

## Les insectes corticoles des pins

Dagmar Nierhaus-Wunderwald et Beat Forster

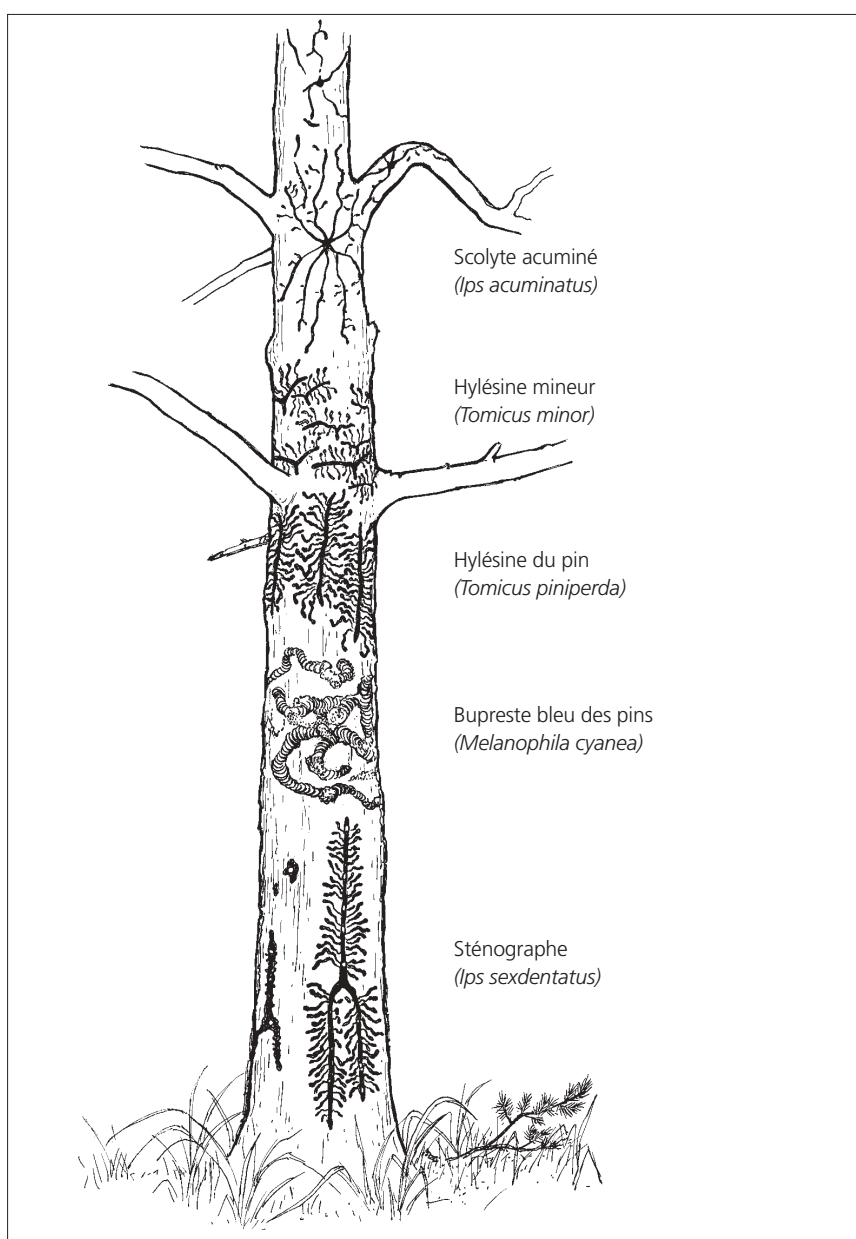


Fig. 1. Insectes colonisateurs du tronc des pins: Systèmes de galeries et lieux d'attaque les plus fréquents (modifié selon ESCHERICH 1923).

### Introduction

Les insectes des pins font partie de la communauté biotique des pinèdes. Toutes les espèces d'insectes décrites ici sont généralement des ravageurs dits secondaires, c'est-à-dire qu'ils attaquent de préférence les pins dont le système de défense est fortement affaibli.

L'affaiblissement d'arbres isolés, voire de peuplements, est principalement dû aux extrêmes climatiques, tel un manque de précipitations allié à des températures élevées persistantes, ainsi qu'à des stress ponctuels les plus divers. Cet état d'affaiblissement favorise une reproduction massive des insectes.

En cas de forte pullulation, ces insectes peuvent provoquer la mort des pins car ils les endommagent en creusant leurs galeries de ponte et en pratiquant leurs forages de maturation et de régénération. Pour parer au danger qu'une ou plusieurs espèces d'insectes spécialisés se propagent dans les larges pinèdes pures qui se sont formées dans le passé, il convient de favoriser une conversion à long terme de ces peuplements en forêts feuillues constituées d'un mélange d'essences en station.

### L'hylésine du pin et l'hylésine mineur

#### Répartition géographique

L'hylésine du pin et l'hylésine mineur (*Tomicus piniperda* et *Tomicus minor*) font partie de la famille des scolytides (Scolytidae), appelés bostryches dans le langage courant. Présents en Europe, en Afrique

du Nord, en Asie ainsi qu'en Sibérie et au Japon, ces deux hylésines sont répandus dans l'aire d'extension des différentes espèces de pin, de la plaine à la limite de la forêt. En Amérique du Nord, l'hylésine du pin a été observé et décrit pour la première fois en 1992, mais il est fort probable qu'il s'y trouvait depuis plus longtemps. En Suisse, l'hylésine du pin est

davantage répandu sur le Plateau; l'hylésine mineure se rencontre plus fréquemment dans les vallées alpines.

### Arbres hôtes et habitat

L'hylésine du pin et l'hylésine mineure ne colonisent pratiquement que les pins. Ces deux espèces d'insecte sont parfois présentes sur le même arbre. On les rencon-

tre rarement sur les épicéas ou les mélèzes (tabl. 1). *Tomicus piniperda* préfère les parties inférieures du tronc, à l'écorce épaisse, tandis que *Tomicus minor* «nidifie» plutôt dans les parties supérieures (fig. 1). Tous deux colonisent les grumes encore un peu humides et stockées en forêt ainsi que les pins sur pied dépérissants. Lorsque les populations sont den-

Tabl. 1. Données sur la biologie des principaux insectes corticoles des pins (POSTNER 1974; SCHÖNHERR 1974; APEL 1986; FVA Baden-Württemberg 1993; FITSCHEN 1994; NIENHAUS/KIEWNICK 1998)

