



Le PUCERON des POUSSES du SAPIN



Richard Berthiaume, Christian Hébert
et Conrad Cloutier¹

FEUILLET D'INFORMATION CFL-29



Ressources naturelles
Canada

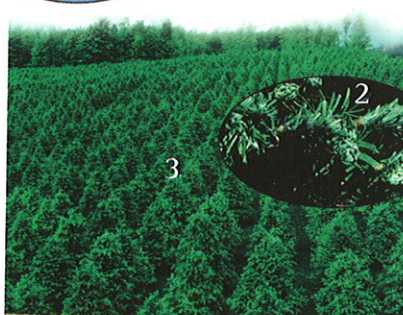
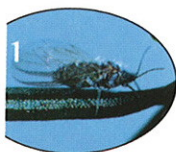
Natural Resources
Canada

Service canadien
des forêts

Canadian Forest
Service

Canada

¹ Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy (Québec) G1K 7P4



PAGE COUVERTURE

PHOTO 1

Le puceron des pousses du sapin (*Mindarus abietinus*) (Photo : C. Germain)

PHOTO 2

Pousses de sapin infestées par des colonies de *Mindarus abietinus* (Photo : C. Cloutier)

PHOTO 3

Plantation de sapins de Noël (Photo : C. Monnier)

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada 2001

Numéro de catalogue GCC Fo29-4/29-2001F

ISBN 0-662-85349-0

ISSN 0835-1635

- Il est possible d'obtenir sans frais un nombre restreint d'exemplaires en français de cette publication auprès de :

Ressources naturelles Canada

Service canadien des forêts

Centre de foresterie des Laurentides

1055, rue du P.E.P.S., C.P. 3800

Sainte-Foy (Québec)

Canada G1V 4C7

Cette publication est également disponible en format électronique sur le site Web du CFL à l'adresse : <http://www.cfl.scf.rncan.gc.ca>

Des copies ou des microfiches de cette publication sont en vente chez :

Micromédia Ltée

240, rue Catherine, bureau 305

Ottawa (Ontario) K2P 2G8

Tél. : (613) 237-4250

Ligne sans frais : 1-800-567-1914

Télec. : (613) 237-4251

This publication is also available in English under the title "The balsam twig aphid" (CCG Catalog No. Fo29-4/29-2001E).

PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE

La culture du sapin baumier (*Abies balsamea* Mill.) est une industrie importante au Canada, tout spécialement pour la production d'arbres de Noël. Au Québec seulement, on estime que plus de 30 millions d'arbres y sont cultivés sur une superficie totalisant 8 000 ha. Le puceron des pousses du sapin, *Mindarus abietinus* Koch, est l'un des principaux ravageurs de cette culture. Ce puceron a une distribution holarctique, c'est-à-dire qu'elle s'étend à travers l'Europe et l'Amérique du Nord. Sur le continent nord-américain, on le retrouve dans toute l'aire de répartition du sapin baumier, depuis l'océan Atlantique jusqu'à l'océan Pacifique (Varty, 1966; Martineau, 1985; Rather et Mills, 1989).

Comme la majorité des pucerons dont les hôtes sont des essences forestières, *M. abietinus* est un ravageur d'importance mineure en peuplement naturel, ne causant pas de mortalité, de diminution de croissance ou de défoliation notable (Varty, 1968; Rose et Lindquist, 1994). Ses populations montrent des fluctuations importantes et irrégulières. Quelques infestations majeures ont déjà été recensées à l'intérieur de peuplements naturels au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse en 1966 et 1967, puis au Québec en 1972 et en 1978, alors que l'ensemble du territoire situé au sud du 50^e parallèle fut infesté (Martineau, 1985). Les infestations sont habituellement de courte durée (2 ou 3 ans) bien qu'elles touchent souvent de nombreux peuplements dispersés sur de vastes territoires.

Dans les plantations d'arbres de Noël, le puceron des pousses du sapin a cependant un impact économique important puisqu'il affecte directement la qualité esthétique des arbres cultivés (Renault, 1983; Bradbury et Osgood, 1986; Kleintjes, 1997; Deland et coll., 1998). Les dommages sont causés par des colonies de pucerons qui se développent sur les pousses de l'année courante durant leur période d'élongation, provoquant le recroquevillement des aiguilles et le rabougrissement de la pousse (Bradbury et Osgood, 1986).

