

Protection phytosanitaire de la forêt méditerranéenne : les insectes

Par Daniel SCHVESTER *

I.- Introduction

Parmi les insectes ravageurs des forêts méditerranéennes, certains sont "permanents" comme les tordeuses du pin du genre *Rhyacionia*. D'autres présentent des "gradations" répétitives comportant des périodes de latence plus ou moins longues, et de culmination, séparées par des phases de "progradation", puis de "rétrogradation". La processionnaire du pin en est le type. D'autres enfin comme les Scolytides présentent des pullulations de caractère "éruptif", liées le plus souvent à la conjonction de circonstances favorables à leur multiplication.

En forêt méditerranéenne, les conditions climatiques (aridité estivale souvent prolongée) peuvent conférer aux dégâts d'insectes un impact peut-être plus important qu'ailleurs. Les dommages économiques, encore que difficilement chiffrables n'en sont pas moins évidents et s'y ajoute l'impact "paysager" sur des publics de plus en plus sensibilisés à cet aspect.

Des progrès importants ont été accomplis au cours des deux dernières décennies, dans la connaissance de ces ravageurs, dans la conception de la lutte à leur opposer, et enfin dans les méthodes de lutte elles-mêmes. Il est tenté ici d'en faire le point. Il n'est traité que des ravageurs majeurs, soit par leur ubiquité, soit par l'importance de leurs déprédations dans certains pays.



Photo 1 : Adulte mâle *Thaumetopoea pityocampa*, processionnaire du pin. Décor, 3 lignes transversales sur fond gris, papillon de moeurs nocturnes.

Photo Guy Démolin / INRA

II.- Les principaux prédateurs

Ravageurs des pins

Les pinacées constituent le groupe le plus largement représenté en région méditerranéenne. Aux espèces indigènes : *Pinus halepensis*, *brutia*, *eldarica*, *P. pinaster*, *P. nigra* et ses diverses sous espèces, sont venus se joindre, au moins à titre expérimental, et entre autres *P. canariensis* et surtout *P. radiata*.

La processionnaire *Thaumetopoea pityocampa* Schiff.

(*Lep. Thaumetopoeidae*) : elle constitue certainement le principal fléau. Elle intéresse tout le pourtour méditerranéen. S'y substitue, au Moyen-Orient et à Chypre, une espèce très voisine *T. wilkinsoni* Tams. Mais le problème est identique. Tous les pins peuvent être attaqués ainsi même que les

Cedrus. Les espèces les plus répandues en France se classent dans l'ordre suivant de réceptivité décroissante : *nigra*, *halepensis*, *pinaster*, *pinea*. Mais *P. radiata* apparaît spécialement "sensible", *P. coulteri* serait "résistants". *P. brutia* apparaît également sensible.

Ses pullulations se développent par gradations plus ou moins cycliques. Elle ne met généralement pas en cause la survie d'arbres déjà âgés, sauf, concours de circonstances tels que défoliations successives combinées avec un stress hydrique pouvant favoriser le développement d'infestations de déprédateurs "secondaires". En revanche, la survie des arbres peut être mise en cause, bien qu'indirectement encore, dans les reboisements encore jeunes.

Rhyacionia buoliona Schiff

* Note préparée sur la base des travaux de Daniel Schvester. Directeur de recherches à l'I.N.R.A. - Avignon - France, extraite de la 13^e session du comité CFA/CEF/CFPO de "Silva mediterranea"

(Lep. Tortricidae) : c'est avec diverses espèces ou sous-espèces voisines, un autre ravageur majeur des pins. Très ubiquiste, c'est une mineuse de bourgeons qu'elle détruit au débourrement. Elle inflige ses dégâts essentiellement aux peuplements ou plantations jeunes. *P. sylvestris* est considéré comme l'hôte d'élection, mais *P. radiata* ainsi que *P. ponderosa* se sont montrés particulièrement réceptifs. La sensibilité d'une espèce donnée peut d'ailleurs dépendre de certaines conditions du milieu.

Insectes suceurs : les problèmes importants actuels découlent surtout des *Matsucoccus* (Margarodidae). *M. feytaudi* Duc. fût la cause première de la destruction (ou de l'exploitation hâtive) d'environ 120 000 ha de *P. pinaster* en France. Cette "catastrophe" a découlé d'une introduction de l'espèce en une région où elle n'existait pas et où elle a trouvé des conditions très favorables à sa multiplication, et du point de vue climatique, et du point de vue de la réceptivité des arbres. L'invasion par *M. Feytaudi* se poursuit actuellement en Italie. Jusqu'à présent, les îles méditerranéennes (Corse-Sardaigne) et la Tunisie, apparaissent non pénétrées par l'espèce, qui existe cependant au Maroc, en Espagne et au Portugal et tout au long de la côte atlantique française, mais à l'état "endémique", sans y provoquer de dommages. Les *Matsucoccus* étant en général très spécifiques, il y a peu à craindre de leur extension à d'autres *Pinus*.