Espèce d'insecte	Aspect	Nombre de générations par an	Principaux essaimages dès	Arbres hôtes	Principaux lieux d'hibernation
<b>Hylésine du pin</b> <i>Tomicus piniperda</i> (L.)  syn.: <i>Blastophagus piniperda</i> (L.); <i>Myelophilus piniperda</i> (L.)	3,5 à 5,0 mm de long; affaissements dans la zone arrondie de la déclivité	<b>1</b> génération sœur	(février) <b>mars/avril</b> (essaimants hâtifs)	<b>espèces de pin</b> rarement épicéa ( <i>Picea abies</i> [L.] Karst.) mélèze ( <i>Larix decidua</i> Mill.) sapin blanc ( <i>Abies alba</i> Mill.)	sous forme d'insecte, dans les galeries d'hibernation forcées dans l'écorce de la partie inférieure du tronc de pins sains et généralement vieux, mais aussi de pins plus jeunes; rarement dans la litière; parfois aussi dans les couloirs de maturation forcés dans les pousses
<b>Hylésine mineur</b> <i>Tomicus minor</i> (Hartig)  syn.: <i>Blastophagus minor</i> (Hart.); <i>Myelophilus minor</i> (Hart.)	3,4 à 4,0 mm de long; pas d'affaissements dans la zone arrondie de la déclivité	<b>1</b> génération sœur	<b>avril/mai</b> (juillet/août)	<b>espèces de pin</b> rarement épicéa mélèze	sous forme d'insecte, dans la litière, en partie aussi dans les couloirs de maturation forcés dans les pousses
<b>Scolyte acuminé</b> <i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal)	2,2 à 3,5 mm de long; 3 dents des deux côtés de la déclivité; la dent inférieure présente une double pointe chez le mâle et une seule chez la femelle	<b>1</b> (-2)	(avril/mai (août) (essaimants tardifs)	<b>espèces de pin</b> rarement épicéa mélèze sapin de Nordmann ( <i>Abies nordmanniana</i> [Stev.] Spach) Douglas ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> [Mirb.] Franco) genévrier ( <i>Juniperus communis</i> L.)	la 1re génération d'essaimants, sous forme d'insecte, dans les galeries d'hibernation forcées dans les branches (une 2e génération sous forme d'insectes immatures, en général dans le système de galeries)
<b>Sténographe</b> <i>Ips sexdentatus</i> (Boerner)	5,5 à 8,0 mm de long; 6 dents des deux côtés de la déclivité; la 4e dent supérieure s'élargit et se termine comme un bouton	<b>2</b> génération sœur	<b>avril/mai</b> et <b>juillet/août</b>	<b>pin sylvestre</b> ( <i>Pinus silvestris</i> L.), rarement autres espèces de pin épicéa mélèze sapin blanc sapin de Nordmann	en général sous forme d'insecte dans le système de galeries; rares hibernations sous forme de larve
<b>Bupreste bleu des pins</b> <i>Melanophila cyanea</i> Eschscholtz  syn.: <i>Phaenops cyanea</i> Fabricius	7,2 à 11,9 mm de long	1 tous les deux ans (généralement pendant la période de latence); 1 par an si le climat est favorable (températures élevées et faible pluviosité)	<b>de mi-juin</b> à <b>fin août</b> (essaimants d'été)	<b>espèces de pin</b> rarement épicéa sapin blanc mélèze	sous forme de larve, dans le système de galeries

ses, ces deux hylésines sont aussi présents dans les perchis, ce qui signifie qu'ils peuvent se trouver dans les pinèdes de tous âges, ou presque.

### Description et mœurs

L'hylésine du pin mesure entre 4 et 5 mm (tabl. 1). Il présente une pubescence peu abondante. Son pronotum est noir brillant

et ses élytres, brun foncé. Dans la zone arrondie de la déclivité, les élytres sont légèrement affaissées à droite et à gauche de la ligne de suture; cette caractéristique est un important critère de discernement (fig. 2a).

L'hylésine mineur mesure entre 3 et 4 mm (tabl. 1). Son pronotum est d'un bleu-noir brillant et ses élytres, rouge-

brun; l'affaissement sur la déclivité des élytres fait défaut (fig. 2b).

*Tomicus piniperda* se met à essaimer vers mars/avril lorsque les températures diurnes dépassent 15 °C; *Tomicus minor* prend généralement son envol 2 ou 3 semaines plus tard (tabl. 1). Chez ces deux espèces, c'est la femelle qui choisit l'arbre de ponte; l'accouplement a lieu à

Tabl. 2. Caractéristiques d'une attaque (POSTNER 1974; SCHÖNHERR 1974; APEL/RICHTER 1990; APEL 1991; AID Merkblatt 1993; HARTMANN *et al.* 1995)

Espèce d'insecte	Signes d'une ponte récente	Système de galeries	Forages de régénération et de maturation	Dégâts et éléments de diagnostic
<b>Hylésine du pin</b> <i>Tomicus piniperda</i>	sciure brune mêlée à des particules de résine blanchâtre; souvent poches de résine jaune clair autour des orifices d'entrée; suintements de gouttes de résine sur l'écorce	galerie maternelle à une branche (parallèle aux fibres du bois) forée dans le liber; remarquables dépôts de résine blanchâtre; berceaux de nymphose et système de galeries dans l'écorce; seule la galerie maternelle est perceptible dans l'aubier	à partir de mai, forages de régénération pratiqués par les insectes adultes dans les pousses âgées de deux ans ou exceptionnellement de trois ans → cassure des pousses; début juillet, forages de maturation pratiqués, jusqu'à la fin de l'automne, par les jeunes insectes sur les pousses de l'année précédente → cassure des pousses; orifices d'entrée avec poches de résine	les pins aux pousses ainsi forées se remarquent de loin car leur houppier présente un aspect hérissé et irrégulier; défoliations; jaunissement ou rougissement du houppier et, plus tard, détachement de larges parties d'écorce le long du tronc
<b>Hylésine mineur</b> <i>Tomicus minor</i>	sciure tachetée brun clair; souvent, poches de résine jaune clair autour des orifices d'entrée; suintements de gouttes de résine sur l'écorce	galerie maternelle à deux branches (antiparallèles aux fibres du bois); berceaux de nymphose disposés radialement dans l'aubier; le système de galeries affleure l'aubier	comme pour l'hylésine du pin, mais ces types de forages sont pratiqués un peu plus tard	comme pour l'hylésine du pin; dépérissement des branches, de parties de couronnes ou du houppier entier
<b>Scolyte acuminé</b> <i>Ips acuminatus</i>	rejets de sciure, de couleur brun clair	galerie en étoile comportant de nombreuses branches; encoches de ponte très espacées; tout le système de galeries profondément ancré dans l'aubier	forages de régénération dans le système de galeries, à l'extrémité des galeries maternelles; forages de maturation dans le système de galeries en prolongement des berceaux de nymphose	peu après l'attaque, dessèchement et rougissement des pousses terminales qui s'affaissent; une attaque antérieure se remarque à la couleur grise des pins
<b>Sténographe</b> <i>Ips sexdentatus</i>	importants rejets de sciure, de couleur «brun écorce»; suintements de gouttes de résine sur l'écorce	généralement à 3 branches, tel un diapason, ou en étoile à 5 branches en présence de 5 femelles; berceaux de nymphose ancrés dans l'aubier; le reste du système dans le liber	nombreux forages de régénération pratiqués dans le système de galeries en prolongement des galeries maternelles ou aménagées sur d'autres arbres; forages de maturation en prolongement des berceaux de nymphose	roussissement des aiguilles en été suivi d'un rougissement de tout le houppier; en cas d'attaque avancée, détachement de l'écorce
<b>Bupreste bleu des pins</b> <i>Melanophila cyanea</i>	au début, aucun signe extérieur évident; suintements de gouttes de résine sur l'écorce	1er et 2e stades larvaires: dans la zone cambiale, étroites galeries en zigzag remplies de sciure; l'aubier n'est qu'effleuré; 3e et 4e stades larvaires: dans le liber, larges galeries remplies de sciure aux formes nuagées; nymphose dans l'écorce; ensemble du système de galeries dans l'écorce	forages de régénération et de maturation pratiqués aux aiguilles des pins	dès septembre (le houppier est souvent encore vert), l'attaque se remarque à l'endroit des trous pratiqués par le pic dans les parties inférieures du tronc; houppier dégarni (aiguilles gris-vert); si l'on frappe l'écorce dans la partie inférieure du tronc, un son creux se fait entendre; détachement de l'écorce

l'entrée de l'écorce dès que la femelle se met à creuser le couloir de pénétration (espèce monogame, pas de chambre d'accouplement). Chez les arbres sur pied, les orifices d'entrée sont généralement marqués par de petites poches de résine jaunâtre (tabl. 2, fig. 3).

