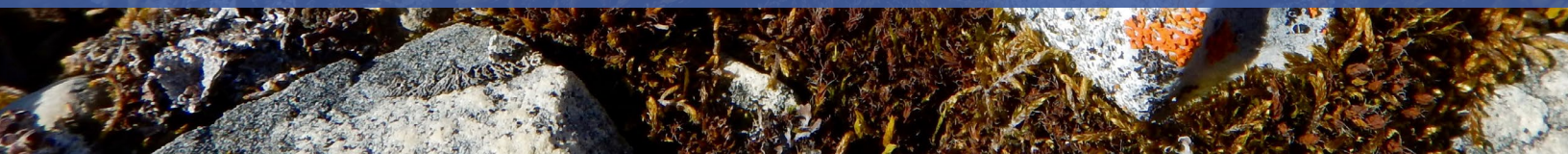


# LES LICHENS DANS LES ÉCOSYSTÈMES DE L'EXTRÊME-ARCTIQUE :

orientations de recherche recommandées pour l'évaluation de la diversité et des fonctions à proximité de la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique à Cambridge Bay, au Nunavut



Ian D. Hogg<sup>1\*</sup>, Leo G. Sancho<sup>2</sup>, Roman Türk<sup>3</sup>, Don A. Cowan<sup>4</sup>, et T. G. Allan Green<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup> Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique, Savoir polaire Canada, Cambridge Bay, Nunavut, Canada

<sup>2</sup> Unité de botanique, Faculté de pharmacie, Université Complutense de Madrid, Madrid, Espagne

<sup>3</sup> Université de Salzbourg, Salzbourg, Autriche

<sup>4</sup> Centre de microbiologie, d'écologie et de génomique, Université de Pretoria, Pretoria, Afrique du Sud

<sup>5</sup> École des sciences, Université de Waikato, Hamilton, Nouvelle-Zélande

\* [ian.hogg@polar.gc.ca](mailto:ian.hogg@polar.gc.ca)

## Résumé

Les lichens sont une composante importante des écosystèmes terrestres de l'Arctique. Une évaluation réalisée par des chercheurs spécialisés en lichens ayant de l'expérience en milieu polaire et alpin a confirmé la présence dominante de lichens à Ikaluktutiak (Cambridge Bay) et dans les environs. Trois principales communautés de lichens ont été découvertes : (1) les lichens poussant parmi les plantes supérieures dans les zones plus humides, (2) les lichens poussant sur des roches et des pierres dans des sites plus secs, (3) les lichens formant des croûtes de sol. Afin d'améliorer davantage les connaissances sur les lichens près de Cambridge Bay, des efforts devraient être déployés pour identifier les espèces de lichens à proximité de la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique (SCREA) et élaborer des méthodes pour aider les non-spécialistes à les identifier. La mise en place d'un herbier sur le campus de la SCREA et la construction d'une bibliothèque de codes à barres de l'ADN faciliteront l'utilisation de techniques d'identification moléculaire. La détermination des taux de croissance des lichens permettra la datation des surfaces (p.ex. détermination de l'âge des sites archéologiques) ainsi que la surveillance des changements

environnementaux. Les communautés locales de lichens devraient être décrites, tandis que les facteurs contrôlant leur position dans le paysage devraient être déterminés. Les techniques de fluorescence chlorophyllienne permettront de déterminer sans contact la durée de la période active et le moment de l'activité au cours de l'année. Cela, ainsi que des études sur la photosynthèse, permettront de réaliser des avancées sur les principales espèces, de déterminer les influences des principaux facteurs environnementaux et de calculer la contribution du carbone aux communautés. Collectivement, ces données aideront à prévoir les effets des changements climatiques sur les écosystèmes de l'Extrême-Arctique. L'emplacement et les excellentes installations de la SCREA sont idéaux pour soutenir ces études et combler une importante lacune dans les connaissances sur les écosystèmes de la toundra dans l'Arctique canadien.

