



Outil diagnostique Web sur les insectes et maladies des forêts et pépinières de la Colombie-Britannique

A. Thomson

Importance stratégique et conséquences pour l'aménagement

L'identification exacte des insectes et des maladies, autant en forêt qu'en pépinière, est essentielle à l'aménagement durable des forêts. Au Canada, entre 1980 et 1994, les insectes et les maladies ont endommagé environ 6,72 millions d'hectares de terres forestières. Durant ces mêmes années, la forêt s'est régénérée naturellement sur environ 20 millions d'hectares, et on a replanté des arbres sur quelque 5,59 millions d'hectares. Les insectes forestiers et les maladies des arbres peuvent réduire la croissance, dégrader le bois de sciage et tuer des arbres et, de ce fait, ils dérangent ou annulent les plans de récolte et les autres plans d'aménagement. Ils ont également un effet négatif sur les valeurs et usages non commerciaux des forêts publiques et privées. Dans les pépinières, les insectes et les maladies affectent non seulement la quantité et la qualité des semis destinés à la forêt, mais ils peuvent aussi perturber les plans de reboisement et réduire les chances de survie du matériel transplanté sur le terrain.

Les insectes et les maladies font partie intégrante des processus écologiques de la forêt, et la plupart d'entre eux contribuent au recyclage des forêts sans effet négatif. Du point de vue de l'aménagement, les problèmes surviennent quand arrivent des infestations ou des épidémies.

Donc, comprendre la relation qu'ont les insectes et maladies avec les forêts est essentiel aux plans d'aménagement durable et constitue le fondement des stratégies d'aménagement intégré des ressources. Ces stratégies doivent être en accord avec les demandes sociales et économiques incessantes pour des méthodes de lutte efficaces exigeant le moins possible un recours aux moyens chimiques.

La capacité des forestiers à reconnaître et à inventorier les maladies et insectes communs des arbres est souvent inadéquate; ce qui veut dire que ces gestionnaires sont incapables de se servir des modèles de prévision et des analyses de la rentabilité des traitements. Pour combler ce besoin, le Service canadien des forêts a monté une base de connaissances et un système de diagnostic sur les insectes et les maladies communs des arbres, en utilisant des systèmes experts pour relier les maladies, les espèces hôtes et les signes ou symptômes distinctifs. L'information est accessible à partir de la plupart des ordinateurs personnels et peut facilement être mise à jour afin d'élargir sa portée scientifique et pratique. Les outils diagnostiques Web sont disponibles en français et en anglais. L'utilisation de tels outils s'accroît et facilitera la mise sur pied de stratégies d'aménagement intégré des ressources.

Importance biologique

Les plus importantes maladies des forêts de la Colombie-Britannique sont causées par des champignons et des faux-guis. L'ampleur des dommages dépend de la sensibilité relative de l'arbre (l'hôte), de la virulence du pathogène, de son cycle biologique ainsi que des facteurs environnementaux et divers qui influent sur la résistance de l'hôte. Par conséquent, l'importance d'une maladie peut varier entre les espèces d'arbres d'une région donnée ou, chez une même espèce, entre régions voisines.

Site du Programme de diagnostic sur les insectes forestiers et les maladies des arbres :

http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/hforest/index_f.html

Site du Programme de diagnostic sur les insectes et maladies associés aux pépinières :

http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/nursery/index_f.html



En Colombie-Britannique, plus de 90 % des semis sont cultivés en styroblocs plutôt que sous forme de matériel classique, à racines nues. Même si la production en pépinière au moyen de styroblocs a mené à des coûts compétitifs de production et de transport des semis, ces derniers sont disposés les uns près des autres, dans un environnement très contrôlé. Ainsi, une infestation d'insectes ou une épidémie, si elle n'est pas diagnostiquée tôt, peut avoir des répercussions majeures sur la production de semis. Un des éléments clés du système de diagnostic sur les ravageurs des pépinières est sa capacité d'intégrer l'interaction des conditions en pépinière et les considérations biologiques. Ce système comprend en outre une section sur les « sosies » de chaque maladie, qui permet d'attirer l'attention sur les erreurs de diagnostic possibles, et une section sur les conditions favorables à la propagation des maladies dans les pépinières.

