



HAL
open science

Les scolytes ravageurs de l'Epicéa

J. Lévieux, François Lieutier, A. Delplanque

► **To cite this version:**

J. Lévieux, François Lieutier, A. Delplanque. Les scolytes ravageurs de l'Epicéa. Revue forestière française, 1985, 37 (5), pp.347-358. <10.4267/2042/21822>. <hal-03423670>

HAL Id: hal-03423670

<https://hal.science/hal-03423670v1>

Submitted on 10 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

LES SCOLYTES RAVAGEURS DE L'ÉPICÉA

J. LÉVIEUX - F. LIEUTIER - A. DELPLANQUE

Divers phénomènes affectent les peuplements forestiers de notre pays. Certains sont d'origine climatique (sécheresse de 1976 et 1983, tornades dans le Massif Central en novembre 1982, dans les Vosges en juin 1984...); d'autres sembleraient le fruit d'activités anthropiques induisant des pollutions diffuses dues par exemple à des émissions de produits soufrés, phosphorés, fluorés ou azotés dans l'atmosphère... Quelles qu'en soient les causes, ces phénomènes affectent plus ou moins profondément l'état physiologique des arbres, déclenchant des faiblesses temporaires et favorisant l'augmentation des effectifs de populations d'insectes endémiques. Ils facilitent ainsi les attaques de champignons ou d'insectes, dont les Coléoptères *Scolytidae* qui tiennent une place fondamentale.

Les Coléoptères appartenant à la famille des *Scolytidae* sont souvent qualifiés de Bostryches dans le monde forestier. Il s'agit là d'une erreur, les *Bostrychidae* constituant une famille distincte de Coléoptères dont la biologie diffère en plusieurs points de celle des *Scolytidae*. Le terme de Bostryches doit donc être écarté.

Au plan systématique, la famille des *Scolytidae* se subdivise selon Balachowsky (1949) en deux sous-familles, dont celle des *Ipinae* qui inclut les espèces nuisibles à nos Conifères.

Cette sous-famille contient elle-même deux tribus, celle des *Hylesini* où l'on place les genres *Dendroctonus* et *Tomicus* (= *Blastophagus*) et celle des *Ipini* qui rassemble, parmi bien d'autres, les diverses espèces d'*Ips*.

Parmi les essences forestières d'importance en reboisements, l'Epicéa et le Pin sylvestre souffrent particulièrement de l'assaut des xylophages; aussi proposons-nous de consacrer deux articles successifs aux Scolytes qui les attaquent.

LES SCOLYTES RAVAGEURS DE L'ÉPICÉA

Une soixantaine d'espèces de Scolytes sont des ravageurs potentiels des Conifères en France (Balachowsky, 1949; Chararas, 1962). Heureusement, nombre d'entre elles sont à distribution géographique localisée.

Certaines espèces ne s'attaquent qu'à des arbres morts ou déjà envahis par d'autres Scolytes. D'autres, au contraire, s'installent sur des tiges vivantes, leur installation étant le plus souvent facilitée par une déficience hydrique temporaire de l'arbre. Ces tiges seront condamnées pour la plupart. En l'absence d'attaques, elles auraient survécu à cette faiblesse passagère. Ceci

conduit à introduire la notion de primarité, les ravageurs primaires attaquant des arbres dont les tissus conducteurs externes (phloème) sont fonctionnels et dans lesquels ils peuvent se procurer glucides, amidon ou protéines servant à leur nourriture. Par suite, les ravageurs primaires montrent une certaine sélectivité dans leurs choix. Ainsi, *Ips typographus* préfère avant tout l'Epicéa, ne cherchant accessoirement Sapins et Pins qu'en l'absence de l'hôte habituel (Chararas, 1962). L'intérêt économique de ces Scolytes est donc primordial. Les ravageurs secondaires viennent ensuite, attaquant des arbres très affaiblis chez lesquels ils contribuent à la dégradation du bois. Leur fonction de décomposeurs généralistes rend compte de leurs possibilités d'attaques sur des essences variées.

Par les premiers attaquants d'une essence donnée, on peut donc relier la plupart du temps attaque et déficience passagère qui, diminuant les capacités naturelles de résistance de l'arbre, favorisent l'installation du Scolyte. A ce stade, un point fondamental est à noter : le succès d'une attaque dépend aussi du nombre d'envahisseurs potentiels. En période de forte infestation, les effectifs d'assaillants sont tels que même les tiges dominantes succombent. On discerne ainsi deux voies d'approche complémentaires dans l'étude des Scolytes, l'une s'intéressant à la connaissance des mécanismes de résistance mis en œuvre par les arbres pour juguler ces envahisseurs, l'autre précisant en un site donné, la dynamique des populations de Scolytes.

En ce qui concerne l'Epicéa, plusieurs Scolytes peuvent être localisés sur cette essence sans manifester leur présence par des attaques d'une nocivité exagérée. Tel est le cas de *Polygraphus polygraphus* qui peut provoquer localement des dégâts importants, de *Pityogenes chalcographus* souvent rencontré dans les parties hautes des Epicéas ou sur des individus jeunes, d'*Ips amitinus* dont la distribution est surtout localisée au-dessus de 1 400 mètres dans les Alpes. Les branches d'Epicéa, surtout chez les exemplaires souffreteux, peuvent éventuellement subir les atteintes de *Phthorophlæus spinulosus* etc... Dans l'immense majorité des cas, la présence de ces insectes n'inquiète pas sérieusement le forestier.

Les principales déprédations résultent surtout de l'action de deux espèces dont les biologies respectives diffèrent profondément : *Ips typographus* (le Typographe) et *Dendroctonus micans* (l'Hylésine géant de l'Epicéa). Nous leur consacrerons cet article dans lequel, après avoir brièvement rappelé leur biologie et leur mode d'action, seront exposées les voies de recherches actuelles et les conclusions auxquelles elles pourraient conduire.