PLANTES HÔTES

Mindarus abietinus est un puceron monoécique, c'est-à-dire que tout son cycle de développement s'effectue sur la même plante hôte. Comme son nom l'indique, il s'attaque principalement aux conifères du genre *Abies* (il a déjà été observé sur neuf espèces de sapins) mais il peut également s'alimenter sur certaines espèces d'épinettes (*Picea*) et de pins (*Pinus*) (Varty, 1966; Bradbury et Osgood, 1986; Rather et Mills, 1989).

DESCRIPTION des FORMES DE L'INSECTE

Le puceron *Mindarus abietinus* est un Homoptère de la famille des Aphididae. Ces pucerons ont une métamorphose incomplète, c'est-à-dire que le développement des stades immatures en adultes implique des changements morphologiques mineurs de sorte qu'à l'exception de la présence d'ailes chez certains individus, l'adulte ressemble aux immatures (figure 1). Le puceron des pousses du sapin est polymorphe, signifiant qu'il peut se présenter sous les formes suivantes (figure 2) :

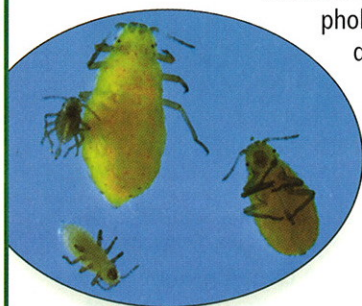


Figure 1

Stades immatures des fondatrices de *Mindarus abietinus*
(Photo : C. Germain)

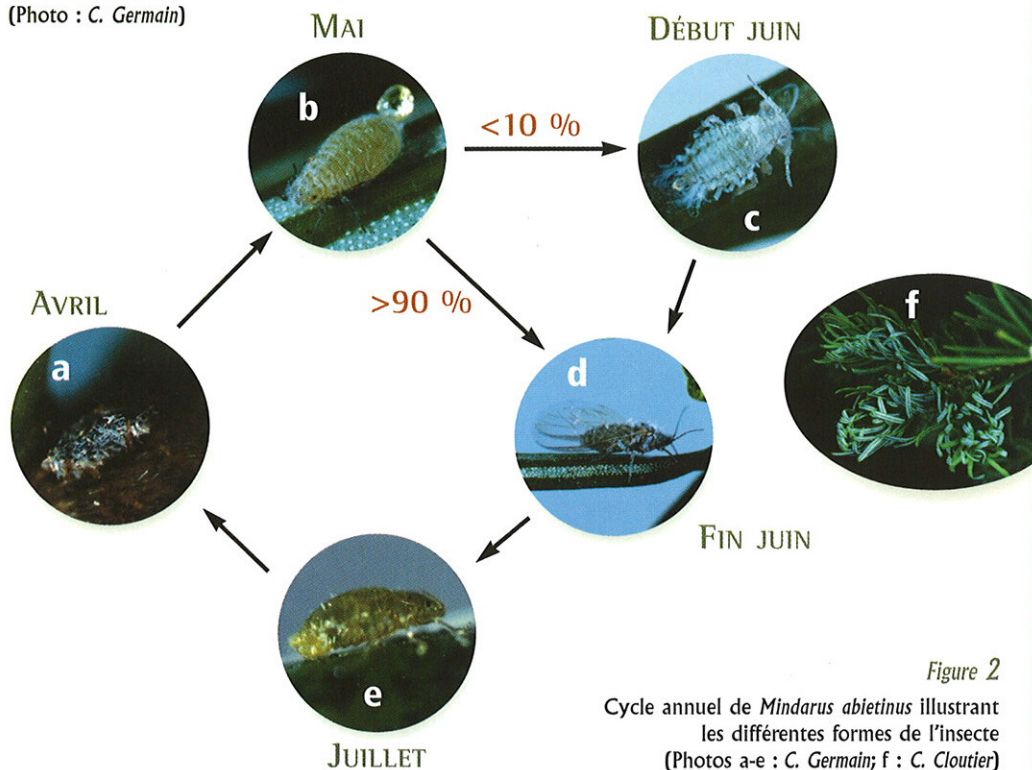


Figure 2

Cycle annuel de *Mindarus abietinus* illustrant les différentes formes de l'insecte
(Photos a-e : C. Germain; f : C. Cloutier)

a Oeuf

Mesurant environ 0,5 mm de longueur, l'œuf est de forme ovale. De couleur jaune au moment de la ponte, il prend une coloration noirâtre quelques jours plus tard. L'œuf, qui est fixé aux jeunes rameaux, est recouvert de bâtonnets de cire blanc argenté sur l'ensemble de sa surface.

