



Frontline

Applications de recherche en foresterie

Service canadien des forêts – Centre de foresterie des Grands Lacs

Note technique n° 116

Outils de détection d'un puceron envahissant

INTRODUCTION

La pruche du Canada (*Tsuga canadensis* [L.] Carrière) est un arbre de taille moyenne pouvant atteindre des hauteurs de plus de 30 m et vivre jusqu'à 600 ans dans l'est du Canada. Historiquement, l'écorce de la pruche du Canada a été utilisée dans le commerce comme source de tannin. Actuellement, une petite quantité de pruches du Canada sont coupées, chaque année, par l'industrie forestière ontarienne (une moyenne d'environ 13 000 m³ par an de 2009 à 2013) pour en faire du bois d'œuvre grossier ou de dimension courante. La valeur non ligneuse la plus importante de la pruche du Canada, en particulier lorsqu'elle représente 50 % ou plus des arbres mûrs d'un peuplement, est le rôle fondamental qu'elle joue dans l'écosystème. Les espèces fondamentales créent des conditions biologiques qui déterminent et structurent l'écosystème. Les pruches préfèrent les sites frais et humides; elles projettent de l'ombre en profondeur qui fournit un habitat unique dont dépendent plusieurs animaux. L'espèce exotique envahissante qu'est le puceron lanigère de la pruche (*Adelges tsugae* Annand) menace ces espèces d'arbres très importantes pour l'écologie.

Un aperçu de la biologie du puceron lanigère de la pruche et un résumé de son arrivée, de son établissement et de sa propagation dans l'est de l'Amérique du Nord sont présentés dans le document Frontline – Note technique n° 114. Il existe deux étapes dans le cycle de vie du puceron lanigère de la pruche qui sont d'intérêt pour le présent document : les sacs d'œufs et les larves mobiles (Figure 1). Les sacs d'œufs sont des masses laineuses, pouvant mesurer jusqu'à 5 mm de diamètre, qui sont créées par la sécrétion de fils cireux issus des glandes situées le long de la surface dorsale du puceron lanigère de la pruche. On peut trouver la plupart des sacs d'œufs sur les petites branches actuelles ou celles d'un an, et chacun d'eux peut renfermer plusieurs œufs. Les larves mobiles représentent les nymphes du premier stade larvaire qui vont éclore et l'unique étape de dispersion active du puceron lanigère de la pruche. Chaque année deux générations de sacs d'œufs et de larves mobiles sont produites : la première génération, appelée sistens, se trouve sur la pruche de juin à mars; la seconde génération, appelée progrediens, se trouve, quant à elle, sur la pruche de mars à juin. Les larves mobiles, et dans certains cas les sacs d'œufs, se propagent à d'autres arbres-hôtes grâce au vent, à la pluie, à l'activité animale et à l'activité humaine. La dissémination peut aller de quelques centimètres à plusieurs

kilomètres par année. Un arbre à forte densité de pucerons lanigères de la pruche subit de profonds changements, les cimes devenant progressivement plus fines en raison de la perte des aiguilles et du dépérissement des bourgeons. De fait, la cime passe d'un vert tendre à un gris-vert jaunâtre (Figure 2). Le puceron lanigère de la pruche peut décimer jusqu'à 90 % ou plus des pruches qui sont présentes dans un peuplement. Cette destruction peut survenir en une période d'à peine quatre ans, mais peut prendre plus de dix ans dans le nord-est de l'aire de répartition du puceron lanigère de la pruche.



Figure 1. A) Forte densité de sacs à œufs du puceron lanigère de la pruche (sistens ou progrediens) sur de petites branches de pruche d'un an (photo : Connecticut Agricultural Experiment Station Archive). B) Larve mobile du premier instar du puceron lanigère de la pruche pris dans un piège englué (photo : Gene Jones).



Figure 2. A) Pruche de l'Est en santé (vert foncé) (photo : Tom McAvoy). B) Pruche décolorée (gris-vert jaunâtre) infestée par le puceron lanigère de la pruche (photo : James Johnson).