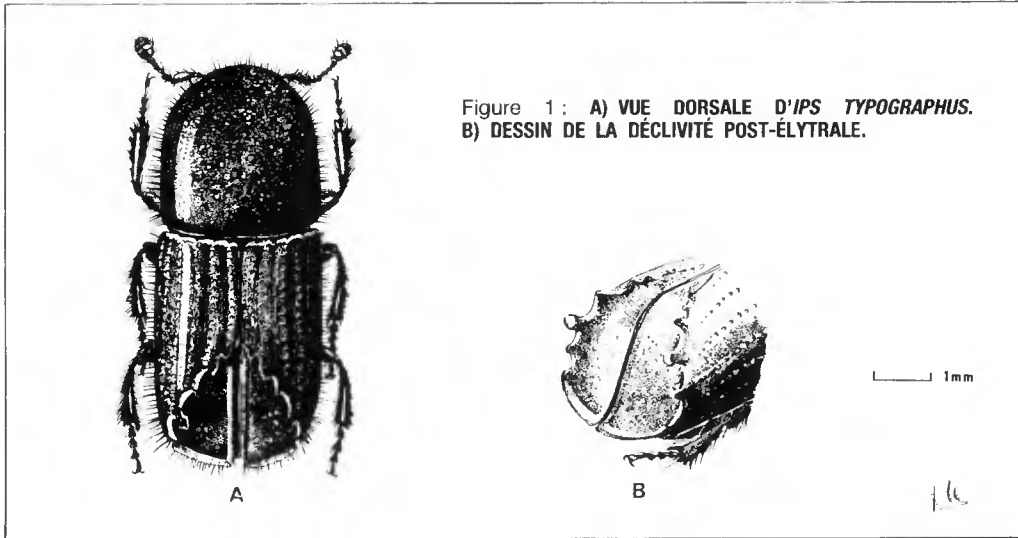
RAPPELS SUR LA BIOLOGIE ET LE MODE D'ATTAQUE D'*IPS TYPOGRAPHUS*

Le Typographe est une espèce de taille assez grande (4 à 6 mm) qui peut éventuellement vivre sur divers Pins, Sapins ou Mélèzes (figure 1). L'espèce est largement répandue puisque sa distribution s'étend des Alpes à la Laponie et de la France au Japon (Escherich, 1923 ; Eichorn et Kanamitsu, 1965). Elle peut provoquer des dégâts considérables dans les pessières (voir Butovisch, 1938 et 1941 ; Wellenstein, 1954 ; Pesson et Chararas, 1969).

Cycle biologique

Compte tenu de l'importance économique de l'espèce, la biologie de ce Scolyte fait depuis longtemps l'objet d'études détaillées (Hennings, 1907 et 1908 ; Kuhn, 1949 ; Vite, 1952 ; Chararas, 1959 et 1962 ; Annila, 1969 etc...).

Les adultes et des nymphes passent l'hiver en état de torpeur sous la mousse, dans des branches tombées au sol, sous les écorces d'arbres restés debout. Lorsqu'en avril, la température printanière se réchauffe vers 18-20°, les individus sortent de leur torpeur et, après une



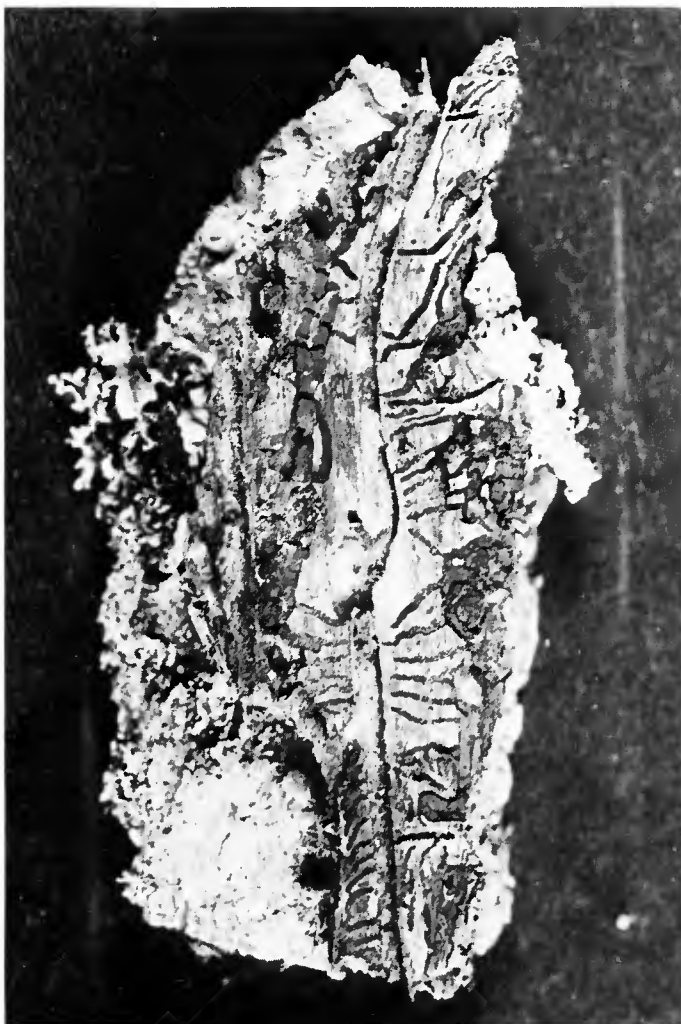
phase de maturation de quelques jours, essaient aux heures chaudes de la journée. La température joue un rôle important dans la régulation de l'essaimage. Les adultes ne volent qu'aux alentours de 18-20 ° C et l'attaque du phloème des arbres a lieu pour des températures *in situ* de 27-30° C (Annala, 1969).

Comme tous les *Ips*, le Typographe est polygame. Le mâle initie l'attaque et l'installation. Arrivé sur le tronc, il perce l'écorce, y forant un trou d'entrée suivi d'un canal de pénétration. Il évite ainsi dans le phloème sous-cortical une petite cavité dite chambre d'accouplement. Il y attire alors les femelles par émission de mélanges phéromonaux. On discute encore le fait de savoir si l'installation réussie d'un scolyte sur un arbre donné résulte d'une attaque au hasard découlant de l'application d'une méthode d'essais et d'erreurs, ou d'une attraction due à des composés volatils émis par le tronc, doublée ou non, d'une reconnaissance visuelle.

Une fois fécondée, chaque femelle creuse à partir de la chambre d'accouplement une galerie longiligne, dite galerie maternelle, orientée parallèlement au grand axe du tronc (cf. figure 2). Évidant le phloème, elle consomme sucres et amidon, réduisant le reste en sciure. A intervalles plus ou moins réguliers, elle entaille les parois pour déposer des œufs dans les encoches ainsi réalisées. Les larves, pour se nourrir, vont à leur tour creuser devant elles des galeries grossièrement perpendiculaires à la galerie maternelle dans lesquelles elles se développeront. Ceci rend compte de l'augmentation du diamètre de ces galeries vers leurs extrémités. Le matériel évidé est déposé sous forme de sciure plus ou moins odoriférante, la vermoulure (ou « frass » des auteurs anglo-saxons), qui encombre la galerie larvaire. En général, la vermoulure de la galerie maternelle est évacuée par la femelle jusqu'à la chambre d'accès, puis par le mâle à l'extérieur trahissant sur l'écorce la présence du scolyte. La galerie larvaire se termine par un petit espace, appelé « loge nymphale », dans laquelle s'effectue la nymphose et où apparaît l'adulte. Lors de la transformation finale, le tannage et la sclérotisation de la cuticule de l'adulte ne sont pas complètement terminés : la couleur cuticulaire, jaunâtre à l'origine passe progressivement au brun, puis au marron très foncé.