## Introduction

Les lichens sont une composante importante des écosystèmes terrestres de l'Extrême-Arctique et constituent une source de nourriture précieuse pour le caribou, le

Citation suggérée :

Hogg, I.D., Sancho, L.G., Türk, R., Cowan, D.A., Green, T.G.A. 2018. « Les lichens dans les écosystèmes de l'Extrême-Arctique : orientations de recherche recommandées pour l'évaluation de la diversité et des fonctions à proximité de la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique, à Cambridge Bay, au Nunavut », *Savoir polaire : Aqhaliat* 2018, *Savoir polaire Canada*, p. 1 à 8. Identificateur d'objet numérique : 10.35298/pkc.2018.17

bœuf musqué et le lièvre arctique (Edwards et coll. 1960, Thomas et coll. 1994). Il s’agit d’une combinaison unique de deux types d’organismes, une algue et un champignon, qui croissent ensemble en relation symbiotique; les lichens ont besoin d’eau liquide (pluie, eau de fonte) pour croître. Les lichens sont très communs autour du hameau d’Ikaluktutiak (Cambridge Bay) et sont souvent le type de végétation dominant. Ils présentent également une diversité potentiellement élevée dans les environs de Cambridge Bay en raison des faibles niveaux de précipitations (< 140 mm avec 50 % de pluie en été) et de la concurrence limitée avec d’autres types de végétation comme les arbres et les arbustes. Cependant, on en sait très peu sur leur diversité dans l’Extrême-Arctique en raison des difficultés d’identification et d’accès aux sites d’étude.

Savoir polaire Canada a invité des chercheurs reconnus à l’échelle internationale à fournir une évaluation initiale des communautés de lichens près de Cambridge Bay. Les chercheurs invités possédaient tous une vaste expérience des milieux antarctiques, alpins et arctiques et avaient déjà mené des recherches sur la taxonomie, l’écophysiologie,

la croissance et l’écologie des lichens. Dans le cadre du présent rapport, ils ont été chargés de formuler des recommandations afin d’améliorer les connaissances sur la diversité et la fonction des lichens dans l’Arctique canadien.

*Situation actuelle* : La Station canadienne de recherche dans l’Extrême-Arctique (SCREA) devrait être pleinement opérationnelle en 2019 grâce à un programme de recherche continu. Son principal objectif est de « mobiliser la science et la technologie de l’Arctique » et de devenir « un site de surveillance de calibre mondial qui servira de plaque tournante pour CAMPNet (Système canadien de surveillance et de prévision pour l’Arctique) ». Pour atteindre cet objectif, la SCREA a établi une zone d’expérimentation et de référence dans laquelle il est possible de mener des recherches détaillées sur les écosystèmes marins, dulcicoles et terrestres (SCREA, 2015). Un autre objectif clé est d’appuyer la gérance efficace des terres, des eaux et des ressources de l’Arctique canadien. Pour y parvenir, il faudra « cerner et cibler les possibilités de partenariats internationaux et nationaux » (SCREA, 2015). La SCREA a reconnu qu’à l’heure actuelle, on en connaît peu sur les

lichens dans les environs de Cambridge Bay. Toutefois, des recherches récentes ont été axées sur la description et la classification de la végétation supérieure à l’aide de la technologie satellite et de la vérification au sol (SCREA, 2015; Meidinger et coll. 2015, McLennan et coll. 2018). Il s’agit d’une approche très appropriée pour la région où les déplacements en surface peuvent être difficiles, particulièrement en été.

La végétation de l’Extrême-Arctique se caractérise notamment par sa grande proportion de mousses et de lichens, surtout dans les sites plus secs, bien que peu de données aient été publiées pour la région de Cambridge Bay. Il existe cependant un article sur les lichens (Thomson et Weber, 1992), qui énumère 103 espèces, et un autre sur les bryophytes (Persson et Holmen, 1961), qui énumère 56 espèces (7 Hépatiques, 0 Sphagnale et 49 Bryales, vraies mousses). Le faible nombre d’Hépatiques et l’absence de Sphaguales donnent une indication des conditions extrêmes (basses températures et faibles précipitations) du climat de Cambridge Bay. Toutefois, l’identification des espèces pour les deux groupes taxonomiques peut poser problème chez les chercheurs qui ne se sont pas spécialisés dans ces groupes. La recherche sur les bryophytes est en cours (J. Doubt, Musée canadien de la nature; C. La Farge, Université de l’Alberta). Lorsqu’on considère que les deux études publiées sont le résultat de brèves visites (moins de deux jours) à Cambridge Bay, il est raisonnable de supposer que la prochaine collecte en profondeur permettra d’accroître considérablement l’identification du nombre d’espèces de bryophytes et de lichens.

