

SURVOL

SCIENCE DES VÉGÉTAUX

Édition 19, mai 2017

Contexte: La Direction des sciences de la protection des végétaux de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) effectue régulièrement un balayage des sources externes afin d'identifier toute information pouvant avoir de l'importance ou de l'intérêt, sur le plan réglementaire, pour le programme canadien de protection des végétaux. L'ACIA a rédigé le présent Survol - science des végétaux comme outil de sensibilisation, pour mettre en relief certaines questions d'intérêt et partager de nouvelles informations ayant de l'importance pour la protection des végétaux.

Index des articles



Pathologie

1. **Première mention** du nématode à kyste de la carotte, *Heterodera carotae*, au Canada
2. **Première mention** de la jambe noire de la pomme de terre causée par le *Dickeya solani* au Brésil
3. **Première mention** du pourridié laineux causé par le *Rosellinia necatrix* chez l'*Aronia melanocarpa* en Corée
4. **Analyse génomique** du *Pantoea allii*, agent pathogène de l'oignon récemment découvert



Entomologie

5. Évaluation d'**outils de surveillance** visant les espèces du genre *Agrilus* associées aux hêtres et aux peupliers dans les forêts de Slovaquie
6. Évaluation de **feuillus** qui pourraient constituer des hôtes convenant au développement du longicorne asiatique, *Anoplophora glabripennis*, au Canada

7. Récolter la phéromone de marquage de l'hôte de la mouche de l'airelle, *Rhagoletis mendax*, pour évaluer son efficacité comme possible **outil de lutte antiparasitaire**

8. Capacité de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, de se développer sur des espèces cultivées et sauvages de la famille des **Solanacées**



Botanique

9. **Nouveaux outils** pour la surveillance du commerce électronique des espèces végétales envahissantes
10. **Listes de surveillance des plantes envahissantes** dans les parcs nationaux
11. Le kiwaï se répand en Nouvelle-Angleterre – **nouvelle plante cultivée ou plante nuisible émergente?**



Biotechnologie

12. Effet potentiel de protéines bêta formatrices de pores nouvelles sur **l'évaluation de l'innocuité** dans le futur
13. Maïs transgénique exempt d'aflatoxines grâce à la **technologie iARN**



4 Analyse génomique

9 Nouveaux outils

10 Listes de surveillance des plantes envahissantes

12 l'évaluation de l'innocuité

Les carrés ci-dessus correspondent aux numéros des articles





1 Première mention du nématode à kyste de la carotte, *Heterodera carotae*, au Canada

Récemment, le nématode à kyste de la carotte, *Heterodera carotae*, a été isolé chez la racine de carottes (*Daucus carota*) cultivées dans la région de Holland Marsh, dans le comté de Simcoe, au Canada. C'est la première fois que l'*H. carotae* est signalé au Canada. Les plantes touchées présentaient un retard de croissance, une racine primaire rabougrie et fourchue, une multitude de racines secondaires et des kystes sur les racines. Les dommages attribués au nématode à kyste de la carotte étaient élevés (> 35 %) dans certaines sections des deux champs examinés. L'*Heterodera carotae* s'attaquerait uniquement à la carotte cultivée et à la carotte sauvage et a été signalé dans certaines régions de l'Europe, de la Russie et de l'Inde ainsi qu'au Michigan, aux États-Unis. L'Ontario est le principal producteur de carottes au Canada; on ignore la répartition de ce nématode et l'ampleur des dommages qu'il pourrait causer, mais le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (OMAFRA), l'Université de Guelph et Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) mènent actuellement un relevé.

À l'heure actuelle, l'*Heterodera carotae* n'est pas un parasite réglementé au Canada. Les symptômes associés à l'*Heterodera carotae* sont observés dans la région de Holland Marsh depuis un certain nombre d'années, ce qui donne à penser que l'espèce pourrait avoir une répartition plus vaste. Il semble que ce nématode pourrait ne pas correspondre à la définition d'un organisme

nuisible justiciable de quarantaine de la Convention internationale pour la protection des végétaux (CIPV).

SOURCE : Yu, Q., E. Ponomareva, D. Van Dyk, M. R. McDonald, F. Sun, M. Madani, *et al.* (2017) First report of the carrot cyst nematode (*Heterodera carotae* Jones) from carrot fields in Ontario, Canada. Plant Disease DOI : 10.1094/PDIS-01-17-0070-PDN <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-01-17-0070-PDN>.

2 Première mention de la jambe noire de la pomme de terre causée par le *Dickeya solani* au Brésil

Récemment, le *Dickeya solani*, agent de la jambe noire de la pomme de terre, a été détecté dans un champ commercial dans l'État de Minas Gerais, au Brésil. Les symptômes de la jambe noire et de la pourriture molle ont été observés à une fréquence élevée chez les plantes (*Solanum tuberosum* 'Taurus') issues d'un lot de pommes de terre de semence contaminé. La présence de la bactérie a été confirmée par des essais morphologiques, biochimiques et moléculaires, et l'identification a été confirmée au moyen des postulats de Koch. C'est la première fois que le *D. solani* est signalé en Amérique du Sud.

Le *Dickeya solani* est considéré comme un phytopathogène d'importance économique pour la pomme de terre et il infecte également l'*Hyacinthus orientalis* L. Le *D. solani* a été détecté pour la première fois en Pologne en 2005, puis s'est rapidement propagé en Europe, et il est considéré comme le principal agent de la jambe noire chez la pomme de terre dans cette région. Jusqu'à maintenant, l'agent pathogène n'avait pas été détecté dans l'hémisphère occidental. Actuellement, le *D. solani* n'est pas un organisme nuisible réglementé justiciable de quarantaine au Canada, mais l'introduction de cet agent

pathogène représente un risque important pour l'industrie de la pomme de terre. La capacité de l'agent pathogène de s'adapter aux conditions climatiques changeantes et les répercussions économiques que pourrait avoir la maladie font en sorte que le *D. solani* pourrait devenir un organisme nuisible justiciable de quarantaine.

SOURCES : Cardoza, Y. F., Duarte, V. et Lopes, C. A. (2017) First report of blackleg of potato caused by *Dickeya solani* in Brazil. *Plant Disease* 101(1) :243.