M. josephi Boden. et Neum. de *P. halepensis* provoque des dommages de nature différente : les jeunes reboisements surtout sont très vulnérables avec mort d'arbres. Actuellement, seul Israël mentionne l'espèce. Seul *P. halepensis* semble réceptif. *P. brutia* a été reconnu indemne.

Insectes foreurs : ce sont principalement des Coléoptères, Cerambycides, Buprestides, Curculionides, en particulier pour ces derniers ;

Pissodes castaneus (Deg.) (= *notatus* F.). Ce sont des ravageurs dits "secondaires", s'attaquant à des arbres en état de déficience, quelle qu'en soit d'ailleurs la cause (stress hydrique, attaques antérieures d'autres déprédateurs, etc.). Ainsi, *P. castaneus* a-t-il contribué pour la plus grande part à la destruction des pins maritimes de Provence infestés par *Matsucoccus*, lequel, à lui seul n'aurait probablement pas tué les arbres.

Certains Scolytides cependant sont à considérer comme ravageurs majeurs dans la mesure où, "tueurs d'arbres" opportunistes, profitant d'un affaiblissement parfois passager seulement, ils rendent irréversible un processus qui, sans leur intervention, aurait pu être réversible. Les principales espèces des pins sont *Ips sexdentatus* (Boern.), peut-être de caractère assez peu méditerranéen, *Tomicus piniperda* L. et *T. destruens* (Woll.) (dont le statut d'espèce est peut-être incertain) et surtout, *Orthotomicus erosus* (Woll.), d'affinités

méditerranéennes marquées, qui a fait parler de lui ces dernières années notamment au Portugal, en France, au Maroc et en Israël.

Les Buprestides et Cerambycides sont, beaucoup plus nettement secondaires. Une attention particulière serait cependant peut-être à apporter aux *Monochamus* (Cerambycidae) : des espèces du genre ont été reconnues au Japon comme les principaux vecteurs du nématode *Bursaphelenchus lignicolus*, cause de très importants dépérissements de pins (dans des conditions climatiques, il est vrai, très différentes de celles du pourtour méditerranéen).

Ravageurs des cèdres

Défoliateurs : la processionnaire du Pin s'attaque au Cèdre, coexistant, en Algérie et au Maroc avec *Thaumetopoea bonjeani* Powel espèce "beaucoup plus rare" au Maroc et dont "en général, les dégâts passent inaperçus". Cependant il semble que les infestations qui se développent actuellement en Algérie soient dans beaucoup de cas, le fait de *bonjeani*.

Trois tordeuses ont été observées sur les cèdres :

- *Acleris undulana* (Wals.) a commis d'importants dégâts en Turquie et à Chypre. Elle a été récemment détectée au Maroc où les dommages seraient importants ;

- *Epinotia cedricida* Diak. découverte d'abord en France, signalée par la suite au Maroc, elle provoque dans la région du Ventoux, en

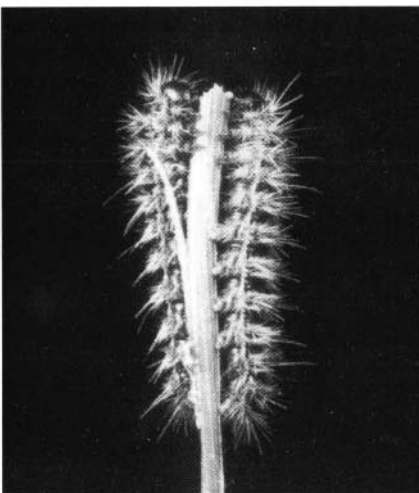


Photo 2 : Chenilles du 3ème stade de *Thaumetopoea pityocampa* : elles s'alimentent 2 par 2 en descendant le long d'une aiguille. (C'est à ce stade qu'elles deviennent urticantes). Photo G.D. / INRA



Photo 3 : Forêt de pins maritimes complétement défeuillée par la processionnaire du pin dans le massif des Landes. Photo G.D. / INRA

France un défoliation annuelle moyenne de 30 % ;

- *Parasyndemis cedricola* Diak. a causé d'importants dommages au Liban en 1973-74.

Suceurs : deux espèces de pucerons se multiplient sur les cèdres.

- *Cedrobium laportei* (Rem.) dont les dégâts furent observés d'abord en Algérie et en France où il a envahi tous les peuplements et même les arbres de parc. Il est également répandu dans toute l'Italie et en Espagne où il aurait provoqué la mort de 600 arbres de parc dans les environs de Madrid ; *Cedrus brevifolia*, et à un moindre degré *C. libani*, apparaissent "résistants" à *C. laportei* ;

- *Cinara cedri* Mimeur dont les pullulations sont importantes actuellement en France, et observé aussi en Turquie, Espagne, Italie.

Les dégâts de ces pucerons sont importants et surtout aux basses altitudes.

Foreurs : il s'agit aussi de ravageurs "de faiblesse" qui n'ont d'ailleurs que peu fait parler d'eux si ce n'est en Turquie où les défoliations dues à *Aclerio undulana* sont suivies de l'intervention de Buprestides et de Scolytides qui

provoquent la mort des arbres. Sont mentionnés trois Scolytides sur cèdre au Maroc : *Scolytus numidicus* (Eichh.) *Cryphalus numidicus* (Eichh.), *Phloeosinus cedri* (Bris.).