Le développement terminé, l'insecte parfait gagne l'extérieur par un canal de sortie qu'il fore dans l'écorce.

La polygynie des *Ips* explique le dessin de leurs systèmes de galeries. Fréquemment dans l'espèce, un mâle s'associe à deux femelles. Celles-ci évacueront à partir de la chambre nuptiale



Galleries d'*Ips typographus* imprimées sur un morceau d'écorce d'Épicéa.

Photo J. LÉVIEUX

deux galeries opposées parallèles au grand axe du tronc. Si d'aventure une troisième femelle s'associe à ce mâle, on observera une troisième galerie en biais qui obliquera pour longer l'une des galeries précédentes. En cas de forte attaque, on note la juxtaposition de systèmes conduisant à l'avortement de certains d'entre eux par suite du manque d'espace.

Certains adultes peuvent, leur première ponte effectuée, quitter leurs galeries pour essaimer une deuxième fois et pondre à nouveau, puis une troisième fois... On ignore le nombre de réémergences qu'un individu peut effectuer. Les effectifs ainsi produits, qualifiés de « générations-sœurs », viendront renforcer la population larvaire initiale. On assiste ainsi à un mélange d'individus de provenances diverses, regroupés sous le nom d'individus de première génération.

Il reste au chercheur étudiant la dynamique de la population, faute de pouvoir préciser l'origine exacte des individus capturés, à analyser globalement le phénomène. Ceci introduit un pourcentage d'erreur non négligeable.

La durée totale du développement larvaire est fonction de la température ambiante (tableau I).

Tableau I :

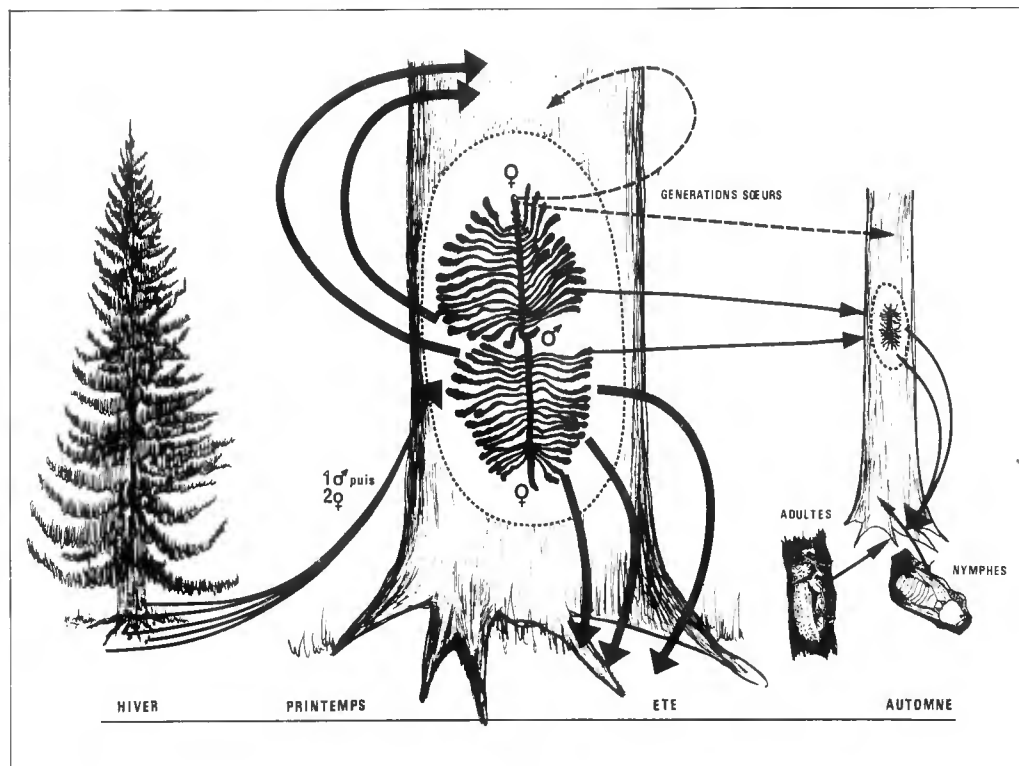
Durées moyennes en jours
des développements larvaires et nymphaux d'*Ips typographus*
en fonction de la température (d'après Annala, 1969 ; simplifié)

Température d'élevage	Durée des stades larvaires	Durée du stade nymphal	Durée totale
14°	31	13	44
24°	9	4	13

Les Scolytes ravageurs de l'Epicéa

Une telle fluctuation dans la durée du développement rend compte des observations des forestiers quant au nombre de générations annuelles possibles selon l'altitude. Au-dessus de 1 100 mètres, l'insecte produit une seule génération par an. Les hivernants sortent en juin et entrent en torpeur (diapause selon Annala, 1969) à la fin de l'été. Plus bas, il est possible de constater l'apparition d'une deuxième génération en août si l'été est chaud. La figure 2 résume le cycle de développement de l'espèce.