Le puceron lanigère de la pruche est maintenant présent dans les cinq états américains qui partagent une frontière avec les provinces canadiennes de l'Est, soit le Maine, le New Hampshire, le Vermont, l'État de New York et le Michigan. L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) a rapporté avoir détecté des arbres infestés à Mississauga en 2012 et dans la gorge du Niagara entre 2013 et 2015. Dans chacun des cas, les arbres ont été détruits dans les semaines qui ont suivi leur découverte. Cependant, la proximité des infestations dans les États américains limitrophes du Canada signifie qu'il a peu de chance pour que ces découvertes demeurent des cas isolés. En effet, de nouveaux cas feront certainement leur apparition dans un futur plus ou moins éloigné. Ainsi, il est vital qu'une analyse soit effectuée afin de déterminer quels sont les risques de propagation et les voies probables d'arrivée du puceron lanigère de la pruche dans l'est du Canada. Il sera donc important de disposer d'outils qui en simplifieront la détection et qui permettront de délimiter les zones de nouvelles infestations.

Méthode de détection du puceron lanigère de la pruche : avantages et limites

Depuis 2007, l'ACIA utilise une méthode de détection au sol qui se veut une version modifiée de la méthode de Costa et d'Onken (2006). Cette méthode, basée sur le peuplement, consiste à examiner le feuillage à l'œil nu ou avec des jumelles en partant du sol et selon un tracé prédéfini dans le peuplement. Les techniciens de terrain doivent examiner deux branches par arbre jusqu'à ce qu'un arbre infesté soit découvert ou que le maximum d'arbres non infestés ait été examiné, soit 100 arbres, selon la première des deux éventualités. Ce degré d'échantillonnage suffit à détecter une infestation lorsque de 1 à 2 % des pruches sont infestées (d'un à quatre arbres par hectare). Les avantages de cette méthode sont qu'elle ne requière qu'un équipement léger et qu'elle donne des résultats assez rapidement, plusieurs arbres pouvant être examinés en un seul coup d'œil et en peu de temps. Cependant, cette méthode n'a pas été conçue pour être utilisée comme une méthode de détection du puceron lanigère de la pruche. De plus, elle se limite à examiner le feuillage situé à moins de six mètres du sol. Il devient donc extrêmement difficile de détecter les petites populations de pucerons lanigères de la pruche au-dessus de cette hauteur et une infestation à la cime d'un grand arbre pourra passer inaperçue pendant plusieurs années et se propager aux arbres et aux peuplements voisins.

CENTRE DE FORESTERIE DES GRANDS LACS (CFGL)

Les efforts actuels de recherche (en collaboration avec des collègues américains de la Cornell University) se concentrent sur l'élaboration d'outils visant à améliorer la détection et la délimitation des zones d'infestations du puceron lanigère de la pruche. Deux méthodes d'échantillonnage des populations sont en développement, chacune d'elles offrant la possibilité de détecter le puceron lanigère de la pruche jusqu'à la cime d'un arbre, et ce, peu importe sa hauteur. La première méthode, l'échantillonnage de laine ou par balle, est une technique active qui vise les sacs d'œufs et qui permet au technicien de terrain d'utiliser un lanceur pour recueillir des échantillons jusqu'à la cime des arbres. La seconde méthode, l'échantillonnage de la larve mobile, est une technique d'échantillonnage passive qui consiste à installer un piège englué sous un arbre afin que les larves mobiles du puceron lanigère de la pruche s'y collent.

Échantillonnage de laine ou par balle

Cette méthode consiste à lancer des balles de racquetball recouvertes de Velcro^{MD} à l'aide d'un lanceur de balles Hyperdog^{MC} (Figure 3) dans les cimes des arbres pour attraper la laine du puceron lanigère de la pruche. D'étroites bandes de Velcro^{MD} d'une longueur fixe (la partie à crochets à l'extérieur) sont collées sur chaque balle. Les bandes sont espacées uniformément autour de chaque balle pour garantir un vol régulier. Cette méthode permet de lancer des balles jusqu'à 40 m de hauteur et d'atteindre les cimes des plus grandes pruches.