Ravageurs des sapins

Choristoneura murinana Hbn (Lep. Tortricidae), la tordeuse des bourgeons est un défoliateur d'*Abies alba*. Son aire de dégât telle que délimitée jusqu'à présent ne s'étend pas pourtant aux zones méditerranéennes. Une infestation a cependant été signalée en 1962-1964, en France, dans les Alpes maritimes et l'on observe actuellement le développement d'autres infestations toujours en France, en Ardèche, très au sud-ouest de l'aire de dégâts jusqu'à présent connue. Selon des observations en arboretum, elle peut s'attaquer à *A. cephalonica*, *A. numidica*, *A. nordmanniana*, et elle a été signalée, sur *A. cephalonica* et *A. borisii regis*, dans l'île d'Eubée en Grèce, en 1971.

De sévères pullulations de Scolytides ont été observées en 1950-60 en Grèce, sur *A. cephalonica* dans les forêts du Parnasse. Les espèces en cause étaient surtout *Cryphalus piceae* (Ratz) et *Pityktenes curvidens* (Germ).

Ravageurs des Cupressacées

Comparés aux dégâts du champignon *Coryneum cardinale* ceux d'insectes apparaissent mineurs. Les Scolytides (g. *Phloeosinus*) sont typiquement "secondaires".

Des dégâts du puceron *Cinara cupressi* (Buckton) (*Lachnidae*) sont signalés en France et en Italie sur *Cupressus arizonica* surtout, essentiellement dans les parcs et les centres urbains. Enfin, des dégâts sont observés, sur *C. sempervirens*, en pépinières et en plantations récentes, par des acariens, notamment *Trisetacus juniperinus* (Nal.) en Italie.

Ravageurs des chênes

Les chênes sont eux aussi largement répandus en région méditerranéenne. Les espèces sont toutes indigènes, et peu d'introductions ont été réalisées, sinon avec le chêne rouge d'Amérique en zones non méditerranéennes. Les agresseurs principaux sont des défoliateurs et surtout *Tortrix viridana*, *Lymantria dispar*, et à un moindre degré *Euproctis chrysorrhoea*. La processionnaire du chêne *Thaumetopoea processio-*



Photo 4 : Colonie L4 de *Thaumetopoea bonjeani*.
Photo G.D. / INRA



Photo 5 : Chenille de *Thaumetopoea bonjeani* L5 sur cèdre.
Photo G.D. / INRA

nea L. autre important défoliateur dans toute l'Europe semble ne guère avoir d'affinités méditerranéennes.

Quelques foreurs, surtout secondaires s'attaquent aussi aux chênes : *Cerambyx cerdo* L. (Col. *Cerambycidae*) et les Buprestides *Coreobus bifasciatus* Oliv. et *C. undatus* F.

La Tordeuse verte - *Tortrix viridana* L. (Lep. *Tortricidae*) : elle attaque tout principalement les *Quercus*, mais pratiquement toutes les espèces. Son aire couvre l'Europe, l'Asie Mineure et l'Afrique du Nord. Ses déprédations surviennent au débourrement, plus ou moins sporadiquement, sans cycle de gradation bien défini. Les défeuillaisons peuvent intéresser jusqu'à la totalité des bourgeons. Les facteurs qui régissent les pullulations ne sont que très mal connus. En France une étude approfondie récente du complexe d'ennemis naturels conclut à l'inefficacité de ceux-ci.

Lymantria dispar L. (Lep. *Lymantridae*) : espèce extrêmement ubiquiste, répandue dans toute l'Europe, au Maghreb, en Asie, et en Amérique du Nord. Elle est extrêmement polyphage. Elle a même été observée s'attaquant à des conifères, notamment en Tunisie, sur jeunes *P. radiata* avec défeuillaison complète et destruction. C'est néanmoins sur chênes que son développement est optimal. Ses gradations, non périodiques, se poursuivent sur plusieurs années. D'importantes attaques se sont produites par exemple en Espagne (Salamanque) de 1972 à 75, en Corse, en 1972-74, au Maroc (Mamora). Les défeuillaisons peuvent être totales ce qui provoque une décrépitude des arbres, une moindre résistance à des parasites secondaires et même leur mort si elles sont répétées.

Euproctis chrysorrhoea L. (Lep. *Lymantridae*) : espèce également très ubiquiste et très polyphage mais à un moindre degré. Elle ne paraît pas s'étendre sur la rive sud de la Méditerranée. Ce serait surtout une espèce de milieux ouverts : arbres isolés de parc, allées, haies, maquis, lisières ou forêts très éclairées. Ses pullulations sont sporadiques, sans périodicité définie.

