



Utilisation des pesticides dans les aires forestières

Guide d'apprentissage

Mise à jour août 2018

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des matières dangereuses et des pesticides du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Renseignements

Pour tout renseignement, vous pouvez communiquer avec le Centre d'information.

Téléphone : 418 521-3830

1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Formulaire : www.mddelcc.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.mddelcc.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document

Visitez notre site Web : www.mddelcc.gouv.qc.ca

Référence à citer

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *Utilisation des pesticides dans les aires forestières – Guide d'apprentissage*. 2018, 25 p. [En ligne].

http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/permis/code-gestion/aires-forest/Guide_CD7.pdf (page consultée le jour/mois/année).

Dépôt légal – 2018

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN 978-2-550-82255-4 (PDF, août 2018)

ISBN 978-2-550-76745-9 (PDF, avril 2017)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2018

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Rédaction et coordination : Julie Corriveau, biologiste, Ph. D.¹

Certains textes sont adaptés de : Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick, 1999. *Utilisation des pesticides en zones forestières et industrielles – Manuel de sécurité*. Nouveau-Brunswick, ministère de l'Environnement, Unité de gestion des pesticides.

Réviseurs du guide : Jean-François Bourque, ing. f.¹

Guy Bussièrès, ing. f.²

Manon Desjardins, agronome¹

Fabienne Gauthier, agronome, Ph. D.¹

Catherine Henry, biologiste, M. Env³

Louis Morneau, ing. f., M. Sc.⁴

Gaétan Roy, biologiste et agronome¹

Roger Touchette, biologiste, M. Sc.⁴

¹ Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction des matières dangereuses et des pesticides

² Université Laval

³ Société de protection des forêts contre les insectes et maladies

⁴ Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	2
2. Réglementation provinciale	2
2.1 Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides	2
2.2 Code de gestion des pesticides	3
2.2.1 Dispositions générales	3
2.2.2 Dispositions spécifiques aux aires forestières	3
3. Lutte contre les mauvaises herbes	6
3.1 Introduction	6
3.2 Lutte contre les mauvaises herbes dans des pépinières forestières et des vergers à graines	7
4. Lutte contre les insectes	8
4.1 Introduction	8
4.1.1 Caractéristiques et cycle de vie des insectes	8
4.1.2 Caractéristiques et cycle de vie des acariens	9
4.2 Dommages causés par les insectes	10
4.3 Lutte contre les insectes dans les zones forestières	14
4.4 Lutte chimique	14
4.5 Facteurs ayant une incidence sur l'efficacité des insecticides	15
4.6 Principaux ravageurs au Québec	16
5. Lutte contre les maladies	17
5.1 Introduction	17
5.2 Maladies non parasitaires (dégâts abiotiques)	17
5.3 Maladies parasitaires	18
5.4 Approches face aux maladies	20
5.5 Lutte chimique	21
5.6 Facteurs d'incidence sur l'efficacité des fongicides	21
5.7 Maladies au Québec	22
6. Lutte contre les ravageurs vertébrés	23
6.1 Introduction	23
6.2 Évaluation des dégâts	23
6.3 Comportement des vertébrés	23
6.4 Lutte contre les ravageurs vertébrés	24
7. Conclusion	24
Références bibliographiques	25

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. Roger Touchette et Louis Morneau, du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), M^{me} Catherine Henry, de la Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM) et M. Guy Bussièrès, du Département des sciences du bois et de la forêt de l'Université Laval, qui ont participé à la révision du guide.

Nos remerciements s'adressent également aux personnes qui ont autorisé l'utilisation des photos et des illustrations.

FORMATION

L'utilisation de pesticides dans les aires forestières et leur application par voie terrestre nécessite d'être titulaire d'au moins un des certificats suivants :

- Sous-catégorie CD7, « Certificat pour application dans les aires forestières »;
- Sous-catégorie F1, « Certificat de producteur forestier ou de titulaire de permis d'intervention forestière »;
- Sous-catégorie F1.1, « Certificat de producteur forestier ou de titulaire de permis d'intervention forestière pour l'application des pesticides de la classe 3 »;
- Sous-catégorie F2, « Certificat de simple aménagiste forestier ».

Le certificat est obtenu lorsque la personne qui en fait la demande réussit l'examen prescrit ou reconnu par le ministre en vertu de la Loi sur les pesticides (art. 54). La réussite de cet examen atteste que le demandeur possède les connaissances nécessaires à la vente ou l'utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides. Pour les certificats relatifs aux travaux comportant l'utilisation de pesticides dans les aires forestières mentionnés ci-dessus, la personne doit réussir les deux examens prescrits suivants :

- Tronc commun pour les utilisateurs de pesticides (EXAMTCU-01);
- Utilisation des pesticides – Application dans les aires forestières (EXAMSFO-01).

Le matériel d'apprentissage pour l'examen de spécialité (EXAMSFO-01) comporte deux documents :

- Le document intitulé [*Utilisation des pesticides en terrain inculte – Guide d'apprentissage*](#) traite principalement de la maîtrise de la végétation à l'aide de phytocides. Il vise aussi à fournir au lecteur les connaissances requises pour une utilisation rationnelle et sécuritaire des pesticides. Les notions abordées dans ce guide sont également adaptées au contrôle de la végétation en milieu forestier.
- Le présent guide d'apprentissage vient compléter le document précédent et porte sur le contrôle des mauvaises herbes, des insectes, des maladies et des vertébrés dans les aires forestières.

Avant de vous plonger dans l'étude de ces deux documents, nous vous rappelons que vous devez préalablement maîtriser les objectifs énoncés dans le guide *Tronc commun pour les utilisateurs de pesticides*.

Inscription aux examens

Pour connaître les modalités d'inscription aux examens en lien avec ces certificats, nous vous invitons à :

- Consulter le site Web de la Société de formation à distance des commissions scolaires du Québec (SOFAD) au www.sofad.qc.ca/ssm/pesticides;
- Contacter le service à la clientèle de la SOFAD au 514 529-2801 (région de Montréal) ou au 1 866 840-9346 (extérieur de Montréal), ou par courriel à info.surmesure@sofad.qc.ca.

1. INTRODUCTION

Dans les aires forestières, les applications par voie terrestre (non par aéronef) de pesticides sont principalement des phytocides. Ces pesticides sont utilisés dans le but de dégager les jeunes arbres récemment plantés de la végétation de compétition. Des insecticides sont également utilisés pour lutter contre les ravageurs forestiers.

L'utilisation des pesticides en milieu forestier au Québec est relativement faible à la suite de l'adoption en 1994 de la [Stratégie de protection des forêts](#) qui a pris l'engagement, entre autres, d'éliminer à partir de 2001 l'utilisation des pesticides chimiques en forêt publique. De plus, seul un insecticide biologique, le *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (*Btk*), peut être employé dans la lutte contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette.

En forêts privées, en plantations privées ou publiques, en pépinière forestière, dans les vergers à graines et les boisés de ferme, l'application terrestre de pesticides (insecticides et fongicides) peut faire partie des moyens de lutte préconisés dans le cadre d'un programme de lutte intégrée. Toutefois, on favorise habituellement le recours à des moyens non chimiques tels que la coupe sélective ou la lutte biologique pour lutter contre les maladies et les insectes.

Le présent document apporte un complément d'information sur les problématiques d'insectes, de maladies et de vertébrés, en plus de donner des exemples de ravageurs et de maladies rencontrés en milieu forestier au Québec. Il est à noter que la plupart des techniques décrites au chapitre 10 du guide mentionné précédemment sont susceptibles de servir à l'application de tous les types de pesticides.

2. RÉGLEMENTATION PROVINCIALE

L'application d'un pesticide par voie terrestre dans les aires forestières comprend notamment l'application de phytocides, d'insecticides ou de fongicides liée au reboisement, à la gestion, à l'amélioration et à la conservation des forêts. Les travaux consistent entre autres à la préparation des sites, au badigeonnage des souches, au dégagement des plantations et des chemins forestiers, à l'injection dans les arbres et au contrôle des insectes et des maladies. En plus des boisés de ferme, les aires forestières comprennent les lieux suivants :

- Les espaces boisés ou destinés au reboisement, tels que les pépinières forestières;
- La production hors serre de plantes destinées au reboisement;
- Les érablières.

