

# SURVOL

## SCIENCE DES VÉGÉTAUX

Édition 18, janvier 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

- Premier rapport** : Nouvelle maladie du maïs, *Xanthomonas vasicola* pv. *vasculorum*, aux États-Unis
- Premier rapport** : *Phytophthora quercina* chez le chêne blanc de Californie, *Quercus lobata*, transplanté aux États-Unis
- Mise à jour** : L'APHIS modifie les zones réglementées à l'égard de la carie indienne, *Tilletia indica*, dans les comtés de Maricopa et de Pinal, en Arizona
- Premier rapport** : Un agent pathogène émergent, *Lonsdalea quercina* subsp. *populi*, signalé pour la première fois en Espagne

- Mise à jour** : Effets du puceron lanigère de la pruche et des mécanismes de défense des végétaux sur l'arpenreuse de la pruche indigène
- Interception** : Le Customs and Border Protection des États-Unis intercepte le trogodermite des grains dans une cargaison en provenance de l'Inde et dans des bagages en provenance du Népal



#### Botanique

- Lutte contre les mauvaises herbes** : Changement climatique et dette occasionnée par l'invasion des mauvaises herbes



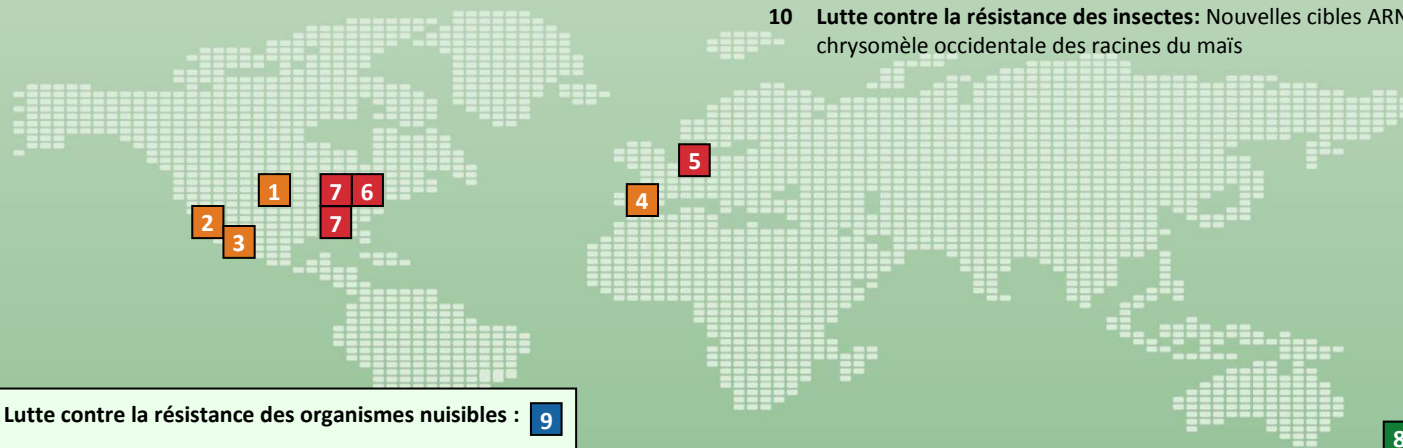
#### Biotechnologie

- Lutte contre la résistance des organismes nuisibles** : L'empilage des résistances transgéniques aux ravageurs et aux herbicides constitue-t-il la clé pour retarder l'acquisition d'une résistance par les ravageurs?
- Lutte contre la résistance des insectes**: Nouvelles cibles ARNi pour la chrysomèle occidentale des racines du maïs



#### Entomologie

- Mesures de lutte** : Capture en masse du tripète des cerises à l'aide d'une combinaison de distributeurs d'appétitifs et de pièges adhésifs jaunes



Lutte contre la résistance des organismes nuisibles : **9**

Lutte contre la résistance des insectes : **10**

Les carrés ci-dessus correspondent aux numéros des articles





# Pathologie

## 1 Premier rapport : Nouvelle maladie du maïs, *Xanthomonas vasicolorum* pv. *vasicolorum*, aux États-Unis

La maladie des stries bactériennes causée par *Xanthomonas vasicolorum* pv. *vasicolorum* (syn. *X. campestris* pv. *zear* et *X. axonopodis* pv. *vasicolorum*) a récemment été signalée au Colorado, au Kansas, en Illinois, en Iowa, au Minnesota et au Nebraska (Flamini, 2016; Jackson-Ziems *et al.*, 2016). On avait auparavant signalé que cet agent pathogène affectait la canne à sucre (gommosse) et le maïs en Afrique du Sud, mais jamais il n'avait été signalé aux États-Unis. Des enquêtes sont en cours pour connaître la répartition de la maladie dans le pays. Certaines observations permettent de croire qu'elle serait présente dans toute la région du maïs (Corn Belt) (The Grand Island Independent, 2016).

