
Pin maritime

et *Matsucoccus Feytaudi* Duc.

Etat actuel de la question

par Daniel SCHVESTER

1. L'évolution du dépérissement

Après avoir envahi d'abord le Massif des Maures, puis l'Estérel, la Cochenille *Matsucoccus feytaudi*, cause première du **dépérissement du Pin maritime** a, il y a quelques années, colonisé les peuplements des Alpes Maritimes, et a été récemment observée en Italie, au-dessus notamment, de San Remo. On connaît les conséquences de cette invasion : près de 120 000 hectares détruits ou hâtivement exploités en France. Menaces sur l'ensemble du pourtour méditerranéen et sur la Corse.

Daniel SCHVESTER
I.N.R.A. Station de Zoologie
Forestière
Avenue Vivaldi
84000 Avignon

1.1. A l'échelle de l'individu-arbre

Considéré à cette échelle, le schéma d'évolution du processus est le suivant :

- Installation, en plus ou moins grand nombre, de *Matsucoccus*. Cette première colonisation est effectuée par de jeunes larves qui commenceront à se multiplier l'année suivante, après développement. Le vent est le vecteur primordial de ces larves, produites en mars-avril en grande quantité (300 à 350 par femelle-mère). Les toutes premières années de la colonisation et de la multiplication n'amènent généralement aucun symptôme chez l'arbre.

- Après un délai de multiplication évalué selon diverses conditions à 2-4 ans, apparaissent les symptômes. Selon, encore, les conditions, ceux-ci sont extériorisés par l'arbre avec plus ou moins d'acuité et de rapidité dans leur succession : Ils consistent d'abord en exsudations de résine des troncs, puis en altérations des extrémités des rameaux : les pousses annuelles, en nombre croissant, d'année en année montrent des aiguilles raccourcies,

plus ou moins décolorées à jaunies, puis, souvent se desséchant. Ces symptômes foliaires traduisent une multiplication déjà importante de *Matsucoccus* sur le tronc et les grosses branches. Ils sont dus à l'implantation, au printemps, de larves (celles-ci sont mobiles les premiers jours) qui, ayant « buté » sur le bourgeon devant donner naissance à la pousse annuelle, se sont fixées à ce niveau. L'annellation ainsi induite se traduit en outre par une tendance des rameaux à la cassure sous l'effet des vents.

- L'affaiblissement progressif de l'arbre, le rend réceptif à tout un cortège de ravageurs xylophages « secondaires ». De nombreuses espèces (*Scolytidae*, *Cerambycidae*, *Buprestidae*) ont été observées, mais le plus actif est *Pissodes notatus* F. Son installation commence généralement par le développement d'individus « pionniers », au niveau des lésions libériennes induites par *Matsucoccus*, qui sont le siège d'élection de ses premières pontes. Il en résulte une accélération de l'affaiblissement et l'implantation de nouveaux individus, *Pissodes* ou autres espèces, qui se traduit finalement par la mort de l'arbre.

La durée de l'ensemble de ce processus peut être évaluée à environ 5-7 ans. L'arbre survit si, pour une raison quelconque, il ne se trouve pas attaqué par les xylophages. Sur les survivants, on observe alors une chute considérable de la population de *Matsucoccus*. Cette « régulation » procède d'un ensemble de causes : les larves de *Matsucoccus* ne survivent et se développent que si elles peuvent implanter leurs stylets dans des tissus de liber frais, ce qu'elles trouvent le plus généralement au fond des anfractuosités des écorces au niveau des lignes de clivage du rhytidome et du liber. Les possibilités d'implantation ne sont donc pas infinies. Ces tissus colonisés une première fois, deviennent impropres à une nouvelle implantation. D'autre part interviennent des réactions propres à l'arbre : réactions tissulaires telles peut-être que la production d'assises subéreuses, et colmatage des fissures par de la résine (1). Il est donc, hautement probable que, sans l'intervention de xylophages, la proportion d'arbres survivants serait beaucoup plus élevée.

(1) Les écoulements abondants de résine en gros glomérules d'abord rosâtres, puis blanchâtres, parfois fort nombreux sur un même arbre au point de lui conférer un aspect de « chandelle » sont dûs aux attaques d'un Lépidoptère : *Dio-ryctria splendidella* dont la femelle pond au niveau de lésions dues à *Matsucoccus*. Cet insecte ne met pas la vie de l'arbre en cause et la résine ainsi émise, contribue à colmater les anfractuosités.