2.1 Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides

Les titulaires d'un permis ou d'un certificat qui exécutent des travaux comportant l'utilisation de pesticides sont visés par le Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation des pesticides. Ceux qui sont susceptibles d'effectuer des applications de pesticides dans les aires forestières, par voie terrestre, sont les suivants :

- Les entreprises titulaires d'un permis :
 - de travaux rémunérés (catégorie C), sous-catégorie C7, « Application dans les aires forestières »;
 - de travaux sans rémunération (catégorie D), sous-catégorie D7, « Application dans les aires forestières »;

- Les personnes titulaires d'un certificat :
 - pour l'application des pesticides (catégorie CD), sous-catégorie CD7, « Certificat pour application dans les aires forestières »;
 - d'aménagiste forestier pour l'application des pesticides (catégorie F), sous-catégorie :
 - F1, « Producteur forestier ou titulaire de permis d'intervention forestière pour l'application de pesticides des classes 1 et 2 »;
 - F1.1, « Producteur forestier ou titulaire de permis d'intervention forestière pour l'application de pesticides de la classe 3 »;
 - F2, « Certificat de simple aménagiste forestier pour l'application de pesticides des classes 1 à 3 ».

En ce qui concerne les applications de pesticides dans les boisés de ferme et les érablières, s'ajoutent les titulaires d'un certificat d'agriculteur pour l'application des pesticides (catégorie E), sous-catégorie :

- E1, « Certificat de producteur agricole »;
- E1.1, « Certificat de producteur agricole pour l'application des pesticides de la classe 3 »;
- E2, « Certificat de simple agriculteur ».

Un **aménagiste forestier** est une personne qui s'adonne à une activité d'exploitation de la forêt ou qui utilise le sol à des fins forestières (Loi sur les pesticides, art. 33).

Le titulaire d'un certificat ne peut surveiller ou accomplir des travaux qui comportent l'application d'un pesticide d'une classe mentionnée dans une des sous-catégories de certificat de ces catégories à une fin, dans un lieu, dans un espace, sur un objet ou un bien ou par un mode d'application qui ne sont pas visés par son certificat.

2.2 Code de gestion des pesticides

Le Code de gestion des pesticides est un règlement qui régit l'entreposage, la vente et l'utilisation des pesticides. Les objectifs de ce règlement sont de réduire et d'encadrer l'usage des pesticides, de diminuer les risques d'exposition des personnes et de réduire les risques de contamination de l'environnement.

Certaines dispositions sont générales et d'autres sont spécifiques pour les aires forestières. Vous trouverez la plus récente version du Code de gestion des pesticides au lien suivant :

<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/P-9.3,%20r.%201>

2.2.1 Dispositions générales

Pour connaître les dispositions générales, veuillez consulter le chapitre 3, « Réglementation », du guide d'apprentissage intitulé [Utilisation des pesticides en terrain inculte](#).

2.2.2 Dispositions spécifiques aux aires forestières

Certaines dispositions réglementaires inscrites au Code de gestion des pesticides sont spécifiques à l'application de pesticides dans les aires forestières.

Réservoir de pesticides

Il est interdit de pulvériser un pesticide dans une aire forestière au moyen d'un appareil dont le réservoir peut contenir 200 litres et plus de pesticides si l'appareil n'est pas muni d'un dispositif empêchant l'écoulement du pesticide lors du renversement de l'appareil.

Balisage des zones d'application

Les limites des zones d'application d'un pesticide doivent être balisées, par exemple à l'aide de rubans, afin de bien connaître la zone à traiter et les zones où l'application de pesticides est interdite.

L'exploitation d'un verger à graines ou l'exploitation d'une bleuetière ne sont pas visées par cette règle, car elles ne sont pas effectuées en vue d'exploiter la forêt ou d'utiliser le sol à des fins forestières.

Distances d'éloignement

Différentes distances d'éloignement doivent être respectées dans les aires forestières par rapport aux cours ou plans d'eau et aux sites de prélèvement d'eau lors de l'entreposage, de la préparation et de l'application. Pour connaître ces distances d'éloignement, veuillez consulter le tableau « Distance d'éloignement lors de l'utilisation de pesticides en terrain inculte » du guide d'apprentissage intitulé [Utilisation des pesticides en terrain inculte](#).

Affichage

Lors de l'application de pesticides à des fins d'exploitation ou de préservation de la forêt, chaque entrée de toute voie carrossable qui pénètre dans l'aire forestière doit être munie d'une [affiche](#) comportant les éléments suivants :

- La mention « TRAITEMENT AVEC PESTICIDES »;
- Un pictogramme indiquant l'interdiction de cueillir des végétaux à des fins de consommation;
- Le nom commun de l'ingrédient actif utilisé et son numéro d'homologation;
- Le nom du titulaire de permis ou de l'agriculteur ou de l'aménagiste forestier, son adresse et son numéro de téléphone;
- Le numéro de certificat ainsi que le nom et les initiales de la personne qui est responsable de l'exécution des travaux;
- Le numéro de téléphone du Centre antipoison du Québec;
- La date de l'application du pesticide.

Une voie carrossable en milieu forestier désigne une voie qui est aménagée de façon à ce qu'un véhicule puisse y circuler (par exemple, automobile ou machinerie lourde).

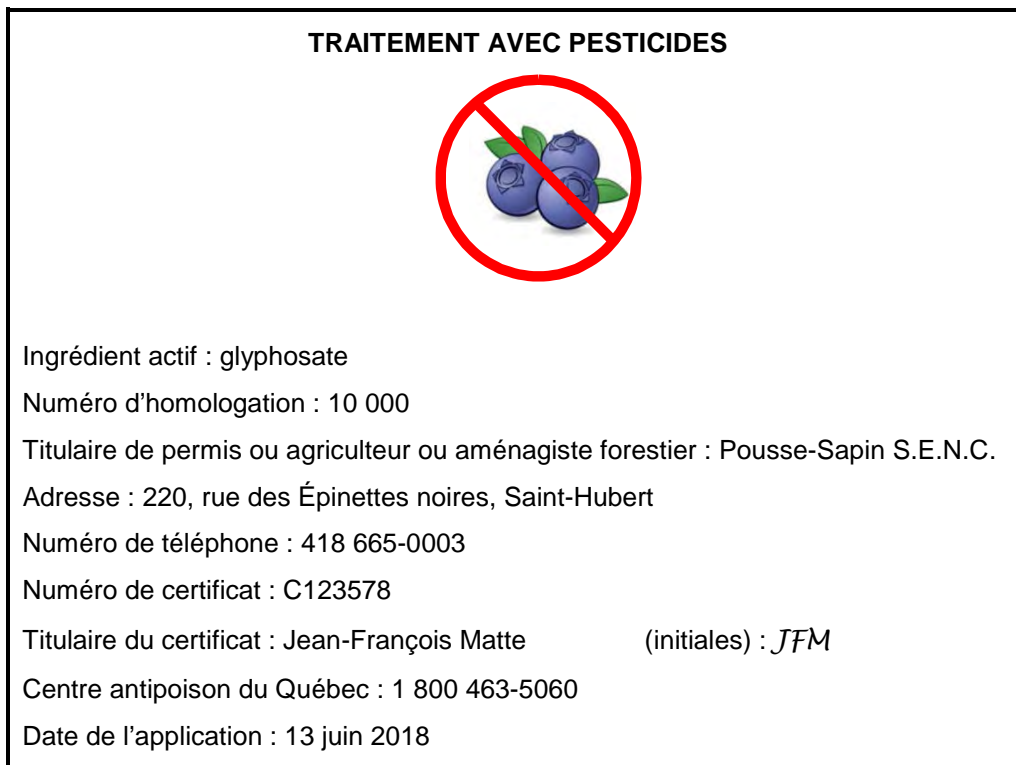


Figure 1. Exemple d'affiche à apposer préalablement à l'application de pesticides à des fins d'exploitation ou de préservation de la forêt

L'affiche doit demeurer en place tant que la période de cueillette des végétaux comestibles qui croissent dans l'aire traitée n'est pas terminée.

Afin de faciliter la conformité de cette disposition, la figure 1 présente un exemple d'affiche réglementaire à apposer préalablement à l'application de pesticides à des fins d'exploitation ou de préservation de la forêt.

L'exploitation d'un verger à graines ou l'exploitation d'une bleuëtière ne sont pas visées par les règles relatives à l'affichage, car elles ne sont pas effectuées en vue d'exploiter la forêt ou d'utiliser le sol à des fins forestières.

