mersey Tobetic Research Institute, 2010). Toutefois, comme les arbres hôtes du lichen ont généralement plus de 80 ans, la hausse de l'abondance des cerfs n'aura pas de grande incidence sur l'abondance du lichen au cours des 57 prochaines années (trois générations de l'*H. squamulosa*). Les cerfs peuvent nuire directement aux lichens lorsqu'ils s'y frottent le museau ou le corps, ou à l'automne, lorsque les mâles se frottent les bois contre les troncs d'arbres. Il est cependant peu probable que ces comportements enlèvent beaucoup d'*H. squamulosa* des arbres ou qu'ils augmentent la dispersion du lichen.

Intrusions et perturbations humaines (menace 6.1 de l'UICN - Activités récréatives) :
Non évalué

Plusieurs feuillus ont été coupés à moins de 75 m de deux occurrences au lac Bennetts. Des chasseurs les ont abattus pour se donner une vue directe sur un tas de pommes appâts depuis leur affût. Les arbres se trouvaient dans un habitat moyennement convenable pour l'*H. squamulosa*. L'utilisation de véhicules tout terrain (VTT) touche ou a récemment touché plusieurs sites (au moins ceux du lac Pearl et du lac Van Tassel). Les sentiers de VTT dans l'habitat convenable occupé, particulièrement en milieu humide, peuvent altérer l'hydrologie et la santé des arbres (dommages aux racines).

Facteurs limitatifs

Spécificité de l'habitat

L'hétérodermie squamuleuse a besoin d'une forêt feuillue ou mixte mature ou vieille dominée par des espèces d'arbres tolérantes à l'ombre qui vivent longtemps. Même dans les forêts de ces types, le lichen a une répartition limitée à l'échelle locale et régionale. Bref, les types de forêts qui lui conviennent ne représentent plus qu'une très faible proportion de la superficie forestière de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick.

Dispersion

L'*Heterodermia squamulosa* est sans doute limité par sa faible capacité de dispersion. Il ne peut se disperser que par ses lobules ou par des fragments de son thalle; les cas de dispersion à longue distance sont probablement rares, ce qui limite sa capacité de coloniser les petites zones d'habitat convenable qui restent au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse (voir **Biologie – Dispersion**).

Limite nord de l'aire de répartition

Les occurrences de l'*H. squamulosa* au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse sont celles qui se trouvent le plus au nord et qui vivent sous le climat le plus froid. L'absence d'occurrences connues plus loin au nord laisse croire que son aire de répartition actuelle au Canada représente sa portée géographique la plus éloignée. Il est possible que le réchauffement climatique étende la zone climatique qui convient à l'espèce, mais l'absence de grands feuillus matures au nord des occurrences actuelles et sa capacité de dispersion limitée pourrait empêcher l'avancée vers le nord de ce lichen rare au Canada.

Nombre de localités

Il y a 29 localités abritant l'*H. squamulosa* au Canada, soit autant que le nombre d'occurrences existantes. Ce nombre représente l'impact des menaces qui s'appliquent à l'échelle locale du peuplement, comme les activités forestières, la construction de routes, etc. Il y a 31 occurrences connues, mais deux sont disparues (tableau 5).

PROTECTION, STATUTS ET CLASSEMENTS

Statuts et protection juridiques

L'*Heterodermia squamulosa* ne jouit d'aucune protection juridique dans les territoires où il est présent.

Statuts et classements non juridiques

À l'échelle mondiale, NatureServe attribue à l'*H. squamulosa* la cote G3G5 (vulnérable à non en péril) depuis la dernière évaluation effectuée le 8 décembre 2000. Aux États-Unis, l'espèce est non classée en Caroline du Nord et en Pennsylvanie. Au Canada, elle est cotée N3 (vulnérable) selon NatureServe (2021).

À l'échelle provinciale, l'espèce est cotée S1? (gravement en péril) au Nouveau-Brunswick et S3 (vulnérable) en Nouvelle-Écosse par le Centre de données sur la conservation du Canada Atlantique (avec du personnel des gouvernements provinciaux). L'espèce est toujours désignée SNR (non classée) au Québec, où elle n'est pas présente (le seul spécimen recueilli a été mal identifié).

Protection et propriété de l'habitat

À l'heure actuelle, 31,9 % des arbres hôtes de l'*H. squamulosa* au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse se trouvent dans des aires protégées (selon la définition de l'UICN), 3 % se trouvent sur des terres en attente d'une désignation d'aire protégée, et un autre 8 % pourraient être protégés par la réglementation sur les zones riveraines (tableau 5). Onze des 29 occurrences existantes (37 %) sont protégées contre toute activité de développement. Quatre de ces occurrences protégées, qui totalisent six arbres hôtes, se trouvent dans le parc national Fundy, au Nouveau-Brunswick. L'occurrence disparue de Welsford, au Nouveau-Brunswick, se trouvait sur les terres de la base des Forces canadiennes de Gagetown (AMEC, 2011), et il est donc peu probable que les arbres soient coupés. Dix-huit (60 %) des occurrences ne sont pas protégées. L'occurrence du cap Split est protégée en partie, car elle se trouve dans un parc provincial et sur des terres privées. La plupart des aires protégées au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse ont été établies au cours des 25 dernières années. Ainsi, étant donné la période de trois générations de l'*H. squamulosa*, la plupart des aires protégées établies à ce jour ont une quantité disproportionnée d'habitat qui ne convient pas à l'espèce et des sols pauvres en nutriments. Cela s'explique en partie par le fait que ce sont surtout des terres publiques qui ont été protégées et que, dans de nombreux cas, ces terres sont restées publiques parce qu'elles n'ont jamais été revendiquées par les colons qui recherchaient des terres aux sols fertiles pour pratiquer une agriculture de subsistance.

Tableau 5. Résumé des types de protection et de propriété des terres abritant les occurrences de l'*Heterodermia squamulosa* au Canada.

Nom de l'occurrence	N ^{bre} d'arbres hôtes	Pourcentage des arbres hôtes								
		Terres protégées					Terres non protégées			
		Parc nat.	Réserve naturelle prov.	Zone sauvage prov.	Fiducie foncière	Parc prov.	Terre de la Couronne	Terre municipale	Petite terre privée	Grande terre privée
Welsford	0						100 ¹			
Grand Bay-Westfield	0									100
Loch Alva	1			100						
Rivière Goose	1	100								
Maple Grove	1	100								
Lac Marven	3	100								
Anse Herring	1	100								
Ruisseau McGahey	2					100				
Eatonville	1					100				
Cap Split	79					38			62	
Ruisseau Ross	2									100 ²
Lac Lily	1							100		
Victoria Vale	1								100 ³	
Plage Victoria	1								100	
Lac Van Tassel	8							87,5 ²	12,5 ²	
Anse Awkward	2									100 ¹
Saint Joseph	1									100
Lac Churchills	6								100	
Hectanooga	3		33,3						66,7	
Lac Bennetts	2				100					
Canaan	1									100 ^{1,2}
Lac de l'École	1				100					
Lac Pearl	2				100					
Lac Moses	2								100 ²	
Four Mile Stillwater	1			100						
Kempt	1								100 ²	
Lac Shingle	5						100 ^{2,4}			
Lac Hirtle	8								100 ⁵	
Ruisseau Caribou	1								100	
Upper	3								100	

¹ Sur une terre appartenant au ministère de la Défense nationale (BFC Gagetown).