Les symptômes de la maladie incluent des lésions brunes à jaune de forme étroite et allongée, courtes ou très longues entre les nervures des feuilles. Ils ressemblent aux symptômes associés à d'autres maladies, comme la tache grise (*Cercospora zear-maydis*), qui a déjà été signalée en Ontario.

On dispose actuellement de très peu de données sur la maladie des stries bactériennes et sur ses effets possibles. Étant donné que ses effets négatifs sur le rendement ou sur la qualité du maïs n'ont pas été démontrés, l'USDA-APHIS ne considère pas que son agent pathogène soit justiciable de quarantaine (USDA-APHIS, 2016).

Actuellement, l'agent pathogène ne fait l'objet

d'aucun signalement concernant l'espèce *Zea mays* au Canada.

**SOURCES :** Bacterial leaf streak of corn has been confirmed in Nebraska. The Grand Island Independent. [en ligne] [http://www.theindependent.com/news/ag\\_news/bacterial-leaf-streak-of-corn-has-been-confirmed-in-nebraska/article\\_f6d0bf6c-715d-11e6-a509-875650898582.html](http://www.theindependent.com/news/ag_news/bacterial-leaf-streak-of-corn-has-been-confirmed-in-nebraska/article_f6d0bf6c-715d-11e6-a509-875650898582.html) [6 septembre 2016].

**Flamini, D. (2016)** New corn disease discovered in the United States. [en ligne] <http://www.farms.com/ag-industry-news/new-corn-disease-discovered-in-the-united-states-166.aspx> [7 septembre 2016].

**Jackson-Ziems, T., Korus, K., Adesemoye, T. et Meter, J. V. (2016)** Bacterial leaf streak of corn confirmed in Nebraska, other corn belt states. Cropwatch. [en ligne] <http://cropwatch.unl.edu/2016/bacterial-leaf-streak-corn-confirmed-nebraska> [6 septembre 2016].

**USDA-APHIS. (2016)** Statement on *Xanthomonas vasicolorum* pv. *vasicolorum*. [en ligne] [https://www.aphis.usda.gov/aphis/newsroom/news/sa\\_by\\_date/newsroom-2016/sa-08/statement-corn-xv](https://www.aphis.usda.gov/aphis/newsroom/news/sa_by_date/newsroom-2016/sa-08/statement-corn-xv) [6 septembre 2016].

## 2 Premier rapport : *Phytophthora quercina* chez le chêne blanc de Californie, *Quercus lobata*, transplanté aux États-Unis

Dans la dernière parution de la lettre d'information *California Oak Mortality Task Force*, on signalait que l'espèce *Phytophthora quercina* avait récemment été isolée dans des chênes blancs de Californie (*Quercus lobata*) de sites de rétablissement gérés par le Santa Clara Valley Water District de Californie. Pour confirmer la détection, des représentants du comté de Santa Clara ont prélevé des échantillons de sol avec racines de chênes blancs de Californie cultivés dans un site de rétablissement près de San Jose, en Californie, qui présentaient des symptômes de rabougrissement et ils les ont envoyés au laboratoire de phytopathologie du Department of Food and Agriculture de Californie (CDFA) pour obtenir un diagnostic. L'ADN extrait des appâts dans le sol s'est avéré correspondre à 100 % à celui de *P. quercina*. Le diagnostic a été confirmé par le

laboratoire de Beltsville de l'USDA APHIS en juin. Il s'agit du premier cas de détection officielle de l'agent pathogène aux États-Unis; des signalements d'organismes « semblables » à *P. quercina* ont toutefois auparavant été associés à une diminution du nombre de chênes dans les forêts du Minnesota, du Wisconsin et du Missouri.

*Phytophthora quercina* est un agent pathogène associé à une diminution de la présence du chêne dans toute l'Europe. Les symptômes aériens de la maladie incluent un dépérissement des branches et de certaines parties de la cime, la formation de pousses adventives, un éclaircissement prononcé de la cime, le jaunissement et le flétrissement des feuilles et la présence d'exsudats goudronneux provenant de l'écorce. Les espèces de chênes touchées par l'agent pathogène incluent *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. cerris*, *Q. pubescens* et *Q. ilex*. En Turquie, on a aussi trouvé l'agent pathogène chez les espèces *Q. hartwissiana*, *Q. frainetto* et *Q. vulcanica*.

*Phytophthora quercina* est un organisme nuisible préoccupant pour le Canada, parce que le chêne y occupe une place importante dans les forêts et que l'agent pathogène n'y est pas encore présent. Fait à noter, l'espèce a été désignée espèce de *Phytophthora* la plus préoccupante pour son introduction aux É.-U. dans un rapport du Plant Epidemiology and Risk Analysis Laboratory (PERAL) de l'USDA.

**SOURCES :** Balci, Y. et Halmshlager, E. (2003) *Phytophthora* species in oak ecosystems in Turkey and their association with declining oak trees. *Plant pathology* 52(6):694-702.