Publication d'un message pour les aires forestières du domaine de l'État

La réglementation exige la publication ou la diffusion d'un message relatif à des applications de pesticides sur une aire forestière du domaine de l'État afin d'en aviser préalablement la population. Cette disposition permet également d'informer les personnes qui désirent circuler dans cette aire forestière, notamment les cueilleurs de petits fruits, des travaux qui y sont réalisés et ainsi d'éviter leur exposition involontaire aux pesticides.

Au Québec, les terres du domaine de l'État, ou terres de la Couronne, sont les terres qui appartiennent à l'État. Elles constituent 92 % de la superficie du territoire québécois. Elles comprennent également la quasi-totalité des plans d'eau du Québec (lacs, rivières, fleuve Saint-Laurent, etc.) ainsi que les aires protégées telles que les parcs nationaux et les réserves fauniques.

Cette exigence vise les applications de pesticides réalisées sur plus de 100 hectares (ha) situés dans une même région administrative, au cours d'une même année. Le territoire couvert par les travaux soumis à cette exigence a été déterminé ainsi étant donné que les délimitations des régions administratives sont connues.

Ce message doit absolument paraître dans un journal distribué sur le territoire où les travaux sont réalisés ou être diffusé par un poste de télévision ou de radio qui dessert ce territoire au moins une semaine et au plus tôt trois semaines avant le début des travaux. Le message doit comprendre les renseignements suivants :

- Le nom et le numéro de téléphone du propriétaire ou de l'exploitant du territoire où les travaux seront effectués;
- La nature, le but et la localisation des travaux;
- La période de réalisation des travaux;
- Les restrictions relatives à la fréquentation des lieux traités et à la consommation des végétaux qui proviennent de ces lieux;
- Le nom et le numéro de téléphone du titulaire du permis qui sera responsable des travaux.

Le titulaire de permis responsable de l'exécution des travaux ne peut les entreprendre tant que ce message n'a pas été publié ou diffusé.

3. LUTTE CONTRE LES MAUVAISES HERBES

3.1 Introduction

Dans les aires forestières, les applications de pesticides sont principalement des phytocides utilisés aux fins suivantes :

Préparation du terrain

La préparation du terrain consiste à améliorer un terrain en vue de travaux de plantation et d'ensemencement. Ceci peut inclure la gestion de la végétation aussi bien que le nettoyage des débris. L'objectif de l'opération peut être d'améliorer l'accès, de créer un nombre suffisant de sites bien espacés pour les plants nouvellement établis, d'éliminer ou de réduire la végétation concurrente, d'élever la température du sol ou de réduire le risque d'incendie.

Traitement du peuplement

Le traitement du peuplement consiste à améliorer la survie, la croissance et la forme des arbres du peuplement final. Ces activités peuvent inclure la gestion de la végétation aussi bien que la fertilisation et l'élagage. Le traitement du peuplement peut inclure les types suivants d'activités :

- Le débroussaillage, qui consiste à éliminer ou à réduire la végétation entrant en concurrence avec les arbres du peuplement final en ce qui concerne la lumière, l'humidité et les substances nutritives;
- Le dégagement du peuplement final, qui vise plus spécifiquement à gérer la végétation qui domine les arbres du peuplement final ou entrave leur croissance afin de favoriser la croissance du peuplement jusqu'au stade de son implantation (où il ne craint plus la concurrence d'autres essences);

- L'éclaircie (ou espacement), qui réduit le nombre d'arbres du peuplement final par hectare. Ceci laisse aux arbres restants un espace suffisant pour croître sans risque de concurrence sur le plan de la lumière, des substances nutritives et de l'humidité. L'opération peut avoir pour objectif d'améliorer la croissance diamétrale ainsi que la forme et la santé des arbres restants. L'éclaircie peut également être considérée comme une activité d'amélioration du peuplement.

Gestion de la végétation des emprises

La gestion de la végétation des emprises consiste à éliminer la végétation empiétant sur les routes forestières.

3.2 Lutte contre les mauvaises herbes dans des pépinières forestières et des vergers à graines

Les applications de phytocides servent également à lutter contre les mauvaises herbes dans les pépinières forestières et les vergers à graines. Ces applications visent à éliminer la végétation afin d'améliorer le taux de germination, le taux de croissance et la survie des jeunes plants des pépinières, ainsi qu'à réduire la concurrence des mauvaises herbes autour des arbres, souvent des conifères, qui servent de vergers à graines.

Prévention

La prévention contre les mauvaises herbes dans les pépinières forestières et les vergers à graines comprend :

- La lutte contre les mauvaises herbes sur les lignes de clôture, les chemins ou les routes ainsi qu'à proximité de ces lieux;
- Le désherbage ou la culture régulière de zones de production afin d'empêcher tout dépôt de semences de mauvaises herbes;
- Le nettoyage des machines avant de les déplacer.

Lutte culturale

La lutte culturale met l'accent sur la compétition dans le but de limiter la croissance des mauvaises herbes et englobe :

- L'amélioration de la capacité des végétaux cultivés à entrer en compétition avec les mauvaises herbes par le recours à de bonnes pratiques culturales utilisées en cultures vivrières (p. ex., doses optimales d'engrais et arrosage);
- La plantation de cultures-abris, qui permet de supprimer les mauvaises herbes sans interférer avec la plante cultivée;
- La rotation des cultures afin de laisser les terres en jachère.

Lutte physique et mécanique

Les moyens de lutte physique incluent le recours à un couvre-sol, un tapis de sol ou du paillis pour inhiber la croissance des mauvaises herbes. Les méthodes manuelles incluent l'arrachage à la main, le ratissage et le binage. Les méthodes mécaniques ont recours à de la machinerie agricole.

Lutte chimique

Les méthodes chimiques font appel aux phytocides. Elles doivent être intégrées à un programme de lutte contre les mauvaises herbes qui fait appel à plusieurs méthodes de contrôle.

Les facteurs à considérer pour le choix et l'utilisation des phytocides incluent les suivants :

- Le stade de croissance des mauvaises herbes;
- Les directives d'utilisation du phytocide indiquées sur l'étiquette;

- La résistance des arbres à protéger;
- Le type du sol;
- Les espèces de mauvaises herbes présentes.

4. LUTTE CONTRE LES INSECTES

4.1 Introduction

Buts du chapitre

- Se familiariser avec les stades de développement des insectes;
- Connaître les catégories générales d'insectes nuisibles;
- Connaître les facteurs ayant une incidence sur l'efficacité des insecticides;
- Passer en revue les principaux insectes nuisibles en milieu forestier au Québec.

On trouve plus de 50 000 espèces d'insectes et d'acariens au Canada. La plupart sont bénéfiques, car ils détruisent les insectes nuisibles ou contribuent à la reproduction des plantes forestières. Ces espèces bénéfiques doivent donc être protégées en raison du rôle écologique important qu'elles jouent en forêt. Par contre, quelques espèces d'insectes causent des dommages d'ordre économique importants, et ce, principalement en ce qui concerne les arbres. Ces insectes nuisibles peuvent être d'origine indigène ou exotique.

Les **espèces indigènes** existent naturellement dans le milieu, en petit nombre. Lorsque les conditions deviennent propices, ces espèces peuvent se multiplier si rapidement que leurs prédateurs naturels, tels les oiseaux, d'autres espèces d'insectes et des agents pathogènes, n'arrivent plus à les contenir; on parle alors d'une période épidémique.

Les **espèces exotiques** peuvent se propager rapidement, car elles ont été introduites de façon naturelle ou accidentelle vers de nouvelles régions où elles n'ont parfois pas d'ennemis naturels pour les contrôler.

4.1.1 Caractéristiques et cycle de vie des insectes

Les insectes font partie d'un groupe d'animaux qui, au stade adulte, possèdent un corps segmenté, six pattes articulées et un exosquelette. Le corps de l'insecte adulte est divisé en trois parties principales : la tête, le thorax et l'abdomen. Trois paires de pattes et une ou deux paires d'ailes (selon l'espèce) sont fixées au thorax. Les insectes respirent par des stigmates (pores) situés dans leur exosquelette.

