

LA RECHERCHE DANS LE RÉSEAU DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Essentiels aux rouages
de la vie sur Terre, les
végétaux sont pourtant
menacés de toutes parts.
Comment assurer leur
survie... et la nôtre ?

La santé par les racines

L'agriculture
urbaine à le vent
dans les voiles

Visite d'une
bleuetière
« laboratoire »

Gros plan sur
le discret microbiome
des plantes

La santé des végétaux

Encart produit par le magazine *Québec Science*, édition décembre 2020 et financé par l'Université du Québec

SOMMAIRE

- 3 **Villes fertiles**
L'engouement pour l'agriculture urbaine ne s'estompe pas depuis les 10 dernières années.
- 5 **Chercheurs-cueilleurs**
Des bleuetières de recherche tentent de percer les secrets du petit fruit emblématique du Lac-Saint-Jean.
- 6 **Le début d'un champ nouveau**
Soucieux de réduire la quantité de pesticides utilisés, des producteurs et des chercheurs travaillent à réinventer les pratiques.
- 9 **Gazon maudit ?**
La solution est contre-intuitive : pour obtenir un plus beau gazon, il faut le tondre moins court — et moins souvent.
- 10 **L'arbre qui cache la forêt... de solutions**
L'une des clés de la lutte contre les changements climatiques résiderait-elle dans les liens unissant les arbres à leur habitat naturel?
- 11 **Le sol, ce puits de carbone insoupçonné**
Pour limiter le réchauffement climatique, pourquoi ne pas miser sur le plancher des vaches?
- 12 **Les secrets des pins gris de Kamouraska**
Un scientifique remonte le fil du temps pour comprendre la régénération singulière de ces arbres.
- 13 **Minute, papillon!**
Des chercheurs rivalisent d'ingéniosité pour combattre des insectes qui ravagent les champs et les forêts du Québec.
- 15 **Gros plan sur le discret microbiome des plantes**
Les études se multiplient sur la symbiose qui existe entre les plantes et leurs milliers de microorganismes.

LA SANTÉ PAR LES RACINES

En 2020, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) célèbre l'année internationale de la santé des végétaux, lesquels sont essentiels aux rouages de la vie sur Terre. En effet, ils constituent 80 % de notre alimentation et fournissent 98 % de l'oxygène que nous respirons. Pourtant, cette richesse naturelle est menacée de toutes les façons : changements climatiques, abus de pesticides, monocultures, appauvrissement de la biodiversité, dégradation des écosystèmes, insectes ravageurs... Que nous disent donc les plus récentes recherches sur la santé des végétaux ? Quelles sont les solutions de la science pour assurer non seulement la croissance, mais aussi la survie de nos champs et de nos forêts ? Dans ce dossier, vous découvrirez toute l'inventivité déployée par les chercheurs du réseau de l'Université du Québec, qui travaillent en étroite collaboration avec des cultivateurs et des municipalités afin de rendre notre monde plus vert.

Ce dossier est inséré dans le numéro de décembre 2020 du magazine *Québec Science* (QS). Il a été financé par l'Université du Québec (UQ) et produit par le magazine *Québec Science*.

Le comité consultatif était formé de :
 Mariflore Beaudin-Véroneau, UQAM
 Jean-François Millaire, UQTR
 Yves Chiricota, UQAC
 Pietro-Luciano Buono, UQAR
 Francine Tremblay, UQAT
 Claude Bourget, INRS
 Éric Lamiot, Université TÉLUQ
 Josée Charest, UQ
 Valérie Reuillard, UQ
 Marie Lambert-Chan, QS

Coordination :
 Marie Lambert-Chan
 et Valérie Reuillard
Rédaction :
 Maxime Bilodeau
 Etienne Plamondon Emond
Direction artistique :
 Natacha Vincent
Révision-correction :
 Pierre Duchesneau
 Bibliothèque nationale
 du Canada :
 ISSN-0021-6127

Les 10 établissements du réseau de l'Université du Québec ont pour mission de faciliter l'accessibilité à l'enseignement universitaire, en plus de contribuer au développement scientifique du Québec et au développement de ses régions.

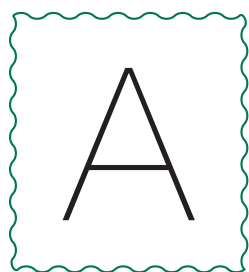
La santé des végétaux

Encart produit par le magazine *Québec Science*, édition décembre 2020 et financé par l'Université du Québec

VILLES FERTILES

L'engouement pour l'agriculture urbaine ne s'estompe pas depuis les 10 dernières années. Reste à découvrir comment elle peut atteindre son plein potentiel.

Par Etienne Plamondon Emond



aubergines, laitues, haricots, rabioles... je déambule dans une oasis de verdure où les légumes poussent par milliers. L'écho d'une si-

rène de pompier se répercute sur les murs des gratte-ciel avoisinants et me rappelle pourtant que je suis en plein centre-ville, sur le toit du Palais des congrès de Montréal. Depuis 2016, il s'agit du principal terrain d'expérimentation du Laboratoire sur l'agriculture urbaine (AU/LAB) de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Son directeur scientifique et de la formation, **Éric Duchemin**, arrache une petite feuille et me la tend. Sa saveur et sa texture s'apparentent à celles de la coriandre, avec un arrière-goût de pamplemousse. C'est une plante herbacée provenant d'Amérique du Sud qu'on appelle papalo. Elle figure parmi les produits maraîchers que l'équipe essaie de faire pousser du haut de l'immeuble : « C'est vraiment adapté aux fortes chaleurs », dit le chercheur avec enthousiasme.

Il ne croit pas si bien dire. En cette matinée de juillet, le soleil se fait cuisant sur la terrasse de l'édifice. La station météo y enregistre souvent des températures plus élevées de 10 degrés qu'au sol, ce qui permet de prolonger les récoltes jusqu'à l'automne. Néanmoins, les résultats ne sont pas toujours au rendez-vous. Ce fut le cas, par exemple, de plants de tomates qui n'ont pas résisté à l'été aride de 2019. D'autres variétés sont maintenant testées, notamment des semences importées du Mexique.

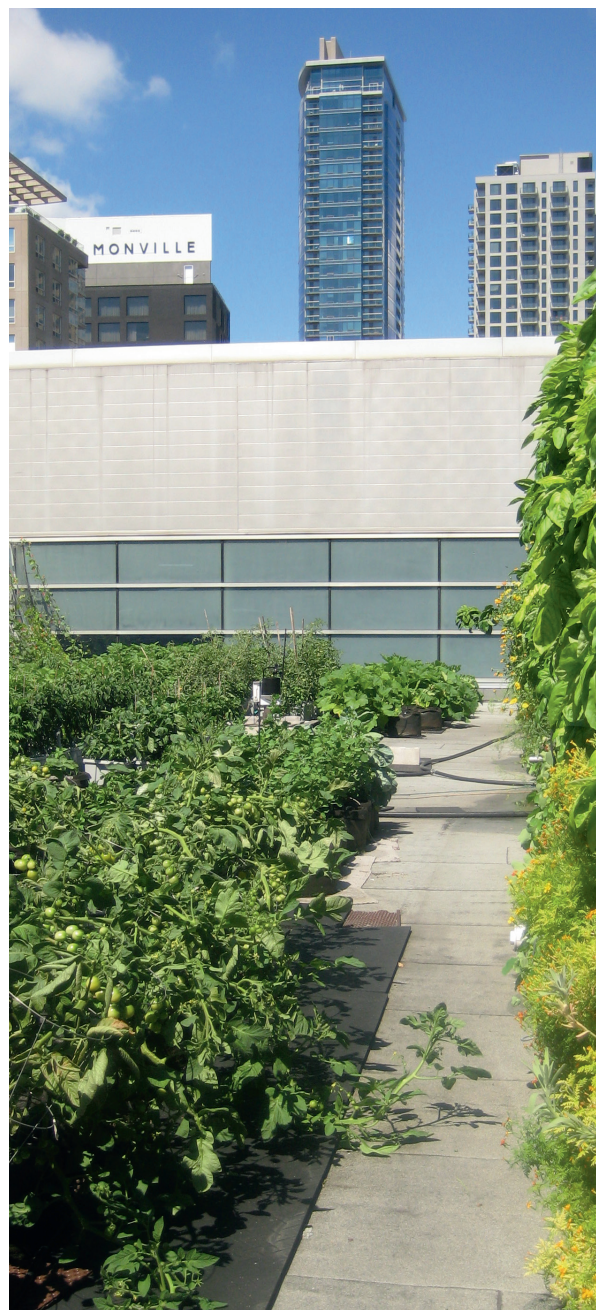
Adapter une culture à la ville n'est pas qu'une question de thermomètre : toutes sortes de méthodes sont mises à l'épreuve. AU/LAB teste des engrais mis au point avec des déchets des environs. Des piments gorria poussent entre autres dans un terreau à base d'excréments d'insectes et de résidus de champignonnières...