² Sur une terre appartenant à une grande entreprise internationale de gestion immobilière.

³ Dans une zone riveraine protégée ou susceptible de l'être, conformément au *Wildlife Habitat and Watercourses Protection Regulations* pris en vertu de l'article 40 de la *Forests Act* de la Nouvelle-Écosse.

⁴ Sur une terre qui a le statut de réserve naturelle provinciale de la Nouvelle-Écosse en attente de sa désignation officielle.

⁵ Occurrence sur des terres privées loties; des résidences ont déjà été construites sur d'autres lots à proximité.

Pourcentage des arbres hôtes										
Nom de l'occurrence	N ^{bre} d'arbres hôtes	Terres protégées					Terres non protégées			
		Parc nat.	Réserve naturelle prov.	Zone sauvage prov.	Fiducie foncière	Parc prov.	Terre de la Couronne	Terre municipale	Petite terre privée	Grande terre privée
LaHave										
Lac Spider	4								100 ⁶	
TOTAL	145			32 %					68 %	

REMERCIEMENTS

Une grande partie du travail sur le terrain et de la rédaction du rapport a été soutenue par l'E.C. Smith Herbarium et le K.C. Irving Environmental Science Centre de l'Université Acadia. Le rédacteur du rapport remercie les personnes suivantes de leur aide dans la préparation du rapport : Frances Anderson (transmission de données et travail bénévole sur terrain), Colin Chapman-Lam (travail sur le terrain, rédaction et révision du rapport), James Churchill (travail sur le terrain, transmission de données, modélisation de la qualité de l'habitat et cartographie de la zone d'occurrence et de l'IZO), Stephen Clayden (travail bénévole sur terrain), Sean Haughian (modélisation de la qualité de l'habitat et révision de l'ébauche du rapport), Katie King (travail bénévole sur terrain), Tom Neily (transmission de données), David Richardson (rapport), Charity Robicheau (travail sur le terrain et modélisation de la qualité de l'habitat), Cole Vail (recherche bénévole pour le rapport) et Neil Vinson (travail sur le terrain).

EXPERTS CONTACTÉS

- Frances Anderson, Research Associate, Nova Scotia Museum, Halifax (Nouvelle-Écosse).
- Sean Blaney, Director, Atlantic Canada Conservation Data Centre, Sackville (Nouvelle-Écosse).
- Stephen Clayden, conservateur et spécialiste bénévole des lichens, Musée du Nouveau-Brunswick, Saint John (Nouveau-Brunswick).
- Sean Haughian, Plant ecologist, Nova Scotia Museum of Natural History, Halifax (Nouvelle-Écosse).
- David Richardson, Dean Emeritus, Saint Mary's University, Halifax (Nouvelle-Écosse).
- Mary Sabine, biologiste, Section des espèces en péril et des aires naturelles protégées, ministère des Ressources naturelles et du Développement de l'énergie du Nouveau-Brunswick, Fredericton (Nouveau-Brunswick).
- Mark Seaward, Faculty of Life Sciences, University of Bradford, Bradford BD7 1DP (Royaume-Uni).

⁶ Occurrences probablement gérées par une grande entreprise forestière.

SOURCES D'INFORMATION

- AC CDC (Atlantic Canada Conservation Data Centre). 2020. Lichen occurrence data. Digital database, Atlantic Canada Conservation Data Centre, Sackville NB [exporté en février 2020].
- Allen, J.L., et J.C. Lendemer. 2015. *Japewiella dollypartoniana*, a New Widespread Lichen in the Appalachian Mountains of Eastern North America. *Castanea* 80(1): 59-65.
- AMEC 2011. Final report: provision of consulting services SAR *Pseudevernia cladonia* inventory and assessment CFB GAGETOWN, NB.DCC FILE NO.: GA162383. Submitted to Defence Construction Canada, Oromocto, New Brunswick. March 28, TE101095.
- ANBG (Australian National Botanic Gardens and Australian National Herbarium). 2020. Information about Australia's Flora – Australian Lichens: Form and structure. Website: <https://www.anbg.gov.au/lichen/form-structure-reproduction.html> [consulté en mars 2020].
- Anderson, E., A. Limaye, A. Flores et E.A. Cherrington. 2011. Climate Change Impacts on Surface Water in Central America and Hispaniola. CATHALAC (Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe), USAID (United States Agency for International Development), NASA (National Aeronautics and Space Administration), SERVIR. 35 pp. Website: file:///C:/Users/abellive/Downloads/servir_cc_water_quality.pdf [consulté en janvier 2021].
- Armstrong, R., et A. Bradwell. 2011. Growth of foliose lichens: A review. *Symbiosis* 53(1):1-16.
- Asplund, J., et Y. Gauslaa. 2008. Mollusc grazing limits growth and early development of the old forest lichen *Lobaria pulmonaria* in broadleaf deciduous forests. *Oecologia* 155:93-99.
- Auditor General of New Brunswick. 2015. Auditor General Report – Volume II (June 2015): Chapter 3 – Department of Natural Resources – Silviculture. Website: <https://www.agnb-vgnb.ca/content/dam/agnb-vgnb/pdf/Reports-Rapports/2015V2/Agrepe.pdf> [consulté en mars 2020]. [Également disponible en français : Vérificateur général du Nouveau-Brunswick. 2015. Rapport de la vérificatrice générale – Volume II (juin 2015) : Chapitre 3 – Ministère des Ressources naturelles – Silviculture. Site Web : <https://www.agnb-vgnb.ca/content/dam/agnb-vgnb/pdf/Reports-Rapports/2015V2/Agrepf.pdf>]
- Beauchamp, S., R. Tordon et A. Pinette. 1998. Chemistry and deposition of acidifying substances by marine advection fog in Atlantic Canada. Pp. 171–174. In: R.S. Schemenauer and H. Bridgman (eds). First International Conference on Fog and Fog Collection, Vancouver, Canada, July 19-24, 1998 [Proceedings].

