INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II

COMPLEXE HORTICOLE D'AGADIR

DEPARTEMENT DE PROTECTION DES PLANTES

UNITE D'ENTOMOLOGIE

LES PRINCIPAUX SCOLYTIDES INFEODES AUX ARBRES FRUITIERS ET FORESTIERS AU MAROC

Par

Pr. BENAZOUN Abdeslam

AVANT PROPOS

Les scolytes menacent-ils nos vergers et nos forêts ? C'est la question que je me suis toujours posé depuis que j'ai commencé à les connaitre. Plus inquiétant encore, les scolytes sont des ravageurs auxquels ne prêtent attention au Maroc que certains chercheurs et ingénieurs des institutions de recherche, d'enseignement, de développement et de protection phytosanitaire, sous prétexte qu'ils soient secondaires ou de faiblesse. Toutefois au moment de leur explosion démographique, ils créent les surprises. En effet au fil des années je me suis permis de tendre vers un ton affirmatif: "Des millions d'arbres de notre patrimoine fruitier et forestier sont menacés". La menace est donc certaine.

Le livre " **Les principaux Scolytides des arbres fruitiers et forestiers au Maroc**" que je présente est le premier de son genre dans notre pays, si non en Afrique; il se veut avant tout une synthèse des recherches consacrées à ce groupe d'insectes au Maroc aussi bien en verger qu'en forêt depuis plus de quarante ans. Il a pour ambition d'inviter chacun de nous à se familiariser avec ces bestioles et à adopter un système de contrôle et de suivi de leurs populations.

A l'aide d'exemples précis et concrets, nous insistons sur des volets qui s'intéressent aux critères d'identification, aux méthodes d'étude, aux cycles biologiques, aux facteurs de la dynamique des populations, et aux mesures envisageables pour limiter leurs pullulations.

Bien que des centaines d'articles soient publiées sur les "Scolytes" à travers le monde, la production scientifique marocaine sur ces *Coléoptères* reste très maigre. Ce sont des insectes très peu connus, mais qui rappellent en qualité de "xylophages" quelque chose de "très difficile" à repérer, à suivre et à manipuler. Pour plusieurs agriculteurs, ils ne constituent pas une priorité économique à cause de leur caractère secondaire; d'autres ravageurs seraient plus importants et justifieraient plus d'attention

et de suivi. C'est vrai dans un sens, mais ce genre d'argument n'acquitte en aucun cas notre négligence, jusqu'à l'arrivée du mal. C'est à la fois pour combler ces lacunes et actualiser les recherches que nous avons conçu ce travail.

Le caractère international des scolytes nous a poussé à élaborer cet ouvrage pour sensibiliser la communauté agricole marocaine (agriculteurs, techniciens, ingénieurs agronomes, phytiatres ou horticoles, étudiants…) sur l'intérêt économique de ces ravageurs et de lui éclairer leurs particularités scientifiques au cours de leur évolution aérienne et subcorticale.

Il est possible que le présent document ne puisse répondre à toutes les questions posées par le lecteur sur ces insectes, mais il y trouvera les critères d'identification, les principes du cycle, les méthodes d'étude, les techniques d'observation et de suivi, les auxiliaires qui leur sont associés, les mesures préventives de lutte et autres. C'est dans ce sens que nous avons essayé de traiter différents volets répartis en chapitres:

- Le premier chapitre classe les scolytes et décrit les différents stades de leur développement;
- le deuxième chapitre situe les aires de leur répartition géographique à travers le monde;
- le troisième souligne l'impact et l'intérêt économique;
- les chapitres IV et V traitent les grandes lignes de leur régime alimentaire et de leur biologie;
- le sixième chapitre expose les méthodes d'études qui peuvent être appliquées à chacune des phases de l'activité des scolytes associés à la faune auxiliaire: Analyse de la composition démographique des populations, suivi de l'activité aérienne des adultes depuis la sortie jusqu'à la pénétration, étude de l'hivernage. Je pense que cette présentation a l'avantage de sensibiliser le lecteur à la nécessité d'intégrer ces techniques dans la prévention des infestations;
- les chapitres VII à XII décrivent par essence fruitière et forestière, les principales espèces de scolytes d'intérêt économique;

- le 13ème chapitre, dresse l'inventaire des principaux ennemis naturels des Scolytes et donne une idée sur leur contribution comme facteurs de limitation de leurs populations;
- enfin, le dernier chapitre met à la disposition du lecteur une série de mesures (chimiques, prophylactiques, biologiques, psychiques …) qui peuvent être développées et améliorées selon les cas pour lutter préventivement contre d'éventuelles menaces encourues par les scolytes.

Le travail que j'expose ici est le résultat de toute une série de travaux de prospection et de recherche, entrepris depuis 1980 en France sur les scolytes du pin, et au Maroc sur ceux des arbres fruitiers à noyau et de l'olivier. Certains scolytes sont extraits d'articles ou d'ouvrages de quelques auteurs ayant travaillé sur place ou ayant rencontré à titre occasionnel une ou quelques espèces lors de leurs visites ou missions au Maroc. En tout cas, toutes les références utilisées sont citées à la fin du livre; elles permettent au lecteur de trouver une bibliographie d'intérêt général qui complètera utilement notre démarche.

A cette occasion, je tiens à exprimer ma profonde gratitude aux défunts Daniel Schvester et Jean Pierre Charles (ex-Directeurs respectifs des stations de l'INRA de Zoologie Forestière d'Avignon et d'Orléans), qui ont dirigé une grande part de mes travaux sur les scolytes du pin et de l'amandier *Scolytus* (*Ruguloscolytus*) *amygdali* entre 1980 et 1988.

J'exprime ma respectueuse reconnaissance à Mme Raccaud J. Shoeller, Professeur et ex responsable du laboratoire de Physiologie des insectes à l'Université Pierre et Marie Curie. Elle a suivi de près ma carrière post universitaire et encouragé toutes mes initiatives scientifiques.

Je dois également ma profonde gratitude à MM Bekkali Abdellah et Sedrati M'hamed, ex directeurs de l'Institut et Vétérinaire Hassan II, pour l'encouragement et les facilités accordées pour réaliser mes travaux sur les Scolytides.

Je remercie vivement tous mes ex étudiants et techniciens ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ces études entre 1981 et 2017.

Mes sincères remerciements vont également à MM. Michel Guillon (ingénieur agronome et directeur scientifique du Groupe Arysta Life et Calliope) et Hansali Mustapha (Directeur de Cali Maroc) pour leur soutien financier et leur bonne coordination du programme de lutte contre le scolyte de l'amandier par l'utilisation des phéromones d'agrégation.

SOMMAIRE

	Page
PREFACE	--
AVANT PROPOS	01
SOMMAIRE	05
INTRODUCTION	10
	--
CHAPITRE I / DESCRIPTION ET CLASSIFICATION	14
I. MORPHOLOGIE GENERALE	14
II. ANATOMIE	19
III. DEVELOPPEMENT POST- EMBRYONNAIRE	25
IV. POSITION SYSTEMATIQUE	26
	--
CHAPITRE II / REPARTITION GEOGRAPHIQUE	35
	--
CHAPITRE III / NATURE DES DEGATS	38
I. TROUS DE PENETRATION	38
II. SYSTEME DE GALERIES	38
II.1- Galerie maternelle ou galerie de ponte	38
II.2- Galeries larvaires	39
II.3- Logettes d'hibernation ou d'estivation	39
	--
CHAPITRE IV / REGIME ALIMENTAIRE DES SCOLYTIDES	42
I. SPECIFICITE ET POLYPHAGIE	42
II. PRIMARITE ET SECONDARITE DES SCOLYTES	44
III. APERÇU SUR L'PPETENCE	45
IV. PREFERENDUM ALIMENTAIRE	47
V. MODALITES DE NUTRITION CHEZ LES SCOLYTES	50
VI. RÔLE DES SYMBIONTES CHEZ LES SCOLYTES	51

CHAPITRE V/ DONNEES SUR LA BIOECOLOGIE DES SCOLYTES 53

I. GRANDES LIGNES DU CYCLE BIOLOGIQUE D'UN SCOLYTIDE 53

I. 1 Activité aérienne 53

I. 2 Activité subcorticale 53

I.2.1. Forage des système subcortical (Accouplement + ponte) 53

I.2.2. Accouplement à l'extérieur du système (Monogamie) 54

I.2.3. Accouplement à l'extérieur du système (Polygamie) 55

I.2.4. Développement larvaire 58

I.2.5. Développement nymphal 58

I. 3 Potentiel reproducteur 59

I.3.1. Sex-ratio 59

I.3.2. Fécondité 60

II. MODALITES DE L'ATTAQUE 60

II. 1 Dispersion des adultes après essaimage 61

II. 2 Sélection de l'hôte ou Attraction primaire 61

II.2.1. Réceptivité de la plante hôte 61

II.2.2. Spécificité du végétal 63

II.2.3. Déterminisme de l'hôte 64

II. 3 Concentration ou Attraction secondaire 67

II.3. 1. Rôle des phéromones dans le processus d'installation 68

II.3. 2. Rôle de l'acoustique dans la vie des Scolytides 70

II. 4 Etablissement et colonisation 71

--

CHAPITRE VI / METHODES D'ETUDE DES SCOLYTIDES 74

I. ELEVAGES 74

I. 1 Les cages ou boites 74

I. 2 Les cages grillagées et manchons d'émergence 74

I. 3 Les éclosoirs 75

I. 4 En milieu artificiel (Boites de Pétri) 76

II. SUIVI DE L'ACTIVITE IMAGINALE 77
II. 1. Pièges naturels (Arbres, rondins ou branches pièges) 78
II. 2. Pièges d'interception 79
II. 3. Pièges à phéromones 80
II. 4. Pièges actifs à kairomones 81
II. 5. Pièges à migration verticale 82
II. 6. Eclosoirs ou émergeoirs 82
II. 7. Pièges tubes 83
II. 8. Pièges à écran 83
III. ANALYSE DE LA COMPOSITION DEMOGRAPHIQUE 83
IV. TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE 90
IV.1- Echantillonnage selon la strate et l'orientation 90
IV.2- Méthode d'évaluation des dégâts sur grappes et fruits 92
V. METHODE DE DIAGNOSTIC (**CARACTERES DE LA PLANTE HÔTE**) 94
VI. TESTS INSECTICIDES 96
--
CHAPITRE VII/ PRINCIPAUX SCOLYTES DES ARBRES FRUITIERS 107
I. LE SCOLYTE DE L'AMANDIER: *Ruguloscolytus amygdali* GUERIN 108
II. LE XYLEBORE DISPARATE: *Anisandrus dispar* FABRICIUS 134
III. LE PETIT XYLEBORE *Xyleborus saxesini* RATZ 136
IV. LE SCOLYTE DU FIGUIER*: Hypoborus ficus* ERICHSON 140
V. L'HYPOTENEME *Hypotenemus erudius (aspericollis)* WOLL 142
VI. LE SCOLYTE DU PISTACHIER: *Estenoborus perrisi* CHAPIUS 145
VII. LE SCOLYTE DU POMMIER: *Scolytus mali* BEISCHSTEIN 147