Après un unique accouplement, la femelle *Tomicus piniperda* creuse une galerie maternelle de 15 cm de long et de 2,5 à 3 mm de large, parallèlement aux fibres du bois. C'est ici qu'elle déposera ses œufs. Cette longue galerie à une branche, creusée dans le liber, est souvent recouverte de croûtes de résine; elle est aussi pourvue de 2 ou 3 trous d'aération.

La galerie maternelle est toujours forée du bas vers le haut chez les arbres sur pied. Chez les arbres couchés, elle évolue dans l'un des deux sens et débute souvent par une partie recourbée. La longueur des galeries maternelles et le nombre d'œufs par galerie dépendent de la richesse de la ponte.

Lorsque les populations sont très denses et les lieux de ponte peu nombreux, les galeries maternelles sont courtes et le nombre d'œufs qu'elles contiennent en est d'autant réduit. Les galeries larvaires, très rapprochées les unes des autres, atteignent jusqu'à 10 cm de long. Presque

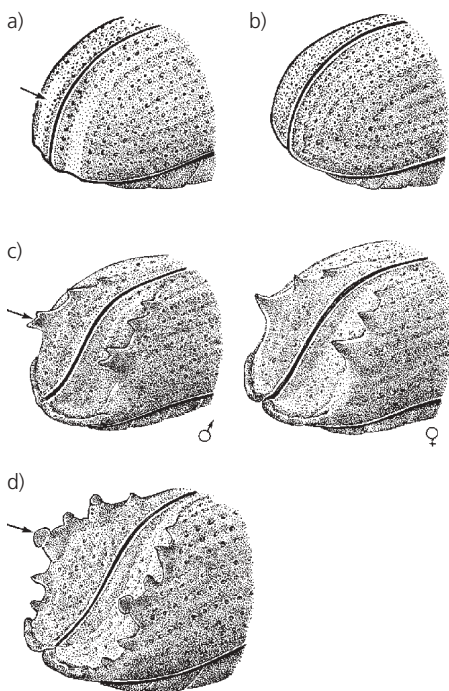


Fig. 2. Déclivité des élytres de: a) *Tomicus piniperda*, légèrement affaissée; b) *Tomicus minor*; c) *Ips acuminatus* (mâle et femelle); d) *Ips sexdentatus*. Les flèches indiquent les principaux critères de distinction.



Fig. 3. Tronc infesté par l'hylésine à la suite d'un incendie de forêt (attaque secondaire). Orifices d'entrée entourés de poches de résine. Celles-ci font défaut autour des trous de sortie.



Fig. 4. *Tomicus piniperda*: Système de galeries dans l'écorce.

entièrement creusées dans le liber, elles partent des deux côtés de la galerie maternelle en progressant plus ou moins à l'horizontale. En cas d'occupation très dense, elles sont irrégulières et s'entrecroisent souvent (fig. 4).

Les berceaux de nymphose, de forme allongée, sont profondément ancrés dans l'écorce. Ils se trouvent à l'extrémité des galeries larvaires. L'hylésine du pin «nidifie» dans l'écorce (tabl. 2). La durée du développement, de la ponte à l'apparition de l'adulte immature, est de sept à neuf semaines selon les conditions climatiques (le processus évolutif est souvent retardé par le retour du froid ou des précipitations intenses). En Europe centrale, l'hylésine du pin ne forme qu'une génération par an.

Après la fécondation pratiquée à l'entrée du couloir de pénétration, la femelle de *Tomicus minor* aménage une galerie maternelle à deux branches (souvent de longueurs inégales) qui évolue perpendiculairement aux fibres du bois sur une longueur de 6 à 8 cm. Elle commence par un court tunnel d'entrée, toujours foré de bas en haut chez les arbres sur pied (fig. 5) et dans l'un ou l'autre sens chez les arbres couchés.

En cas de forte infestation, la présence des galeries maternelles, qui traversent l'aubier à quelque 5 mm de profondeur, peuvent empêcher la circulation de la sève

dans les vaisseaux (étranglement). L'arbre en subit un grave affaiblissement physiologique.

Il s'ensuit un dessèchement de la cime, voire un dépérissement, dans la zone des branches ou de la cime située au-dessus de l'endroit colonisé. Comme la femelle dépose ses œufs en maintenant un espace relativement grand, les galeries larvaires (2 à 3 cm de long) sont aussi plus espacées. Ces dernières évoluent verticalement à partir de la galerie maternelle en s'enfonçant progressivement dans l'aubier; à leur extrémité, les galeries larvaires tournent à angle droit et vont s'enfoncer dans l'aubier. C'est à l'extrémité de ces galeries que les larves accomplissent leur nymphose (tabl. 2). Les petits orifices circulaires visibles sur la partie supérieure de l'aubier indiquent la présence de berceaux de nymphose aménagés à l'intérieur de celui-ci (fig. 5).

Après la première ponte, c'est-à-dire dès le mois de mai, ou un peu plus tard pour *Tomicus minor*, les insectes adultes entreprennent leurs forages de régénération (tabl. 2) qu'ils pratiquent dans les pousses de l'année précédente sur les houppiers de pins sains de tous âges. Leur activité consiste à évider ces pousses jusqu'à proximité des bourgeons terminaux. D'où la définition pertinente de J. Ratzeburg (1842) qui qualifiait les hylésines d'«insectes de la moelle des pins».





Fig. 5. *Tomicus minor* sur arbre debout: système de galeries principalement dans l'aubier; berceaux de nymphose disposés radialement dans l'aubier; orifices d'entrée visibles à la surface de l'aubier.

Les forages de régénération permettent à l'insecte de pondre à nouveau une génération sœur. Si la première ponte n'a pas été très fructueuse, il peut alors compenser ce manque pour autant qu'il dispose de suffisamment d'arbres adéquats. Là encore, la longueur des galeries maternelles et le nombre d'œufs dépendra de la densité de la population et des lieux de ponte offerts. En général, *Tomicus minor* ne forme qu'une génération (tabl. 1).

Dès juillet, les jeunes hylésines quittent leur biotope en passant par des orifices circulaires afin d'accomplir leurs forages de maturation (tabl. 2). Ils procèdent de la même manière que l'adulte mature: ils s'attaquent aux pousses saines, de préférence les pousses de l'année (pousses de mai), dans lesquelles ils creusent de longues galeries allant jusqu'à 15 cm. Cette activité de maturation dure beaucoup plus longtemps que la pratique des forages de régénération; elle peut s'étendre jusqu'à l'arrière automne. Chaque jeune adulte évacue deux pousses en moyenne; il en éjecte toute la sciure issue de ce forage; les galeries sont donc vides (tabl. 3).