- Baur, B., L. Fröberg et A. Baur 1995. Species diversity and grazing damage in a calcicolous lichen community on top of stone walls in Oland, Sweden. *Annales Botanici Fennici* 32:239 -250.
- Belliveau, A.G., et R.T. McMullin. 2017. *Parmotrema perforatum* new to Canada from Kejimikujik National Park and national historic site in Nova Scotia, Canada. *Opuscula Philolichenum* 16:322-328.
- Belliveau, A.G. 2012. Invasive alien species in Nova Scotia: Identification & information guide. Kempt, N.S.: Mersey Tobeatic Research Institute.
- Bourque, C.P.A., R.M. Cox, D.J. Allen, P.A. Arp et F.R. Meng. 2005. Spatial extent of winter thaw events in eastern North America: historical weather records in relation to yellow birch decline. *Global Change Biology* 11(9):1477–1492.
- Brodo, I. M., S.D. Sharnoff et S. Sharnoff. 2001. *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven, Connecticut. xxiii + 795 pp.
- Brodo, I. M., S. Laurie-Bourque, S.D. Sharnoff et S. Sharnoff. 2016. *Keys to Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven, Connecticut. xi + 427 pp.
- Bubrick, P., M. Galun et A. Frensdorff. 1984. Observations on free-living *Trebouxia* De Puymalyand *Pseudotrebouxia* Archibald, and evidence that both symbionts from *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. can be found free-living in nature. *New Phytologist* 97(3):455-462.
- Cameron, R. 2009. Are non-native gastropods a threat to endangered lichens? *Canadian Field-Naturalist* 123(2):69-171.
- Cameron, R., et D.M. Bayne, 2020. Identifying lichen-rich areas in Nova Scotia. *Proceedings of the Nova Scotian Institute of Science* 50(2):227-231.
- CFIA (Canadian Food Inspection Agency). 2020. Emerald Ash Borer - Latest Information. Website: <https://inspection.gc.ca/plant-health/plant-pests-invasive-species/insects/emerald-ash-borer/latest-information/eng/1337287614593/1337287715022> [consulté en mars 2020]. [Également disponible en français : ACIA (Agence canadienne d'inspection des aliments). 2020. Situation actuelle relative à l'agrile du frêne. Site Web : <https://inspection.canada.ca/protection-des-vegetaux/especes-envahissantes/insectes/agrile-du-frene/situation-actuelle/fra/1337287614593/1337287715022>]
- Cheng, R., et P.G. Lee. 2009. Recent (1990-2007) anthropogenic change within the forest landscapes of Nova Scotia. *Global Forest Watch Canada*, Edmonton, Alberta.
- Clayden, S.R. 2010. Lichens and allied fungi of the Atlantic Maritime Ecozone. In *Assessment of Species Diversity in the Atlantic Maritime Ecozone*. Edited by D.F. McAlpine and I.M. Smith. NRC Research Press, Ottawa, Canada. Pages 153–178.
- Clayden, S.R. 2014. Old tolerant hardwood forests in New Brunswick: Going down fast. *New Brunswick Naturalist* 2014(4):61-66.

- Clayden, S.R. 2010. Lichens and allied fungi of the Atlantic Maritime Ecozone. In Assessment of Species Diversity in the Atlantic Maritime Ecozone. Edited by D.F. McAlpine and I.M. Smith. NRC Research Press, Ottawa, Canada. Pages 153–178
- Cleavitt, N.L., comm. pers., 2020. Correspondance par courriel adressée à A.G. Belliveau, 20 mars 2020. Vegetation Scientist and Research Associate, Cornell University, Ithaca, New York.
- Climate Data for Nova Scotia. 2021. Climate Data for Nova Scotia. Website: <https://climatechange.novascotia.ca/climate-data> [consulté le 2 juin 2021].
- Climate-Data.org. 2021. Wakkanai Climate.
- CNALH (Consortium of North American Lichen Herbaria). 2020. Consortium of North American Lichen Herbaria. Website: <https://lichenportal.org/portal/> [consulté en mars 2020].
- COSEWIC. 2009. COSEWIC assessment and status report on the Vole Ears *Erioderma mollissimum* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. ix + 51 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2009. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'érioderme mou (*Erioderma mollissimum*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 57 p.]
- COSEWIC. 2010. COSEWIC assessment and status report on the Blue Felt Lichen *Degelia plumbea* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. x + 42 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2010. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la dégélie plombée (*Degelia plumbea*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 47 p.]
- COSEWIC. 2012. COSEWIC assessment and status report on the Eastern Wood-pewee *Contopus virens* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. x + 39 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2012. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le Pioui de l'Est (*Contopus virens*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 44 p.]
- COSEWIC. 2014. COSEWIC assessment and status report on the Boreal Felt Lichen *Erioderma pedicellatum*, Boreal population and Atlantic population, in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xiv + 66 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2014. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'érioderme boréal (*Erioderma pedicellatum*) au Canada, population boréale et population de l'Atlantique. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiv + 78 p.]
- COSEWIC. 2015. COSEWIC assessment and status report on the Black-foam Lichen *Anzia colpodes* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. x + 47 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2015. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'anzie mousse-noire (*Anzia colpodes*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. x + 51 p.]

- COSEWIC. 2018. COSEWIC assessment and status report on the Black Ash *Fraxinus nigra* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xii + 95 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2018. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le frêne noir (*Fraxinus nigra*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiv + 109 p.]
- COSEWIC. 2019. COSEWIC assessment and status report on the White-rimmed Shingle Lichen *Fuscopannaria leucosticta* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xi + 85 pp. [Également disponible en français : COSEPAC. 2019. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur la fuscopannaire à taches blanches (*Fuscopannaria leucosticta*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xi + 98 p.]
- COSEWIC. 2021. COSEWIC assessment and status report on the Vole Ears Lichen *Erioderma mollissimum* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa. xiii + 68 pp. (Également disponible en français : COSEPAC. 2021. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur l'érioderme mou (*Erioderma mollissimum*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. xiii + 80 p.)
- Duchesne, L., R. Ouimet et D. Houle. 2002. Basal area growth of Sugar Maple in relation to acid deposition, stand health, and soil nutrients. *Journal of Environmental Quality* 31(5):1676-1683.
- Fournier, R. 2006. Liste des lichens de l'est du Canada. Université de Moncton Campus D'Edmundston, Faculté de foresterie. Site Web: <http://www.repertoirequebecnature.com/documents/lichens.pdf> [consulté en mars 2020].
- GBIF. 2019. *Heterodermia squamulosa* (Degel.) W.L.Culb. in GBIF Secretariat. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Website: <https://doi.org/10.15468/39omei> [consulté en mars 2020].
- Global Forest Watch. 2020. Location of tree cover loss in Nova Scotia, Canada. Website: www.globalforestwatch.org [consulté en mars 2020]. [Également disponible en français : Global Forest Watch. 2020. Localisation de la perte de couverture forestière à Nova Scotia, Canada. Site Web : www.globalforestwatch.org.]
- Gorelick, N., M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau et R. Moore. 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*. Website: <https://earthengine.google.com/timelapse/> [consulté en mars 2020].