Photo 1. — *Matsucoccus feytaudi* DUC. Larves de deuxième stade en place sur tronc de Pin MARITIME (vu après enlèvement d'une écaille du rhytidome).



Photo 2. — Début de symptômes foliaires sur un arbre : quelques rameaux jaunis et cassés ("flagging").

1.2. A l'échelle du peuplement

Au niveau d'observation du peuplement, différentes phases ont pu être distinguées :

— « Infiltration » — C'est-à-dire implantation des premiers insectes apportées par le vent et début de leur multiplication. Aucun symptôme n'est encore visible.

— « Noyautage » — Apparition de symptômes çà et là sur des arbres épars dans le peuplement, puis tendance à la formation de « taches » de Dépérissement par « contagion » à partir de ces arbres.

— « Généralisation » — Les « taches » ci-dessus ont tendance à se rejoindre. De plus en plus d'arbres périclent.

— « Phase résiduelle » — L'effectif global des arbres morts ayant atteint un maximum, le nombre d'arbres qui meurent annuellement décroît. Il restera finalement un certain nombre de survivants en plus ou moins bon état.

Le processus ainsi décrit correspond à la « primo-invasion » par *Matsucoccus*, de peuplements où il ne préexistait pas. Les observations démontrent en effet, au-delà de tout

doute raisonnable, que *M. FEYTAUDI* a été **introduit**, en région méditerranéenne, en provenance probablement de la zone atlantique, où il avait été découvert à l'état « endémique » dès 1938.

Ce schéma a été semblable pour tous les peuplements successivement envahis, et c'est ainsi, encore actuellement qu'il se déroule dans les peuplements des Alpes Maritimes et de San Remo. Le rôle des ennemis naturels notamment de la punaise Anthocoride *Elatophilus nigricornis* ZETT, lors de cette primo-invasion n'a été, dans la plupart des cas que très réduit. Diverses observations laissent à penser de façon à peu près certaine que cette espèce préexistait dans le milieu, mais à l'état de rareté, son régime alimentaire n'étant pas précisé (petits arthropodes corticoles ?). Elle s'est trouvée avoir des affinités alimentaires particulières pour *Matsucoccus* et s'est multipliée à la faveur de la multiplication de celui-ci. Mais en primo-infestation sa propre multiplication n'intervenait, par rapport à celle de la Cochenille, que beaucoup trop tard pour avoir un effet freinateur notable.

Toutefois, la vitesse et l'intensité du dépérissement ont présenté des variations importantes selon les peuplements, en relation très certainement avec les conditions climatiques. C'est ainsi que quelques peuplements d'altitude, d'ubac, ou en situation plus « continentale » (Mazaugues, Bras, environs de Brignoles) ont conservé bon nombre de survivants et en bon état. D'une étude comparative, effectuée d'une part en zone côtière (Parc de Vaugrenier) et d'autre part à l'intérieur (Mazaugues), il ressort notamment que le dépérissement s'est montré extrêmement rapide dans le premier cas, détruisant la presque totalité des Pins; beaucoup plus lent dans le second, laissant en fin d'évolution près de 50 % de survivants en bon état. Il est apparu en effet que, pour un peuplement donné, plus cette évolution était rapide, plus était faible le taux de survie.

Photo 3. –
Dépérissement
avancé dans
un peuplement.



Ceci s'explique selon nous, par les différences climatiques et leurs diverses répercussions. On peut considérer en effet qu'à l'intérieur (Mazaugues) :

- le climat, d'aridité estivale moindre, est, d'une façon générale, plus favorable à l'arbre;
- il est moins favorable à la multiplication de *Matsucoccus* : Cycle plus tardif. Mortalité plus importante, du fait notamment de pluies printanières plus abondantes. Par contre-coup à cette multiplication moindre, les ennemis naturels ont de meilleures possibilités de se multiplier en temps utile et d'avoir une incidence relativement meilleure;

- le climat est aussi nettement moins favorable à la multiplication des xylophages, et tout particulièrement de *Pissodes notatus* : Cycle plus rapide sur la côte, avec possibilité pour une part de la population de faire deux générations par an. A Vaugrenier, *P. notatus* présentait, par rapport à Mazaugues, une abondance annuelle 17 fois supérieure et une densité annuelle moyenne par arbre atteint près de 11 fois plus élevée.

Un autre point important se dégage de ces observations » c'est le fait que, dans tous les cas, périssent les premiers, les arbres dominés, souffreteux, malvenants.

