

UQAM  
UQTR  
UQAC  
UQAR  
UQO  
UQAT  
INRS  
ENAP  
ÉTS  
TÉLUQ

**UQ** UNIVERSITÉ  
DU QUÉBEC

**LA RECHERCHE  
DANS LE RÉSEAU  
DE L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC**

# Cultiver autrement

EN CHEMIN VERS UNE  
AGRICULTURE DURABLE



## SOMMAIRE

- 3 Inégalités face aux changements
- 4 Pesticides : une refonte du système est nécessaire
- 6 « On perpétue un modèle du passé »
- 8 Apprivoiser le microbiote du sol
- 10 Ramener les arbres dans les champs
- 11 Place à l'agriculture de précision !
- 13 Des villes fertiles
- 15 Améliorer la culture en serre

## Préparer l'agriculture de demain

Comment nourrir la population aujourd'hui sans compromettre la capacité de produire demain ? bouleversements climatiques, dégradation des sols, perte de biodiversité, dépendance aux engrais et aux pesticides : les défis de l'agriculture sont nombreux et l'adoption de pratiques agricoles durables ne se fait pas du jour au lendemain.

Dans les universités, cependant, on travaille sur une multitude de solutions pour faciliter la transformation structurelle, sociale et écologique des systèmes de production alimentaire. Les arbres et les micro-organismes du sol deviennent de précieux alliés ; les capteurs et les algorithmes viennent prêter main-forte pour la gestion de l'eau et des intrants ; les serres et les fermes verticales font pousser les légumes au cœur des villes...

L'autonomie alimentaire du Québec est aussi au cœur de cette transition : les territoires nordiques, longtemps l'apanage des mines et de la foresterie, déploient leur potentiel agricole. Des serres écoénergétiques aux variétés de cultures résistantes au froid, en passant par les nouvelles méthodes de gestion des sols, la recherche sème aujourd'hui les bases d'une agriculture durable et résiliente à l'échelle de la province.

Ce dossier est inséré dans le numéro de juin 2026 du magazine *Québec Science*. Il a été financé par l'Université du Québec et produit par le magazine *Québec Science*.

Les dix établissements 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.

**Coordination :** Marine Corniou, Kathleen Lavoie, Bruno-Pierre Cyr et Etienne Carbonneau, en collaboration avec les dix établissements de l'Université du Québec

**Rédaction :** Maxime Bilodeau, Raphaëlle Corbeil, Maureen Jouglain, Laurence Niosi et Clara Villeneuve

**Révision-correction :** Christine Dumazet et Ariane Dupuis

**Direction artistique :** Danielle Sayer

**Photo de couverture :** Rebecca McKenna/Unsplash



# Inégalités face aux changements

Les régions du Québec sont-elles prêtes à affronter les changements climatiques? Un nouvel indice met en lumière des inégalités importantes.

Par **Raphaëlle Corbeil**

Sécheresses, ravageurs, inondations et vagues de chaleur fragilisent la production agricole. Sous la direction de **Terence Epule Epule**, professeur en agroclimatologie et adaptation aux changements climatiques à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT), une équipe a mis au point un indice pour évaluer la capacité d'adaptation aux changements climatiques de six régions du Québec. L'étude, récemment publiée dans *Nature Scientific Reports*, a permis de recenser celles qui sont les mieux – et les moins bien – préparées à faire face à ces défis.

## En quoi consiste cet indice et sur quelles données s'appuie-t-il?

Cet indice est un nouvel outil permettant aux chercheurs et chercheuses, au gouvernement, aux agriculteurs et agricultrices, etc., de suivre et d'évaluer la préparation du Québec face aux facteurs

de stress et aux extrêmes climatiques. Cet indice repose sur des données climatiques, telles que les précipitations, la température et les jours de gel, et sur des indicateurs de capacité d'adaptation, comme la littératie climatique et le revenu des ménages agricoles.

Ainsi, la préparation à l'adaptation dépend des conditions climatiques, qui sont relativement faciles à évaluer, mais aussi de la capacité d'adaptation des régions, ce qui n'est pas simple à mesurer. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur des variables indirectes, soit les taux d'alphabétisation et de pauvreté. Ces variables exercent une influence transversale sur la plupart des secteurs. L'objectif était de déterminer quelles régions, parmi six, sont les mieux préparées aux changements climatiques.

## Qu'avez-vous découvert?

Nos résultats montrent que les agriculteurs et agricultrices des régions

centrales, comme le Centre-du-Québec, la Montérégie et l'Estrie, sont mieux préparés aux changements climatiques que ceux des régions périphériques, comme l'Abitibi-Témiscamingue, l'Outaouais et le Saguenay-Lac-Saint-Jean. Dans les régions périphériques, le niveau de connaissances climatiques est plus faible et le taux de pauvreté est plus élevé que dans les régions centrales.

## Comment ce nouvel indice pourrait-il aider la province à se préparer?

Cet indice met en évidence le fait que l'amélioration des conditions socio-économiques des producteurs et productrices est le meilleur moyen de renforcer la résilience des systèmes agricoles face aux changements climatiques. Cela exige une meilleure connaissance et une meilleure sensibilisation au climat. Un ménage est moins vulnérable lorsqu'il dispose de réseaux lui permettant d'obtenir des informations sur le stress climatique, de lire et de comprendre les données météorologiques, ou tout simplement d'accéder aux résultats de recherches telles que les nôtres.

Par ailleurs, les productrices et producteurs situés dans des régions plus prospères ont généralement un meilleur accès à des variétés résistantes à la sécheresse et à des infrastructures comme l'irrigation, ce qui renforce leur capacité d'adaptation. Il est fortement recommandé que les mesures politiques se concentrent sur ces indicateurs socioéconomiques, qui contribueront à bâtir des systèmes agricoles résilients. ■





4

## Pesticides : une refonte du système est nécessaire

Difficile de parler d'agriculture durable sans s'interroger sur l'usage des pesticides. Deux expertes dressent un constat préoccupant : lacunes dans les données disponibles, sous-évaluation des risques cumulés et cadre réglementaire inadéquat face aux réalités actuelles.

Par Laurence Niosi

Avec près d'un million d'hectares de maïs et de soya cultivés de façon industrielle au Québec, atteindre les objectifs de réduction de pesticides pose un défi majeur. Mais avant même de parler de transition agricole, encore faut-il savoir ce que l'on épand réellement dans les champs.

Pour la sociologue **Louise Vandelac**, le véritable angle mort du débat sur les pesticides réside dans l'opacité des données et dans les failles du système d'évaluation réglementaire.