L’objectif de ces travaux est de visiter un éventail de sites à proximité de la SCREA pour recueillir des échantillons de lichens à des fins d’identification, et dans le but d’effectuer une évaluation initiale (non quantitative) des principales communautés de lichens et de suggérer des possibilités de recherche future. Les travaux en cours comprendront des collaborations avec des experts nationaux et internationaux existants ainsi qu’avec les collectivités locales. L’un des principaux objectifs sera d’acquérir les connaissances et les compétences de recherche nécessaires à la SCREA et dans le Nord en général. Il s’agira d’un processus effectué de concert avec les habitants du Nord afin que les résultats des investissements existants puissent être améliorés.

Travail sur le terrain

Les travaux sur le terrain ont été effectués du 14 juillet 2018 au 2 août 2018 au moyen d’un hélicoptère ou d’un soutien

au sol pour des sites situés à moins de 250 km de Cambridge Bay. Des visites ont de surcroît été effectuées à des sites situés à proximité du campus de la SCREA (Cambridge Bay) et plus largement dans le sud de l’île Victoria, en particulier autour de la baie Wellington (fig. 1). Le tableau 1 présente une liste complète des sites d’échantillonnage et des emplacements GPS. Dans tous les cas, les visites sur place ont duré de une à deux heures et un échantillonnage qualitatif a été effectué.

Tous les échantillons ont ensuite été retournés au campus de la SCREA, où des doubles ont été effectués lorsque l’identification dans les laboratoires d’attache était nécessaire. En tout, plus de 200 échantillons de lichens ont été prélevés et sont en voie d’être officiellement identifiés.

Observations préliminaires des communautés de lichens près de la SCREA

Les lichens étaient le type de végétation dominant dans la plupart des zones autour de Cambridge Bay, et particulièrement dans les paysages dominés par les roches. Ils ont également contribué aux croûtes biologiques du sol, qui se trouvent dans les régions où la formation du sol a commencé. Les communautés d’algues et de lichens étaient également situées sous des roches transparentes (quartz) dans un environnement ressemblant à une serre (appelés hypolithes). Nos enquêtes préliminaires suggèrent trois principaux types de communautés végétales : (1) Les plantes vasculaires entremêlées de lichens dominées par les espèces arctiques alpines frutescentes (*Gowardia nigricans*, *Bryoria nitidula*, *Cetraria islandica*, *Cetraria Aculeata*, *Flavocetraria nivalis*, *Thamnolia vermicularis*, *Vulpicida tilesii*, *Evernia perfragilis*), ainsi que quelques mousses limitées aux sites les plus humides (fig. 2a, 2b).

Dans ce type de communauté, la biomasse de lichens est importante et se trouve probablement en équilibre dynamique et concurrentiel avec les plantes vasculaires et est sensible à tout changement environnemental (p. ex., le climat); (2) la végétation des lichens couvre densément les roches et les rochers, et comprend également de vastes zones de petites pierres (souvent de 100 à 200 mm de largeur et d’environ 20 à 30 mm d’épaisseur) et de petits cailloux (fig. 3a, 3 b).