CHAPITRE VIII/ LES SCOLYTES DE L'OLIVIER 151
I. LE NEIROUN: *Phloetribus scarabeoides* BERN 152
II. L'HYLESINE DE L'OLIVIER: *Hylesinus oleiperda* FABR 171

CHAPITRE IX/ LES SCOLYTES DU PIN 175

I. L'HYLESINE DU PIN : *Tomicus piniperda* LINNE 176

II. LE FOREUR DES PINS *Orthotomicus erosus* WOLLASTON 183

III. L'HYLOBE DES PINS *Hylurgus micklitzi* Watchl 187

IV. LE SCOLYTE BIRAYE *Xyloterus lineatus* OLIVIER 190

V. *Crypturgus mediterraneus* EICHOFF. 192

VI. *Crypturgus numidicus* FERRARI. 194

VII. *Hylastes.sp* dont L'Hylésine noir du Pin *Hylastes ater* (Paykull) 196

CHAPITRE X/ LES SCOLYTES DU CEDRE 200

I. LE CRYPHALE DU CEDRE *Cryphalus piceae numidicus* Eichhoff 201

II. *Phloesinus cedri* Brisout 206

III. *Scolytus numidicus* Brisout 208

IV. AUTRES SCOLYTIDES 209

CHAPITRE XI/ LE SCOLYTE DU THUYA *Phloesinus thuyae* PERRIS 211

CHAPITRE XII/ LES SCOLYTES DU CHENE : …214 214

I. LE SCOLYTE DU CHENE: *Scolytus intricatus* RATZEBUURG 214

II. LES *Xyloterus.sp* 218

III. Les *Xyleborus*.sp. 219

IV. *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) 219

V. LE PLATYPE DU CHENE *Platypus cylindrus* 219

VI. *Scolytus carpini* 220

102

CHAPITRE XIII/ LES ENNEMIS NATURELS DES SCOLYTIDES 221

I. INVENTAIRE LES ENNEMIS NATURELS 221

1. 1 Nématodes 221

1. 2 Acariens 222

1. 3 Coléoptères 224

1. 4 Hyménoptères parasites 228

II. ELEMENTS DE BIONOMIE DE QUELQUES PARASITOÏDES 238
III. INCIDENCE DES ENNEMIS NATURELS (FACTEUR DE MORTALITE) 240
IV. INCIDENCE D'AUTRES FACTEURS DE MORTALITE 243

CHAPITRE XIV/METHODES DE LUTTE CONTRE LES SCOLYTES 252
I. DIAGNOSTIC ET DETECTION DES SCOLYTES 252
II. MESURES PROPHYLACTIQUES ET SYLVICOLES 252
III. PIEGEAGE MASSIF 254
IV. LUTTE CHIMIQUE 259
V. LUTTE BIOLOGIQUE 265

BIBLIOGRAPHIE 269
GLOSSAIRE 286
LISTE DES FIGURES ET PHOTOS 309
INDEX (**Scolytes, Plantes hôtes Et ennemis Naturels**) 313

INTRODUCTION

Les Arbres fruitiers et forestiers (Feuillus et Résineux) hébergent un très grand nombre de ravageurs xylophages dont certains infligent des dégâts catastrophiques dans différents pays à travers le monde. Parmi ces insectes figurent les Scolytides, des insectes s'attaquant essentiellement au bois et à l'écorce; ils colonisent généralement des arbres en voie de déficience physiologique ou des sujets abattus, mais ils peuvent, néanmoins être inféodés dans certains cas aux arbres vigoureux, surtout lorsque les conditions du milieu leur sont favorables.

Qu'il s'agisse de sujets sains ou affaiblis, le scolyte reste le croque mort qui vient donner le premier coup de dent au cadavre et le réduire en poussière: Quand il arrive, il n'y a rien à faire, l'arbre est perdu ou du moins il est bien malade (Rabaté 1911). Ses attaques peuvent entraîner des pertes de grande importance économique. C'est le cas par exemple d'*Ips sexdentatus* (BOERN) qui a détruit avec *Dendroctonus micans* (KUG) plus de 2.000.000 m^3 de bois dans les peuplements forestiers de *Picea orientalis* au nord de la Turquie (Chararas 1980) et de *Phloeotribus scarabeoïdes* (BER) qui était à l'origine de l'arrachage de plus de 140.000 oliviers en 1985, dans la région de Taroudant au Maroc (Direction Provinciale de l'Agriculture. d'Agadir),

On connaît actuellement plus de 300 000 espèces de scolytes, dont certaines sont bien connues dans les vergers ou les forêts du monde entier. Les prospections effectuées au Maroc depuis 1981 ont permis d'observer la présence, de plusieurs spécimens parmi lesquelles on peut citer :

- Le Neiroun (ou Barrenillo en espagnol) *Phloetribus scarabeoides* BERN sur des oliviers affaiblis notamment dans les régions de Marrakech, Taroudant, Tiznit et même dans quelques régions du nord;
- L'Hylésine de l'olivier *Hylesinus oleiperda* FABR sur des oliviers en vigueur dans les régions du Saiss, du Haouz, du Nord ...;

- Le Xylébore disparate *Anisandrus dispar* F rencontré sur pommier dans la régions du Rich (Midelt) et sur pêcher dans les régions de Fès et de Meknès;
- *Scolytus (Ruguloscolytus) mediterraneus* EGGERS sur pommier, poirier et pêcher dans la région de Meknès;
- *Estonoborus perrissi* CHAPUIS sur pistachier à Ain Taoujtate ;
- *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN dans les régions de Tafraout, Taroudant, Imin-Tanout, Amizmiz, Marrakech et Beni Mellal sur amandier, pêcher, abricotier, nectarinier et prunier dans certains cas;
- *Hypoborus ficus* sur figuier dans plusieurs régions marocaines: Chefchaouen, Ouezzane, Taroudant, Tiznit, Errachidia….;
- *Orthotomicus erosus* WOLL. et *Tomicus (Blastophagus) piniperda* L. sur pin d'Alep, pin maritime et pin parasol au nord marocain;
- *Cryphalus piceae numidicus* (RATZ), *Phloeosinus cedri* BRIS et *Scolytus numidicus* BRIS sur cèdre dans le Moyen Atlas.

Face à cette situation qui s'aggrave de temps à autre, il est devenu important pour le Maroc de dresser l'inventaire des principales espèces de Scolytides inféodées à ses essences fruitières et forestières et d'actualiser les connaissances de base sur leur bioécologie en vue de bien orienter les producteurs vers les possibilités de lutte qui restent encore très peu développées et peu maîtrisées.

C'est dans ce sens que nous avons contribué pour la première fois en 1980, au suivi de l'évolution des populations de trois scolytes du pin sylvestre dans la forêt d'Orléans en France (*Tomicus piniperda, Ips acuminatus* et *Ips sexdentatus*), et ceci dans le cadre d'un programme de lutte contre les facteurs de dépérissement des pinèdes françaises que supervisait la Station de Zoologie Forestière d'Orléans.

Ensuite, à partir de 1981 – étant installé dans la région d'Agadir – on s'est plutôt intéressé aux scolytes des essences fruitières implantés au sud marocain. En effet dans un premier temps nous y avons effectué toute une série de prospections dans la région

de Tafraout (à 200 Km au sud), là où l'amandier en DRS (Défense et Restauration des Sols) souffrait des dégâts infligés par les scolytes dont l'identification n'avait permis d'observer qu'une seule espèce : Le scolyte de l'Amandier *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN. Les observations effectuées depuis dans les mêmes régions ont confirmé ce point. Ceci a suscité donc un programme d'étude qui a permis d'approfondir les méthodes de travail, à apporter des éléments nouveaux relatifs à la biologie de l'insecte, et à ses relations avec le végétal et le milieu. Il a permis également de combler quelques unes des lacunes, de réexaminer de façon plus précise certains points ou expériences et de répondre à plusieurs questions posées.

L'expérience vécue avec le scolyte de l'amandier nous a permis de mieux cerner et maîtriser le problème posé à l'olivier par un autre scolytide, *Phloetribus scarabeoides* (ou Neiroun) dont les infestations ont pour conséquence, non seulement la dépréciation du bois et la perturbation de la circulation de la sève du fait du criblage de l'écorce et du forage des galeries maternelles et larvaires, mais aussi la perte de la récolte après chute des fleurs et fruits sous l'effet des morsures de maturation que pratiquent les adultes après sortie. En effet les campagnes de sensibilisation à la lutte contre ce Scolyte ont toujours suscité l'intérêt des agriculteurs dans le Sud marocain, mais malheureusement les méthodes culturales et chimiques utilisées, n'ont jamais permis de contrôler efficacement les pullulations et de réduire les risques de ses dégâts. Infligés. C'est dans ce sens que l'espèce a fait l'objet - entre 1985 à 1992 dans les oliveraies de la région de Taroudant (80 km au sud) - d'une série de travaux d'ordre biologique et économique qui ont permis de repérer les périodes des interventions préventives qu'elles soient prophylactiques ou chimiques pour protéger l'arbre à temps.