2. Perspectives actuelles

Que peut-on maintenant espérer, notamment des régénérations naturelles qui, un peu partout, ont succédé aux peuplements anciens détruits ou exploités à blanc « en catastrophe » lors de la primo-infestation.

Il faut considérer pour répondre à cette question, que les données du problème dans les Maures (et il en sera progressivement de même dans les autres zones envahies) sont, sous certains

rapports, assez différentes de ce qu'elles étaient il y a une vingtaine d'années.

En primo-infestation, *Matsucoccus feytaudi* a trouvé des conditions extrêmement favorables à sa multiplication, en particulier, le fait que les pins alors existants, étaient, en très grand nombre, des sujets d'âge tel que leur écorce a offert d'emblée à la Cochenille d'innombrables possibilités de fixation et

de survie. Ceci a favorisé le développement rapide d'un « inoculum » considérable, et pratiquement sans aucun frein naturel.

De même, les populations de xylophages et notamment de *Pissodes*, ont pu se multiplier de façon quasi « explosive » à la faveur de l'affaiblissement des arbres et, concernant le *Pissode*, d'autant mieux que, par la propension à coloniser les lésions dues

à *Matsucoccus*, l'insecte a trouvé des possibilités de multiplication très supérieures à celles que lui confèrent son comportement habituel. *P. notatus* en effet se borne normalement à coloniser des arbres ou parties d'arbres de faible diamètre (jusqu'à 10-15 m). En l'occurrence, il se développait sur des troncs ou parties des troncs de diamètre très supérieur (jusqu'à 40 cm).

Ces diverses circonstances ont engendré un « effet de masse » qui a certainement contribué alors, et à la rapidité, et à la gravité du Dépérissement, que la quasi continuité des peuplements des Maures favorisait d'ailleurs.

Actuellement, après plus de vingt années, *Matsucoccus feytaudi* est à considérer comme installé de façon « endémique » et répandu un peu partout. On sait, d'une façon très générale – c'est un véritable « postulat écologique » – qu'une introduction nouvelle d'un Insecte ravageur se traduit souvent par des pullulations de caractère « explosif » après lesquelles entrent en jeu différents facteurs de rééquilibrage qui, dans une plus ou moins grande mesure, contribuent à un freinage des pullulations.

En ce qui concerne les actuels peuplements de régénération naturelle, et du fait du caractère désormais endémique de *Matsucoccus*, ils sont à considérer comme infestés dès leur plus jeune âge (on peut en effet trouver des insectes en petit nombre, même sur de très jeunes sujets). Mais l'Insecte, du fait de l'absence ou du nombre très restreint sur l'arbre, de sites favorables à son implantation, se multiplie fort peu. Une multiplication quelque peu importante ne peut avoir lieu qu'à partir de l'époque où les écorces du jeune sujet commencent à se craqueler et à se fissurer, mettant à portée de l'insecte les tissus succulents dont il a besoin (vers 8-10 ans). Le caractère progressif de la fissuration des troncs, d'autre part, n'autorise qu'une multiplication elle-même plus progressive, moins rapide que sur de grands arbres attaqués d'emblée en primo-infestation. Enfin, *Elatophilus nigricornis*, préexiste dans le milieu plus abondamment que par le passé; il est ainsi en mesure de mieux contribuer à freiner la multiplication.

Ces supputations permettaient d'espérer, de la part des régénérations naturelles, un comportement d'ensemble meilleur, ou, en tout cas, différent de celui des peuplements qui les avaient précédé.

Une série d'observations sur ce comportement a été mise en place à partir de 1972, sur un réseau comportant environ 135 « échantillons de peuplements » en conditions d'altitude, d'exposition, de distance à la mer variables.

Il n'est pas possible encore, de fournir un résultat définitif de cette étude. Les observations sont encore à poursuivre, mais, en l'état actuel, on peut schématiser comme suit le comportement d'ensemble des peuplements tel qu'il est traduit par les symptômes de morbidité, et par la mortalité.

Jusqu'à l'âge de 10-11 ans, symptômes nuls. Aucune trace de dégâts par *M. feytaudi* n'est visible et ce, sur l'ensemble des sujets du peuplement. Ceci est un fait *absolument général*. Seules exceptions constatées : les cas où la régénération en question se trouve à proximité immédiate ou sous des arbres âgés, source d'un « inoculum » relativement abondant. Un certain nombre de larves peuvent se porter aux extrémités de rameaux et induire des symptômes. Ceux-ci sont généralement bénins, non généralisés à l'arbre intéressé, et de plus, intéressent souvent des sujets différents une année par rapport à l'autre.