Golanowska, M. et Lojkowska E. (2016) A review on *Dickeya solani*, a new pathogenic bacterium causing loss in potato yield in Europe. *Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology* 97 (2) : 109-127.

3 Première mention du pourridié laineux causé par le *Rosellinia necatrix* chez l'*Aronia melanocarpa* en Corée

En juillet 2015, on a découvert des plants d'aronie à fruits noirs (*Aronia melanocarpa* 'Nero') présentant des symptômes de pourridié laineux. Les plants se trouvaient dans un verger, dans le district de Gochang, en Corée. Environ 5 % des plants présentaient les symptômes classiques du pourridié laineux, dont un jaunissement des feuilles et un flétrissement. Le *Rosellinia necatrix* a été identifié au moyen d'analyses morphologiques, moléculaires et de pathogénécité. C'est la première fois que le *R. necatrix* est détecté chez l'*A. melanocarpa* (nouvel hôte) et qu'il est mentionné en Corée (nouvel emplacement). L'*Aronia melanocarpa* est un arbuste ornemental populaire au Canada et y est indigène. Le *Rosellinia necatrix* est un organisme nuisible justiciable de quarantaine au Canada et est visé par des exigences phytosanitaires relatives à l'importation de plantes du genre *Vitis*.

SOURCE : Choi, I. Y., Oh, H. T., Lee, W. H., Cho, S. E. et Shin, H. D. (2017) First report of white root rot caused by *Rosellinia necatrix* on *Aronia melanocarpa* in Korea. *Plant Disease* 101(1): 253.

4 Analyse génomique du *Pantoea allii*, agent pathogène de l'oignon récemment découvert

Le *Pantoea allii* est un agent pathogène relativement nouveau qui cause une brûlure des feuilles, une nécrose et une pourriture du bulbe chez l'oignon en Afrique du Sud et aux États-Unis. Sur le plan phylogénétique, l'espèce se rapproche le plus du *P. ananatis* et du *P. stewartii*. Les phénotypes de ces espèces se ressemblent, de sorte que leur identification précise dépend de variations génétiques propres à chaque espèce. En vue de produire de nouvelles connaissances et de mettre au point des outils permettant le diagnostic rapide et fiable du *P. allii*, une équipe de chercheurs d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et de l'Université Carleton ont récemment séquencé le génome de ce nouvel agent pathogène. Selon une analyse du premier assemblage génomique de la souche DOAB 206 du *P. allii*, qui avait auparavant été isolée chez l'oignon en Afrique du Sud, le génome est estimé à environ 5,2 Mb, comprendrait 4 880 séquences codant des protéines et aurait une teneur en G + C de 52,9 %, ce qui correspond à la teneur en G + C de l'ADN des espèces du genre *Pantoea*. L'hybridation ADN-ADN numérique a permis de déterminer que le degré de similitudes entre le *P. allii* et son plus proche parent phylogénétique, le *P. ananatis*, serait de 35,7-36,5 %. Des essais de pathogénécité ont montré que le *P. allii* peut infecter les oignons et les oignons verts au Canada.

La brûlure et la pourriture des feuilles et la pourriture du bulbe causées par le *Pantoea ananatis* et le *P. agglomerans* chez l'oignon ont été signalées dans les principales régions productrices d'oignon et d'ail au Canada; rien n'indique que la nouvelle espèce, le *P. allii*, est plus virulente que

ces deux autres espèces.

SOURCE : Hsieh, S., Xu, R., Avis, T. et Tambong, J.T. (2016) Genome analysis and pathogenicity of a new potential biothreat, *Pantoea allii*, to onion production in Canada. Poster presented at the 87th Canadian Phytopathological Society Meeting; 2016 June 12-15; Moncton, NB. Abstract # P16, page 45



Entomologie

5 Évaluation d'outils de surveillance visant les espèces du genre *Agrilus* associées aux hêtres et aux peupliers dans les forêts de Slovaquie

Les insectes xylophages du genre *Agrilus* (Coleoptera: Buprestidae) ont un fort potentiel invasif vu leur grand nombre d'espèces, leurs voies d'introduction associées à leur régime xylophage et leur large gamme d'hôtes. L'effet de la couleur et des composés volatils des pièges varient en fonction de l'espèce du genre *Agrilus* du sexe des individus, de sorte qu'il est essentiel d'étudier la réaction des individus adultes à différents types et modèles de pièges.

En 2013 et 2014, des essais biologiques sur le terrain ont été menés dans des forêts de hêtres (*Fagus* spp.) et de peupliers (*Populus* spp.) en Slovaquie, pour évaluer la réaction des individus adultes du genre *Agrilus* à des pièges verts ou violets en forme de prisme contenant divers attractifs (témoin, huile de cubèbe ou (Z)-3-hexénol) (Rhains *et al.*, 2017). Les deux espèces détectées en plus grande abondance durant l'étude ont été *A. viridis* dans la forêt de hêtres (146 adultes, dont > 95 % étaient des femelles) et *A. convexicollis* dans la forêt de peupliers (158 adultes, dont les deux tiers étaient des mâles).

Les deux espèces ont réagi de façon opposée à la couleur des pièges, les pièges violets ayant attiré un nombre 2 à 3 fois plus élevé d'individus que les pièges verts dans le cas de *A. viridis*, et plus de > 95 % des individus ayant été capturés dans les pièges verts dans le cas de *A. convexicollis*.

Au Canada, l'expansion de la répartition géographique de l'agrile du frêne (*A. plannipennis*) est actuellement surveillée au moyen de pièges verts en forme de prisme contenant comme appâts du (Z)-3-hexénol et du (Z)-3-lactone. Le nombre élevé d'adultes de *A. convexicollis* capturés dans les pièges verts en forme de prisme dans le cadre de l'étude de Rhains *et al.* (2017) laisse supposer que les pièges utilisés pour surveiller la présence de l'agrile du frêne pourraient également être utilisés pour détecter l'introduction de *A. convexicollis*. Le nombre élevé de femelles de *A. viridis* capturées au moyen de pièges violets en forme de prisme contenant de l'huile de cubèbe donne à penser que cette combinaison pourrait être utilisée comme outil de surveillance pour la détection des femelles de cette espèce. De plus, les résultats montrent que la réalisation de travaux de recherche proactifs dans l'aire de répartition indigène d'invasisseurs potentiels peut favoriser la création de protocoles de surveillance avant que les invasions se produisent.

