



Nouvelles techniques de mesure des bioindicateurs de l'intégrité des forêts

INTRODUCTION

Le Service canadien des forêts met actuellement au point de nouvelles techniques visant à améliorer notre compréhension de l'intégrité des écosystèmes. La présence ou l'absence d'espèces « indicatrices » dans les sols et l'eau peut présenter un moyen de mesurer les changements de la biodiversité en réaction à diverses pratiques de gestion forestière. L'évaluation de l'intégrité des écosystèmes est une activité essentielle dans la communauté de la gestion forestière. Elle contribue à la durabilité des pratiques de gestion forestière du Canada, aide à maintenir l'accès des produits du bois aux marchés domestiques et internationaux, et renforce notre permis social de récolte du bois.

L'élaboration d'indicateurs rentables, pertinents sur le plan écologique, sensibles et normalisés est un élément essentiel de la biosurveillance. Le Service canadien des forêts élabore des techniques de *métacodage à barres pour relever ce défi. Le métacodage à barres est une méthode utilisant l'ADN pour identifier plusieurs espèces à partir d'un échantillon d'ADN environnemental et fournit une signature des organismes qui résident dans un environnement particulier, ou qui le traversent. Il est particulièrement efficace, car l'ADN peut être extrait d'un échantillon d'eau ou de sol même s'il ne contient pas d'organismes intacts. Les données du métacodage à barres du sol, par exemple, peuvent fournir des renseignements importants sur les changements dans la biodiversité du sol en réaction à des pratiques alternatives de gestion forestière.

LE RÔLE DU CENTRE FORESTIERIE DES GRANDS LACS (CFGL)

Biodiversité des cours d'eau

Lisa Venier, chercheuse au CFGL et son équipe ont mis à l'essai cette approche dans le cadre d'une récente étude à Hearst, en Ontario en comparant les identifications des espèces à partir du métacodage à barres et des caractéristiques physiques. Des échantillons d'invertébrés aquatiques ont été prélevés dans des cours d'eau avec un gradient de bassin versant. Les organismes ont été prélevés et identifiés à l'aide des caractéristiques physiques et clés d'identification. L'ensemble des organismes de chaque échantillon a ensuite été combiné et l'ADN a été extrait. La région du code à barres propre aux invertébrés a ensuite été amplifiée (plusieurs copies ont été générées) et une séquence a été établie à l'aide d'une nouvelle technique extrêmement efficace appelée séquençage à haut débit illumina. Les séquences ont ensuite été mises en correspondance avec les invertébrés connus dans la bibliothèque des gènes

pour rattacher les identifications taxonomiques aux échantillons. Les résultats ont indiqué une cohérence entre le métacodage à barres et l'approche physique traditionnelle. De plus, les deux approches indiquaient des changements similaires dans la composition des espèces d'invertébrés en réponse aux mêmes gradients de la condition du cours d'eau (oxygène dissous, carbone organique dissous, azote et conductivité totale) liés avec la taille du bassin et les changements de la composition forestière dans l'ensemble des bassins versants. L'étude a démontré le potentiel d'utilité du métacodage à barres de l'ADN des invertébrés pour une future application dans la biosurveillance à grande échelle dans divers gradients environnementaux.

*Comment fonctionne le métacodage à barres metabarcoding

Le métacodage à barres utilise un marqueur génétique court dans l'ADN d'un organisme pour déterminer son identité taxonomique. Pour les invertébrés, on utilise un marqueur simple (cytochrome oxydase I) présent chez tous les invertébrés. La séquence génétique de ce marqueur présente une légère différence pour chaque espèce, ce qui permet de les identifier à l'aide d'une bibliothèque de gènes fondée sur les correspondances gène-espèce connues.



Traitement des échantillons de sol et d'eau pour évaluer la biodiversité.

Biodiversité des arthropodes du sol

La biodiversité des arthropodes du sol est considérée comme un bon indicateur de la santé du sol, car ces organismes sont un élément important des réseaux trophiques du sol responsables de la décomposition et du cycle des substances nutritives. Certaines questions méthodologiques importantes pouvant aider à améliorer l'approche d'évaluation de la biodiversité des arthropodes du sol dans les sols forestiers ont été mises à l'essai. L'identification des espèces à partir de spécimens est très difficile et limitée par l'expertise disponible. Le métacodage à barres de l'ADN pourrait simplifier l'identification et améliorer la répétabilité.

L'objectif de cette étude était de définir la quantité d'échantillonnage sur le terrain requis pour représenter la communauté de la faune du sol et comprendre quel degré de réplication de l'extraction

d'ADN du sol est nécessaire. Les résultats montrent que traiter des échantillons prélevés individuellement sur le terrain a permis de recouvrir une bien plus grande richesse taxonomique qu'en regroupant le même nombre d'échantillons sur le terrain, mais cette méthode demandait plus de temps et d'argent. Cependant, les deux approches ont mené aux mêmes conclusions écologiques lors de la comparaison de la similitude des communautés entre deux différents écosystèmes. Réaliser trois extractions d'ADN pour les mêmes échantillons (ce qui est la norme actuelle) ne semblait pas présenter d'avantage par rapport à une seule extraction d'ADN. Cette observation a le potentiel d'accroître l'efficacité du traitement des échantillons. Les bibliothèques de gènes pour ces groupes d'espèces ne sont pas très complètes, l'identification taxonomique n'était pas toujours possible au niveau de l'espèce. Plus d'efforts sont nécessaires pour établir des bibliothèques de gènes pour les zones d'intérêt locales. Cependant, les séquences taxonomiques non identifiées ont été utilisées avec succès pour évaluer la richesse, établir une distinction entre les sites, et récupérer les indicateurs de site.

Autres projets en cours

Le SCF a plusieurs projets en cours qui testeront ces approches dans le cadre de conceptions d'études expérimentales plus complexes :

1. Des chercheurs reproduisent une étude visant à comparer la faune du sol dans un gradient de traitements de prélèvement de la biomasse. L'étude originale utilisait l'identification morphologique des espèces, ce qui permettra de comparer les résultats avec le métacodage à barres de l'ADN.

2. L'étude de la durabilité de l'amélioration de la cendre de bois dans les sites avec prélèvement de la biomasse est menée à l'aide d'indicateurs zoologiques dans un réseau expérimental sur le terrain national de huit sites.

3. Une comparaison de la faune du sol dans cinq sites de récolte, combustion et coupe de récupération représentant une séquence chronologique des étapes de développement de l'ensemble du Nord-Ouest de l'Ontario est en cours.

4. La récupération de la faune du sol des sites à prélèvement de la biomasse 20 ans après le traitement à l'aide des sites de réseau de productivité à long terme du sol au Nord-Centre de l'Ontario est en cours d'examen.

Cet ensemble de projets démontrera l'utilité du métacodage à barres de l'ADN dans l'évaluation de la durabilité des forêts tout en offrant des renseignements utiles à l'élaboration constante de politiques et directives sur les forêts durables.

Futurs travaux

À l'avenir, les scientifiques aimeraient créer des protocoles normalisés pour utiliser le métacodage à barres de l'ADN dans le contexte d'expériences continues et futures, conçues pour évaluer la durabilité et l'intégrité des forêts, et comparer les approches de gestion forestière alternatives. L'amélioration de la représentativité des bibliothèques de gènes pour les espèces de sols des forêts constituerait un atout précieux pour ces études. On espère que les approches actuelles et émergentes du métacodage à barres de l'ADN seront appliquées aux

évaluations en cours et futures de la durabilité des forêts.

CONCLUSION

L'évaluation de la durabilité des forêts est une activité essentielle dans la communauté de la gestion forestière. Veiller à la durabilité de la gestion forestière est une exigence législative découlant du désir du public d'avoir des forêts qui continuent à fournir des services écosystémiques actuellement et à l'avenir. La gestion durable des forêts garantit que la forêt continue de fournir un habitat à la faune, des possibilités récréatives, une eau propre, des arbres pour le bois d'œuvre et le papier, ainsi que de nombreux autres services. Cela donne à l'industrie forestière le permis social de récolter, et garantit l'accès au marché où les consommateurs exigent la durabilité. Le métacodage à barres de l'ADN est un ajout important aux outils de durabilité, car il offre une méthode reproductible d'évaluation d'un élément critique de la biodiversité forestière qui était difficile à évaluer dans le passé. Une plus vaste évaluation de la capacité renforcera la probabilité de capturer l'essence de la durabilité et d'accroître la réussite de la conservation des processus écosystémiques.

COLLABORATEURS

Dave M. Morris, Ministère des Richesses naturelles et des Forêts, Centre de recherche sur l'écosystème des forêts du Nord,

Nathan Basiliko, Living with Lake Centre, Laurentian University
Mehrhad Hajibabaei, Centre for Biodiversity Genomics @ Biodiversity Institute of Ontario & Department of Integrative Biology, University of Guelph

LECTURES SUGGÉRÉES

Emilson, C.E.; Thompson, D.G.; Venier, L.A.; Porter, T.M.; Swystun, T.; Chartrand, D.; Capell, S.; Hajibabaei, M. 2017. DNA metabarcoding and morphological macroinvertebrate metrics reveal the same changes in boreal watersheds across an environmental gradient. *Scientific Reports* 7:12777.
Porter, T.M.; Morris, D.M.; Basiliko, N.; Hajibabaei, M.; Doucet, D.; Bowman, S.; Emilson, E.J.S.; Emilson, C.E.; Chartrand, D.; Wainio-Keizer, K.; Séguin, A.; Venier, L. Variations in terrestrial arthropod DNA metabarcoding methods recovers robust beta diversity but variable richness and site indicators based on exact sequence variants. *Scientific Reports*. bioRxiv 693499; doi: <https://doi.org/10.1101/693499>.

POINT DE VUE POLITIQUE

Le Service canadien des forêts (SCF) a pour mandat de mener des recherches portant sur la protection des ressources forestières du Canada en vertu de la Loi sur la foresterie. Le SCF offre une approche visionnaire de la planification de la gestion forestière durable et une compréhension des forêts fondée sur la science et la recherche.

PERSONNE-RESSOURCE

Lisa Venier

Centre Foresterie des Grands Lacs
1219 Queen Street est, Sault Ste. Marie (Ontario) P6A 2E5 Canada
Tél: 705-949-9461, Courriel : GLFCWeb@rncan-nrcan.gc.ca
Site web : nrcan.gc.ca/forests/research-centres/glfc/13459