En forêt, certains *Scolytides* peuvent être considérés comme des ravageurs ou "tueurs d'arbres" opportunistes, profitant du moindre affaiblissement parfois passager, pour s'y installer et tenter d'y profiter. Ils rendent irréversible un mécanisme qui, sans leur installation, aurait pu être réversible. Les principales espèces reconnues sur pin sont *Tomicus piniperda* et *Orthotomicus erosus* à caractère méditerranéen bien marqué.

Celles du cèdre sont au nombre de trois, mentionnées par différents auteurs: *Cryphalus piceae numidicus*, *Phloeosinus cedri* et *Scolytus numidicus* dans le Moyen Atlas. Les travaux réalisés par les chercheurs de l'institut Scientifique Chérifien et de la Station de Recherche Forestière ont permis de fournir des informations utiles plus complètes et assez éloquentes pour élucider plusieurs de leurs aspects bioécologiques et économiques.

CHAPITRE I - DESCRIPTION ET CLASSIFICATION

MORPHOLOGIE GENERALE

I.1. La tête

1.1.1. La capsule céphalique

La capsule céphalique est globuleuse et subsphérique. Le vertex est arrondi, globuleux, glabre ou pubescent, pourvu d'une suture médiane (épicranienne) généralement distincte et relevée parfois en carène ou sillon se prolongeant jusqu'au front. Le front est arrondi ou plat, étroitement fusionné avec le *clypeus* sans démarcation apparente. Il peut présenter parfois une dépression plus ou moins étendue. Le *clypeus* se prolongeant dans sa partie médiane par une petite saillie mamelonnée. Les gênas ou joues (= tempes) forment une vaste pièce sans sutures apparentes. Chez les *Hylesina*, les joues antérieures peuvent être prolongées par une bordure clypéale (*hypostome*) de la face supérieure de la tête. A noter que chez le genre *Scolytus*, la présence d'un appareil de stridulation situé dans la région gulaire (gorge) est constitué par une petite surface striée transversalement qui frotte sur une aire enfoncée dans la face interne du pronotum (fig. 1).

1.1.2. Les antennes

Elles sont situées entre les yeux et reçoivent leur innervation du deutocérébron. Elles s'insèrent par un sclérite antennaire qui porte une petite apophyse sur laquelle s'articule la base de l'antenne en lui permettant un libre mouvement dans toutes les directions. Chaque antenne est formée de segments appendiculaires. Chaque segment est un élément qui bouge par des muscles insérés sur sa base et provenant du segment qui lui est proximal (muscles intrinsèques); toutefois les muscles du segment basal prennent leur origine dans le corps (muscles extrinsèques). La forme des antennes est capitale dans la systématique des insectes. Chez les scolytes, elles sont souvent coudées après le 1er article long (scape). Chaque antenne est constituée de 3 articles: Le scape, le pédicelle, et le flagelle: Par suite de la disparition des muscles du flagelle

les seuls muscles intrinsèques de l'antenne ont leur origine sur le scape et s'insèrent sur le pédicelle. L'antenne possède un organe auditif dit de *Johnston* dans le pédicelle.
Le scape : Souvent plus allongé que le segment suivant. Il est inséré sur une aire membraneuse entourée par un sclérite antennaire qui porte un apophyse d'articulation. A la base du scape s'insèrent les muscles extrinsèques de l'antenne. Les seuls muscles intrinsèques sont originaires du *scape* et s'insèrent à la base du pédicelle.
Le pédicelle : court et porte généralement un organe de nature sensoriel complexe (appareil de *Johnston*) dit *chordotonal*. Cet organe semble avoir en plus de son rôle olfactif un rôle mécanorécepteur dans le vol des insectes (vitesse du vol).
Le flagelle (fouet ou funicule): Annelé, de forme et de longueur très variables. Sans muscle. Il est formé d'un nombre variable d'articles (1 à 6) étroitement fusionnés, mais exceptionnellement séparés comme c'est le cas chez les *Phloetribinina* et recouverts d'une pilosité abondante. Sa forme générale est très variable: Il peut être arrondi, sphérique, en massue, subrectangulaire, conique, flabelliforme ou serriforme (fig.2)

1.1.3. L'appareil buccal

L'appareil buccal des Scolytes est de type broyeur: Le labre est nul ou réduit à une pièce subtriangulaire. Les mandibules sont très robustes; chacune est formée d'une partie basale ou ***mola*** broyeuse et bien développée (absente chez les larves), d'une partie dentelée ou ***rétinacle*** et d'une pointe ou ***terebra*** aiguë et recourbée en position asymétrique et arrondie. Les maxilles non divisées, avec un cardo et un stipe robustes et un ***lacinia*** très développé recouvert d'une abondante pilosité. Les palpes maxillaires sont courts ramassés, rigides, fixes, et invariablement composés de 3 articles. Le labium est d'une nature impaire et secondaire; il est étroit, allongé, recouvert souvent d'une abondante pilosité très mobile et aide à la mastication; il s'insère à la capsule céphalique par une plaque faisant suite à la ***gula***: le *postmentum* divisé transversalement en un submentum basal et en un *metum*. Succédant au *postmentum*, le *prémentum* porte latéralement deux palpes labiaux - à fonction sensorielle- très courts et triarticulés.

1.1.4. Les organes visuels

Les yeux composés sont latéraux, aplatis, ovalaires ou réniformes souvent échancrés et peuvent même être divisés en deux masses séparées comme c'est le cas des genres *Polygraphus* et *Xyloterus*. Les ocelles dorsaux sont typiquement au nombre de trois, disposés en triangle: Un ocelle médian sur le front (inexistant ou seul présent) et deux ocelles latéraux, souvent sur le vertex.

I.2. Le thorax

1-2-1. Les segments thoraciques

Le thorax est le centre locomoteur d'un insecte; il comprend 3 segments dérivant de 3 métamères dont chacun porte une paire de pattes (Prothorax, mésothorax et métathorax) Le prothorax s'est élargi pour former une sorte de bouclier; sa partie dorsale ou pronotum constitue un critère très important d'identification : Il est volumineux, massif, débordant en avant, cachant souvent la tête qui devient invisible de dessus (*Ipini*). Il peut être arrondi, bosselé, subparallélépidique et parfois même échancré (mâle de certains *Xyleborus*). Il est souvent garni de spicules, de tubercules et d'une ponctuation variable qui offre pour les spécialistes d'excellents caractères de détermination des espèces. Le mésothorax et le métathorax - formant ensemble le ptérothorax - portent chacun une paire d'ailes ; ils sont souvent cachés avec les mésopleures et les métapleures par les élytres et offrent moins de caractères systématiques que le pronotum.

1-2-2. Les pattes

Les pattes des *Scolytides* sont massives et ramassées. Chaque patte est composée des articles suivants: Coxa, trochanter, fémur, tibia et tarse.

La coxa est le premier article libre de la patte; elle est généralement ovale ou sphérique, profondément enfoncée mais parfois cylindrique ou tronconique. Chez les scolytes, la coxa postérieure est plus longue et plus étroite recouvrant latéralement les premiers sternites abdominaux. Le trochanter est une pièce unique très mobile, mais réduite chez la majorité des Scolytides.

Le fémur constitue l'article le plus puissant portant une importante musculature ; il est particulièrement renflé et court.

Le tibia est normalement beaucoup plus étroit, mais allongé; il varie de forme : Chez les *Scolytinae*, ses bords sont parallèles et dépourvus d'épines marginales, pourvus à leur extrémité d'une épine supero-externe. Chez les *Ipinae*, ils sont dilatés vers leur extrémité et portent de nombreuses épines de forme variée, prenant parfois l'aspect de véritables tubercules.

Le tarse invariablement cryptopentamère, apparaît comme s'il est tetramère (4 articles ou tarsomères); le 3ème article bilobé, cordiforme ou cylindrique enveloppant le 4ème article qui est très petit et soudé à la base du 5ème article.

1-2-3. Les ailes

Les élytres ou ailes antérieures, sont durcies et convexes; elles servent de fourreau et de couverture pour les aile postérieures lorsqu'elles sont au repos. Leur ornementation cuticulaire est variable et offre d'excellents caractères d'identification (Ponctuations, pilosité, squamules, stries interstries et tubercules). Trois types d'élytres sont à noter chez les scolytes: Elytres droits et sub-rectangulaires chez les *Scolytini*, élytres arrondis postérieurement chez les *Hylesini* et élytres pourvus d'une forte déclivité postérieure formant une véritable excavation chez les *Ipini.*

Les ailes postérieures membraneuses sont de deux types chez le Scolytes, selon qu'elles possèdent ou non un lobe anal qui semble être un critère de classification plus ou moins important.

I.3. L'abdomen

Les Scolytides sont des Coléoptères *Cryptogastra* dont l'abdomen laisse apparaître à sa partie dorsale 8 tergites bien visibles en dessous des élytres, alors qu'au niveau de la partie ventrale les sternites 1 et 2 sont fusionnés et presque invisibles, tandisque, les sternites 3 à 7 sont bien dégagés et enfin le 8ème sternite bien que caché dans la cavité abdominale, peut être utilisé pour la classification des *Scolytini* à condition de procéder à une dissection préalable.

1.3.1. Génitalia mâle = Organe copulateur ou edeage en cavalier ou penis

Cet organe est constitué de trois parties: le *phallobase* ou *tegmen*, le lobe médian et le sac interne. Le lobe médian et le sac interne sont télescopés l'un dans l'autre. Le *phallobase* est constitué de deux parties :

- Une lame basale sclérotinisée soit sur la partie dorsale ou ventrale, elle constitue une sorte de manchon ou de tambour;
- et deux lobes (ou *styles*) latéraux, subissant des variations à tous les niveaux (position, forme, et autres); ils entourent le lobe médian (pénis) et portent fréquemment des épines, des sensilles, des phanères en position et forme variables. Le lobe médian varie à son tour au niveau de ses sclérites.