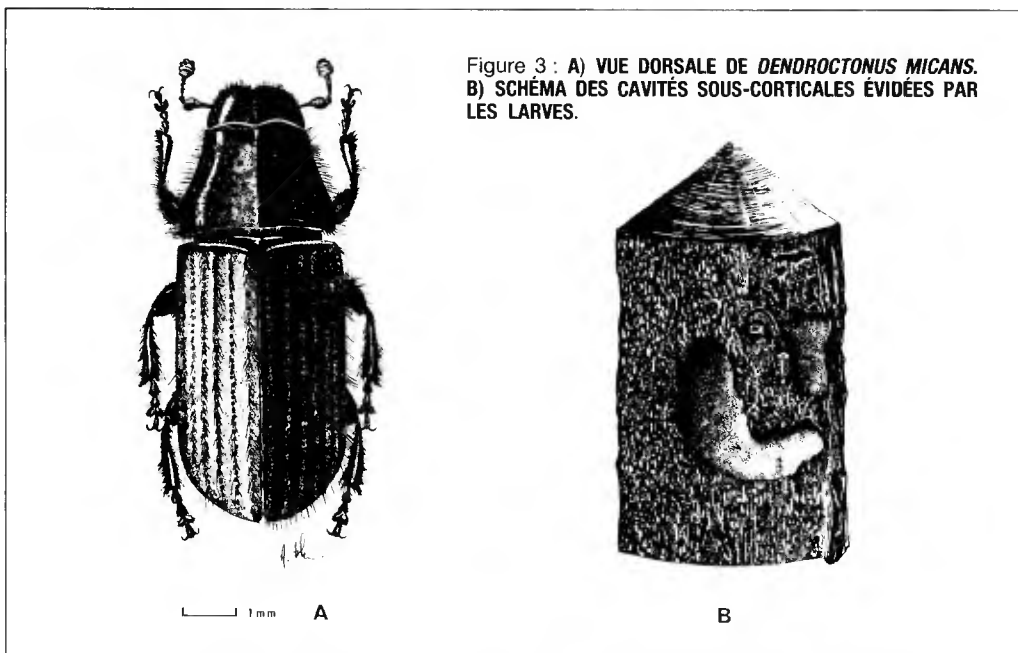
Figure 2 : CYCLE BIOLOGIQUE D'*IPS TYPOGRAPHUS*.



BIOLOGIE ET MODE D'ATTAQUE DE *DENDROCTONUS MICANS*

Dendroctonus micans se différencie en bien des points des autres Scolytes européens. En effet, le genre *Dendroctonus* est spécifiquement américain, l'espèce *micans* colonisant seule le vieux monde (Voute, 1947 ; Balachowsky, 1949 ; Beier-Petersen, 1952 ; Kurentsov, 1968 ; Carle, 1975 et 1979). Les *Dendroctonus* sont de taille assez grande (6 à 8 mm). Le dessus du corps est noir luisant, la face inférieure est plus densément pubescente (figure 3 A).

Ce Scolyte fut pendant longtemps l'hôte des seules forêts euro-sibériennes dont on pense qu'il est originaire. Il y a probablement évolué à partir de migrants issus du continent nord-américain via le détroit de Behring. Il s'attaque désormais à diverses pessières de l'Est de la France et du Massif Central (Kurentsov, 1968 ; Carle, 1975 et 1979) et aurait franchi la Manche en 1973 (Bevan et King, 1983). Carle (1975) retrace l'historique détaillé de sa dispersion.



Cycle biologique

Le cycle biologique de *Dendroctonus micans* s'étale sur plusieurs années.

Les adultes passent l'hiver à l'état de vie ralentie, avec des larves à divers stades de développement. Ces larves évolueront elles-mêmes en adultes à la belle saison suivante.

La période dite « ténérale », séparant la mue imaginale de l'émergence des adultes, est longue (40 jours environ à 20° C ; Vouland et al., 1984). La fécondation des femelles s'effectuerait dans 90 % des cas à l'intérieur de la cavité, l'endogamie complète étant peut-être évitée grâce à des mâles quittant leur système natal comme chez le Scolyte xylomycétophage *Anisandrus dispar* (Schneider-Orelli, 1913) pour féconder des femelles vivant dans des galeries voisines (Vouland et al., 1984). La sex-ratio de *Dendroctonus* s'élève à 1 mâle pour 6 à 12 femelles.

Au printemps, l'essaimage permet la dispersion des insectes, les conditions d'essaimage comme les distances parcourues par les adultes étant mal connues. Selon certains auteurs, la dispersion par le vol serait limitée (Husson et Stauder, 1954 ; Kobachidze et al., 1968) par suite d'une température d'envol élevée (23° C : Francke-Grossman, 1950 ; 21° : Vouland et al., 1984). La colonisation de nouveaux arbres s'effectuerait alors à la marche ou par des envois de faible amplitude. Tout ceci demande à être précisé, et l'on a pu noter dans le Massif Central des infestations réalisées à plusieurs kilomètres de distance (Carle et al., 1979).

Une femelle fécondée de l'espèce serait attirée vers une tige donnée par divers constituants volatils sécrétés par l'arbre. On parle alors d'**attraction primaire** et il n'y aurait pas de choix au hasard. C'est du moins ce que suggèrent divers travaux effectués sur certains *Dendroctonus* américains (Renwick et Vite, 1969 ; Pitman et al., 1969 ; Rundinsky, 1970 ; Wood et Silverstein, 1970). Les avis sur ce point peuvent cependant diverger selon les espèces : certains auteurs pensent que l'orientation vers une tige donnée s'effectue strictement au hasard chez *D. ponderosa* (Hynun et Berryman, 1980).

Arrivée sur le tronc, la femelle initie l'attaque, creusant dans l'écorce une galerie de pénétration en rejetant derrière elle la vermoulure. On ne signale pas, pour l'instant tout au moins, l'existence de phéromones intervenant dans l'attraction secondaire de *D. micans*.

Il convient, là encore, de relier les potentialités d'attraction des tiges et leur état physiologique. *Dendroctonus micans* attaquerait des arbres considérés comme vigoureux. Divers auteurs suggèrent que, sous une apparence de vigueur, les Epicéas pourraient subir ou avoir subi une déficience passagère due, par exemple, à un stress hydrique ou à la présence de champignons pathogènes (*Fomes*, *Armillaria*) (Kangas, 1952 ; Francke-Grossman, 1954). Là encore, les données précises manquent souvent et les attaques décrites ne sont pas rapportées à un niveau donné de population d'assaillants. Quoi qu'il en soit, il semble exister une corrélation entre phases de sécheresse et intensité des attaques (Beier-Petersen, 1952 ; Francke-Grossman, 1954 ; Schimitschek et Wienke, 1963 ; Wood, 1973). La pénétration des insectes et leur installation sous l'écorce déclenchent au point d'impact une importante sécrétion résineuse. Il en résulte la formation d'un cône de résine qui permet la localisation aisée du scolyte sur le tronc. En général, les attaques prennent place dans la partie inférieure du tronc jusqu'à 18 mètres de haut environ, l'intensité de l'attaque selon la hauteur étant fonction de la densité du peuplement (Grégoire, 1973).

A partir du trou d'entrée, il est évidé une galerie de pénétration de quelques centimètres. La femelle y entaille des encoches dans lesquelles elle pond ses œufs. Le comportement larvaire de *D. micans* n'est pas alors la moindre de ses particularités. Les larves vont vivre en commun les unes à côté des autres dans une chambre sous-corticale (figure 3 B).