Le cycle de vie d'un insecte comprend plusieurs étapes allant de l'œuf jusqu'au stade adulte. Connaître le cycle de vie, le comportement et **les interactions avec le ou les hôtes** des insectes nuisibles permet de lutter contre ceux-ci au moment où ils sont le plus vulnérables. Ces connaissances sont essentielles dans le choix d'un moyen de lutte efficace.

Bien que certains insectes se reproduisent sans accouplement (p. ex., les pucerons) et que certains donnent naissance à des individus déjà formés (p. ex., les pucerons), la plupart des insectes se reproduisent par fécondation sexuée. Certaines espèces ont un cycle de vie à métamorphose incomplète, dont le stade juvénile de l'insecte ressemble à l'adulte, et d'autres, un cycle de vie à métamorphose complète, dont le stade juvénile est complètement différent de celui de l'adulte (figure 2).

Dans les deux cas, l'**œuf** est le premier stade du cycle de vie. Les œufs sont déposés individuellement ou en groupes dans le sol, sur des arbres ou d'autres plantes, sur des animaux ou sur toute autre structure. La température, l'humidité et la lumière ont une incidence sur le moment de la ponte et les chances de survie des larves.

Les insectes subissant une métamorphose incomplète (figure 2a) prennent le nom de nymphe au stade juvénile. Les **nymphe**s ressemblent aux adultes, mais sont dépourvues d'ailes et d'organes reproducteurs. Elles se nourrissent et grandissent jusqu'à ce que leur enveloppe externe restreigne leur croissance. Les nymphes se départissent alors de cette enveloppe et une nouvelle enveloppe se forme; c'est ce qu'on appelle la mue. Le nombre de mues dans la vie d'un insecte varie habituellement de quatre à huit, mais il peut aller jusqu'à près de trente pour certaines espèces. La plupart des insectes cessent de grandir une fois qu'ils ont atteint l'âge adulte. Ils ne sont donc plus forcés de muer. Les hannetons, les scolytes et les charançons sont des exemples de coléoptères ravageurs des forêts subissant une métamorphose incomplète.

Les insectes subissant une métamorphose complète (figure 2b) prennent le nom de larve au stade juvénile. Ces **larves**, plus ou moins mobiles, ne ressemblent pas du tout aux adultes. Elles consacrent pratiquement tout leur temps à se nourrir. Elles subissent un certain nombre de mues avant de se transformer, non pas en adultes, mais bien en **nymphe**s (chrysalides dans le cas des papillons). À cette étape du cycle de vie, les insectes sont immobiles et ne se nourrissent plus. Leur apparence change complètement. Des ébauches d'ailes apparaissent à ce stade. Les tordeuses, les pyrales et les arpeuteuses sont des lépidoptères ravageurs des forêts subissant une métamorphose complète.

Le stade **adulte** est le dernier stade de développement, peu importe le type de métamorphose. Les adultes peuvent se reproduire et sont pourvus d'ailes.

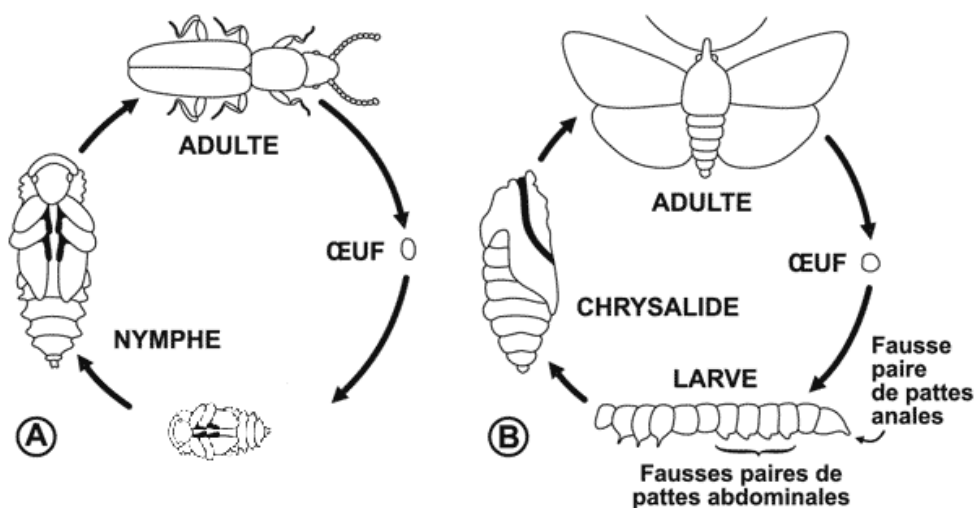


Figure 2. Cycles vitaux d'insectes : A. Insecte à métamorphose incomplète; B. Insecte à métamorphose complète (Adapté : Commission canadienne des grains)

4.1.2 Caractéristiques et cycle de vie des acariens

Les acariens possèdent un corps non segmenté, huit pattes articulées et un exosquelette. À la différence des insectes, la structure de leur corps présente deux parties principales : une tête soudée au thorax et l'abdomen. Ils n'ont pas d'ailes et sont de taille minuscule (longueur inférieure à 1 mm). Bien que l'adulte porte quatre paires de pattes, le stade larvaire n'en possède que trois.

Les acariens ne sont généralement pas des ravageurs importants en foresterie, sauf dans les pépinières où les dommages sont principalement causés par les tétranyques et les phytotes. À l'aide de leurs chélicères, les nymphes et les adultes acariens percent les cellules des feuilles et des aiguilles pour se nourrir du suc qu'elles renferment. Les tétranyques causent ainsi une décoloration et parfois une chute

prématurée des feuilles ou aiguilles lorsque l'infestation est grave. Les phytophages quant à eux, provoquent la formation de tumeurs, galles ou cloques qui déforment les tissus des plantes.

4.2 Dommages causés par les insectes

Les insectes nuisibles présents dans les zones forestières font habituellement partie d'une des six catégories suivantes déterminées par le type de dommages causés.

Ravageurs des tissus ligneux

Les ravageurs des tissus sont des insectes xylophages, tels que les coléoptères. Ils peuvent causer de très lourdes pertes dans les peuplements forestiers ayant atteint ou dépassé la maturité. Ces insectes percent l'écorce des arbres et creusent des galeries dans lesquelles ils pondent leurs œufs. Les débris de forage, causés par les larves qui se nourrissent, s'accumulent au niveau des orifices d'entrée et des crevasses dans l'écorce et empêchent l'eau et les éléments nutritifs d'atteindre les différentes parties de l'arbre. Ils causent donc des pertes de bois d'œuvre.

En règle générale, les œufs sont pondus dans les galeries et éclosent en l'espace de deux semaines, mais les larves demeurent dans l'arbre jusqu'à l'année suivante. Lorsque les nouveaux insectes xylophages émergent, ils creusent une galerie leur permettant de sortir et s'envolent pour coloniser de nouveaux arbres.

Certains insectes adultes introduisent un champignon qui pénètre dans l'écorce interne et l'aubier de l'arbre, y bloquant ainsi la circulation des substances nutritives; c'est le cas de la maladie hollandaise de l'orme.

La sensibilité des arbres à certains insectes xylophages dépend en grande partie de l'épaisseur de l'écorce, laquelle est essentiellement tributaire de l'âge de l'arbre. En prévoyant la récolte de certaines essences avant que le peuplement ait atteint le stade de la maturité, on peut diminuer grandement les risques d'une attaque de ces insectes. On peut également réduire certaines infestations en plantant un mélange d'essences à des fins de reboisement, si les conditions économiques et écologiques le permettent. Certaines essences d'arbres abattus par le vent attirent également ces insectes, lesquels se propagent ensuite aux arbres environnants.



Figure 3. Les scolytes, des insectes ravageurs de tissus ligneux
(Crédit photo : Pier-Olivier Carrière-Page)

Les méthodes de lutte contre ces ravageurs sont :

- La coupe des arbres avant que le bois soit détérioré;
- L'assainissement du site, en ramassant rapidement les arbres abattus, en adoptant de bonnes pratiques d'abattage et en enlevant les souches élevées et les débris le long des routes;
- L'utilisation d'arbres-pièges, qui consiste à « sacrifier » des arbres pour empêcher l'infestation de tout un peuplement. Ces arbres affaiblis sont plus attractifs pour les insectes adultes. Les arbres-pièges affectés produisent des composés chimiques puissants qui attirent les femelles. Celles-ci pondent sur ces derniers et délaissent les autres arbres environnants. Par la suite, vers la fin de l'été, il suffit d'abattre ces arbres-pièges et de les détruire afin d'éliminer tous les insectes s'y trouvant prisonniers;
- L'injection d'insecticides systémiques dans les arbres-pièges permet au pesticide de cheminer avec la sève dans les tissus de l'arbre infesté.