Les orifices d'entrée, de petite dimension, se distinguent facilement par la présence de poches de résine jaunâtre (fig. 6). Plus tard, sous l'effet du vent, l'extrémité des pousses perforées, qui sont encore vertes, tend à se casser au niveau de l'orifice d'entrée, puis elle finit par



Fig. 6. Hylésine: Forages (principalement de maturation) sur rameaux verts. L'orifice d'entrée est marqué par une poche de résine.

tomber (fig. 7, tabl. 3); parfois, les pousses touchées brunissent (fig. 8).

Au moment où ces effets se produisent, l'insecte a généralement déjà quitté le biotope où il s'était installé. Après des attaques répétées, les houppiers prennent un aspect hérissé, comme s'ils avaient été coupés à l'aide de ciseaux de jardin, d'où le nom de «jardinier des bois» donné communément à l'hylésine. Les forages de régénération, et spécialement ceux de



Fig. 7. Hylésine: pousses tombées à la suite des forages pratiqués par l'hylésine.

maturation, provoquent une diminution de la masse foliaire et entraînent donc des pertes de croissance considérables. Les arbres ainsi affaiblis risquent de devenir très attractifs pour ces insectes.

À la fin de l'automne, les hylésines recherchent un lieu pour passer l'hiver. L'hylésine du pin s'installe à la base du tronc de vieux pins à l'écorce épaisse dans laquelle il creuse ses galeries d'hivernation; ce sont des galeries irrégulières qui n'évoluent pas tout à fait jusqu'à l'aubier (tabl. 1).

Il arrive aussi que les arbres plus jeunes soient colonisés pour l'hiver. Les populations d'hylésines occupent le même lieu d'hivernage plusieurs années consécutives. L'hylésine mineur hiberne souvent dans la litière au sol, mais parfois aussi dans les pousses (tabl. 1).

## Le scolyte acuminé

### Répartition géographique

*Ips acuminatus* est largement répandu en Eurasie; il est considéré comme un habitant typique des pinèdes d'Europe de l'Est et de Sibérie. En Suisse, il est assez fréquent en tous lieux. Il tend surtout à pulluler dans les zones inférieures des vallées alpines au climat sec (fig. 9).

### Arbres hôtes et habitat

Le scolyte acuminé nidifie principalement sur les différentes espèces de pin; il ne s'installe que rarement sur les épicéas, les



Fig. 8. Hylésine: ses forages de maturation provoquent le dépérissement des pousses terminales.

mélèzes, les sapins de Nordmann ou les douglas (tabl. 1). Il prédilectionne les vieux pins dépérissants ou affaiblis mais on le rencontre aussi sur les arbres récemment abattus ou dans les perchis; il s'installe de préférence sur les branches sommitales, à l'écorce mince et d'un diamètre qui équivaut généralement à celui d'un bras (fig. 1). Les peuplements aérés ainsi que

les surfaces de coupe et les forêts incendiées lui offrent des conditions de développement idéales.

### Description et mœurs

*Ips acuminatus* est le plus petit scolyte des pins traité dans ce document (tabl. 1). La cuticule chitineuse de son corps cylindrique est brun foncé; ses élytres, rouge-brun, ont une déclivité brillante. La femelle est légèrement plus corpulente que le mâle. Sur chaque bord de la déclivité des élytres se trouvent trois dents; chez le mâle, la dent inférieure présente une double pointe. Celles de la femelle n'ont pas cette caractéristique (fig. 2c) mais la dent supérieure fait parfois défaut. Cet insecte qui aime la chaleur n'essaime pas avant le mois de mai d'habitude (tabl. 1). A la différence des *Tomicus*, c'est le mâle, chez les *Ips*, qui choisit l'arbre de ponte où il aménage une chambre d'accouplement spacieuse qui pénètre profondément dans l'aubier.

Attirées par les phéromones d'agrégation sécrétées par l'insecte, plusieurs femelles se succèdent auprès d'un unique mâle qui les fécondera (espèce polygame).

Chez *Acuminatus*, chaque femelle creuse sa propre galerie maternelle; il en résulte un système de galeries en étoile qui partent de la chambre d'accouplement pour aller s'incruster dans l'aubier.

Suivant le nombre de femelles fécondées, ce sont quatre à huit galeries maternelles qui seront ainsi aménagées. Elles peuvent atteindre jusqu'à 40 cm de long (sur 2 à 3 mm de large) et sont pourvues de nombreux trous d'aération.

En général, la sciure reste dans les galeries, ce qui est une exception chez les scolytes. Les encoches de ponte sont relativement grandes et très éloignées les unes des autres. De courtes galeries larvaires, aussi espacées que les encoches de ponte, forment un prolongement ramifié de la galerie maternelle (fig. 10). Les larves se nymphosent à l'extrémité de ces galeries.

Tout le système de galeries est profondément entaillé dans l'aubier (tabl. 2). Les forages de régénération, de forme irrégulière, sont pratiqués par les insectes adultes à l'extrémité des galeries maternelles (tabl. 2). Les forages de maturation, effectués par les jeunes adultes immatures, se situent généralement à proximité immédiate des berceaux de nymphose dans l'aubier.

*Acuminatus* ne forme généralement qu'une génération par an; la deuxième n'est qu'occasionnelle lorsqu'il fait chaud et sec. La première génération émerge souvent tôt dans la saison; elle hiberne dans des galeries de nutrition aménagées

Tabl. 3. Risques de confusion (APEL/RICHTER 1990; APEL 1991)

Hylésine du pin	Défoliations des pins également dues à des causes complexes ou à la grêle ainsi qu'à des champignons, comme le <b>rouge cryptogamique du pin</b> ( <i>Lophodermium seditiosum</i> ) ou <i>Cenangium ferruginosum</i> , pathogène du dépérissement des pousses, ou à des insectes, comme le <b>lophyre du pin</b> ( <i>Diprion pini</i> ), la <b>nonne</b> ( <i>Lymantria monacha</i> ), la <b>noctuelle du pin</b> ( <i>Panolis flammea</i> ), le <b>bombyx du pin</b> ( <i>Dendrolimus pini</i> ), la <b>fidonie du pin</b> ( <i>Bupalus piniarius</i> ) ou le <b>sphinx du pin</b> ( <i>Hyloicus pinastri</i> ), dont les chenilles s'alimentent des aiguilles des pins.
Hylésine mineur	D'autres insectes évident aussi les pousses du pin: les pousses terminales évidées par la chenille de la <b>tordeuse des pousses terminales du pin</b> ( <i>Rhyacionia buoliana</i> ) sont remplies de déjections friables; (chez <i>Tomicus</i> spp., c'est l'insecte adulte qui procède à cet évidement mais il éjecte la sciure de forage et les galeries sont vides). Les berceaux de nymphose sont à l'extrémité des galeries larvaires; les pousses se dessèchent et meurent ou se courbent et continuent de se développer ainsi recourbées.  Les cassures de pousses peuvent aussi être provoquées par <i>Ernobius nigrinus</i> , la <b>vrillette des pousses du pin</b> , un ravageur secondaire (ravageur primaire chez <i>Tomicus</i> spp.!), dont les larves évident les pousses qui sont alors remplies de déjections lentiformes, un signe typique.
Sténographe	La taille de son système de galeries (galeries maternelles allant jusqu'à 80 cm de long et 4 ou 5 mm de large) élimine tout risque de confusion.
Bupreste bleu des pins	Les étroites galeries larvaires en zigzag (aux 1er et 2e stades de développement) dans la zone cambiale se confondent facilement avec les galeries forées par les jeunes larves des espèces de <b>pissodes</b> (charançons des pins, curculionidés) si seuls des fragments de galeries sont visibles comme c'est souvent le cas lorsqu'on coupe dans le liber. Mais chez <i>Melanophila cyanea</i> , les galeries larvaires progressent sur une ligne beaucoup plus transversale.  Les galeries des larves aux 3e et 4e stades de développement contiennent une fine sciure aux formes nuagées, ce qui n'est pas le cas dans les galeries des <b>cérambycides</b> . Chez ces derniers, la sciure est à la fois grumeleuse et fibreuse. De par leur forme typique de cuiller en bois, les larves du bupreste bleu des pins se distinguent nettement de celles des cérambycides. Les larves du bupreste bleu sont repliées en forme de U dans le berceau de nymphose (dans l'écorce); celles de la <b>rhagie chercheuse</b> ( <i>Rhagium inquisitor</i> ) p. ex. sont étendues de tout leur long dans leur berceau (à la surface de l'aubier).