Le comportement d'agrégation apparaît au premier stade de la vie larvaire, dès la sortie de l'œuf. Les premiers individus qui éclosent entament la paroi pour se nourrir, bientôt rejoints par les autres au fur et à mesure de leurs apparitions. Ainsi, au lieu d'évider une galerie individuelle comme chez les autres scolytes, les larves entaillent le phloème avec leurs mandibules, 50 larves pouvant ainsi progresser simultanément en rejetant la vermoulure derrière elles. Une larve peut provisoirement quitter la zone d'attaque pour déféquer ou muer dans la chambre commune dont la taille ne cesse de s'agrandir et dans laquelle s'accumulent les déchets.

Une telle organisation sociale requiert évidemment un système inter-individuel de communication. Celui-ci est basé sur l'émission de composés, verbénone et myrtenol (Grégoire et al., 1981) qui sont, en réalité, des produits d'oxydation d'un monoterpène, l' α -pinène, présents dans l'arbre. Ces molécules jouent le rôle de phéromones. Les larves, sensibles à l'odeur de leur vermoulure, réagissent encore bien plus à leur odeur propre. Grégoire a pu expérimentalement déclencher l'apparition d'un front d'attaque en appliquant une très faible dose (0,05 picolitres) de R-cis-verbénol en un seul point de la paroi d'une chambre.

Ce mécanisme collectif d'attaque présente un intérêt théorique et pratique. Ce comportement grégaire, connu aussi chez deux espèces de Scolytes nord-américains, *D. valens* Lec. et *D. terebrans* Olivier, produisant du trans-verbénol, autorise l'attaque en masse de l'arbre par les larves, leur fournissant de plus grandes possibilités de surmonter la résistance locale de l'hôte (Wood, 1963 ; Hugues, 1975). Une telle stratégie larvaire, pour utiliser le terme en usage, n'existerait que chez des espèces ne sécrétant pas de phéromones à l'état adulte. *D. frontalis* Zimm. et *D. brevicornis* Lec. par exemple utilisent entre autres trans-verbénol et verbénone comme moyen de communication entre adultes lors de l'agrégation sur l'arbre hôte (Renwick et Vite, 1970 ; Silverstein, 1977 ; Wood, 1982). Leurs larves étant solitaires, le succès de la colonisation d'un nouvel hôte repose alors sur la réussite d'une attaque en masse par les adultes (Wood, 1963 et 1982 ; Hugues, 1975 ; Raffa et Berryman, 1983). Ainsi, deux procédés complémentaires d'attaque, l'un basé sur une stratégie larvaire, l'autre sur une stratégie d'adultes, peuvent-ils être mis en œuvre chez différentes espèces du genre *Dendroctonus*.

Fluctuations du cycle biologique

Les femelles pondent de mai à octobre. Les larves issues de ces œufs passeront un premier hiver au dernier stade ou à l'état nymphal. Après avoir hiverné sous écorce, les adultes apparaîtront au printemps de l'année N + 1. Deux cas seraient alors possibles : soit les adultes sont sexuellement mûrs, ils pondent alors durant l'été N + 1, soit ils sont encore immatures et passent alors l'été puis l'hiver N + 1 en cet état pour ne pondre qu'au printemps de l'année N + 2 (figure 4).

Figure 4 **EXEMPLES DE CYCLES DE DÉVELOPPEMENT CHEZ *DENDROCTONUS MICANS***

♀ = femelle ; ω = œufs ; Ad. = adultes

Années	N	N + 1	N + 2	N + 3	N + 4
1 ^{er} exemple	♀ → ω →	ω → Ad. génération 1	Ad. → ω → larves →	Ad. génération 3	
2 ^e exemple	♀ → ω →	larves → nymphes	→ ω → → Ad. génération 1	Ad. génération 2 larves →	Ad. génération 3 Ad. génération 2

Selon l'altitude, la température moyenne, l'exposition, diverses variations peuvent être observées : ainsi, des œufs déposés à l'automne ou pondus au milieu de l'été en altitude plus élevée donneront en fin de belle saison des jeunes larves qui hiberneront, leur développement larvaire s'effectuant durant l'été de l'année N + 1. L'hiver N + 1 sera franchi au dernier stade larvaire ou à l'état de nymphe, les adultes n'apparaissant qu'au printemps N + 2. Ils se reproduiront alors durant l'été N + 2. Diverses possibilités peuvent d'ailleurs se combiner selon les fluctuations des conditions locales et l'on conçoit aisément toute la difficulté d'étudier une population particulière. En effet, les individus apparaissant une année donnée ajoutent leur descendance à ceux produits au cours de l'été précédent sans que l'on puisse toujours discerner l'âge des couvains en cause. Ceci rend compte de nos lacunes dans la connaissance de la biologie de cette espèce et de la difficulté d'étudier la dynamique de la population.

Si les dégâts causés par les Scolytes sont parfois diffus et difficiles à mesurer, comme dans le cas de *Pityogenes chalcographus* attaquant les Epicéas alsaciens âgés de 10-15 ans, les volumes de bois dégradés par certaines espèces en période d'épidémie restent importants. Pour se limiter à quelques valeurs relevées en 1984, le Typographe a conduit à abattre 30 000 m³ d'Epicéas dans la seule région de Pontarlier (enquête S.R.A.F. — Franche Comté) et 26 000 m³ environ dans la région Rhône-Alpes. Quant à *Dendroctonus*, dont l'expansion géographique s'accroît régulièrement, il semble difficile d'en chiffrer les dégâts en volume ou en nombre d'hectares attaqués, ceux-ci se conjuguant avec les dégâts résultant de divers autres facteurs.

Le réalisme oblige à écrire qu'à notre époque, la lutte efficace contre les Scolytes est d'abord préventive. L'élimination des arbres malades, la vidange des parcelles, l'évacuation des chablis restent des conditions *sine qua non* pour empêcher toute augmentation des effectifs de ravageurs. Répétons-le, la sortie des grumes hors des parcelles, leur écorçage comme le brûlage des rémanents de coupes constituent d'indispensables préalables.