« Il y a une sous-estimation chronique des quantités épandues », affirme la professeure au Département de

sociologie et à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal (UQAM). Les données de Santé Canada font état d'environ 300 000 kg de glyphosate vendus annuellement. Or, d'après les informations obtenues par son équipe en 2023 à la suite de demandes d'accès à l'information, les ventes atteindraient plutôt 469 000 kg, et jusqu'à 1,17 million de kilogrammes si l'on tient compte de l'ensemble des formulations commerciales d'herbicides à base de glyphosate. Cela représenterait près de quatre fois les quantités déclarées pour la seule matière active.

En effet, le glyphosate commercial n'est pas qu'une molécule isolée. Les produits disponibles sur le marché contiennent des coformulants – surfactants, métaux lourds, comme l'arsenic, le chrome, le nickel ou le cobalt – ainsi que d'autres composés rarement intégrés aux évaluations réglementaires. Certaines de ces substances sont interdites dans l'Union européenne en raison de leur toxicité. « Nos formulations commerciales peuvent être jusqu'à 1000 fois plus toxiques que la molécule évaluée seule », précise Louise Vandelac.

À cela s'ajoute l'effet des cultures génétiquement modifiées, conçues pour tolérer des doses élevées d'herbicides. Elles peuvent recevoir jusqu'à 25 % de glyphosate supplémentaire, ce qui accroît l'exposition des sols, de l'eau et des populations. Pour la chercheuse, l'enjeu n'est donc pas uniquement quantitatif : il concerne aussi les effets cumulatifs, les interactions entre substances et les transformations ultérieures dans l'environnement. « Parler de risques "acceptables" n'a pas de sens si l'on ignore les effets cocktails, les biotransformations et les limites planétaires déjà dépassées », souligne-t-elle.

Elle remet également en cause le fonctionnement des instances réglementaires. Lors de la réévaluation du glyphosate en 2017, Santé Canada s'est appuyée sur des études souvent produites par l'industrie elle-même, dont l'une, très influente, a même été rétractée

fin 2025 (en raison de conflits d'intérêts entre les scientifiques signataires de l'étude et Monsanto, producteur du Roundup et de son principe actif, le glyphosate). Les révélations des Monsanto Papers (un ensemble de documents de la compagnie rendus publics à partir de 2017) ont d'ailleurs montré comment certaines données ont pu être orientées pour soutenir l'homologation des herbicides à base de glyphosate.

Selon Louise Vandelac, la réponse ne se limite donc pas à réduire les volumes. Elle passe par une refonte complète des processus d'évaluation, une transparence accrue sur les formulations intégrales et un soutien public réel à la transition vers des pratiques agricoles utilisant le minimum d'intrants.

## LES PESTICIDES NE S'ARRÊTENT PAS AUX CHAMPS

Le devenir des pesticides dans les écosystèmes préoccupe également **Lise Parent**, professeure en sciences de l'environnement à l'Université TÉLUQ et spécialisée en écotoxicologie aquatique. Elle s'intéresse aux pesticides depuis une dizaine d'années, après avoir constaté que les concentrations et les quantités utilisées continuaient d'augmenter.

Ses travaux menés en Montérégie ont révélé la présence généralisée de pesticides dans les rivières, mais aussi, et surtout, de leurs produits de transformation. Ces composés, formés lors de la dispersion des produits dans l'environnement, représentent une part importante de la contamination totale et peuvent être aussi, voire plus toxiques que les molécules d'origine. Or, la surveillance réglementaire se concentre principalement sur les ingrédients actifs déclarés, ce qui laisse dans l'ombre une portion importante de l'exposition réelle.

En laboratoire et sur le terrain, son équipe a également démontré que les mélanges de pesticides produisaient des effets cumulatifs chez les organismes aquatiques. Des moules exposées en aval de zones agricoles présentaient des altérations biologiques mesurables en

peu de temps. « On est déjà alarmés par les concentrations, mais on le serait encore plus si on intégrait pleinement les effets combinés », souligne la chercheuse. Cette réalité remet en question l'approche classique d'évaluation substance par substance.

Lise Parent connaît bien les leviers réglementaires. Elle a travaillé au Plan d'action Saint-Laurent (PASL) à la fin des années 1980 et au début des années 1990, un programme qui a permis une réduction d'environ 95 % des rejets liquides industriels grâce à une réglementation sévère et à des exigences claires imposées aux entreprises. Pour elle, cette expérience prouve qu'une transformation rapide

est possible lorsqu'il existe une volonté politique ferme.

Aujourd'hui, elle estime que la transition agricole exige le même courage. Depuis 1992, dit-elle, les plans se succèdent sans infléchir durablement la courbe des usages. Plutôt que de proposer de remplacer une molécule par une autre, elle plaide pour une réforme en profondeur : encadrer plus strictement les pesticides, soutenir financièrement les agriculteurs et agricultrices dans la transition et intégrer pleinement les effets des mélanges et des perturbateurs endocriniens dans l'évaluation des risques. « On l'a déjà fait pour l'industrie. On peut le faire pour l'agriculture. » ■



## Un milieu plus humain ?

Rendre l'agriculture durable, c'est aussi prendre en compte les conditions de travail des agriculteurs et agricultrices et celles des travailleuses et travailleurs migrants temporaires (TMT). Sur ce point, le Québec a du chemin à faire. « La plus grande proportion des TMT se trouve dans le secteur agricole », rappelle **Jorge Frozzini**, professeur à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en communication interculturelle et technologies de gestion en contexte pluraliste. « Le permis de travail fermé [qui lie les TMT à un seul employeur], en conjonction avec le statut de résident temporaire, peut faciliter les abus. Il faudrait le remplacer par un permis ouvert, qui donnerait aux TMT la possibilité de changer d'employeur », souligne-t-il. Parmi les autres mesures à mettre en place d'urgence, il mentionne l'accès à la résidence permanente si la personne le souhaite, la possibilité de choisir un autre logement que celui proposé par les employeurs, le renforcement des contrôles en sécurité et santé du travail, et la présence de traductrices ou traducteurs indépendants dans les hôpitaux et dans les cliniques pour mieux prendre en charge les TMT en cas d'accident de travail.

— MARINE CORNIOU



6

## « On perpétue un modèle du passé »

Coup d'œil sur les transformations de l'agriculture québécoise avec une spécialiste des dynamiques d'adoption de pratiques agroenvironnementales.

Par Maxime Bilodeau



La transition de l'agriculture intensive vers des pratiques agroécologiques est bien documentée sur le plan technique, mais les processus menant à cette adoption demeurent peu explorés. Avec son équipe, **Julie Ruiz** s'intéresse justement au parcours d'obstacles que traversent les agriculteurs et agricultrices du Québec pour rendre leurs pratiques plus respectueuses de l'environnement : bandes riveraines, conservation des résidus de culture, semis sans labour... Ce faisant, la professeure au Département des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) a développé une fine compréhension des défis que pose une telle transition.