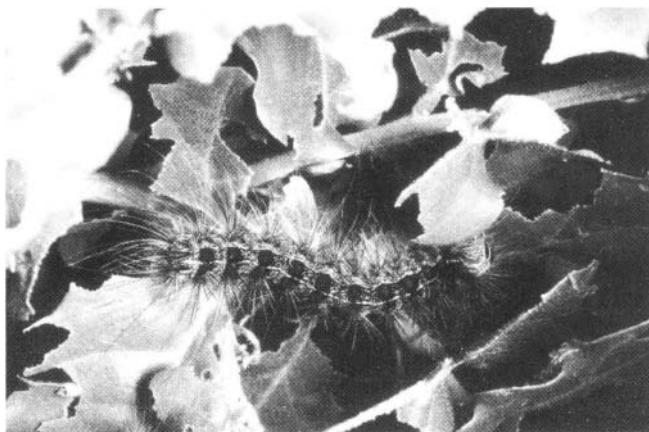


Photo 7 : Chenilles *Lymantria dispar* sur chêne vert.
Photo G.D. / INRA



Photo 6 : Colonie de puceron *Cedrobium laportei* sur rameau de cèdre de l'Atlantique très visité par les fourmis.
Photo G.D. / INRA

Ravageurs des peupliers

Les espèces majeures sont surtout des foreurs, ravageurs primaires.

- *Saperda carcharias* L. (Col. *Cerambycidae*) qui semble cantonné à l'Europe. Souvent accompagné de *Cossus cossus* (L.) (Lep. *Cossidae*) ;

- *Saperda populnea* L. (id) qui existe aussi au Maghreb, nuisible surtout aux pépinières et aux jeunes plantations par les déformations et fourchures de rameaux qu'il provoque ;

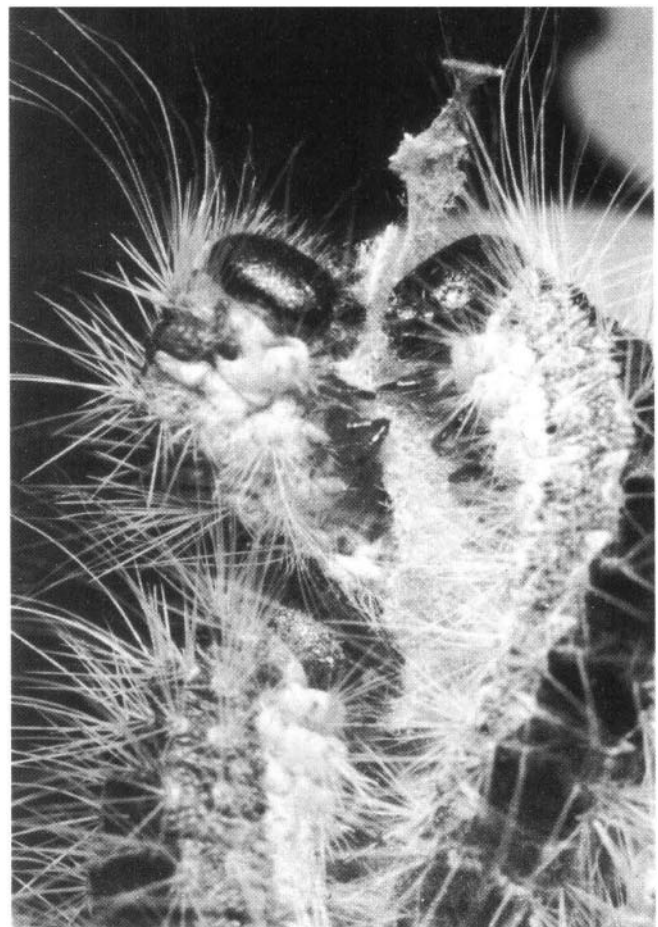


Photo 8 : Chenilles L5 en cours d'alimentation *Thaumetopoea processionea*.
Photo G.D. / INRA

Cryptorhynchus lapathi L. (Col. *Curculionidae*) lui aussi cantonné jusqu'à présent à l'Europe, nuisible surtout aux arbres jeunes ;

• *Paranthrene tabaniformis* Rott. (Lep. *Aegeriidae*), également surtout sur arbres jeunes, répandue dans tout le bassin méditerranéen.

Tous ces foreurs causent de considérables dégâts : déformation du tronc, brisures sous l'effet du vent, pertes de production par dépréciation des bois. Leurs forages constituent aussi des points d'entrée pour l'infection par divers champignons. Plus secondaire est peut-être le Buprestide *Melanophila picta* Pall. Il est cependant considéré comme important au sud de l'Europe, en Turquie, au Maroc.

Autre espèce majeure : *Gypsonoma aceriana* Dupn. (Lep. *Tortricidae*), la tordeuse des bourgeons, extrêmement répandue et très nuisible aux pépinières et aux jeunes plants, par déformation des cimes.

Les défoliateurs apparaissent moins importants, mais des pullulations massives, sporadiques se produisent, avec, localement au moins, d'importants dégâts : c'est surtout *Leucoma salicis* L. (Lep. *Lymantriidae*) ; *L. dispar* peut aussi s'attaquer au peuplier.

Ravageurs des eucalyptus

Le plus important est le Cerambycide xylophage *Phoracantha semipunctata* F. Extrêmement ubiquiste, il a "suivi", à terme, l'expansion des *Eucalyptus* à travers le monde entier et occupe maintenant la totalité du bassin méditerranéen. Sa dynamique est littéralement "explosive" et la quasi totalité des espèces importées dans la région sont attaquées. Il s'attaquerait surtout à des arbres débilisés, mais même très faiblement et passagèrement, étant capable de détecter des déficiences légères, non perceptibles visuellement.