Lors d'une gradation, le suivi de l'évolution de la population est actuellement réalisé par l'utilisation de pièges à phéromones (Austara, 1978, etc...). Des expériences récentes conduites par le C.E.M.A.G.R.E.F. contre *Ips typographus* dans le Massif de Chartreuse il semble ressortir,

au point de vue coût des opérations et efficacité de capture, que l'utilisation d'arbres pièges appâtés avec la molécule adéquate semble préférable à celle des pièges industriels. L'étude technique des pièges mérite cependant d'être poursuivie et développée, ceux-ci étant susceptibles, pour peu que l'on s'en donne la peine, de notables améliorations.

La lutte chimique comme la lutte biologique posent de nombreux problèmes d'application en forêt. Si l'impact psychologique auprès des intéressés d'un traitement chimique ne saurait être sous-estimé, son efficacité demande souvent à être vérifiée. En lutte biologique contre *Dendroctonus micans*, un espoir repose sur les travaux de Grégoire (Grégoire et al., 1984). Ce chercheur élève un Coléoptère *Rhizophagidae*, *Rhizophagus grandis*, prédateur de *Dendroctonus micans*. Un essai de dispersion en vraie grandeur de ce prédateur a été réalisé en Lozère en 1983. Plusieurs problèmes techniques se posent encore. Cette voie d'approche pourrait cependant se révéler fructueuse dans les années à venir.

Le forestier sait depuis longtemps que les scolytes, hôtes endémiques permanents de forêts résineuses où ils présentent le plus souvent de faibles niveaux de populations, ne manifestent leur présence qu'en réussissant leur installation sur des arbres déficients. Ce point ayant attiré l'attention des chercheurs, ceux-ci ont modifié au cours des dernières années, les stratégies de recherches précédemment appliquées pour s'orienter dans plusieurs autres directions (Lieutier et Lévieux, sous presse). L'accent est mis par exemple sur une meilleure connaissance de la physiologie de l'arbre et du retentissement des stress, en particulier des stress hydriques, sur le fonctionnement et le degré de réceptivité du végétal. De plus, les scolytes véhiculant avec eux nombre de spores de champignons dont certains sont pathogènes, il convient aussi de préciser le mode d'infestation de l'agent infectieux et son influence réelle.

On tente parallèlement de cerner les problèmes posés par la démographie des scolytes. Ceci implique de mettre au point, en l'absence pour l'instant de méthodes d'échantillonnage précises mais onéreuses et lourdes à manier, des procédés d'évaluation des effectifs d'une population dans une parcelle donnée. La discontinuité constatée dans les répartitions spatiales des populations n'est d'ailleurs pas le moindre des problèmes que le chercheur doit affronter. On souhaite pouvoir établir une relation entre indices d'abondance et effectifs réels. Enfin, divers travaux de chimie sont en cours, particulièrement en Allemagne, pour identifier et synthétiser les molécules phéromonales d'espèces comme *Tomicus piniperda*. On tentera ensuite de les utiliser comme moyens de détection de la présence ou de capture des ravageurs.

Dans l'immédiat, le nettoyage des forêts joint à l'utilisation systématique d'arbres pièges devraient permettre d'amoindrir les effets des attaques actuelles les plus nocives. A plus long terme, les retombées pratiques pour le forestier de l'acquisition des connaissances que l'on se propose d'obtenir se traduiront probablement en ce qui concerne les scolytes par une modification partielle des techniques sylvicoles en usage liée, en ce qui regarde les champignons, à un effort de sélection de provenances ou de clones moins sensibles. Enfin, l'usage plus systématique de procédés d'enregistrement de niveaux de populations, probablement basé sur l'usage des phéromones, devrait conduire à la constitution, sur une base raisonnée, d'un réseau d'observations préalables permettant des interventions coordonnées avant que les populations atteignent un seuil épidémique.

J. LÉVIEUX, F. LIEUTIER, A. DELPLANQUE
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (I.N.R.A.)
Centre de Recherches Forestières d'Orléans
Station de Zoologie Forestière
Ardon - 45160 OLIVET

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs vifs remerciements aux chefs de Centres et aux agents des Centres Office national des forêts de Pontarlier et d'Orléans, auprès desquels ils ont pu se procurer le matériel biologique adéquat.

OUVRAGES GÉNÉRAUX À CONSULTER

- BALACHOWSKY (A.). — 1949. Faune de France, 50, Coléoptères *Scolytidae*. — Paris : Paul Lechevallier Edit. — 320 p.
- CHARARAS (C.). — 1962. Les scolytides des Conifères. — Encyclopédie Entomologique, 38, — Paris : Lechevallier Edit. — 556 p.
- JOLY (R.). — 1975. — Les Insectes ennemis des Pins. — Nancy : Ecole nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts. — 2 volumes. — 222 p. + XLV planches.

