Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Frontline

Applications de recherche en foresterie

Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Grands Lacs
Note technique N° 113

TreeAzin® – Un insecticide systémique naturel pour lutter contre l'agrile du frêne au Canada

D.G. Thompson

Introduction

L'agrile du frêne est un insecte nuisible exotique envahissant qui peut attaquer et détruire la plupart des espèces de frêne au Canada. Depuis 2002, moment de sa découverte dans la région de Detroit/Windsor, ce perce-bois très destructif a tué des millions de frênes au sein de la zone infestée, qui s'étend actuellement sur un vaste secteur dans le sud-est du Canada et l'est des États-Unis. Il continue de se propager dans tout l'Ontario et dans des régions localisées du Québec. L'agrile du frêne a déjà entraîné des répercussions évaluées à plusieurs millions de dollars dans de nombreuses municipalités. Les incidences économiques sont particulièrement graves dans les milieux urbains où des frênes ont été plantés à des fins esthétiques et d'ombrage sur les boulevards et dans les espaces verts et les parcs. Dans la ville de Toronto, par exemple, le programme de lutte contre l'agrile du frêne a coûté environ 1 million de dollars, rien qu'en 2011, principalement pour enlever les arbres infestés. Des propriétaires doivent également supporter des coûts aussi élevés que 1 500 $ pour faire enlever et remplacer les gros frênes qui poussent sur leur terrain. L'ensemble des incidences économiques de l'agrile du frêne est beaucoup plus élevé lorsque l'on tient compte des coûts associés à la valeur dépréciée de la propriété, à l'intervention, à la surveillance et à la recherche. Plus on laissera l'agrile du frêne continuer de se propager dans toute l'aire de répartition naturelle des frênes en Amérique du Nord, plus les pertes économiques augmenteront, de même que les incidences écologiques potentiellement importantes.

D'un point de vue écologique, les infestations généralisées d'agriles du frêne posent plusieurs risques. Les frênes constituent souvent un composant principal du couvert forestier dans les zones riveraines entourant les systèmes aquatiques vulnérables; ils font de l'ombre, interceptent les éléments nutritifs et les polluants, réduisent l'érosion du sol, fournissent des apports organiques essentiels dans le système par la chute des feuilles et offrent un habitat à diverses espèces sauvages. La perte de frênes dans les zones riveraines peut interrompre un ou l'ensemble de ces services écologiques. Dans les restes d'une terre boisée isolée de ce qui était jadis un paysage fortement boisé dans le sud de l'Ontario et le Québec, des ouvertures du couvert provoquées par l'agrile du frêne pourraient modifier la structure et la fonction de la forêt et en faire, notamment, un habitat moins approprié pour certaines espèces d'oiseaux et d'amphibiens dépendants de la forêt, y compris certaines qui sont déjà désignées comme étant en péril. En outre, les premières données de la recherche effectuée dans le sud de l'Ontario indiquent que de telles ouvertures pourraient permettre aux plantes envahissantes d'y prendre pied et de s'établir. Une équipe de recherche du Service canadien des forêts (SCF) de Ressources naturelles Canada examine à l'heure actuelle les conséquences écologiques des infestations d'agriles du frêne relativement à ces questions.

Des scientifiques s'affairent à mettre au point des outils et des techniques qui peuvent être utilisés pour atténuer les pertes économiques et écologiques actuelles et prévues, attribuables à l'agrile du frêne. Le TreeAzin® est le fruit de ces efforts. Travaillant en collaboration directe avec BioForest Technologies Inc. (et avec l'aide du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario), des chercheurs du SCF ont mis au point le TreeAzin en tant qu'insecticide systémique végétal naturel pouvant être utilisé pour protéger les frênes de grande valeur.

Recherche du Centre de foresterie des Grands Lacs (CFGL)

Après maintes années de recherches intensives et plusieurs années d'utilisation restreinte en vertu de permis d'homologation d'urgence, le TreeAzin a obtenu la pleine homologation nationale en octobre 2012. On s'attend à ce que l'homologation nationale facilite grandement l'utilisation de ce produit botanique naturel dans les programmes intégrés de lutte antiparasitaire axés sur le ralentissement de la propagation de l'agrile du frêne et l'atténuation des incidences économiques, écologiques et esthétiques correspondantes auxquelles font face tant les forestiers urbains que les propriétaires publics.