Cette phase correspond au fait que l'apparition des symptômes foliaires est liée à une pullulation déjà importante de *M. feytaudi* sur les troncs. Une telle pullulation ne peut se développer sur les écorces trop lisses des jeunes arbres.

A partir de la 10^e-11^e année, apparition de symptômes d'infestation (exsudations de résines, altération des rameaux) plus grave par la Cochenille, d'abord sur quelques sujets, avec généralisation progressive les années suivantes à l'ensemble du peuplement. Cette phase correspond au début de la fissuration qui permet à *Matsucoccus* de se multiplier davantage sur l'arbre.

Avec cette généralisation, s'instaure progressivement (vers la 12-14^e année), une période de « crise » (ce terme pouvant s'appliquer à la fois à l'arbre, considéré isolément, et à l'ensemble du peuplement), au cours de laquelle la morbidité s'accroît et la mortalité s'accroît considérablement. Actuellement, la plupart des parcelles en observation en sont à ce stade. Ceci correspond à un développement progressif des pullulations de *Matsucoccus* et à leur extension à travers le peuplement. L'augmentation de la mortalité est liée à une sensibilisation aux attaques des xylophages, et tout particulièrement de *P. notatus*, du fait de ces pullulations.

A partir de la 15-16^e année, le phénomène semble se stabiliser. Les manifestations de morbidité ont tendance à s'atténuer, et la mortalité décroît nettement. C'est du moins ce qui semble se dessiner sur quelques parcelles qui ont cet âge. Cette phrase correspondrait à la « régulation » dont il a été question plus haut.

Ce comportement présente par ailleurs des variations de vitesse et d'intensité selon les conditions stationnelles

et selon certaines caractéristiques de peuplement lui-même, ainsi, la densité.

Il est fatal en effet que la mortalité, si on l'exprime en taux global de l'effectif initial, apparaisse comme plus importante à densité élevée qu'à densité moindre surtout précisément qu'apparaît un fait important, et absolument général : c'est (comme d'ailleurs dans le cas des peuplements anciens) que la mortalité frappe d'abord et avant tout les sujets dominés et malvenants.

L'effet des conditions stationnelles sur le comportement des peuplements ne saurait donc être jugé uniquement à travers les taux de mortalité. Il est plus judicieux, à cet effet, de prévoir un « bilan final » tenant compte des arbres survivants (nombre à l'unité de surface) et de leur état général (dimensions, port, état sanitaire). Un tel bilan suppose que la phase de stabilisation soit atteinte partout. Actuellement, 4 à 5 ans paraissent encore nécessaires.

Il est cependant possible dès maintenant de dessiner certaines tendances de l'évolution des peuplements en fonction de conditions stationnelles. Les indications ci-après procèdent d'observations effectuées sur un certain nombre « couples » de stations. Elles sont exprimées non pas en termes de mortalité, mais en termes de « vitesse d'évolution », de la morbidité et de la mortalité, en peuplements de densité comparable. Cette vitesse d'évolution traduit l'intensité et la gravité des manifestations morbides.

– Un effet « exposition » apparaît extrêmement nettement : toutes autres conditions équivalentes l'évolution est beaucoup plus brutale et plus rapide aux expositions Sud et Ouest. Ces expositions ont souvent pour corollaire un sol peu profond mais il semble néanmoins que ce facteur n'intervienne que peu, car on observe également une évolution extrêmement brutale en versant Sud même en stations d'excellente fertilité apparente.

A cet effet « exposition » se superpose un effet « altitude ». L'évolution de la morbidité décroît en vitesse et en intensité avec l'altitude.

Une conjugaison d'effets rend ainsi particulièrement vulnérables les stations des plus chaudes. Celles-ci permettent probablement à *Matsucoccus* un développement plus précoce, mais surtout, favorisent considérablement par accélération du développement, le Pissode dont l'adulte est, au demeurant héliophile.

Les différences interannuelles de conditions climatiques peuvent se traduire par des influences du même ordre, temporaires, et qui se superposent aux effets liés aux conditions stationnelles.

3. Problèmes de la lutte

Que conclure actuellement des constatations, en ce qui concerne la lutte contre *Matsucoccus* ? Nous parlerons ici surtout de « lutte indirecte », c'est-à-dire par mesure sylvicoles de conduite des peuplements (éclaircies en particulier) nous plaçant délibérément dans l'hypothèse où l'on désireait effectivement « produire » du Pin maritime.