BIBLIOGRAPHIE

- ANNILA (E.). — Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* (*Col. Scolytidae*). — *Ann. Zool. Fennici.*, n° 6, 1969, pp. 161-207.
- AUSTARA (O.). — Control of *Ips typographus*. Experiments with synthetic pheromones and insecticide spraying of standing trees (en suédois ; résumé en anglais). — *Meddelelser fra norsk Institut for Skogforskning*, vol. 34, 1978, pp. 129-152.
- BEIER-PETERSEN (B.). — *Hylesinus micans*, artens udbredelse og en oversigt over dens optraeden i Danmark. — *Dansk Skovforenings Tidsskrift*, vol. 37, 1952, pp. 299-322.
- BEIER-PETERSEN (B.). — *Dendroctonus micans* in Danmark. The situation 25 years after a « catastrophe ». — *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz.*, vol. 83, 1976, pp. 16-21.
- BEVAN (D.), KING (C.J.). — *Dendroctonus micans* Kug., a new pest of spruce in U.K. — *Commonwealth For. Rev.*, vol. 62, 1983, pp. 41-51.
- BUTOVISCH (V.). — Über die Massenvermehrung von *Ips typographus* in Süddalekarlien (titre original en finlandais). — *Norrlands Stogsvarvsforbunds Tidskr.*, n° 38, 1938, pp. 91-126.
- BUTOVISCH (V.). — Studien über die Massenvermehrung von *Ips typographus* in den von Dezember Sturm 1931 eimgesuchten Wäldern von Nord-Uppland. — *Medd. Staten Skogsforsökanstalt*, n° 32, 1941, pp. 297-360.
- CARLE (P.). — *Dendroctonus micans* Kug. (*Col. Scolytidae*), l'Hylésine géant ou Dendroctone de l'Epicéa. — *Revue forestière française*, vol. 27, n° 2, 1975, pp. 115-128.
- CARLE (P.), GRANET (A.M.), PERROT (J.P.). — Contribution à l'étude de la diffusion et de l'agressivité chez *Dendroctonus micans* Kug. (*Col. Scolytidae*) en France. — *Bull. Soc. Entomol. Suisse*, n° 52, 1979, pp. 185-196.
- CHARARAS (C.). — L'influence des conditions climatiques sur l'évolution des Scolytides. — *Ann. Ecol. Nat. Eaux. For. Nancy*, n° 16, 1959, pp. 135-167.
- EICHORN (O. von), KANAMITSU (K.). — Wichtige forstschädliche Insekten Japans. — *Anz. Schödlingskunde*, vol. 38, 1965, pp. 161-167.
- ESCHERICH (K.). — Die Forstinsekten Mitteleuropas, vol. 2. — Berlin : Parey, 1923. — 633 p.
- FRANCKE-GROSSMANN (H.). — Die Gefährdung der Sitkafichte durch Rottfäule (*Fomes annosus*) und Riesenbastkäfer (*Dendroctonus micans*) in Aufforstungsvieren Schleswigs. — Proc. 8 th. int. Bot. Cong. Stockholm, 1950, 7 p.
- FRANCKE-GROSSMANN (H.). — Populations-dynamische Factoren bei der Massenvermehrung des *Dendroctonus micans* Kug an der Sitkafichte in Schleswig-Holstein. — *Verh. d. D. ges. F. ang. Ent.*, 1954, pp. 108-117.
- GREGOIRE (J.C.). — Le *Dendroctonus micans* Kugelmann en Belgique et dans la forêt de Chanty (Luxembourg Belge). — Travail de fin d'études. — Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux, 1973. — 109 p.
- GREGOIRE (J.C.), BRAEKMAN (J.C.), TONDEUR (A.). — Chemical communications between the larvae of *Dendroctonus micans* Kug. (*Coleoptera Scolytidae*). — Les Médiateurs chimiques. Versailles : ed. I.N.R.A., 1981, pp. 253-257.
- GREGOIRE (J.C.), MERLIN (J.), PASTEELS (J.M.), RAFFUEL (R.), VOULAND (G.), SCHVESTER (D.). — Biocontrol of *Dendroctonus micans* by *Rhizophagus grandis* in the Massif Central (France) : a first appraisal of the mass-rearing and release methods. — Papers of the I.U.F.R.O. working party S2.07.05, 1982, Göttingen (sous presse).

Les Scolytes ravageurs de l'Epicéa

- HENNINGS (C.). — Experimentell-Biologische Studien an Borkenkäfer I und II. — *Naturwiss. Zeitschr. Land u. Forstwiss.*, vol. 5, 1907, pp. 66-75 und 97-125.
- HENNINGS (C.). Experimentell Biologische Studien an Borkenkäfer III. — *Naturwiss. Zeitschr. Land u. Forstwiss.*, vol. 6, 1908, pp. 209-229.
- HUGUES (P.R.). — Pheromones of *Dendroctonus*: origin of pinene oxydation products present in emergent adults. — *J. Insect Physiol.*, vol. 21, 1975, pp. 687-691.
- HUSSON (R.), STAUDER (F.). — A propos de *Dendroctonus micans* Kug. (Coleoptera, Ipsidae). — *Revue forestière française*, n° 6, 1954, pp. 355-359.
- HYNUM (B.G.), BERRYMAN (A.A.). — *Dendroctonus ponderosae* (Col. Scolytidae): pre-aggregation landing and gallery initiation on logdopole pine. — *Can. Entomol.*, vol. 112, 1980, pp. 185-191.
- KANGAS (E.). — Über die Brutstättenwahl von *Dendroctonus micans* Kug (Col. Scolytidae) auf Fichten. — *Ann. Entom. Fennici*, Tome XVIII, 1952, pp. 154-170.
- KUHN (W.). — Das Massenaufreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* nach Untersuchungen in schweizerischen Waldungen 1946 bis 1949. — *Mitteil. der schweiz. Aust. f. D. forst. Versuchswesen*, vol. XXVI, 1949, pp. 245-330.
- KURENTOV (A.I.). — On the occurrence of the large spruce bark beetle in easter transbaikalia with reference to the problems of relationships between forest and steppe. — *Zhurnal biol. entomol.*, n° 7, 1968, pp. 171-172.
- KOBACHIDZE (D.N.), TAVARADZE (M.S.), YASHVILI (G.V.), KRASHEISHVILI (I.K.). — Artificial rearing of *Rhizophagus grandis* Gyll. for the control of *Dendroctonus micans* in Georgia (en russe). — *Soobshchenie Akademii Nauk Gruzinskoï SSR*, vol. 1, 1968, pp. 435-440.
- LIEUTIER (F.), LEVIEUX (J.). — Les relations Conifères-Scolytides-Importance et perspectives de recherches. — *Annales des Sciences forestières*, (sous presse).
- PESSON (P.), CHARARAS (C.). — Les Scolytides, insectes ravageurs mondiaux des forêts de conifères. — *L'année biologique*, 8, 1969, pp. 683-733.
- PITMAN (G.N.), VITE (J.P.), KINZER (G.N.), FENTIMAN (A.F.). — Specificity of population aggregating pheromones in *Dendroctonus*. — *J. Insect Physiol.*, vol. 15, 1969, pp. 363-366.
- RAFFA (K.F.), BERRYMAN (A.A.). — The role of host resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). — *Ecol. Monog.*, vol. 53, 1983, 27-49.
- RENWICK (J.A.A.), VITE (J.P.). — Bark beetles attractants: mechanisms of colonization *Dendroctonus frontalis*. — *Nature*, vol. 224, 1969, pp. 1 222-1 223.
- RENWICK (J.A.A.), VITE (J.P.). — Systems of chemical communication in *Dendroctonus*. — *Contrib. Boyce Thomson Inst.*, vol. 24, 1970, pp. 283-292.
- RUDINSKY (J.A.). — Sequence of douglas fir beetle attraction and its ecological significance. — *Contrib. Boyce Thomson Inst.*, vol. 24, 1970, pp. 311-314.
- SCHIMITSCHEK (E.), WIENKE (E.). — Untersuchungen über die Befallsbereitschaft von Baumarten für Sekundärchädlinge. — *Z. angew. Entomol.*, vol. 51, 1963, pp. 219-257.
- SCHNEIDER-ORELLI (O.). — Untersuchungen über den pilzzüchtenden Obstaumborken käfer *Xyleborus (Anisandrus) dispar* und seinen Nährpilz. — *Centrelabl. f. Bakt. Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten*, vol. II, 1913, pp. 25-110.
- SILVERSTEIN (R.M.). — Complexity, diversity and specificity of behavior modifying chemicals: Example mainly from Coleoptera and Hymenoptera. — in: SHOREY, J.J., Mc. KELVEY (Eds) « Chemical control behavior: Theory and application », NY: Wiley, 1977, pp. 231-251.
- VITE (J.P.). — Temperatur versuche an *Ips typographus* L. — *Zool. Anzeig.*, vol. 149, 1952, pp. 195-206.
- VOULAND (G.), GIRAUD (M.), SCHVESTER (D.). — La période ténérale et l'envol chez *Dendroctonus micans* Kug. — Colloque C.E.E. sur « la lutte biologique contre les Scolytides », Bruxelles, Oct. 1984 (sous presse).
- VOUTE (A.D.). — Apparition dans votre pays du Coléoptère de l'écorce (*Dendroctonus micans*) et moyens de lutte préventive (en hollandais). — *Nederlands Bosbouw Tijdschrift*, n° 19, 1947, pp. 85-87.
- WELLENSTEIN (G.). — Die Niederkämpfung der Borkenkäfer in Würtemberg-Hoehenzollern. Die grosse Borkenkäferkalamität in Südwestdeutschland 1944-1951, 496 pp. Ringingen.
- WOOD (D.L.). — A revision of the bark genus *Dendroctonus* (Coleoptera, Scolytidae). — *The great Basin naturalist*, vol. 23, 1963, pp. 1-117.
- WOOD (D.L.), SILBERSTEIN (R.M.). — Bark beetles pheromones. — *Nature*, vol. 225, 1970, pp. 557-558.
- WOOD (D.L.). — Selection and colonization of *Ponderosa pine* bark-beetle. — In: van EMDEN H. (édit.): *Insect Plant Relationships*. — Oxford: Blackwells, 1973, pp. 101-118.
- WOOD (D.L.). — The role of pheromones, kairomones and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. — *Ann. Rev. entomol.*, vol. 27, 411-446.