A côté de celles de *Phorocantha*, les déprédations de *Gonipterus scutellatus* Gyll. Curculionide phyllophage, apparaissent presque dérisoires, de même que celles de *Ctenarytaina eucalyptii* Mark. (Hom. *Psyllidae*). Ces deux espèces sont d'introduction récente. Le premier est économiquement nuisible surtout à la production de feuillages ornementaux pour fleuristes. Les dommages du second, sur jeunes *E. globulus* essentiellement, sont "plus spectaculaires que graves".



Photo 9 : Chenilles d'*Euproctis chrysorreae*, le Cul Brun Photo G.D. / INRA

III.- Ampleur des dommages

Beaucoup d'éléments font défaut pour une évaluation chiffrée objective des dommages. Les données manquent, et les évaluations lorsqu'elles sont faites, le sont surtout en termes de dégâts tels que :

- taux de défoliation ;
- nombre ou proportion d'arbres détruits ou tarés (ex : par *Rhyacionia*, par des attaques de processionnaire dans de jeunes peuplements) ;
- superficies attaquées (ou traitées) par exemple : 125 000 ha traités contre *L. Dispar* en Espagne, de 1972 à 1975 ; 8 300 ha attaqués en Tunisie en 1969 ; plus de 42 000 ha traités en Algérie contre la processionnaire du pin en 1985-86, etc.

Bien plus rares sont les évaluations directes en termes monétaires telles que celle faite en Espagne en 1970 (310 à 563 pesetas par hectare sur trois ans selon le niveau d'infestation sur un jeune peuplement de *P. radiata* attaqué par la processionnaire).

Rares aussi sont les estimations en pertes de croissance ou en termes de dépréciation des produits (qui pourraient déboucher sur une évaluation chiffrée) : on a estimé à 35 % sur 25 ans, la perte en croissance radiale de *P. nigra nigricans* dans les parcelles les plus attaquées du Mont Ventoux (France), à 20 % sur 28 années, la perte sur *P. nigra laricio* en vallée du Niolo en Corse, et à 30 % la perte d'accroissement du liège, l'année qui suit une défoliation complète par *Lymantria dispar*.

Mais le dommage économique réel ("l'impact") a d'autres composantes plus indirectes, beaucoup plus difficiles encore à évaluer, telles que les conséquences, parfois onéreuses, de perturbation, des plans d'aménagement, ou les dommages plus indirects encore, très difficilement évaluables, qui peuvent découler de la destruction d'une forêt de protection (bassin versant de restauration des terrains de montagne (RTM) ou de défense de restauration des sols (DRS)., "barrage vert" algérien) ainsi que, dans les peuplements d'aménité, les nuisances de tous ordres, parmi lesquelles les urtications provoquées par certaines espèces.



Photo 10 : Larves caractéristiques de *Phoracantha semipunctata*.

Photo G.D. / INRA

IV.- Moyens et techniques de prévention et de lutte

Mesures et techniques préventives

Choix des essences : le discernement dans le choix des essences, des provenances, des clones doit présider aux opérations de plantation et de reboisement ; ceci à deux égards :

Adaptation au milieu (sol-climat) : éviter les "erreurs écologiques", telles que plantations de certains conifères sur sols trop hydromorphes : les déséquilibres qui s'ensuivent prédisposent les arbres même encore jeunes aux attaques de "secondaires" (cas observés par exemple au Maroc sur *P. Pinea* et *P. pinaster* avec *Orthothomicus erosus*, ou en France sur *P. pinaster* avec *P. Castaneus*). Les conditions de sol peuvent même favoriser l'attaque par des ravageurs primaires, comme pour *R. buoliana*.

Certains reboisements en pin d'Alep en France ont souffert, à des degrés divers, du grand gel de janvier 1985, avec par la suite des infestations de Scolytides qui se sont reportées même sur les arbres peu atteints par le gel. Les plants à l'origine de ces peuplements étaient issus de graines de provenances "indéterminées", mais pour partie au moins vraisemblablement beaucoup plus méridionales et plus sensibles au gel que les provenances indigènes. De même il serait prudent de n'établir de reboisement en zones semi-arides qu'avec des provenances ayant démontré leur tolérance aux sécheresses prolongées.

Vulnérabilité aux prédateurs : éviter les introductions et des expansions d'essences sans tests préalables de leur vulnérabilité aux prédateurs (et aux maladies) important. L'exemple de *P. radiata* est démonstratif : il a manifesté dans plusieurs pays, une grande réceptivité (avec mort d'arbres jeunes) à la processionnaire, et aussi à *Rhyacionia*. Reste dans certains cas, que pourraient être acceptés certains risques, s'il existe des possibilités d'intervention efficace (traitements par exemple) moyennant une évaluation de la balance entre le profit escompté et le coût des interventions.