**California Oak Mortality Task Force (COMTF) (2016)** California Oak Mortality Task Force Report, septembre 2016. [en ligne] <http://www.suddenoakdeath.org/wp-content/uploads/2016/09/COMTF-Report-September-2016-1.pdf> [3 octobre 2016].

Scheartzburg, K., Hartzog, H., Landry, C., Rogers, J. et Randall-Schadel, B. (2009) Prioritization of *Phytophthora* of concern to the United States. *Plant Epidemiology and Risk Analysis Laboratory (PERAL), USDA-APHIS*.

Jung, T., Cooke, D. E. L., Blaschke, H., Duncan, J. M. et Osswald, W. (1999) *Phytophthora quercina* sp. nov., causing root rot of European oaks. *Mycological Research* 103(7):785-798.

### 3 Mise à jour : L'APHIS modifie les zones réglementées à l'égard de la carie indienne, *Tilletia indica*, dans les comtés de Maricopa et de Pinal, en Arizona

L'Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) a modifié les zones réglementées à l'égard de la carie indienne dans les comtés de Maricopa et de Pinal, en Arizona; il a ainsi réduit la zone réglementée du comté de Maricopa et élargi celle du comté de Pinal.

Après avoir étudié les renseignements disponibles, l'APHIS a déterminé que 131 champs se qualifiaient pour une déréglementation. Il n'y a donc plus de restriction quant au transport d'un État à un autre des articles réglementés à l'égard de la carie indienne provenant de ces zones. Plus précisément, l'APHIS a soustrait un total de 5 189 acres de la liste des zones réglementées dans le comté de Maricopa, notamment 1 612 acres de territoire tribal, et ajouté 12 292 acres de terres du comté de Pinal à la zone réglementée à l'égard de la carie indienne après que 36 champs se furent avérés touchés par la maladie. La zone additionnelle inclut 4 071 acres dans la région de Queen Creek et 8 221 acres, dont 1 741 acres de territoire tribal, dans la région de Maricopa. Après avoir procédé à des relevés sur le terrain dans les zones réglementées, l'APHIS a déterminé que ces champs répondaient aux critères de réglementation.

Cette mesure réglementaire est destinée à

prévenir la propagation de la carie indienne depuis l'Arizona. La maladie peut avoir un impact sur la qualité du blé, mais la raison pour laquelle l'APHIS recourt à la réglementation est que nombre de ses partenaires commerciaux exigent que le blé des É.-U. soit certifié comme ayant été cultivé dans des régions indemnes de carie indienne.

On trouvera de plus amples renseignements sur la carie indienne à l'adresse suivante :

<http://www.aphis.usda.gov/plant-health/kb>.

**SOURCE : USDA-APHIS (2016)** APHIS Amends Karnal Bunt Regulated Areas in Maricopa and Pinal Counties, Arizona [en ligne] <https://content.govdelivery.com/accounts/USDAAPHIS/bulletins/16907c8> [5 octobre 2016].

#### 4 Premier rapport : Un agent pathogène émergent, *Lonsdalea quercina* subsp. *populi*, signalé pour la première fois en Espagne

La plus récente parution du journal *Plant Disease* présente un nouveau rapport sur la bactérie *Lonsdalea quercina* subsp. *Populi*, un agent pathogène émergent en Espagne. On a trouvé la bactérie dans neuf plantations de peupliers hybrides du nord de l'Espagne. Les arbres malades présentaient un fendillement de l'écorce et produisaient de grandes quantités de liquide blanc mousseux et gluant. Les plus gravement atteints sont morts quelques années après avoir été infectés. Dans certaines plantations, la proportion d'arbres touchés atteignait 30 % (Berruete *et al.*, 2016).

Cette bactérie a déjà été signalée en Chine (Li *et al.*, 2014) et en Hongrie (Toth *et al.*, 2013). *L. quercina* subsp. *populi* n'est actuellement pas réglementée au Canada.

**SOURCES : Berruete, I. M., Cambra, M. A., Collados, R., Monterde, A., Lopez, M. M., Cubero, J. et Palacio-Bielsa, A. (2016)** First report of bark canker disease of poplar caused by *Lonsdalea quercina* subsp. *populi*. *Plant Disease* 2159.

**Li, Y., He, W., Ren, F. J., Guo, L. M., Chang, J. P., Cleenwerck, I., Ma, Y. C. et Wang, H. M. (2014)** A canker disease of *Populus x euramericana* in China caused by *Lonsdalea quercina* subsp. *populi*. *Plant Disease* 98(3) : 368-378.

**Toth, T., Lakatos, T. et Koltay, A. (2013)** *Lonsdalea quercina* subsp. *populi* subsp. nov., isolated from bark canker of poplar trees. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 63: 2309-2313.