**Le secteur agricole pèse pour près de 10 % des émissions de gaz à effet de serre du Québec. Au niveau mondial, ce poids relatif frôle plutôt les 25 %. Est-ce à dire que notre agriculture est plus durable qu'ailleurs ?**

C'est une question à laquelle il est difficile de répondre. Ici comme ailleurs, il n'existe pas une agriculture, mais bien des agricultures. Au Québec, une multiplicité de modèles agricoles se côtoient aux quatre coins de la province. Les réalités propres aux basses-terres du Saint-Laurent, où l'agriculture s'est concentrée et intensifiée au cours des dernières décennies, diffèrent de celles des Appalaches ou des Laurentides, où l'agriculture tend plutôt à disparaître. Par ailleurs, mettre l'accent sur la seule question climatique éclipse les autres problèmes environnementaux, par exemple le déclin de la biodiversité et la qualité de l'eau. De manière générale, là où elle a cours, l'agriculture basée sur une logique industrielle est à l'origine de conséquences négatives pour l'environnement.

**Vous vous intéressez à l'adoption de pratiques agricoles durables, qui favorisent la biodiversité et la régénération des sols. Cela témoigne d'une prise de conscience du secteur, non ?**

Plusieurs productrices et producteurs agricoles sont passés à l'action depuis longtemps, bien avant que le milieu politique s'en mêle. Plus récemment, le gouvernement du Québec s'est doté d'un plan pour accélérer l'adoption de pratiques agroenvironnementales performantes. L'heure n'est donc plus à la prise de conscience d'une urgence, mais bien à la recherche de solutions pour la prendre à bras-le-corps. Les défis concernent aussi bien les producteurs et productrices que le système dans lequel ces personnes évoluent. En gros, cela signifie de changer leurs pratiques, leur rétribution et même leur identité.

**Cela semble tout un défi ! Qu'est-ce qui motive les producteurs et productrices à tenter de le relever ?**

C'est souvent la prise de conscience d'un problème avec leur terre, par exemple en matière de qualité des sols. Beaucoup vont alors faire des essais, mais abandonner après une seule année. On sait pourtant que les bénéfices de plusieurs pratiques, comme les cultures de couverture [soit des plantes semées sans être récoltées, pour protéger et nourrir le sol] mettent souvent plusieurs années à apparaître... De manière générale, les programmes gouvernementaux, avec leurs incitatifs financiers et leurs services-conseils agricoles, sont surtout aidants pour les phases plus tardives de changement. Mais ils le sont peu, voire pas du tout, pour les stades précoces de changement, où les discours sont chargés en émotions [selon les théories de changement de comportement, les premières phases sont souvent associées à des émotions fortes, comme la peur et la colère]. À l'heure actuelle, on soutient le changement seulement quand le producteur ou la productrice a décidé de l'opérer, pas lorsqu'il y a ambivalence de sa part.

**On comprend que les politiques publiques n'incitent pas les personnes les plus ambivalentes ou réticentes à adopter de nouvelles pratiques.**

Exact. Le système de soutien à l'agriculture durable aide surtout les producteurs et productrices qui ont déjà décidé de modifier leurs pratiques mais qui sont au début de cette modification. Peu de programmes ou d'initiatives concernent, d'une part, les personnes qui sont réticentes à modifier leur pratique agricole et, d'autre part, celles qui, à l'opposé, sont très avancées dans le changement et qui ont mis en place des modèles agricoles durables au niveau de leur exploitation depuis longtemps.

**« L'agriculture basée sur une logique industrielle a des conséquences négatives pour l'environnement. »**

Résultat : on attend que des agriculteurs et agricultrices qui ne voient pas l'intérêt de changer se décident et on limite le développement des pratiques novatrices de demain.

**Que peut-on apprendre de la modernisation des agricultures québécoises, concomitante à la Révolution tranquille, qui a sonné le glas du modèle basé sur la subsistance ?**

Soyons clairs : la hausse du rendement des activités agricoles dans les années 1950, 1960 et 1970 au Québec a transformé la vie de nos agriculteurs et agricultrices. Leurs conditions

socioéconomiques se sont beaucoup améliorées et il faut s'en réjouir. Il est intéressant de constater que cette modernisation menée à grand train s'est accompagnée de politiques publiques ambitieuses qui rompaient pour de bon avec le passé. À l'heure actuelle, force est de constater que le Plan d'agriculture durable du gouvernement du Québec perpétue les bases du modèle agricole conventionnel industriel, qu'on sait délétère pour l'environnement.

**Selon vous, quelles sont les clés du succès de la transition vers des agricultures durables au Québec ?**

Une des voies pour l'avenir est d'aller progressivement vers un système de soutien financier à l'agriculture durable qui est intégré à l'ensemble du soutien à l'agriculture, plutôt qu'un programme à part. Penser un système d'innovation et d'accompagnement au changement de pratique plus englobant en est une autre. Et, finalement, il est important d'ouvrir la gouvernance du secteur agricole à une diversité d'acteurs. Depuis quelques années, on commence à voir de l'intérêt de la part du monde municipal ou de la santé publique pour l'agriculture. Intégrer ces acteurs dans la gouvernance formelle des institutions agricoles permettrait de créer plus de solidarité pour l'agriculture et ses défis, de mieux prendre en compte sa dimension territoriale et de ne plus la voir uniquement comme une activité économique. Penser une transition ne peut se faire en vase clos. ■



Julie Ruiz



**Stéphane Boyer, maire de Laval (à gauche), et Philippe Constant, professeur à l'INRS et chercheur principal du projet Réseau microbiome urbain**

8

## Apprivoiser le microbiote du sol

De Laval à Normandin, des scientifiques des établissements de l'Université du Québec étudient les sols agricoles ou urbains pour les réhabiliter et les protéger.

Par Clara Villeneuve

### MICROBIOTE DU SOL : L'ALLIÉ INVISIBLE

Transformer un ancien dépotier de neige en écoquartier futuriste est un pari audacieux. Surtout quand on compte sur les microbes du sol pour y parvenir. C'est pourtant le défi que souhaite relever **Philippe Constant**, professeur au Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), en tant que titulaire de la Chaire de recherche

en ingénierie du microbiome pour des applications environnementales et agroalimentaires – un partenariat entre l'INRS et la Ville de Laval qui vise le développement du « Carré Laval », un terrain de 42 hectares.

Pendant deux ans (2025 à 2027), son équipe mène avec la population lavalloise une campagne d'échantillonnage des sols dans plusieurs secteurs, dont le Carré Laval, pour y recenser les micro-organismes. Les premiers

résultats indiquent que la diversité microbienne est 100 fois plus faible dans le sol du Carré Laval que dans les sols de parcs ou de forêts avoisinants.