b Fondatrices

Première forme de la saison et uniquement constituée de femelles, les fondatrices passent par quatre stades immatures avant d'atteindre le stade adulte qui est aptère. Les adultes, qui sont vivipares, mesurent entre 1,2 et 2,0 mm de longueur et leur coloration varie du beige au vert. Chez les fondatrices adultes, les cornicules sont réduites à de simples orifices et les yeux sont simples.

c Vivipares aptères ou fondatrigènes

Comme les fondatrices, les pucerons de cette forme sont uniquement des femelles et passent par quatre stades immatures suivis du stade adulte aptère. Les adultes sont légèrement plus grands (1,5 à 2,8 mm) que ceux des fondatrices mais de coloration similaire. On les distingue des fondatrices à leurs yeux composés plus développés et à la présence de cornicules.

d Vivipares ailées ou sexupares

Les vivipares ailées sont uniquement des femelles et sont similaires aux vivipares aptères en ce qui concerne le nombre de stades, la coloration et la taille. Cependant, le stade adulte de cette forme possède des ailes munies d'une véneration réduite et les nymphes de 3^e et spécialement de 4^e stade possèdent des bourgeons alaires, ce qui permet de les distinguer des vivipares aptères.

e Sexués

Ils constituent la dernière génération de la saison qui en compte trois ou quatre selon le cas. Cette forme comporte pour la première fois la présence de mâles qui sont plus petits que les femelles et qui possèdent un stade immature de moins (trois comparativement à quatre pour les femelles). La coloration des sexués est identique aux formes précédentes mais les individus sont aptères et beaucoup plus petits (environ 1 mm).

CYCLE VITAL et COMPORTEMENT

Le cycle vital du puceron des pousses du sapin comporte trois à quatre générations (cycle multivoltin) qui se succèdent d'avril à juillet (*figure 2*) (Varty, 1966; Bradbury et Osgood, 1986). Sur le sapin baumier, il commence avant le débourrement pour se terminer à une étape avancée de la croissance des pousses. La vitesse de développement du puceron et le déroulement du cycle sont étroitement liés à la température et varient donc en fonction des conditions climatiques (Varty, 1968). Dans le sud du Québec, les œufs éclosent généralement entre la mi-avril et la mi-mai (Deland et collab., 1998). Les jeunes fondatrices (nymphe), qui représentent la première génération, s'alimentent d'abord sur les aiguilles de l'année précédente avant de se déplacer dans les bourgeons fraîchement ouverts (*figure 3*), où elles s'établissent sur les jeunes aiguilles pour compléter leur développement (Varty, 1968; Stary, 1975; Rather et Mills, 1989). Lorsqu'elles atteignent le stade adulte, la reproduction parthénogénétique (en l'absence de mâles) commence; chaque fondatrice produit de 40 à 60 nymphes de la deuxième génération, celle des vivipares ailés ou aptères selon le cas (Varty, 1966 et 1968).



Figure 3

Fondatrice adulte insérée dans un bourgeon nouvellement éclos
(Photo : C. Germain)

La fondatrice et sa progéniture forment une colonie (*figure 4*) qui croît rapidement en s'alimentant sur la jeune pousse en croissance, causant les dégâts qui caractérisent ce ravageur (Nettleton et Hain, 1982; Renault, 1983; Rather et Mills, 1989). La pousse affectée, appelée pseudogalle, constitue un abri pour la colonie de pucerons. La majeure partie de la progéniture de la fondatrice se développe en vivipares ailées (environ 90 %) qui permettent la dispersion aérienne du ravageur (Varty, 1966 et 1968; Rather et Mills, 1989). À la fin du quatrième stade, les nymphes de vivipares avec bourgeons alaires quittent la colonie pour se déplacer en surface des pseudogalles ou en amont sur les rameaux pour passer au stade adulte qui est ailé. La dispersion des vivipares ailées peut se faire localement, d'un arbre à l'autre à l'intérieur d'une même plantation, ou vers des arbres situés dans d'autres plantations ou peuplements naturels (Deland et collab., 1998).