Éric Duchemin ne se fait plus demander si l'agriculture urbaine n'est qu'une mode. Depuis une décennie, le nombre d'entreprises de ce secteur croît annuellement de 30 % au Québec. En 2019, on en comptait 72. Et c'est sans parler des potagers d'arrière-cours ! À l'aide d'images satellite et d'observations de terrains, le laboratoire a cartographié depuis 2016 les jardins individuels aménagés dans 10 territoires de la région métropolitaine de Montréal. Seulement dans l'arrondissement de Saint-Léonard, plus de 10 hectares, soit 30 % des lots résidentiels, sont occupés par des potagers. « C'est énorme, souligne Éric Duchemin. Ça produit et ce n'est pas anecdotique. »

LA FORÊT, CE GARDE-MANGER

L'engouement ne gagne pas seulement la métropole. Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, une forme particulière prend racine : la forêt nourricière. On y recrée la dynamique d'un écosystème, c'est-à-dire qu'on plante des végétaux de différentes tailles, allant des plantes herbacées aux arbres fruitiers en passant par des arbustes et des arbrisseaux. Ces strates favorisent la fertilité des sols, et chaque végétal remplit une fonction, par exemple fixer l'azote de l'air dans le sol ou attirer des insectes pollinisateurs. On peut y cueillir autant des pommes que de la rhubarbe et de l'estragon.

Depuis cinq ans, l'organisme Eurêko! a accompagné des citoyens bénévoles dans l'aménagement d'une quinzaine de forêts nourricières dans la région. L'une d'elles a vu le jour en 2017 sur le campus de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC). « C'est devenu un peu notre forêt expérimentale de productivité », explique **Olivier Riffon**, président d'Eurêko! et professeur en éco-conseil à l'UQAC. En 2018, il a démarré un projet de recherche avec **Jean-François Boucher**, aussi professeur en éco-conseil à cette même université, pour évaluer les répercussions écologiques, sociales et économiques des forêts nourricières.





Éric Duchemin,
directeur scientifique du
Laboratoire sur l'agriculture
urbaine (AU/LAB)
de l'UQAM

HOUSTON, NOS PLANTES ONT UN PROBLÈME !

Une éventuelle mission sur Mars ne pourrait pas se réaliser sans plantes : la survie des astronautes reposerait entièrement sur leurs feuilles, sources à la fois d'oxygène et de nourriture. « C'est pour ça que si elles tombent malades, il faut qu'on le sache immédiatement, avant qu'elles meurent », précise **Talal Abboud**, ingénieur à l'Agence spatiale canadienne.

Au cours de sa maîtrise, supervisée par la professeure **Rita Noumeir** à l'École de technologie supérieure (ÉTS) entre 2010 et 2013, il a pu tester deux prototypes pour suivre en temps réel la santé des végétaux dans un environnement hostile. Le premier dispositif mesurait la fluorescence de plants génétiquement modifiés avec des protéines vertes fluorescentes. Pendant un an, Talal Abboud a surveillé à distance ces végétaux cultivés en serre dans la station de recherche Houghton-Mars, sur l'île Devon, au Nunavut. L'autre prototype misait sur un système multispectral, capable de mesurer la fluorescence naturelle de la chlorophylle à des longueurs d'onde près de l'infrarouge. Testé à l'Université de Guelph, en Ontario, il a réussi à capter en temps réel l'activité biologique des plantes dans un environnement à basse pression. Il s'agit d'une avancée importante pour permettre aux scientifiques de surveiller la santé des végétaux sur la planète rouge, où la pression atmosphérique est 100 fois plus basse que sur Terre.

L'ingénieur a aussi mis au point un algorithme en mesure de segmenter les images, pour transmettre seulement les données pertinentes sans ralentir la communication ni l'alourdir. Faute de financement, le projet n'a toutefois pas eu de suite. Pourtant, Talal Abboud conserve l'espoir que cette technologie soit un jour utilisée pour cultiver vers l'infini, et plus loin encore. **E.P.E**

Ils ont déjà récolté de premiers résultats. Selon les données préliminaires de leur modélisation, un hectare de forêt nourricière séquestrerait 80 tonnes de carbone sur 100 ans. « Cela équivaut à ce que peut faire une forêt modeste, mais dense, sur un territoire plus au nord », dit Jean-François Boucher avec étonnement, même s'il reste à valider les données au moyen de mesures sur le terrain. Sur le plan social, « c'est aussi un lieu de rencontres et d'échanges », ajoute Olivier Riffon, qui note néanmoins que d'un point de vue strictement comptable, ces projets ne sont pas rentables.

« Tu ne fais pas des millions en cultivant des fruits et des légumes, confirme Éric Duchemin. Voilà pourquoi l'agriculture urbaine doit être subventionnée, comme le reste de l'agriculture. » La question est d'autant plus importante pour les producteurs citadins, mis à genoux par la COVID-19. « Les restaurants ont fermé, et c'est l'essentiel de leur marché », soulève-t-il. Même les récoltes de son laboratoire, habituellement cuisinées par le traiteur du Palais des congrès, ont été vendues à bas coût au Marché solidaire Frontenac. Le directeur

scientifique estime qu'une production maraîchère sur toit doit s'étaler sur un minimum de 2 500 mètres carrés pour dégager une légère marge de profit.

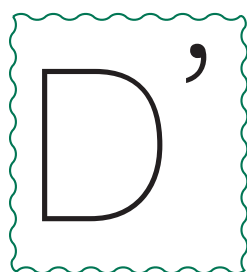
AU/LAB occupe pour sa part 2 000 mètres carrés sur le toit du Palais des congrès de Montréal, mais il tente d'en tirer le maximum grâce à des structures verticales où s'entassent plus de 12 000 plantes. L'évolution de cet aménagement touffu est suivie de près : s'ils s'avèrent satisfaisants, les résultats pourraient guider les agriculteurs urbains qui souhaitent vivre de leurs récoltes. Pour le moment, plus de la moitié d'entre eux ont besoin d'un deuxième emploi.

Pour donner un coup de pouce à ceux qui se lancent dans l'aventure, un *Guide de démarrage en entreprise agricole urbaine* a été publié en août dernier par le Carrefour de recherche, d'expertise et de transfert en agriculture urbaine, porté par AU/LAB. Prochaine étape : explorer le potentiel des fermes verticales intérieures. « L'autosuffisance alimentaire, ça veut aussi dire produire l'hiver », insiste Éric Duchemin. Et pas seulement faire pousser des tomates sur un toit brûlant. ●

CHERCHEURS-CUEILLEURS

Des bleuetières de recherche tentent de percer les secrets du petit fruit emblématique du Lac-Saint-Jean.