Mais ce n'est pas une fatalité. « L'ingénierie du microbiome peut sembler ambitieuse, comme si on prétendait pouvoir maîtriser le monde microbien. L'idée est plutôt d'adopter des pratiques qui favorisent certains micro-organismes essentiels à la restauration du site, pour atteindre nos objectifs plus rapidement », précise Philippe Constant.

Ces pratiques peuvent inclure par exemple des amendements de matière organique ou la culture de légumineuses, à laquelle s'intéresse particulièrement l'équipe. Ces plantes, en symbiose avec des bactéries capables de capter et de fixer l'azote de l'air, sont reconnues pour leur capacité à enrichir les sols dégradés en azote. Or, plusieurs études démontrent que « le gain en azote à lui seul ne serait pas suffisant pour expliquer l'ensemble des bénéfices observés sur le terrain [grâce à ces bactéries] », ajoute le chercheur.

Il estime qu'une partie des bénéfiques pourrait être liée aux flux d'hydrogène qui accompagnent la fixation d'azote et qui exerceraient un effet de fertilisation, en activant des communautés bactériennes favorables.

À terme, ces recherches pourraient permettre d'ajouter certaines bactéries sélectionnées pour maximiser les bénéfices des légumineuses dans la réhabilitation des sols urbains.

### METTRE EN CULTURE UNE FRICHE HERBACÉE

L'Abitibi-Témiscamingue est connue pour son abondance de lacs et l'imminence de ses forêts. Mais c'est le potentiel agricole de la région qui a attiré l'attention de **Vincent Poirier**, professeur en sciences du sol à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT).

« On est dans un secteur où les sols, argileux, sont intrinsèquement riches et fertiles : des sols à fort potentiel », remarque-t-il.

Un fort potentiel, certes, mais peu exploité : la zone agricole représente 11 % du territoire, et seule une infime fraction de cette zone (3,4 %) est aujourd'hui cultivée, le reste étant en friche.

**On estime que le sol abrite 25 % de la biodiversité connue et 75 % de la biomasse terrestre.**

Le réchauffement climatique pourrait encourager la conversion des friches en champs ; il y aurait alors un risque de perturber les « services écosystémiques » de ces parcelles, comme la séquestration du carbone, la biodiversité et la pollinisation. Comment remettre ces friches en production sans nuire à ces services ?

C'est la question au cœur du projet « EXTAASE : une Expérience de mixité des espèces en systèmes agricoles et agroforestiers pour accroître la production de services écosystémiques », que Vincent Poirier pilote depuis 2022.

Son équipe a investi une ancienne friche du Témiscamingue et y teste différentes « recettes » pour produire de grandes cultures : méthode agroforestière ou agricole (avec ou sans arbres) ; avec ou sans bandes fleuries (pour attirer les pollinisateurs) ; avec ou sans culture de couverture (culture semée après ou pendant la culture principale pour entretenir les microbes dans le sol et limiter l'érosion) ; en monoculture ou en rotation ; avec ou sans légumineuses...

Ce laboratoire à ciel ouvert est un rêve chéri depuis longtemps par Vincent Poirier. « Ce type de dispositifs expérimentaux à long terme permet de

montrer des exemples de méthodes [aux producteurs locaux]. En recherche, on n'a pas la pression de réussite que les agriculteurs et agricultrices peuvent avoir. On peut se permettre de prendre des risques », dit-il, précisant que le personnel agricole peut visiter le site d'étude lors des « journées-champs », ce qui assure une certaine transmission des connaissances.

### CONNAÎTRE LES SOLS NORDIQUES

L'agriculture dite « nordique » du Saguenay-Lac-Saint-Jean se distingue autant par les plantes cultivées (bleuet sauvage, camerise, canola...) que par le climat boréal que celles-ci doivent braver. « Le système agroalimentaire de la région est complètement différent de ce qu'on voit ailleurs au Québec », résume **Maxime Paré**, professeur en agriculture nordique à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), qui a développé une expertise dans le bleuet sauvage, emblème incontesté de la région.

Une récente étude menée par son équipe a dévoilé que les sols de bleuetières émettent peu de gaz à effet de serre (GES) et seraient même un puits de méthane ! Si vous cherchiez une

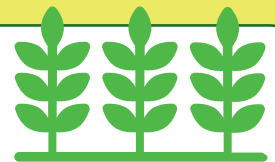
raison supplémentaire d'acheter ces petits fruits...

« On s'en doutait, mais ça n'avait jamais été mesuré », explique le spécialiste en sciences du sol, qui mène ses travaux à la Bleuetière d'enseignement et de recherche – une infrastructure de plusieurs dizaines d'hectares.

Des dispositifs installés à même le champ ont permis de mesurer les flux de GES, dont le méthane et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), ce dernier étant issu de la transformation des engrais azotés par des microbes du sol. L'équipe a mesuré des émissions négligeables de N<sub>2</sub>O, alors que différents engrais avaient été utilisés. Du côté du méthane, le champ en capte plus qu'il n'en émet. « Cette absorption de méthane n'est pas immense, on parle d'à peu près 2 kilos à l'hectare par année. Mais les flux sont négatifs », souligne Maxime Paré. Il précise que des bactéries consommatrices de méthane avaient déjà été détectées dans le sol à proximité des racines de plants de bleuet nain sauvage, ce qui pourrait expliquer cette observation.

Plusieurs autres projets sont en cours dans son laboratoire, notamment pour expliquer la distribution des stocks de carbone dans l'agroécosystème du bleuet. ■

## Un institut pour faire briller l'agriculture du Nord



Inauguré en septembre dernier, l'Institut de recherche en agriculture et agroalimentaire (IRAA) de l'UQAT veut mettre l'agriculture régionale sous les projecteurs, dans une région surtout connue pour ses mines et ses forêts. L'IRAA intègre notamment l'Unité de recherche et de développement en agroalimentaire en Abitibi-Témiscamingue, active depuis la fin des années 1990. En accédant au statut d'institut, l'équipe veut augmenter sa capacité de financement, attirer davantage d'étudiants et d'étudiantes aux cycles supérieurs et structurer des projets à plus long terme.

Les recherches portent sur des sujets concrets : santé des sols, adaptation aux changements climatiques, production végétale et animale en contexte nordique, biodiversité. Les travaux se font en collaboration avec les membres du milieu, pour une agriculture mieux adaptée aux réalités locales.

— LAURENCE NIOSI



## Ramener les arbres dans les champs

10

Sécheresses estivales, sols appauvris, rendements qui plafonnent : l'agriculture québécoise subit des pressions croissantes.

Pour y faire face, un chercheur plante des arbres au cœur même des champs cultivés.