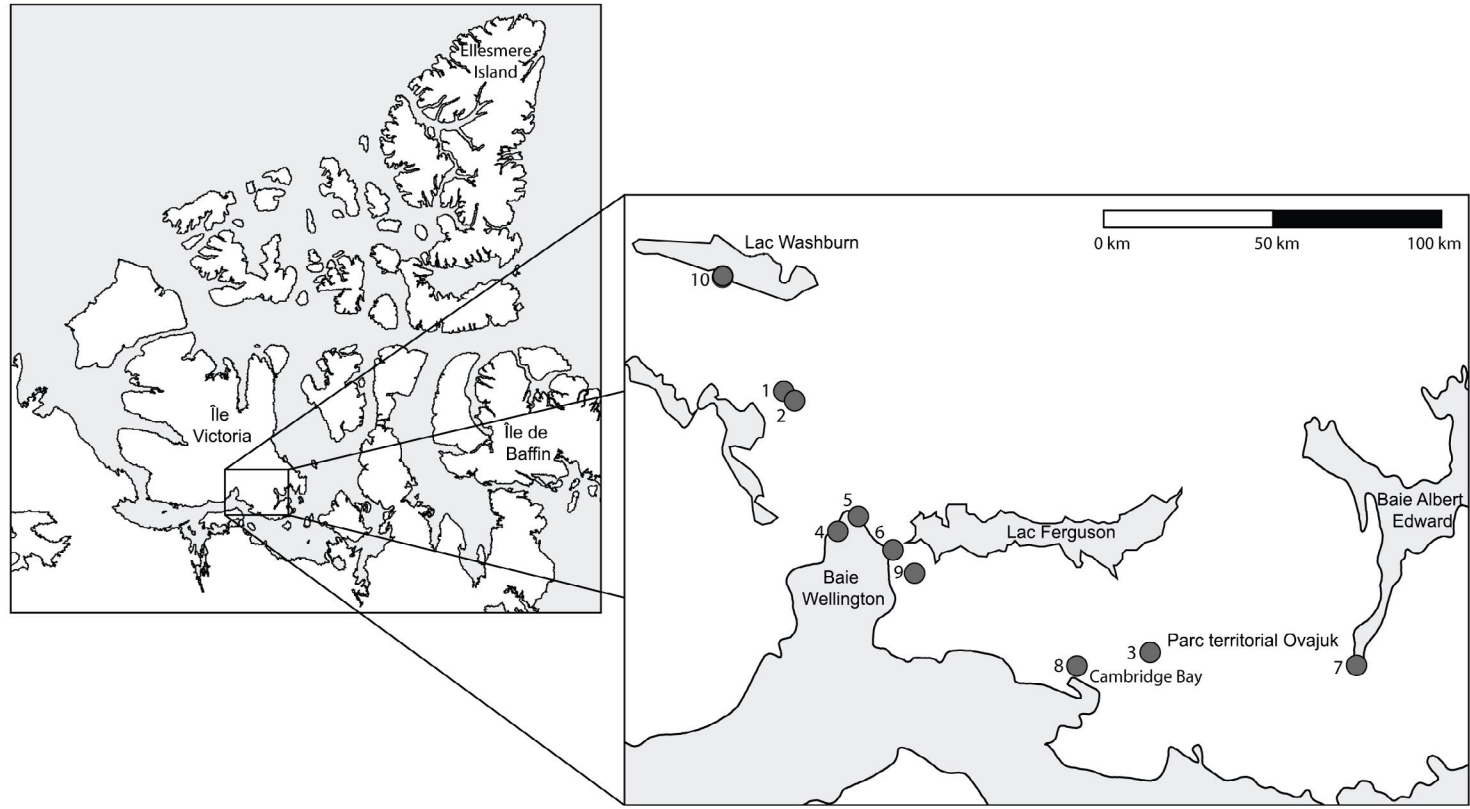


Figure 1 : Zone d’étude et sites d’échantillonnage visités à proximité de Cambridge Bay. Les numéros de site correspondent au tableau 1.



Tableau 1 : Sites d'échantillonnage visités pendant l'étude, y compris les noms des sites et les coordonnées GPS.

| N° du site | Date              | Nom du site                                                      | Latitude | Longitude  |
|------------|-------------------|------------------------------------------------------------------|----------|------------|
| 1          | 7/21/2018         | Sud de l'île Victoria Site 1                                     | 69.77871 | -107.04295 |
| 2          | 7/21/2018         | Sud de l'île Victoria Site 2                                     | 69.75728 | -106.96758 |
| 3          | 7/21/2018         | Ovajuk (Mt Pelly)                                                | 69.16298 | -104.57033 |
| 4          | 7/23/2018         | Baie Wellington Site 1                                           | 69.45022 | -106.65907 |
| 5          | 7/23/2018         | Baie Wellington Site 2                                           | 69.4864  | -106.52231 |
| 6          | 23/7/18 & 27/7/18 | Baie Wellington Site 3 Ekaluktok (Débit sortant du lac Ferguson) | 69.40802 | -106.28632 |
| 7          | 7/24/2018         | Baie Albert Edward                                               | 69.11751 | -103.20293 |
| 8          | 7/25/2018         | Ekaluktutiak (Cambridge Bay)                                     | 69.13356 | -105.05821 |
| 9          | 7/27/2018         | Ovayoalok (crête au sud du lac Ferguson)                         | 69.35333 | -106.13998 |
| 10         | 7/28/2018         | Lac Washburn                                                     | 70.04475 | -107.48449 |

Des espèces bipolaires telles que le *Rhizocarpon geographicum*, *Rhizoplaca melanophthalma*, *Sporastatia testudinea* et *Umbilicaria decussata* ont souvent été trouvées en abondance. Dans de nombreux cas, cette végétation était semblable à celle qui se trouvait dans certaines régions des montagnes transantarctiques polaires méridionales (Green et coll. 2011), offrant une occasion intéressante de comparaisons écologiques et taxonomiques bipolaires; et (3) une biocroûte, composée de lichens croûteux (*Cladonia* sp., *Fulgensia bracteata*, *Ochrolechia* sp., *Ochrolechia frigida*, *Pertusaria* af. *dactylina*, *Pertusaria* af. *panyrga*, *Psora decipiens*), de mousses et probablement de cyanobactéries (fig. 4a, 4b).