Insectes défoliateurs

Les défoliateurs appartiennent au groupe d'insectes qui se nourrissent des feuilles ou des aiguilles des arbres et les endommagent. Ils se manifestent à l'état épidémique de manière cyclique. Ils causent parfois aux écosystèmes forestiers des dommages importants pouvant atteindre des proportions épidémiques. À titre d'exemple, la tordeuse des bourgeons de l'épinette et l'arpenteuse de la pruche sont des défoliateurs importants des forêts du Québec.

Les larves (chenilles) des défoliateurs sont les plus dangereuses, puisque c'est à ce stade de leur cycle de vie qu'elles se nourrissent du feuillage, donc qu'elles consomment le plus de feuillage.

Il est important de noter que pour la protection des forêts publiques du Québec contre la tordeuse des bourgeons de l'épinette, l'application d'insecticide biologique, le *Btk*, est effectuée par voie aérienne. Ce type d'application ne cadre pas dans les activités visées par le présent guide.



Figure 4. Les tordeuses des bourgeons d'épinette, des insectes défoliateurs
(Source : SOPFIM. Crédit photo : EnviroFoto)

En général, les défoliateurs ne tuent pas les arbres immédiatement. Souvent, les aiguilles situées sur les branches de la cime brunissent, l'arbre ressemble à un arbre brûlé et sa croissance normale est réduite. Ces dégâts entraînent une diminution de la valeur économique de cet arbre et le rendent plus vulnérable à d'autres insectes et d'autres maladies. Si plusieurs attaques se produisent durant la vie d'un arbre, la perte de croissance peut être substantielle. Une infestation peut se propager très rapidement et passer d'un groupe d'arbres à plusieurs milliers d'hectares en l'espace de quelques années.

En aménagement forestier, la lutte contre les défoliateurs est difficile. La détection précoce et l'évaluation du déroulement probable de l'infestation sont des éléments clés de la stratégie d'intervention. Dans les pépinières et les vergers à graines, les défoliateurs peuvent constituer un grave problème, mais la lutte y est plus efficace qu'en aménagement forestier, car les régions couvertes sont moins étendues et plus accessibles.

Les moyens de lutte peuvent inclure :

- Des méthodes sylvicoles réduisant la vulnérabilité des peuplements;
- L'utilisation d'insecticides pour protéger les peuplements.

Insectes des cônes et des graines

Depuis 40 ans, on cultive des vergers à graines dans le but de produire de grandes quantités de semences possédant des qualités génétiques supérieures à des fins de reboisement à grande échelle; il s'agit donc d'un investissement important qu'il convient de protéger. Les insectes des cônes et des graines se développent et se nourrissent à l'intérieur des graines et des fruits des plantes. Les dommages se produisent lorsque les larves creusent un tunnel dans les graines ou dans les écailles des cônes ou s'en nourrissent.

Le chalcis des graines et la pyrale des cônes font partie de cette catégorie d'insectes. Les méthodes de lutte sont axées sur l'application d'insecticides pouvant pénétrer dans les cônes et les graines. Ces insecticides sont souvent appliqués à l'aide de pulvérisateurs à jet.



Figure 5. Les pyrales des cônes, des insectes des cônes et des graines
(Crédit photo : Lina Breton)

Insectes suceurs

Les insectes suceurs, principalement les pucerons, s'attaquent au feuillage, aux branches ou à la tige principale. Les dommages qu'ils causent aux plantes comprennent :

- Le roulement et le rabougrissement des feuilles et des tiges;
- Le tachage chlorotique;
- La perte et le flétrissement des aiguilles par manque d'eau;

- La nécrose localisée à cause des toxines qu'ils libèrent en se nourrissant.

Les attaques de la tige ou des branches peuvent provoquer l'apparition de galles ou de difformités, ou encore une réduction de la croissance. Le cycle de vie de la majorité de ces espèces est complexe puisqu'ils ont besoin d'hôtes intermédiaires pour compléter leur cycle de vie. Les épidémies sont en général sporadiques et de courte durée. La lutte contre ces insectes est très difficile.



Figure 6. Les pucerons, des insectes suceurs
(Crédit photo : Valérie Aucoin)

Insectes gallicoles

De nombreuses espèces d'insectes provoquent l'apparition de galles. Dans les forêts, les insectes gallicoles sont nuisibles aux épinettes. Leur cycle de vie s'échelonne sur deux ans et se déroule habituellement sur six générations. Les larves creusent dans les pousses d'arbres pour former des chambres. La cécidomyie gallicole de l'épinette et le puceron à galle allongée de l'épinette sont des insectes gallicoles.



Figure 7. Galles du puceron à galle conique de l'épinette
(Crédit photo : Rémi Néron)

Rhizophages

Les racines servent d'hôtes à plusieurs insectes se nourrissant sous terre. Bon nombre d'entre eux sont utiles. Par contre, les problèmes surviennent lorsque ces insectes s'installent en nombre excessif et provoquent un stress aux arbres. Les rhizophages causent souvent le plus de dommages dans les pépinières, lorsqu'ils s'attaquent à de jeunes arbres aux tissus tendres et vulnérables. Le ver blanc du hanneton et certaines espèces de charançons sont des rhizophages.



Figure 8. Les vers blancs du hanneton, des insectes rhizophages
(Crédit photo : Lina Breton)

4.3 Lutte contre les insectes dans les zones forestières

Pour lutter contre les insectes, on a recours à diverses techniques de lutte intégrée, notamment :

- La tentative d'éradication (pour les insectes exotiques nouvellement arrivés);
- La suppression des épidémies;
- La protection des arbres lorsqu'une invasion sévit;
- La récolte des arbres morts ou mourants (pour réduire les impacts économiques).

Les moyens utilisés peuvent comprendre la lutte biologique, les pratiques culturales, l'utilisation de moyens mécaniques et la lutte chimique. Cette dernière peut se faire à l'aide d'insecticides, d'acaricides ou de nématicides.

4.4 Lutte chimique

L'utilisation d'insecticides et d'acaricides ne constitue qu'une des nombreuses méthodes de lutte contre les insectes ravageurs. En l'occurrence, il faut dans la mesure du possible éviter les effets négatifs pour les insectes utiles et l'environnement. Les principaux types d'insecticides et d'acaricides sont les suivants :

- **Insecticides de contact** – Ils n’agissent efficacement que lorsqu’ils sont en contact direct avec l’insecte ravageur. On peut les appliquer directement sur les insectes ou sur la végétation sur laquelle ils peuvent être en contact. Certains insecticides de contact présentent des effets résiduels c’est-à-dire que l’effet insecticide persiste un certain temps après l’application (p. ex., malathion).
- **Insecticides systémiques** – Ils pénètrent dans les plantes ou les arbres et circulent dans la sève ou l’eau. Les insectes qui sucent la sève ou mangent la plante meurent. Certains insecticides agissent à la fois au contact et par effet systémique (p. ex., acéphate).
- **Insecticides suffocants** – Ils obstruent le système respiratoire, qui consiste en des ouvertures sur la surface de l’insecte. Ils peuvent également compromettre la survie des œufs. Ces insecticides se présentent généralement en formulation huileuse (p. ex. huile minérale).
- **Régulateurs de croissance** – Ils agissent de la même façon que les hormones de l’insecte qu’ils attaquent. Ils perturbent le développement normal de l’insecte, qui meurt avant d’atteindre le stade adulte et d’être en mesure de se reproduire (p. ex., tébufénozide).
- **Attractifs** – Les attractifs peuvent attirer les insectes femelles en période de ponte ou les insectes mâles qui cherchent à s’accoupler. Ils peuvent également être utilisés pour détecter la présence de l’insecte dans le milieu ou pour le contrôler
- **Biopesticides** – Ces pesticides sont regroupés en trois grandes catégories, soit les agents microbiens (microorganisme et tout métabolite associé) (p. ex., *Btk*), les écomones (substance porteuse de message produite par une plante ou par un animal, ou un analogue synthétique de cette substance qui influence le comportement des sujets de la même espèce ou d’autres espèces) et les produits non conventionnels (produit ne faisant pas partie d’une des deux catégories précédentes et qui répond à certains critères).
- **Fumigants** – Les fumigants sont des pesticides qui agissent sous forme de gaz ou de fumée. Ils peuvent être utilisés pour lutter contre les insectes dans les endroits clos ou dans le sol.
- **Dessiccants** – Les dessiccants sont des poudres inertes qui tuent les insectes rampants en lacérant leur corps, ce qui les déshydrate et entraîne la mort.
- **Pâtes collantes** – À l’aide d’attractifs ou de couleurs vives, les pièges enduits de pâtes collantes attirent les insectes d’où ils ne peuvent s’échapper.