Fig. 9. *Ips acuminatus*: Anciens et nouveaux foyers d'infestation.



Fig. 10. *Ips acuminatus*: Système de galeries forées dans l'aubier.

dans les branches vertes d'autres arbres; la deuxième génération, constituée de jeunes adultes immatures, passe l'hiver dans le système de galeries.

## Le sténographe

### Répartition géographique

*Ips sexdentatus* colonise différentes espèces de pin en Europe ainsi qu'en Asie Mineure, en Géorgie, dans certaines parties de la Sibérie, au Japon et en Thaïlande. Il est peu fréquent en Europe centrale, sauf dans les vallées des Alpes centrales, comme en Valais et dans les Grisons, où il est plus répandu.

### Arbres hôtes et habitat

Le sténographe colonise surtout les pins, notamment les pins sylvestres. On le rencontre très rarement sur l'épicéa, le mé-lèze ou les sapins (tabl. 1). Cet insecte recherche avant tout les écorces épaisses du bas du tronc (fig. 1) de pins exposés au soleil et d'arbres récemment abattus.

En cas de forte infestation de bois empilés, de chablis ou de pins endommagés par le feu, cet insecte élargit parfois son aire de pullulation en attaquant de vieux pins sur pied en bonne santé et parfois aussi des arbres plus jeunes. *Ips sexdentatus* se trouve surtout dans les lisières exposées au sud, dans les trouées et dans les peuplements clairiérés.

### Description et mœurs

Le sténographe, qui mesure jusqu'à 8 mm, fait partie du genre des *Ips* dont il est l'un des plus grands (tabl. 1). L'insecte mature est brun foncé; ses poils, jaunâtres, sont particulièrement denses dans la zone de la déclivité des élytres. Cette dernière, d'aspect brillant, est bordée de 6 dents; la quatrième dent supérieure est la plus grande et son extrémité se termine en forme de bouton (fig. 2d).

Le mâle, polygame, aménage une large chambre d'accouplement. C'est d'ici que partent les galeries maternelles qui évoluent le plus souvent parallèlement à l'axe du tronc. Chaque femelle fécondée – on en compte trois en général – fore sa propre galerie. Un système de galeries achevé a la forme d'un diapason (fig. 11) ou d'une étoile à cinq branches lorsque 5 femelles sont présentes.

Les galeries maternelles peuvent atteindre jusqu'à 80 cm de long (sur 4 à 5 mm de large; tabl. 3); elles sont aménagées d'un nombre variable de trous d'aération. Les galeries larvaires (de 8 à 10 cm de long) partent à angle droit des galeries maternelles; vers la fin du développement des larves, ces galeries pénètrent dans l'aubier où sont encastrés de spacieux berceaux de nymphose patelliforme. Tout le reste du système de galeries repose généralement dans le liber (tabl. 2). Mais si le sténographe colonise des parties de tronc à l'écorce mince ou quelque peu

desséchée, toutes les galeries sont profondément ancrées dans l'aubier.

*Ips sexdentatus* essaime entre avril et mai (tabl. 1), lorsque les températures atteignent 20 °C environ. Après la ponte, les femelles adultes pratiquent de nombreux forages de régénération. Elles procèdent de deux manières: soit elles prolongent les galeries maternelles en couloirs irrégulièrement ramifiés (comme les bois d'un cerf) soit elles aménagent de nouveaux systèmes dans le tronc et les branches épaisses d'autres arbres. Cette activité s'achève par la formation d'une génération sœur.

Les forages de maturation partent des berceaux de nymphose; ils se présentent sous la forme de petits espaces irréguliers ou de couloirs ramifiés comme les bois d'un cerf. En cas d'occupation très dense, les insectes détruisent ainsi une large partie du système initial de galeries. Les forages de maturation se font aussi parfois dans l'écorce d'arbres voisins.

La durée du développement, de la ponte à l'apparition du jeune adulte immature, est relativement courte; elle ne compte que 3 à 4 semaines si le temps est chaud et sec. Ainsi, une deuxième génération arrive encore à se former la même année (tabl. 1).



Fig. 11. *Ips sexdentatus*: Système de galeries dans le liber. Spacieux berceaux de nymphose patelliformes encastrés dans l'aubier, souvent entourés d'un cordon de sciure brune.

## Le bupreste bleu des pins

### Répartition géographique

*Melanophila cyanea*, anciennement appelé *Phaenops cyanea*, est présent dans toute l'Europe à l'exception des régions de l'Atlantique Nord. Son aire de répartition va de l'Afrique du Nord à la Sibérie en passant par l'Asie Mineure et l'Asie centrale. En Suisse, on le rencontre aux côtés des scolytes des pins décrits ici.

### Arbres hôtes et habitat

*Melanophila cyanea* colonise uniquement les pins; sa présence sur des épicéas ou des mélèzes n'est qu'exceptionnelle (tabl. 1). Il s'installe de préférence dans l'écorce épaisse de vieux pins affaiblis (fig. 1). En cas de forte pullulation, il attaque également les arbres plus résistants et se répand aussi dans les perchis et les fourrés.

Le bupreste bleu aimant la chaleur et la lumière, il recherche surtout les pins des lisières exposées au sud, au sud-est et au sud-ouest. Il s'installe généralement sur des pins d'un âge moyen à avancé. On le trouve aussi dans les peuplements clairiérés ou éclaircis. Il est rarement présent dans les pinèdes denses. Mais si ces dernières sont soumises à de grands stress, notamment en cas de sécheresse, ce coléoptère les colonise aussi en compa-

gnie d'autres insectes des pins. Outre le bupreste bleu, on rencontre parfois en Suisse un autre bupreste des pins, *Anthaxia quadripunctata*, dont le corselet porte quatre points enfoncés et disposés transversalement.

### Description et mœurs

Comme leur nom l'indique, les buprestes des pins appartiennent à la famille des buprestidés (Buprestidae). Le bupreste bleu des pins a un corps de forme ovale qui se rétrécit dans le dernier tiers. La partie supérieure est bleu métallique aux reflets verdâtres; son pronotum est souvent un peu plus foncé (fig. 13).

L'espérance de vie de l'insecte parfait est de deux mois environ. Parvenue au terme de son développement, la larve mesure jusqu'à 24 mm de long; son corps, jaune blanchâtre, est aplati; elle est apode. Le premier segment de la larve est fortement élargi, ce qui lui donne une forme comparable à celle d'une cuiller en bois – une caractéristique typique chez les buprestidés (fig. 16).