Cette biocroûte présente des similitudes avec celles des régions polaires et arides du monde entier. Les communautés de biocroûtes ne sont pas courantes dans les régions arctiques plus humides comme l'archipel du Svalbard, l'Islande et la Scandinavie du Nord. La présence importante de biocroûtes dans certaines régions de la côte sud de l'île Victoria ouvre la porte à des possibilités de recherche intéressantes pour intégrer l'Arctique aux efforts internationaux visant à comprendre ces systèmes uniques.



Figure 2 : (a) Communauté mixte de plantes vasculaires et de lichens; les lichens les plus courants sont de la forme frutescente (comme les petits arbres), qui peuvent atteindre la lumière et rivaliser avec les feuilles des plantes vasculaires supérieures et (b) les lichens frutescents *Flavocetraria nivalis* (L.) Kärnefelt et Thell (à gauche) et *Evernia perfragilis* Llano (à droite) et entre les deux, *Thamnolia vermicularis* (Sw.) Ach. Ex Schaerer, que l'on trouve couramment chez les plantes vasculaires.



Figure 3 : (a) Une communauté de lichens épilithiques (*Phycia* spec., *Rusavskia elegans*), qui offre d'excellentes possibilités pour les études de croissance et (b) une communauté de lichens riches dominée par des espèces d'*Umbilicaria* ressemblant à des feuilles et divers thalles croûteux, y compris le lichen le plus étudié pour les taux de croissance, le *Rhizocarpon geographicum*.

Thèmes de recherche proposés

A) Biodiversité, identification des lichens :

Le rôle des lichens dans les réseaux trophiques de l'Extrême-Arctique ne peut être déterminé que s'il est possible d'identifier les espèces présentes avec précision et facilité. Les premières identifications exactes nécessitent l'intervention de spécialistes appropriés. Il faudrait toutefois aussi élaborer un système convivial pour les non-spécialistes. Nous recommandons les mesures suivantes : (1) encourager les enquêtes sur le terrain concernant des collectes de lichens ciblées; (2) recueillir de l'information auprès des aînés sur la présence d'espèces,

et principalement sur la présence et la persistance de la neige; (3) appuyer les visites de spécialistes reconnus afin qu'ils effectuent une collecte plus approfondie, qu'ils en fassent l'identification à la SCREA et qu'ils produisent des guides simples pour les lichens les plus présents; (4) effectuer le codage à barres de l'ADN des échantillons identifiés afin de faciliter l'identification adéquate par les non-spécialistes; et (5) élaborer un herbier conservé de manière appropriée pour tous les échantillons, y compris la collecte de référence de l'ADN à la SCREA.

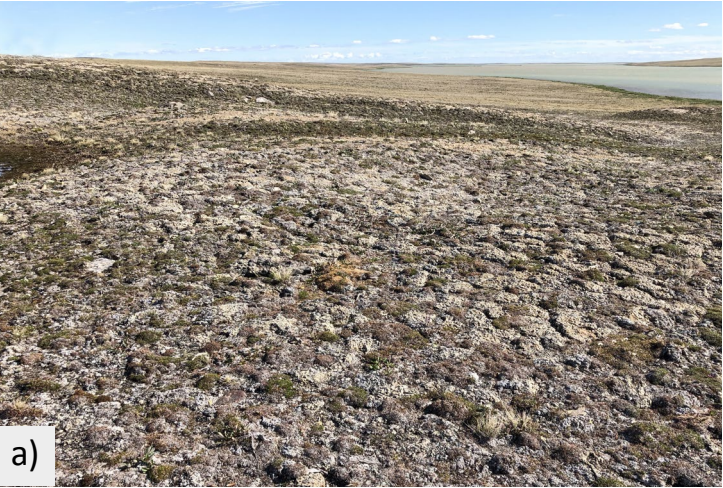


Figure 4 : (a) Les lichens de la croûte de sol qui poussent sur une surface humide ont d'abord été créés par les plantes supérieures. Encore une fois, les lichens frutescents (semblables à des arbres) sont plus faciles à voir, mais d'autres lichens croûteux poussent à la surface du sol et (b) les lichens de la croûte de sol (*Psora decipiens*), qui est cosmopolite, y compris les zones désertiques en Espagne et aux États-Unis. On a récemment découvert que ces lichens présentaient des adaptations complexes au climat local.