4.5 Facteurs ayant une incidence sur l’efficacité des insecticides

Il faut tenir compte de certains facteurs externes pour que l’application d’insecticides soit efficace. On rappelle qu’il est important de bien identifier les ravageurs avant d’entreprendre des mesures de lutte. La prise en compte des facteurs ci-dessous favorise grandement la réussite du traitement.

- **Moment de l’application** – Pour obtenir les meilleurs résultats, il faut entreprendre la lutte lorsque les insectes visés sont les plus vulnérables. En général, le contrôle des insectes est plus facile au cours des premiers stades de développement. En effet, les jeunes larves s’alimentent davantage que les larves qui sont sur le point de se transformer en pupes ou en chrysalides, ce qui les rend plus susceptibles à l’action des insecticides qui doivent être ingérés pour être efficaces (p. ex., *Btk*). De plus, la plupart des insecticides ont généralement peu d’effets sur les œufs et les chrysalides. L’insecte adulte, quant à lui, est doté d’une enveloppe externe qui est plus difficile à détruire. L’application doit donc être faite au stade de développement idéal. Les étiquettes des produits nous indiquent généralement les stades de développement où leur utilisation sera efficace. Il est donc essentiel de prendre connaissance des étiquettes avant de commencer un traitement.
- **Conditions atmosphériques** – La température, l’humidité et la pluie ont une incidence directe sur l’efficacité des pesticides ainsi que sur l’activité des ravageurs et sur leur vulnérabilité aux produits. L’étiquette du pesticide indique les directives d’utilisation à suivre ainsi que les

conditions atmosphériques à respecter lors du traitement. Il faut lire attentivement l'étiquette avant l'application de pesticides pour obtenir un résultat optimal.

- **Résistance** – L'emploi répété des pesticides chimiques possédant un même mode d'action a provoqué le développement d'une résistance aux pesticides chez certains insectes. Si un pesticide n'agit plus efficacement sur l'insecte visé, on est probablement en présence d'un cas de résistance au produit. Un insecte qui a développé une résistance à un produit pourra également rester insensible à d'autres produits présentant un mode d'action semblable ou appartenant à la même famille chimique.

L'utilisateur peut retarder l'apparition de la résistance à un insecticide en élaborant une stratégie de lutte intégrée :

- Utilisation d'un mode de lutte non chimique;
- Utilisation de pesticides seulement lorsque c'est nécessaire;
- Utilisation en alternance de pesticides ayant des modes d'action différents.

4.6 Principaux ravageurs au Québec

Ci-dessous figurent quatre ravageurs d'importance en milieu forestier (plantation ou forêt naturelle) au Québec. Veuillez consulter les hyperliens pour connaître la description, la biologie ainsi que les méthodes de répression favorisées pour chacun de ces insectes nuisibles.

- **Tordeuse des bourgeons de l'épinette**
http://sopfim.qc.ca/admin/datas/pdf/PDF_05.pdf
- **Arpenteuse de la pruche**
http://sopfim.qc.ca/admin/datas/pdf/PDF_08.pdf
- **Charançon du pin blanc**
<http://cfs.nrcan.gc.ca/entrepotpubl/pdfs/32504.pdf>
- **Diprion de Swaine**
http://sopfim.qc.ca/admin/datas/pdf/PDF_11.pdf

Une fiche technique sur le *Btk.*, un insecticide biologique actuellement utilisé dans les aires forestières, est disponible au http://sopfim.qc.ca/admin/datas/pdf/PDF_03.pdf.

Dans les dernières années, deux insectes ont causé des problèmes dans les vergers à graines : la mouche granivore de l'épinette (*Strobilomyia neanthracina* [Michelsen]) et le scolyte des cônes du pin blanc (*Conophthorus coniperda* [Schwarz]).

5. LUTTE CONTRE LES MALADIES

5.1 Introduction

Buts du chapitre

- Connaître les effets des maladies sur les forêts;
- Se familiariser avec les organismes causant les maladies courantes;
- Connaître le mode d'action des fongicides, des bactéricides et des nématicides;
- Passer en revue une des maladies courantes affectant les forêts au Québec.

Chez les plantes, une maladie est un état pathologique qui altère la croissance, l'apparence ou le métabolisme. Les maladies parasitaires sont provoquées par des organismes vivants ou biotiques pathogènes tels les champignons, les bactéries, les virus, les nématodes et les plantes à fleurs. Ces pathogènes sont transmis :

- Par le vent, la pluie, les tempêtes de poussière, etc.;
- Par les insectes, les escargots, les limaces, les vers de terre et les oiseaux;
- Par les humains;
- Par le sol, l'équipement et les outils contaminés;
- Par des greffes;
- Par la propagation des végétaux;
- Par des semences infectées;
- Par l'eau d'irrigation.

Les pathogènes des végétaux vivent et se nourrissent aux dépens de la plante hôte. Pour qu'une maladie se développe, il faut qu'un pathogène soit présent au voisinage de la plante, que celle-ci soit sensible à ce pathogène et que le milieu présente les conditions favorables au développement du pathogène.

Les maladies non parasitaires, appelées aussi maladies abiotiques ou dégâts abiotiques, sont causées par des agents non vivants et provoquent également l'apparition de symptômes. Il est important de noter que les dommages causés par des maladies de feuillage, par exemple, et des dégâts abiotiques peuvent provoquer des symptômes similaires. Par conséquent, il faut trouver la cause du symptôme avant de poser un diagnostic valable et de proposer un traitement efficace. L'application de pesticides peut aider à lutter contre certaines maladies en diminuant leur incidence ou en protégeant les plantes hôtes en cas de risque d'infestation.

5.2 Maladies non parasitaires (dégâts abiotiques)

Les facteurs environnementaux défavorables stressent les plantes et provoquent une croissance anormale de celles-ci ou encore des symptômes de maladie. Les conditions extrêmes associées à la lumière, à la température, à l'eau et aux éléments nutritifs en sont des exemples. Les plantes affaiblies par les stress environnementaux sont plus susceptibles d'être atteintes par des maladies.

Les facteurs de stress pouvant provoquer des symptômes de maladie comprennent :

- La pollution atmosphérique;
- Les conditions de sol défavorables (toxicité, carences ou excès de minéraux);
- Les conditions climatiques extrêmes (verglas, neige, vent, écarts de température, sécheresse);
- Les blessures mécaniques causées par l'humain;
- Les blessures causées par les animaux.

Ces maladies sont non contagieuses et ne se propagent pas comme les maladies parasitaires.



Figure 9. Exemples de symptômes de maladies non parasitaires provoqués par un gel printanier (à gauche); une carence minérale (à droite)
(Crédit photo : Lina Breton)

5.3 Maladies parasitaires

Les maladies causées par les microorganismes sont appelées maladies infectieuses. Les microorganismes qui provoquent des maladies incluent les champignons, les bactéries, les virus et les nématodes. Ces maladies peuvent se propager d'une plante à l'autre. Les microorganismes sont des ravageurs lorsqu'ils provoquent une quantité inacceptable de dommages chez les plants forestiers.

Champignons

Les champignons constituent le groupe le plus important d'organismes causant des maladies chez les plantes. Les champignons se développent à partir de substances organiques provenant des organismes vivants (parasites) ou de leurs restes (saprophytes). Les champignons comprennent les moisissures, les champignons supérieurs et les rouilles. La reproduction des champignons est de deux types : sexuée, dite « parfaite », et asexuée, dite « imparfaite ». Certains possèdent ces deux modes de reproduction, d'autres n'en possèdent qu'un seul. La plupart des champignons produisent des spores qui seront libérées et qui produiront de nouvelles infections dans les tissus des plantes, puis suivra l'apparition des symptômes de la maladie.