- Government of Canada. 2021a. Canadian Climate Normals 1981-2010 for Halifax Citadel. Environment Canada. Website: https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_e.html?searchType=stnName&txtStationName=halifax&searchMethod=contains&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=6357&dispBack=0. [consulté en janvier 2021]. [Également disponible en français : Gouvernement du Canada. 2021a. Normales climatiques au Canada de 1981 à 2010 pour Halifax. Environnement Canada. Site Web : https://climat.meteo.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_f.html?searchType=stnName&txtStationName=halifax&searchMethod=contains&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=6357&dispBack=0.]
- Government of Canada. 2021b. Canadian Climate Normals 1981-2010 for Moncton. Environment Canada. Website: https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_e.html?searchType=stnName&txtStationName=Moncton&searchMethod=contains&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=6206&dispBack=0 [consulté en janvier 2021]. [Également disponible en français : Gouvernement du Canada. 2021b. Normales climatiques au Canada de 1981 à 2010 pour Moncton. Environnement Canada. Site Web : https://climate.weather.gc.ca/climate_normals/results_1981_2010_e.html?searchType=stnName&txtStationName=Moncton&searchMethod=contains&txtCentralLatMin=0&txtCentralLatSec=0&txtCentralLongMin=0&txtCentralLongSec=0&stnID=6206&dispBack=0.]
- Gustafsson, L., et I. Eriksson. 1995. Factors of importance for the epiphytic vegetation of aspen *Populus tremula* with special emphasis on bark chemistry and soil chemistry. *Journal of Applied Ecology* 32:412-424.
- Hallmann, C., M. Hoppert, O. Mudimu et T. Friedl. 2016. Biodiversity of green algae covering artificial hard substrate surfaces in a suburban environment: a case study using molecular approaches. *Journal of Phycology* 52(5):732-744.
- Haughian, S., J. Churchill et C. Robicheau. 2019. *Heterodermia squamulosa* habitat suitability model developed for the COSEWIC *Heterodermia squamulosa* Status Report. Nova Scotia Museum of Natural History and Atlantic Canada Conservation Data Centre.
- Hayward, B.W., et R.V. Grace. 1999. Transient and ancient lichens – twenty-one years of growth monitoring at Kawerua, Northland, New Zealand. *Tane* 37:27-41.
- Heterodermia squamulosa* (Degel.) W.L.Culb. in GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Website: <https://doi.org/10.15468/39omei> [consulté en mars 2020].
- Hinds, J.W., et P.L. Hinds. 2007. The macrolichens of New England: Descriptions, color illustrations, identification keys, conservation status. Botanical Garden Press, Bronx, New York. xviii + 584 pp.

- Hinds, J.W., comm. pers., 2020. Correspondance par courriel adressée à A.G. Belliveau, mars 2020, Orono, Maine.
- Houston, D.R. 1983. American Beech Resistance to *Cryptococcus fagisuga*; In: Proceedings, I.U.F.R.O. Beech Bark Disease Working Party Conference; 1982 September 26-October 8; Hamden, CT. Sponsored by the USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. Gen. Tech. Rep. WO-37. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC. Forest Service:38-42.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Mean annual rainfall 1981–2014, with number of months of 50 mm or more of rainfall: maps were reproduced for West Africa using IPCC 5th Assessment Report data (see <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>). Website: <https://eros.usgs.gov/westafrica/node/157> [consulté en janvier 2021].
- IUCN and Conservation Measures Partnership (CMP). 2017. IUCN-CMP Unified Classifications of Direct Threats and Conservation Actions. Website: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwju2fyxrf_9AhUrlGoFHbmFDaoQFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fnc.iucnredlist.org%2Fredlist%2Fcontent%2Fattachment_files%2Fdec_2012_guidance_threats_classification_scheme.pdf&usq=AOvVaw1ZzeBZ6BW6hjwYERmpASeg[consulté en mars 2020].
- IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 2019. IUCN-CMP Unified Classifications of Direct Threats and Conservation Actions. Website: <http://cmp-openstandards.org/using-os/tools/threats-taxonomy> [consulté en mars 2020]. <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>
- J.D. Irving Limited. 2014. The 2012-21 Forest Management Plan for Crown License 7. Prepared and submitted by J. D. Irving, Limited on July 31th, 2014, to the New Brunswick Department of Natural Resources as required under the New Brunswick Crown Lands and Forest Act. Website: <https://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/nr-nr/pdf/en/ForestsCrownLands/ScheduleC.pdf> [consulté en mars 2020]. [Également disponible en français : J.D. Irving Limited. 2014. Plan d'aménagement forestier 2012-2021 pour le permis de coupe n° 7. Préparé et présenté au ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick par J. D. Irving, Limited, le 31 juillet 2014, conformément à la Loi sur les terres et forêts de la Couronne du Nouveau-Brunswick. Site Web : https://www.irvingwoodlands.com/uploadedFiles/Management_Plan/Plan%20d%E2%80%99am%C3%A9nagement%20forestier%202012-2021%20pour%20le%20permis%20de%20coupe%20numero%207.pdf.]
- Johnson, R. 1986. Forests of Nova Scotia: A history. Nova Scotia Department of Lands and Forests, Halifax. 407 pp.
- Larsson, P., et Y. Gauslaa 2011, Rapid juvenile development in old forest lichens. Botany 89:65-72.

- Lahey, W. 2018a. An Independent Review of Forest Practices in Nova Scotia: Addendum. 253 pp. Website: https://novascotia.ca/natr/forestry/Forest_Review/FP_Addendum.pdf [consulté en mars 2020].
- Lahey, W. 2018b. An Independent Review of Forest Practices in Nova Scotia: Executive Summary Conclusions and Recommendations. 70 pp. Website: https://novascotia.ca/natr/forestry/forest_review/Lahey_FP_Review_Report_ExecSummary.pdf [consulté en mars 2020].
- Lavers, A., K. Rowter et A.G. Belliveau, A.G. 2008. Unpublished tracking data on PIT-tagged flying squirrels in Queens County, Nova Scotia.
- Lawrence, G. B., P.W. Hazlett, I.J. Fernandez, R. Ouimet, S.W. Bailey, W.C. Shortle, K.T. Smith et M.R. Antidormi. 2015. Declining acidic deposition begins reversal of forest-soil acidification in the Northeastern U.S. and Eastern Canada. *Environmental Science & Technology* 49(22):13103-13111.
- Lemmen, D.S., F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer-Clarke (ed.) 2016. *Canada's Marine Coasts in a Changing Climate*; Government of Canada, Ottawa, Ontario. 274 pp. [Également disponible en français : Lemmen, D.S., F.J. Warren, T.S. James et C.S.L. Mercer-Clarke (éd.) 2016. *Le littoral maritime du Canada face à l'évolution du climat*; Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario). 280 p.]
- Lendemer, J.C. 2009. A synopsis of the lichen genus *Heterodermia* (Physciaceae, lichenized Ascomycota) in eastern North America. *Opuscula Philolichenum* 6:1-36.
- Lendemer, J.C., K.G. Keepers, E.A. Tripp, C.S. Pogoda, C.M. McCain et N.C. Kane. 2019. A taxonomically broad metagenomic survey of 339 species spanning 57 families suggests cystobasidiomycete yeasts are not ubiquitous across all lichens. *American Journal of Botany* 106(8):1090–1095.
- Loo, J.A., et N. Ives. 2003. The Acadian forest: historical condition and human impacts. *The Forestry Chronicle* 79:462-474.
- Mackinnon, R.A. 1991. *The Historical Geography of Agriculture in Nova Scotia, 1851-1951. A Thesis Submitted In Partial Fulfilment of The Requirements For The Degree Of Doctor of Philosophy in The Faculty of Graduate Studies (Department of Geography, University of British Columbia. Website: <https://open.library.ubc.ca/cIRcle/collections/ubctheses/831/items/1.0100608> [consulté en mars 2020].*
- McCLearn, M. 2018. Rising seas and climate change. *Globe and Mail*. Website: <https://www.theglobeandmail.com/canada/article-sea-change-primer/> [consulté en mars 2020].
- McMullin, R.T., et Y.F. Wiersma. 2019. Out with OLD growth, in with ecological continEWity: New perspectives on forest conservation. *Frontiers in Ecology and the Environment* 17(3):176-181.
- McMullin, R.T. 2020. Correspondance par courriel adressée à A.G. Belliveau, mars 2020. Research Scientist, Lichens, Canadian Museum of Nature, Gatineau (Québec).