B) Écologie des lichens :

Les lichens constituent une composante majeure des communautés locales de végétation. Toutefois, il n'existe actuellement aucune information facilement accessible ou publiée. Par conséquent, les spectaculaires communautés de lichens autour de Cambridge Bay ne reçoivent pas l'attention de recherche nécessaire. À l'heure actuelle, la recherche a tendance à se faire en Alaska et à Svalbard, probablement en raison de l'accès facile aux sites et aux installations. L'établissement récent du campus de la SCREA offre un accès amélioré aux sites de terrain avoisinants et d'excellentes installations de laboratoire sur place. En vue de réaliser davantage de progrès, il est essentiel de décrire les communautés et de procéder à une publication rapide et ciblée. La recherche sur la végétation (principalement les plantes vasculaires) a été effectuée au cours des dernières années au moyen de la cartographie par satellite et de mesures de la présence au sol (p. ex., McLennan et coll. 2018). Il s'agit d'une excellente occasion de faire progresser l'écologie des lichens, en plus d'être nécessaire pour surveiller les réactions aux changements climatiques (voir la sous-section D ci-dessous). Toutefois, il est primordial de faire des descriptions détaillées des sites de recherche spécialisés (p. ex., dans la zone expérimentale et de référence de la SCREA) afin de fournir des renseignements précis sur les plantes vasculaires et non vasculaires (lichens, mousses), le tout en parallèle avec le programme de classification de la végétation existant, en vue de révéler les caractéristiques particulières de la région. Ces travaux doivent apparaître dans la littérature scientifique principale pour être utiles aux chercheurs internationaux.

C) Descriptions à l'échelle du paysage :

Les communautés de plantes vasculaires et de lichens sont déterminées par l'humidité du sol en été et la couverture de neige en hiver, et une couverture de neige limitée ou une exposition hivernale créent des conditions plus arides où les lichens peuvent dominer (SCREA, 2015). La neige persistante nuit aux lichens, tandis qu'une couche occasionnelle de neige fondante les favorise. Il sera certainement possible d'obtenir de l'information sur la couverture de neige et sa durée au sein de la collectivité locale, et des efforts devraient d'ailleurs être déployés pour obtenir ces précieuses connaissances locales.

D) Écophysiologie — comprendre le fonctionnement des lichens :

Il n'existe actuellement aucune information sur l'écophysiologie des lichens et des plantes vasculaires dans les environs de Cambridge Bay. Même dans l'évaluation

de la recherche effectuée par la SCREA (SCREA, 2015), les estimations de la phytomasse et de la production annuelle nette ont été tirées d'un document contenant des renseignements provenant de la Sibérie. La plupart des recherches sur les systèmes de la toundra dans l'hémisphère nord ont été menées en Alaska et, plus récemment, à Svalbard. L'île du Svalbard a un climat très différent de celui de Cambridge Bay et de la région du Nunavut. Il est donc essentiel de concevoir des systèmes appropriés pour mesurer la photosynthèse en laboratoire et sur le terrain. Des salles de croissance appropriées existent déjà dans les laboratoires de la SCREA, de sorte que des études « en hiver » sont également possibles. La télédétection par satellite et la cartographie de la végétation seront également bénéfiques si la productivité réelle et les paramètres connexes comme la teneur en chlorophylle, la biomasse et les principaux nutriments peuvent être déterminés et liés aux coefficients spectraux standard. Les thèmes de recherche suggérés sont les suivants :