SOURCE : Rhains, M. Kimoto, T., Galko, J. Nikolov, C. Ryall, K. Brodersen, G. et Webster, V. (2017) Survey tools and demographic parameters of Slovakian *Agrilus* associated with beech and poplar. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 162 : 328-335 DOI : 10.1111/eea.12546

6 Évaluation de feuillus qui pourraient constituer des hôtes convenant au développement du longicorne asiatique, *Anoplophora glabripennis*, au Canada

En 2003, le longicorne asiatique, *Anoplophora glabripennis*, (Coleoptera: Cerambycidae) a été

découvert dans un secteur industriel à la limite entre Toronto et Vaughan, en Ontario, au Canada. À la suite de cette découverte, l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a délimité une zone réglementée (152 km²) et a mis en œuvre un programme d'éradication. Les arbres infestés ainsi que les arbres appartenant à 10 genres considérés comme des hôtes potentiels se trouvant dans un rayon de 400 m d'un arbre infesté ont été éliminés dans le cadre des mesures d'éradication. Un inventaire des arbres réalisé dans la zone réglementée a révélé la présence de plusieurs genres d'arbres dont on ignore s'ils peuvent convenir au développement du longicorne asiatique, ou dont le caractère convenable est douteux parce que les mentions n'ont pas été vérifiées sur le terrain. Le longicorne asiatique continuera de représenter un risque considérable pour les arbres au Canada dans un avenir rapproché, et il est important de connaître les arbres qui conviennent à son développement complet, ainsi que de s'assurer que les genres qui ne sont pas ciblés de manière officielle pour les relevés et les traitements ne conviennent effectivement pas à l'espèce.

Pour acquérir des connaissances sur le choix des plantes hôtes et le développement du longicorne asiatique au Canada, Turgeon *et al.* (2016) ont réalisé un relevé trois années après l'élimination des arbres infestés dans la zone réglementée et ont examiné plus de 3 000 arbres appartenant à des genres dont le caractère convenable est inconnu ou douteux. Durant le relevé, aucun des arbres appartenant aux 18 genres examinés n'avait été attaqué, sauf un frêne (*Fraxinus excelsior*) qui présentait des signes de ponte et de développement larvaire précoce, mais aucun signe d'émergence d'individus adultes. Dans le cadre d'un autre relevé réalisé précédemment, en 2003,

on avait observé chez un seul tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*) de nombreux signes d'attaque, mais aucun signe de survie des larves ou d'émergence d'adultes. Ces observations semblent indiquer que le *F. excelsior* et le *T. cordata* sont résistants au longicorne asiatique ou ne conviennent pas à son développement, du moins en Ontario. Les auteurs précisent que l'espèce peut coloniser des arbres qui ne lui conviennent pas lorsque la pression démographique est élevée. Néanmoins, selon leurs recommandations, des ressources devraient continuer d'être consacrées au repérage des signes d'attaque chez les arbres appartenant à ces genres et à la communication des renseignements dans le cadre des futurs programmes d'éradication, pour assurer la réussite de ceux-ci.

SOURCE : Turgeon, J.J., Jones, C., Smith, M.T., Orr, M., Scarr, T.A. et Gasman, B. (2016) Records of unsuccessful attack by *Anoplophora glabripennis* (Coleoptera: Cerambycidae) on broadleaf trees of questionable suitability in Canada. *Canadian Entomologist* 148 : 569-578.

7 Récolter la phéromone de marquage de l'hôte de la mouche de l'airelle, *Rhagoletis mendax*, pour évaluer son efficacité comme possible outil de lutte antiparasitaire

La mouche de l'airelle, *Rhagoletis mendax*, (Diptera: Tephritidae) est un important ravageur dans les productions commerciales de bleuet nain et de bleuet en corymbe dans de nombreuses régions de l'est de l'Amérique du Nord. Les femelles du *R. mendax* appliquent une phéromone de marquage de l'hôte (PMH) sur les fruits après y avoir pondu, pour éviter que des femelles conspécifiques y pondent également. Les auteurs de l'étude ont évalué la possibilité de récolter cette PMH produite par le *R. mendax* et de l'utiliser comme outil de lutte. Pour l'étude, des spécimens de pupes ont été récoltés dans des champs de

bleuetiers nains en Nouvelle-Écosse, au Canada. La PMH a été récoltée sous forme d'excréments des adultes issus de ces pupes et au moyen de dispositifs artificiels de ponte. Des femelles accouplées du *R. mendax* ont été sélectionnées et soumises à un essai biologique à double choix comprenant des dômes contenant l'extrait d'excrément, une solution de phéromones brutes (extraites au moyen du dispositif de ponte), et une solution témoin (aucun traitement). Selon les observations des auteurs, les femelles ont de façon marquée préféré pondre dans les dômes traités avec la solution témoin que dans les dômes contenant les extraits de phéromones provenant des deux sources. Ces résultats montrent que la PMH pourrait être un outil de lutte efficace contre ce ravageur. De plus, les méthodes rigoureuses de récolte et d'extraction de la PMH à partir des excréments des individus adultes et au moyen de dispositifs artificiels de ponte qui sont présentées dans l'étude contribueront grandement à la mise au point d'outils de lutte contre le *R. mendax*, et potentiellement d'outils contre d'autres espèces du genre *Rhagoletis*.

Le *Rhagoletis mendax* est un ravageur réglementé justiciable de quarantaine au Canada; il a été signalé jusqu'à maintenant dans l'Île-du-Prince-Édouard, en Nouvelle-Écosse et au Nouveau-Brunswick, et de petites populations isolées ont été détectées dans le sud-ouest de l'Ontario et le sud-ouest du Québec. L'amélioration des stratégies de lutte contre ce ravageur permettra de mettre à la disposition des producteurs des outils de lutte de remplacement qu'ils pourront utiliser dans leurs bleuetières, pour ainsi réduire les éventuels traitements chimiques utilisés contre le ravageur.