Par Etienne Plamondon Emond



une année à l'autre, la production québécoise de bleuets évolue en dents de scie. Dans la dernière décennie, les rendements annuels

par hectare ont oscillé entre 500 et 3 500 kilogrammes, selon les chiffres de la Financière agricole du Québec. L'une des principales causes des années de mauvaises récoltes : le gel printanier. Or, des chercheurs viennent de découvrir qu'une des espèces de bleuets sauvages présentes au Saguenay-Lac-Saint-Jean serait moins à risque de souffrir de ces intempéries... et ce n'est pas celle que favorisent les pratiques agricoles actuelles.

Maxime Paré, professeur au Département des sciences fondamentales de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), et son étudiante **Marie-Pier Fournier** ont fait cette découverte prometteuse sur un site bien particulier : la première bleuetière de recherche et d'enseignement (BER1), implantée en 2016 à Normandin, au Lac-Saint-Jean. Dans ce laboratoire agricole de 35 hectares, ils ont mesuré dans le temps les différentes étapes du développement végétal chez deux espèces indigènes de bleuets sauvages, soit *Vaccinium angustifolium* et *Vaccinium myrtilloides*. Les résultats, publiés en avril 2020 dans la revue *Annals of Botany*, montrent une distinction importante : les feuilles et les fleurs de la variété *Vaccinium myrtilloides* croissent respectivement 10 et 8 jours plus tard que celles de l'autre espèce lors du printemps qui précède la production. Ses bourgeons ont donc plus de chances d'échapper à un gel printanier tardif.

Difficile, néanmoins, de tirer de ces résultats des applications pratiques,

puisque les producteurs de bleuets sauvages ne plantent pas d'espèces particulières. Ils démarrent leurs cultures à partir des bleuetières qui poussaient déjà naturellement sur les lieux (des forêts, dont la canopée est clairsemée, que l'on coupera pour démarrer la production). « Ils sont donc pris avec ce qui poussait déjà dans la forêt, souligne Maxime Paré. Une fois que *Vaccinium angustifolium* est là, on ne peut pas revenir en arrière. Mais pour l'implantation des nouvelles bleuetières, c'est quelque chose auquel il faudrait réfléchir. »

SÉLECTION NATURELLE

Dans un autre article en préparation, l'équipe s'attarde à l'effet des pratiques agricoles sur les deux espèces. Si ces dernières se trouvent en même quantité sur une parcelle, les méthodes et le moment choisis pour appliquer des engrais, broyer et faucher semblent avantager *Vaccinium angustifolium* et, à l'inverse, provoquer le déclin de *Vaccinium myrtilloides*. « On se retrouve avec une bleuetière plus vulnérable au gel, et c'est une sélection naturelle imposée par nos pratiques agricoles », signale Maxime Paré.



En parallèle, son équipe expérimente une nouvelle approche. Les producteurs de bleuets suivent habituellement un cycle de deux années : une végétative — alors que la tige se développe après un fauchage à ras de sol — et une autre durant laquelle le fruit pousse. Sur le site de BER1, on teste plutôt un cycle de trois ans, comprenant une année végétative pour deux productives. « L'an dernier, les rendements étaient relativement équivalents à ceux de la première année productive, se réjouit Maxime Paré. Mais, à la rigueur, on pourrait se permettre d'avoir des rendements un peu inférieurs. » En effet, cette technique multiplie le champ des possibles pour le producteur, qui se retrouverait au mois d'août à cueillir des bleuets sur les deux tiers de sa superficie plutôt que sur la moitié. « On vient d'augmenter le nombre d'hectares de récoltes sans acheter de nouvelles terres ! » lance le professeur. Et, pour couronner le tout, « *Vaccinium myrtilloides* semble y tirer son épingle du jeu ».

Pour poursuivre ses découvertes encore plus loin, une forêt de pins gris matures, dans laquelle poussaient des bleuets, a été coupée en 2019 à Normandin, question de permettre l'aménagement d'une deuxième bleuetière d'enseignement et de recherche (BER2) sur un site de 45 hectares. Tout comme la BER1, elle sera gérée en partie par l'UQAC. « Avec le temps, la recherche permettra probablement de stabiliser les rendements de bleuets au Québec », affiche avec confiance Maxime Paré. ●

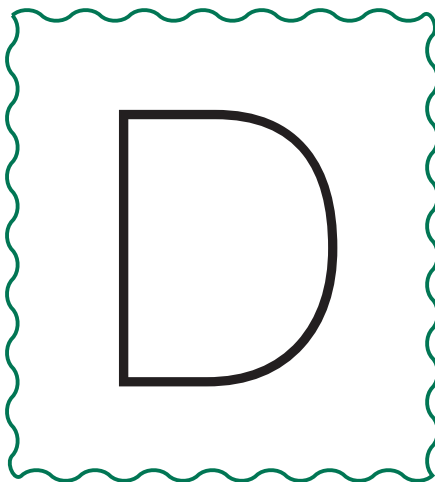


À gauche, des bleuets sauvages sur le point d'être récoltés. À droite, on peut voir successivement la tige d'un plant de bleuets au printemps de sa première année de production, la tige davantage ramifiée d'un plant au début de l'été de sa deuxième année de production, puis un plant naturellement présent en forêt.

LE DÉBUT D'UN CHAMP NOUVEAU

Soucieux de réduire la quantité de pesticides qu'ils utilisent et la pollution générée par l'agriculture, des producteurs et des chercheurs travaillent à réinventer les pratiques.

Par Etienne Plamondon Emond



6

Depuis trois ans, Mike Verdonck prête une partie de son champ à la science afin de trouver une solution à un problème qui le taraude : son recours aux pesticides, qu'il souhaite réduire. Et pas n'importe lequel : le glyphosate, l'ingrédient actif du Roundup, qui fait couler beaucoup d'encre. L'objectif de l'agriculteur est d'en diminuer grandement la quantité, mais pas d'en cesser l'usage. Pourquoi ? En l'absence de cet herbicide, Mike Verdonck devrait labourer son sol pour se débarrasser des mauvaises herbes, une option à laquelle il s'oppose. « J'ai toujours été très préoccupé par la conservation du sol, et ce travail intensif le dégrade », souligne le producteur de Saint-Marthe, en Montérégie.

Pour parvenir à ce difficile équilibre, il fait équipe avec Louis Pérusse, agronome du réseau SCV Agrologie, et **Marc Lucotte**, professeur au Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Ensemble, ils expérimentent le semis direct sur couverture végétale (SCV). La démarche consiste à semer sans labourer du maïs ou du soya dans une plante de couverture, comme de la luzerne, qui empêche la germination de mauvaises herbes. « Par contre, personne n'avait encore regardé si les plantes de couverture pouvaient permettre de réduire les doses de pesticides », signale Marc Lucotte.

Mike Verdonck consacre 2 de ses 840 hectares à l'étude. Cette superficie est divisée en neuf sections, où sont testées différentes rotations de cultures avec ou sans plantes de couverture.

« Ce n'est pas facile », reconnaît Mike Verdonck. Bien que les plantes de couverture n'aient pas gêné le blé ou le soya, la luzerne a, de son côté, livré une rude compétition au maïs pour ce qui est des ressources en eau au cours des deux derniers étés arides. Les résultats ne sont pas décourageants pour autant. « On est capables d'avoir des rendements équivalents avec la dose minimale de glyphosate », indique Marc Lucotte. C'est loin d'être anodin. Le ministère de l'Environnement

et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec estime, à partir de la quantité de glyphosate vendue en 2016, que l'herbicide est arrosé sur 1 750 000 hectares dans la province. Or, il est surtout épandu dans les champs de maïs et de soya... qui n'occupent que 745 000 hectares. Cela signifie que le produit est utilisé plus souvent, ou alors à une dose plus élevée, que suggéré.