Dans quelques cas on peut envisager l'utilisation des provenances moins sensibles ou "résistantes". Des différences notables de sensibilité à *Rhyacionia* ont été relevées selon les provenances, chez *P. nigra*. Mais des interactions complexes milieu (sol, climat) - végétal - insecte peuvent régir cette sensibilité. En France, a été mise en évidence, la résistance probablement intrinsèque, pour partie au moins, de provenances de *P. Pinaster* (une marocaine, une espagnole) à *Matsucoccus feytaudi* ; ces provenances ayant d'ailleurs résisté au grand froid de 1985. En Israël, ont été observées des différences importantes de sensibilité du pin d'Alep à *M. josephi*.

La sélection clonale peut aussi être une voie : par exemple, pour les peupliers et leur sensibilité à *Gypsonoma aceriana*. Dans ce domaine, encore, il a aussi été mis en évidence des différences de réceptivité des peupliers à *C. lapathi* selon les clones. Elles ressortent nettement en dispositif expérimental, mais ne sont pas suffisantes pour assurer la protection contre l'insecte dans des plantations monoclonales.

Conduite des peuplements : pour les plantations, la prévention commence dès la pépinière, en ce qui concerne notamment la conformation des racines des jeunes

plants. Par exemple, chez les *Eucalyptus*, très délicats sur ce point, le moindre vrillage ou la moindre torsion racinaire au niveau du collet du semis peut avoir pour effet ultérieur, après plantation et croissance, des "étranglements" et un enracinement général défectueux ; l'affaiblissement qui s'ensuit favorise l'implantation de *Phoracantha*. Lors de la plantation, et pour des raisons semblables, si l'élevage des plants a eu lieu en godets ou conteneurs, veiller à bien éliminer ceux-ci.

Les peuplements ou arbres sénescents sont particulièrement exposés aux attaques de parasites secondaires, tels par exemple les pins aux attaques de *T. piniperda*. Encore faut-il relativiser la notion de sénescence, laquelle n'est pas fonction uniquement de l'âge des arbres, mais aussi des conditions du milieu (sol, climat), ce dont il faudrait tenir compte pour la détermination, dans les aménagements, des termes d'exploitabilité. De même, faut-il veiller à l'extraction rapide hors forêt des produits d'exploitation ou d'éclaircies ou des chablis pour éviter que s'y multiplient les scolytides.

La diversité des peuplements est souvent considérée comme facteur d'un meilleur équilibre. En U.R.S.S. on a considéré que la plus grande susceptibilité à l'attaque par plusieurs espèces de *P. sylvestris*, introduit comme végétal de "diversion" dans les plantations de *P. pallasiana*, prévient ce dernier de l'attaque par



Photo 11 : Abattage d'Eucalyptus (en Tunisie) attaqué par *Phoracantha semipunctata*.
Photo G.D. / INRA

les insectes. Le système dit "des complexes" mis en oeuvre en Pologne dans les peuplements purs de pin sylvestre consiste, entre autres mesures, à implanter à raison d'environ une pour 10 hectares, des placettes de végétaux variés, fructifères et ou nectarifères de façon à favoriser la nidification d'oiseaux et l'alimentation d'Hyménoptères parasites adultes.

Autres mesures préventives, bien que d'un tout autre ordre : les mesures de quarantaine. Plusieurs instances internationales (FAO/CEE/IUFRO/OEPP) se préoccupent de la question, et émettent des recommandations et des directives aux gouvernements, avec le souci d'harmoniser les points de vue et les réglementations.

Mesures et techniques curatives

Elles peuvent se classer en deux catégories : mesures visant à une protection permanente, telles que l'introduction d'ennemis naturels (lutte biologique) ; mesures temporaires, visant à ramener les populations du prédateur sous le seuil critique : c'est la lutte par traitements suppressifs, mais aussi le piégeage, ainsi que certaines techniques visant à perturber le comportement sexuel : méthodes par "confusion" ou stérilisation de mâles. Ces techniques, expérimentées en agriculture, paraissent peu applicables à la forêt et ne seront pas développées ici.

Lutte biologique : les ennemis naturels ne suffisent pas toujours à juguler le développement des infestations. Ils interviennent en ce qui concerne par exemple les Lépidoptères défoliateurs (processionnaire) comme un facteur "dépendant de la densité", jouant un rôle dans la phase de rétrogradation, mais insuffisants à bloquer le développement d'une progradation.

Les possibilités de lutte par introduction d'ennemis naturels nouveaux restent limitées. Il n'est pas possible en forêt d'envisager des lâchers "inondatifs" périodiques, comme en agriculture (ce qui revient à une mesure temporaire et nécessite la mise au point d'élevages de masse). On en reste donc réduit à des lâchers "inoculatifs" comptant sur la multiplication du parasite ou prédateur pour ramener la population du ravageur à un niveau tolérable. Mais, même en cas d'acclimatation, le succès reste subordonné à la réunion d'un certain nombre de conditions : spécificité - au moins relative - de l'ennemi naturel, peu ou pas de concurrence d'autres ennemis naturels ou d'hyperparasites, absence de ruptures de coïncidence phénologique entre l'ennemi et la proie, etc.