POINT DE VUE POLITIQUE

Deux organismes fédéraux ont le mandat de lutter contre les espèces envahissantes. Le premier est l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA), sous l'autorité du ministre de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire, et le deuxième est le Service canadien des forêts (SCF), sous la direction du ministre des Ressources naturelles. Lorsqu'un ravageur envahissant est trouvé au Canada, la lutte contre celui-ci relève de l'ACIA. La principale loi à cet égard est la *Loi sur la protection des végétaux*. Cette loi est la clé de la lutte contre les espèces envahissantes parce qu'elle vise à protéger les végétaux et les secteurs agricole et forestier de l'économie canadienne en empêchant l'importation, l'exportation et la propagation des organismes nuisibles et en luttant contre les parasites au Canada ou les éliminant.

Afin de réduire au minimum l'incidence de l'agrile du frêne sur les forêts canadiennes, une mesure réglementaire, intitulée *Arrêté sur les lieux infestés par l'agrile du frêne* (13 avril 2012) a été créée en vertu de la *Loi sur la protection des végétaux*. Celle-ci interdit le déplacement du bois de chauffage et des autres produits du frêne dans des régions précises de l'Ontario et du Québec. En vertu de la même loi, on a créé le *Règlement sur l'indemnisation relative aux parasites forestiers*. Celui-ci permet au gouvernement de verser une indemnisation à une personne qui a reçu un avis d'élimination d'un arbre-hôte de l'agrile du frêne. Le gouvernement est tenu de verser au propriétaire entre 40 $ et 300 $ par arbre, selon le zonage des terres.

Le SCF appuie le travail de l'ACIA en fournissant les connaissances scientifiques d'experts de ses programmes de recherche. Une fois qu'une espèce envahissante se trouve sur le territoire canadien, le SCF a le mandat d'effectuer des recherches relativement à la protection des ressources forestières du Canada, en vertu de la *Loi sur les forêts*. De plus, en vertu de la *Loi sur le ministère des Ressources naturelles*, une des attributions générales du ministre fédéral des Ressources naturelles est d'aider à la croissance et au perfectionnement du potentiel scientifique et technologique canadien. Ces deux lois constituent les principaux textes législatifs qui sous-tendent les efforts de recherche et de développement déployés par le SCF relativement au TreeAzin.

Ce projet de recherche est un excellent exemple des travaux scientifiques réalisés par le SCF pour mettre au point des renseignements, des outils et des techniques à l'appui des buts et priorités du gouvernement du Canada. Ces travaux scientifiques soutiennent directement d'autres organismes gouvernementaux fédéraux, y compris l'ACIA et l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire et ils fournissent des connaissances scientifiques fondamentales aux ministères provinciaux pour les aider à mettre au point des outils plus efficaces de lutte contre les espèces envahissantes établies, telles que l'agrile du frêne, dans leur territoire de compétence. Et ce qui est peut-être plus important encore, c'est que la recherche a permis aux municipalités et au grand public canadien de se doter de stratégies pour atténuer les répercussions importantes de ce ravageur alors qu'il continue de se propager dans l'aire de répartition naturelle du frêne au Canada.

Bref historique des travaux de recherche et de développement du TreeAzin

Les travaux de développement du TreeAzin en tant qu'insecticide systémique pour lutter contre l'agrile du frêne ont commencé en 2003, par une équipe de chercheurs dirigée par les scientifiques Blair Helson et Dean Thompson du SCF. Ces efforts se fondaient sur des connaissances établies, à savoir que des composés organiques connus sous le nom d'azadirachtines existent dans les graines du margousier, et que ces composés sont utiles pour protéger les cultures contre les insectes ravageurs en Inde, où l'arbre est indigène. Travaillant en collaboration directe avec une petite entreprise locale, BioForest Technologies, l'équipe de collaborateurs a mis au point une formulation appropriée de ces composés ainsi qu'un prototype de méthode pour l'injecter directement dans l'arbre afin qu'elle agisse sur les stades larvaires. On a reconnu l'injection systémique comme étant la méthode d'application de choix pour la lutte contre les insectes envahissants perceurs du bois comme l'agrile du frêne, particulièrement dans les milieux urbains où le traitement des arbres individuels de grande valeur et l'utilisation de technologies d'application conférant le plus haut degré qui soit de sécurité des êtres humains et de l'environnement étaient requis.