Par Laurence Niosi

**S**écialisé dans les grandes zones de culture du sud du Québec, **David Rivest** s'intéresse aux systèmes dits « agroforestiers intercalaires », dans lesquels plusieurs rangées d'arbres cohabitent avec les cultures. Une approche encore marginale au Québec, mais prometteuse pour faire face aux sécheresses et aux canicules.

Dans les parcelles agricoles, les arbres peuvent jouer plusieurs rôles. « Les haies brise-vent, par exemple, réduisent la vitesse du vent, augmentent l'humidité de l'air et des sols et diminuent le stress des cultures », explique le professeur en écologie des sols et en agroforesterie à l'Université du Québec en

Outaouais (UQO). Leur zone d'influence peut s'étendre jusqu'à 20 fois leur hauteur, un effet bien documenté qui sert de point de comparaison pour étudier les systèmes intercalaires, où les arbres ne sont pas en bordure, mais directement au sein de la parcelle.

Avec son équipe, David Rivest travaille sur des exploitations et mesure les rendements à différentes distances des rangées d'arbres, notamment à l'aide de capteurs installés sur les moissonneuses-batteuses.

L'approche trouve écho chez une poignée de producteurs et productrices. C'est notamment le cas de Jacques Côté, un producteur laitier du

Centre-du-Québec qui a accepté d'implanter, en collaboration avec l'équipe de l'UQO, une parcelle agroforestière intercalaire de 10 hectares en 2012. Le principe était clair : l'équipe de recherche s'occupait des 400 arbres, lui poursuivait sa production habituelle (de maïs, de soya et de foin). Une dizaine d'années plus tard, convaincu par la stabilité des rendements et le fonctionnement du système, il a répété l'expérience sur une autre parcelle de 5 hectares.

### PLANTER POUR CAPTER LE CARBONE

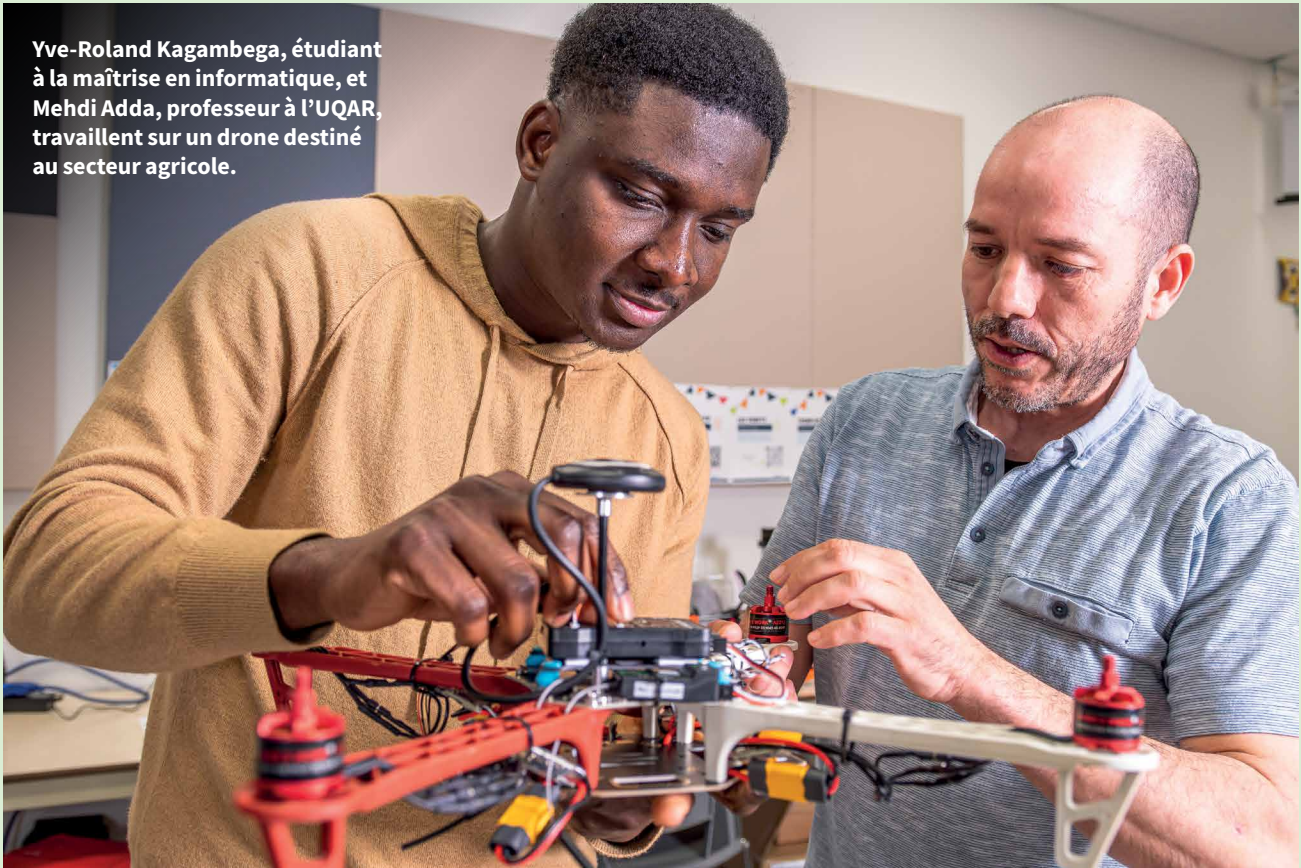
L'agroforesterie ne sert pas seulement à s'adapter aux changements climatiques : elle contribue aussi à leur atténuation. L'agriculture représente environ 10 à 12 % des émissions de gaz à effet de serre et le milieu cherche à améliorer son bilan carbone. Les arbres permettent de séquestrer du carbone à long terme, à la fois dans leur biomasse et dans les sols.

« Le sol est le principal réservoir de carbone terrestre et l'agriculture intensive l'a fortement appauvri », rappelle le professeur. En réduisant l'érosion et en augmentant les apports de matière organique, les systèmes agroforestiers contribuent à garder ce carbone dans le sol et à restaurer sa fertilité.

Une méta-analyse menée par l'équipe de David Rivest, regroupant des études réalisées à l'échelle mondiale, montre que les systèmes agroforestiers augmentent en moyenne de 23 % les services écosystémiques et la biodiversité par rapport à l'agriculture conventionnelle.

Malgré ces avantages, l'agroforesterie intercalaire demeure freinée par les coûts d'implantation, l'entretien des arbres et un manque de connaissances techniques. « Pendant 200 ans au Québec, on a retiré les arbres pour faire de l'agriculture. Aujourd'hui, on réfléchit à la façon de les ramener dans les champs », souligne David Rivest. Un changement graduel, mais qui pourrait redéfinir la résilience de l'agriculture québécoise. ■

Yve-Roland Kagambega, étudiant à la maîtrise en informatique, et Mehdi Adda, professeur à l'UQAR, travaillent sur un drone destiné au secteur agricole.