Le développement, du stade de l'œuf à celui de coléoptère, dure un ou deux ans (fig. 12). Il dure deux ans lorsque les

buprestes attaquent des pins sur pied durant la période située entre deux pullulations (période de latence; fig. 12).

Dès la mi-juin, les jeunes insectes quittent l'arbre (tabl. 1) en passant par un étroit orifice ovale, disposé obliquement sur l'arbre (fig. 14). Ils accomplissent ensuite leurs forages de maturation en rongant le bord des aiguilles du pin; cette activité dure près de deux semaines (tabl. 2). Un rayonnement solaire latéral favorise davantage leur émergence que la lumière qui leur parvient au travers de la couverture des cimes.

Ce n'est que lorsque la température atteint 25 °C au moins et par un fort ensoleillement que la femelle prend son envol. Elle se rend alors sur plusieurs arbres pour accomplir sa ponte qui compte jusqu'à plus de 200 œufs. A l'aide de sa tarière très articulée, elle les dépose l'un après l'autre au fond des fentes de l'écorce.

Elle ne pond que sur les arbres exposés en plein soleil. Cette activité peut durer six semaines, période pendant laquelle elle interrompt régulièrement sa ponte pour accomplir de brefs forages de régénération aux aiguilles.

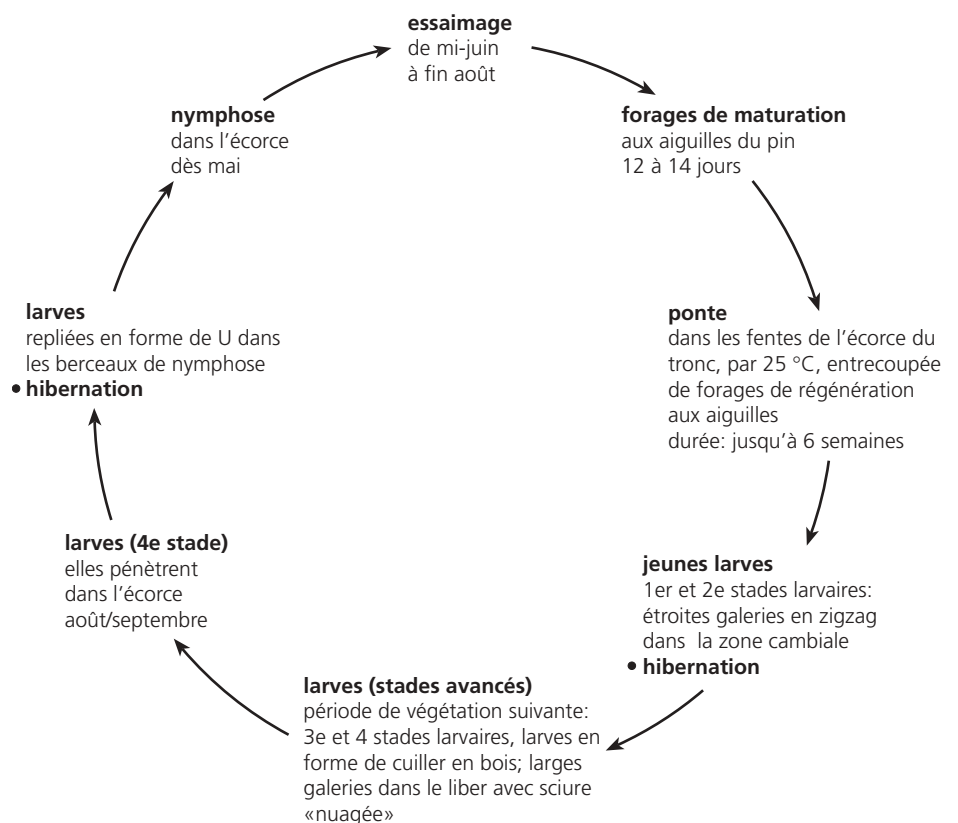


Fig. 12. Cycle biologique du bupreste bleu des pins *Melanophila (Phaenops) cyanea* (génération de deux ans ayant colonisé, durant la période de latence, des pins sur pied légèrement affaiblis).





Fig. 13. *Melanophila cyanea*: insecte parfait, 7 à 12 mm de long.



Fig. 14. *Melanophila cyanea*: orifice de sortie (3 à 4 mm de long et 1 mm de large), de forme ovale comme celle de l'insecte.



Fig. 15. *Melanophila cyanea*: étroites galeries en zigzag forées par les larves durant leurs 1er et 2e stades de développement.

Durant les premier et deuxième stades de développement, les larves creusent des galeries de 1 à 2 mm de large dans la zone cambiale, riche en sève (tabl. 3). A cette époque, elles mesurent moins de 10 mm. Ces galeries larvaires décrivent des zigzags qui s'entrecroisent; elles sont remplies de sciure noirâtre. Si l'on détache l'écorce, on remarque comment elles évoluent, à fleur d'aubier (fig. 15). Durant leur développement, l'œuf et la jeune larve sont très sensibles au froid.

Après avoir passé un premier hiver à l'extrémité des galeries en zigzag, les larves reprennent leur activité au moment de la période de végétation. Elles sillonnent le liber en creusant des galeries sinueuses et entrecroisées d'une largeur pouvant aller jusqu'à 10 mm. C'est durant cette période (3e et 4e stades larvaires) qu'elles prennent une corpulence typique, en forme de cuiller en bois.

Les galeries larvaires sont remplies de sciure ocre aux formes nuagées (fig. 16); elles aboutissent dans les berceaux de nymphose ovales, situés dans l'écorce épaisse. C'est dans ces berceaux que les larves hiberneront une deuxième fois, repliées en forme de U. La nymphose commence en mai.

Le système de galeries repose presque entièrement dans le liber tandis que les berceaux de nymphose sont dans l'écor-

ce épaisse (tabl. 2). Dans les rares cas où l'écorce mince est colonisée, les larves se nymphosent dans l'aubier.

Sous l'effet de la sécheresse, le liber et l'aubier des pins manquent d'humidité, l'accroissement radial est ralenti et son pouvoir défensif s'atténue, autant de facteurs qui favorisent les attaques de buprestes et le développement de leurs larves. D'où le risque que l'insecte se multiplie massivement et que le développement d'une génération dure une année au lieu de deux ans.

L'activité d'autres insectes ou champignons affaiblit aussi les pins et favorise ainsi l'arrivée du bupreste bleu. Ce sont par exemple les forages d'aiguilles perpétrés par la nonne, (*Lymantria monacha*), la noctuelle piniperde (*Panolis flammea*) et les lophyres des pins (Diprionidae), ou l'évidage des pousses accompli par les hylésines, ainsi que les fortes contaminations par des champignons de l'écorce (*Cenangium ferruginosum* entre autres).

## Les insectes des pins, vecteurs de champignons du bleuissement

Tous les insectes décrits ici transmettent des champignons du bleuissement aux arbres qu'ils colonisent. La plupart de ces champignons appartiennent aux genres *Ophiostoma* et *Leptographium*. Ils vivent en quelque sorte en symbiose avec ces insectes auxquels ils apportent des sources d'alimentation supplémentaires. Pour les champignons, l'avantage réside dans le fait qu'ils sont amenés sur l'arbre par les insectes.