3.1. Les éclaircies

Dans un article paru il y a quelques années (Carle; Schvester, 1975) nous préconisons l'éclaircie des peuplements anciens menacés ou en cours d'infestation.

Cette éclaircie devait selon les cas consister soit à éliminer préventivement tous les arbres dominés et malvenants, soit, et complétant au besoin cette « prévention » à éliminer au fur et à mesure qu'ils se manifestent, tous les sujets présentant des symptômes avancés de décrépitude, et ceci, assidûment, à raison de deux opérations annuelles pendant les années les plus critiques.

Les constatations effectuées depuis et qui ont été résumées plus haut confirment l'intérêt de ces préconisations.

Nous connaissons au moins trois exemples où, appliquées (surtout d'ailleurs pour des raisons de « sauvegarde de l'environnement ») elles ont réussi à conserver un caractère de peuplement forestier aux stations ainsi traitées. Il est de fait que, faute d'entretien, la majorité des peuplements des Maures étaient beaucoup trop denses et cela n'a probablement pas peu contribué à la gravité des conséquences de la primo-infestation. Cette extrême gravité, et l'extension territoriale catastrophique qui l'accompagnait à créé une situation telle que dans de nombreux

cas, après quelques essais de « coupes sanitaires », jugés inopérants, et surtout peu compatibles avec les possibilités matérielles, on s'est résolu aux coupes à blanc. Or, celles-ci aboutissent à une véritable « sélection à l'envers », car l'adjudicataire de coupe ne laisse naturellement sur place que des sujets dominés et chétifs sans intérêt pour lui. On peut en outre considérer qu'ont été ainsi enlevés bon nombre de semenciers dont certains peut-être (?) auraient pu présenter des potentialités de résistance génétique (ceci étant une assertion non objectivement vérifiée mais certainement plausible).

En ce qui concerne les peuplements de régénération naturelle, la constatation selon laquelle les sujets dominés – là aussi – disparaissent les premiers plaide également en faveur de leur élimination et de l'éclaircie, en temps utile, de ces régénérations, souvent d'une densité (6000 tiges à l'ha et plus), incompatible avec une bonne vigueur. On pourrait objecter que l'élimination « naturelle » par *Matsucoccus* et les *Pissodes*, aboutit à ce résultat, mais, l'« éclaircie » ainsi provoquée est anarchique, car les bons sujets ne sont pas toujours tous respectés. De plus elle produit surtout ses effets en période de « crise », vers l'âge de 14-15 ans, et les arbres survivants ont alors subi d'importantes conséquences d'une concurrence active, et qui risquent de se répercuter sur plusieurs années encore.

De notre point de vue exclusivement « phytosanitaire » il serait nécessaire et suffisant que cette éclaircie intervienne au plus tard à l'apparition des premiers symptômes, c'est-à-dire vers l'âge de 10-11 ans. Mais d'un point de vue sylvicole, se fondant sur les observations sur la réaction des arbres lors de quelques essais tentés dans ces conditions, P. DELABRAZE (comm. orale) considère comme nécessaire d'effectuer ces éclaircies en deux temps : un premier dépressage vers l'âge de 4-6 ans, selon densité et vigueur, suivi de l'éclaircie proprement dite vers 10-11 ans.

Les quelques essais d'éclaircie sur régénérations auxquels il vient d'être fait allusion, sont encore d'installation trop récente pour que toutes les conclusions puissent en être tirées. Mais, comparativement aux témoins non éclaircies, on constate à 14-15 ans

un meilleur port général des arbres, une mortalité faible et des symptômes morbides atténués.

Dans le même esprit et afin de conférer la meilleure vigueur possible aux Pins, surtout dans les jeunes âges, il conviendrait d'accompagner l'éclaircie, d'un débroussaillage. L'arbousier et la bruyère arborescente en particulier apparaissent comme très compétitifs pour le Pin. Il en est de même d'ailleurs du Chêne-liège et, à cet égard une constatation générale a pu être effectuée : l'impossibilité pour une régénération naturelle du Pin maritime, étant donné cette concurrence, de survivre aux attaques de *Matsucoccus* et son cortège, sous couvert de Chêne-liège.

3.2. Le choix des stations

Resterait à déterminer les critères – les plus simples possible – de choix des stations dans lesquelles, compte tenu du comportement des arbres, on peut espérer maintenir le Pin maritime en bonnes conditions. Nous avons donné plus haut quelques indications qui peuvent être actuellement tirées des observations en cours, et, malgré l'extrême diversité du Massif des Maures, on peut espérer arriver à définir, à l'usage de l'aménagiste, un certain nombre de critères de choix des stations. Mais il est nécessaire d'attendre que puisse être réalisé un bilan final du comportement des peuplements par rapport aux caractères du milieu.