Systèmes hypermédia et expert

L'outil diagnostique sur les insectes forestiers et les maladies des arbres et l'outil diagnostique sur les insectes et maladies des pépinières ont été conçus avec un système hypermédia (hypertexte étendu à d'autres médias, par exemple des images) en tant qu'auxiliaire d'un système expert. Le système expert sert à guider le choix de liens et permet ainsi d'accéder à l'information la plus utile pour diagnostiquer des problèmes que l'on rencontre pour la première fois. Par conséquent, le diagnostic est plus facile à établir : il suffit de répondre à des questions de type « base de données ». La combinaison de systèmes hypermédia et expert permet de surmonter plusieurs des limitations rencontrées lorsque l'on utilise un système expert seul. De plus, elle rend possible une vérification de la pertinence et une évaluation des biais et de l'exactitude, de même qu'une organisation et une synthèse des données par l'utilisateur. Analogue à la méthode traditionnelle consistant à consigner l'information sur des fiches, le système hypermédia présente des données, des graphiques ou des sons et permet de créer et présenter des liens entre des ensembles séparés de données. Dans les systèmes hypermédia, c'est l'écran d'information qui est analogue à la fiche des systèmes traditionnels.

Recherche d'information

En parcourant le menu principal (figure 1), on obtient beaucoup de renseignements. (La figure 1 est tirée du système HForest, mais la présentation des deux systèmes est très semblable.)

Il est possible d'obtenir de l'information sur des agents pathogènes spécifiques en suivant trois principaux parcours:

- 1) les index des noms scientifiques et français énumèrent les maladies et agents pathogènes par leur nom;
- 2) l'index des hôtes dresse la liste des organismes qui

causent des maladies, par hôte (espèces commerciales);

- 3) l'index des signes et symptômes dresse la liste des agents pathogènes, par signes ou symptômes distinctifs.

Par exemple, la figure 2 illustre un parcours à partir de l'index des signes et symptômes. L'utilisateur commence la recherche avec le menu principal et choisit des sujets.

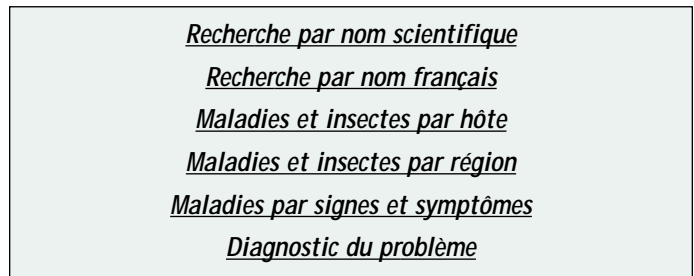


Figure 1. Menu principal, Hforest (Diagnostic des insectes forestiers et maladies des arbres)

Diagnostic

Pour poser un diagnostic, il s'agit de cocher les cases des espèces hôtes, des signes et des symptômes dans le formulaire présenté sous le lien « Diagnostic du problème » (page d'accueil), et ensuite de cliquer sur le bouton « Rechercher » qui se trouve au bas du formulaire.

À titre d'exemple, des épinettes d'Engelmann de la région de Cariboo (Colombie-Britannique) montrent des signes de défoliation, et le reste de leur feuillage est brun et a une apparence quelque peu roussie. La figure 3 illustre la démarche à effectuer en tenant compte de ces observations. Même si la requête n'a pas permis d'identifier un agent pathogène répondant à toutes les caractéristiques observées, elle a néanmoins permis de trouver quatre candidats répondant à tous les critères sauf un (« Exclusions, classe 1 »).

Les insectes et les maladies sont classés selon le nombre de signes ou symptômes différents de ceux observés, et donc selon la probabilité qu'ils soient la cause du problème. Dans le tableau des résultats, les chiffres de la colonne « Exclusions » sont eux-mêmes des liens qui, quand ils sont choisis, présentent un résumé des signes et symptômes permettant ou non de considérer l'espèce comme la cause du problème. Il est ainsi possible d'établir le diagnostic le plus probable et d'obtenir les raisons pour lesquelles une maladie donnée n'est pas à considérer.