Figure 4

Pousse infestée par une colonie de *Minidarus abietinus* avec sécrétion de miellat
(Photo : C. Germain)

Les vivipares aptères se reproduisent sans se disperser. Leur progéniture est exclusivement constituée de vivipares ailées, permettant de prolonger et d'intensifier la dispersion du ravageur et la production de sexués (Varty, 1966 et 1968; Deland et collab., 1998). Après l'envol, les vivipares ailées se déposent sur les arbres pour donner naissance à la dernière génération, celle des sexués (troisième ou quatrième selon le cas) (*figure 5*). Les deux sexes sont aptères et sont produits en nombre à peu près égaux (Varty, 1966). Après l'accouplement, la femelle sexuée pond un ou deux oeufs qui sont habituellement déposés sur les pousses de l'année courante. Les oeufs sont généralement fixés sur le jeune rameau près de la base des aiguilles ou sur les bourgeons (Varty, 1966; Nettleton et Hain, 1982; Deland et collab., 1998). C'est à ce stade que le puceron passe l'hiver.



Figure 5

Vivipare ailée donnant naissance à des sexués (Photo : C. Germain)

DOMMAGES

Les fondatrices (première génération), qui se nourrissent au début sur les aiguilles des pousses de l'année précédente, ainsi que les sexués (dernière génération) qui se nourrissent peu ou pas, ne causent pas de dommages apparents (Varty, 1966; Renault, 1983). Les dommages esthétiques infligés aux pousses de l'année courante sont causés par les colonies (fondatrice avec sa progéniture vivipare aptère et ailée) qui s'y développent durant l'élongation (Varty, 1966; Rather et Mills, 1989). Ils se manifestent surtout par le recroquevillement des aiguilles et le rabougrissement de la pousse (*figure 6*) (Renault, 1983; Bradbury et Osgood, 1986; Rather et Mills, 1989). L'abondante sécrétion de miellat par les pucerons favorise aussi l'apparition secondaire d'un champignon, la fumagine, aggravant davantage l'apparence des pousses infestées (Renault, 1983). Les dommages légers infligés tôt par une colonie éphémère peuvent disparaître avec la croissance éventuelle de la pousse (Nettleton et Hain, 1982). Les dommages sévères sont visibles durant quelques années, mais disparaissent avec la chute éventuelle du vieux feuillage affecté.



Figure 6

Domage caractéristique montrant le recroquevillement des aiguilles (Photo : C. Cloutier)

En plus des dégâts esthétiques, la croissance en hauteur de l'arbre et l'allongement des pousses annuelles durant la saison peuvent être réduits de 10 à 30 % à la faveur de fortes infestations (Amman, 1963; Berthiaume, 1998; Desrosiers, 1998). L'incidence économique de telles réductions à la récolte dépend d'autres facteurs comme la taille pratiquée annuellement sur les arbres qui élimine en partie la croissance annuelle des arbres pour en modeler l'apparence.

La sévérité des infestations du puceron peut varier d'une année à l'autre et d'un arbre à l'autre. Lors d'importantes infestations, l'incidence de pousses endommagées en l'absence de contrôle peut dépasser 80 % sur certains arbres (figure 7). Les conséquences économiques de telles infestations sont la réduction de la valeur monétaire des arbres approchant la récolte et le retard possible de la mise en marché des arbres atteints.



Figure 7

Sapin infesté montrant des dommages esthétiques importants (Photo : C. Hébert)

ENNEMIS NATURELS

Lorsque les traitements insecticides n'interfèrent pas, il existe une grande diversité d'ennemis naturels actifs dans les plantations de sapins. Les coccinelles, les larves de syrphides, les cantharides et, dans une moindre mesure, les chrysopes et araignées sont des prédateurs actifs du puceron des pousses du sapin (Varty, 1966 et 1969; Nettleton et Hain, 1982; Kleintjes, 1997; Berthiaume, 1998). La coccinelle *Anatis mali* (figure 8), dont la voracité est exceptionnelle, est une espèce étroitement liée au puceron des pousses (Berthiaume, 1998). Elle est bien adaptée pour pondre sur les arbres infestés et pour exploiter les colonies de pucerons pour le développement de ses larves. D'autres espèces comme la coccinelle à sept points (*Coccinella septempunctata*), la coccinelle



Figure 8

Coccinelle adulte *Anatis mali* recherchant des pucerons (Photo : C. Cloutier)



Figure 9

Coccinelle adulte *Harmonia axyridis* explorant une pousse de sapin (Photo : C. Cloutier)

asiatique (*Harmonia axyridis*, récemment introduite au Québec) (figure 9) ainsi que *Coccinella trifasciata* et deux espèces de *Mulsantina* sont aussi associées au puceron des pousses. Les coccinelles adultes, particulièrement *A. mali*, arrivent assez tôt au printemps pour se nourrir des fondatrices du puceron avant que ces dernières pénètrent dans les bourgeons en débourrement (Berthiaume, 1998). En affectant la survie des fondatrices avant la formation des colonies, les coccinelles adultes peuvent jouer un rôle important pour la prévention du dommage aux arbres (Berthiaume, 1998). Les larves (figures 10 et 11) issues de la ponte des coccinelles sur les arbres éclosent trop tard pour éliminer les fondatrices avant le début de l'établissement des colonies. Elles ont toutefois un impact significatif en permettant de diminuer le nombre de colonies actives, la densité à l'intérieur des colonies restantes et la densité d'œufs hivernants, ce qui permet une meilleure croissance élongative des pousses de l'année courante (Berthiaume et collab., 2000).