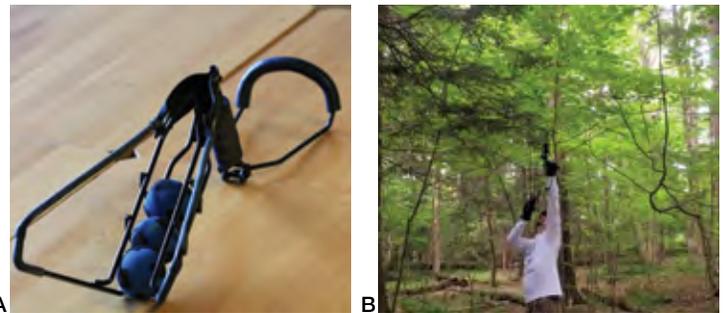


Figure 3. A) Lanceur de balles Hyperdog^{MC} utilisé dans l'échantillonnage par balle avec trois balles de racquetball recouvertes de bandes de Velcro^{MD}. B) Lancement de balles dans la cime d'une pruche (photos : Jeffrey Fidgen).

Protocole recommandé : La première étape permet aux techniciens de terrain de définir leurs propres critères de recherche pour la laine de puceron lanigère de la pruche, car il arrive parfois que des sacs d'œufs d'araignées ou une toile de chenilles accrochées aux bandes Velcro^{MD} puissent être confondus avec la laine du puceron lanigère de la pruche. La laine du puceron est blanc clair, malléable et duveteuse, et elle peut contenir une nymphe noir brunâtre, un adulte avec des œufs brun-orangé ou des larves mobiles brun clair, et avoir des enveloppes de nymphe (Figure 4). Les techniciens de terrain doivent obtenir des échantillons de sacs d'œufs de pucerons lanigères de la pruche morts et les comparer avec des sacs d'œufs d'araignées ou de la toile de chenilles. Il faut ensuite déposer les deux derniers échantillons sur le Velcro^{MD} et apprendre à les distinguer de la laine du puceron lanigère de la pruche.

Bien que l'échantillonnage de la laine puisse être réalisé n'importe quand, il donne de meilleurs résultats de la fin avril au début juillet, soit lorsque la laine du puceron lanigère de la pruche est la plus visible et la plus abondante. Nous recommandons aux techniciens de terrain de cibler une section différente du milieu et du haut de l'arbre pour chaque échantillon dans le but d'obtenir un bon ratissage de la cime. Il est important que chaque balle touche les 40 cm des extrémités de plusieurs branches lorsqu'elle s'élève vers la cime, là où la laine du puceron lanigère de la pruche a tendance à se concentrer. Une nouvelle balle devrait être utilisée pour échantillonner chaque arbre ou chaque groupe d'arbres aux branches entremêlées. Il est important que les balles utilisées sur les arbres infestés par le puceron lanigère de la pruche ne soient pas utilisées pour échantillonner un autre arbre qui pourrait ne pas être infesté, et empêcher ainsi la propagation du puceron lanigère de la pruche. Entre les prises d'échantillons, les balles doivent être débarrassées de tout résidu avec une brosse à dents à poils de taille moyenne. Après utilisation, les balles peuvent être trempées dans de l'eau chaude savonneuse pour en retirer tout résidu laissé avec une brosse à poils de taille moyenne. Il faut laisser sécher les balles à l'air avant de les réutiliser.

Nos recherches montrent que, dans la plupart des cas, il faut moins de dix échantillons pour détecter un faible niveau d'infestation par le puceron lanigère de la pruche. Nous estimons que, pour parvenir à ce degré d'échantillonnage, douze minutes au plus par arbre seront nécessaires. Les recherches se poursuivent pour évaluer la logistique et la réactivité de cette méthode d'échantillonnage dans la détection de populations encore plus petites de pucerons lanigères de la pruche. Lorsque l'on observe sur une balle de la laine susceptible d'appartenir au puceron lanigère de la pruche, elle devrait être retirée minutieusement et mise dans de l'éthanol à 70 %. Les échantillons devraient être alors envoyés à un laboratoire spécialisé pour être identifiés.