M. Thompson et son collègue Dave Kreutzweiser ont par ailleurs publié de nombreux articles sur le devenir et les incidences potentielles des azadirachtines en rapport avec des scénarios d'utilisation type, y compris les applications systémiques. Après des années d'essais rigoureux en laboratoire et sur le terrain (photographie 1) axés sur le devenir dans l'environnement, le comportement, des essais d'efficacité et la détermination des mécanismes clés de l'activité insecticide, auxquels ont participé le SCF et BioForest Technologies Inc., une demande d'homologation a été présentée à l'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada. En 2008, on a accordé l'homologation d'urgence à TreeAzin pour la lutte contre l'agrile du frêne en Ontario et au Québec et le produit a obtenu la pleine homologation nationale en octobre 2012.

Photographie 1. Essais dans un laboratoire d'écotoxicologie

Utilisation opérationnelle

Travaillant à partir du prototype initial mis au point par Blair Helson, BioForest Technologies Inc. a ultimement mis au point un système perfectionné de micro-injection connu sous le nom d'EcoJect® qui facilite grandement l'application du TreeAzin ou d'autres pesticides systémiques dans les arbres individuels. Le système portatif consiste en un certain nombre de cartouches pressurisées réutilisables remplies

Photographie 2. Application du TreeAzin

de TreeAzin et fixées à des microbuses temporaires insérées dans l'arbre (photographie 2). Grâce à ce système, la formulation est préchargée dans les cartouches étanches et peut seulement être appliquée par des utilisateurs formés et autorisés portant de l'équipement de protection individuelle. La formulation est injectée directement dans l'arbre; par conséquent, sauf si elle est renversée ou qu'une défaillance accidentelle de l'équipement se produise durant le chargement, la probabilité d'une exposition des utilisateurs professionnels, des passants, des animaux familiers ou d'autres organismes non ciblés est extrêmement basse.

Bien que la durée des injections varie selon la santé de l'arbre, l'activité de transpiration et le milieu de croissance, les dossiers de productivité opérationnelle indiquent qu'environ 15 à 20 minutes sont requises par arbre. Le coût par arbre varie selon sa taille et son accessibilité, mais il se situera entre 150 $ et 250 $ environ pour un arbre de grande taille (diamètre de 30 cm à hauteur de poitrine). Des traitements périodiques tous les deux ans seront probablement requis pendant une période de 6 à 10 ans pendant que des populations élevées d'agriles du frêne persistent dans une région donnée. Par conséquent, les traitements au TreeAzin sont très susceptibles de maintenir des arbres sains et entièrement fonctionnels pendant des périodes prolongées, et ce, à un coût équivalant ou inférieur à l'enlèvement destructif et le remplacement d'un arbre urbain. À plus long terme, on espère que des méthodes de lutte biologique naturelles ou augmentées seront mises au point et qu'on pourra les utiliser pour supprimer des populations d'agriles du frêne ou les maintenir à des niveaux moins destructeurs.

Dans la pratique, la meilleure façon de traiter les arbres est par des injections au début de l'été, juste avant l'émergence des adultes. Cela permet la translocation rapide et efficace des composés actifs à travers l'arbre par les tissus conducteurs où se nourrissent les larves de l'agrile du frêne. Ce moment est particulièrement avantageux du fait que le feuillage du couvert recevra les ingrédients actifs qui inhibent la reproduction des scolytes adultes, lesquels se nourrissent du feuillage dans le cadre de leur processus de maturation sexuelle. Le TreeAzin ne cause pas la mortalité directe de l'agrile du frêne, aux stades larvaires ou adultes. Il est toutefois très efficace pour empêcher l'alimentation et la mue des larves qui sont exposées aux composés circulant dans les tissus conducteurs. En fin de compte, il protège l'arbre contre l'alimentation très destructive des larves, laquelle donne lieu aux galeries distinctives (photographie 3) qui coupent l'alimentation en eau et en éléments nutritifs, ce qui cause le dépérissement symptomatique de la cime et finalement la mort de l'arbre. De récentes études en laboratoire ont révélé que les scolytes adultes qui se nourrissent de feuillage contaminé par voie systémique produisent très peu d'œufs viables, ce qui réduit les populations d'agriles du frêne au sein des arbres traités et dans les environs immédiats. C'est là une explication de l'observation selon laquelle les arbres traités sont habituellement protégés pendant deux ans par suite d'une seule injection de TreeAzin, même si les composés des ingrédients actifs ne sont pas persistants et deviennent non détectables dans les échantillons foliaires en l'espace de plusieurs semaines de traitement.