Les symptômes les plus courants sont les suivants :

- Les chancres;
- Les caries;
- Les nécroses;

- Les galles;
- Les accroissements anormaux;
- Les taches de feuilles;
- La pourriture des racines;
- Les décolorations et le flétrissement.

Le cycle de vie de bon nombre de champignons se déroule suivant la même progression. Un champignon mature produit des spores lorsque les conditions environnementales sont favorables. Les spores sont ensuite libérées dans le milieu et disséminées dans l'environnement, principalement par le vent et l'eau. Les spores germeront uniquement si les conditions du milieu sont favorables. Les conditions du milieu peuvent être influencées par la température, l'humidité, la teneur en nutriment et la disponibilité du substrat. Des conditions non favorables empêchent la germination des spores, qui peuvent alors mourir, être balayées par la pluie ou demeurer en dormance.

Si les conditions environnementales sont favorables, les spores fongiques germent. Après la germination, les spores fongiques sont vulnérables aux fongicides. L'infection commence lorsque le champignon pénètre dans les tissus de la plante. À l'intérieur de la plante, le champignon est protégé et devient difficile à détruire. Un fongicide systémique peut enrayer la maladie s'il est appliqué avant que l'infection ne s'aggrave trop.



Figure 10. Maladie du rond provoquée par un champignon
(Crédit photo : Lina Breton)

Bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui ne sont visibles qu'au microscope. Elles peuvent provoquer de graves maladies chez les plantes. Les bactéries pénètrent généralement dans les plantes par des voies d'entrée naturelles ou par des blessures. Dans des conditions favorables, les bactéries se reproduisent très rapidement en s'alimentant à même les plantes. Elles peuvent aussi être propagées par le vent et la pluie ou par contact avec des animaux, de l'équipement ou même de la machinerie contaminée. Certaines brûlures, galles et caries sont causées par des bactéries.

Virus

Les virus se lient au bagage génétique de la cellule. Ils provoquent des maladies qui souvent affaiblissent les plantes et réduisent le rendement des cultures. Ils se reproduisent uniquement dans des cellules vivantes. Ils peuvent être propagés par des machineries (p. ex., au cours de l'émondage ou de la récolte), par l'utilisation de leur matériel de reproduction (graines, tubercules ou autres parties des plantes) ou par des vecteurs (insectes, acariens, nématodes, champignons, etc.). La mosaïque, les taches annulaires et l'enroulement des feuilles sont des exemples de maladies causées par des virus. Aucun pesticide ne permet de les détruire. Ce sont plutôt les vecteurs de propagation des virus qui doivent être contrôlés pour éviter la propagation des virus.

Nématodes

Les nématodes sont de petits vers filiformes qui peuvent se nourrir de racines, de tiges et de feuilles. Ils peuvent restreindre la circulation de l'eau et des éléments nutritifs dans la plante. Ils peuvent également causer des blessures qui permettent aux champignons et aux bactéries de pénétrer dans la plante. Les nématodes se propagent en pondant des œufs. Ils peuvent provoquer les symptômes de flétrissement, des rabougrissements, un manque de vigueur ainsi que des malformations au cours de la croissance.

5.4 Approches face aux maladies

Pour qu'une maladie infectieuse puisse se développer, les trois conditions suivantes doivent être réunies :

- Présence d'un organisme (pathogène) causant la maladie;
- Présence d'une plante hôte susceptible de développer la maladie;
- Présence d'un milieu favorable à l'organisme pathogène ou défavorable à la plante hôte.

L'élimination de l'une de ces trois conditions ou la modification du milieu permet d'éviter la maladie. Par exemple, on peut éviter la propagation d'une maladie en utilisant des cultivars résistants ou non affectés par la maladie, en détruisant en tout ou en partie l'organisme pathogène ou en modifiant le milieu pour favoriser les plantes hôtes et non les pathogènes.

Les maladies sont responsables de pertes importantes de bois d'œuvre dans les zones forestières, car elles réduisent la croissance des arbres et la production de graines ou encore détruisent les espèces vulnérables. La meilleure approche pour lutter contre les maladies est la prévention. Les sylviculteurs doivent donc élaborer des stratégies pour prévenir les dommages excessifs causés par les maladies. De bonnes pratiques de gestion à cet égard comprennent :

- La sélection d'essences non vulnérables;
- Des programmes de sélection de cultivars résistants;
- L'élagage des branches;
- Des opérations d'espacement;
- L'extraction des souches et des racines;
- La préparation du terrain;
- L'établissement d'un calendrier de récolte.

Le recours aux pesticides pour lutter contre les maladies constitue un moyen de dernier recours. Il faut privilégier les méthodes de lutte faisant appel aux pratiques culturales et aux opérations manuelles. Toutefois, lorsque des pesticides sont nécessaires, il est important de savoir comment les utiliser et quelles maladies sont susceptibles d'être traitées par ces produits. L'étiquette du produit indique l'ensemble des informations à connaître sur le produit, en plus de nous indiquer comment l'utiliser. Il est donc essentiel de bien lire l'étiquette avant d'utiliser un pesticide.

5.5 Lutte chimique

Les fongicides, les bactéricides et les nématicides sont des pesticides servant à lutter contre les maladies.

Fongicides

Les **fongicides préventifs** recouvrent la plante hôte et forment ainsi une pellicule protectrice permettant d'empêcher la germination des spores fongiques. Ils doivent être appliqués avant que les champignons n'atteignent le stade infectieux. Après l'infection, le fongicide préventif ne parvient généralement pas à détruire les champignons installés à l'intérieur de la plante, mais il peut empêcher l'infection de se répandre. Comme les nouvelles pousses qui apparaissent après le traitement ne sont pas protégées, il faut procéder à une nouvelle application de fongicides afin que celles-ci soient protégées. La plupart des fongicides servant à lutter contre les champignons appartiennent à cette catégorie.

Les **fongicides curatifs** tuent les organismes fongiques qui ont commencé à infecter une plante, mais qui ne sont pas encore bien établis dans celle-ci. Les fongicides curatifs deviennent moins efficaces lorsque le champignon est bien implanté dans la plante. Seuls quelques fongicides sont de type curatif.

Les **fongicides systémiques** sont absorbés par les plantes, puis circulent dans les tissus de la plante via la sève ou l'eau. Ils possèdent des propriétés préventives et même, à l'occasion, curatives. Après l'application, les fongicides systémiques migrent vers les parties en croissance.

Les **biopesticides**, tels que les biofongicides, sont regroupés en trois grandes catégories, soit les agents microbiens (microorganisme et tout métabolite associé), les écomones (substance porteuse de message produite par une plante ou par un animal, ou un analogue synthétique de cette substance qui influence le comportement des sujets de la même espèce ou d'autres espèces) et les produits non conventionnels (produit ne faisant pas partie d'une des deux catégories précédentes et qui répond à certains critères).

Bactéricides

Les bactéricides tuent les bactéries au contact et constituent une barrière de protection contre elles. Le moment de l'application, l'ampleur de l'infection et les conditions climatiques ont une incidence sur l'efficacité des bactéricides.

Nématicides

Les nématicides sont appliqués sous forme granulaire ou liquide et détruisent les nématodes au contact ou par action systémique. Les nématicides se trouvent, pour la plupart, sous la forme de fumigant.

5.6 Facteurs d'incidence sur l'efficacité des fongicides

Plusieurs facteurs ont une incidence sur l'efficacité des fongicides. Il est essentiel de bien identifier la maladie avant de mettre en place des mesures de traitement.

Moment de l'application

Pour être efficace, le fongicide doit détruire le champignon avant ou pendant la période d'infection. Les étiquettes des produits peuvent indiquer le moment où leur utilisation sera efficace.

Cycle de vie des champignons et conditions climatiques

La fréquence d'application varie selon le type de champignon ou de fongicide et selon les conditions climatiques. Si le champignon a un cycle de vie de courte durée et que les conditions sont favorables à sa croissance, il peut être infectieux à répétition et il faut alors recourir à plusieurs applications. La pluie, le rythme de croissance des plantes et le type de fongicide ont également une incidence sur la fréquence du traitement. Si le fongicide est balayé par la pluie ou se dégrade rapidement, ou si de nouvelles feuilles poussent, une nouvelle application pourrait être nécessaire. Lire attentivement l'étiquette pour connaître les incidences des conditions climatiques et du cycle de vie du champignon sur l'efficacité du produit.