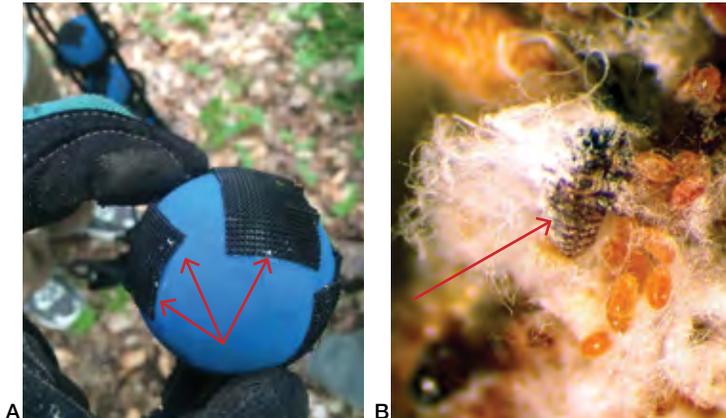


Figure 4. A) Prototype d'une balle de racquetball modifiée montrant plusieurs traces de laine de puceron lanigère de la pruche (flèches rouges) (photo : Jeffrey Fidgen). B) Sac d'œufs dont la laine a été écartée pour faire apparaître des œufs brun-orangé et des pucerons lanigères de la pruche adultes noir-brunâtre (flèche rouge) (photo : Michael Montgomery).

Échantillonnage de larves mobiles

Cette méthode passive d'échantillonnage du puceron lanigère de la pruche utilise des pièges englués disposés horizontalement à environ 130 cm au-dessus du tapis forestier. Ces pièges permettent d'attraper des larves mobiles provenant du couvert forestier et ils peuvent jouer un rôle bien plus utile dans les études de détection et de délimitation d'une infestation du puceron lanigère de la pruche dans un peuplement. La plupart des larves mobiles se propagent dans un rayon d'environ 300 m (29 ha) de leur point de départ. Par conséquent, un seul piège représente une manière rentable d'échantillonner une zone bien plus grande qu'un échantillonnage visuel ou de laine, et cela constitue un moyen efficace de recueillir des échantillons sur des terrains difficiles.

Protocole recommandé : Il est recommandé aux techniciens de terrain de recueillir des échantillons de larves mobiles mortes du puceron lanigère de la pruche et de les déposer sur des plaquettes adhésives pour permettre de définir un modèle qui sera ensuite utilisé lors de l'inspection des pièges en vue d'en détecter la présence et d'en évaluer la concentration. Des piquets, des clous en aluminium et des pièges englués sont les principaux éléments de l'échantillonnage des larves mobiles. Il faut installer des piquets en bois (des piquets de 2,5 x 2,5 x 200 cm de longueur font l'affaire) sous le bord de la cime d'une pruche vivante, là où la plupart des sacs d'œufs sont susceptibles de se trouver. Un trou doit être fait au sommet du piquet au moyen d'un clou en aluminium que l'on retire par la suite. Pour tendre un piège, il faut pousser un clou au centre de la surface adhésive, puis le pousser dans le trou du piquet par une légère pression du doigt. Cela permettra de le retirer ultérieurement.

Les pièges devraient être installés juste avant l'éclosion des œufs de larves mobiles progrediens à la mi-avril puis retirés juste après que les larves mobiles sistens se soient implantées à la mi-juillet. Des pièges (25 x 25 cm ou plus petit) peuvent être coupés à partir de feuilles de plastique ondulées de couleur claire de 4 mm d'épaisseur ou plus. Il est préférable d'utiliser des pièges en forme de prisme disponibles dans le commerce qui sont employés pour attraper l'agrile du frêne (*Agrilus planipennis* Fairmaire) au Canada, car ils possèdent déjà la pellicule adhésive nécessaire pour piéger les larves mobiles. De plus, les larves mobiles sont facilement repérables sur la couleur verte du piège (Figure 5). Environ six pièges englués peuvent être coupés à partir de chaque piège en forme de prisme. Tous les pièges qui respectent ces critères peuvent être utilisés pour attraper les larves mobiles.