Grâce à la méthode du SCV, Mike Verdonck procède à un seul épandage de glyphosate, alors qu'il faut habituellement effectuer deux ou trois passages pour arriver au même résultat. En revanche, les mauvaises herbes gagnent le combat lorsque sont appliqués deux fois moins d'herbicides que la dose minimale recommandée par le fabricant. Néanmoins, Marc Lucotte ne perd pas espoir. « Les plantes de couverture améliorent immensément les fonctions des sols, que ce soit la rétention d'eau, la biodisponibilité du phosphore ou la présence de vers de terre, observe-t-il. Dans quelques années, cela permettra de diminuer encore plus l'usage des pesticides. »

LES ENNEMIS DE NOS ENNEMIS

Si certaines personnes sèment des plantes pour réduire l'utilisation d'herbicides, d'autres remplacent les insecticides par des insectes ! Les Fermes Longprés, situées dans la municipalité de Les Cèdres,

La santé des végétaux



À gauche : Julie Ruiz, sociologue à l'UQTR, en compagnie de l'agronome Samuel Comtois et de l'agriculteur Hugo Landry. Ce dernier participe au projet AcadieLab. À droite : un syrphe d'Amérique, qui peut combattre le puceron de la digitale.



en Montérégie, n'utilisent pas de pesticides depuis longtemps. « Mais, certaines années, on avait énormément de pucerons de soya, et cela baissait nos rendements », raconte Thomas Dewavrin, ancien président de l'entreprise.

Au milieu de la décennie 2000, il a remarqué que ces ravageurs créaient moins de dommages en bordure des champs, là où sévit une de leurs ennemies naturelles : la coccinelle. « Je ne suis pas du tout entomologiste », souligne l'agriculteur, qui a donc fait appel au Laboratoire de lutte biologique de l'UQAM.

Le professeur **Éric Lucas** et **Geneviève Labrie**, son étudiante, ont aménagé en 2006 une portion de leurs terres en alternant des rangées de soya, de blé, de maïs et de vesce, certaines de 18 mètres de largeur et d'autres, de 36 mètres. Le but d'une telle disposition : tenter d'attirer la migration d'insectes, dont des coccinelles.

Les résultats, publiés en 2016 dans la revue *Agriculture, Ecosystems & Environment*, montrent que la méthode se révèle un succès : la quantité de pucerons de soya dans l'aménagement expérimental était de 33 à 55 % moindre que celle relevée dans les parcelles témoins de 180 mètres de largeur au cours des années de forte infestation. « On peut avoir assez d'insectes pour contrôler les ravageurs », conclut Thomas Dewavrin.

Tout, ou presque, reste encore à être découvert au sujet de ces insectes « combattants ». Or, Éric Lucas s'inquiète que plusieurs d'entre eux soient éliminés par les pesticides visant leurs proies, ce qui rend les plantes plus vulnérables aux ravageurs. Son laboratoire se presse donc d'identifier ces alliés négligés.

Récemment, il a démontré qu'une mouche précise pourrait changer la donne dans les serres : le syrphe d'Amérique. Celui-ci s'attaque au puceron de la digitale, qui dévaste entre autres les cultures d'aubergines, de laitues, de poivrons et de tomates. « C'est un organisme fantastique, car il se reproduit à basse température », souligne Éric Lucas. Les résultats de ses travaux, publiés dans le *Journal of Insect Science* en 2019, témoignent que cette espèce se multiplie à partir de 12 °C. Le syrphe d'Amérique pourrait donc se révéler efficace même avec le froid rencontré dans les serres en hiver ! Une entreprise analyse actuellement le coût de production de cet insecte, car s'il est trop élevé, les agriculteurs hésiteront à adopter la petite mouche, reconnaît Éric Lucas.

LABORATOIRES VIVANTS

L'argent n'est pas le seul frein à l'adhésion à des pratiques agricoles plus écologiques. « Les chercheurs ont une idée, la diffusent puis espèrent qu'elle va générer des changements, observe **Julie**

Ruiz, professeure au Département des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Cela a très bien fonctionné tant qu'il était question d'améliorer la productivité des agriculteurs et de simplifier leur travail, mais dès qu'on s'attaque à des enjeux environnementaux, ça ne marche plus. »

En 2015, des agronomes et biologistes de l'entreprise PleineTerre ont communiqué avec la sociologue. Leur souci : des agriculteurs ne s'approprient pas les projets qu'ils coordonnent pour améliorer la qualité de l'eau à l'échelle d'un bassin versant en Montérégie. Pour le projet visant particulièrement la rivière L'Acadie, Julie Ruiz a suggéré l'approche des laboratoires vivants (*living labs* en anglais), qui implique dès le départ les acteurs concernés dans la création des solutions. Dans des ateliers, les animateurs ne présentent pas d'emblée des constats environnementaux, mais écoutent les producteurs, tout en centrant les échanges autour des pratiques agricoles. « Ils font alors partie de la solution plutôt que du problème », indique la professeure.

« Si la première réunion avait été une séance de critiques acerbes envers les producteurs, il n'y aurait pas eu grand monde à la suivante », reconnaît Hugo Landry, un agriculteur parmi la soixantaine qui prennent part à l'heure actuelle au projet baptisé AcadieLab. Les discussions ont



mené l'ensemble des acteurs à adopter un objectif concret et facile à observer : la réduction des matières en suspension dans la rivière L'Acadie. Ainsi, ils s'attaqueront autant à la pollution du phosphore qu'aux pesticides et à l'érosion du sol.

Bientôt, les producteurs pourront télécharger une application, créée en collaboration avec l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. À partir de données sur le sol et les cultures, l'appli calculera les effets de différentes méthodes visant à limiter l'érosion et le lessivage, ce qui se produit lorsque l'eau de pluie ou le vent transportent des portions de sol et des sédiments jusqu'au

cours d'eau. Elle estimera la quantité de sols qui, ainsi, ne se retrouveront pas dans la rivière grâce à l'adoption de pratiques comme la réduction du labourage, l'aménagement d'une bande riveraine ou le recours à des plantes de couverture. Toutefois, à la demande d'agriculteurs, ce nombre ne s'affichera pas en kilogrammes, mais plutôt en bennes de camion remplies de terre, question de parler leur langage. « Ce modèle fait par la science deviendra facile à utiliser, souligne Julie Ruiz. Ça n'a l'air de rien, mais c'est majeur. Il n'y a rien de pire qu'un outil avec un énorme potentiel dont les gens ne peuvent pas se servir. » ●

QUAND LES PROMOTEURS PRENNENT LA CLÉ DES CHAMPS

En janvier 2020, la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) a sonné l'alarme : l'étalement urbain s'intensifie au pourtour du Grand Montréal, menaçant au passage des milieux naturels et des terres agricoles. Depuis 2015, la CMM évalue que 7 000 personnes quittent chaque année la métropole pour s'installer dans cette périphérie.

Selon **Marie-Claude Prémont**, professeure à l'École nationale d'administration publique (ENAP), tant le problème que la solution résident dans les politiques publiques. « Un promoteur qui dispose d'une terre agricole, qui espère la lotir, la développer et faire des gains financiers importants ne pourra y arriver sans que les investissements publics le permettent », souligne-t-elle. En effet, ces nouveaux quartiers ne peuvent fleurir sans le prolongement du réseau d'aqueduc, le pavage de rues, l'agrandissement d'usines de traitement des eaux usées, la construction de sorties d'autoroute, etc. Autant de travaux dont les contribuables finissent par payer la facture, alors que celle-ci pourrait être refilée aux promoteurs.