SOURCE : Faraone, N., Hillier, N. et Cutler, G. (2016). Collection of host-marking pheromone from *Rhagoletis mendax* (Diptera:

Tephritidae). *The Canadian Entomologist*, 148(5) : 552-555. DOI : 10.4039/tce.2015.87

8 Capacité de la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, de se développer sur des espèces cultivées et sauvages de la famille des Solanacées

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta*, (Lepidoptera: Gelechiidae) est une espèce envahissante qui cause de graves dommages aux parties végétatives et aux fruits chez la tomate (*Solanum lycopersicum*). Au cours des dix dernières années, ce ravageur s'est propagé depuis son aire de répartition indigène, en Amérique du Sud, jusque dans certaines régions d'Amérique centrale, d'Afrique du Nord, d'Asie et d'Europe, devenant une menace répandue pour la production commerciale de tomate. Bien que le *T. absoluta* ait déjà été signalé chez d'autres plantes cultivées d'importance économiques et des plantes sauvages de la famille des Solanacées, on en sait peu sur son développement et sa capacité de reproduction chez ces autres hôtes.

Dans le cadre d'une récente étude, des chercheurs ont évalué la capacité du *T. absoluta* de repérer des espèces sauvages (*Atropa belladonna*, *Datura stramonium*, *S. nigrum*) et cultivées (*S. tuberosum*) de la famille des Solanacées et de se développer chez ces plantes, pour déterminer si ces espèces pouvaient servir de refuges ou de réservoirs pour le *T. absoluta* (Bawin *et al.*, 2015). Des épreuves comportementales à double choix réalisées en tunnels de vol ont montré que les femelles se dirigeaient de préférence vers les espèces du genre *Solanum* que vers les espèces sauvages de la famille des Solanacées utilisées pour l'essai. Cependant, les femelles ont pondu sur toutes les espèces évaluées, ce qui donne à penser que toutes les espèces sont des hôtes potentiels pour le développement de la progéniture. Les



chercheurs ont évalué la valeur adaptative de la progéniture en élevant des chenilles sur chacune des espèces et ont constaté que le taux de survie des chenilles était plus élevé et que leur développement était plus rapide sur les espèces du genre *Solanum* que sur les autres espèces.

Les résultats de cette étude donnent à penser que les autres espèces de la famille des Solanacées, notamment la très répandue morelle douce-amère (*Solanum dulcamara*), pourraient être des hôtes du *T. absoluta*, même si certains autres membres de la même famille, par exemple le tabac des paysans (*Nicotiana rustica*), ne le sont pas. La morelle douce-amère pourrait être un hôte du *T. absoluta*, mais ce n'est pas certain : aucune femelle élevée sur cette espèce n'a pondu d'œufs, et l'échantillonnage réalisé n'est pas suffisant pour que l'on puisse déterminer si les femelles s'étant développé sur la morelle douce-amère sont également stériles en conditions naturelles. On ne sait donc toujours pas si certaines plantes indigènes ou échappées de culture au Canada peuvent être des hôtes de l'espèce. Dans les milieux cultivés, il est probable que l'espèce dispose de suffisamment d'hôtes.

Le *Tuta absoluta* est un ravageur réglementé au Canada qui suscite beaucoup d'inquiétude vu les difficultés que poserait son éradication dans les serres qui cultivent de façon continue des plantes de la famille des Solanacées.

SOURCE : Bawin, T., Dujew, D., de Backer, L., Francis, F. et Verheggen, F. J. (2016) Ability of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) to develop on alternative host plant species. Canadian Entomologist 148(4) : 434-442.

9 Nouveaux outils pour la surveillance du commerce électronique des espèces végétales envahissantes

Le commerce mondial par internet (commerce électronique) est de plus en plus reconnu comme une importante voie d'introduction d'espèces végétales non indigènes dans de nouvelles régions. Le commerce en ligne offre aux consommateurs une plateforme de magasinage facile et ouvre de nouveaux marchés aux vendeurs; les amateurs d'horticulture peuvent maintenant se procurer une grande variété d'espèces de plantes provenant d'un réseau mondial de fournisseurs, et il est très difficile de faire la surveillance de ce marché virtuel concurrentiel qui contourne souvent les contrôles frontaliers et les règlements sur la protection des végétaux. Plusieurs organisations mettent au point de nouveaux logiciels et des algorithmes de recherche automatisée pour accroître leur capacité de surveillance du commerce électronique de végétaux et de produits végétaux.

En 2015, un groupe de chercheurs suisses a créé un outil logiciel permettant le téléchargement systématique de l'information relative à plus de 150 000 espèces végétales prédéfinies figurant dans le site eBay.com. Ils ont trouvé des offres de vente pour 2 625 espèces au cours d'une période de recherche de 50 jours, et 510 de ces espèces étaient considérées comme envahissantes. Parmi les 100 espèces ayant le plus fréquemment fait l'objet d'offres de vente (offres quotidiennes dans de nombreux cas), la majorité étaient des plantes ornementales (64 %), parfois également utilisées à d'autres fins (p. ex. médicinales), et près de la moitié appartenaient à des espèces envahissantes

(41 %). Les offres provenaient de 65 pays, et la plupart des vendeurs proposaient une livraison partout dans le monde. Cette étude était axée sur un seul site, qui représente une petite fraction du commerce total par internet de plantes envahissantes, mais elle a démontré que le commerce électronique international de produits horticoles n'est pas réglementé de manière efficace.

Plus récemment, en Amérique du Nord, la Commission des Grands Lacs (CGL) a mis au point un logiciel novateur semblable, appelé Great Lakes Detector of Invasive Aquatics in Trade (GLDIATR), qui permet de surveiller le commerce électronique des espèces aquatiques envahissantes dans la région des Grands Lacs. Ce logiciel personnalisable en libre accès fait appel au traitement du langage naturel et à l'intelligence artificielle et analyse des milliers de pages Web à la recherche de mots clés, dont les noms scientifiques et communs des espèces. Au cours des 30 premiers jours d'essais à pleine échelle, le GLDIATR a analysé plus de 300 000 pages Web et a détecté 200 sites faisant la vente d'espèces aquatiques, dont 56 espèces réglementées dans au moins un État ou une province touchant aux Grands Lacs. La CGL a utilisé l'information ainsi recueillie pour communiquer avec les propriétaires des sites Web et leur fournir des renseignements concernant les règlements visant les espèces envahissantes et les encourager à avoir recours aux pratiques exemplaires. Ils ont par la suite constaté que des changements avaient été apportés aux produits en vente et/ou aux restrictions concernant la livraison dans de nombreux cas.