#### 5 Mesures de lutte : Capture en masse du tripète des cerises à l'aide d'une combinaison de distributeurs d'appétitifs et de pièges adhésifs jaunes

*Rhagoletis cerasi*, la tripète des cerises européenne, est présente dans la plus grande partie de l'Europe et c'est un organisme nuisible important aussi bien pour les cerises douces que pour les cerises acides dans sa région d'origine. Ses larves se nourrissent de l'intérieur du fruit et peuvent causer de graves pertes économiques, car les dommages atteignent parfois 100 % de la production fruitière. Des mesures de lutte contre ce ravageur sont essentielles. Les insecticides contenant des néonicotinoïdes et des pyréthroïdes sont souvent utilisés à cette fin; ils exigent cependant une application opportune et précise pour être efficaces. C'est pourquoi il est important de détecter la première phase aérienne de *R. cerasi* grâce à l'utilisation de pièges adhésifs jaunes et d'appétitifs tels que des sels d'ammonium. Les pièges adhésifs, en particulier le piège Rebell, peuvent aussi servir à la capture en masse de la tripète pour lutter contre l'insecte dans les vergers de cerises biologiques.



Dans cette étude, les auteurs testent l'efficacité de deux pièges adhésifs jaunes (piège jaune Rebell et piège jaune adhésif standard) associés à différents distributeurs d'appétitifs dans des vergers de cerises en Pologne. Les distributeurs étaient des sacs transparents avec glissière à pression faits de polyéthylène de différentes densités (35 microns, ~ 60 microns et ~ 100 microns) contenant un mélange de deux sels d'ammonium (3 g d'acétate d'ammonium et 2,6 g de carbonate d'ammonium), de la putrescine étant ajoutée directement au sac transparent, ou encore placée dans un contenant distinct (ampoule de type Eppendorf de 200 µL). On a comparé l'effet des distributeurs à celui des leurres standard des sociétés Csalomon et AgriSense-BCS, utilisés comme témoin. On a ensuite évalué l'utilisation de la combinaison avérée la plus efficace pour la capture en masse de l'insecte dans un verger biologique de Pologne.

L'étude a conclu que le piège jaune Rebell capturerait un nombre significativement plus élevé de tripètes que le piège adhésif jaune, indépendamment du type de distributeur utilisé. Elle a également conclu que le piège jaune Rebell, combiné au distributeur d'appétitifs contenant un mélange d'acétate d'ammonium et de carbonate d'ammonium, ainsi qu'à la putrescine dans un contenant distinct, avait été le plus efficace pour lutter contre les populations de *R. cerasi*. En outre, cette combinaison précise s'est montrée très efficace pour la capture en masse du ravageur, et elle a permis une réduction significative du nombre de fruits endommagés dans le verger de cerises douces biologiques.

*Rhagoletis cerasi* est un agent pathogène justiciable de quarantaine réglementé au Canada signalé pour la première en Amérique du Nord à Mississauga (Ontario) en juin 2016. De nouvelles

données relatives aux mesures de lutte efficaces contre *R. cerasi* sont utiles à l'ACIA pour élaborer d'autres mesures d'atténuation, en particulier des mesures pour empêcher le ravageur de s'introduire en Colombie-Britannique, principale province canadienne productrice de cerises. Une connaissance plus approfondie des mesures de lutte pouvant être appliquées dans les vergers de cerises biologiques est également nécessaire pour réduire d'éventuelles vaporisations de produits chimiques utilisés contre le ravageur.

**SOURCE :** Grodner, J., Świech, K., Rozpara, E. et Danelski, W. (2016) Food attractant to control the population of *Rhagoletis cerasi* L. (Diptera: Tephritidae) and its use in organic sweet cherry orchard in Poland. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 61(3):167-172.

## 6 Mise à jour : Effets du puceron lanigère de la pruche et des mécanismes de défense des végétaux sur l'arpenteuse de la pruche indigène

Les dommages causés en début de saison aux arbres et aux plantes par les herbivores peuvent modifier les tissus des organismes agressés en raison des mécanismes de défense ou d'attaque qu'ils utilisent. Ces changements peuvent modifier la quantité ou la qualité de l'hôte pour les attaquants subséquents en ayant un effet dissuasif, dans certains cas, ou en améliorant leur santé, dans d'autres cas. L'arpenteuse de la pruche, *Lambdina fiscellaria* (Lepidoptera : Geometridae) est un insecte défoliateur indigène de nombreuses espèces d'arbres de l'est de l'Amérique du Nord. Ses jeunes chenilles naissent à la fin de mai; elles se nourrissent alors principalement de nouvelles pousses, puis consomment de petites portions d'aiguilles anciennes lorsqu'elles deviennent plus matures. Le puceron lanigère de la pruche, *Adelges tsugae* (Hemiptera : Adelgidae) est une espèce de puceron envahissant du Japon, introduite en Virginie dans les années 1950. Cet hémiptère

sessile est à l'origine d'une mortalité étendue de la pruche du Canada (*Tsuga canadensis*) et de la pruche de Caroline (*Tsuga caroliniana*) car elle se nourrit de la base de leurs aiguilles à l'aide d'une combinaison d'enzymes causant une modification physiologique de l'arbre.