De fait, il existe des pouvoirs pour intégrer ces coûts au prix des maisons. Ainsi, les promoteurs, et non la collectivité, assumeraient les dépenses publiques générées par leurs projets. Inspirés du principe du « pollueur-payeur », ces mécanismes dissuaderaient les acquéreurs de s'installer toujours plus loin en les confrontant au prix réel de ce choix. Néanmoins, les municipalités n'utilisent presque pas ces pouvoirs, a constaté Marie-Claude Prémont dans un rapport rédigé avec sa collègue **Fanny Tremblay-Racicot** et remis en avril 2020 à Transition énergétique Québec. Or, sans exiger de telles redevances, « on crée l'illusion que ça coûte moins cher une nouvelle maison unifamiliale en banlieue qu'en ville », souligne-t-elle. « À l'exception des régions éloignées ou en difficultés financières, il ne devrait y avoir aucun nouveau développement qui soit autorisé sans que les coûts soient internalisés. » **E.P.E**

La santé des végétaux

GAZON MAUDIT ?

Pour éviter de voir nos pelouses envahies par les mauvaises herbes et les vers blancs, la solution est simple : tondre notre gazon moins court

— et moins souvent. **Par Etienne Plamondon Emond**



u printemps 2013, la plupart des pelouses de Trois-Rivières Ouest avaient mauvaise mine. « Les gens raclaient leur terrain, puis le gazon

levait entièrement; ils étaient sur du sable », se souvient **Raphaël Proulx**, professeur au Département des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Après cette observation faite lors d'une balade en voiture, il s'est mis à photographier le plus de cours avant possible dans les environs avec l'aide d'un étudiant. Le constat était alarmant : l'herbe était morte sur plus des deux tiers des surfaces gazonnées. Comment expliquer cette dévastation ? L'été 2012 avait été particulièrement sec, et le nombre de vers blancs avait atteint un sommet. Le professeur a poursuivi ses recherches et ajoute aujourd'hui une autre explication : les propriétaires ont tondu leur gazon trop court... et trop fréquemment.

Il en est arrivé à cette conclusion après avoir mis sur pied un projet expérimental avec la Ville de Trois-Rivières. Le but : évaluer les effets d'une gestion très intensive et, inversement, peu intensive des espaces gazonnés. Il a comparé ses résultats avec ceux d'autres études réalisées sur le même sujet en Europe, en Australie et en Amérique du Nord dans une méta-analyse publiée en 2019 dans le *Journal of Applied Ecology*.

Aussi contre-intuitif que cela puisse paraître, la réduction des tontes aiderait à combattre plus efficacement les mauvaises herbes. « L'herbe à poux, par exemple, n'est pas en mesure de faire compétition aux graminées et aux plantes des prairies [qui composent les pelouses, NDLR]. Si on laisse pousser le gazon, cette mauvaise herbe disparaîtra tranquillement », affirme le chercheur.

PLAFOND DE VERS

Passé un certain point de bascule, une tonte moins intensive a aussi un effet immédiat sur les larves de coléoptères. « On observe une réduction rapide de celles-ci », explique Raphaël Proulx. Ceux qu'on appelle communément « vers blancs » peuvent décimer des surfaces gazonnées lorsqu'ils se trouvent en grand nombre. Or, le gazon n'est pas leur niche de prédilection : ils préfèrent les sols secs et bien drainés. « Laisser pousser les pelouses, ça garde l'humidité et ça enrichit le sol en matière organique », indique le professeur. De plus, des herbes longues attirent certains prédateurs des vers qui viendront leur donner un coup de grâce. La biodiversité se révèle du même souffle enrichie, notamment en insectes pollinisateurs.

Les municipalités y trouveraient elles aussi leur compte. Selon l'étude, si la Ville de Trois-Rivières réduisait du tiers sa fréquence de coupe, elle économiserait plus de 300 000 \$ annuellement. S'il n'en tenait qu'à lui, Raphaël Proulx suggérerait de ne tondre une pelouse qu'à deux reprises dans une même année, voire tout au plus trois ou quatre fois aux endroits très fréquentés.

Nos terrains deviendraient ainsi plus résilients face aux changements climatiques. Dans ses travaux actuels, Raphaël Proulx remarque en effet que la température du sol se réchauffe moins rapidement avec une tonte moins intensive. Comme toute plante, les graminées à gazon utilisent leurs feuilles courtes pour capter du dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère afin de développer leur partie souterraine. « Si on enlève continuellement cette partie aérienne, on affaiblit tout le système racinaire de la plante, et cette dernière dans son ensemble, ce qui la laisse extrêmement vulnérable. » Voilà qui est dit : l'an prochain, allons-y mollo avec la tondeuse ! ●

« Laisser pousser les pelouses, ça garde l'humidité et ça enrichit le sol en matière organique. »

— Raphaël Proulx,
professeur à l'UQTR



L'ARBRE QUI CACHE LA FORÊT... DE SOLUTIONS

L'une des clés de la lutte contre les changements climatiques résiderait-elle dans les liens unissant les arbres à leur habitat naturel? Deux chercheurs en font la démonstration.

Par Maxime Bilodeau

SYLVICULTURE TACTIQUE

On associe plus souvent la science des réseaux complexes à l'informatique qu'à la foresterie. Pourtant, les forêts sont des systèmes qui, loin d'être simples, sont régis par des processus écologiques aussi hasardeux qu'incertains. En effet, cette théorie ouvre la voie à de meilleurs aménagements forestiers, car elle est plus globale que les approches sylvicoles actuelles basées sur l'ordre et la prédictibilité, lesquelles tendent à perdre de leur efficacité avec les changements climatiques.

« Les forêts les mieux connectées entre elles sont celles où la biodiversité — un facteur de résilience et de productivité

— est la plus élevée. Nous nous rendons compte qu'un peuplement doté de plusieurs espèces aux traits multiples favorise la bonne santé des forêts environnantes par une plus grande connectivité; il agit comme source centrale de graines pour les peuplements voisins qui subissent des perturbations, par exemple des maladies exotiques », illustre **Élise Filotas**, professeure au Département Science et Technologie de l'Université TÉLUQ.

Intervenir auprès de peuplements spécifiques aurait donc comme effet de bénéficier à l'ensemble d'un territoire. Afin de valider cette hypothèse, Élise Filotas

et ses collaborateurs mènent des projets de modélisation numérique sur un site expérimental de 300 000 hectares de forêt tempérée et fragmentée qui se trouve dans les Bois-Francis.

« Nous y simulons différents scénarios de perturbations climatiques, aussi bien optimistes que pessimistes, puis nous en évaluons les conséquences, indique-t-elle. Nous espérons tirer de ces travaux des recommandations très ciblées d'aménagements sylvicoles du territoire, de manière à rendre celui-ci moins sensible aux effets des changements climatiques. » ●

PLUS QUE DE SIMPLES HAIES

Les vastes champs qui s'étendent à perte de vue pourraient un jour être de l'histoire ancienne. C'est du moins ce que laissent croire les travaux menés par **David Rivest**, professeur en écologie des sols et en agroforesterie à l'Université du Québec en Outaouais (UQO). Cet expert étudie les systèmes agroforestiers intercalaires (SAI), des rangées d'arbres espacées les unes des autres, de manière à permettre la culture de végétaux dans les allées ainsi créées. L'un des avantages des SAI? Ils pourraient modérer les effets négatifs des extrêmes climatiques sur les cultures.

Depuis une décennie, David Rivest s'intéresse de près aux SAI de deuxième génération, mieux adaptés à la réalité des grandes cultures agricoles; ainsi, les rangées d'arbres y sont plus espacées

(de 25 à 40 m) que dans les SAI dits de première génération (de 8 à 15 m). « Il ne faut pas complexifier les opérations de l'agriculteur; un producteur de maïs doit par exemple être en mesure de circuler avec sa rampe de pulvérisation. Il y a aussi des questions de compétition entre les arbres et les cultures pour les ressources », explique-t-il.