Ces études font ressortir que le commerce électronique représente un défi considérable pour les programmes actuels de biosécurité, et que les

algorithmes automatisés utilisés par des logiciels tels que GLDIATR peuvent jouer un rôle important dans le futur. Ces logiciels peuvent servir à recueillir des renseignements sur les tendances commerciales, à la réalisation d'analyses prospectives et à la détection précoce de nouvelles espèces, ce qui peut nous aider à orienter les activités réglementaires et volontaires de conformité et à prévenir la propagation d'espèces envahissantes. Le fait que GLDIATR est personnalisable et en libre accès fait de ce logiciel un outil intéressant pour d'autres organisations qui voudraient adopter des technologies semblables.

SOURCES : Great Lakes Commission (2017) Internet trade of aquatic invasive species. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://www.glc.org/work/gldiatr> (consulté en mars 2017).

Humair, F., Humair, L., Kuhn, F. et Kueffer, C. (2015) E-commerce trade in invasive plants. *Conservation Biology* 29(6) : 1658-1665. DOI : 10.1111/cobi.12579.

Jensen, E. (2017) GLDIATR: Protecting the Great Lakes from internet trade of AIS. Présentation faite au 3^e Forum national sur les espèces envahissantes, Ottawa, Ontario, 28 février au 2 mars 2017. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://canadainvasives.ca/news-events/save-the-date-3rd-national-invasive-alien-species-forum/speakers/> (consulté en mars 2017).

10 Listes de surveillance des plantes envahissantes dans les parcs nationaux

Les parcs nationaux du Canada sont une source de fierté pour les Canadiens et font partie intégrante de notre identité. Présents dans tous les territoires et toutes les provinces, ils représentent et célèbrent la beauté et la diversité des écosystèmes du Canada. Parcs Canada est l'organisme gouvernemental responsable de la protection et de la préservation de l'intégrité écologique unique de chacun de ces parcs, pour les générations actuelles et futures. Les espèces envahissantes représentent un enjeu pour la gestion des parcs, vu les répercussions négatives qu'elles peuvent avoir sur la biodiversité et les processus écosystémiques. Il

est peut être avantageux pour la gestion des parcs que les parcs nationaux et les organismes de protection des végétaux collaborent en vue de prévenir l'introduction d'espèces envahissantes dans ces milieux de grande valeur.

Une récente étude menée aux États-Unis a montré que l'évaluation des risques, plus précisément la création d'une liste de surveillance des plantes envahissantes pour les parcs de la région de la capitale nationale, pouvait être utilisée pour aider les gestionnaires de ressources à orienter les efforts vers les espèces les plus susceptibles d'avoir des répercussions dans leur parc. Les auteurs ont d'abord élaboré une liste comprenant 97 espèces préoccupantes candidates; pour ce faire, ils ont consulté les données du système de détection précoce et de cartographie de la distribution (EDDMapS) et ont retenu les espèces envahissantes signalées dans un rayon de 241 km (150 miles) des parcs, puis ont retiré de la liste les espèces indigènes ou déjà présentes dans les parcs. Ils ont ensuite réduit la liste à 20 espèces, en déterminant celles qui avaient fait l'objet qu'un processus d'évaluation du risque et en priorisant celles dont l'impact avait été classé comme « élevé ». Les gestionnaires des parcs pourront utiliser cette précieuse liste de surveillance pour orienter leur formation en matière d'identification ainsi que les activités de surveillance et de détection précoce visant les plantes envahissantes qui sont susceptibles de se retrouver dans les parcs dans un avenir rapproché.

Dans le cadre d'un exercice semblable mené au Canada, l'ACIA a récemment collaboré avec Parcs Canada pour créer une liste de surveillance préliminaire des plantes envahissantes pour deux parcs nationaux, soit celui de la Péninsule-Bruce (Ontario) et celui de Gwaii Haanas (Colombie-

Britannique). On a utilisé une évaluation des risques associés aux plantes envahissantes précédemment réalisée dans le cadre du programme de protection des végétaux de l'ACIA, puis on a sélectionné les espèces qui représentaient une menace potentielle pour chaque parc en fonction des connaissances relatives au climat du parc national, à sa géographie et à ses conditions environnementales. Le personnel des parcs utilisera ces listes préliminaires comme élément de départ pour axer les activités de détection précoce et de surveillance sur ces espèces, et y ajoutera d'autres espèces dans le futur. L'ACIA et Parcs Canada ont récemment signé un protocole d'entente relatif à la surveillance phytosanitaire et aux activités de recherche qui continueront à favoriser la promouvoir la collaboration à l'échelle nationale pour la protection de l'environnement dans les parcs et l'amélioration de l'échange d'information et de la synergie dans le domaine de la recherche.

SOURCE : Frey, M. (2017) An invasive plant watch list for the national capital regional national parks (USA). *Natural Areas Journal*, 37(1) : 108-117.

11 Le kiwaï se répand en Nouvelle-Angleterre – nouvelle plante cultivée ou plante nuisible émergente?

L'*Actinidia arguta* (kiwaï) est une plante ligneuse grimpante vigoureuse indigène de certaines régions de l'est de l'Asie tempérée. Il a introduit en Amérique du Nord, depuis le Japon, en 1876. Dans les années 1890, il était déjà une plante ornementale populaire en Nouvelle-Angleterre, particulièrement dans les jardins des particuliers. Les premiers sujets de l'espèce ont probablement été sélectionnés pour les caractéristiques de leurs parties végétatives. Comme plante ornementale, l'espèce suscite de l'intérêt vu son potentiel de

croissance exceptionnel, sa capacité d'adaptation à divers types de sol et sa tolérance au plein soleil et à l'ombre partielle. Ses fruits comestibles sont également une source d'intérêt. Dans son aire de répartition indigène (par exemple dans le nord-est de la Chine), les fruits sont récoltés dans la nature chaque année, et la culture de kiwaï pour remplacer le mieux connu kiwi (*Actinidia deliciosa*) des régions subtropicales suscite un intérêt commercial. Depuis les années 1990, quelques petits vergers commerciaux ont été créés en Amérique du Nord, et il est possible de trouver le fruit de l'espèce de manière saisonnière, dans une mesure limitée, aux États-Unis et au Canada. En outre, les pépinières ont récemment commencé à offrir aux jardiniers amateurs des variétés sélectionnées pour leurs fruits.