Les champignons du bleuissement se développent dans les cellules ligneuses et ils s'alimentent uniquement de tissus cellulaires facilement assimilables. Comme ils ne détruisent pas la substance ligneuse (cellulose, lignine), les propriétés mécaniques du bois n'en sont guère modifiées.

Ces champignons peuvent tout au plus modifier l'apparence des grumes en écorce stockées en forêt car ils provoquent une coloration gris bleuâtre sur le bois des résineux. D'où l'apparition de défauts de couleur qui rendent ce bois peu approprié à certaines utilisations. Par ailleurs, les champignons du bleuissement s'incrustent plus profondément dans le bois des pins (fig. 17) que dans celui des épicéas. Chez



Fig. 16. *Melanophila cyanea*: Larves au terme de leur développement («en forme de cuiller en bois») à côté de leurs galeries remplies de sciure aux formes nuagées.



Fig. 17. Bois de pin coloré par des champignons du bleuissement.

ces derniers, les champignons ne pénètrent qu'à un ou deux centimètres dans l'aubier, ce qui permet de les éliminer avec la dosse.

## Prévention

La plupart des pinèdes pures existant en Suisse se sont formées à la suite des coupes rases que l'on pratiquait dans le passé. Aujourd'hui, les pinèdes ne sont plus régénérées à grande échelle car les besoins en matière de production ligneuse ont changé. Les seuls endroits où le pin est encore une essence pionnière largement répandue sont ceux qui ont été dévastés par des catastrophes naturelles (comme les incendies de forêt).

Les pinèdes pures non appropriées à la station sur de larges surfaces devraient être converties en peuplements mixtes plus stables, ce qui améliorerait en même temps l'apport d'eau et de substances nutritives. L'apparition d'autres essences peut également être favorisée en enlevant quelques pins ou groupes de pins là où la situation le permet. On évitera toutefois une élimination totale car les pins se régénéreraient à nouveau.

Dans les forêts permanentes qui ne remplissent pas une fonction protectrice ou économique particulière, la conversion des pinèdes peut se faire d'elle-même. Les processus naturels, comme la régénération

d'autres essences dont les graines sont disséminées par le geai, aboutissent à la formation de peuplements mixtes. Une intervention n'est alors nécessaire que si les peuplements voisins sont menacés de pullulations d'insectes ou si le processus naturel va à l'encontre des principes de protection de la nature.

## Mesures curatives

Dans les forêts à fonction protectrice ou économique, une protection active peut être exercée pour lutter contre les infestations d'insectes:

- Les **arbres de ponte** seront abattus avant l'essaimage et immédiatement évacués ou écorcés sur place. On ne brûlera les écorces que si elles contiennent déjà de jeunes insectes. Attention au danger d'incendie!
- Les branches infestées seront également évacuées, réduites en menus morceaux ou brûlées pour autant que les conditions locales le permettent. Les branches non atteintes peuvent être laissées dans le peuplement si l'intervention a lieu à la fin de l'été. Dans les endroits ensoleillés, elles sèchent rapidement et ne sont souvent plus attractives au printemps suivant.
- Aucune mesure ne doit ni ne peut être prise pour empêcher l'hylésine de pratiquer ses forages de maturation.

- A titre de prévention, on peut réduire le nombre de biotopes propices à la ponte en abattant les pins fortement affaiblis, pour autant qu'ils soient encore en vie. Les parties du tronc à l'écorce épaisse seront écorcées ou évacuées avant fin février/début mars au plus tard.

## Les antagonistes

Les antagonistes sont des ennemis naturels qui jouent un rôle essentiel dans la régulation d'une population hôte. Ils agissent surtout pendant la période de la tence, c'est-à-dire entre deux pullulations. Les antagonistes ne peuvent empêcher une infestation massive certes mais ils contribuent tout au moins, aux côtés d'autres facteurs d'influence, à accélérer la réduction de la population hôte.

Les populations de scolytes des pins et de certains buprestes des pins sont régulées par un grand nombre d'espèces de braciens, comme celles appartenant aux genres *Coeloides* (fig. 18), *Dendrosoter* et *Spathius*. Divers hyménoptères parasitoïdes, p. ex. les *Roptrocercus* et *Rhopalicus*, de la famille des ptéromalides, figurent aussi parmi les grands ennemis des scolytes.

Les ichneumonides (Ichneumonidae) n'exercent qu'une faible influence dans la régulation des populations de scolytes,



Fig. 18. Bracidién du genre *Coeloides* (2,5 à 4,0 mm de long) lors de la ponte. Ses larves parasitent surtout les larves des scolytes et occasionnellement celles des buprestes.



Fig. 19. Les carabides, du genre *Dromius* (ici *Dromius quadrimaculatus*, 5 à 6 mm de long) sont d'importants prédateurs des scolytes.



Fig. 20. Les larves et les insectes parfaits de l'asilide *Laphria flava* (16 à 25 mm de long) attaquent surtout les buprestes, mais aussi les scolytes.

mais ce groupe d'antagonistes se rencontre très fréquemment dans les larves et les nymphes des buprestes du pin.

Les clairons formicaire (*Thanasimus* spp.) sont des antagonistes prédateurs largement répandus. Leurs larves, de couleur rougeâtre ou blanche, ont une préférence pour les œufs, les larves et les nymphes de l'hylésine du pin, mais elles s'attaquent également au couvain d'autres espèces de scolytes. Le clairon formicaire adulte vit aussi en prédateur; il recherche surtout les scolytes qui viennent se déposer sur les pins.

Les carabides (fig. 19), les nitidules corticaux tout comme *Rhizophagus depressus*, important prédateur des l'hylésines, ainsi que les staphylinidés, les nitidules et les dolichopodidés figurent parmi les grands ennemis naturels des scolytes. Les principaux antagonistes des buprestes du pin sont les raphidioptères et les asilides (fig. 20), dont les larves et les insectes parfaits poursuivent aussi les scolytes.

Les champignons entomopathogènes se rencontrent fréquemment dans les galeries des scolytes et des buprestes. On y trouve souvent aussi des acariens (p. ex. certains représentants des cirons ventrus), qui absorbent les liquides internes de leur proie, à tous stades de développement, mais surtout au stade de l'œuf. C'est ainsi qu'une multitude d'antagonistes contribuent à maintenir l'équilibre dynamique qui caractérise un écosystème intact.

Traduction Monique Dousse

## Bibliographie

- Apel, K.-H., 1986: Zur Biologie, Ökologie und zum Massenwechsel von *Phaenops cyanea* F., *Phaenops formaneki* Jacobs und *Melanophila acuminata* Deg. (Coleoptera, Buprestidae). Dissertation. Eberswalde, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Abt. Waldschutz. 191 S.
- Apel, K.-H., 1991: Die Kiefernprachtkäfer. Eberswalde, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Merkblatt 50: 30 S.
- Apel, K.-H.; Richter, D., 1990: Heimischer rinden- und holzbrütende Insekten. Eberswalde, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Merkblatt 47: 56 S.
- Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AID) e.V., 1993: Borkenkäfer überwachen und bekämpfen. Bonn, AID, Merkbl. 1015: 36 S.
- Brändli, U.-B., 1996: Die häufigsten Waldbäume der Schweiz. Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983–85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 342: 278 S.
- Brauns, A., 1991: Taschenbuch der Waldinsekten. Stuttgart/Jena, Fischer. 860 S.
- Chararas, C., 1962: Etude biologique des Scolytides des Conifères. Paris, Editions Paul Lechevalier. 556 S.
- Escherich, K., 1923: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Bd. 2. Berlin, Parey. 663 S.
- Fitschen, J., 1994: Gehölzflora. 10. überarb. Aufl. Heidelberg/Wiesbaden, Quelle & Meyer.
- Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt (FVA) Baden-Württemberg, 1993: Überwachung und Bekämpfung von Borkenkäfern der Nadelbaumarten. Merkbl. 1, 7. Aufl. 36 S.
- Hanson, H.S., 1937: Notes on the ecology and control of pine beetles in Great Britain. Bull. Entomol. Res. 28: 185–236.
- Hartmann, G.; Nienhaus, F.; Butin, H., 1995: les symptômes de dépérissement des arbres forestiers. Stuttgart, Ulmer. 256 p.