Chez les Coléoptères on distingue deux types d'*edaeges*: Le vaginé et l'adéphagien. Le type vaginé inclut différents modes: le mode trilobé, le mode en cavalier, le mode vaginé en gaine sternale et le mode vaginé en gaine tergale. L'organe copulateur des *Scolytides* est un type vaginé, mode en cavalier. C'est une dérivation du type trilobé. Le tegmen y constitue une sorte d'anneau très large autour du lobe médian.

Bien que les caractères du génitalia mâle soient importants dans la détermination de plusieurs genres et espèces des *Coléoptères*; ils n'offrent dans le cas des *Scolytides* qu'un faible intérêt pour la systématique courante. La plupart des essais de classification fondés sur les particularités de cet organe sont restés infructueux ou imprécis. La structure anatomique du pénis varie beaucoup d'un genre à l'autre et souvent chez les espèces du même genre. Les difficultés de dissection, d'extraction et de préparation sont les principaux obstacles à l'utilisation de ces caractères chez des insectes aussi petits que les Scolytes.

1.3.2. Génitalia femelle ou Ovipositeur

L'ovipositeur est généralement adapté à la ponte; il est constitué par le 9ème segment, sa structure est simple et variable. Chez les *Scolytides*, il apparaît sous forme d'un tube vulnérant formé par deux hémisternites qui portent en position variable des

styles articulés ou poilus ou mêmes transformés en poils. A titre d'exemple, les femelles de certains genres, comme les *Scolytus* et quelques *Hylesini,* n'ont que des palpes vaginaux spiniformes qui peuvent être considérés comme le vestige d'un ovipositeur.

I/ ANATOMIE INTERNE

II.1. L'appareil digestif

La structure du tube digestif des *Scolytides* se rapproche de celle de certains charançons xylophages (*Curculionidae*) comme les *Pissodes*. Il comprend 3 parties:

2.1.1. Le *Stomodéum* ou intestin antérieur

L'intestin antérieur est d'origine ectodermique; il se compose des éléments suivants:

- un court *pharynx* dilaté au niveau de l'épipharynx et de l'hypopharynx et dans lequel arrivent les canaux des glandes salivaires sécrétrices de la salive;
- *l'œsophage* assez mince, transparent ou translucide, se dilatant fortement au niveau du prothorax pour former le *jabot* dont la paroi interne épaisse est tapissée de fines épines ou spicules dirigées dans tous les sens qui retiennent les aliments;
- le *proventricule* (ou *gésier*) est un organe lamelleux et masticateur muni de dents ou saillies chitineuses permettant le broyage des aliments ingérés. Il fonctionne comme une cisaille, divisant, tamisant et retenant les aliments pénétrant dans l'intestin moyen. Il est logé au niveau du prothorax sous la forme d'un tronc pyramide, dont la base repose sur l'intestin moyen et l'extrémité sur le jabot dont il n'est séparé que par un faible étranglement. Sa structure très particulière fut utilisée en systématique comme un caractère important par de nombreux auteurs, notamment Lindemann, Butovitch et Nusslin (in **Balachowsky** 1949). L'histologie du proventricule comme celle de tout le tube digestif a été étudiée en détail par **Russo** (1937 &1938) sur le Scolyte de l'olivier (Neiroun) *Phtoeotribus scarabeoides* BERN. Il en ressort que la couche externe de cet organe est formée par une fine membrane

péritonéale recouvrant une tunique musculaire très épaisse, formant les muscles circulaires permettant la *dilatation* ou la rétraction du proventricule. La couche interne se compose d'un épithélium formé de petites cellules aplaties et d'une intima chitineuse d'où dérive toute l'ornementation compliquée de l'organe. Cette ornementation varie considérablement selon les tribus, les genres et même les espèces jusqu'au point que certains auteurs l'ont utilisé dans la systématique des Scolytes.

2.1.2. L'intestin moyen ou *mésenteron* (estomac)

Le mésenteron d'origine endodermique, joue le rôle essentiel dans la digestion, puisque c'est l'unique siège de la sécrétion des enzymes digestives, de la digestion et de l'absorption. Il est séparé du stomodéum par un étranglement situé au niveau inférieur du proventricule ou cardia.

Du point de vue histologique, il diffère du stomodéum par l'absence de l'intima chitineuse et par le développement dans sa partie antérieure de caecums gastriques entourés par un épithélium dont les grosses cellules striées sont à la fois sécrétrices et absorbantes.

A l'extrémité du mésenteron, se trouvent les tubes de Malpighi, de type crypto-néphrique, invariablement au nombre de six, très longs, très fins et ansés; ils sont généralement insérés à raison de deux éléments d'un côté et de quatre de l'autre. A noter que ces tubes n'interviennent pas seuls dans l'excrétion; ils agissent généralement avec le proctodéum.

2.1.3. L'intestin postérieur ou *Proctodeum*

L'intestin postérieur, d'origine ectodermique, est plus long que l'intestin moyen. Il se termine par une ampoule rectale aux parois fortement chitinisées et dispose d'une chambre de fermentation dans laquelle les débris de cellulose sont attaqués par des bactéries symbiotiques. Chez les Scolytides, la longueur de cet intestin par rapport à celle du corps de l'adulte varie de 1,6/1 chez *Xyloterus linealus* OL à 3,3/1 chez *Polygraphus polygraphus L.* (**Balachowsky** 1949).

Comparés à d'autres insectes xylophages, les *Scolytides*, les *Anobiides* et les *Cerambycides* ont une digestion plus poussée, car ils assimilent facilement les

polysaccharides du contenu cellulaire et ceux des parois cellulaires, y compris les hémicelluloses et les celluloses. Par contre les *Lyctides* et les *Boslrychides* ne sont capables d'utiliser que les polysaccharides intermédiaires entre l'amidon et les hémicelluloses.

Chez les larves l'intestin postérieur porte un diverticule plus ou moins volumineux, qui est une chambre de fermentation dans la quelle les débris de cellulose sont attaqués par des bactéries symbiotiques. Chez quelques larves hivernantes (Cas de *Scolylus scolylus* F), aucune enzyme digestive protéinase n'a pu être trouvée.

2.1.4. Les enzymes digestives

Le bois utilisé par les scolytes est composé principalement de 40 à 60% de cellulose, d'hémicelluloses, de lignine (18 à 38%) et d'un faible pourcentage de sucres solubles, d'amidon, de protéines et d'autres substances. Ces insectes sont donc obligés d'avaler de grandes quantités de bois pour satisfaire leurs besoins en sucres solubles obtenus sous leur forme la plus simple sous l'action des enzymes digestives ou osidases (glycosidases) sur les disaccharides, les trisaccharides et les polysaccharides. La richesse du tube digestif en enzymes peut être classée selon l'ordre décroissant suivant: L'invertase (>90%), la β glucosidase, la β fructosidase, les pectinases, la maltase, la mannanase, la xylanase, l'α β glucosidase, la glucomannanase, la cellulase.. Nous n'évoquons dans ce chapitre que quelques exemples à titre documentaire, mais pour plus de détails, ce volet biochimique fut abordé par plusieurs auteurs dont **Asheer** et al (1972), **Chararas** (1979), **Coulson** (1979), **Gurevitz** et al (1973 & 1981), **Norris** (1977), **Rudinsky** (1962)…

Le saccharose peut être dégradé en glucose et en fructose par la β glucosidase et la β fructosidase. L'amidon peut être transformé par trois amylases (α_1 amylase, α_2 amylase et α_3 amylase) en maltose qui est à son tour transformé par une maltase en deux molécules de glucose.

Parmi les hémicelluloses plus ou moins utilisées par les scolytes on peut citer les xylanes, les arabones, les glucoronoaraboxylanes, les arabogalactones et les

glucomannanes; elles sont dégradées par différents types d'hydrolases (xylanases, arabanases, glucomannanases…) pour donner des produits d'hydrolyse. A titre d'exemple, les xylanes peuvent être dégradés par des xylanases pour donner 15 à 20% de xylose; les glucoronoaraboxylanes peuvent être hydrolysés successivement par le xylanase, l'arabinase et le βglucosidase pour donner le xylose, l'arabinose et le glucose.

Dans d'autres cas, de nombreux scolytes dont le genre *Ips (I.typographus, I.acuminatus* et *I.sexdentatus*), font appel à des symbiontes (champignons, bactéries) qui peuvent se localiser dans le tube digestif (cryptes intestinales ou chambres de fermentation) et/ou dans les tubes de Malpighi. Ils contribuent à la digestion de la cellulose et surtout des hémicelluloses, qu'ils décomposent en cellobioses, puis en sucres simples. Certains auteurs (in Chararas1980) ont pu isoler plusieurs bactéries qui interviennent dans la digestion du β-phényle - glucoside et du lactose chez *I.sexdentatus.*

II.2. L'appareil génital

2.2.1. L'appareil génital mâle

L'appareil génital mâle des Scolytes correspond au type folliculé. Il est composé d'une partie interne incluant les testicules et les glandes accessoires avec leurs conduits respectifs et une partie externe, chitineuse, qui constitue l'organe de copulation ou génitalia mâle.

En nombre variable selon les espèces, les testicules d'origine mésodermique sont sphériques, ovalaires, allongés et dorsaux par rapport au tube digestif. Ils peuvent être simples ou composés de lobes ou follicules appelés tubes séminifères (recouverts d'une fine membrane péritonéale). Chaque testicule débouche dans un canal déférent long ou court qui se dilate à sa base en une vésicule séminale avant de rejoindre le canal éjaculateur. C'est à ce niveau que débouchent les glandes accessoires de taille très variable et au nombre de deux paires (une paire par testicule). La vésicule séminale apparaît sous la forme d'une cavité séminale (masse compacte) formant un réservoir évasé, traversé par le canal déférent et les canalicules des glandes accessoires qui s'accolent dans un embout pour former une languette qui débouche

dans l'entonnoir chitineux (seconde dilatation) et dans le canal éjaculateur. Ce dernier mince et souple, s'ouvre à l'extrémité du pénis.