Toutefois, des populations non gérées ont été découvertes dans plusieurs États du nord, dont le New Jersey, New York et le Massachusetts. De plus, l'espèce a récemment été ajoutée aux flores du Maine, de l'Ohio, de la Pennsylvanie et du Connecticut. Les populations sont souvent observées à l'intérieur ou près de la bordure des forêts, dans les fermes abandonnées, en bordure des routes et dans d'autres milieux perturbés. Dans les forêts fortement envahies par l'espèce, le poids supplémentaire de la neige et de la glace qui s'accumulent sur les plantes accrochées aux arbres entraîne des bris ou la chute de ceux-ci, créant ainsi des éclaircies où l'espèce devient dominante dans le sous-étage. Les tiges qui courent sur le sol peuvent s'y enraciner, ce qui permet la multiplication clonale de l'*A. arguta* et limite la régénération des espèces indigènes. On s'inquiète que le récent intérêt pour les variétés sélectionnées pour leurs fruits entraîne une naturalisation de l'espèce en Nouvelle-Angleterre. Une grande incertitude entoure toutefois l'origine

exacte de ces populations non gérées; on ignore si elles sont des reliques de plantes ornementales cultivées dans le passé ou si elles sont le résultat de la propagation d'individus des variétés sélectionnées pour leurs fruits établis récemment.

De toute évidence, l'*Actinidia arguta* se fait connaître comme nouvelle plante cultivée et comme nouvel organisme nuisible aux États-Unis. Malgré l'intérêt qu'il présente pour la culture dans les climats plus frais que son cousin le kiwi, la capacité potentielle de l'*Actinidia arguta* de s'établir et se propager hors de culture donnent à penser que l'espèce mérite d'être surveillée dans le futur. L'État du Massachusetts, notamment, évalue la possibilité d'ajouter l'espèce à sa liste de plantes interdites. L'*Actinidia arguta* est cultivé dans une mesure limitée au Canada, et l'origine des populations naturalisées dans le nord-est des États-Unis est incertaine, mais l'espèce pourrait être préoccupante au Canada également. L'espèce est jugée rustique jusqu'à la zone 5 du système de l'USDA, ce qui comprend au Canada d'importantes régions de la Colombie-Britannique, du sud de l'Ontario et du Québec ainsi que les provinces de l'Atlantique.

SOURCES : Demcha, K. (2013) Hardy Kiwifruit: Invasive Plant? Or Throwback to the Gilded Age? Penn State Extension, Tree Fruit Production news publication. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://extension.psu.edu/plants/tree-fruit/news/2013/hardy-kiwifruit-invasive-plant-or-throwback-to-the-gilded-age>

Hale, I. L. et Connolly, B. A. (2014) *Actinidia arguta* (Actinidiaceae): A new record of a naturalized introduction in Connecticut. *Rhodora* 116(967) : 352-355.

Lamont, E. E., Werier, D. et Glenn, S. D. (2014) Noteworthy plants reported from the Torrey Range - 2011 and 2012. *The Journal of the Torrey Botanical Society* 141(1) : 95-108.

MDAR (2017a) Massachusetts Department of Agricultural Resources Notice of Public Hearing pursuant to M.G.L.C. 128 Section 27. Boston, MA. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://www.mass.gov/eea/docs/agr/docs/notice-of-hearing-prohibited-plant-list.pdf>

MDAR (2017b) Massachusetts Department of Agricultural Resources – Addition of plants onto the Massachusetts Prohibited Plant List department letter. Boston, MA. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://www.mass.gov/eea/docs/agr/farmproducts/docs/prohibited-plant-list-notice-feb2017.pdf>

Miller, G. (2015) Hardy kiwi removal in Kennedy Park. Division of Fish and Wildlife (Natural Heritage and Endangered Species Program, Mass Audubon and the Town of Lennox, Boston, MA. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://www.mass.gov/eea/agencies/dfg/dfw/wildlife-habitat-conservation/miller-case-studies-for-successful-management-on-town-and-land-trust-lands.pdf>



Biotechnologie

12 Effet potentiel de protéines bêta formatrices de pores nouvelles sur l'évaluation de l'innocuité dans le futur

La plupart des plantes cultivées issues de la biotechnologie qui présentent des caractères de résistance aux insectes tirent cette résistance des protéines insecticides du *Bacillus thuringiensis*. Les protéines cristallines à 3 domaines (Cry) et les protéines insecticides végétatives (VIP) sont à l'origine de la majorité des caractères de résistance actuellement introduits chez les plantes cultivées. Récemment, la commercialisation de protéines insecticides nouvelles autres que celles à 3 domaines a suscité un intérêt grandissant. Les protéines nouvelles autres qu'à 3 domaines et leur innocuité ont fait l'objet de colloques en 2014 et en 2015, dont un résumé est présenté dans un récent numéro spécial du *Journal of Invertebrate Pathology* (Moar *et al.*, 2017). Ces colloques visaient à examiner l'information actuellement connue sur la structure et le fonctionnement des nouvelles protéines insecticides et à discuter de la façon dont cette information pouvait être utilisée pour répondre aux exigences relatives à l'obtention d'une autorisation réglementaire, plus précisément

en ce qui a trait à la spécificité à l'égard de la cible et à l'innocuité des produits. Le numéro spécial présente un examen de la structure des protéines connues et nouvelles et une analyse l'effet de ces structures sur la spécificité à l'égard d'espèces et l'innocuité des produits.