Figure 5. A) Paire de pièges englués de 25 x 25 cm attachés sur des piquets et installés sous un groupe de pruches sur le lieu de détection de l'A. *tsugae* dans la gorge du Niagara en 2014. B) Gros plan d'un piège montrant le clou au centre (photos : Jeffrey Fidgen).

Des études supplémentaires seront nécessaires pour déterminer le nombre de pièges et leur disposition dans un peuplement. Cependant, selon des recherches antérieures, nous recommandons de commencer avec cinq pièges par hectare. Comme les pièges retiennent des quantités importantes de débris et des insectes non ciblés, il est recommandé de les récupérer et de les remplacer de préférence chaque semaine ou, au moins, toutes les deux semaines. Nous avons placé chaque piège à l'intérieur d'un sac de plastique transparent Ziplock^{MD} pour en faciliter le transport, l'entreposage et l'examen. Les sacs devraient être entreposés dans un congélateur jusqu'à ce qu'ils puissent être examinés.

Un microscope à dissection devrait être utilisé pour examiner les pièges. Un objectif réglé à 6-7x avec un oculaire de 10x (60 à 70 fois de grossissement total) devrait suffire à voir les larves mobiles. Nous recommandons également de laisser les pièges à l'intérieur du sac Ziplock^{MD} pendant l'examen. Cela réduira les odeurs et l'adhérence, et, si les larves mobiles censées être des pucerons lanigères de la pruche sont trouvées sur le piège, leur localisation pourra être inscrite sur le sac avec un marqueur permanent. Les larves mobiles peuvent être identifiées, mais elles sont petites : 0,3 mm de long x 0,2 mm de large. L'examen d'un piège par un observateur expérimenté peut prendre jusqu'à 20 minutes, et ce, même si beaucoup moins de temps est nécessaire s'il y a plusieurs larves mobiles sur le piège. L'examen peut prendre fin dès que les premières larves mobiles ont été trouvées, si le seul but est de les détecter.

Des recherches sont menées pour déterminer la taille, le nombre et la disposition des pièges dans un peuplement; leur utilisation dans la détection de restes d'infestations du puceron lanigère de la pruche ou de nouvelles infestations; et le lien entre la présence, l'absence ou la

concentration de larves mobiles sur les pièges et la concentration de sacs d'œufs dans le couvert forestier. Il sera également important de déterminer la probabilité de détecter des larves mobiles du puceron lanigère de la pruche grâce à des pièges d'intensités différentes en fonction du niveau d'infestation dans un peuplement et de comprendre pourquoi les larves mobiles ne sont pas détectées par les pièges lorsqu'ils se trouvent sous des arbres infestés (faux négatifs).

CONCLUSION

La méthode d'inspection des arbres à partir du sol, utilisée dans la détection du puceron lanigère de la pruche au Canada, se limite au feuillage de la pruche situé à 6 m au-dessus du sol. Par conséquent, une section importante des cimes des arbres de 30 m de hauteur n'est toujours pas étudiée. Les techniques d'échantillonnage par balles et avec pièges englués décrites ci-dessus traitent de ce problème. Les deux techniques pourraient facilement être intégrées dans une inspection visuelle, car l'équipement nécessaire est léger, transportable et facile à utiliser, et il requiert un minimum de formation. L'utilisation de ces techniques pourrait améliorer la détection et la délimitation de nouvelles introductions ou arrivées du puceron lanigère de la pruche au Canada et pourrait se révéler utile dans la surveillance des changements de son aire de répartition dans le temps. Des recherches supplémentaires sont actuellement menées pour optimiser l'utilisation de ces outils en vue d'améliorer la précision de ces techniques et d'élaborer des protocoles d'évaluation du degré d'infestation des peuplements. Le Service canadien des forêts est le principal organisme de recherche scientifique et de technologie travaillant à la prévention et à la détection rapide de ravageurs, tels que le puceron lanigère de la pruche, qui sont nuisibles à la santé des forêts du Canada.