11

## Place à l'agriculture de précision !

Réduire les pesticides, optimiser les fertilisants, planifier l'irrigation ou gérer les mauvaises herbes. . . Des scientifiques explorent comment drones, robots et intelligence artificielle pourraient transformer l'agriculture.

Par Raphaëlle Corbeil

### DES ROBOTS CAPABLES D'ENLEVER LES MAUVAISES HERBES

À l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), une équipe dirigée par le professeur en informatique Mehdi Adda développe une plateforme robotique modulaire destinée notamment au secteur agricole. Il s'agit d'une escouade

d'engins terrestres et de drones autonomes, entraînés grâce à l'IA.

Yve-Roland Kagambega, étudiant à la maîtrise, travaille à l'entraînement de robots capables de reconnaître les mauvaises herbes de façon autonome et de les arracher sans abîmer les cultures. Le système repose sur de nouveaux modèles d'IA appelés

« Vision-Language-Action », inspirés des grands modèles de langage développés récemment (comme ChatGPT) et adaptés à la robotique.

« On entraîne des modèles d'IA à détecter des mauvaises herbes à partir d'images, à les analyser, puis à agir en conséquence, donc à arracher les mauvaises herbes », dit l'étudiant-chercheur. Une fois entraînés, ces modèles sont intégrés au robot, qui exécute les actions dans le monde réel.

Le projet est encore expérimental. L'équipe utilise des maquettes de mauvaises herbes imprimées en 3D pour entraîner les bras du robot. « J'ai monté les imprimantes moi-même, précise l'étudiant. Nous assurons d'abord un solide entraînement en environnement contrôlé avant d'aller sur le terrain. » À terme, l'objectif est de réduire l'usage d'herbicides en privilégiant une intervention mécanique et ciblée, plus respectueuse de l'environnement.

## UNE APPLICATION POUR LA FERTILISATION DES CANNEBERGES

Comment aider les producteurs et productrices de canneberges à mieux évaluer les besoins réels en fertilisation des cultures? « Actuellement, les producteurs s'appuient surtout sur des recommandations américaines, faute d'études locales adaptées aux conditions québécoises », déplore **Paul Célécourt**, professeur à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) et membre de l'Unité mixte de recherche INRS-UQAR Numérique et territoires. Le manque de données précises entraîne souvent le recours à des doses trop élevées et à des applications trop fréquentes, indique-t-il.

« L'idée de l'agriculture de précision, c'est d'apporter la bonne dose, au bon endroit, au bon moment. »  
— PAUL CÉLICOURT, INRS

Son équipe mène des expérimentations dans des fermes situées au Lac-Saint-Jean et dans le Centre-du-Québec. Avec le soutien du Centre de recherche et d'innovation sur la canneberge, des échantillons sont prélevés et analysés en laboratoire afin de mieux comprendre les besoins des plants.

L'équipe s'intéresse aussi à la littérature numérique dans le milieu de la production et du conseil agricoles afin de concevoir un outil simple, inclusif et adapté à leurs réalités. Cet outil prendra la forme d'une « application de cartographie Web et mobile », alimentée par

des capteurs installés dans les champs. Ainsi, selon le stade de croissance des plantes et les données recueillies, l'outil pourra indiquer les quantités appropriées de fertilisants à appliquer. « L'idée, c'est d'apporter la bonne dose, au bon endroit, au bon moment. C'est ce qu'on appelle l'agriculture de précision », résume l'expert en hydro-informatique, un champ émergent à l'intersection de l'informatique et de l'agriculture. Son approche interdisciplinaire tient compte des dimensions à la fois techniques et sociales des fermes afin d'appuyer la transition vers des pratiques agricoles durables.

## UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE CONNECTÉE

À l'Université TÉLUQ, **Essaid Sabir**, du Département Science et Technologie développe une station météorologique intelligente à faible coût pour aider les agriculteurs et agricultrices à prendre des décisions éclairées sur le terrain.

Conçue en collaboration avec Mohamed Sadik, de l'Université de Casablanca, la station comprend plusieurs capteurs mesurant notamment la température, la vitesse et la direction du vent, l'humidité et la pression atmosphérique. Les capteurs sont reliés à un microcontrôleur capable de calculer, de stocker et de transmettre les données. Le tout est logé dans un boîtier qui peut être intégré à un robot mobile ou à un drone qui survole les champs. « L'objectif est de collecter des données précises directement dans les parcelles agricoles, plutôt que de se fier aux stations météorologiques régionales. À l'échelle d'un champ, les conditions peuvent varier sur quelques dizaines de mètres », explique Essaid Sabir.

Les données sont ensuite analysées par des algorithmes d'intelligence artificielle (IA). Le système peut ainsi détecter certaines anomalies (une plante malade, des mauvaises herbes) et cibler des zones nécessitant une intervention précise, comme l'application d'herbicides. Cela évite de traiter

tout le champ de manière uniforme. « Nos recherches montrent que les données locales améliorent la pertinence des recommandations agronomiques, notamment pour éviter la surutilisation d'herbicides ou les applications inefficaces et coûteuses », dit-il.

## DES MODÈLES POUR MIEUX IRRIGUER LA POMME DE TERRE

À l'INRS, **Aya Ben Youssef** consacre sa maîtrise à l'une des cultures les plus importantes au Québec : la pomme de terre, et plus précisément, à son irrigation. « Cette plante possède des racines peu profondes et est généralement cultivée dans des sols sableux, explique celle qui travaille avec **Karem Chokmani**, responsable du Laboratoire de télédétection environnementale par drone de l'INRS. L'eau passe à travers rapidement, ce qui rend la culture vulnérable au stress hydrique. Si l'irrigation n'est pas effectuée au bon moment, cela peut entraîner des pertes de rendement. »

Son projet vise à estimer la « réserve utile » du sol, c'est-à-dire la quantité d'eau réellement disponible pour la plante. Pour y parvenir, Aya Ben Youssef utilise des données provenant d'images thermiques prises par drone, combinées à des mesures prises au sol par des capteurs de température et d'humidité. « Une plante en manque d'eau tend à devenir plus chaude que l'air ambiant. En comparant la température des plants à celle de l'air, il devient possible de détecter un stress hydrique », dit-elle.

Les données servent à entraîner des modèles d'apprentissage automatique, soit des programmes capables de repérer des tendances et de faire des prévisions. Les résultats sont présentés sous forme cartographique; il devient alors facile de visualiser les zones où l'eau est insuffisante.