2.2.2. L'appareil génital femelle

Chez les *Scolytides*, l'appareil génital ♀ se compose des éléments suivants:

- Deux ovaires de type acrotrophique, allongés et lancéolés dont chacun est formé de deux ovarioles en forme de gaines bien distinctes, de dimensions variables selon l'espèce. Chaque ovariole, revêt l'aspect typique d'un tube matérialisé par quatre parties:
    - Le filament terminal qui relie l'ovariole à la paroi du corps. L'ensemble des filaments forment le ligament suspenseur;
    - Le germarium: allongé et pointu à l'insertion du filament suspenseur et rempli de cellules indifféreciées, à savoir les germinales (ovocytes et trophocytes) et les cellules somatiques ou cellules folliculeuses ou cytocystes. C'est le lieu des mitoses goniales (ovogonies primaires 2n et auxocystes 2n) et de méiose (ovocytes primaires entourées de cellules préfolliculaires);
    - Le vitellarium plus court. C'est le lieu de la maturation sexuelle des ovocytes, de la vitellogenèse (formation du vitellus) et de la choriogenèse (formation du chorion); mais c'est dans sa partie plus ou moins renflée, que chaque ovule atteint son développement complet.
    - Le pédicelle qui rattache le vitellarium à l'oviducte latéral au niveau du calice.
- De chaque côté, les deux ovarioles, communiquent par l'intermédiaire de deux oviductes latéraux (d'origine mésodermique), courts et étroits, avec une dilatation (à paroi épaisse) qui constitue l'utérus, là où se forme probablement la coque de l'œuf ;
- Un oviducte commun qui s'ouvre dans une invagination ectodermique appelée bourse ou chambre copulatrice. Lorsque cette bourse devient étroite, elle s'appelle vagin qui s'ouvre en arrière du 8ème sternite abdominal. et qui reçoit le conduit du réceptacle séminal dans lequel vient s'engager le pénis

- lors de l'accouplement. Cette bourse copulatrice peut faire défaut chez certaines espèces de Scolytes.
- Les glandes génitales mésodermiques: élaborent les pédicelles et les oviductes latéraux;
- La spermthèque d'origine ectodermique, est le lieu principal de stockage du sperme. Elle comporte un canal, un réservoir séminal et parfois des diverticules glandulaires et y reçoit les spermatozoïdes et les sécrétions mâles qui assurent leur survie et leur activation;
- Les glandes collétériques, sont au nombre de deux grosses glandes qui débouchent, généralement au niveau du vagin, mais ils ne comprennent parfois qu'un seul élément glandulaire; elles servent à cimenter les œufs entre œufs et à les fixer sur un support.

Dans une étude sur les ovaires de *Phloeosinus*, Bugnion (1886), admet, que la fécondation s'effectue dans l'utérus, avant la formation de la coque, et le sperme abandonné par le réceptacle séminal à chaque ovulation remonte à cet effet dans cette portion du conduit.

II.3. Autres appareils

Chez les Scolytes, le cœur est constitué par une très longue aorte qui s'étend sur toute la partie dorsale du corps jusqu'au milieu de l'abdomen où se trouvent rejetés les ventricules.

En ce qui concerne le système nerveux, nous signalerons que les Scolytes ne possèdent qu'un seul ganglion abdominal chez les formes adultes qui se trouve plus ou moins fusionné avec la masse ganglionnaire formée par les trois ganglions thoraciques comme chez les autres *Rhyncchophora.*

En général, ces appareils sont similaires à ceux que l'on rencontre chez les Coléoptères, et comme ils ne suscitent aucun intérêt dans la systématique des Scolytides, nous reportons le lecteur à une bibliographie plus détaillée en ce qui concerne leur anatomie, leur histologie et leur physiologie (**Balachowsky, Chararas, Hadorn,** 1933**, Nusslin,** 1911-1912**, Russo**, 1926, 1937,1938…..).

DEVELOPPEMENT POST- EMBRYONNAIRE

L'œuf

Le plus souvent sphérique, mais parfois elliptique ou allongé. Sa couleur est blanche, son aspect lisse, mat ou luisant. Son chorion ne porte aucune microsculpture visible. Sa taille varie selon l'espèce, mais elle ne dépend pas toujours de celle des femelles, notamment chez les petites espèces dont le petit diamètre de l'œuf serait sensiblement égal à celui de l'abdomen de la mère (Cas des *Crypturgus*.sp et *Hypoborus ficus*).

La larve

Comme tous les *Coléoptères*, les *Scolytides* ont un développement larvaire holométabole caractérisé par une activité alimentaire intense et une croissance rapide; il est régi par un nombre variable de mues larvaires, permettant la croissance en taille sans s'accompagner de modifications importantes. A quelques exceptions tous les stades larvaires sont pratiquement semblables entre eux.

A l'éclosion, la larve est nettement différente de l'adulte; elle est caractérisée par un stade préimaginal particulier, la nymphe, qui assure le passage de l'état larvaire à l'état adulte. Elle a la particularité de posséder une organisation relativement simple qui ne permet pas de présager l'allure du futur adulte (fig.3) :

- Corps de forme sub-cylindrique, recourbé en C, à tégument blanc, mou, décoloré sauf au niveau des épaississements naturels. Il compte 9 paires de stigmates dont une paire située à la limite du prothorax et du mésothorax est plus large que ceux de l'abdomen;
- larve de type eucéphale à tête bien différenciée avec une capsule céphalique robuste.
- appareil buccal hypognathe, de type broyeur. Mandibules dépourvues d'apophyse molaire. Maxilles recourbés sur leur marge interne, avec des palpes de 2 articles;
- sans pattes thoraciques (apode), mais avec des mamelons abdominaux;
- sans ébauches alaires externes (*Endopterygote*), ni ébauches d'armature génitale. La possibilité de prévoir le sexe du futur imago est très difficile.
- évolution en cinq stades larvaires; les jeunes larves néonates (nouveau-nées)

seraient différentes des larves âgées, en matière de chétotaxie et de spiculation cuticulaire.

Jusqu'à présent, les caractères morphologiques larvaires n'ont pas encore permis de distinguer suffisamment entre les larves des différents genres ou tribus ou espèces.

La prénymphe

Avant la mue nymphale, le dernier stade larvaire est parfois dénommé "prénymphe" par certains auteurs soucieux de mettre en évidence la préparation à la mue nymphale dans un une logette sous une écorce, dans le bois Son comportement est modifié: elle s'alimente plus que les autres stades larvaires, vide son intestin et fore une logette profonde colmatée par de la sciure pour s'y nymphoser (fig.3)..

La nymphe

L'avant dernière mue marque une étape importante dans le développement post-embryonnaire des insectes *Holométaboles.* Elle permet la transformation de la larve en nymphe, stade préimaginal caractéristique, et siège de la "métamorphose complète" qui assure la transition entre deux états extrêmement dissemblables : l'état larvaire et l'état adulte. C'est un stade qui ne s'alimente pas, il est peu ou pas mobile et incapable de se défendre ou de s'enfuir. Cependant, ce stade offre peu d'intérêt du point de vue systématique chez les *Scolylidae* en raison de sa fugacité; il ne dure, chez la plupart des espèces, que quelques jours à quelques semaines (fig.3).

III/ POSITION SYSTEMATIQUE

Les Scolytes peuvent être classés selon la taxonomie suivante :

- Ordre des ***Coleoptera*****:** Tête le plus souvent prognathe à pièces buccales broyeuses. Ailes antérieures transformées en étuis rigides, ou élytres, ne juxtaposant sans se recouvrir. Ailes postérieures membraneuses pouvant se replier sous les élytres an repos. Prothorax formant avec la tête un avant-corps, qui est séparé de l'arrière corps, ce dernier étant formé par le mésothorax, le métathorax et l'abdomen unis en un bloc rigide.
- Sous ordre des ***Polyphaga*** : Absence de la suture notopleurale au niveau de la

partie latéro-ventrale du prothorax. Trois premiers sternites abdominaux non fusionnés;

- ✓ Division des ***Cryptogastra***: 5 à 6 sternites visibles. Le 2ème a disparu
- ✓ Superfamille des ***Phytophagoidea*****:** Tarses cryptopentamères, le 3ème article tarsal étant bilobé et enveloppant le 4ème article qui est très petit et soudé à la base du 5ème article.
- ✓ Groupe des ***Phytophaga*** ou ***Rhynchophora***: Antennes en massue ou flabelliformes de structure assez diverse, mais nettement dessinée. Elles sont coudées après le scape. Cavités coxales antérieures fermées en arrière**.**
- ✓ Famille des ***Scolytidae*****:** Taille < 8mm. Tête sans rostre. Pronotum robuste, rugueux, protégeant la tête en "capuchon". Tibias antérieurs presque toujours denticulés ou crénelés à leur bord externe. Côtés du thorax non entaillés pour recevoir les pattes. Elytres souvent excavés avec parfois une déclivité (Pelle). Tibias antérieurs presque toujours denticulés ou crénelés à leur bord externe. Ne pas confondre cette famille avec celle des "*Bostrychidae*" dont les antennes ne sont ni en massue, ni coudées après le scape; leur 4ème article tarsal est plus réduit que celui des *Scolytidae*.

  Selon une classification récente des *Coléoptères,* appuyée par des taxonomistes anglo-saxons, les Scolytides constitueraient plutôt une sous famille (*Scolytinae*) appartenant à la famille des *Curculionidae* (Charançons).