L'introduction en divers pays de *Ooencyrtus kuwanai* n'a pas suffi à enrayer les pullulations de *Lymantria dispar*. Il n'est pas encore possible d'évaluer l'effet réel de l'introduction en France, de *Pauesia cedrobii* parasite de

Cedrobium, bien que l'insecte se soit bien acclimaté et répandu. Les perspectives de succès de l'introduction en Italie et en France de *Patasson nitens*, parasite de *Gonipterus* apparaissent favorables.

Traitements : contre les Lépidoptères sont utilisées deux grandes catégories de produits : certains proprement dit chimiques et les préparations à base de *Bacillus thuringiensis* (B.T.). Des interventions au B.T. ont lieu plus ou moins régulièrement dans tous les pays contre la processionnaire du pin (plus de 33 000 kg ont été épandus en Algérie pendant la campagne 1985-1986) et aussi *L. dispar* (Corse 1974). Il est assez efficace aussi contre *Leucoma salicis*. Parmi les produits chimiques, le diflubenzuron prédomine actuellement pour les traitements contre la processionnaire au moins. Son mode d'action lui confère une importante spécificité et peu de danger pour d'autres éléments de la faune.

L'efficacité à rechercher contre la processionnaire doit être, compte tenu de la dynamique de l'espèce, voisine de 100 %, si l'on veut éviter d'avoir à réitérer annuellement les interventions. Ceci suppose, avec le B.T., une détermination très précise de l'époque du traitement qui doit avoir lieu aux stades encore jeunes ou très jeunes des chenilles, mais après éclosion de la totalité des oeufs. Il y faut donc un dispositif de surveillance et d'avertissement adéquat. Il est aussi de tout intérêt d'intervenir avant le plus fort des dégâts, c'est-à-dire avant la culmination de la gradation de façon à écrêter celle-ci. D'où la nécessité encore d'une surveillance pour le pronostic des pullulations. Les méthodes semblent au point pour la processionnaire.

Le diflubenzuron a été également utilisé en Espagne contre *Lymantria dispar*. Le lindane en pulvérisation précoce permet une assez bonne protection contre *Saperda carcharias*. Le trichlorfon, le fention, le diméthoate, entre autres ont été utilisés en Espagne contre *R. buoliana*. Le diéthion, peu toxique et inoffensif pour les abeilles, est efficace contre *M. feytaudi*. Les pyréthoïdes de synthèse, comme la déltaméthrine



Photo 12 : Traitement aérien contre la processionnaire du pin dans les jeunes reboisements d'Algérie.
Photo G.D. / INRA

offrent aussi des perspectives. La gamme des produits est large, et les possibilités n'ont certainement pas toutes été explorées, restant entendu que le bilan économique et écologique est à assurer. Dans beaucoup des cas cités, il s'agit d'interventions ponctuelles dans l'espace et dans le temps : pour *M. feytaudi*, elles sont restreintes, en France à des espaces verts, publics ou privés. Jusqu'à présent, les interventions à grande échelle ont été dirigées surtout contre les grands défoliateurs. Les traitements aériens sont généralement privilégiés : une bonne part de leur efficacité est subordonnée à un jalonnement précis des zones à couvrir. Les traitements au sol restent cependant adéquats, surtout sur peuplements jeunes, en terrain peu accidenté. Les traitements à ultra bas volume (U.L.V.) peuvent apporter des solutions aux problèmes logistiques d'apport d'eau.

Piégeages : la technique des arbres pièges a été souvent conseillée contre les Scolytides mais se trouve, en ce qui les concerne, dépassée. Elle a aussi donné quelques résultats contre *Phoracantha*. On utilise aussi des troncs pièges, arbres fraîchement coupés, à détruire et à renouveler périodiquement pendant toute la durée d'essaimage.

Concernant les Scolytides le piégeage artificiel par phéromones d'agrégation tend à se développer. Les préparations commercialisées ne visent encore que deux espèces *Ips typographus* et *Trypodendron lineatum* mais d'autres contre *I. sexdentatus*, *T. piniperda*, *O. erosus*, sont à l'étude. Selon certaines constatations sur le typographe, les piégeages seuls ne résolvent pas entièrement le problème en cas de "crise". Ils sont à compléter par l'enlèvement, avant essaimage, des arbres cependant attaqués. Mais l'exécution de cette mesure est grandement facilitée par la réduction de leur nombre.

Le piégeage des Lépidoptères (par phéromones sexuelles) s'est beaucoup développé. Plus qu'à la lutte proprement dite, ces piégeages sont utiles surtout à un suivi, une surveillance, de niveau de population, moyennant cependant une évaluation correcte de leur représentativité.

Lutte intégrée et gestion phytosanitaire : l'expérience démontre qu'il est bien rarement possible d'assurer une maîtrise totale, en tout temps et tous lieux, au moyen d'un seul type de mesure. D'où la nécessité de concevoir des combinaisons desquelles le recours à des traitements insecticides n'est pas à exclure. En vue de restaurer les conditions d'une maîtrise effective, réduire une population potentiellement menaçante. C'est la notion de lutte intégrée, combinaison raisonnable et raisonnée, aussi harmonieusement que possible des divers procédés concevables, en fonction des connaissances acquises sur le ravageur, sur le végétal, sur le milieu et sur les interrelations.