LES SCOLYTES RAVAGEURS DE L'ÉPICÉA (Résumé)

Succédant à la sécheresse de 1976, une nouvelle vague d'infestations de Scolytes est à l'origine des dégâts affectant plusieurs forêts de conifères du pays. Deux espèces s'attaquent à l'Épicéa, le Typographe (*Ips typographus*) et l'Hylésine géant (*Dendroctonus micans*).

Le dessin typique du réseau de galeries d'*Ips typographus* s'explique par l'association fréquente, lors de la reproduction, d'un mâle avec deux femelles. Il n'existe le plus souvent qu'une seule génération par an en altitude. En plaine, une deuxième génération peut apparaître lors d'étés chauds.

La biologie de *Dendroctonus* tranche, par bien des points, sur celle des autres espèces. Les larves manifestent au cours de leur développement un comportement grégaire typique basé sur un système de communication chimique. La durée du développement assez variable, peut s'étendre sur un à trois ans selon les conditions climatiques, provoquant ainsi un chevauchement de générations. Une tentative de lutte biologique par utilisation du Coléoptère prédateur *Rhizophagus grandis* est en cours dans le Massif Central.

SCOLYTID PESTS OF SPRUCE (Summary)

After the drought of 1976, a new wave of scolytid infestations caused damage that touched several of the country's conifer forests. Two species attack (Norway) spruce: the spruce bark beetle, *Ips typographus* and the great spruce beetle, *Dendroctonus micans*.

The typical pattern of *Ips typographus* galleries is explained by the common association of one male and two females in the reproductive period. At higher altitudes, there is usually only one generation each year. In the plains, a second generation may appear in hot summers.

In many ways, the biology of *Dendroctonus micans* contrasts sharply with that of other species. In the course of their development the larvae show a typical gregarious behaviour based on a system of chemical communication. The length of the life cycle is rather variable, ranging from one to three years according to the climatic conditions; this gives rise to overlapping generations. Biological control by the coleopterous predator *Rhizophagus grandis* is under trial in the Massif Central.

DER BORKENKÄFER, EIN FICHTENSCHÄDLING (Zusammenfassung)

Eine neue Zerstörungswelle von Borkenkäfern ist, infolge der Trockenheit von 1976, die Ursache der Schäden, die mehrere Nadelwälder des Landes treffen. Zwei Arten greifen die Fichte an, der Buchdrucker (*Ips typographus*) und der grosse Kiefernmarkkäfer (*Dendroctonus micans*).

Die charakteristische Zeichnung des Gangsystems von *Ips typographus* erklärt sich aus der häufige Vereinigung eines Männchens mit zwei Weibchen zum Zeitpunkt der Fortpflanzung. In Höhenlagen kommt es meistens nur zu einer jährlichen Generation, wohingegen sich im Tal in heissen Sommern eine zweite Generation entwickeln kann.

Die Biologie des *Dendroctonus* hebt sich in zahlreichen Punkten von der anderen Arten ab. Die Larven zeigen einen charakteristischen Herdentrieb, der auf einem biologischen Verständigungssystem beruht. Die Entwicklungsdauer ist sehr unterschiedlich; sie kann sich über eins bis drei Jahre hinziehen, je nach den klimatischen Gegebenheiten, und auf diese Weise ein Überschneiden der Generationen hervorrufen. Ein Versuch biologischer Bekämpfung unter Einsatz eines feindlichen Käfers *Rhizophagus grandis* ist im Zentralmassiv im Gange.

ESCOLITOS DEL EPICEA (Resumen)

Sucediendo a la sequía del 1976, una nueva ola de infestación de Escólitos es la causa de los estragos que afectan a varios bosques de coníferas del país. Dos especies se encarnizan contra el epicea: el tipógrafo (*Ips Tipógrafo*) y el Hilesino gigante (*Dendroctonus micans*).

El diseño típico de la red de galerías del *Ips tipógrafo*, se explica por la asociación frecuente, durante la reproducción, de un macho con dos hembras. Frecuentemente no existe más que una sola generación por año en los altos. En los llanos, una segunda generación puede aparecer en los veranos calurosos.

La biología del *Dendroctonus* contrasta en muchos aspectos con la de otras especies. Las larvas manifiestan durante su desarrollo un comportamiento gregario típico basado en un sistema de comunicación química. La duración del desarrollo bastante variable puede extenderse de un año a tres, según las condiciones climáticas, provocando así un traslapado de generaciones. Una tentativa de lucha biológica con utilización del coleóptero predador. « *Rizófago grandis* » se está realizando en el Mazizo Central.