Les deux espèces sont présentes simultanément dans la portion sud de l'aire de répartition indigène de l'arpenreuse, mais on en sait peu sur leurs interactions. Pour combler cette lacune, Wilson *et al.* (2016) ont évalué la performance et les préférences de l'arpenreuse sur du feuillage de pruche vulnérable au puceron infesté et non infesté, ainsi que sur du feuillage non infesté d'une pruche du Canada plus rare naturellement résistante au puceron. Les auteurs ont constaté que l'infestation par le puceron lanigère de la pruche avait conféré un avantage modéré à l'arpenreuse se nourrissant de pruche du Canada vulnérable, ce qui a eu pour effet un taux de survie des jeunes chenilles et un poids des nymphes plus élevés. Les larves élevées sur un feuillage de pruche vulnérable aux pucerons non infesté ont connu un taux de mortalité de 60 % au cours des deux premières semaines de l'expérience, par rapport à 6 % pour les larves élevées sur un feuillage de pruche vulnérable comportant des larves de puceron. Cette différence pourrait résulter de changements dans l'induction des défenses de la plante, car le fait que le puceron se nourrisse peut activer la voie de signalisation de l'acide salicylique et supprimer les défenses fondées sur l'induction d'acide jasmonique, qui sont particulièrement efficaces contre les herbivores broyeur. Les chercheurs ont également constaté que les larves nourries de feuillage de pruche naturellement résistante étaient plus susceptibles de se métamorphoser, de mûrir rapidement et de prendre plus de poids à l'état de

chrysalide que les larves soumises aux deux autres traitements. Les épreuves biologiques de préférence ont également démontré que les larves d'arpenreuse consommaient plus de feuillage résistant que de feuillage vulnérable, quel que soit le type de feuillage sur lequel elles avaient été élevées.

Le puceron lanigère de la pruche représente actuellement une menace pour l'est du Canada parce qu'il est établi dans plusieurs États bordant la frontière canadienne. Il a été détecté à deux reprises en Ontario : à Etobicoke en 2012 et à Niagara Falls en 2013; ces populations ont été détruites, mais la région est toujours surveillée (ISC, n.d.). L'arpenreuse de la pruche est déjà considérée comme un défoliateur indigène grave au Canada, présent sur la côte Atlantique et s'étendant vers l'ouest jusqu'à l'Alberta. Au fil des ans, elle a détruit plusieurs millions d'hectares de forêts de conifères dans l'est du Canada (NRCan, 2015). L'étude décrite ici fournit de nouvelles raisons de prévenir l'introduction et la propagation du puceron lanigère de la pruche, car une sélection faite en fonction de ce puceron pourrait initialement accroître la vulnérabilité des pruches aux éclosions d'arpenreuses.

**SOURCES : Invasive Species Centre (ISC) (n.d.)** Hemlock Woolly Adelgid. [en ligne] <http://forestinvasives.ca/Meet-the-Species/Insects/Hemlock-Woolly-Adelgid> [consulté le 4 janvier 2017].

**Natural Resources Canada (NRCan) (2015)** Arpenreuse de la pruche. [en ligne] <https://tidcf.nrcan.gc.ca/en/insects/factsheet/8846> [consulté le 4 janvier 2017].

**Wilson, C. M., Vendettuoli, J. F., Orwig, D. A. et Preisser, E. L. (2016)** Impact of an invasive insect and plant defence on a native forest defoliator. *Insects* 7(3) : article numéro 45 (doi : [10.3390/insects7030045](https://doi.org/10.3390/insects7030045)).

## 7 Interception : Le Customs and Border Protection des États-Unis intercepte le trogoderme des grains dans une cargaison en provenance de l'Inde et dans des bagages en provenance du Népal

Le 29 novembre 2016, des spécialistes en agriculture du Customs and Border Protection (CBP) des États-Unis à Port Huron, au Michigan, ont découvert les restes d'un trogoderme des grains (*Trogoderma granarium* [Coleoptera : Dermestidae]) dans une cargaison de haricots mungos cassés et lavés en provenance de l'Inde. Il s'agit de la quatrième interception de trogoderme des grains dans une cargaison commerciale à Port Huron; dans les quatre cas, les denrées interceptées provenaient de l'Inde (CBP, 2016a). Le 4 décembre 2016, le CBP a également trouvé le trogoderme dans les bagages d'une voyageuse à l'aéroport international Hartsfield-Jackson d'Atlanta. Après avoir déclaré transporter des aliments, la femme arrivant du Népal a été soumise à un examen secondaire au cours duquel des spécialistes en agriculture du CBP ont découvert une larve de trogoderme vivante dans un sac de fèves sèches. Le CBP a saisi et détruit les fèves par stérilisation à la vapeur afin de prévenir l'introduction du ravageur aux États-Unis. Cet incident est important, car c'est la première fois que le CBP découvre un trogoderme des grains provenant du Népal (CBP, 2016b).