À Baie-du-Febvre, les propriétaires de la Ferme Bertico hébergent depuis 2012 un SAI de deuxième génération. Ces producteurs laitiers cultivent notamment du maïs, du soya et de la luzerne. Dans ce laboratoire agricole, David Rivest compare les performances de six espèces de feuillus, plantés à 5 m les uns des autres sur le rang. L'enjeu est de taille: l'ajout de rangées d'arbres sur la parcelle à l'étude

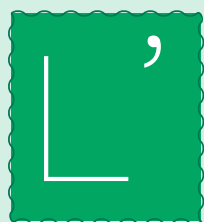
entraîne une perte d'espace cultivable d'environ 3%. De quoi ronger des marges de profit déjà très minces... Pourtant, les arbres n'affectent pas la productivité des cultures.

David Rivest a tiré différentes mesures de ses travaux, comme les rendements en grains, et elles se révèlent semblables à celles d'une parcelle agricole témoin de la même ferme à l'an 4 du projet. Ces résultats sont comparables à ceux qui ont été observés sur cinq autres sites expérimentaux au Québec. L'été 2020 a par ailleurs été un bon test pour les SAI: « Ils ont atténué les effets négatifs de la sécheresse qui a frappé la province en juin sur les cultures fourragères en permettant une meilleure rétention d'eau dans les sols », signale le professeur. ●

LE SOL, CE Puits DE CARBONE INSOUÇONNÉ

Pour limiter le réchauffement climatique, pourquoi ne pas miser sur le plancher des vaches ?

Par Maxime Bilodeau



une des solutions aux changements climatiques? Vous marchez dessus tous les jours sans même le savoir.

Vincent Poirier, professeur à l'Université du Québec en

Abitibi-Témiscamingue (UQAT), s'intéresse au sol et à son pouvoir de séquestration du carbone. Après les océans, la surface de la Terre — surtout ses six premiers mètres, constellés de racines — représente le deuxième plus grand réservoir d'émissions de gaz à effet de serre (GES) de toute la biosphère. Même les forêts et l'atmosphère réunies ne lui arrivent pas à la cheville!

«Le CO₂ [dioxyde de carbone] entre dans les sols sous la forme de biomasse morte. Les racines des végétaux à la surface la décomposent, entre autres grâce à l'action de macro et de microorganismes», explique le chercheur. La capacité de stockage et d'emprisonnement des sols dépend donc en grande partie de l'enracinement des plantes. Plus leurs racines sont profondes, plus les sols peuvent stocker de carbone, et ce, sur une plus longue durée. «Le potentiel de séquestration des couches profondes est énorme, parce qu'elles sont moins saturées de matières organiques que les couches superficielles», indique-t-il.

METTRE LE BÉTAIL À LA TÂCHE

Dans son laboratoire de l'Unité de recherche et de développement en agroalimentaire en Abitibi-Témiscamingue, situé à Notre-Dame-du-Nord, Vincent Poirier planche sur des stratégies qui visent à faire augmenter le potentiel de séquestration de GES des sols. Par exemple, divers mélanges fourragers, combinant de la luzerne avec des graminées (comme le pâturin des prés et l'alpiste roseau), peuvent-ils avoir un effet sur le stockage de carbone et la biomasse racinaire? Et qu'arrive-t-il si, en plus, on met à la tâche les animaux de pâturage?

Vincent Poirier a tenté de répondre à ces questions à l'aide d'une expérience menée sur trois années consécutives. Les résultats suggèrent un effet positif de la paissance en rotation, qui consiste à déplacer quotidiennement le bétail d'une parcelle à une autre, de manière à offrir un temps de repos aux plantes. «Comparativement au pâturage en

continu, le développement de systèmes racinaires et la composition chimique des sols sont meilleurs. Cela s'explique par la formation répétée d'une fine couche de matières organiques due aux excréments des bêtes et aux végétaux piétinés de même que par le stress moindre subi par les plantes, moins broutées au final», expose-t-il.

À terme, ces travaux pourraient aider à atténuer le lourd poids écologique de la chaîne de production de viande bovine et déboucher sur des recommandations agronomiques inédites. Leur intérêt va toutefois bien au-delà du seul domaine agricole. «Le carbone, lorsque séquestré sous nos pieds, ne réchauffe pas le climat, rappelle Vincent Poirier. Surtout, il assure la bonne santé globale des sols et de ce qui pousse en surface.» En somme, des travaux «gagnant-gagnant», autant pour l'humanité que pour Mère Nature. ●

Vincent Poirier,
professeur à l'UQAT

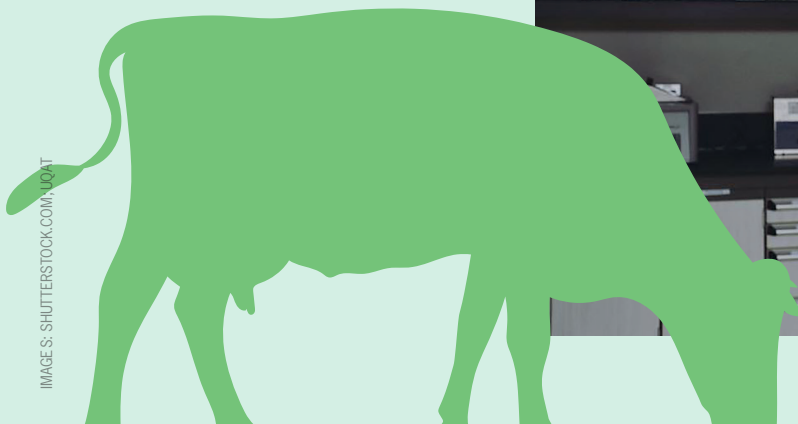


IMAGE S: SHUTTERSTOCK.COM, UQAT



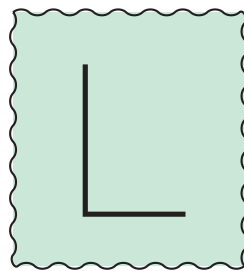
LES SECRETS DES PINS GRIS DE KAMOURASKA

Guillaume de Lafontaine remonte le fil du temps pour comprendre la régénération singulière de ces arbres.

Par Maxime Bilodeau

12

IMAGES : SHUTTERSTOCK.COM



es cabourons, ces collines typiques du Kamouraska, ne fascinent pas que les touristes. Les vieilles forêts de pins gris qui les coiffent, des

arbres malingres au tronc tordu peu communs sur la rive sud du Saint-Laurent, retiennent aussi l'attention de **Guillaume de Lafontaine**, professeur à l'Université du Québec à Rimouski (UQAR). L'été dernier, ce spécialiste de la paléocologie et son équipe ont creusé le sol rocheux de ces cabourons afin d'y dénicher du charbon de bois, un vestige de feux de forêt qui pourrait remonter à des centaines, voire à des milliers d'années. Puis ils ont récolté des cônes de pins gris, ces fameuses « cocottes ».

« Nous devions initialement nous intéresser à la marge nordique de l'aire de répartition du pin gris, un arbre caractéristique de la forêt boréale. La COVID-19 nous a cependant forcés à réviser nos plans et à nous attarder à sa limite sud », raconte le chercheur. C'est un mal pour un bien : les cônes des pins gris du Bas-Saint-Laurent ont comme particularité de s'ouvrir une fois rendus à maturité. En temps normal, ils nécessitent une très forte chaleur, soit plus de 50 °C, pour libérer leurs graines. C'est d'ailleurs pourquoi les pins gris poussent souvent à la suite de feux de forêt.

« Les peuplements du Kamouraska sont donc capables de se régénérer sans incendie. C'est comme si ces arbres s'étaient adaptés à un faible régime de feux propre à la marge sud de leur aire de répartition », explique Guillaume de

Lafontaine. Ce trait singulier pourrait se révéler une bonne nouvelle alors que le réchauffement climatique pousse les feuillus à migrer vers les forêts boréales du Nord. « Il y aura vraisemblablement moins de feux de forêt le long de ce front migratoire. Les pins gris dotés de cette capacité à s'ouvrir à maturité seraient donc avantagés », avance-t-il.