Résistance

Les organismes responsables de maladies sont résistants à certains fongicides ou groupes de fongicides. Ils peuvent développer une résistance après plusieurs applications d'un même fongicide ou de fongicides ayant le même mode d'action ou la même famille chimique.

5.7 Maladies au Québec

Ci-dessous figurent quelques maladies rencontrées dans les aires forestières au Québec. Veuillez consulter les hyperliens pour connaître la description et la biologie, ainsi que les méthodes de lutte favorisées pour cette maladie.

Maladie du rond

<http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-maladies-rond.jsp>

http://arbres.ccdmd.qc.ca/maladie_fiche_frame.php?IDMal=90&tri=1

<http://cfs.nrcan.gc.ca/entrepotpubl/pdfs/35577.pdf>

<http://www.bioforest.ca/index.cfm?fuseaction=content&menuid=11&pageid=1030>

Maladie corticale du hêtre

<http://mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-maladies-corticale-hetre.jsp>

Anthraxose des frênes, des chênes et des érables

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-maladies-anthraxose.jsp>

Chancre scléroderrien

<https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/insectes/fimaq-insectes-maladies-chancre.jsp>

6. LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS VERTÉBRÉS

6.1 Introduction

Buts du chapitre

- Se familiariser avec les espèces de vertébrés qui peuvent causer des dommages en zones forestières;
- Comprendre les enjeux d'un programme de lutte contre les vertébrés nuisibles.

Les ravageurs vertébrés (animaux pourvus d'une colonne vertébrale) des zones forestières ou industrielles comprennent, entre autres, les rongeurs (lièvres, porcs-épics, écureuils, etc.), les mouffettes, les chevreuils, les ours et les oiseaux. Les ravageurs vertébrés des forêts causent des dégâts en brisant les jeunes racines et les jeunes pousses, en détruisant l'écorce des espèces d'arbres utiles et en endommageant les arbres lorsqu'ils arrachent les cônes et les branches. Avant d'entreprendre un programme de lutte contre ces animaux, il faut tenir compte des avantages que procure leur présence dans la nature.

6.2 Évaluation des dégâts

Comme dans tous les programmes de lutte contre les ravageurs forestiers, il est important de reconnaître les signes et symptômes indiquant la présence des ravageurs vertébrés afin d'intervenir adéquatement. Les petits ravageurs tels que les souris et les écureuils endommagent généralement les arbres plus petits, tandis que les animaux de plus grande taille tels que le porc-épic, l'ours et le chevreuil s'en prennent aux arbres plus imposants. La plus grande partie des dégâts causés par les ravageurs vertébrés survient au cours des mois d'hiver lorsque la nourriture se fait rare, mais les dommages ne sont souvent pas apparents avant l'été suivant. Par exemple, les dommages causés par les ravageurs vertébrés peuvent se traduire par le fait que les feuilles n'éclosent pas ou changent de couleur et tombent prématurément. Les dégâts aux conifères peuvent être plus importants, les arbres tournant au rouge lorsque les aiguilles meurent. Une vérification des arbres endommagés permet de constater s'il y a des rognures au sol ou si l'écorce porte des marques de griffes ou de dents.

Des **rongeurs** affamés peuvent manger l'écorce autour du tronc des arbres de pépinière, provoquant ainsi leur mort. Les **chevreuils** endommagent les jeunes arbres de pépinière en dévorant les nouvelles pousses. Les dégâts causés par les **écureuils** tuent rarement les arbres, mais peuvent provoquer la pousse de flèches multiples à partir des rameaux brisés. Les **oiseaux** tels que le pic-bois, le pic buveur de sève et le gros-bec endommagent également les arbres par endroits et peuvent provoquer à l'occasion des dégâts importants. C'est à la fin de l'automne et au début de l'hiver que les **porcs-épics** et les **castors** sont les plus actifs. Ils peuvent alors causer de graves dommages à l'écorce. Les castors coupent habituellement tout l'arbre pour s'alimenter, se loger et construire des barrages.

6.3 Comportement des vertébrés

Tout comme pour d'autres types de ravageurs, il est important d'identifier l'espèce responsable des dommages afin de pouvoir entreprendre un programme de lutte efficace et adapté à nos besoins. Il faut donc connaître la biologie et le comportement du ravageur. L'efficacité des moyens de lutte dépend des facteurs suivants :

- La densité de la population;
- La mobilité du ravageur;
- L'habitat du ravageur;

- La disponibilité de la nourriture;
- Les prédateurs du ravageur.

6.4 Lutte contre les ravageurs vertébrés

On peut utiliser des répulsifs, mais leur efficacité varie selon le cadre d'utilisation et demeure assez limitée. Comprendre le comportement des ravageurs permet de savoir si des mesures de lutte sont nécessaires.

Dans les pépinières, pour contenir les souris et les mulots, il faut d'abord détruire les mauvaises herbes. En éliminant les hautes herbes et les grandes plantes à feuilles larges autour des arbres, l'habitat privilégié de ces rongeurs est détruit. L'utilisation de grillages autour des arbres est également efficace pour réduire les dégâts causés par d'autres rongeurs comme les lièvres. Pour ces derniers, la chasse constitue également un moyen de lutte efficace. La chasse l'est aussi, ainsi que le piégeage, dans le cas des chevreuils, des ours et des castors.

L'utilisation d'appâts empoisonnés est permise pour certains ravageurs vertébrés tels que les rongeurs, mais la prudence est de rigueur. S'ils sont mal utilisés, les appâts présentent un risque pour les espèces sauvages non ciblées, les animaux domestiques et même l'humain.

Les écureuils semblent causer des dégâts de façon aléatoire; ces dégâts ne persistent généralement pas dans une région donnée plus d'une année. Les oiseaux tels les pics buveurs de sève et les gros-becs peuvent être tenus à distance à l'aide de bruiteurs automatiques ou encore en accrochant des assiettes d'aluminium ou des rubans métalliques aux arbres affectés. Il semblerait que l'installation de couleuvres en caoutchouc dans les arbres serait aussi efficace.

Les lois protégeant la faune peuvent interdire la destruction de certains ravageurs ou exiger l'obtention de permis spéciaux. La chasse, le piégeage et l'utilisation de pesticides peuvent être restreints à certaines périodes de l'année ou dans des régions données. Veuillez vérifier auprès des autorités fédérales, provinciales et municipales avant de prendre des mesures de lutte contre les différents ravageurs vertébrés.

Les mesures de lutte seront choisies en fonction des exigences de la réglementation, de leur coût et de leur efficacité.

7. CONCLUSION

Avec l'évolution croissante des connaissances sur la végétation, sur la dynamique des insectes et sur les maladies en milieu forestier, les limites et les possibilités des modes d'intervention disponibles pour la protection de la forêt se préciseront. Ces connaissances faciliteront la mise au point d'une gestion intégrée des ennemis de la forêt.

L'application de la lutte intégrée, qui ne considère pas l'utilisation des pesticides comme l'outil à privilégier, mais comme l'un des outils disponibles, représente un défi pour les responsables en gestion des forêts. L'application de ces bonnes pratiques réduit les risques pour la santé de l'utilisateur et du public ainsi que les risques de contamination de l'environnement, tout en assurant l'efficacité du traitement.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2018a. *Code de gestion des pesticides*. Québec, MDDELCC (à jour au 1^{er} mars 2018). [En ligne]. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/P-9.3,%20r.%201>.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2018b. *Règlement sur les permis et les certificats pour la vente et l'utilisation de pesticides*. Québec, MDDELCC (à jour au 1^{er} mars 2018). [En ligne]. <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/P-9.3,%20r.%202>.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2018c. *Loi sur les pesticides*. Québec, MDDELCC (à jour au 1^{er} avril 2018). [En ligne] <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cs/P-9.3>.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU NOUVEAU-BRUNSWICK, 1999. *Utilisation des pesticides en zones forestières et industrielles – Manuel de sécurité*. Nouveau-Brunswick, ministère de l'Environnement, Unité de gestion des pesticides.
- MORIN, N., 2018. *Utilisation des pesticides en terrain inculte – Guide d'apprentissage*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction des matières dangereuses et des pesticides, 122 p. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/pesticides/permis/code-gestion/aires-forest/guide-utilisation-terrain-inculte.pdf>



**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec 