L'innovation du 4.0 en forêt

Des instruments mesurant la croissance des arbres, leur flot de sève ou encore les impacts des changements climatiques s'apprêtent à révolutionner la manière dont on comprend les écosystèmes forestiers. Comment? En offrant une précision de mesure inégalée et en continu. Plongeon dans le monde émergent des forêts intelligentes.

PAR GUILLAUME ROY

Dans la forêt mixte de la Station de biologie des Laurentides (SBL) de l'Université de Montréal, à Saint-Hippolyte, de nombreux fils électriques parcourent le sol pour rejoindre une quarantaine d'arbres situés autour d'une boîte électrique. On y aperçoit de drôles d'appareils et une sorte d'emballage de couleur métallique.

Drapés de leurs habits futuristes, ces arbres font partie de la première forêt intelligente au Québec. « Dans ce genre de forêt, on récolte de l'information en continu afin de mieux aménager les ressources forestières à court, moyen et long terme », explique Nicolas Bélanger, professeur en sciences de l'environnement à la l'Université TÉLUQ, expert de la biogéochimie des sols forestiers et responsable du projet de forêt intelligente qui implique plusieurs universités.

Jusqu'à récemment, la prise de données en forêt était souvent ponctuelle et laborieuse. Pour connaître le taux de croissance des arbres, par exemple, on visitait une forêt une seule fois dans l'année. Et pour savoir à quel moment les bourgeons éclosent dans la région de la Côte-Nord, on demandait à un étudiant d'inventorier les forêts pendant une saison.

Dans une forêt dite intelligente, les données sont récoltées en continu et en temps réel. À Saint-Hippolyte, 120 arbres sont désormais munis de sondes. Ils sont répartis dans trois secteurs représentant des zones écologiques différentes, soit la forêt de résineux, la forêt feuillue et la forêt mixte. Dans ces écosystèmes, on mesure le diamètre des arbres toutes les 15 minutes, et leur flux de sève… à chaque minute!

SUIVRE LE COURANT… D'EAU

Ce type de mesures est particulièrement utile lorsqu'on étudie les effets des changements climatiques comme le fait Nicolas Bélanger. Particulièrement intéressé par l'accès à l'eau – un élément clé qui pourrait

PHOTO : © GUILLAUME ROY

Ces outils, appelés dendromètres électroniques, permettent de connaître la croissance radiale du tronc en temps réel, au millimètre près.

PHOTO : © EDUARDO FONSECA ARRAES

Les données recueillies grâce à la forêt intelligente permettront de savoir si la composition et la productivité des espèces forestières du Québec changeront avec le réchauffement du climat.

limiter la croissance des arbres –, le biologiste a l'intention d'observer la fluctuation du diamètre des troncs… « Un arbre ne fait pas que grossir, note-t-il. Son diamètre diminue lorsqu'il transpire ou s'il vit un stress intense, par exemple, lorsqu'il fait très chaud. » La nuit, la transpiration cesse et l'arbre reprend de l'expansion. Le diamètre du tronc constitue donc un indice de l'utilisation de l'eau par l'arbre.

Nicolas Bélanger s'est adjoint l'expertise de Christopher Pappas, chercheur postdoctoral à l'Université de Montréal, et d'Oliver Sonnentag, professeur agrégé à la même université. Ceux-ci ont déjà mis en place un vaste réseau d'études sur l'utilisation de l'eau par les arbres. Ces chercheurs ont d'ailleurs comparé l'utilisation des ressources hydriques du mélèze et de l'épinette noire en forêt boréale, sous différentes latitudes. « Nos études ont démontré que le mélèze est plus sensible aux variations hydriques, note le chercheur postdoctoral. Il maximise l'utilisation de l'eau en fermant ses stomates [NDLR : organes permettant les échanges gazeux dans les feuilles, dont la vapeur d'eau] pour éviter les stress hydriques alors que l'épinette transpire de manière similaire en tout temps. »

À l'abri sous ces fourreaux protecteurs, des instruments mesurent le flux d'eau des arbres, afin de mieux comprendre comment ils réagissent à différentes conditions climatiques.

Vers un réseau canadien de forêts intelligentes

Un projet de réseau pancanadien de forêts intelligentes, dénommé SmartForest, est en train d'être mis sur pied grâce à un financement de 9,5 millions de dollars de la Fondation canadienne pour l'innovation, tel qu'annoncé en janvier 2018. Piloté par Daniel Kneeshaw, du Département des sciences biologiques à l'UQAM, le projet regroupera d'abord 17 sites au pays. Un tel réseau permettra d'avoir des données représentatives de tous les écosystèmes au pays.

Ce genre d'études démontre que chaque espèce utilise différemment les ressources en eau, ajoute l'expert. Cette disparité constitue un défi de taille à la SBL, remarque Christopher Pappas, qui s'apprête à étudier une grande diversité d'arbres avec son équipe, dont le sapin baumier, le chêne rouge, le hêtre, ainsi que différents types de bouleaux, de peupliers et d'érables.

« L'arbre agit en quelque sorte comme un tuyau qui amène l'eau du sol vers l'atmosphère. » Selon la littérature, poursuit le chercheur, près de 60 % de l'eau tombant sous forme de précipitations retourne dans l'atmosphère par l'entremise des arbres. « Le flux de l'eau et le diamètre de l'arbre nous permettront de quantifier plus précisément l'hydrodynamique des différentes espèces », précise-t-il, notant par ailleurs qu'il s'agit d'un des seuls sites au monde à combiner ces données en temps réel sur autant d'arbres. Ultimement, ces données permettront de mieux comprendre comment les arbres réagissent aux différentes conditions climatiques.

L'utilisation de drones permettra aussi de faire de la télédétection avec des caméras thermiques, car la température des feuilles est corrélée avec leur teneur en eau. Plus il y a d'eau dans la feuille, moins elle est chaude, soutient Oliver Sennentag. « On pourra ainsi évaluer l'évolution de la température de la canopée, jour et nuit, pour savoir si un stress hydrique est en train de s'installer », dit-il.

PRÉVOIR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

En plus d'acquérir davantage de données sur l'hydrodynamique des arbres, Nicolas Bélanger et son équipe évalueront les effets des changements climatiques en chauffant 32 parcelles de forêt de 2,5 m par 2,5 m. « Ces parcelles nous donneront des données à l'échelle micro, pour décortiquer les processus pédologiques [NDLR : étude du sol] », explique le chercheur, avant d'ajouter que ce sera le premier site du genre au Canada. On trouve des forêts de recherche chauffées aux États-Unis, soit à l'Université Harvard et dans une forêt d'État au New Hampshire.

Pour simuler les changements climatiques, des câbles chauffants ont été enfouis dans le sol l'été dernier, à 12 cm de profondeur avec un espacement d'une quinzaine de centimètres. Cette installation permettra d'augmenter la température du sol de 3 °C, et ainsi de prévoir les effets que pourraient avoir les changements climatiques dans 50 ans, note Nicolas Bélanger.

« On cherche à connaître les impacts de la température sur la tension du sol, une donnée qui permet de connaître la force que doivent exercer les racines pour prélever l'eau », fait remarquer le chercheur de la TÉLUQ, en précisant que la tension du sol est mieux corrélée au stress hydrique que l'humidité.

À quatre endroits sur la parcelle, des chambres à CO_2, fabriquées avec des tuyaux de plastique, émergent du sol. Elles calculent le flux gazeux induit par le processus de décomposition. « On pense que le réchauffement augmentera l'activité microbienne, ce qui pourrait se

PHOTOS : © GUILLAUME ROY

Chrisopher Pappas explique comment le système électrique permet d'alimenter les instruments de mesure tout en récoltant les données.

traduire par une augmentation des flux de CO_2, note Nicolas Bélanger, et aggraver le réchauffement planétaire. » Mais tout cela dépendra de la quantité d'eau disponible, ajoute l'expert, car le manque d'eau pourrait ralentir la décomposition.

Dans les parcelles, les chercheurs calculent aussi le développement racinaire annuel grâce au décompte des racines fines infiltrées dans des tubes en PVC percés, que les chercheurs ont remplis de silice et enfouis dans le sol. Pour doser la quantité d'éléments nutritifs, ils utilisent aussi des bâtons de bois enduits d'une résine composée de matériaux chargés positivement et négativement qui absorbent les ions des minéraux. « Ça nous permettra de savoir notamment s'il y a davantage d'azote mobilisé avec les changements climatiques », souligne Nicolas Bélanger.

COLLECTEUR À POLLEN ET CAMÉRAS

Des collecteurs à pollen munis de caméras seront aussi installés. Les photos des grains de pollen seront analysées par un système d'intelligence artificielle capable d'améliorer sa performance, explique Nicolas Bélanger. « Il sera intéressant de voir si certaines années sont favorables à certaines espèces plus qu'à d'autres », poursuit-il. Des caméras installées à des endroits clés permettront aussi de savoir à quel moment les bourgeons des différentes espèces éclosent, ou encore à quel moment arrivent certains insectes.

GÉRER LES MÉGADONNÉES

Tous ces appareils généreront une quantité énorme de données à traiter : un autre défi pour les chercheurs. Heureusement, l'équipe s'est associée avec plusieurs experts en technologies de l'information.

Au cours des prochaines années, les mégadonnées recueillies par cette forêt intelligente permettront d'acquérir une connaissance plus fine des impacts du climat sur nos arbres et sur nos forêts. « Nous pourrons mieux déterminer quelles espèces sont sensibles à quels stress et adapter nos aménagements en conséquence », conclut le chercheur.

Une station de recherche en évolution

Fondée en 1965 par l'Université de Montréal, la Station de biologie des Laurentides couvre une superficie de 16,4 km² situés à 75 km au nord de Montréal, en forêt mixte, à la limite nordique de la répartition de l'érable à sucre et du chêne rouge. Depuis 2009, le territoire se trouve à l'intérieur d'une réserve de biodiversité projetée de 28 km², qui lui confère une protection supplémentaire pour la recherche universitaire, ce qui « permet de faire des expérimentations à long terme », soutient Roxane Maranger, directrice de la Station et professeure au Département des sciences biologiques de l'Université de Montréal. « C'est un milieu idéal pour étudier les écosystèmes terrestres et aquatiques, la biodiversité, la biochimie, tout en favorisant les échanges entre les différentes disciplines », lance la spécialiste des milieux aquatiques, qui souhaite aussi favoriser l'utilisation de la Station par tous les étudiants et professeurs de l'Université de Montréal pour des retraites d'écriture. De plus, la directrice prévoit organiser davantage d'événements avec le grand public, à l'image du bioblitz de l'été 2017 ayant permis d'identifier 325 espèces avec l'aide d'environ 80 biologistes chercheurs, étudiants et amateurs.

Guillaume Roy est journaliste indépendant spécialisé dans les domaines des ressources naturelles et du plein air.

POUR EN SAVOIR PLUS
<https://sbl.umontreal.ca/accueil>