Le trogoderme des grains est l'un des ravageurs de céréales et de produits de céréales entreposés les plus destructeurs; il est justiciable de quarantaine et réglementé dans de nombreux pays, notamment au Canada. Il n'est actuellement pas établi aux États-Unis ni au Canada, mais s'il y était introduit, il pourrait avoir des effets négatifs graves sur les industries des céréales et des oléagineux.

**SOURCES : Customs and Border Protection (CBP) des États-Unis (2016a)** Port Huron CBP Intercepts the Destructive Khapra Beetle. [en ligne] <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/port-huron-cbp-intercepts-destructive-khapra-beetle> [consulté le 4 janvier 2017].

**Customs and Border Protection (CBP) des États-Unis (2016b)** CBP Atlanta Intercepts Khapra Beetle from Nepal. [en ligne] <https://www.cbp.gov/newsroom/local-media-release/cbp-atlanta-intercepts-khapra-beetle-nepal> [consulté le 4 janvier 2017].



## Botanique

## 8 Lutte contre les mauvaises herbes : Changement climatique et dette occasionnée par l'invasion des mauvaises herbes

Même si n'est pas toujours le cas, on considère généralement que le changement climatique favorise les mauvaises herbes. Dans un récent article de forum, Sheppard *et al.* (2016) ont exploré la synergie entre le changement climatique et les invasions par des végétaux, et ils ont abordé les effets généraux de cette synergie sur la lutte contre les mauvaises herbes. L'article se concentre sur la Nouvelle-Zélande, mais il s'applique en grande partie au Canada, car dans les deux pays, les contraintes climatiques sur de nombreuses espèces introduites se réduisent.

Le changement climatique va probablement exacerber la dette occasionnée par l'invasion de mauvaises herbes en Nouvelle-Zélande. Cette « dette » fait référence aux conséquences souvent décalées des mauvaises herbes sur les activités socio-économiques touchant la pression propagulaire et les conditions favorisant l'invasion. Plus de 25 000 espèces végétales exotiques sont actuellement présentes en Nouvelle-Zélande; 2 400 de ces espèces sont déjà naturalisées et 20

nouvelles espèces se naturalisent chaque année. Parmi les espèces naturalisées et en cours de naturalisation, certaines deviendront envahissantes. Parmi les très nombreuses espèces introduites, un grand nombre proviennent de climats plus chauds (p. ex. subtropical). Leur établissement et leur propagation seront favorisés lorsque les contraintes climatiques telles que le gel seront réduites. Le changement climatique pourrait également favoriser les invasions en augmentant l'occurrence et la fréquence des phénomènes extrêmes, créant ainsi des perturbations offrant des occasions de colonisation aux plantes introduites et affaiblissant du même coup certaines communautés indigènes en bonne santé, ce qui les rendra plus vulnérables aux invasions. Des températures à la hausse pourraient de plus faciliter l'établissement de certaines plantes exotiques en améliorant les conditions nécessaires aux pollinisateurs spécialistes dont elles ont besoin.

Deux rapports récents du Department of Conservation de la Nouvelle-Zélande reconnaissent ce danger imminent; dans l'un d'eux, on affirme que l'arrivée de nouvelles mauvaises herbes et le caractère envahissant croissant des mauvaises herbes déjà présentes est l'une des conséquences les plus inquiétantes du changement climatique. Sheppard *et al.* (2016) conseillent donc vivement un certain nombre de mesures clés pour que la lutte contre les mauvaises herbes menée par la Nouvelle-Zélande soit « à l'épreuve du futur » en tenant compte des effets du changement climatique. Ils insistent sur la nécessité d'identifier les mauvaises herbes actuelles et éventuelles, ainsi que les milieux à risque en intégrant le climat futur dans les outils existants d'évaluation et de gestion du risque lié aux mauvaises herbes, et en appliquant des mesures préventives telles que le

bannissement, l'éradication et la lutte. Des prédictions améliorées et plus conviviales des futures aires de répartition des végétaux sont nécessaires pour appuyer ces outils. L'utilisation d'un ensemble de projections des prévisions de plusieurs modèles de répartition de l'espèce pour définir les points d'invasion névralgiques représente une autre approche potentiellement rentable des modèles de répartition complexes d'une espèce unique. Cette approche peut faciliter la prise de décision visant à prévenir à la fois l'établissement et la propagation de nombreuses espèces végétales exotiques. Les auteurs insistent également sur l'importance de programmes de surveillance améliorés mettant de l'avant des milieux appropriés et incluant les espèces provenant de climats plus chauds. Ils souhaitent que des projets scientifiques citoyens bien gérés, ainsi que des campagnes éducatives favorisant une vision à plus long terme des questions liées aux espèces envahissantes appuient ces programmes.