Au Québec, les larves de plusieurs espèces de syrphides sont aussi des prédateurs importants du puceron des pousses (figure 12). On leur a même attribué la fin d'une épidémie du puceron des pousses en peuplement naturel en 1978 (Martineau, 1985). Les syrphides adultes sont actives tôt en saison mais ne sont pas des prédateurs de pucerons (figure 13). Étant floricoles et se nourrissant de nectar et de pollen, leur pré-

sence est favorisée par celle de

plantes à fleurs, incluant certaines mauvaises herbes.

Les larves de syrphides sont moins mobiles et apparaissent de

façon synchrone avec l'apparition des colonies du puceron où elles ont tendance à résider et qu'elles exploitent au même titre que les larves de coccinelles (Nettleton et Hain, 1982; Kleintjes, 1997).



Figure 10

Larve de la coccinelle *Anatis mali* à la recherche de pucerons (Photo : C. Germain)



Figure 11

Larve de la coccinelle *Harmonia axyridis* à la recherche de pucerons (Photo : C. Germain)



Figure 12

Larve de syrphide à la recherche de pucerons près d'une colonie
(Photo : C. Germain)

Des travaux récents ont mis en évidence l'activité prédatrice du cantharide *Podabrus rugosulus* (figure 14) sur les vivipares ailées du puceron lorsqu'elles quittent la colonie au moment de la dispersion aérienne (Berthiaume et collab., 2001). En affectant la production des sexués, les cantharides sont utiles dans une perspective de contrôle préventif étalé sur l'ensemble du cycle de production du sapin de Noël. Des travaux inédits ont également révélé la présence à faible densité d'une guêpe parasitoïde de *M. abietinus*, de la famille des Braconidae et encore non identifiée (figure 15). Une seule espèce apparentée de parasitoïde attaquant *M. abietinus* est connue, soit *Pseudopraon mindariphagum* d'Europe centrale (Stary, 1975). Des maladies fongiques se manifestent également de façon sporadique sur le puceron mais elles ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les populations étudiées au Québec.



Figure 13

Alimentation d'une syrphide adulte sur une fleur
(Photo : C. Germain)



Figure 14

Podabrus rugosulus
recherchant des pucerons
(Photo : C. Germain)



Figure 15

Parasitoïde (Braconidae) qui
attaque le puceron des pousses du sapin
(Photo : C. Germain)

SUSCEPTIBILITÉ des PLANTATIONS

La date de débourrement influence directement l'incidence des dommages causés par le puceron sur le sapin ainsi que le nombre d'aiguilles déformées sur les pousses endommagées (figure 16) (Desrosiers, 1998). En fin de saison, les arbres à débourrement hâtif montrent plus de dommages que les arbres à débourrement tardif (Desrosiers, 1998). Bien que les pousses de ces derniers aient une élongation inférieure en fin de saison, la sélection de lignées de sapins à débourrement tardif aurait l'avantage de limiter l'impact négatif du puceron sur les arbres de Noël, diminuant le besoin de recourir aux insecticides pour le contrôler (Desrosiers, 1998).



Figure 16

Comparaison du développement des pousses sur un sapin à débourrement hâtif (avant-plan) avec un à débourrement tardif (arrière-plan)
(Photo : N. Desrosiers)

DÉTECTION, SURVEILLANCE et CONTRÔLE CHIMIQUE

A fin de minimiser les applications d'insecticides et ainsi limiter les effets négatifs sur l'environnement et la faune non visée (Nettleton et Hain, 1982; Rondeau et DesGranges, 1991; Kleintjes, 1997; Deland et collab., 1998), un système de détection préventif est envisagé pour contrôler les infestations du puceron des pousses du sapin. Cette approche permet d'estimer le risque d'infestation jusqu'à un an à l'avance.