Photographie 3. Galeries d'alimentation de l'agrile du frêne

Facteurs environnementaux

En tant que composés botaniques naturels, les azadirachtines sont non persistantes. Dans les milieux naturels, ces composés sont soumis à une dégradation rapide par l'hydrolyse (réaction avec l'eau), la photolyse (réaction avec la lumière du soleil) et l'action microbienne. On a également démontré qu'elles étaient peu toxiques pour les mammifères, les oiseaux et autres espèces sauvages non ciblées. La combinaison de ces caractéristiques fait que l'utilisation des formulations à base d'azadirachtine est particulièrement appropriée dans les zones urbaines et écosensibles, surtout lorsqu'on les applique à l'aide des techniques perfectionnées d'injection systémique telles que le système EcoJect. Les organismes non ciblés qui pourraient être touchés par de tels traitements sont ceux qui cherchent de la nourriture directement sur les arbres traités. Les études de Kreutzweiser et Thompson démontrent que, contrairement au scénario pour d'autres composés proposés pour la lutte contre l'agrile du frêne, les feuilles excisées des arbres traités au TreeAzin pendant la chute naturelle des feuilles à l'automne ne posent pas de risque important pour les organismes décomposeurs du sol ou aquatiques. Des études scientifiques antérieures ont démontré que les azadirachtines ont une persistance faible à modérée dans l'eau et les sols et sont relativement non toxiques pour la plupart des insectes bénéfiques et autres organismes non ciblés, y compris les abeilles. D'autres études ont révélé que, à l'instar de nombreux insecticides, certains groupes de zooplanctons sont connus pour être vulnérables aux niveaux de concentration escomptés d'azadirachtine qui pourraient découler d'un traitement généralisé, ce qui fait ressortir l'avantage écologique important des technologies d'injection directe. La plupart des espèces de frêne du Canada sont anémophiles et les traitements sont appliqués bien après la floraison des frênes au tout début du printemps; une exposition éventuelle de ces insectes bénéfiques importants est donc réduite.

La recherche en cours dirigée par Thompson et sa collègue Amanda Tonon autorise à penser que le TreeAzin pourrait aussi être utilisé pour lutter contre d'autres insectes exotiques envahissants perceurs du bois, y compris le longicorne asiatique. Celui-ci a été trouvé au Canada, près de Toronto, et dans plusieurs États du nord-est, plus récemment en Ohio en 2011. Bien que plusieurs de ces infestations historiques semblent maintenant avoir été maîtrisées et réduites jusqu'en deçà des seuils de détection pendant plusieurs années, les apparitions occasionnelles de ce ravageur dans d'autres endroits semblent indiquer une forte possibilité de sa réapparition au Canada. Qui plus est, compte tenu de la variété d'érables et d'autres espèces d'arbres vulnérables aux attaques et du risque plus grand de dommage économique et écologique qui y est associé, cette espèce envahissante perceuse du bois pose un risque extrême aux forêts de feuillus du Canada. Par conséquent, avec le soutien du nouveau centre Canada-Ontario sur les espèces envahissantes, qui partage ses locaux avec le CFGL à Sault Ste. Marie, on est en train de produire des données scientifiques qui pourraient appuyer l'inclusion du longicorne asiatique sur l'étiquette du produit. Si cela est accepté, on aura l'option d'utiliser le TreeAzin dans le cadre d'une intervention précoce et agressive devant cette menace imminente.

Conclusion

Bien qu'il n'y ait aucun doute que l'agrile du frêne continuera de se propager dans toute l'aire de répartition naturelle des frênes dans le paysage canadien, la mise au point et l'homologation nationale récente du TreeAzin offrent maintenant une option efficace, écologique et non destructive pour ralentir la propagation et lutter contre ce ravageur étranger. Son utilisation réduira au minimum les incidences économiques et écologiques dans les milieux naturels urbains et importants sur le plan écologique et offrira aux propriétaires une option pour protéger leurs frênes de grande valeur. De même, si le longicorne asiatique réapparaît au Canada, les efforts de recherche en cours devraient fournir les données scientifiques requises pour appuyer l'utilisation du TreeAzin pour protéger les nombreuses espèces d'arbres à feuilles caduques vulnérables aux attaques du longicorne asiatique, notamment les érables qui constituent non seulement le symbole national du Canada, mais aussi l'élément de base de l'industrie de grande valeur du sirop d'érable.