La description présentée ci-dessus est fondée sur HForest. Le système de diagnostic pour les pépinières fonctionne de la même façon, mais il propose en outre d'autres critères, comme le type de pépinière, la saison et l'âge du semis.

Les outils diagnostiques du Web ont été conçus et testés avec Netscape Navigator 4.0 et utilisent les capacités de navigation de ce logiciel. Par exemple, si vous souhaitez

Maladies par signes et symptômes (dans le menu principal)

Signes et symptômes
 Dommages causés aux aiguilles
 Altération de la couleur du feuillage
 Dommages causés aux pousses
 Dommages causés aux racines
 Maladies transmises par les semences
 Signes additionnels

Altération de la couleur du feuillage
 aiguilles brunes
 aiguilles violettes
 aiguilles orange
 aiguilles chlorosées

Aiguilles brunes
Botrytis cinerea (Moisissure grise)
Colletotrichum acutatum (Brûlure à Colletotrichum)
Colletotrichum gloeosporioides (Brûlure à Colletotrichum)
Cylindrocarpon destructans (Pourriture des racines à Cylindrocarpon)
Didymascella thujina (Brûlure des aiguilles)
 (Autres)

Moisissure grise
 Hôtes et dommages
 Cycle biologique
 Lutte
 Références
 Sosies
 Résumé
 Liens vers des figures, des photos et des symptômes et signes visuels

Figure 2. Exemple de recherche à partir de l'index des signes et symptômes du système destiné aux pépinières.

changer les données de votre requête, cliquez sur le bouton « Précédent » de votre explorateur pour retourner au formulaire de diagnostic, où sera soulignée la dernière information saisie.

Discussion

Les programmes de diagnostic présentés ici sont le prolongement, au moyen d'un système hypermédia guidé par un système expert, du travail déjà accompli sur les diagnostics d'insectes forestiers et maladies des arbres et sur la lutte dirigée. Comme le World Wide Web est lui-même un système hypermédia fondé sur le langage HTML, l'expérience acquise avec les anciens systèmes nous a aidés à perfectionner les systèmes d'aujourd'hui qui, étant sur le Web, sont flexibles et faciles à mettre à jour.

Quelques maladies sont traitées par plus d'un système de diagnostic. De la même façon qu'il existe plusieurs publications sur un même sujet, on peut trouver plus d'un système Web pouvant fournir de l'information sur ce sujet.

Voici d'autres systèmes sur le site du Centre de foresterie du Pacifique qui peuvent aider à établir un diagnostic ou qui peuvent fournir de l'information supplémentaire une fois le diagnostic posé :

Maladies communes des arbres en Colombie-Britannique a été décrit dans la Note de transfert technologique numéro 9. http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/health/d_web_f/index_f.html

Les données sur les ravageurs provenant des relevés aériens effectués en Colombie-Britannique par le Réseau sur la santé des forêts peuvent être sélectionnées de trois façons : par feuillet cartographique, par région ou pour l'ensemble de la Colombie-Britannique. Les données sont stockées en format ArcInfo et sont converties en fichier d'exportation ArcInfo aux fins de transfert FTP. http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/health/pests/index_f.html

L'Index hôte-espèce des champignons de Colombie-Britannique a été monté à partir des mentions recueillies depuis 60 ans

Diagnostic du problème (dans le menu principal)

Requête
 Espèces hôtes: Épinette d'Englemann
 Région: Cariboo,
 Altération de la couleur du feuillage: feuillage brun
 Houppier endommagé: défoliation; feuillage roussi

Exemple de diagnostic à partir du menu principal du système HForest.

Résultats du diagnostic

Espèces	Exclusions
<i>Acleris gloverana</i> (Tordeuse à tête noire de l'Ouest)	1
<i>Choristoneura</i> spp. (Tordeuses des bourgeons de l'épinette)	1
<i>Lambdina fiscellaria</i> (Arpenteuse de la pruche de l'Ouest)	1
<i>Melanolophia imitata</i> (Mélanope des conifères)	1
<i>Isthmiella crepidiformis</i> (Maladies communes des aiguilles)	2
<i>Leptographium wageneri</i> (Noircissement des racines)	2
<i>Phellinus weirii</i> (Carie jaune annelée)	2