- Mersey Tobeatic Research Institute (MTRI). 2010. Unpublished data for vegetation surveys of five 300m² transects in mixedwood forests of Kejimikujik National Park and National Historic Site. Kempt, Queens County, Nova Scotia.
- Mikryukov, V.S., I.N. Mikhailova et C. Scheidegger. 2010. Reproductive parameters of *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm. in the Urals. *Russian Journal of Ecology* 41(6):475-479.
- Moberg, R. 2011. The lichen genus *Heterodermia* (Physciaceae) in South America - A contribution including five new species. *Nordic Journal of Botany* 29(2):129-147.
- Mongkolsuk, P., V. Meesim, V., Poengsungnoen, K. Buaruan, F. Schumm et K. Kalb 2015. The lichen family Physciaceae in Thailand—II. Contributions to the genus *Heterodermia* sensu lato. *Phytotaxa* 235 (1):1–66.
- Moran, M., O. Zheng, R. Pavlovic, S. Cousineau, V. Bouchet, M. Sassi, P. Makar, W. Gong et C. Stroud. 2008. Predicted acid deposition critical-load exceedances across Canada from a one-year simulation with a regional particulate-matter model.
- Mosseler, A., Lynds, J.A., et J.E. Major. 2003. Old-growth forests of the Acadian Forest Region. *Environmental Reviews* 11: S47-S77.
- Mucara, G., D.C. Maciver, N. Urquizo et H. Auld. 2001. The climatology of fog in Canada. Pp. 513–516. In R.S. Schemenauer and H. Bridgman (eds.) *Proceedings: First International Conference on Fog and Fog Collection*, July 19-24, 1998, Vancouver, Canada.
- Mukhtar, J.G., et M. Galun. 1994. Does the lichen alga *Trebouxia* occur free-living in nature: Further Immunological Evidence. *Symbiosis* 17:247-253.
- Nash, T.H., B.D. Ryan, C. Gries et F. Bungartz (eds.). 2002. *Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region Volume 1*. Arizona State University Lichen Herbarium, Tempe, Arizona. 532 pp.
- Natural Resources Canada. 2020. Forestry glossary. Website: <https://cfs.nrcan.gc.ca/terms/category/11> [consulté en mars 2020]. [Également disponible en français : Ressources naturelles Canada. 2020. Glossaire forestier. Site Web : <https://cfs.nrcan.gc.ca/termes/category/11>.]
- NatureServe. 2020. Definitions of NatureServe Conservation Status Ranks. Website: http://help.natureserve.org/biotics/Content/Record_Management/Element_Files/Element_Tracking/ETRACK_Definitions_of_Heritage_Conservation_Status_Ranks.htm [consulté en mars 2020].
- NatureServe. 2021. *Heterodermia squamulosa* | NatureServe Explorer 2.0. Website: explorer.natureserve.org/Taxon/ELEMENT_GLOBAL.2.125413/Heterodermia_squamulosa [consulté en janvier 2021]. [Également disponible en français : NatureServe. 2021. *Heterodermia squamulosa* | NatureServe Explorer 2.0. Site Web : explorer.natureserve.org/Taxon/ELEMENT_GLOBAL.2.125413/Heterodermia_squamulosa.]

- NBDNRED (New Brunswick Department of Natural Resources and Energy Development). 2017. Old Tolerant Hardwood Habitat - habitat supply analysis for forest-dependent vertebrate species in New Brunswick. Unpublished analysis.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2021a. Salt Lake City Area monthly summarized data, 1981-2010, mean of monthly average temperatures. Website: <https://w2.weather.gov/climate/xmacis.php?wfo=slc> [consulté en janvier 2021].
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2021b. Pittsburgh monthly summarized data, 1981-2010, mean of monthly average temperatures. Website: <https://w2.weather.gov/climate/xmacis.php?wfo=slc> [consulté en janvier 2021].
- NSE (Nova Scotia Department of Environment). 2020. Interactive Map – Parks and Protected Areas. Website: <https://novascotia.ca/parksandprotectedareas/plan/interactive-map/> [consulté en mars 2020].
- NSDNR (Nova Scotia Department of Natural Resources). 2010. Forest Ecosystem Classification for Nova Scotia Part II: Soil Types. Report FOR 2011-3. Keys. K., P. Neily, E. Quigley. Website: <https://novascotia.ca/natr/library/forestry/reports/Soil-Types.pdf> [consulté en mars 2020].
- NSDNR. 2011. The Path We Share, A Natural Resources Strategy for Nova Scotia 2011-2020, Nova Scotia Department of Natural Resources. 79 pp.
- NSDNR. 2012. Nova Scotia's Old Forest Policy. Report FOR 2012-4.
- NSDNR. 2016. Forest Inventory – Current Forest Data. Shapefile. Website: https://novascotia.ca/natr/forestry/gis/pdf/Forest_metadata_web_attrib.pdf [consulté en mars 2020].
- NSDNR. 2017. State of the Forest. ISBN: 978-1-55457-737-8. Website: https://novascotia.ca/natr/forestry/reports/State_of_the_Forest_2016.pdf [consulté en mars 2020].
- NSDLF (Nova Scotia Department of Lands and Forestry). 2020. Forest Ecosystem Classification Soil Type Data. Shapefile. Website: <https://novascotia.ca/natr/forestry/veg-types/> [consulté en mars 2020].
- OMNR (Ontario Ministry of Natural Resources). 2004. Ontario Tree Marking Guide, Version 1.1. Ontario Ministry of Natural Resources. Queen's Printer for Ontario, Toronto. 252 p. Website: <https://dr6j45jk9xcmk.cloudfront.net/documents/2807/guide-treemarking.pdf> [consulté en juin 2020].
- Ouimet, R., L. Duchesne, D. Houle et P.A. Arp. 2001. Critical loads and exceedances of acid deposition and associated forest growth in the northern hardwood and boreal conifers forests in Quebec, Canada. *Water, Air and Soil Pollution: Focus* 1:119-134.
- Palmqvist, K., et B. Sundberg. 2001. Light use efficiency of dry matter gain in five macro-lichens: Relative impact of microclimate conditions and species-specific traits. *Plant, Cell and Environment* 23(1):1-14.