REGARD SUR LE PASSÉ

Les scientifiques ignorent cependant si ce trait de caractère est héréditaire ou acquis. Même chose en ce qui concerne la capacité migratoire du pin gris, qui est mal comprise. Les travaux d'écologie rétrospective de Guillaume de Lafontaine, dont les résultats ne sont pas encore connus, visent à élucider ces mystères. « En datant le charbon de bois récolté sur les cabourons, nous pourrions déterminer depuis quand s'y trouvent des pins gris. En outre, nous analyserons le génome des cônes de pins gris », décrit-il.

Ce regard dans le rétroviseur est riche en renseignements sur les défis que doivent aujourd'hui relever les végétaux. Surtout, il ouvre une fenêtre inédite sur leur réponse éventuelle aux soubresauts soudains du climat, notamment par l'entremise de projections numériques sur la migration future de plusieurs espèces, dont le pin gris. « Jusqu'à il y a environ 11 700 ans, la Terre a connu des épisodes répétés de glaciation et de réchauffement climatique, dont certains s'apparentent à ceux que nous connaissons actuellement. La paléocologie peut en ce sens nous aider à mieux comprendre les effets des changements climatiques actuels sur la flore », conclut Guillaume de Lafontaine. ●

MINUTE, PAPILLON!

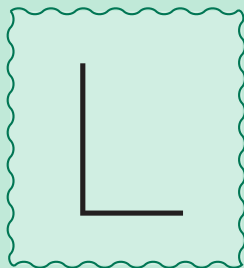
Des chercheurs rivalisent d'ingéniosité pour combattre des insectes qui, à la faveur du réchauffement climatique, ravagent les champs et les forêts du Québec. Par Maxime Bilodeau



Karem Chokmani, professeur à l'INRS, s'attaque au doryphore de la pomme de terre à l'aide de drones.



13



Le doryphore de la pomme de terre porte bien son nom. Ce coléoptère de 10 à 12 mm de longueur est capable de ruiner un champ du populaire légume

tuberculeux si on lui en laisse l'occasion. Dans les seuls États de New York et du Wisconsin, deux ou trois générations de « bibittes à patates » voient le jour chaque année! En raison du réchauffement climatique, les régions de la Capitale-Nationale et de Lanaudière, où l'on cultive le plus grand nombre de pommes de terre dans la Belle Province, auront un climat semblable d'ici l'horizon 2050; elles devront donc plus que jamais faire face à ce ravageur, au grand désespoir des agriculteurs.

« Il en coûte environ 50 \$ par hectare pour traiter un champ contre cet insecte. Au Québec, où certains producteurs cultivent la pomme de terre sur 1 000 hec-

tares, cela représente des investissements colossaux », affirme **Karem Chokmani**, professeur au Laboratoire de télédétection environnementale par drone de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS). En collaboration avec l'entreprise Patates Dolbec, l'équipe du chercheur mise sur l'apprentissage profond, une branche de l'intelligence artificielle, pour dépister les larves de doryphore avant qu'elles ne saccagent un champ.

« Nous avons entraîné un algorithme à détecter le ravageur du haut des airs grâce à une base de données d'environ 1 000 images. Puis nous l'avons mis à l'épreuve devant des images d'une parcelle infestée de Sainte-Anne-de-la-Pérade qui ont été collectées par un drone commercial muni d'une caméra à haute définition », raconte Karem Chokmani. Après quelques essais et erreurs pour déterminer la vitesse et l'altitude de vol du drone de même que le réglage optimal de l'appareil photo, l'opération s'est révélée efficace : le taux de succès de détection frôle les 90 %.

Simple et peu coûteuse, cette méthode de dépistage automatique remplace avantageusement l'inspection visuelle des parcelles effectuée en temps normal par les producteurs de pommes de terre. Elle permet en outre d'obtenir une carte d'infestation quelques heures à peine après le vol du drone, ce qui ouvre la voie à un épandage ciblé d'insecticides. La prochaine étape de ce projet de recherche, financé notamment par le Consortium de recherche sur la pomme de terre du Québec, est d'opérationnaliser la méthode de manière à la rendre accessible.

ODEUR DE BIÈRE

Les insectes ravageurs s'en prennent aussi aux forêts. L'exemple de l'agrile du frêne est éloquent : depuis l'arrivée de ce coléoptère en Amérique du Nord, au début des années 2000, plus de 100 millions de frênes ont été abattus. L'hécatombe se poursuit encore aujourd'hui alors que 18 000 frênes ont connu ce triste sort en 2019 à Montréal, soit le double de l'année précédente. Fait intéressant : dans la phase

Claude Guertin, directeur du Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie de l'INRS et spécialiste de l'écologie microbienne et de l'entomologie



initiale d'une infestation par l'agrile, le bois du frêne dégage une forte odeur de fermentation, semblable à celle de la bière. Il suffit d'enlever une couche d'écorce pour la humer.

« Au début d'une attaque, l'arbre se défend en sécrétant des terpènes en forte concentration. Ce sont des molécules volatiles toxiques pour le ravageur. Pour les combattre, l'insecte compte sur un petit écosystème de champignons, de bactéries et de levures qu'il transporte », explique **Claude Guertin**, directeur du Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie de l'INRS et spécialiste de l'écologie microbienne et de l'entomologie. Les microorganismes associés aux insectes favorisent ainsi la colonisation et la survie de leur hôte sous l'écorce.

Claude Guertin croit que l'étude de la communauté microbienne de l'agrile du frêne au fur et à mesure d'une infestation pourrait fournir des indications sur la marche à suivre en matière de traitement de l'arbre. « Un frêne qui semble sain visuellement peut être ravagé dès l'année suivante. La caractérisation des bactéries, des levures et des champignons filamenteux associés à l'agrile donne l'heure juste sur l'infestation et sur la marche à suivre, notamment en ce qui concerne les stratégies de lutte biologique à déployer »,

souligne-t-il. Par exemple, le chercheur met à l'épreuve certains champignons toxiques pour freiner le travail de sape de l'agrile.

FORESTERIE NOUVEAU GENRE

Le frêne n'est toutefois pas le seul arbre vulnérable aux insectes ravageurs. De fait, on estime que non seulement une quarantaine de ces parasites, mais aussi des maladies exotiques sèmeront la pagaille dans les forêts du Québec au cours des 50 prochaines années. « L'érable à sucre, une espèce emblématique de nos forêts, pourrait par exemple être décimé par le longicorne asiatique d'ici les prochaines décennies si rien n'est fait », s'alarme **Christian Messier**, professeur au Département des sciences naturelles de l'Université du Québec en Outaouais (UQO). Il cite un rapport de l'Union internationale pour la conservation de la nature qui, en 2019, avançait que plus de 40 % des espèces d'arbres d'Europe présentent un « risque élevé d'extinction », notamment en raison des infestations d'insectes ravageurs.

Pour freiner ces épidémies, le titulaire de Chaire de recherche industrielle CRSNG-Hydro-Québec sur le contrôle de la croissance des arbres fait de la biodiversité son cheval de bataille. Il prône un type de foresterie en rupture avec celle qui est pratiquée à l'heure actuelle, où la repousse de quelques essences commerciales

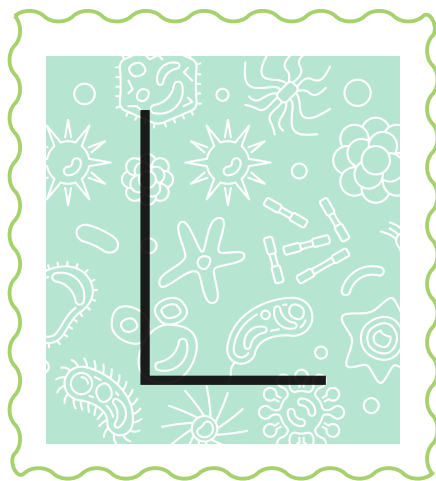
prisées — le pin gris et les épinettes, entre autres — est favorisée. « L'idée est plutôt de planter un maximum d'espèces différentes les unes des autres en ce qui a trait aux caractéristiques biologiques et aux origines génétiques. Comme un portefeuille d'actions variées résiste mieux aux fluctuations de la bourse, une forêt diversifiée sera plus résiliente face aux changements globaux », compare-t-il.