La détection peut se faire en trois étapes. L'estimation des populations de pucerons ailés à l'aide de pièges collants jaunes (*figure 17*) permet d'obtenir un indice du risque pour l'année suivante dès le mois de juillet. Les envols de pucerons sont généralisés et massifs. Même dans une plantation où le puceron est contrôlé au printemps, le risque d'invasion par des vivipares ailées en provenance de l'extérieur est élevé (Deland et collab., 1998). À la suite du dépistage au piège jaune et au cours de la même saison, l'évaluation à la loupe de la densité des oeufs sur les pousses de l'année courante permet d'identifier les plantations les plus à risque pour la saison suivante. Enfin, si le risque estimé aux étapes précédentes l'indique et qu'il s'agit d'arbres arrivés à maturité, il est fortement recommandé d'effectuer un dépistage des fondatrices dans les plantations durant le mois de mai, et ce au moins deux semaines avant la formation des colonies (Kleintjes et collab., 1999). Il s'agit alors d'évaluer le pourcentage de pousses infestées par des fondatrices (*figure 18*). Compte tenu du fait que le seuil de dommage acceptable pour les acheteurs (5 % des pousses) sera atteint lorsque 9 % des pousses annuelles sont infestées par des fondatrices en mai (Deland et collab., 1998), une application d'insecticide peut alors être recommandée. Toute application d'insecticide en deçà du seuil de 9 % n'est donc pas nécessaire. Le seul insecticide homologué au Canada pour lutter contre le puceron des pousses du sapin en plantation d'arbres de Noël est le Diazinon 500 EC.

Pour prévenir le dommage esthétique aux pousses, l'application d'insecticide doit être effectuée avant l'apparition des colonies du puceron. Un modèle de prévision basé sur l'accumulation des degrés-jours au-dessus du seuil



Figure 17

Piège collant jaune utilisé pour détecter la présence de pucerons ailés
(Photo : C. Moffet)

thermique de 2 °C permet de prédire l'éclosion des oeufs, ainsi que le développement des fondatrices et leur arrivée à maturité. Au printemps, on estime à 95, 160, 200, 255 et 280 l'accumulation des degrés-jours (au-dessus du seuil de 2 °C) nécessaire pour que 50 % des fondatrices atteignent les stades 1, 2, 3, 4 et adulte, respectivement (Deland et collab., 1998). Aucune pulvérisation d'insecticide ne devrait être envisagée avant l'éclosion de 95 % des oeufs, période qui est atteinte après l'accumulation de 125 degrés-jours au-dessus du seuil de 2 °C. Compte tenu que le puceron est difficile à détecter avant le deuxième stade, le dépistage visuel des fondatrices sur les pousses à la loupe s'avère plus efficace s'il est effectué à partir d'environ 160 degrés-jours au-dessus du seuil. Les traitements insecticides effectués après que 5 % des fondatrices aient atteint le stade adulte, soit après l'accumulation de 255 degrés-jours au-dessus du seuil de 2 °C, ont peu de chances de prévenir les dommages aux pousses.

Dans une gestion intégrée étalée sur plusieurs années du cycle de production, il est critique de considérer l'âge de la plantation puisque les dommages esthétiques causés par le puceron ne sont visibles que pendant quelques années étant donné la croissance rapide des jeunes sapins et la taille annuelle qui est effectuée (Nettleton et Hain, 1982). Dans cette perspective, il n'apparaît pas nécessaire de traiter une plantation avant que les arbres ne soient à deux ou trois années de la maturité commerciale. Une telle pratique de gestion permettrait aux organismes utiles, spécialement les ennemis naturels du puceron, de s'établir et de se multiplier dans les plantations, limitant ainsi l'ampleur des infestations du puceron et le besoin de recourir aux insecticides.



Figure 18

Évaluation visuelle du pourcentage de pousses infestées par *Mindarus abietinus* (Photo : C. Moffet)