- Phillips, S.J., M. Dudík, J. Elith, C.H. Graham, G.A. Lehmann, J. Leathwick et S. Ferrier. 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications* 19: 181–197.
- Phillips, S.J., M. Dudík et R.E. Schapire. 2019. Maxent software for modelling species niches and distributions (version 3.4.1). Website: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/ [consulté le 1^{er} octobre 2019].
- Ponder, W.F., G.A. Carter, P. Flemons et R.R. Chapman. 2001. Evaluation of Museum Collection Data for Use in Biodiversity Assessment. *Conservation biology* 15 (3): 648-657.
- Pöykkö, H., M. Hyvarinen et M. Backor 2005. Removal of lichen secondary metabolites affects food choice and survival of lichenivorous moth larvae. *Ecology* 86:2623–2632.
- PRISM Climate Group. 2013. 30-yr Normal Precipitation: Annual (1981-2010). Oregon State University. Website: <http://www.prism.oregonstate.edu/comparisons/> [consulté en janvier 2021].
- Rose, F. 1976. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. Pp. 279-307, *in* D.H. Brown, D.L. Hawksworth and R.H. Bailey (eds.), *Lichenology: Progress and Problems*, Academic Press, London.
- Roy, P., et Huard, D. 2016. Future Climate Scenarios – Province of New Brunswick. Ouranos, Montreal, Quebec. 46 pp. + Appendices.
- Sabine, Mary, comm. pers., 2020. Correspondance par courriel adressée à A.G. Belliveau, mars 2020, Nouveau-Brunswick.
- Sarlej, M.I., A. Michlig et L.I. Ferraro. 2018. El género *Heterodermia* (Physciaceae, Lecanorales) en la reserva de biosfera Yaboty (Misiones, Argentina). *Boletín De La Sociedad Argentina De Botánica* 53(1):1-10
- Schaberg, P.G., D.H. DeHayes et G.J. Hawley. 2001. Anthropogenic calcium depletion: A unique threat to forest ecosystem health? *Ecosystem Health* 7:214-228.
- Schaberg, J.W. Tilley, G.J. Hawley, D.H. DeHayes et S.W. Baily. 2006. Associations of calcium and aluminum nutrition with the growth and health of sugar maple trees in Vermont. *Forest Ecology and Management* 223:159-169.
- Scheidegger, C. 1995. Early development of transplanted isidiate soredia of *Lobaria pulmonaria* in an endangered population. *Lichenologist* 27:361-371.
- Scheidegger, C., et S. Werth 2009. Conservation strategies for lichens: insights from population biology. *Fungal Biology Reviews* 2 3:55–66.
- Seaward, M.R.D., D.H.S. Richardson, I.M. Brodo, R.C. Harris et D.L. Hawksworth. 2017. Checklist of lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of Eagle Hill and its vicinity, Maine. *North Eastern Naturalist* 24(3):349-379.

- Selva, S. 1994. Lichen diversity and stand continuity in the northern hardwoods and spruce-fir forests of northern New England and western New Brunswick. *Bryologist* 97: 424-429.
- Seminara, A., J. Fritz, M.P. Brenner et A. Pringle. 2018. A universal growth limit for circular lichens. *Journal of the Royal Society Interface* 15: 20180063:8pp.
<https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0063>.
- Setchell, A., et S.R. Haughian. 2021. Translating a species distribution model into management recommendations for an at-risk lichen, *Écoscience* 29(2):159-165.
- Seyd, E.L., et M.R.D. Seaward, 1984. The association of oribatid mites with lichens. *Zoological Journal of the Linnean Society* 80:369-420.
- Spribile, T., V. Tuovinen, P. Resl, D. Vanderpool, H. Wolinski, M.C. Aime, K. Schneider, E. Stabentheiner, M. Toome-Heller, G. Thor, H. Mayrhofer, H. Johannesson et J.P. McCutcheon. 2016. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. *Science* 353(6298): 488-92.
- Stephanson, C.A., et N.R. Coe. 2017. Impacts of Beech Bark Disease and Climate Change on American Beech. *Forests* 8(5):155.
- Stewart, B.J., P.D. Neily, E.J. Quigley, A.P. Duke et L.K. Benjamin. 2003. Selected Nova Scotia old-growth forests: age, ecology, structure, scoring. *The Forestry Chronicle* 79(3)(2003): 632.
- Tutiempo.net. 2021. Data reported by the weather station: 472025 (RJER).
<https://en.tutiempo.net/climate/ws-472025.html> [consulté en janvier 2021].
- Vasseur, L., et N. Catto. 2008. Chapter 4: Atlantic Canada. Pp. 119-170. In: D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix, and E. Bush (eds.) *From impacts to adaptation: Canada in a changing climate 2007*. Government of Canada, Ottawa, ON.
[Également disponible en français : Vasseur, L., et N. Catto. 2008. Chapitre 4 : Canada atlantique. P. 119-170. Dans : D.S. Lemmen, F.J. Warren, J. Lacroix, et E. Bush (éd.) *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*. Gouvernement du Canada, Ottawa (Ont.).]
- Vincent, L.A., X. Zhang, É. Mekis, H. Wan et E.J. Bush. 2018. Changes in Canada's Climate: Trends in Indices Based on Daily Temperature and Precipitation Data. *Atmosphere - Ocean* 56:332–349. 10.1080/07055900.2018.1514579.
- Wang, X.Y., Hur, H., Lee, Y.M., Koh, Y.J., et Hur, J.S. 2008. First report of *Heterodermia squamulosa* (Lichenized Ascomycota, Physciaceae) in South Korea. *Mycobiology* 36(3):190-192.
- Wein, R.W., et J.M. Moore. 1979. Fire history and recent fire rotation periods in the Nova Scotia Acadian Forest. *Canadian Journal of Forest Research* 9(2): 166-178.
- WorldClimate.com. 2021. Data from US Climate Normals for Jackman, ME. Website:
<http://www.worldclimate.com/climate/us/maine/jackman> [consulté en janvier 2021].

SOMMAIRE BIOGRAPHIQUE DU RÉDACTEUR DU RAPPORT

Alain Belliveau est le gestionnaire des collections de l'herbier E.C. Smith du K.C. Irving Environmental Science Centre for Biodiversity à l'Université Acadia, à Wolfville, en Nouvelle-Écosse. Il est responsable de l'herbier E.C. Smith, la plus grande collection de spécimens de plantes vasculaires du Canada atlantique. Il a recueilli des spécimens et établi des mentions de dizaines de milliers d'occurrences de plantes vasculaires et de lichens au Canada atlantique. Il est membre de plusieurs équipes de rétablissement d'espèces, notamment l'équipe de rétablissement des plantes, l'équipe de rétablissement du frêne noir et l'équipe de rétablissement de la flore de la plaine côtière de l'Atlantique pour la Nouvelle-Écosse. Il a rédigé ou est en train de rédiger ou de corédiger plusieurs rapports de situation du COSEPAC et de la province. Avant de travailler à l'Université Acadia, Alain a obtenu une maîtrise en gestion des ressources et de l'environnement et a travaillé pendant plusieurs années comme botaniste pour le Centre de données sur la conservation du Canada atlantique et le Mersey Tobeatic Research Institute.

COLLECTIONS EXAMINÉES

Lutzoni 840718-L138 QFA : Ce spécimen a été examiné et il a été déterminé qu'il ne s'agit pas d'un *Heterodermia squamulosa* et que l'espèce n'est donc pas présente au Québec (CNALH, 2020).

