

La génomique forestière : pour trouver une réponse aux maladies

À regarder un arbre, il est tentant de penser qu'il est tributaire de son environnement et qu'il est impassible face aux attaques de ravageurs. Or, au fil des siècles, les arbres ont évolué, tout comme les agents pathogènes qui les attaquent. Grâce à leurs travaux en génomique forestière, des chercheurs du Service canadien des forêts (SCF) comprennent de mieux en mieux cette dynamique de perpétuels changements, particulièrement pour certaines maladies comme la rouille vésiculeuse du pin blanc et la rouille foliaire du peuplier.

L'arbre : le roi de l'immobilisme?

En réaction à un agent pathogène, l'arbre déploie une résistance de base. Celle-ci est non spécifique et permet à l'arbre de se protéger contre la plupart des agents pathogènes de son environnement. Cette résistance permet de limiter la propagation de la maladie. Chez les résineux, cela peut être la sécrétion d'une substance (de la résine, par exemple) qui bloque l'accès au bois sain.

Certains agents pathogènes ont évolué et sont capables de court-circuiter les défenses de base; il s'agit alors d'une interaction spécifique. Après le contournement de cette réponse immunitaire, l'arbre hôte détecte et sacrifie les cellules vivantes de la zone infectée, tuant ainsi ses propres cellules et celles de l'agent pathogène. De fortes pressions de sélection étant exercées chez l'agent pathogène, certaines races qui sont capables d'échapper à la reconnaissance de l'hôte apparaissent et se multiplient, obligeant l'arbre à développer de nouvelles stratégies pour les détecter. En cours d'évolution, une panoplie de facteurs de virulence et de facteurs de résistance se sont accumulés dans le génome de l'agent pathogène et dans celui de l'hôte, respectivement.

Les facteurs de résistance étant d'intérêt pour les programmes d'amélioration génétique, des



Photo : RNCAN

Rouille vésiculeuse du pin blanc : fructifications sur l'écorce.

chercheurs du SCF passent au crible le génome des arbres et des agents pathogènes afin d'identifier ces facteurs de résistance et de virulence. Leurs travaux portent notamment sur la rouille vésiculeuse du pin blanc et sur la rouille foliaire du peuplier.

L'immunité éternelle n'existe pas

La rouille vésiculeuse du pin blanc, causée par le champignon exotique *Cronartium ribicola*, est présente en Amérique du Nord depuis le début du 20^e siècle. Ce champignon pathogène passe une partie de son cycle de vie sur

des *Ribes* (cassissiers, gadeliers ou groseilliers) avant de s'attaquer aux pins blancs et de causer leur mort. Or, une perte de l'immunité du cassissier a été observée en 2008 au Connecticut (États-Unis). En 2011 et 2013, une nouvelle race virulente du *Cronartium ribicola* a été échantillonnée et observée dans des champs de producteurs de cassis au Québec, dans les Maritimes et dans plusieurs États du nord-est des États-Unis.



Ben Lomond



Consort



Coronet



Crusader

Test de la virulence de la nouvelle race de *Cronartium ribicola* sur différents cultivars de cassissier (RNCAN). Les cultivars Consort, Coronet et Crusader furent sélectionnés à la fin des années 1930 par des chercheurs d'Agriculture Canada (aujourd'hui Agriculture et Agroalimentaire Canada) pour leur immunité à la rouille vésiculeuse du pin blanc. Photos : RNCAN

Des chercheurs du SCF ont prouvé, lors de tests en laboratoire, que tous les cultivars de cassissier descendant du cultivar Consort qui sont présentement disponibles sur le marché avaient perdu leur immunité. Selon les analyses génétiques, cette nouvelle race de rouille résulte d'une nouvelle mutation ou de la recombinaison génétique d'une souche nord-américaine du champignon et non d'une nouvelle introduction de la maladie.

Depuis les années 1950, le SCF poursuit des programmes d'amélioration génétique qui ont permis d'introduire de la résistance à la rouille vésiculeuse chez les pins. L'évolution constante de l'agent pathogène nécessite que la recherche sur la résistance des pins et des cassissiers se poursuive.

Grouille, ça rouille!

Le peuplier est une essence à croissance rapide utilisée par l'industrie forestière et dans l'industrie de la bioénergie. Son utilisation prend également de l'ampleur pour la phytoremédiation (l'utilisation des plantes pour la remise en état de sites perturbés). Le champignon pathogène *Melampsora larici-populina* cause la rouille foliaire du peuplier et menace les peupliers, ce qui pourrait provoquer une diminution significative du volume de bois produit.

Les peupliers possèdent un certain niveau de résistance à cette rouille; cette résistance est inscrite dans leur bagage génétique. Cependant, elle est souvent spécifique à une race particulière de l'agent pathogène et est souvent éphémère,



Photo : RNCAN

Feuille de peuplier infectée par la rouille foliaire du peuplier.

pouvant rapidement être déjouée par le champignon pathogène qui met en place de nouveaux facteurs de virulence.

Grâce à la génomique, les chercheurs ont identifié 26 gènes associés à la résistance contre plusieurs races de rouille. Cette découverte pourrait permettre de produire des peupliers ayant une résistance accrue et durable au champignon de la rouille foliaire du peuplier.

Des travaux qui ont de l'impact

Les connaissances scientifiques évoluent en même temps que la relation entre l'arbre et l'agent pathogène coévolue. Les besoins de recherche en génomique forestière sont grandissants, aussi bien en termes de capacité bioinformatique qu'en termes de personnel qualifié et de financement. Il faut également que la résistance fasse partie des caractéristiques ciblées dans les programmes d'amélioration génétique.

La surveillance de l'évolution des agents pathogènes permet de rapidement identifier les nouvelles races des deux maladies dont il est question dans ce texte. L'objectif est de diminuer l'impact des dommages qu'elles causent, car ceux-ci pourraient entraîner des pertes économiques importantes pour l'industrie forestière, augmenter les émissions de gaz à effet de serre et nuire aux relations commerciales du Canada.

Pour plus de renseignements, veuillez contacter :

Philippe Tanguay

Ressources naturelles Canada

Service canadien des forêts

Centre de foresterie des Laurentides

1055, rue du P.E.P.S., C.P. 10380, Succ. Sainte-Foy

Québec (Québec) G1V 4C7

418-648-7556 • philippe.tanguay@canada.ca

rncan.gc.ca/forets