On pourrait envisager des mesures semblables dans le cadre des initiatives canadiennes visant à s'assurer que la lutte contre les mauvaises herbes menée au pays soit « à l'épreuve du futur » en tenant compte des effets du changement climatique. Comme en Nouvelle-Zélande, des milliers d'espèces de plantes exotiques ont été et continuent d'être introduites au Canada intentionnellement, pour diverses raisons, ou non intentionnellement, comme contaminants. En outre, des centaines d'espèces peuvent se propager naturellement au Canada à partir d'États bordant la frontière canadienne ou les Grands Lacs. C'est une situation particulièrement préoccupante pour le Canada, parce que les climats continentaux et tempérés de l'hémisphère Nord sont considérés comme étant particulièrement propices à un nombre croissant d'espèces exotiques



envahissantes et à leur propagation (Bellard *et al.*, 2013). De nombreuses espèces intentionnellement cultivées aux abords ou juste au-delà de leurs limites de rusticité traditionnelles seraient avantagées dès le départ pour s'établir et se propager, dans la mesure où les conditions le permettraient. Les aspects du changement climatique soulignés par Sheppard *et al.* (2016) devraient être pris en compte dans l'élaboration de la Stratégie nationale pour la santé végétale et animale à venir, qui s'écarte de l'accent traditionnellement mis sur la réponse et le rétablissement en mettant l'accent sur la prévention, une pratique exemplaire d'atténuation des mauvaises herbes.

**SOURCES :** Bellard, C., Thuiller, W., Leroy, B., Genovesi, P., Bakkenes, M. et Courchamp, F. (2013) Will climate change promote future invasions? *Global Change Biology* 19 : 3740-3748.

Sheppard, C. S., Burns, B. R. et Stanley, M. C. (2016) Future-proofing weed management for the effects of climate change : is New Zealand underestimating the risk of increased plant invasions? *New Zealand Journal of Ecology* 40(3) : 398-405.



## Biotechnologie

### 9 Lutte contre la résistance des organismes nuisibles : L'empilage des résistances transgéniques aux ravageurs et aux herbicides constitue-t-il la clé pour retarder l'acquisition d'une résistance par les ravageurs?

Malgré les efforts que nous déployons, les organismes nuisibles développent rapidement une résistance aux méthodes élaborées pour protéger les végétaux. Nous avons pu observer l'évolution de la résistance des organismes nuisibles aux caractères transgéniques uniques ingénierisés des cultures pour les rendre résistantes aux

arthropodes et aux herbicides, et nous observerons probablement le même phénomène dans les cultures résistantes aux agents pathogènes (p. ex. papayes résistantes au virus des taches annulaires) lorsqu'elles seront plus répandues. La combinaison dans une même plante de plusieurs transgènes (« empilage de gènes ») visant le même ravageur ciblé cherche à retarder la résistance du ravageur; une implantation appropriée est cependant requise pour assurer l'efficacité de la méthode.

Une étude récente publiée dans la revue *Pest Management Science* s'est penchée sur la capacité des caractères empilés à retarder l'acquisition d'une résistance chez un organisme nuisible; on y propose plusieurs critères pour optimiser l'utilisation des caractères empilés, d'après les principes communs de la génétique et de la biologie des populations (Gressel *et al.*, 2016).

Gressel *et al.* (2016) suggèrent que les partenaires transgéniques empilés visent la même espèce de ravageur, soient exprimés de façon synchrone dans les mêmes tissus, soient construits en tandem et présentent une persistance tissulaire semblable. Cela fera en sorte que deux ou plusieurs traits seront simultanément présents dans la plante. Les espèces de ravageurs ciblées devraient aussi être vulnérables à au moins deux des partenaires transgéniques empilés, car l'efficacité des caractères empilés peut être amoindrie par l'évolution antérieure de la résistance du ravageur à un ou plusieurs des caractères. Gressel *et al.* (2016) suggèrent aussi que les produits transgéniques ne se dégradent pas de la même manière, qu'il y ait une absence de résistance croisée aux transgènes empilés ou à leurs produits, et dans le cas des transgènes empilés de résistance aux herbicides, que les deux herbicides soient utilisés et qu'ils possèdent la même persistance

relative.

Grâce à ces critères, l'acquisition d'une résistance par les organismes nuisibles pourrait être considérablement retardée. Le type de culture et le type de résistance développée par les ravageurs détermineront s'il faut faire appel à des méthodes uniques, et quels seront les critères à utiliser. Les caractères empilés devraient également être utilisés dans le cadre d'une stratégie de lutte antiparasitaire intégrée plus large (p. ex. utilisation responsable des pesticides, surveillance et seuils d'intervention justifiant l'application de pesticides) afin d'accroître la durabilité des cultures transgéniques.

