



## L'utilisation de la biotechnologie dans la lutte contre les organismes nuisibles forestiers

### INTRODUCTION

La biotechnologie est l'application de la science et du génie aux organismes vivants pour développer des produits utiles, et peut comprendre la manipulation de ces organismes ou de leurs composantes. Le Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada utilise des techniques biotechnologiques pour mettre au point des produits de lutte contre des maladies ou des insectes forestiers bien ciblés. Les scientifiques du SCF utilisent des organismes comme des bactéries et des virus déjà présents dans les populations d'insectes en milieu naturel pour développer des biopesticides qui n'affectent que l'insecte ciblé et n'ont qu'une incidence minimale sur l'environnement. L'utilisation de ces biopesticides atténue les pertes économiques dans l'industrie forestière et contribue à assurer la durabilité des forêts canadiennes. Les recherches menées au SCF contribuent aussi à l'évaluation de ces produits pour veiller à ce que leur utilisation dans l'environnement forestier ne présente pas de danger.

### RÔLE DU CENTRE DE FORESTERIE DES GRANDS LACS (CFGL)

#### Perspective historique

Depuis le début des années 1950, époque où a été mis sur pied le Laboratoire de pathologie des insectes à Sault Ste. Marie, les scientifiques du SCF utilisent la biotechnologie pour trouver de nouvelles méthodes de lutte contre les organismes nuisibles. Rapidement, les scientifiques ont cherché des microorganismes, comme des bactéries, des virus ou des champignons, qui pourraient être utilisés pour lutter contre des insectes forestiers à la place des insecticides synthétiques à large spectre. L'excellent produit *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (*B.t.k.*) a été élaboré à partir d'une bactérie présente naturellement dans le sol pour lutter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, la livrée des forêts et la spongieuse. Le *B.t.k.*, aujourd'hui le produit commercial connaissant le plus grand succès dans la lutte contre les insectes forestiers, est largement utilisé dans les programmes d'épandage aérien pour la protection des forêts au Canada et partout dans le monde. Parmi les autres produits élaborés à Sault Ste. Marie qui connaissent un grand succès, on compte les premières homologations canadiennes de virus utilisés dans la lutte contre le diprion de LeConte, la chenille à houpes du douglas, la spongieuse et le diprion du sapin, virus qui appartiennent tous à la famille des baculovirus.

#### Baculovirus génétiquement modifiés

Les virus agissent en infectant les insectes et en les amenant à cesser de s'alimenter, pour finalement provoquer la mort. Cependant, une fois infectés, les insectes peuvent continuer de s'alimenter durant 5

à 14 jours et entraîner ainsi une forte défoliation. L'utilisation d'un virus génétiquement modifié présentant un mode d'action plus rapide pourrait réduire les dommages causés aux arbres. De tels virus ne sont pas nocifs pour les espèces non ciblées. Grâce à des techniques avancées d'analyse de l'ADN, certains gènes peuvent être isolés, caractérisés et introduits dans des baculovirus pour accroître l'efficacité de ces derniers. Ces virus recombinants sont mis à l'essai sur des insectes en laboratoire pour en examiner les effets physiologiques. On réalise aussi sur ces virus de nombreux essais pour en vérifier la spécificité d'hôte et en étudier la survie, la persistance et la dispersion pour s'assurer que leur utilisation satisfait aux exigences de la réglementation gouvernementale.

Pour lutter contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, les scientifiques du CFGL ont mis au point un baculovirus génétiquement modifié qui entrave l'alimentation des larves infectées. Ce virus contient un gène qui perturbe la mue larvaire, phase de développement critique, et rend ainsi les insectes infectés inactifs. Fait important, le gène introduit dans le virus provient de la tordeuse elle-même et n'est donc pas étranger au système hôte-virus concerné. Les scientifiques travaillent aussi à la création de nouveaux variants du baculovirus de la tordeuse des bourgeons de l'épinette qui bloqueront chez les hôtes infectés l'expression de gènes par exemple impliqués dans diverses voies métaboliques. Ce type de stratégie, qui n'en est pas encore au stade de l'application sur le terrain, pourra éventuellement permettre une lutte présentant une très grande spécificité d'hôte, sans danger pour l'environnement.

#### Génomique

Depuis peu, la biotechnologie a donné naissance à une nouvelle discipline, la génomique, qui permet le séquençage et l'identification de l'ensemble des gènes de n'importe quel organisme. Parmi les milliers de gènes que renferme l'ADN des insectes, bon nombre régissent des processus biologiques propres à ces derniers. L'identification de gènes jouant un rôle clé dans ces processus rend possible, par manipulation de ces gènes, la mise au point d'outils de lutte contre les insectes ne présentant pas de danger pour l'environnement. Ce type de travail repose notamment sur la bio-informatique, qui consiste en l'analyse de l'ADN par ordinateur. Des expériences de laboratoire sont aussi requises pour déterminer si les gènes identifiés peuvent effectivement être utiles dans la lutte biologique contre les populations d'insectes.