IMPACT DU CONTRÔLE CHIMIQUE et ALTERNATIVES

Actuellement, la lutte au puceron des pousses du sapin est surtout basée sur l'utilisation d'insecticides chimiques (Kleintjes, 1997; Deland et collab., 1998). Elle devrait être conditionnelle au dépassement du seuil de traitement tel que révélé par la surveillance (le seuil est de 9 % des pousses infestées par des fondatrices au mois de mai). Comme d'autres insecticides à large spectre, le Diazinon a des effets négatifs démontrés sur les oiseaux nichant dans les plantations (Rondeau et DesGranges, 1991) ainsi que sur les arthropodes du sol et les ennemis naturels (Nettleton et Hain, 1982; Kleintjes, 1997; Deland et collab., 1998). D'autres recherches seront nécessaires pour élaborer une approche plus globale de contrôle qui serait respectueuse de l'environnement, intégrant l'utilisation d'arbres à débourrement tardif, l'augmentation de l'efficacité des ennemis naturels (*figure 19*) et une meilleure connaissance des relations entre le puceron et les dommages économiques aux arbres. Entre-temps, l'utilisation des insecticides devrait être envisagée uniquement lors des dernières saisons de croissance avant la récolte des arbres et lorsque le seuil économique est dépassé. Une seule application atteignant les fondatrices avant la formation des colonies suffit à éliminer le risque de dommages. Les applications tardives peuvent réduire les populations de pucerons mais n'ont aucun effet sur les pousses déjà endommagées.



Figure 19

Plantation régée avec un minimum d'intrant chimique, favorisant la présence de plantes herbacées importantes pour de nombreux ennemis naturels
(Photo : C. Hébert)

POUR OBTENIR
d'autres INFORMATIONS

Si vous avez des commentaires ou suggestions concernant les informations mentionnées dans ce feuillet, nous vous invitons à communiquer avec les auteurs aux adresses suivantes:

chebert@cfl.forestry.ca

ou

conrad.cloutier@bio.ulaval.ca.

RÉFÉRENCES

- AMMAN, G.D. 1963.** A new distribution record for the balsam twig aphid. *J. Econ. Entomol.* 56:113.
- BERTHIAUME, R. 1998.** Les ennemis naturels du puceron des pousses du sapin, *Mindarus abietinus* Koch (Homoptère: Aphididae), avec une emphase particulière sur les coccinelles *Anatis mali* Say et *Harmonia axyridis* Pallas. Mémoire de maîtrise. Dép. biol., Univ. Laval, Qc. 121 p.
- BERTHIAUME, R.; HÉBERT, C.; CLOUTIER, C. 2000.** Predation on *Mindarus abietinus* infesting balsam fir grown as Christmas trees: the impact of coccinellid larval predation with emphasis on *Anatis mali*. *BioControl* 45:425-438.
- BERTHIAUME, R.; HÉBERT, C.; CLOUTIER, C. 2001.** *Podabrus rugosulus* (Coleoptera: Cantharidae) as an opportunist predator of *Mindarus abietinus* (Hemiptera: Aphididae), in Christmas tree plantations. *Can. Entomol.* 133:151-154.
- BRADBURY, R.L.; OSGOOD, E.A. 1986.** Chemical control of balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* Koch (Homoptera: Aphididae). *Maine Agric. Exp. Stn. Univ. of Maine. Tech. Bull.* 124. 12 p.
- DELAND, J.-P.; BERTHIAUME, R.; HÉBERT, C.; CLOUTIER, C. 1998.** Programme alternatif de protection du sapin de Noël contre le puceron des pousses du sapin dans le contexte d'une saine gestion des ressources environnementales. Rapp. final 1998. *Projet de recherche et technologie en environnement. Minist. Environ. et Faune, Qc.* 105 p.
- DESROSIERS, N. 1998.** Influence de la fertilisation azotée et de la date de débourrement sur les populations du puceron des pousses du sapin, *Mindarus abietinus* Koch (Homoptère: Aphididae). Mémoire de maîtrise. Dép. biol., Univ. Laval, Qc. 109 p.
- KLEINTJES, P.K. 1997.** Midseason insecticide treatment of balsam twig aphids (Homoptera: Aphididae) and their aphidophagous predators in a Wisconsin Christmas tree plantation. *Environ. Entomol.* 26:1393-1397.
- KLEINTJES, P.K.; LEMOINE, E.E.; SHROEDER, J.; SOLENSKY, M.J. 1999.** Comparison of methods for monitoring *Mindarus abietinus* (Homoptera: Aphididae) and their potential damage in Christmas tree plantations. *J. Econ. Entomol.* 92:638-643.