DOCUMENTS CITÉS

Costa, S.; Onken, B. 2006. Standardizing sampling for detection and monitoring of hemlock woolly adelgid in eastern hemlock forests. USDA Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team, Morgantown, WV. FHTET-2006-16 20 pp.

LECTURE COMPLÉMENTAIRE

Ellison, A.M.; Bank, M.S.; Clinton, B.D.; Colburn, E.A.; Elliott, K.; Ford, C.R.; Foster, D.R.; Kloepfel, B.D.; Knoepp, J.D.; Lovett, G.M.; Mohan, J.; Orwig, D.A.; Rodenhouse, N.L.; Sobczak, W.V.; Stinson, K.A.; Stone, J.K.; Swan, C.M.; Thompson, J.; Von Holle, B.; Webster, J.R. 2005. Loss of foundation species: consequences for the structure and dynamics of forested ecosystems. *Frontiers Ecol. Environ.* 3:479-486.

Fidgen, J.G.; Turgeon, J.J.; Allison, J.D.; Humble, L.M. 2014. Le puceron lanigère de la pruche, une espèce exotique envahissante trouvée en Ontario. 2014. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Sault Ste. Marie (Ontario). *Frontline – note technique* 114, 6 p.

Fidgen, J.G.; Whitmore, M.C.; Turgeon, J.J. 2015. Ball sampling, a novel method to detect *Adelges tsugae* (Hemiptera : Adelgidae) in hemlock (Pinaceae). *Can. Entomol.* Doi:10.4039/tce.2015.29

Fidgen, J.G.; Whitmore, M.C.; Turgeon, J.J. 2015. Detection of hemlock woolly adelgid (Hemiptera : Adelgidae) infestations with sticky traps. *Great L. Entomol.*

Hough, A.F. 1960. Silvical characteristics of eastern hemlock (*Tsuga canadensis*). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeast Forest Experiment Station, Upper Darby, PA, Station Handbk. 132. 23 pp.

Howard, T.; Sendak, P.; Codrescu, C. 2000. Eastern hemlock: a market perspective. In *Proceedings: Symposium on Sustainable Management of Hemlock Ecosystems in Eastern North America*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA. Gen. Tech. Rep. NE-267. 237 p.

McClure, M.S. 1989. Evidence of a polymorphic life cycle in the hemlock woolly adelgid, *Adelges tsugae* (Homoptera: Adelgidae). *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 82:50-54.

McClure, M.S. 1990. Role of wind, birds, deer, and humans in the dispersal of hemlock woolly adelgid (*Homoptera: Adelgidae*). *Environ. Entomol.* 19:36-43.

Orwig, D.A.; Barker-Plotkin, A.A.; Davidson, E.A.; Lux, H.; Savage, K.E.; Ellison, A.M. 2013. Foundation species loss affects vegetation structure more than ecosystem function in a northeastern USA forest [online]. *PeerJ*, 1: 41. doi:10.7717/peerj.41.

PERSONNES COLLABORATRICES

Mark Whitmore, Cornell University

Agence canadienne d'inspection des aliments

Ministère des Richesses naturelles et des Forêts de l'Ontario

COORDONNÉES

Jeffrey Fidgen, Jean Turgeon

Centre de foresterie des Grands Lacs

1219, rue Queen Est

Sault Ste. Marie (Ontario) P6A 2E5

Canada

Téléphone : 705-949-9461

Télécopieur : 705-541-5700

<http://www.rncan.gc.ca/forets/centres-recherche/cfgl/13460>

Courriel : glfcweb@rncan-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

Pour obtenir des renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Ressources naturelles Canada par courriel à droitdauteur.copyright@rncan-rncan.gc.ca.

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada,
représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2016



Also available in English under the title: Frontline Technical Note No. 116:
Detection tools for an invasive adelgid

	Imprimé	En ligne
ISSN	1717-6980	1717-6980
N° de cat.	Fo123-1/116F	Fo123-1/116F-PDF
ISBN	978-0-660-04800-0	978-0-660-04801-7