En tout cas les *Scolytidae* se divisent en 2 sous familles (**Balachowsky** 1949) :

- Sous **famille des *Scolytinae* :** Tibias antérieurs pourvus d'un processus courbé supero-externe, à côte externe exceptionnellement denticulée (fig.4). Pronotum rebordé sur les côtés et en arrière. Les *Scolytinae* ne sont représentés au Maroc que par la supertribu des *Scolytini* n'incluant elle-même que le genre *Scolytus* dont: *Scolytus amygdali* Guérin, *Scolytus mediterraneus* Eggers, *Scolytus mali* Bechstein, *Scolytus ratzeburgi* Janson, *Scolytus numidicus* Bris et *Scolytus*

intricatus Ratzeburg

- **Sous famille des *Ipinae*** : Tibias antérieurs sans processus courbé supero-externe, ou avec un processus crochu situé à l'angle supéro-interne. Côte du tibia denticulé (fig. 4). Bordure du pronotum nulle sur les côtés, ou faiblement apparente en arrière. Elytres arrondis vers l'apex avec une déclivité plus ou moins développée à l'extrémité. Cette sous famille se divise en deux supertribus distinctes par les caractères suivants :
  - ✓ La supertribu des ***Hylesini*** : Bord antérieur des élytres relevé par une crête de granules en relief ne se confondant pas avec la rugosité des élytres. Tête prolongée en avant sous forme de rostre court. Elle est représentée au Maroc par six tribus:
    - Tribu des ***Hylesina*****:** Antennes avec un long flagelle (5 à 7 articles), dont le dernier est à peine dilaté en forme de massue ovoïde terminée en pointe émoussée. Pronotum large garni ou non de granules latéro-antérieures. Squamules toujours présentes tantôt peu nombreuses et localisées. Trois espèces sont inventoriées au Maroc:
      - *Hylesinus oleiperda* Fabricius;
      - *Hylesinus fraxini* Panzer;
      - *Kissophagus novaki* Reitter (**Balachowsky** 1949. p.101).

    - Tribu des ***Hylurgina***: Corps dépourvu de squames et élytres ornés de soies longues, isolées ou groupées. Tête avec un rostre court à bordure clypéale épaissie. Au Maroc on rencontre deux genres (*Hylurgus* et *Tomicus*) représentés par les espèces suivantes:
      - *Hylurgus ligniperda* Fabricius;
      - *Hylurgus micklitzi* Wachtl;
      - *Tomicus (Blastophagus) piniperda* Linné.

- Tribu des ***Phloetribina*****:** Corps trapu, massif, court et recouvert de longues soies. Antennes à flagelle de cinq articles dont trois sont séparés les uns des autres ou échancrés. Représentée au Maroc par *Phloetribus scarabaeoides Bernard ou* Neïroun sur olivier.
- Tribu des ***Phloesina*****:** Les caractères de cette tribu seront décrits au chapitre X puisqu'ils correspondent à ceux du genre *Phloesinus* représenté au Maroc par deux espèces:
  - *Phloesinus cedri Bris*, signalée sur cèdre au Moyen Atlas.
  - *Phloesinus thuyae Perris* sur Thuya.
- Tribu des ***Hypoborina*****:** Elle regroupe de très petits scolytes sombres et mats, recouverts de squamules blanches cireuses et de soies laineuses. Leur pronotum est plus large que les élytres caractérisés par une crête granuleuse, rectiligne, fortement élevée et non interrompue au niveau de l'écusson. L'espèce commune au Maroc serait *Hypoborus ficus* Erichson sur figuier.
- Tribu des ***Polygraphina*****:** Elle comprend des scolytes polygames à pronotum et élytres recouverts d'écailles denses, enchevêtrées et couchées. Yeux fortement échancrés en avant comme c'est le cas d'*Estenoborus perrisi* Chapius, rencontrée au Maroc sur Pistachier.

✓ La supertribu des des ***Ipini*****:** Bord antérieur des élytres dépourvu de crête de granules en relief ne se confondant pas avec la rugosité des élytres. Tête jamais prolongée en avant sous forme de rostre court. Elle est représentée au Maroc par les genres:

- Tribu des ***Ipina*****:** Corps caractérisé par une déclivité élytrale escarpée, creusée et armée de denticules latéraux de forme variée. Présence d'un repli ventral complet des élytres se rejoignant en arrière de la face ventrale de l'abdomen. La tribu ne comprend au Maroc qu'une seule espèce inféodée au pin, à savoir *Orthotomicus erosus* Wollaston.

- Tribu des ***Cryptuyrgina*****:** Les caractéristiques de la tribu se rapportent au genre *Crypturgus* Eichh qui sera décrit au chapitre XI, en parallèle avec les espèces rencontrées au Maroc, notamment:
    - *Crypturgus numidicus* Ferrari
    - *Crypturgus mediterraneus* Eichhof
    - *Aphanarthrum* Woll (Sur tiges pourries d'*Euphorbes* dendroïdes ou cactiformes au Maroc méridional selon **Balachowsky** (1949. p183).

- Tribu des ***Xyloterina*****:** Les caractères de cette tribu seront détaillés au chapitre XI, en décrivant la seule espèce présente au Maroc *Xyloterus* (*Trypodendron*) *lineatus* Olivier.
- Tribu des ***Xyleborina*****:** Forme trapue sub-parallélépipédique. Pronotum volumineux, très massif, garni de spicules écrasées, orientées vers le disque et à ponctuation plus ou moins apparente (en arrière du disque) ou nulle. Les mâles brachyptères ou aptères, sont plus rares que les femelles. Deux espèces représentent cette tribu au Maroc :
    - *Anisandrus* (*Xyleborus* ou *Xylosandrus*) *dispar* Fabricius
    - *Xyleborus saxeseni* B.

- Tribu des ***Cryphalina*****:** Scolytes de taille moyenne ou petite, plus ou moins squameux, à ponctuation peu distincte sur les élytres. Pronotum très bombé en capuchon garni dans sa partie antérieure de granules à relief accusé, disposées en rangées régulières, parallèles, concentriques ou irrégulières. Massue pourvue ou non de soies dilatées, avec des sutures courbées ou droites bien visibles sur la face externe. La plupart des espèces sont polygames comme celles signalées au Maroc:

- *Cryphalus abietis* Ratzeburg et
- *Cryphalus piceae numidicus* Ratzeburg
- *Hypothenemus aspericollis* Wollaston

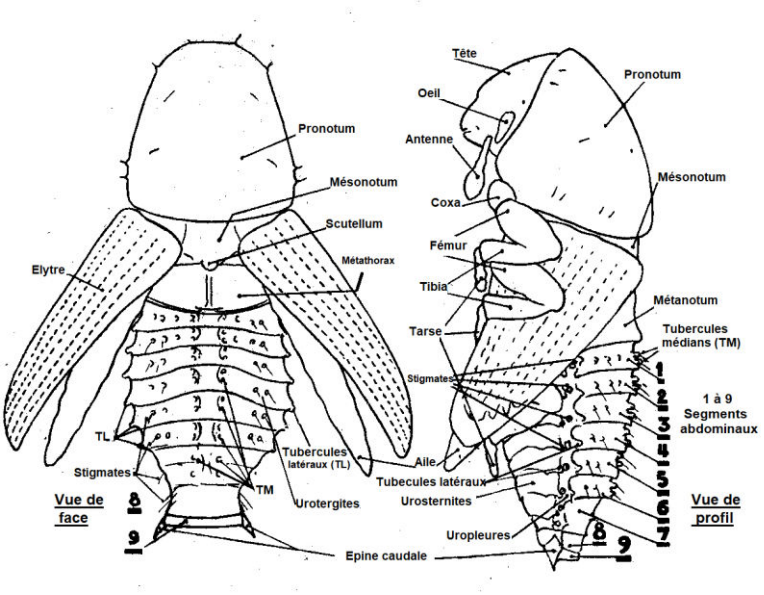


Fig.1: Morphologie générale d'un Scolytide

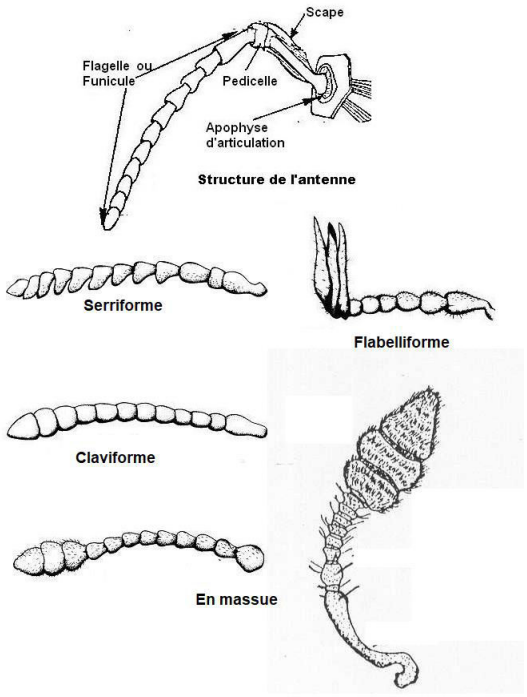
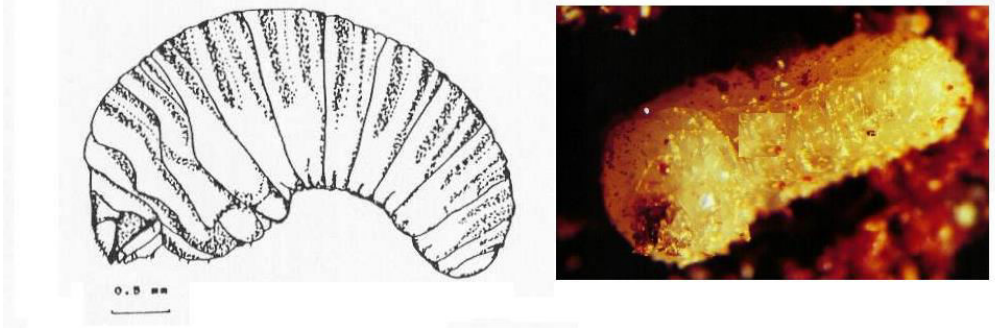
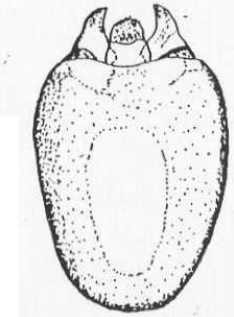