- MARTINEAU, R. 1985.** Insectes nuisibles des forêts de l'est du Canada. Ed: Marcel Broquet. LaPrairie, Qc. 283 p.
- NETTLETON, W.A.; HAIN, F.P. 1982.** The life history, foliage damage, and control of the balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* (Homoptera: Aphididae), in Fraser fir Christmas tree plantations of western North Carolina. Can. Entomol. 114:155-165.
- RATHER, M.; MILLS, N.J. 1989.** Possibilities for the biological control of Christmas tree pests, the balsam gall midge *Paradiplosis tumifex* Gagné (Diptera: Cecidomyiidae) and the balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* Koch (Homoptera: Mindaridae), using exotic enemies from Europe. Biocontrol News Inf. 19:119-129.
- RENAULT, T. 1983.** Puceron des pousses du sapin et cécidomyie du sapin (situation-1983). Serv. can. for., Cent. rech. for. Maritimes, Fredericton, N.-B. Note tech. No 80F. 9 p.
- RONDEAU, G.; DESGRANGES, J.L. 1991.** Effets des arrosages du Diazinon (Basudin), du Diméthoate (Cygon) et du savon insecticide (Safer™) sur la faune avienne dans les plantations de sapins de Noël. Serv. can. faune, Région de Québec. Série de rapp. tech. No 141. 54 p.
- ROSE, A.H.; LINDQUIST, O.H. 1994.** Insectes des épinettes, du sapin et de la pruche de l'est du Canada. Ressour. nat. Can., Serv. can. for., Ottawa, Ont. 159 p.
- SMITH, C.C.; NEWELL, W.R.; RENAULT, T.R. 1981.** Common insects and diseases of balsam fir Christmas trees. Can. For. Serv. Tech. Note No 1328. 60 p.
- STARY, P. 1975.** *Pseudopraon mindariphagum* gen. n., sp. n. (Hymenoptera, Aphidiidae) - Description and life history of a parasite of *Mindarus abietinus* (Homoptera, Mindaridae) in Central Europe. Acta Entomol. Bohemoslov. 72:249-258.
- VARTY, I.W. 1966.** The seasonal history and population trends of the balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* Koch, in New Brunswick. For. Res. Lab., Fredericton, N.B. 21 p.
- VARTY, I.W. 1968.** The biology of the balsam twig aphid, *Mindarus abietinus* Koch, in New Brunswick : polymorphism, rates of development, and seasonal distribution of populations. For. Res. Lab., Fredericton, N.B. 65 p.
- VARTY, I.W. 1969.** Ecology of *Mulsantina hudsonica* Casey, a ladybeetle in fir-spruce forest. For. Res. Lab., Fredericton, N.B. 28 p.

DONNÉES DE CATALOGAGE AVANT PUBLICATION (CANADA)

Berthiaume, Richard, 1971-

Le puceron des pousses du sapin

(Feuillet d'information; CFL-29)

Publ. aussi en anglais sous le titre : The balsam twig aphid.

Comprend des références bibliographiques.

ISBN 0-662-85349-0

No de cat. Fo29-4/29-2001F

1. Pucerons — Canada.
2. Pucerons, Lutte contre les — Canada.
3. Sapin baumier — Maladies et fléaux — Canada.
 - I. Hébert, Christian, 1959-
 - II. Cloutier, Conrad.
 - III. Centre de foresterie des Laurentides.
 - IV. Titre.
 - V. Coll.: Feuillet d'information (Centre de foresterie des Laurentides); CFL-29.

SB945.A5B47 2000 634.9'75467 C00-980508-7

CETTE PUBLICATION PRÉSENTE DES RÉSULTATS DE RECHERCHE SUR LES PESTICIDES. TOUS LES PESTICIDES DOIVENT ÊTRE MANIPULÉS ET UTILISÉ SELON LES INSTRUCTIONS. TOUS LES PESTICIDES DOIVENT ÊTRE HOMOLOGUÉS PAR SANTÉ CANADA, L'AGENCE DE RÉGLEMENTATION DE LA LUTTE ANTIPARASITAIRE (ARLA) POUR FIN D'USAGE EXPÉRIMENTAL ET APPROUVÉS PAR LA PROVINCE INTÉRESSÉE AVANT QU'ON PUISSE LES UTILISER.

LES RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DES PESTICIDES QUE COMPREND CETTE PUBLICATION NE CONSTITUENT QUE DES LIGNES DIRECTRICES. TOUT PESTICIDE DOIT ÊTRE APPLIQUÉ CONFORMÉMENT AUX INSTRUCTIONS QUI FIGURENT SUR L'ÉTIQUETTE DU PRODUIT SELON LA *LOI SUR LES PRODUITS ANTIPARASITAIRES*. IL FAUT TOUJOURS LIRE CETTE ÉTIQUETTE. L'USAGE D'UN PESTICIDE DEVRAIT ÉGALEMENT ÊTRE RECOMMANDÉ PAR LES AUTORITÉS PROVINCIALES. VEUILLEZ LES CONSULTER POUR OBTENIR DES CONSEILS PRÉCIS.