Le concept de "Pest management" ou "gestion phytosanitaire" qui tend actuellement à prévaloir recouvre implicitement celui de la lutte intégrée, en y incorporant les considérations économiques. Il peut se définir comme la recherche de "la réduction des problèmes ravageurs, par des interventions choisies avec le maximum de précision selon

l'intérêt le plus grand pour l'activité humaine, moyennant acquisition de la compréhension de leurs systèmes biologiques et prévision des conséquences tant écologiques qu'économiques de chaque intervention."

C'est une démarche synthétique, qui suppose la définition des seuils de nocivité économique (au sens le plus large du terme), donc une quantification des effets de l'insecte sur l'hôte (et inversement), une quantification des effets (immédiats et à terme) des interventions sur les insectes visés, mais aussi sur l'écosystème : donc aussi l'acquisition de méthodes fiables d'évaluation des populations. Ceci suppose à son tour la connaissance des insectes eux-mêmes, de leur biologie, de la dynamique de leurs populations et des facteurs qui les régissent. Et aussi la connaissance des interactions écosystèmes-populations qui ne peut être acquise qu'à l'échelle du massif forestier dans son ensemble (ex. : études sur la processionnaire, dans la Vallée du Niolo en Corse, ou études sur *L. Dispar* en forêt de la Mamora au Maroc).

V.- Perspectives et actions possibles

En dépit d'incontestables progrès en certains domaines la situation phytosanitaire d'ensemble peut rester préoccupante. Les statistiques et les renseignements font quelque peu défaut pour l'apprécier avec quelque exactitude et évaluer ses conséquences de tous ordres. Et à des espèces autochtones d'insectes, sont venues se joindre des espèces nouvelles introduites. Certaines relativement bénignes mais d'autres (*Phoracantha*) beaucoup plus dangereuses. Le fait en lui-même montre que l'introduction ou l'expansion d'autres espèces reste une menace à ne pas exclure.

L'élaboration de la stratégie globale de lutte que constituent la lutte intégrée et la gestion phytosanitaire suppose des connaissances approfondies, non seulement sur les insectes eux-mêmes, mais aussi sur l'ensemble du fonctionnement de l'écosystème, dont

des études elles aussi intégrées, sur un long terme et par des équipes importantes. Il faut admettre et faire admettre que les recherches visant à la compréhension des systèmes, n'ont de sens et n'auront le résultat recherché que si elles prennent en compte non pas seulement les périodes de culmination, mais aussi, toutes les phases de la gradation. Or, la "sensibilisation" aux problèmes tend bien vite à s'éteindre dès lors que s'éteignent aussi les pullulations.

La démarche "gestion phytosanitaire" dans son intégralité est cependant très sophistiquée. Elle suppose aussi des moyens (en personnels qualifiés surtout) dont ne disposent pas toujours certains pays de la région méditerranéenne. Mais des approches partielles, dans l'esprit de la démarche générale, paraissent dès maintenant possibles.

Ceci étant, le Comité est invité à débattre des actions à entreprendre qui pourraient être les suivantes :

Au niveau national

- La sensibilisation des gestionnaires à l'intérêt et l'importance de mesures "préventives", en ce qui concerne le choix des essences, des provenances, des clones ; et les incitations à expérimentations en cette matière ;

- expérimentations et recherches visant à l'optimisation des interventions par traitement en vue d'en réduire la fréquence, d'en accroître l'efficacité, d'en assurer le maximum de sécurité à l'égard des hommes comme des milieux ;

- la création ou le développement de structures de surveillance phytosanitaire des forêts à voca-

tion non seulement d'alerte mais aussi d'établissement de statistiques et aussi de surveillance intensive à effet d'évaluation des infestations tant pour le pronostic de pullulation de ravageurs majeurs, que pour l'appréciation des résultats d'éventuelles interventions ;

- des évaluations plus précises de l'impact des ravageurs ;

- la poursuite et le développement d'études coordonnées sur la dynamique des populations des ravageurs majeurs ;

- la mise en place ou le développement de structures chargées de l'application de règles de quarantaine.

Au niveau régional

- La mise en place de structures et de moyens d'échanges

rapides de renseignements et de transfert de connaissances et de "savoir faire" technique,

- le développement de réseaux de formation de personnels de surveillance phytosanitaire et de quarantaine ;

- l'élaboration de bibliographie analytiques communes sur les ravageurs les plus importants ;

- l'instauration ou le développement de groupes de travail - avec dotation de moyens - sur ces mêmes ravageurs, comprenant non seulement chercheurs, mais aussi praticiens ;

- un développement des échanges de chercheurs, stagiaires, étudiants avancés ;

- la recherche de possibilités d'expérimentations conjointes.

D.S.



Photo 13 : Cèdres de l'Atlantique (forêt du Bélezma en Algérie) morts sous l'action des insectes déprédateurs et des champignons parasites.

Photo G.D. / INRA