Annexe 1. Estimation des taux de déclin des arbres hôtes et des thalles

Un modèle de répartition d'espèce a servi à estimer le nombre maximal d'occurrences et le nombre maximal d'arbres hôtes de l'*H. squamulosa* selon les méthodes utilisées par S. Haughian pour le fuscopannaire à taches blanches (COSEWIC, 2019). On a d'abord calculé l'abondance prédite (AP) de l'*H. squamulosa* en multipliant sa probabilité d'occurrence (déterminée d'après la surface prédictive du modèle de répartition) par l'abondance moyenne connue (AC, soit le nombre d'arbres hôtes connus dans chaque zone de 50 m² ou le nombre de ces zones qui sont occupées; les cellules du modèle matriciel font 50 m²) pour les régions de la province suffisamment couvertes par les relevés visant l'espèce. On a ensuite appliqué des facteurs de correction à l'AP à l'aide d'une analyse par arbre de classification (Setchell et Haughian, 2021), afin de tenir compte de la proportion approximative des sites fouillés qui abritaient l'*H. squamulosa*. Le modèle ne tient pas compte des occurrences de l'espèce au Nouveau-Brunswick (4,2 % des arbres hôtes connus au Canada), mais on considère qu'il donne une estimation raisonnable pour les deux provinces réunies parce qu'il couvre l'ensemble de la Nouvelle-Écosse (dont une bonne partie hors de la zone d'occurrence de l'espèce).

1. Dans le logiciel GIS :

- a. Utiliser le critère de qualité de l'habitat (fondé sur une combinaison de données sur les peuplements, les sols ou autres) afin de produire des données de probabilité d'occurrence (PO) pour toute la province.
- b. Interpoler les données d'occurrence pour créer une matrice d'abondance connue de l'*Heterodermia squamulosa* (AC – probablement le nombre d'arbres) à la même résolution.
- c. Déterminer l'abondance prédite, soit $AP = PO \times AC$.
- d. Superposer les données prédites et les données des relevés.
- e. Convertir les données prédites en points dont l'espacement correspond à la taille des cellules des matrices PO/AP/AC.
- f. Utiliser la fonction « extract values to points » pour ajouter les valeurs de PO (0-1), d'AP (0-??) et d'AC (0-??) à l'ensemble des points de relevé du lichen.
- g. Exporter les données en format CSV pour les utiliser dans un autre programme.

2. Dans le logiciel R :

- a. Isoler les colonnes des données d'AP et d'AC et les télécharger dans R.
- b. Installer et charger le paquetage rpart.
- c. Exécutez une analyse d'arbre de classification avec AP comme variable prédictive et AC comme variable de réponse.

- d. Sélectionner 3 à 10 classes qui présentent une réplification plus ou moins égale des points de relevé. Enregistrer les facteurs de correction pour chaque classe (le nombre de valeurs d'AC correctement classées donne le facteur de correction pour une classe).

3. Dans le logiciel GIS :

- a. Créer une nouvelle matrice à partir de la couche d'AP à l'aide de la fonction « reclassify » en appliquant des conditions faisant en sorte que les valeurs d'AP pour chaque classe définie sont multipliées par les facteurs de correction correspondant à chaque classe.
- b. Calculer la somme des valeurs d'AC corrigées pour toutes les cellules de la nouvelle matrice ainsi calculée. Cette somme représente la taille de la population du lichen en Nouvelle-Écosse (et au Nouveau-Brunswick).

Selon ces calculs, le nombre maximal d'occurrences serait de 756, et le nombre maximal d'arbres hôtes de 937. Il s'agit probablement de surestimations pour la Nouvelle-Écosse, car les paramètres d'habitat utilisés dans le modèle sont probablement plus larges que ce que l'espèce tolère ou requiert réellement.

Annexe 2. Tableau d'évaluation des menaces pour l'hétérodermie squamuleuse

Nom scientifique de l'espèce ou de l'écosystème		<i>Heterodermia squamulosa</i>		
Date :		2021-02-17		
Évaluateurs :		Dwayne Lepitzki (modérateur), David Richardson (coprésident), Alain Belliveau (rédacteur du rapport de situation) Membres du SCS : Jennifer Doubt, Karen Golinski, André Arsenault, Chris Deduke, Sean Haughian, Marion Barbé Compétences provinciales : Mary Sabine (N.-B.) Spécialistes externes: Frances Anderson, Julie McKnight.		
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	3	2
		D Faible	3	4
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 :		La durée d'une génération étant de 19 ans, la gravité et l'immédiateté sont évaluées sur les 57 prochaines années; 31 occurrences formant 14 sous-populations, 145 arbres hôtes, total de 450-515 individus matures (~53 % de la population se trouve au cap Split (baie Scots); 19,2 % au lac Shingle; 5,4 % dans le parc national Fundy; 4,4 % à Digby et Hectanooga; 4,2 % à la rivière Tusket) Le lichen est présent dans des forêts de feuillus matures en milieu humide ou sec, sur des bouleaux jaunes, des érables à sucre, des érables rouges et des frênes blancs. Globalement, un déclin continu de l'espèce est très probable. L'occurrence du cap Split est partiellement protégée (parc provincial), mais les terres privées adjacentes ne sont pas protégées.		