Aperçu de l'information (en anglais dans le site Web) :
 La tordeuse à tête noire de l'Ouest (*Acleris gloverana*) est un insecte défoliateur qui se trouve partout en Colombie-Britannique et qui, périodiquement, cause de vastes défoliations aux forêts de conifères.
Hôtes et répartition : En Colombie-Britannique, elle est surtout abondante à l'ouest de la chaîne des Cascades et dans certaines parties de la zone humide de l'intérieur. Ses hôtes préférés sont la pruche de l'Ouest, les sapins, les épinettes et le douglas.
Dommages : En premier lieu, les chenilles ne se nourrissent que de pousses; quand elles sont nombreuses, elles se nourrissent aussi de feuillage plus âgé. Les plus grandes concentrations de chenilles se trouvent habituellement dans le houppier supérieur des arbres. La défoliation intense d'un arbre pendant une ou deux années peut mener au dépérissement de sa cime. Si une infestation fait rage pour plus de deux ou trois années, le risque de mortalité des arbres est élevé. Un tel dommage peut réduire jusqu'à 20 % le volume de bois récoltable. Bon nombre d'arbres récupèrent et retrouvent entièrement leur feuillage normal en l'espace de quelques années.
Photos et figures. Ex. : Figure 239-0056. Adulte et chenille de tordeuse à tête noire.



Tordeuse à tête noire de l'Ouest (*Acleris gloverana*)

Exclu	Non exclu
Feuillage roussi	Feuillage brun Cariboo Épinette d'Englemann - <i>Picea engelmannii</i> Défoliation

par le Service canadien des forêts, auxquelles on a ajouté des données publiées et des données fournies par Agriculture et Agroalimentaire Canada. Cet index a été conçu pour faciliter l'identification et le recensement en bonne et due forme des champignons qui se trouvent sur les plantes indigènes de Colombie-Britannique.

http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/biodiversity/herbarium/Herb_Search_f.html

L'Herbier de pathologie forestière du Centre de foresterie du Pacifique (DAVFP) est un herbier de réputation internationale renfermant plus de 35 300 spécimens de champignons forestiers et de maladies d'arbres, où plus de 3 000 espèces de champignons sont représentées.

http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/biodiversity/herbarium/Voucher_specimens_f.html

Le Répertoire des chercheurs canadiens en foresterie sert de lien entre les chercheurs en foresterie du Canada (dont bon nombre étudient les insectes forestiers et les maladies des arbres) et permet aux membres de la profession forestière de localiser et de contacter des experts en recherche forestière.

http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca/cfrd/index_f.html

Lectures supplémentaires

Allen, E.; Morrison, D.; Wallis, G. 1996. Common Tree Diseases of British Columbia. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre, Victoria (C.-B.).

Gouvernement Du Canada. 1998. L'état des forêts au Canada, 1997-1998. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Ottawa.

Thomson, A.; Allen, E.; Morrison, D. 1997. Outil diagnostique Web pour les maladies communes des arbres en Colombie-Britannique. Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Pacifique. Note de transfert technologique numéro 9.

Thomson, A.J.; Sutherland, J.R.; Carpenter, C. 1993. Computer-assisted diagnosis using expert system-guided hypermedia. *AI Applications* 7 (1): 17-27 (avec disquette).

Thomson, A.J.; Van Sickle, A. 1996. Forest insect and disease diagnosis and management using expert system-guided hypermedia. *AI Applications*. 10(2): 23-32 (avec formulaire de commande du CD-ROM).

Renseignements

Dr. Alan Thomson
Service canadien des forêts
Centre de foresterie du Pacifique
506 West Burnside Rd.
Victoria (Colombie-Britannique) V8Z 1M5
(250) 363-0632
courriel : athomson@pfc.forestry.ca.

Remerciements

Dean Mills, SCF, rédacteur
Rod Maides, SCF, webmestre

Pour de plus amples renseignements sur le Service canadien des forêts et sur les études présentées ici, visitez notre site Web au :

<http://www.pfc.cfs.nrcan.gc.ca>.



Imprimé sur papier recyclé
ISSN 1209-6571 Cat. No. Fo29-47/17-1999F
ISBN No. 0-662-83825-4

This publication is also available in English.