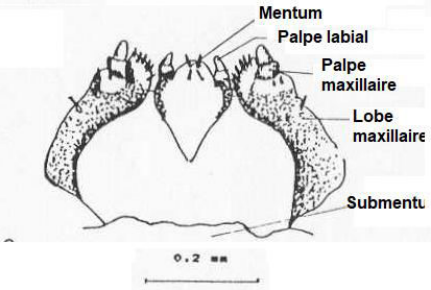
Fig.2: Types d'antennes d'un Scolytide



Larve apode eucéphale du 5ème stade



Capsule céphalique



Complexe maxillo-labial

Mandibule

Prénymphe

Nymphe

Fig.3: Stades, larvaire et nymphal d'un Scolytide

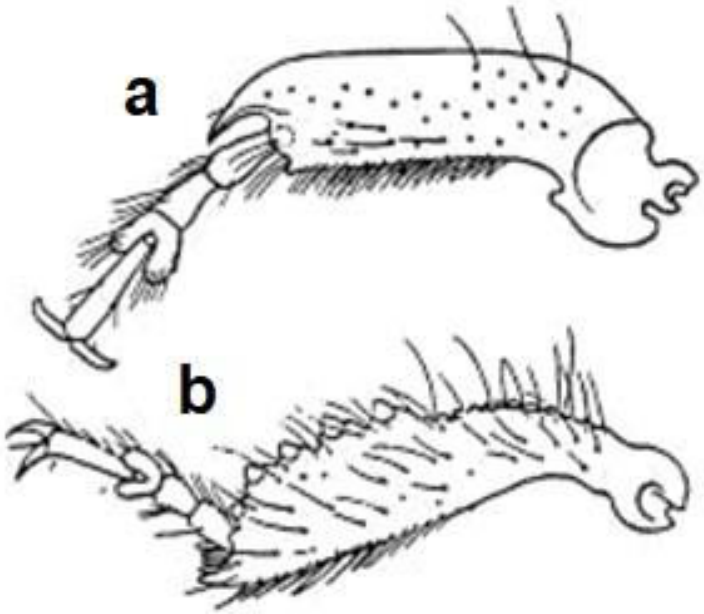


Fig.4: Distinction entre les *Scolytinae* et les *Ipinae*

a : Patte d'un *Scolytinae* à tibia antérieur, pourvu d'un processus courbé supero-externe, à côte externe exceptionnellement denticulée.

b: Patte d'un *Ipinae* à tibia antérieur dépourvu du processus supero-externe

c: Patte d'un Platipdidae

CHAPITRE II - REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HÔTES

Les Scolytes sont des xylophages communs signalés à travers le monde dans les cinq continents sur plusieurs essences forestières et fruitières dont la nature détermine leur spécificité et l'importance de leurs dégâts. Ci-dessous, un aperçu sur la répartition et la gamme d'hôtes des principales espèces inventoriées au Maroc.

Arbres fruitiers

Le Scolyte de l'Amandier *Ruguloscolytus amygdali* Guerin	Espèce essentiellement méditerranéenne bien présente dans les régions arboricoles marocaines, surtout sur les Arbres fruitiers à noyau (*Amygdalées*) comme l'Amandier, Pêcher, Nectarinier, Abricotier, Prunier, Cerisier…
Le Scolyte méditerranéen *R. mediterraneus* Eggers	Espèce également méditerranéenne inféodée surtout aux *Pommacées* (Pommier, Poirier, Cognassier…) mais elle peut s'attaquer également aux *Amygdalées.*
Le Xylébore disparate *Anisandrus dispar* Fabricius	Espèce polyphage signalée en Afrique du Nord, exclusivement sur les *Pommacées et Amygdalées*. Représentée au Moyen orient, en région paléarctique de l'Atlantique et en Europe où elle est signalée en Forêt sur Châtaignes, Erables, Platanes, Noyers, Chênes, Hêtres...
Le Scolyte du Pommier *Scolytus mali* Beischstein	Vit sur Pommier, Prunier et autres Rosacées ligneuses et arborescentes en Europe, Afrique du Nord, îles de la Méditerranée...
Le Scolyte du Figuier *Hypoborus ficus* Erichson	Ravageur exclusif du Figuier; il suit son aire de répartition à travers le monde. Au Maroc; il est fort rencontré dans les régions du Saïss, Haouz, Oriental, Tafilalet, Gharb...
Le Scolyte du Pistachier *Estenoborus perrisi* Chapius	Espèce strictement méditerranéenne signalée dans les le pays du Maghreb arabe où on la rencontre jusqu'aux Daïa à Tilremt (Limite du Sahara). Présente également au centre et à l'est de la Méditerranée (Grèce, Sicile. Bulgarie…). Vit sur Pistachier, en Afrique du Nord.
L'hypoténème *Hypotenemus aspericollis* Woll	Vit principalement sur Figuier en compagnie *d'H.ficus*. Polyphage (Pistachier, Pêcher, Poirier, Prunier, Citrus, Pins, Châtaignier, Platane, Tilleul …). Très commun en Afrique du Nord, Iles atlantiques, y compris les îles du Cap Vert, Italie, Espagne, Russie, Crimée, Iran.

Olivier

Le Neiroun *Phloetribus scarabeoides* Bern	Répandu sur olivier dans les pays du Bassin méditerranéen, en Afrique du Nord, au Proche et au Moyen orient. Dans la zone tempérée de l'Europe moyenne, il vit de préférence sur des *Oléacées* du genre *Phyllirea* et *Fraxinus*. Son extension devient de plus en plus limitée pour ne plus le rencontrer dans les pays de l'Est

L'Hylésine *Hylesinus oleiperda* Fabr	Inféodé à l'Olivier dans toute le zone méditerranéenne jusqu'au Moyen Orient; il remonte en Europe septentrionale jusqu'au Danemark
Conifères	
L'Hylésine du Pin *Tomicus piniperda* Linné	Bien connu à travers le monde: En Asie, aux Amériques du Nord et du Sud, en Europe, en Afrique du Nord y compris la région méditerranéenne. Il vit surtout sur les Pins (sylvestre, maritime, d'Alep) aussi bien en montagne qu'en plaine, les Epicéas, mais moins sur les Sapins et les Mélèzes. Au Maroc, il est présent dans la forêt de la Mamora et dans les pinèdes du Moyen Atlas (Immouzzer du Kandar…) et du Nord (Rif, Chefchaouen Tetouan, Taza…).
Crypturgus mediterraneus Eichhoff	Ravageur du Pin d'Alep et maritime en Europe méditerranéenne et en Afrique du Nord, notamment en Algérie et au Maroc
Crypturgus numidicus Ferrari	Bien que son extension géographique ne soit pas bien délimitée, il est connu comme parasite de *Pinus halepensis* et *Pinus maritima* en France et en Algérie. Très commun en Europe méridionale, il s'étend par contre jusqu'en Grèce et en Turquie.
L'Hylobe du Pin *Hylurgus micklitzi* N	Espèce méridionale; elle vit essentiellement sur le pin d'Alep et maritime dans la zone méditerranéenne. Toutefois, elle n'est pas spécifique; elle peut s'installer sur d'autres essences.
Le Foreur des pins *Orthotomicus erosus* Woll	Il s'attaque surtout aux Pins en premier lieu, mais il peut infester les Épicéas, les Sapins, les Douglas et même les Cèdres. Signalé en Afrique du Nord, la région méditerranéenne, en Europe centrale et méridionale, la Sardaigne, les îles Atlantiques, l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, et le Sud du Pacifique C'est le scolyte le plus répandu au Maroc sur le Pin maritime et le Pin d'Alep.
Le Scolyte birayé *Xyloterus lineatus* Oliv	Commun dans les forêts spontanées d'*Abies* et de *Picea* tant en plaine qu'en montagne. Il peut vivre sur *Pinus* et *Larix* dans les peuplements mixtes et même sur Cèdre et Abies dans les hauts massifs du Nord Africain et l'Andalousie. Commun dans les zones forestières élevées de l'Europe moyenne de l'Europe méridionale et méditerranéenne, en Sibérie, Etats-Unis, Canada…
Le Cryphale du Cédre *Cryphalus piceae numidicus* X	Signalé en Afrique du Nord, au centre et au sud de l'Europe et en Amérique. Inféodé aux Cèdres (Maroc et Algérie) et aux Sapins ou *Abies* (Grèce).
Phloesinus cedri Y	Inféodé strictement au cèdre. Présent au Moyen Atlas.

Scolytus numidicus Z	Espèce secondaire à répartition très irrégulière, signalée au Maroc (Moyen Atlas et Rif) et en Algérie.
Kissophagus novaki Reitter	Scolyte nuisible au Lierre dans les zones à climat méditerranéen en Afrique du Nord et sur toute l'Europe centrale et orientale.
Le Petit Xylébore *Xyleborus saxeseni* B	Espèce polyphage à large distribution mondiale (Afrique du Nord, Europe, Amérique…). Signalée sur plusieurs essences forestières et fruitières (Cèdres, Sapins, Frênes, Mélèzes, Ormes, Pruniers…).
Hylastes sp	Ce genre possède une très vaste aire de répartition paléarctique, néarctique et néo-tropicale. Il est bien répandu sur les Pins et les Sapins en Europe et en Amérique où il suit les peuplements de Pins de l'Alaska à la Patagonie.
Phloesinus thuyae PERRIS	Scolyte signalé Afrique, Europe, Nord-est américain et en Asie. En plus du Thuya il peut s'attaquer aux Cyprès, Genévriers et autres espèces exotiques. Dans les régions continentales il est inféodé au Genévrier, alors que sur la côte il l'est sur les Cyprès.
Hylurgops palliatus Gyllenhal (*Hylurgops bonvouloris*)	C'est une espèce secondaire inféodée à une large gamme d'hôtes notamment les Conifères : *Picea abies*, Pinus sylvestris, *Pinus cembra, Pinus strobe, Pinus nigra, Larix europea et Abies pectinata* et rarement sur *Cedrus*. Signalée en Europe, Asie du Nord, en Amérique du Nord. Très rare en Afrique du Nord.