3.3. La lutte directe

Il s'agit bien entendu de lutte chimique. Pour des raisons aussi bien économiques qu'écologiques, elle n'est pas applicable à la forêt proprement dite et n'est appliquée (à raison selon les années de 50 à 70 000 arbres environ) qu'à la sauvegarde d'espaces verts publics ou privés. Précisons, à l'usage des « alarmistes ».

– Que le produit utilisé de préférence, le Diéthion, est relativement peu toxique; et considéré d'autre part comme inoffensif pour les abeilles.

– Que le caractère à la fois restreint (valeur de 50 à 100 hectares au plus par an), et très fractionné des surfaces traitées, et que les époques d'application sont de nature à minimiser au mieux les répercussions possibles sur les autres éléments de la faune.

De plus, connaissant par ailleurs la vitesse de multiplication de la Cochenille, on doit considérer qu'il n'est pas indispensable de répéter le traitement tous les ans sur les mêmes arbres et qu'une cadence biennale, voire triennale serait très suffisante. Mieux encore, quelques observations donnent à penser qu'il serait – au moins dans certains cas – suffisant de procéder à une ou deux campagnes de traitements seulement à un stade d'évolution convenable du processus de multiplication de *Matsucoccus*. Ces traitements auraient pour effet « d'écarter » les maximums de pullulation, stade auquel l'arbre est le plus exposé à l'attaque des xylophages et ainsi de « l'aider » à franchir ce stade, et à atteindre la phase de « régulation » dont nous avons parlé plus haut, caractérisée par une chute de la multiplication de *Matsucoccus* et des niveaux de population par conséquent anodins.

D.S.

Bibliographie

- CARLE P. (1973). – Le Dépérissement du Pin mésogéen en Provence. Rôle des Insectes dans les modifications d'équilibre biologique des forêts envahies par *Matsucoccus feytaudi* DUC. (Coccoidea, Margarodidae). Thèse Univ. Bordeaux N° 337, 174 p.
- CARLE P., SCHVESTER D. (1975). – Perspectives d'avenir du Pin maritime en provenance. *R.F.F.* (27 (5) p. 339-350 (paru en 76).
- RAOUL DE PONTIVY G. (1978). – Contribution à l'évolution dans les peuplements méditerranéens de Pin maritime du dépérissement à *Matsucoccus feytaudi* (DUC) et des biocénoses associées de ravageurs subcorticaux. Thèse Doct. d'Université en Sciences. Université d'Aix-Marseille Faculté des Sciences St Jérôme – Marseille 202 pages.
- RIOM J., GERBINOT B., (1977). – Etude biologique et écologique de la Cochenille du Pin maritime : *Matsucoccus feytaudi* (Coccoidea, Margarodidae) dans le Sud-Est de la France. I. Biologie Générale, Phénologie. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* (INRA) T9, N° 1, pp. 11-50.
- RIOM J., FABRE J.P. (1977). – Etude biologique de la cochenille du Pin maritime (*Matsucoccus feytaudi*) dans le Sud-Est de la France. II. Régulation du cycle annuel. Comportements des stades mobiles. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* (INRA) T9, n° 2 pp. 181-210.
- RIOM J. (1977). – Etude biologique et écologique de la cochenille du Pin maritime *Matsucoccus feytaudi* dans le Sud-Est de la France. III. Structure des populations sur l'arbre. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* T9, n° 4, pp. 709-732.
- RIOM J. (1977). – Biologie et écologie des populations de la Cochenille du Pin maritime *Matsucoccus feytaudi* DUC 1042. Thèse Univ. Bordeaux n° 660-257 p.
- SCHVESTER D. (1976). – La méthode des « tables de vie » pour l'estimation de l'impact des Insectes (notamment *Matsucoccus feytaudi*) sur les peuplements de régénération naturelle de *Pinus maritima* (MILL.) XVI^e Congrès IUFRO – OSLO.
- SCHVESTER D. (1974). – Bio-écologie des *Matsucoccus* (Coccidae, Margarodidae) en particulier de *Matsucoccus feytaudi* DUC. « Ecologie Forestière in P. Pesson. La Forêt : son climat, son sol, ses arbres, sa faune » – Gauthier-Villars ed. Paris 241-256.