L'industrie de la biotechnologie commence à reconnaître l'importance de la sécurité alimentaire en insérant des gènes protecteurs dans des cultures alimentaires majeures telles que les cultures du blé, du riz et du sorgho, et elle devra tenir compte de l'évolution de la résistance des organismes nuisibles. Elle devra abandonner l'insertion de caractères génétiques uniques, qui facilitent l'évolution d'une résistance chez les organismes nuisibles, et envisager plutôt l'implantation stratégique de caractères empilés conjuguée à une lutte intégrée contre les ravageurs.

**SOURCE : Gressel, J., Gassmann, A. J. et Owen, M. D. K. (2016)** How well will stacked transgenic pest/herbicide resistances delay pests from evolving resistance? Pest Management Science. DOI : 10.1002/ps.4425

## 10 Lutte contre la résistance des insectes : nouvelles cibles ARNi pour la chrysomèle occidentale des racines du maïs

La lutte contre la chrysomèle occidentale des racines du maïs (CORM) représente un défi important pour les producteurs de maïs; on

rapporte que cet insecte cause 1 milliard de dollars de dommages chaque année aux États-Unis. De nombreux protecteurs chimiques et phytoprotecteurs intégrés (PPI) s'offrent aux cultivateurs, mais c'est la rotation des cultures qui reste la méthode la plus efficace pour lutter contre la CORM au Canada. Que doivent cependant faire les cultivateurs lorsque leurs opérations exigent de conserver les mêmes mesures pour lutter contre l'insecte, ou s'ils choisissent simplement d'utiliser de façon répétée ces mesures? La répétition des mesures augmentera la pression de sélection et favorisera le développement d'une résistance chez les insectes. La lutte contre la résistance, ce qui comprend notamment la conception des produits, peut toutefois être conçue pour maximiser la longévité du caractère tout en luttant contre les insectes ravageurs.

Jusqu'à tout récemment, les PPI du maïs autorisés ciblant la CORM n'utilisaient que les gènes de *Bacillus thuringiensis* (Bt) codant les toxines mCry3A, Cry3Bb1, eCry3.1Ab et Cry34/35Ab1. Certains des produits approuvés contiennent une protéine Cry unique, mais des « pyramides » exprimant deux protéines Cry sont de plus en plus souvent produites.

Les produits perturbant la santé des organismes vivants selon un mode d'action unique sont rapidement vaincus par la nature; la société a malheureusement bien souvent dû le constater lorsqu'elle combattait des maladies humaines et des organismes nuisibles agricoles. Et c'est ainsi qu'une résistance aux toxines mCry3A et Cry3Bb1 s'est développée. La résistance croisée entre les toxines mCry3A, Cry3Bb1 et eCry3.1Ab fait que les « pyramides » ne peuvent avoir plusieurs modes d'action distincts. Des PPI du maïs s'appuyant sur de nombreux modes d'action pour lutter contre les

ravageurs permettraient d'assurer la longévité des caractères actuels et futurs.

La société Monsanto a ajouté dans son coffre à outils des variétés de maïs utilisant l'interférence par ARN ciblant le gène *dvsnf7* de la CORM. Ce gène participe au transport des protéines dans la cellule, une fonction cellulaire essentielle. Et, si l'on se fie à un récent article de la revue *Nature Scientific Reports* (Wu *et al.*, 2016), d'autres modes d'action d'interférence par ARN, notamment parentaux, pourraient être envisagés.

Les scientifiques de DuPont Pioneer ont identifié deux gènes de *Drosophila*, appelés « Snakeskin » et « Mesh ». Ces gènes sont importants pour le développement de la mouche, ainsi que pour l'intégrité de sa barrière intestinale. Chez la CORM, ils correspondent aux gènes *dvssj1* et *dvssj2*, qui semblent responsables des mêmes activités que les gènes de *Drosophila* correspondants. Des expériences ont démontré que si l'on perturbe les gènes *dvssj1* et *dvssj2*, on réduit la croissance larvaire de la CORM, ce qui cause ultimement sa mort. La toxicité de *dvssj1* et *dvssj2* pour la CORM est semblable à celle du produit d'interférence par ARN de Monsanto ciblant le gène *dvsnf7*, comme l'indiquent les valeurs de la CL<sub>50</sub> mesurées.

Plus les modes d'action d'un PIP sont nombreux, plus le PIP en question est avantageux, car on améliore de cette façon l'efficacité du produit et, surtout, on limite la résistance potentielle des populations d'insectes ciblées. Il s'agit d'un aspect important dans l'évaluation des risques pour l'environnement avant la commercialisation des végétaux dotés de caractères nouveaux.

**SOURCE : 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.

### Remerciements

Merci aux employés suivants de l'ACIA qui ont contribué à cette édition de *Survol - science des végétaux* : M.-E. Auclair, K. Castro, H. Cumming, M. Damus, S. Davis, B. Day, F. Deng, C. Dollard, J.-F. Dubuc, M. Lafleur, D. Levac, M. Mander, A. Sisson et L. Vyvey.

## 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**

**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 présumant 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](mailto:PSS-SSV@inspection.gc.ca)