Récemment, l'accent a été mis sur la catégorie des protéines bêta formatrices de pores (β -PFP). Les β -PFP présentent des structures diversifiées et sont généralement sécrétées par des bactéries; ces protéines solubles se lient aux récepteurs et créent des pores dans la membrane des cellules ciblées. Les β -PFP diffèrent des protéines à 3 domaines par la structure du domaine terminal; protéines à 3 domaines possèdent un domaine terminal en hélices bêta, alors que les β -PFP ont des épingles à cheveux bêta. L'utilisation d'analyses bioinformatiques de protéines entières et d'analyses biochimiques a permis aux chercheurs d'élucider la structure des protéines. Ces protéines présentent des similarités à certains niveaux (p. ex., les variantes Cry35 et Cry51 partagent la structure des β -PFP associée aux toxines connues dangereuses pour les mammifères, comme la toxine epsilon), mais diffèrent en ce qui a trait aux séquences des domaines de liaison aux récepteurs (p. ex., les variantes Cry35 et Cry51 présentent des différences au niveau des domaines de liaison de la toxine epsilon qui ciblent certaines espèces d'insectes). Les domaines de liaison permettent de déterminer les cellules et les espèces sur lesquelles il pourrait y avoir un effet.

La compréhension des répercussions de la bioinformatique des protéines a mené à la création d'un nouveau champ d'enquête en ce qui a trait à la réglementation de ces protéines nouvelles. Pour l'évaluation de l'innocuité des protéines nouvelles dans l'avenir, on propose un modèle de l'innocuité

des protéines fondé sur deux niveaux. Le niveau 1 est axé sur la détermination des dangers et repose sur les données relatives à l'innocuité des protéines qui permettent de déterminer les dangers, alors que le niveau 2 est axé sur la caractérisation des dangers en réponse aux préoccupations soulevées au niveau 1.

Les données sur l'innocuité des protéines, y compris celles issues de la bioinformatique, peuvent être relatives aux séquences, à la structure et à des renseignements fonctionnels et servir à caractériser les domaines protéiques de manière individuelle ou collective, pour ainsi orienter l'approche par niveaux de détermination des dangers destinée à évaluer l'innocuité des protéines (niveau 1). Cette approche par niveaux est fondée sur le fait que le fonctionnement d'une protéine est le résultat de sa structure globale, chaque domaine secondaire étant responsable de certains aspects précis du fonctionnement. Chaque domaine peut avoir un effet différent chez les espèces, et la spécificité des récepteurs cellulaires peut occasionner différentes préoccupations en matière de biosécurité. Si des préoccupations en matière de biosécurité sont relevées au niveau 1 (détermination des dangers), Moar *et al.* (2017) proposent que le niveau 2 soit appliqué pour que de plus amples essais soient réalisés pour caractériser les dangers. En ce qui a trait aux β -PPF, certains domaines protéiques sont participant principalement à la formation de pores dans chez les cellules ciblées, alors que d'autres domaines servent à déterminer les liaisons aux récepteurs qui confèrent la spécificité à l'égard de l'espèce. En incluant la structure détaillée des protéines dans leur modèle d'évaluation de l'innocuité par niveaux, Moar *et al.* (2017) avancent que notre capacité de prédire la bioinnocuité de ces nouvelles protéines insecticides augmentera. Selon

l'information présentée dans ce numéro spécial, nous pourrions assister à une modification des approches d'évaluation de l'information et de l'innocuité utilisées par les parties réglementées intéressées à commercialiser ces protéines à 3 domaines dans le futur.

SOURCE : Moar, W. J., Berry, C. et Narva, K. E. (2017). The structure/function of new insecticidal proteins and regulatory challenges for commercialization. *Journal of invertebrate pathology* 142 : 1.

13 Maïs transgénique exempt d'aflatoxines grâce à la technologie iARN

La lutte contre les ravageurs et pathogènes représente un défi majeur en agriculture. Les producteurs disposent déjà de divers outils chimiques et non chimiques, mais il a été démontré que l'interférence ARN (iARN) pouvait constituer une stratégie de lutte efficace chez le maïs. L'iARN a pour effet de dégrader les gènes essentiels des ravageurs et des pathogènes, ce réduit la valeur adaptative de ceux-ci et finit par entraîner leur mort.

Dans un Compte rendu scientifique précédent, on indiquait que DuPont avait mis au point une variété de maïs à iARN ciblant la chrysome occidentale des racines du maïs (Hu *et al.*, 2016). Plus récemment, des scientifiques de l'Université d'Arizona ont signalé que l'iARN pouvait être utilisée pour lutter contre les infections à *Aspergillus* chez le maïs, et ainsi empêcher l'accumulation d'aflatoxines (Thakare *et al.*, 2017).

Les infections à *Aspergillus* et la contamination par les aflatoxines entraînent la perte de millions de tonnes de maïs par année, ce qui contribue à l'insécurité alimentaire mondiale. Aux États-Unis seulement, les pertes économiques associées à la

contamination par les aflatoxines représentent plus d'un quart de milliards de dollars. Les aflatoxines sont de puissantes mycotoxines qui peuvent causer de graves atteintes au foie, favoriser le développement d'un cancer, un gonflement du foie, un œdème cérébral ainsi que certaines formes de carences protéiques chez l'humain.

Vu les répercussions sur l'économie et la santé des aflatoxines, de remarquables efforts ont été déployés pour déterminer les voies biochimiques associées à la production de ces toxines, et ces voies sont aujourd'hui bien caractérisées sur le plan enzymatique et génétique. Ce type de connaissances biochimiques et moléculaires est essentiel à la sélection de cibles iARN chez les espèces du genre *Aspergillus*. Les scientifiques de l'Université d'Arizona ont retenu une polycétide synthase – *afIC* – parce qu'elle est présente uniquement chez les espèces du genre *Aspergillus*, qu'elle ne possède aucune séquence semblable à celles du génome du maïs et qu'une grande région du gène pouvait être utilisée pour la construction de l'iARN. On a émis l'hypothèse que ce dernier facteur pourrait amplifier l'effet antifongique et antimycotoxine, comparativement à l'effet d'une construction iARN classique plus petite. En outre, en vue de gérer l'exposition d'organismes non ciblés aux molécules iARN exprimées, l'expression a été limitée aux grains de maïs – où les infections à *Aspergillus* sont généralement observées.