Christian Messier base cette intuition sur plus de 10 années de travaux menés par IDENT, un réseau international de plantations de biodiversité qu'il a cofondé en 2009 à Sainte-Anne-de-Bellevue, sur l'île de Montréal. Aujourd'hui, IDENT a des antennes à Auclair, à Sault-Sainte-Marie, au Minnesota et en Europe, et il devrait étendre sous peu ses racines en Amérique du Sud et en Afrique. L'idée derrière ces sites est d'étudier l'effet de la diversité des aménagements d'arbres sur une foule de caractéristiques, par exemple la taille des semences, le taux de photosynthèse ainsi que le début et la fin de la période de croissance annuelle. « Nous en sommes rendus à soumettre ces plantations expérimentales à des stress, comme l'introduction d'un insecte ravageur, puis à analyser leur réponse », conclut-il. Le longicorne asiatique et ses semblables n'ont qu'à bien se tenir! ●

GROS PLAN SUR LE DISCRET MICROBIOME DES PLANTES

La plante vit en symbiose avec des milliers de microorganismes. Des chercheurs s'intéressent à l'importance de ces liens pour la bonne santé du monde végétal.

Par Maxime Bilodeau



e microbiome humain, ça va, on connaît. Celui des plantes, par contre, ne jouit pas de la même notoriété. Il n'en demeure pas moins important pour la santé et la résilience du monde végétal face aux changements climatiques. « Une plante est peuplée de microorganismes qui influencent son comportement, comme des *Bacillus*, des champignons mycorhiziens et des rhizobiums. Ils colonisent les feuilles, les racines, les tiges, les fleurs et même l'intérieur de certaines plantes comme les céréales », explique **Étienne Yergeau**, spécialiste de l'écologie microbienne au Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS).

Les microorganismes qui tutoient les plantes ont longtemps été considérés comme des hôtes indésirables, voire pathogènes. L'avènement des méthodes de séquençage de l'ADN dans les deux dernières décennies a toutefois changé

la donne. « De nombreux taxons microbiens ne poussent pas en cultures, dans un laboratoire. La génomique nous a ouvert les yeux : nous passons à côté de la vaste majorité des microorganismes qui cohabitent avec les végétaux », indique **Steven Kembel**, professeur à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et titulaire de la Chaire de recherche du Canada sur les microbiomes de plantes.

DES PARALLÈLES ÉVIDENTS

Dans son petit champ expérimental situé à Laval — « un jardin », le taquinent ses collègues —, Étienne Yergeau, de l'INRS, est à même de constater cette riche diversité. Il y étudie les interactions entre des plants de blé et les microorganismes qui recouvrent leurs racines, la rhizosphère. Ces microbes ont une influence certaine sur les capacités de la plante à capter l'azote dans le sol et à gagner une haute teneur en protéines, synonyme de bonne qualité de grains. En fin de compte, cela améliore la qualité des farines boulangères et des produits qui en découlent, comme le pain, qui est plus riche en gluten.

« Nous avons récemment prouvé que des champs de blé du Québec fertilisés de manière similaire peuvent tout de même avoir des rendements très différents les uns des autres. La présence d'un certain type de microorganismes, qui oxyde l'ammoniac, faisait toute la différence en matière de captation d'azote », observe Étienne Yergeau. Même l'ajout de fertilisants ne changeait rien à la productivité respective de ces champs, précise-t-il, ce qui renforce l'idée selon laquelle le microbiome des plants importe plus que ce que les spécialistes

croyaient jadis. La quête pour un blé plus performant passerait donc par la mise au point de variétés capables de favoriser la prolifération de ces microorganismes qui facilitent la captation de l'azote. De quoi réjouir les adeptes de l'agriculture biologique, laquelle exclut le recours à la plupart des intrants chimiques, comme les pesticides. « Ces produits nuisent à la diversité microbienne des cultures. Il y a des parallèles à dresser avec l'utilisation d'antibiotiques à large spectre chez l'humain, qui tuent les bactéries dans l'intestin, bonnes ou mauvaises », explique Étienne Yergeau.

De la même manière, on trouve chez les végétaux l'équivalent des prébiotiques et probiotiques capables de modifier le microbiome intestinal humain... du moins en théorie. « De grandes multinationales se sont récemment lancées dans la commercialisation d'inoculum censés favoriser la croissance des plantes. Je doute cependant que l'ajout d'une seule souche bactérienne, comme ces entreprises le proposent, ait réellement le pouvoir de modifier leur microbiote », craint le chercheur, qui étudie à l'heure actuelle l'effet du stress hydrique sur le blé et les microorganismes que cette graminée héberge.

RÉVOLUTION À VENIR ?

Changements climatiques obligent, les végétaux seront de plus en plus aux prises avec des stress inédits, sous la forme de vagues de chaleur, de sécheresses et de pluies torrentielles, entre autres. Pour survivre, ils n'auront d'autre choix que de s'adapter, en migrant vers d'autres latitudes, par exemple. On ignore



cependant de quelle façon ces bouleversements influenceront la diversité et la structure de leur microbiome. « Nous en savons très peu sur la provenance des bactéries qui colonisent les plantes de même que sur leur rôle écologique. C'est pourtant fondamental : sans une bonne connaissance de ces liens, impossible de prédire leur réponse face à des événements écologiques extrêmes », souligne Steven Kembel, de l'UQAM.

Dans son laboratoire, le chercheur a donc décrit avec précision le microbiome de près d'une soixantaine d'espèces arborescentes qu'on trouve couramment au Québec, comme le chêne rouge ou l'épinette blanche. Jusqu'à maintenant, son équipe a démontré que la variation géographique du climat affecte grandement la diversité microbienne sur la surface des feuilles de ces arbres, ce qui peut avoir des répercussions aussi bien positives que négatives sur la santé des forêts. Par le passé, Steven Kembel et ses collègues ont par exemple prouvé que l'absence d'érables à sucre au-delà d'une certaine altitude semble liée à la disparition progressive de bactéries qui composent normalement leur microbiome au niveau de la mer.

À terme, ces études pourraient mener à des interventions bénéfiques pour la santé des végétaux. L'équipe de Steven

Kembel a entre autres observé que planter des courges à même un couvert végétal de seigle que l'on a fauché protège ensuite les cucurbitacées de certains agents pathogènes. « Notre hypothèse est que cette intervention est bénéfique pour la diversité bactérienne des courges. Nous pensons d'ailleurs que greffer ces souches microbiennes protectrices à des plants de courges à risque pourrait leur conférer une meilleure résistance aux infestations, un peu comme cela s'observe lors de transplantations fécales chez l'humain », avance le chercheur.

Chose certaine, on en est encore aux balbutiements de l'exploration du microbiome des plantes. Malgré les nombreuses questions encore non résolues, Steven Kembel croit que ce champ d'études sera à l'origine de nombreuses révolutions dans les décennies à venir : « Nous réalisons l'importance de la vie microbienne en agriculture et en foresterie, des domaines qui seront frappés de plein fouet par les changements climatiques, indique-t-il. Un nombre croissant d'études établissent même des liens entre le microbiome végétal, la biodiversité et l'incidence de certaines maladies chez l'humain. » Décidément, l'infiniment petit n'a pas fini de nous livrer ses secrets. ●



« Nous réalisons l'importance de la vie microbienne en agriculture et en foresterie, des domaines qui seront frappés de plein fouet par les changements climatiques. »

— Steven Kembel, professeur à l'UQAM

La santé des végétaux