À terme, cet outil pourrait permettre d'irriguer plus précisément, de réduire le gaspillage d'eau et d'adapter les pratiques aux conditions climatiques changeantes. ■



## Des villes fertiles

En 2026, produire des légumes en pleine ville n'a plus rien d'une utopie. Serres, fermes verticales et projets d'agriculture urbaine redessinent le paysage alimentaire et rapprochent la production des milieux de vie.

Par Maureen Jouglain

Imaginez un quartier ou un village où la nourriture pousse un peu partout : dans des jardins partagés, des potagers d'écoles, des cours d'immeubles, des parcs ou de petites serres. On y cultive ensemble fruits et légumes, puis on les distribue grâce à des marchés publics, à des paniers ou à des

frigos communautaires. On y trouve aussi des cuisines collectives et des repas partagés, où l'on apprend à transformer et à cuisiner les aliments. Le tout est organisé par la population, les organismes communautaires et la municipalité, en fonction des besoins du milieu.

Nombre de ces initiatives existent déjà sur le terrain, mais gagneraient à être mieux reconnues et structurées. C'est ce que l'on appelle les communautés nourricières. « Les communautés nourricières permettent surtout de donner une forme de légitimité institutionnelle à des initiatives locales déjà bien vivantes », souligne **René Audet**, professeur au Département de stratégie, responsabilité sociale et environnementale de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), qui s'intéresse à ces démarches par l'entremise des plans de développement des communautés nourricières (PDCN).

Ces plans sont souvent portés par des municipalités ou des municipalités régionales de comté, avec l'appui du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Ils servent à faire réfléchir collectivement à l'alimentation à l'échelle d'un territoire et à la planification d'actions sur plusieurs années. « Les municipalités font beaucoup de planification stratégique et, ce qu'on observe, c'est un effort pour articuler les communautés nourricières avec d'autres priorités, comme les plans climat et d'aménagement », ajoute-t-il. Cela peut se traduire par des modifications aux règlements municipaux ou la création d'infrastructures communes, par exemple.

Près d'une quarantaine de communautés nourricières existent aujourd'hui au Québec. En juillet 2025, l'arrondissement de Mercier-Hochelaga-Maisonneuve, à Montréal, a d'ailleurs adopté son premier PDCN. Celui-ci prévoit le déploiement de plusieurs projets d'agriculture urbaine d'ici 2030.

Cette approche fait aussi son chemin à l'université. Un nouveau programme court de 2<sup>e</sup> cycle en environnements nourriciers a vu le jour en 2025 à l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQAM. « On veut former des gens capables de planifier, de mobiliser le public et de jouer un rôle de médiateurs entre les différents secteurs », explique René Audet, qui espère ainsi créer davantage de passerelles avec le monde agricole.

### FAIRE POUSSER EN VILLE : ENCORE QUELQUES MYTHES À DÉCONSTRUIRE

Béton, pollution, sols contaminés : à première vue, la ville ne semble pas propice à l'agriculture. Pourtant, selon le collectif de glanage urbain Les Fruits Défendus, plus de 100 tonnes de fruits pourraient être récoltées chaque année à Montréal (contre 6 actuellement). Des projets pilotes ont d'ailleurs permis d'analyser les fruits cueillis afin d'apporter de premières réponses quant à leur innocuité.



« Les fruits et légumes cultivés en ville se situent clairement sous les normes de contamination. »

« Un contaminant n'est pas un être vivant qui voit une belle pomme et décide d'y aller », rappelle **Éric Duchemin**, directeur du Laboratoire sur l'agriculture urbaine (AU/LAB) et professeur à l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQAM. De façon générale, explique-t-il, les contaminants se concentrent surtout dans les feuilles ou le tronc, et beaucoup moins dans les fruits. « Si je vois quelqu'un manger des feuilles de tomates, là, je vais m'inquiéter », dit-il en plaisantant.

Cette observation s'applique aussi aux jardins communautaires. En 2008, la Ville de Montréal s'est penchée sur la question de la contamination potentielle de certains sites. En effet, « la loi sur les métaux et les sols contaminés date de 1986, alors que la majorité des jardins communautaires sont plus anciens »,

rappelle le chercheur. Dans des quartiers comme Le Plateau-Mont-Royal, certains jardins ont été aménagés sur d'anciens terrains vacants servant autrefois de dépotoirs, là où il était impossible de construire.

L'annonce de l'étude a fait grand bruit, contrairement au rapport qui en a découlé. Pourtant, les résultats montraient que toutes les parties

comestibles analysées respectaient les normes de sécurité. « Les teneurs en métaux et en hydrocarbures étaient sous les seuils réglementaires, souligne **Éric Duchemin**. Les études montrent clairement que les fruits et légumes cultivés en ville se situent sous les normes de contamination et parfois même à des niveaux inférieurs à ceux des produits du commerce. » ■



### Petit fruit, grande ambition

On ne produit du champagne qu'en région Champagne, en France. Le Parmigiano Reggiano, lui, ne peut venir que d'Italie. Ces produits sont protégés par des appellations d'origine qui garantissent à la fois un territoire précis et un savoir-faire reconnu. Et si la canneberge québécoise suivait le même chemin ?

Le Québec est le premier producteur mondial de canneberge biologique et, selon les années, il se hisse même au sommet de la production mondiale toutes catégories confondues. Comment, alors, valoriser et protéger ce produit du terroir face aux pratiques de standardisation imposées par la mondialisation ? La doctorante en économie politique internationale à l'École nationale d'administration publique (ENAP) **Nancy Rossi** a longuement étudié cette question en suivant le parcours du petit fruit qui pousse dans des tourbières. Sa culture prend un véritable essor dans les années 1980, au moment où la filière se structure. En 1994 est fondée l'Association des producteurs de canneberges du Québec, qui regroupe aujourd'hui plus de 90 % des cannebergières de la province. En parallèle, des investissements sont réalisés en recherche et en formation. Nancy Rossi, qui est d'origine italienne, ne peut s'empêcher de comparer le Québec à la France et à l'Italie, deux pays champions des appellations farouchement attachés à leur identité culinaire. « Il y a encore du travail à faire au Québec », estime celle dont la thèse porte justement sur la protection du droit de propriété intellectuelle des indications géographiques sur le plan international.

Le terroir québécois possède des caractéristiques uniques, dont la nordicité et l'immensité du territoire. Encore faut-il apprendre à reconnaître, nommer et raconter ces spécificités. Valoriser le terroir, croit-elle, passe aussi par une meilleure littérature culinaire dès l'école.



## Améliorer la culture en serre

Dans le contexte géopolitique actuel, l'autonomie alimentaire est une priorité. Mais dans un climat aussi rigoureux que le nôtre, produire localement toute l'année demeure un défi de taille.