Chez les lignées ayant reçu un transfert iARN, on a observé une suppression de l'expression de la polycétide synthase *afIC* de l'*Aspergillus*, comparativement aux lignées non-iARN. En outre, aucune accumulation d'aflatoxines n'a été détectée chez les lignées de maïs iARN, alors que des concentrations d'aflatoxines allant de 10 à 14 parties par milliard ont été mesurées chez le maïs

non-iARN. Manifestement, l'iARN a des applications remarquables pour la lutte contre les champignons phytopathogènes et l'accumulation de mycotoxines dans les produits agricoles.

À titre de végétal à caractère nouveau, cette variété de maïs iARN devra faire l'objet d'une évaluation approfondie d'innocuité préalable à la mise en marché avant de pouvoir être disséminée en milieu ouvert au Canada.

SOURCES : Thakare, D, Zhang, J, Wing, R, Cotty, P et Schmidt, M. (2017) Aflatoxin-free transgenic maize using host-induced gene silencing. *Science Advances*, 3: DOI : 10.1126/sciadv.1602382

Hu, X, Richtman, N, Zhao, J, Duncan, K., Niu, X., Procyk, L., Oneal, M., Kernodle, B., Steimel, J., Crane, V., Sandahl, G., Ritland, J., Howard, R., Presnail, J., Lu, A. et Wu, G. (2016) Discovery of midgut genes for RNA interference control of corn rootworm. *Nature Scientific Reports* 6 : 30542.

Le bulletin Survol Science des végétaux est maintenant en ligne!

Vous pouvez maintenant consulter en ligne tous les numéros du bulletin Survol Science des végétaux qui ont déjà été publiés en allant sur la page Web des publications du gouvernement du Canada.

Cliquez sur les liens suivants pour accéder aux publications du catalogue.

Anglais :

<http://publications.gc.ca/site/eng/9.802674/publication.html>

Français :

<http://publications.gc.ca/site/eng/9.802675/publication.html>

N'oubliez pas de suivre l'ACIA sur Twitter!

@ACIA_Canada

Remerciements

Merci aux employés suivants de l'ACIA qui ont contribué à cette édition de Survol - science des végétaux : P. Baker, P. Biloeadu, K. Castro, H. Cumming, M. Damus, S. Davis, B. Day, F. Deng, C. Dollard, J.-F. Dubuc, E. LeClair, T. Kimoto, D. Levac, A. Lichota, M. Mander, F. Morin, T. Poiré, , A. Sissons, D. Smith, J. Tambong, Thacker, L., G. B. Thurston, R. Tropiano et C. Wilson.

AVERTISSEMENT : *Le Survol - science des végétaux est un service d'information préparé par le personnel de l'ACIA à des fins personnelles et publiques non commerciales. Les points de vue et les opinions exprimés dans la présente ou dans les articles auxquels on fait référence sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'ACIA. Ni l'ACIA ni ses employés ne présument et n'offrent de garantie, expresse ou implicite, de quelque sorte que ce soit, et ne sont responsables de l'exactitude, de la fiabilité, de l'exhaustivité ou de l'utilité des informations, produits, processus ou matériels fournis par des sources externes et divulgués par ou dans le présent Survol - science des végétaux.*

L'utilisateur qui s'appuie sur les renseignements, produits, procédés ou matériels fournis par des sources externes et divulgués par et dans le présent Survol - science des végétaux, le fait à ses propres risques. Le lecteur doit en tout temps vérifier les renseignements, produits, procédés ou matériels et consulter directement la source des renseignements, produits, procédés ou matériels, notamment avant d'agir ou de prendre une décision en s'appuyant sur ceux-ci.

Toute mention dans le Survol - science des végétaux d'un produit, processus ou service particulier par son nom commercial, sa marque de commerce, le nom du fabricant ou par toute autre façon ne constitue pas nécessairement ou implicitement son acceptation ou sa recommandation par l'ACIA.

DROITS D'AUTEUR ET DE REPRODUCTION : *Le présent Survol - science des végétaux et tout renseignement, produit, processus ou matériel fournis par des sources externes et divulgués par ou dans le présent Survol - science des végétaux, sont protégés par la Loi sur le droit d'auteur, par les lois, les politiques et les règlements du Canada et des accords internationaux. Ces dispositions permettent d'identifier la source de l'information et, dans certains cas, d'interdire la reproduction du matériel sans permission écrite. Ceci est particulièrement vrai pour la reproduction du matériel fourni par des sources externes et divulgué par ou dans le présent Survol - science des végétaux, puisque certaines restrictions peuvent s'appliquer; il peut être nécessaire que les utilisateurs obtiennent la permission du détenteur des droits avant de reproduire le matériel.*

Reproduction non commerciale : *Le présent Survol - science des végétaux a été distribué de manière à ce qu'il soit rapidement et facilement utilisable à des fins personnelles et publiques non commerciales et qu'il puisse être reproduit, en tout ou en partie, de quelque façon que ce soit, sans frais et sans qu'il soit nécessaire d'obtenir la permission de l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Nous demandons seulement que :*

- *Les utilisateurs fassent preuve d'une diligence raisonnable en s'assurant de l'exactitude des documents reproduits;*
- *L'Agence canadienne d'inspection des aliments soit identifiée comme étant la source;*
- *La reproduction ne soit pas présentée comme la version officielle du matériel reproduit ni comme ayant été faite en association avec l'Agence canadienne d'inspection des aliments ou avec l'appui de l'Agence.*

Reproduction commerciale : *La reproduction en plusieurs copies du présent Survol - science des végétaux, en tout ou en partie, à des fins de redistribution commerciale est interdite sauf avec la permission écrite de l'Agence canadienne d'inspection des aliments. Pour obtenir la permission de reproduire le présent Survol - science des végétaux à des fins commerciales, veuillez communiquer avec :*

*Agence canadienne d'inspection des aliments
Survol - science des végétaux
Tour 1, étage 1, 1400, chemin Merivale
Ottawa ON
Canada K1A 0Y9
PSS-SSV@inspection.gc.ca*