Les scientifiques du CFGL étudient actuellement les antennes de l'agrile du frêne, ravageur exotique envahissant très destructeur qui menace les populations de frênes d'Amérique du Nord. Les antennes de ce coléoptère présentent un intérêt particulier parce qu'elles lui servent à trouver des arbres-hôtes (qui émettent des substances

chimiques qui sont propres à leur espèce), ainsi qu'un partenaire sexuel (les mâles détectant les phéromones libérées par les femelles) et de la nourriture. Les antennes très développées de l'agrile du frêne, comme celles d'autres insectes, ont la sensibilité olfactive la plus fine jamais mesurée chez aucun autre organisme.

Les scientifiques du CFGL s'intéressent à la manière dont l'agrile du frêne détecte les substances sémiochimiques volatiles émises par les arbres, à l'échelle moléculaire. Une substance sémiochimique est une substance chimique qui induit une réponse comportementale ou physiologique chez un autre organisme. Les récepteurs neuronaux d'odeurs chimiques des antennes de l'agrile du frêne convertissent le stimulus olfactif (signal chimique) en influx nerveux, qui se propage le long du neurone à l'intérieur de l'antenne. Les scientifiques s'efforcent d'identifier les molécules-clés qui chez l'insecte transportent jusqu'aux récepteurs neuronaux les substances volatiles des arbres-hôtes, et de déterminer leur structure. Ces études s'inscrivent dans le cadre de travaux à plus long terme qui pourraient déboucher sur la mise au point d'une stratégie de lutte biologique contre l'agrile du frêne. Par exemple, en connaissant la structure de certaines molécules importantes, on pourrait synthétiser des molécules de remplacement (ou « fausses » molécules) et les utiliser pour interrompre le signal olfactif dont a besoin l'insecte pour localiser un arbre-hôte, de la nourriture ou un partenaire sexuel. La connaissance de l'olfaction chez l'agrile du frêne en rapport avec les substances volatiles émises par les arbres permettra aussi d'attirer et de piéger les insectes. Une fois connues les substances volatiles qui indiquent à l'insecte la présence d'un arbre-hôte, elles peuvent être purifiées ou synthétisées pour être utilisées comme attractifs dans des pièges. Les pièges sont essentiels pour la détection précoce des nouvelles infestations, qui est de toute première importance dans la gestion des épidémies d'insectes ravageurs envahissants, comme l'agrile du frêne.

### Travaux futurs

Les scientifiques veulent cartographier le génome entier de l'agrile du frêne. Cette carte génétique permettra d'identifier les gènes essentiels à la croissance et au développement de l'insecte, qui pourront alors être ciblés dans des méthodes de lutte. En outre, grâce à des études détaillées de la variation génétique parmi les populations d'agriles du frêne, on pourra créer de meilleurs modèles pour la prévision des profils de propagation des insectes. Les scientifiques étudieront aussi la réponse des frênes à l'alimentation des larves de l'agrile du frêne en cherchant des signatures chimiques ou moléculaires qui permettraient de diagnostiquer les stades précoces d'infestation pour accroître l'efficacité et réduire les coûts de la lutte contre ce ravageur. Les incidences économiques et l'acceptabilité de ces outils pour la société canadienne seront également examinées.

## CONCLUSION

La biotechnologie offre des outils puissants qui peuvent aider les chercheurs à élaborer des méthodes de lutte ciblant de façon plus spécifique les différents insectes ravageurs, ce qui comprend la mise au point de pièges efficaces nécessaires pour la détection précoce, l'endiguement et la surveillance des ravageurs exotiques envahissants ou indigènes. Dans le cas de l'agrile du frêne, par exemple, les recherches menées au CFGL aideront les scientifiques à élucider comment cet insecte navigue dans un univers d'odeurs, localise un arbre-hôte qui lui convient et trouve sa nourriture et un partenaire

sexuel. Ces connaissances sont essentielles pour obtenir une vision globale de la biologie de ce ravageur envahissant et élaborer de meilleures méthodes de surveillance et de lutte.

Le SCF examine soigneusement les effets potentiels sur l'environnement des produits de lutte biologique contre les organismes nuisibles avant leur emploi dans l'environnement, et ses activités scientifiques contribuent à l'élaboration d'une réglementation nationale qui assure une utilisation sécuritaire de ces produits. Les stratégies de lutte contre les ravageurs mises au point par le SCF contribuent toutes à réduire au minimum les pertes forestières dues aux insectes défoliateurs et aident à protéger les écosystèmes contre les organismes nuisibles indigènes ou exotiques envahissants.

## COLLABORATEURS

Centre de foresterie des Laurentides  
Génome Canada

## COORDONNÉES

Daniel Doucet  
Centre de foresterie des Grands Lacs  
1219, rue Queen Est  
Sault Ste. Marie (Ontario) Canada  
P6A 2E5  
Téléphone : 705-949-9461  
Télécopieur : 705-541-5700  
Courriel : [GLFCWeb@rncan.gc.ca](mailto:GLFCWeb@rncan.gc.ca)  
Site Web : <http://scf.rncan.gc.ca/centres/vue/glfc>