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
1	Développement résidentiel et commercial	D	Faible	Petite (1-10 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	
1.1	Zones résidentielles et urbaines	D	Faible	Petite (1-10 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	Il y a de plus en plus de construction de chalets dans le sud de la Nouvelle-Écosse, en particulier dans des forêts mixtes matures à proximité de lacs, de rivières ou de la côte. Le défrichage pour la villégiature signifie la perte d'arbres hôtes ou susceptibles d'être colonisés par le lichen et ouvre le couvert forestier ou modifier l'écoulement de l'eau, ce qui peut rendre l'habitat moins convenable pour le lichen.
1.2	Zones commerciales et industrielles						
1.3	Zones touristiques et récréatives		Négligeable	Négligeable (<1 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	L'occurrence du cap Split se trouve dans un site touristique populaire. Des sentiers ont été modifiés pour y accéder, et des arbres y ont été coupés.
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						Dans le cadre des plans forestiers, des plantations pour la production de bois et de pâte sur des terres agricoles improductives peuvent être proposées, ce qui ne devrait pas avoir d'impact, mais leur construction et leur gestion peuvent avoir un impact sur les sites adjacents (voir la menace 9)
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						Il existe actuellement un moratoire sur la fracturation hydraulique, mais, s'il était levé, ces activités pourraient avoir un impact sur les lichens, y compris l'hétérodermie squamuleuse.
3.2	Exploitation de mines et de carrières						Le nombre de demandes de permis d'exploitation minière a augmenté en Nouvelle-Écosse ces dernières années, mais aucune ne concerne une occurrence de l'hétérodermie squamuleuse.
3.3	Énergie renouvelable						Aucun parc éolien ne se trouve à proximité d'une occurrence connue de l'espèce, mais le secteur du cap Split est une zone venteuse où des parcs éoliens pourraient être construits.
4	Corridors de transport et de service	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	
4.1	Routes et voies ferrées	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	L'amélioration des réseaux routiers est essentielle pour la desserte des nouveaux chalets et l'accès aux zones d'exploitation forestière, qui est pratiquée à grande échelle dans le sud de la Nouvelle-Écosse. Non seulement la construction de routes peut-elle éliminer des arbres colonisés par le lichen ou susceptibles de l'être, mais elle peut également modifier l'écoulement de l'eau et les niveaux d'eau dans l'habitat adjacent ou accroître la luminosité, ce qui semble nuire à l'hétérodermie squamuleuse.
4.2	Lignes de services publics		Négligeable	Négligeable (<1 %)	Élevée (31-70 %)	Élevée (continue)	De nouvelles lignes électriques doivent être construites pour desservir les chalets et les nouveaux lotissements. Ces lignes suivent le trajet le plus court, souvent à travers de vieilles forêts en milieu humide qui constituent l'un des habitats du lichen.
4.3	Voies de transport par eau						
4.4	Corridors aériens						
5	Utilisation des ressources biologiques	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	-
5.1	Chasse et capture d'animaux terrestres						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
5.2	Cueillette de plantes terrestres		Négligeable	Négligeable (<1%)	Négligeable (<1%)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	Des individus de l'espèce ont été prélevés par le passé dans le cadre de la surveillance des populations de lichens (voir Fluctuations et tendances). Au besoin, on ne prélève maintenant qu'une partie du thalle à des fins d'identification ou autres, de sorte que l'impact est négligeable à l'heure actuelle.
5.3	Exploitation forestière et récolte du bois	C	Moyen	Restreinte (11-30 %)	Extrême (71-100 %)	Élevée (continue)	L'exploitation forestière a entraîné la disparition de l'occurrence du lac Spider en 2016 ou en 2017 et la disparition de l'occurrence de Grand Bay-Westfield en 2014 ou en 2015. Elle a aussi probablement causé la perte d'une occurrence d'Hectanooga en 2010 ou en 2011 et d'autres occurrences par le passé, étant donné la prédominance de la coupe à blanc comme pratique forestière dans les Maritimes. Quatre-vingt-treize arbres hôtes (65 % du nombre total d'arbres hôtes) de 17 occurrences ne sont pas protégés et pourraient faire l'objet d'une future exploitation forestière. La coupe à blanc représente en moyenne environ 80 % de la récolte forestière en N.-É. et au N.-B. (voir Tendances en matière d'habitat et Menaces). L'exploitation forestière se poursuivra probablement; les vieilles forêts matures sur les terres privées constituent une source privilégiée de bois en raison de la grosseur des troncs d'arbres, particulièrement si les nouvelles règles d'aménagement forestier des terres de la Couronne limitent l'exploitation des forêts matures.
5.4	Pêche et récolte de ressources aquatiques						
6	Intrusions et perturbations humaines						
6.1	Activités récréatives						
6.2	Guerre, troubles civils et exercices militaires						
6.3	Travail et autres activités						La récolte excessive pourrait avoir causé la perte de deux sites par le passé.
7	Modifications des systèmes naturels	D	Faible	Petite (1-10 %)	Élevée - légère (1-70 %)	Élevée (continue)	
7.1	Incendies et suppression des incendies	D	Faible	Petite (1-10 %)	Élevée - légère (1-70 %)	Élevée (continue)	Une augmentation des incendies est prévue en raison de la hausse prévue de la durée et de la sévérité des sécheresses estivales ainsi que du nombre de personnes qui fréquentent les forêts (résidents de chalets, chasseurs). Presque tous les incendies de forêt l'été sont allumés par des humains.
7.2	Gestion et utilisation de l'eau et exploitation de barrages						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
7.3	Autres modifications de l'écosystème						L'augmentation de la population de cerfs de Virginie en Nouvelle-Écosse entraîne un broutage accru des jeunes arbres hôtes; toutefois, cela ne constitue pas une menace à l'heure actuelle, car les arbres hôtes ont généralement plus de 80 ans.
8	Espèces et gènes envahissants ou autrement problématiques	D	Faible	Petite (1-10 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	
8.1	Espèces ou agents pathogènes exotiques (non indigènes) envahissants	D	Faible	Petite (1-10 %)	Élevée (31-70 %)	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	L'agrile du frêne, très envahissant, infestera probablement les huit frênes blancs hôtes connus et touchera neuf sites dominés ou codominés par le frêne blanc. L'agrile du frêne peut être transporté sur des centaines de kilomètres par des activités humaines et peut aussi se propager localement. Cette propagation locale serait plus lente en Nouvelle-Écosse parce que les frênes y sont moins communs qu'au Québec, en Ontario et aux États-Unis, où le taux de propagation a été mesuré.
8.2	Espèces ou agents pathogènes indigènes problématiques						Les limaces indigènes et exotiques causent des dommages à plusieurs espèces de lichens en Nouvelle-Écosse. Les limaces sont souvent propagées par des véhicules utilisés dans les activités forestières, mais l'hétérodermie squamuleuse ne semble pas être sensible à ces dommages, peut-être en raison de la combinaison de métabolites secondaires qu'elle produit.
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	CD	Moyen - faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)	-
9.1	Eaux usées domestiques et urbaines						
9.2	Effluents industriels et militaires						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
9.3	Effluents agricoles et sylvicoles		Inconnu	Petite (1-10 %)	Inconnue	Modérée (peut-être à court terme, < 10 ans ou 3 générations)	Après des coupes à blanc ou autres, on pulvérise souvent des herbicides sur la forêt en régénération pour empêcher la régénération des feuillus. Si des plantations forestières sont réalisées, elles doivent être fertilisées et traitées à l'herbicide après la plantation. La pulvérisation d'herbicides, particulièrement si elle est faite par voie aérienne, peut dériver vers les forêts matures voisines qui pourraient être colonisées par l'hétérodermie squamuleuse, ce qui aurait des effets néfastes sur le lichen ou les arbres hôtes.
9.4	Déchets solides et ordures						
9.5	Polluants atmosphériques	CD	Moyen - faible	Généralisée (71-100 %)	Modérée - légère (1-30 %)	Élevée (continue)	La pollution atmosphérique transfrontalière sous forme de précipitations acides, même si elle est réduite, peut finir par surmonter le pouvoir tampon de l'écorce des arbres et la rendre impropre à la colonisation par le lichen, ou nuire à la croissance des arbres hôtes. Comme le lichen préfère des conditions de faible luminosité, l'ouverture du couvert forestier peut réduire la croissance du lichen.
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						
11	Changements climatiques et phénomènes météorologiques violents		Inconnu	Généralisée (71-100 %)	Inconnue	Élevée (continue)	
11.1	Déplacement et altération de l'habitat						L'hétérodermie squamuleuse se trouve à la limite nord de son aire de répartition au Canada, où les températures froides limitent actuellement son expansion vers le nord. Dans le contexte du réchauffement du climat, il pourrait y avoir des arbres hôtes plus au nord, mais il n'y aurait pas d'arbres hôtes matures convenables au cours des trois prochaines générations.
11.2	Sécheresses						L'augmentation des sécheresses estivales entraînera probablement une augmentation des incendies de forêt, mais leur gravité et leur fréquence sont difficiles à prévoir.
11.3	Températures extrêmes						

Menace		Impact (calculé)		Portée (10 prochaines années)	Gravité (10 ans ou 3 générations)	Immédiateté	Commentaires
11.4	Tempêtes et inondations						Les arbres hôtes de l'hétérodermie squamuleuse sont susceptibles au chablis, particulièrement à l'occurrence du cap Split, la plus grande sous-population de l'espèce au Canada, parce que ce secteur est très venteux et que les bouleaux jaunes, la principale espèce hôte du secteur, ont tendance à pousser inclinés sur les fortes pentes et peuvent être déracinés par les forts vents. Les tempêtes violentes sont difficiles à prévoir dans la région et ailleurs, mais elles pourraient avoir un impact important sur la population du lichen.
11.5	Autres impacts						

Classification of Threats adopted from IUCN-CMP, Salafsky et al. (2008).