- 1) *Le rendement photosynthétique des principales espèces, des lichens et des plantes vasculaires.* Il est possible d'utiliser de l'équipement portatif pour effectuer des mesures sur le terrain et dans le laboratoire de la SCREA.
- 2) *Tendances de l'activité annuelle des lichens.* Les lichens et les bryophytes ne sont actifs que lorsqu'ils sont hydratés (poïkilohydrique). Les recherches menées en Antarctique et dans les régions alpines ont montré que les modèles d'activité peuvent varier considérablement par rapport à ce qui est attendu selon le climat général. Par conséquent, il est préférable de déterminer les profils d'activité réels à l'aide de systèmes de fluorescence de la chlorophylle « sans contact ». De tels systèmes ont fait l'objet de nombreux essais en Antarctique et dans les sites alpins. Étant donné que des facteurs environnementaux clés (lumière, température, humidité relative) sont également consignés, la base de données peut révéler les principaux facteurs contrôlant le rendement et fournir des données clés afin d'élaborer des modèles de prévision des changements dans la communauté.
- 3) *Comparaisons mondiales.* Certaines espèces de lichens ont été étudiées dans de grands gradients latitudinaux (p. ex., Cetraria Aculeata de l'Antarctique à l'Europe), et des preuves d'adaptation ont souvent été trouvées. L'objectif principal consiste à faire de la SCREA un site approprié pour des comparaisons mondiales pertinentes à des thèmes généraux tels que le changement climatique.

4) *Surveiller les changements.* Le verdissement de l'Arctique est un processus établi (Fauchald et coll. 2017), et la SCREA a décidé que la surveillance constituera une fonction clé de la nouvelle station de recherche. Les lichens sont des organismes efficaces pour suivre les changements climatiques, et la meilleure méthode pour le faire est d'établir des sites de surveillance. La lichenométrie est l'étude des taux de croissance des lichens. Il faut donc établir des sites où les thalles sont photographiés chaque année et où leur taux de croissance est déterminé. Une fois les taux de croissance établis, ils peuvent ensuite être utilisés pour contribuer à d'autres domaines de recherche, comme la datation des surfaces exposées, qui permet de fournir des renseignements sur la stabilité de la surface et de corroborer les données archéologiques. Certains sites présentent une couverture de lichens presque complète. Cependant, on ne sait pas combien de temps il faut pour obtenir cette couverture. Les taux de rétablissement peuvent être déterminés en perturbant des sites de manière expérimentale, puis en observant ensuite le rétablissement de ces sites. La meilleure façon de surveiller le changement à long terme est de cibler les sites qui ont été cartographiés avec précision, ou du moins photographiés, puis de répéter la cartographie à intervalles fixes. Dans le cas des lichens, ces sites sont petits, environ un mètre carré, et peuvent être facilement installés à plusieurs endroits. Les mesures d'acclimatation saisonnière de l'échange de CO2 au cours de la période estivale révéleront si les plantes réagissent aux conditions qui changent rapidement.

5) *La métagénomique des sols.* Les plantes et les lichens interagissent avec le microbiote du sol et le modifient, et ces changements peuvent être rapides. La métagénomique (ou génomique environnementale) peut être définie comme « l'application d'une technique génomique moderne sans qu'il soit nécessaire d'isoler et de cultiver en laboratoire des espèces individuelles ». La métagénomique peut fournir de précieux renseignements sur l'écologie fonctionnelle des communautés environnementales, notamment dans les sols. Le séquençage de l'ADN peut également être utilisé plus largement pour identifier les espèces présentes dans un plan d'eau, les débris filtrés par l'air ou les échantillons de sol. Ainsi, il est possible d'établir l'aire de répartition des espèces envahissantes et des espèces en voie de disparition et de suivre les populations saisonnières. Notre objectif est d'obtenir de l'information sur la diversité des sols et sur les changements dans cette biodiversité au fil des saisons à Cambridge Bay. Cet objectif sera atteint grâce à un

échantillonnage régulier du sol, à compter d'avril 2019, et à une analyse moléculaire à la fin de 2019 et au début de 2020. La préparation et l'interprétation de l'échantillon peuvent se faire à la SCREA au moyen du séquençage de l'ADN effectué dans un établissement canadien approprié.

Préoccupations pour la collectivité

On sait que certains animaux qui constituent l'alimentation traditionnelle comme le lièvre arctique, le caribou et le bœuf musqué se nourrissent de lichens. Les lichens sont très communs autour d'Ikaluktutiak (Cambridge Bay). Il s'agit même de la végétation dominante à certains endroits. Cependant, on en sait très peu sur leur diversité et leur abondance, car ils peuvent être difficiles à identifier. Une évaluation effectuée par des chercheurs internationaux visitant le campus de la SCREA en juillet/août 2018 a fourni plusieurs suggestions. En particulier, il faut mettre l'accent sur l'identification du plus grand nombre possible de lichens. Les communautés locales de lichens doivent être décrites avec la participation des populations locales (p. ex., les aînés), car cela brossera un contexte historique important sur la présence ou l'absence possible de différentes espèces. Des systèmes d'identification simples comme les guides et les méthodes de codage à barres de l'ADN permettront ensuite aux non-spécialistes d'identifier les espèces plus facilement et d'effectuer une surveillance communautaire. Les méthodes fondées sur l'ADN permettront également d'évaluer quelles espèces sont importantes dans l'alimentation des animaux qui constituent l'alimentation traditionnelle. Il faut donc déterminer l'abondance des lichens et leur contribution annuelle à la productivité de l'écosystème, puisque ces données sont pertinentes pour prédire les effets des changements climatiques. À mesure que la végétation se transforme en fonction des changements climatiques, certains types de végétation pourraient supplanter les lichens et les remplacer dans la région. Dans l'ensemble, la SCREA est un excellent endroit pour entreprendre des recherches sur les lichens.