- Jacobs, W.; Renner, M., 1998: Biologie und Ökologie der Insekten. 3. überarb. Aufl. von K. Honomichl. Stuttgart/Jena/Lübeck/Ulm, Fischer. 678 S.
- Kirisits, T., 1996: Untersuchungen über die Vergesellschaftung von Bläuepilzen (*Ophiostoma/Ceratocystis* spp.) mit den rindenbrütenden Fichtenborkenkäfern *Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L. und *Hylurgops glabratus* Zett. in Österreich. Wien, Inst. Forstentomol., Forstpathol. und Forstschutz, Univ. Bodenkultur. Dipl.-arbeit. 175 S.
- Langström, B., 1983: Life cycles and shoot-feeding of the pine shoot beetles. Stud. For. Suec. 163: 1–29.
- Nienhaus, F.; Kiewnick, L., 1998: Pflanzenschutz bei Ziergehölzen. Stuttgart, Ulmer. 460 S.
- Nierhaus-Wunderwald, D., 1996: Les ennemis naturels des scolytides. 2e éd., Notice pour le praticien. 19: 8 p.
- Nierhaus-Wunderwald, D., 1997: Liste der Borkenkäfer-Antagonisten. 3. überarb. Aufl., Vervielfältigung. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. 34 S.
- Otto, L.-F.; Weddeling, B., 1997: Möglichkeiten einer integrierten Bekämpfung des Blauen Kiefernprachtkäfers. Schr.reihe Sächs. Landesanstalt Forsten, 12: 62 S.
- Pfeffer, A.; Knizek, M.; Zumr, V.; Zuber, M., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). Pro Entomologia, Naturhistorisches Museum Basel. 310 S.
- Postner, M., 1974: Scolytidae, Borkenkäfer. In: Schwenke, W. (Hrsg.); Die Forstschädlinge Europas. Bd. 2: Käfer. Hamburg/Berlin, Parey. 397–400, 454–455 und 459–460.
- Rigling, A.; Cherubini, P., 1999: Wieso sterben die Waldföhren im «Telwald» bei Visp? Eine Zusammenfassung bisheriger Studien und eine dendroökologische Untersuchung. Schweiz. Z. Forstwes. 150, 4: 113–131.



Rigling, A.; Forster, B.; Wermelinger, B.; Cherubini, P., 1999: Waldföhrenbestände im Umbruch. *Wald Holz* 80, 13: 8–12.

Schönherr, J., 1974: Buprestidae, Prachtkäfer. In: Schwenke, W. (Hrsg.); *Die Forstschädlinge Europas*. Bd. 2: Käfer. Hamburg/Berlin, Parey: 35–37.

Sommerhalder, R., 1992: Natürliche Wälder der Waldföhre (*Pinus silvestris*) in der Schweiz – eine pflanzensoziologische Analyse mit Hilfe eines vegetationskundlichen Informationssystems. *Mitt. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch.* 67, 1: 3–172.

Stergulc, F.; Frigimelica, G., 1996: *Insetti e funghi dannosi ai boschi*. Udine, Servizio Selvicoltura. 364 S.

Stroink, H.J., 1982: Bestandesschäden durch Ernährungsfrass und Brutbefall des Grossen Waldgärtners (*Blastophagus piniperda* L.) an Kiefer (*Pinus sylvestris* L.). Dissertation. Forstl. Fakultät der Georg-August-Universität, Göttingen. 113 S.

Tunset, K.; Nilssen, A.C.; Andersen, J., 1993: Primary attraction in host recognition of coniferous bark beetles and bark weevils (Col., Scolytidae and Curculionidae). *J. Appl. Entomol.* 115, 1–5: 155–169.

## Crédits photographiques

Nous remercions les auteurs suivants d'avoir mis à notre disposition le dessin et les photos figurant dans ce document: fig. 1, 2 Verena Fataar, Département Logistique et marketing, Section Publications et bibliothèque/WSL; fig. 3, 7, 8, 10 SPOI, Département Forêt, Section Protection de la forêt et de l'environnement/WSL; fig. 4, 17 Prof. Dr Curt Majunke, Abt. Waldschutz, Landesforstanstalt Eberswalde; fig. 5 Dr Christian Tomiczek, Institut für Forstschutz, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Vienne; fig. 6, 14 Institut für Forstentomologie, Forstpathologie & Forstschutz, Universität für Bodenkultur, Vienne; fig. 9 Sandra Zala, Brusio; fig. 11, 15 Lutz-Florian Otto, Sächsische Landesanstalt für Forsten, Graupa; fig. 16 Dr Martin Rohde, Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie, Hann. Münden; fig. 18 Dr Siegfried Keller, Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture, Zurich; fig. 13, 19, 20 Entomologie, Département Forêt, Section Protection de la forêt et de l'environnement/WSL.

## Adresse des auteurs

Dr Dagmar Nierhaus-Wunderwald  
Beat Forster  
Institut fédéral de recherches WSL  
Zürcherstrasse 111  
CH-8903 Birmensdorf  
e-mail: dagmar.nierhaus@wsl.ch  
beat.forster@wsl.ch

## Liste des derniers numéros parus dans la série des «Notice pour le praticien»

- no 22\* HEINIGER, U., 1994: Le chancre de l'écorce du châtaignier (*Cryphonectria parasitica*). Symptômes et biologie. 8 p.
- no 23\* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1995: Les insectes corticoles du sapin pectiné. Biologie et interventions sylvicoles. 8 p.
- no 24\* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1995: Le Grand scolyte du mélèze. Biologie, surveillance et interventions sylvicoles. 6 p.
- no 25\*/\*\* EGLI, S.; AYER, F.; LUSSY, S.; SENN-IRLET, B.; BAUMANN, P., 1995: La protection des champignons en Suisse. Un aide-mémoire à l'intention des autorités et des milieux intéressés. 8 p.
- no 26\* STÖCKLI, B., 1996: La régénération des forêts de montagne sur du bois mort. 8 p.
- no 27\* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1996: Maladies fongiques en haute altitude. Biologie et symptômes. 8 p.
- no 28\* NIERHAUS-WUNDERWALD, D.; LAWRENZ, P., 1997: Biologie du gui. 8 p.
- no 29\*/\*\* NIERHAUS-WUNDERWALD, D., 1998: Biologie et régulation naturelle des hyponomeutes. 8 p.
- no 30\*/\*\* FORSTER, B.; BUOB, S.; COVI, S.; OEHRY, E.; URECH, H.; WINKLER, M.; ZAHN, C.; ZUBER, R., 1998: Nettoyement du parterre de coupe. 4 S.

\* Egalement disponible en allemand /\*\* et en italien