La recherche, le développement et la commercialisation du TreeAzin en tant qu'insecticide systémique botanique naturel pour la lutte contre l'agrile du frêne et d'autres espèces envahissantes perceuses du bois au Canada sont considérés comme un exemple classique d'une fructueuse collaboration intersectorielle entre les gouvernements fédéral et provinciaux et les partenaires de petits créneaux industriels qui se concentrent à répondre aux besoins essentiels des Canadiens. Les principaux scientifiques enquêteurs du CFGL souhaitent reconnaître en particulier les contributions importantes des autres personnes suivantes :

Susana Grimalt, qui a collaboré avec notre équipe en tant que boursière de recherches postdoctorales de l'Universitat Jaume I, Castellon, Espagne; Derek Chartrand, Teresa Precepa, Melanie Coppens, John McFarlane, Barry Lyons, Gene Jones et Jean Turgeon et le défunt Peter de Groot, tous du CFGL; Taylor Scarr, ministère des Richesses naturelles de l'Ontario; Paul Bolan, Steven Meating et les autres partenaires et le personnel de BioForest Technologies Inc., ainsi que Al King du centre sur les espèces envahissantes.

Publications scientifiques

1. Kreutzweiser, D.P.; Back, R.C.; Sutton, T.M.; Thompson, D.G.; Scarr, T.A. 2002. Community-level disruptions among zooplankton of pond mesocosms treated with a neem (azadirachtin) insecticide. Aquatic Toxicology 56: 257-273.

2. Thompson, D.G.; Kreutzweiser, D.P.; Staznik, B.; Chartrand, D.; Capell, S. 2002. Fate and persistence of Azadirachtin A following applications to mesocosms in a small forest lake. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 69(2): 250-256.

3. Thompson, D.G.; Mickle, R.E.; Lyons, D.B.; Helson, B.V.; Robinson, A.G.; Chartrand, D.T.; Buscarini, T. M. 2003. Deposition of azadirachtin following ultra-low volume aerial applications to red pine plantations for control of pine false webworm, *Acantholyda erythrocephala* (L.) (Hymenoptera: Pamphiliidae), in Ontario, Canada. International Journal of Pest Management 49: 9-15.

4. Lyons, D.B.; Helson, B.V.; Thompson, D.G.; Jones, G.C.; McFarlane, J.W.; Robinson, A.G.; Mickle, R.E. 2003. Efficacy of an ultra-low volume aerial application of an azadirachtin-based insecticide for control of the pine false webworm, *Acanthyolyda erythrocephala* (L.) (Hymenoptera: Pamphiliidae), in Ontario Canada. International Journal of Pest Management 49: 1-8.

5. Kreutzweiser D.P.; Sutton, T.M.; Back, R.C.; Pangel, K.L.; Thompson, D.G. 2004. Some ecological implications of a neem (azadirachtin) insecticide disturbance to zooplankton communities in forest pond enclosures. Aquatic Toxicology 67: 239-254.

6. Thompson, D.G.; Chartrand, D.T.; Kreutzweiser, D.P. 2004. Fate and effects of azadirachtin in aquatic mesocosms.-- 1: Fate in water and bottom sediments. Ecotoxicology and Environmental Safety 59: 186-193.

7. Kreutzweiser, D.P.; Back, R.; Sutton, T.; Pangle, K.; Thompson, D.G. 2004. Aquatic mesocosm assessments of a neem (azadirachtin) insecticide at environmentally realistic concentrations – 2: Zooplankton community responses and recovery. Ecotoxicology and Environmental Safety 59: 194-204.

8. Kreutzweiser, D.P.; Good, K.P.; Chartrand, D.T.; Scarr, T.A.; Thompson, D.G. 2007. Non-target effects on aquatic decomposer organisms of imidacloprid as a systemic insecticide to control emerald ash borer in riparian trees. Ecotoxicology and Environmental Safety 68: 315-325.

9. Kreutzweiser, D.P.; Good, K.P.; Chartrand, D.T.; Scarr, T.A.; Holmes, S.B.; Thompson, D.G. 2008. Effects on litter-dwelling earthworms and microbial decomposition of soil-applied imidacloprid for control of wood-boring insect pests. Pest Management Science 64: 112-118.

10. Kreutzweiser, D.P.; Good, K.P.; Chartrand, D.; Scarr, T.A.; Thompson, D.G. 2008. Toxicity of the systemic insecticide, imidacloprid, to forest stream insects and microbial communities. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 80: 211-214.

11. Kreutzweiser, D.P.; Thompson, D.G.; Scarr, T.A. 2009. Imidacloprid in leaves from systemically-treated maple trees may inhibit litter breakdown by non-target invertebrates. Ecotoxicology and Environmental Safety 72: 1053-1057.

12. McKenzie, N.; Otis, G.; Helson, B.; Thompson, D.G.; McFarlane, J.; Buscarini, T.; Meating, J. 2010. Azadirachtin as a potential systemic insecticide for control of Emerald Ash Borer. Journal of Economic Entomology 103: 708-717.

13. Grimalt, S.; Thompson, D.; Chartrand, D.; McFarlane, J.; Helson, B.; Lyons, B.; Meating, J.; Scarr, T. 2011. Foliar residue dynamics of azadirachtins following direct stem injection into white and green ash trees for control of Emerald Ash Borer. Pest Management Science 67: 1277-1284.

14. Kreutzweiser, D.; Thompson, D.; Grimalt, S.; Chartrand, D.; Good, K.; Scarr, T. 2011. Environmental safety to decomposer invertebrates of azadirachtin (neem) as a systemic insecticide in trees to control emerald ash borer. Ecotoxicology and Environmental Safety 74: 1734-1741.

15. Grimalt, S.; Thompson, D.G.; Coppens, M.; Chartrand, D.T.; Shorney, T.; Meating, J.; Scarr, T. 2011. Analytical study of Azadirachtin A and B residues in foliage and phloem of hardwood tree species by liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. Journal of Agriculture and Food Chemistry 59: 8070-8077.

16. Thompson, D.G.; Kreutzweiser, D.P. 2007. A review of the environmental fate and effects of natural "reduced-risk" pesticides in Canada. pp. 245-274 In: A. Felsot and K. Racke, eds. Certified organic and biologically derived pesticides: Environmental, Health and Efficacy Assessment. American Chemical Society, Washington, D.C. Symposium Series # 947,

Autres renseignements sur l'agrile du frêne

Kreutzweiser, D.P. 2011. Comment l'agrile du frêne compromet-il le rôle des forêts dominées par le frêne? Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Administration centrale, Ottawa. Points saillants sur la science. 2 p.

Kyei-Poku, G. 2012. Lutte biologique contre l'agrile du frêne. Ressources naturelles Canada. Service canadien des forêts. Centre de foresterie des Grand Lacs. Sault Ste. Marie (Ontario). Nouvelles Express 52. 2p.

Lyons, D.B. 2010. Agrile du frêne. Ressources naturelles Canada. Service canadien des forêts. Centre de foresterie des Grand Lacs. Sault Ste. Marie (Ontario). Frontline Note Technique 110. 4 p.

McKenney, D. 2013. Agrile du frêne : modèles économiques à l'intention des propriétaires fonciers et des municipalités. Ressources naturelles Canada. Service canadien des forêts. Centre de foresterie des Grand Lacs. Sault Ste. Marie (Ontario). Nouvelles Express 70 (sous presse).

Ryall, K.L.; Fidgen, J.G.; Turgeon, J.J. 2011. Dépistage de l'agrile du frêne en milieu urbain par échantillonnage de branches. Ressources naturelles Canada. Service canadien des forêts. Centre de foresterie des Grand Lacs. Sault Ste. Marie (Ontario). Frontline Note Technique 111. 3p.

RENSEIGNEMENTS

Dean Thompson
Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts
Centre de foresteries des Grands Lacs
1219, rue Queen Est
Sault Ste. Marie (Ontario) Canada
P6A 2E5
Courriel : dean.thompson@RNCan.gc.ca

Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Grands Lacs
1219, rue Queen est
Sault Ste. Marie (Ontario) P6A 2E5
705-949-9461

© Ressources naturelles Canada, 2013

N° de cat. Fo123-1/113F (Imprimé)
ISBN 978-0-660-21070-4
ISSN 1717-6980

N° de cat. Fo123-1/113F-PDF (En ligne)
ISBN 978-0-660-21071-1
ISSN 1717-6980

Papier recyclé

Also available in English under the title: Frontline Technical Note No. 113: TreeAzin® – a natural systemic insecticide for use against the emerald ash borer in Canada.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada par courriel à l'adresse suivante : droitdauteur.copyright@rncan-nrcan.gc.ca.