Conclusions

La SCREA est bien placée pour devenir un centre de recherche sur la biologie terrestre de l'Extrême-Arctique et contribuer à une meilleure compréhension de la stabilité et de la résilience du paysage local. Il faut donc mettre l'accent sur l'identification du plus grand nombre possible de lichens et sur la mise en place de systèmes (p. ex., codage à barres de l'ADN) qui permettront aux non-spécialistes de les identifier plus facilement. Des programmes de

surveillance qui permettent de déterminer les taux de croissance pourraient en outre être utilisés pour établir l'âge des surfaces rocheuses ou détecter les changements climatiques. Les communautés locales de lichens doivent être décrites avec la participation de la population locale (p. ex., les aînés) pour évaluer la façon dont ces communautés peuvent avoir changé au fil du temps et la façon dont la couverture de neige peut influencer la présence de communautés de lichens. Il faut également déterminer la biomasse réelle des lichens présents et leur contribution annuelle à la productivité de l'écosystème, puisque ces données sont pertinentes pour prédire les effets des changements climatiques.

## Remerciements

Nous remercions George Angohiatok, Erin Cox et Simona Wagner de leur aide sur le terrain et/ou dans le laboratoire; Donald McLennan, Johann Wagner, Sergei Pomanorenko et Samantha McBeth pour leurs commentaires et leurs conseils; et Monica Young pour la production de la figure 1. Nous remercions également le pilote d'hélicoptère Fred Jones de nous avoir transportés en toute sécurité sur les sites éloignés.

## Références

Canadian High Arctic Research Station. 2015. Towards the development of the Canadian High Arctic Research Station (CHARS) as a centre for science and technology in Canada and the circumpolar north: Regional social and ecological context, baseline studies, and monitoring pilots. Available from [https://above.nasa.gov/Documents/CHARS\\_Science\\_Summary\\_June\\_2015\\_DRAFT.pdf](https://above.nasa.gov/Documents/CHARS_Science_Summary_June_2015_DRAFT.pdf).

Edwards, R.Y., Soos, J., and Ritcey, R.W. 1960. Quantitative observations on epidendric lichens used as food by caribou. *Ecology* 41:425–431.

Fauchald, P., Park, T., Tømmervik, H., Myneni, R., and Hausner, V.H. 2017. Arctic greening from warming promotes declines in caribou populations. *Science Advances* 3:e1601365.

Green, T.G.A., Sancho, L.G., Tuerk, R., Seppelt, R.D., and Hogg, I.D. 2011. High diversity of lichens at 84° S suggests preglacial survival of species in the Ross Sea Region, Antarctica. *Polar Biology* 34:1211–1220.

McLennan, D.S., MacKenzie, W.H., Meidinger, D., Wagner, J., and Arko, C. 2018. A standardized ecosystem classification for the coordination and design of long-term terrestrial ecosystem monitoring in Arctic-Subarctic biomes. *Arctic* 71(Suppl. 1):1–15. Available from <https://doi.org/10.14430/arctic4621>.

Meidinger, D., MacKenzie, W., and Wagner, J. 2015. Vegetation and ecosystems. Anon 2015 (pp. 29-46).

Persson, H. and Holmen, K. 1961. Bryophytes collected during the Arctic field trip of the 9th International Botanical Congress. *The Bryologist* 64:179–198.

Thomas, P.A., Sheard, J.W., and Swanson, S. 1994. Transfer of 210Po and 210Pb through the lichen-caribou-wolf food chain of northern Canada. *Health Physics* 66:666–677.

Thomson, J.W. and Weber, W. A. 1992. Lichens collected on the Arctic excursion of the 9th International Botanical Congress. *The Bryologist* 95:392–405.