Par Maureen Jouglain

Qui ne rêve pas de fraises du Québec en janvier ? En protégeant les cultures du froid, du vent et des intempéries, les serres permettent de prolonger la saison et d'obtenir des rendements plus élevés que la culture en champs, pour une même surface. Ce rendement repose toutefois sur un équilibre fragile. Pour bien se développer, les plantes ont besoin

d'une température stable, d'un taux d'humidité contrôlé, d'une quantité suffisante de dioxyde de carbone et d'un éclairage adéquat. Maintenir ces paramètres exige une consommation d'énergie importante.

Pour réduire la facture, encore faut-il comprendre comment l'énergie circule dans ces environnements. « En hiver, les pertes de chaleur sont principalement

liées à la surface de la serre en contact avec l'extérieur », explique **Danielle Monfet**, professeure au Département de génie de l'École de technologie supérieure (ÉTS). L'ingénieure développe des outils numériques capables de modéliser le comportement énergétique des environnements agricoles contrôlés, qu'il s'agisse de serres, de fermes verticales ou de fermes conteneurs, qui permettent de cultiver des plants sous éclairage artificiel dans des conteneurs maritimes recyclés. Ces outils permettent ainsi de comparer différentes façons de gérer ces espaces : mieux isoler certains murs, régler le chauffage, optimiser l'éclairage ou encore tester des systèmes de stockage de chaleur.

### UNE FERME CONTENEUR INTELLIGENTE

Pour les fermes conteneurs, les défis ne sont pas tout à fait les mêmes. « L'influence de l'extérieur est beaucoup plus limitée », explique Danielle Monfet. En revanche, l'éclairage artificiel produit beaucoup de chaleur. Il faut donc apprendre à gérer et à évacuer cet excédent.

Une ferme conteneur intelligente, mise au point à l'ÉTS par **Didier Hailot**, professeur au Département de génie mécanique, Martine Dorais, de l'Université Laval et Danielle Monfet a justement été récompensée en 2025 par le prix Impact – Sécurité et accessibilité, remis par l'ÉTS. Ce petit laboratoire servira à tester, à échelle réelle, différentes stratégies pour réduire la consommation énergétique tout en maintenant des conditions idéales pour les cultures.

« Ce qui m'importe, indique Danielle Monfet, c'est de produire des solutions concrètes pour aider les agricultrices et agriculteurs dans leurs décisions, pas seulement des modèles théoriques. »

### MIEUX POUSSER SOUS L'INFRAROUGE

Une autre piste à explorer pour améliorer la culture en serre est la lumière. Au Québec, la période durant laquelle les plantes peuvent croître sans

éclairage additionnel est très courte. Dès l'automne, il faut compenser le manque de luminosité.

« On s'est demandé s'il existait, dans la lumière du soleil, un type de rayonnement qu'on pourrait exploiter davantage », explique **Tagnon Missihoun**, professeur en biologie végétale à l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR). Son équipe s'est ainsi penchée sur le rayonnement infrarouge, aussi appelé rouge lointain. Lorsque les plantes détectent cette longueur d'onde, elles interprètent leur environnement comme étant ombragé et accélèrent leur croissance afin d'aller capter davantage de lumière.



## La production de fruits et légumes de serre a doublé entre 2020 et 2025 au Québec pour atteindre 86 000 tonnes par an.

En ajoutant différentes doses de rouge lointain à l'éclairage DEL utilisé en serre, l'équipe a obtenu des résultats très encourageants. Les poivrons, choisis comme plante modèle, ont présenté une croissance plus rapide. Sur le plan biochimique, les travaux ont mis en évidence une augmentation du taux de sucre dans les fruits ainsi qu'un rendement légèrement supérieur par rapport aux plants cultivés sous un éclairage standard. Certaines doses élevées d'infrarouges ont toutefois retardé légèrement la maturation des fruits. « C'est une autre hypothèse qu'on doit tester, explique le chercheur. L'objectif est de trouver le juste milieu, celui qui permet à la plante de tirer pleinement profit de ce rayonnement sans qu'il y ait d'effets secondaires. »

L'application à grande échelle n'est donc pas pour tout de suite puisque les productions commerciales souffrent de la moindre baisse de rendement. L'équipe cherche à trouver des marqueurs biologiques qui permettraient de déterminer les doses optimales à administrer selon l'espèce ou la variété. Les prochaines étapes viseront à affiner ces paramètres et à sélectionner des variétés potentiellement plus performantes sous nos latitudes. « J'aimerais bien travailler avec des producteurs, apprendre d'eux, parce qu'ils possèdent des connaissances acquises au fil de plusieurs années d'expérience », ajoute Tagnon Missihoun.

### DES BACTÉRIES MULTITÂCHES EN SERRE

Le chancre bactérien, causé par la bactérie *Clavibacter michiganensis*, est un nom qui fait trembler les producteurs et productrices de tomates en serre, en particulier en culture biologique. Leurs options sont très limitées : un seul traitement est autorisé, dont l'efficacité est loin d'être au rendez-vous, et il n'existe pas de variété résistante à la maladie. **Éric Déziel**, microbiologiste et titulaire de la Chaire de recherche en socio-microbiologie fondamentale et appliquée à l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), compte bien y remédier. Son arme secrète ? Des bactéries « protectrices ».

« Le premier réflexe a été de chercher des micro-organismes capables

d'agir comme antagonistes naturels de *C. michiganensis* », explique-t-il. Le chercheur ne partait pas de zéro puisqu'il disposait déjà dans son laboratoire d'une vaste collection de bactéries isolées directement dans des champs de tomates québécoises.

À partir de cette collection, la postdoctorante **Nasim Sedighian**, de l'INRS, a identifié plus d'une centaine de souches capables d'inhiber *C. michiganensis*. « Certaines bactéries, capables de stimuler la croissance des plantes, étaient déjà commercialisées comme biofertilisants. Elles facilitent par exemple l'absorption de l'azote ou du phosphore. On s'est donc demandé s'il était possible de trouver une bactérie qui ferait les deux : protéger la plante et favoriser sa croissance. »

Après plusieurs étapes de sélection, trois bactéries se sont démarquées. Testées en conditions contrôlées, elles réduisent considérablement le taux d'infection tout en stimulant la croissance des plants de tomates. Les articles scientifiques les décrivant devraient paraître en 2026.

« Une fois les articles publiés, j'espère qu'on pourra obtenir un nouveau financement ou trouver des partenaires prêts à poursuivre », confie Éric Déziel. L'objectif, rappelle-t-il, n'est pas de commercialiser un produit à tout prix, mais de développer, avec les producteurs et productrices, des solutions biologiques adaptées à leur réalité. ■



Tomate infectée par *Clavibacter michiganensis*