Chêne

Le Scolyte dy Chêne *Scolytus intriecatus* RATZ	Très commun dans toute la France où il abonde dans les bois des Chênes. Présent dans toute l'Europe (Grande-Bretagne, toute I'Europe moyenne et orientale, Russie (Briansk, Kazan), Italie, Sicile, Crimée, Caucase…). Il suit l'aire de répartition de *Quercus robur* et *Quercus pedonculata*. Moins fréquent sur d'autres essences feuillues (Hêtre, Orme, Châtaignier, Charme, Bouleau, Peuplier), sur lesquelles il peut accidentellement être rencontré.
Le Platype du Chêne *Platypus cylindrus* Fabricius	Originaire d'Europe. On considéré qu'il est rare au Maroc.

CHAPITRE III/ NATURE DES DEGATS

I/ TROUS DE PENETRATION

A leurs émergences (Photo.1), les adultes se portent sur de nouveaux hôtes où ils procèdent d'abord à des morsures de nutrition souvent sur rameaux, aux aisselles de bourgeons. Les arbres réagissent souvent à ces morsures nutriciales, comme aux forages pour la ponte, par des écoulements de gomme (Photo.6) ou d'exsudations grumeleuses entremêlées de sciure et il est certain que lorsque ces attaques, même non suivies de nidification, sont nombreuses, elles affaiblissent l'essence infestée (Photos 5 et 6).

Après installation sur l'arbre (Tronc, branche) ou le bois de taille (houppier), l'adulte qu'il soit femelle, mâle ou les deux à la fois, creusent un trou de pénétration plus ou moins court, perpendiculaire à l'axe de l'arbre ou à celui de la branche (Photo.1). Chez les espèces monogames (à galeries simples) il est situé à la base du système, il sert de chambre d'accouplement au niveau du couloir qui s'en suit et d'un orifice d'évacuation des déchets, des débris accumulés lors du forage, Par contre chez les espèces polygames à galeries doubles ou étoilées, il est situé au milieu et la chambre d'accouplement qui est centrée dans le système de galerie. Chez les scolytes mycophages le trou de pénétration est assez long.

II/ SYSTEME DE GALERIES

Après pénétration, les scolytes creusent des galeries dont la longueur, l'orientation, la forme, la profondeur et la localisation sont variables selon l'espèce, le sexe, voire même selon les individus de la même espèce

II.1. Galerie maternelle ou galerie de ponte

La galerie maternelle est forée exclusivement par les adultes pour recevoir sur toute sa longueur les œufs déposés par la femelle dans des encoches de ponte qui peuvent être rapprochées ou écartées les unes des autres suivant les systèmes. Les œufs y sont fixés par un ciment sécrété par la femelle et mélangé à des débris de sciure. La galerie peut être ainsi nettoyée sans que les œufs soient expulsés à l'extérieur (Photo.3).

Chez les espèces monogames on trouve parfois à la base de la galerie maternelle

un élargissement formant un vestibule ou chambre d'accouplement (*Scolytus mali* Becht.). Chez les espèces polygames ce vestibule est situé au milieu ou sur le parcours de la galerie maternelle. Il forme soit une encoche latérale (*Leperisinus, Hylesinus*) soit une large surface centrale (*Pityophtorus, Pityogenes…*) d'où rayonnent les galeries maternelles, lesquelles sont de type étoilé, étroites (± 1,5 mm), irrégulières et plus ou moins longitudinales; elles impressionnent profondément l'aubier (Photo.3).

II.2. Galeries larvaires

Ce sont des couloirs forés par les larves à partir des encoches de ponte; ils sont plus ou moins parallèles entre eux ou divergents et s'entrecroisent rarement entre eux sur un même plan, le long de leur parcours de la galerie maternelle. Leur diamètre progresse d'une manière ascendante, pour se terminer par un évasement en cul-de-sac ou en logette nymphale à l'intérieur de laquelle la larve du dernier stade se nymphose.

Généralement chaque galerie larvaire est tassée par la sciure excrémentielle, provenant de la déjection larvaire qui obstrue complètement la lumière. Sa profondeur varie selon l'insecte; elle peut être initialement superficielle dans la couche corticale pour s'enfoncer plus dans le liber et gagner le bois.

Le nombre, la longueur, la forme, le diamètre et la profondeur des galeries larvaires peuvent constituer un caractère de reconnaissance des espèces de Scolytes. Chez les mycophages à galeries familiales (tous les *Xyleborina, Xyloterina, Platypodinae*, etc...) il n'existe pas de couloirs larvaires forés par les larves. Chez certaines espèces on observe tout simplement un élargissement des galeries de ponte par les larves formant une loge familiale (*Xyleborus saxeseni*). Chez d'autres cas, les larves agrandissent leurs logettes qui prennent petit à petit une taille sensiblement égale à celle de leurs corps (Sortes de cellules larvaires).

II.3. Logettes d'hibernation ou d'estivation

Après leur essaimage, les adultes après, peuvent rester abrités et isolés pendant une longue période dans des logettes spéciales profondément enfoncées dans l'écorce, le bois ou les pousses (Photo.4). Ainsi les logettes hivernales de *P.scarabaeoïdes*, sont souvent localisées à la base d'un rameau ou d'une fourche formée par deux petites branches. Celles de *Chaetoptelius vestitus* (Mulsan &Rey) se trouvent dans l'axe des

pousses du Pistachier et celles de *Dryocoetes autographus* Ratz, dans l'épaisseur de l'écorce des Pinus et Picea (**Balachowsky**, 1963).

En résumé plusieurs types de galeries sont à signaler chez les *Scolytidae*:

a) <u>Galeries corticales et sous-corticales</u> (Espèces monogames ou bigames)**.**

- <u>Galeries longitudinales</u> : La galerie maternelle est parallèle au sens des fibres ou à l'axe de l'arbre. Elle peut être simple (*T.piniperda, S.scolytus. S.mali*...) ou double (*Scolytus pygmaeus* F...)
- <u>Galeries transversales</u>: La galerie maternelle est perpendiculaire au sens des fibres où à l'axe de l'arbre. Elle peut être simple (*Scolytus intricatus* Ratz), double (*Pteleobius kraatzi* Eichh), en accolade (*H.oleiperda*).
- <u>Galeries étoilées</u> : Dans ce cas la chambre d'accouplement est centrale; elle est creusée par le mâle et de laquelle part un nombre variable de galeries maternelles, occupées chacune par une femelle. C'est un système subcortical fréquent chez les espèces polygames. Il peut revêtir différentes formes:
  - A bras longitudinaux : *Ips acuminatus* Gyll;
  - à bras transversaux : *Pityokteines vorontzovi* Jacobson;
  - à bras classiques et irradiés : *Estenoborus.perrisi*;
  - en forme de fausse étoile ou "soleil" : *Cryphalus picea Ratz*;
  - à galeries familiales irrégulières : *Dendroctonus micans* Kugelm
  - à galeries irrégulières de type variés : *Taphrorychus bicolor* Herbest

b) <u>Galeries pénétrantes</u> : Elles peuvent être à échelons (*Xyloterina*.sp), en fourche: *Anisandrus dispar* F ou à loge familiale (*X.saxeseni*).

Si ces systèmes de galeries sont variés dans leur ensemble, ils sont parfois assez constants pour certains scolytes. De ce fait l'examen de ces galeries fraîches ou anciennes, peut constituer un critère d'identification d'une espèce bien déterminée si l'on tient compte de certains facteurs qui lui sont liés: Nature et état de l'hôte, localisation et emplacement de la colonie sur le tronc ou branches, etc. (**Balachowsky**. 1963).

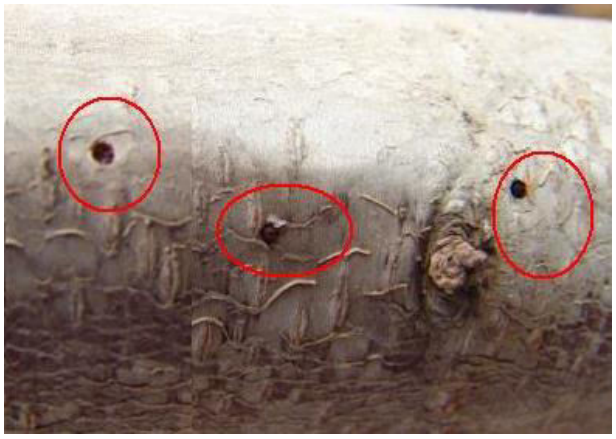


Photo.1: Trous de pénétration

Photo.2 : Trous d'émergence des adultes

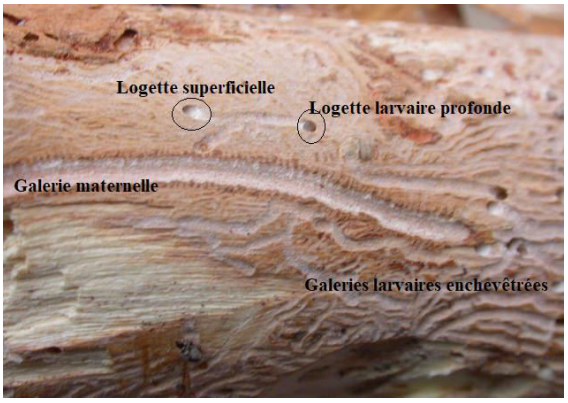


Photo.3 : Galeries : Maternelle + larvaires

Photo.4 : Logettes profondes et superficielles

Photo.5 : Oliviers infestés par le Neïroun

Photo.6: Amandier infesté par *R.amygdali*

CHAPITRE IV - REGIME ALIMENTAIRE DES SCOLYTIDES

I/ SPECIFICITE ET POLYPHAGIE

Les recherches menées sur le mécanisme de sélection de l'hôte et de la nutrition chez les *Scolytidae*, ont permis de relever une grande diversité de comportement chez les espèces de cette famille à spécificité alimentaire variable. En effet, bien que la majorité de ces insectes vive aux dépens de végétaux ligneux, certaines espèces évoluent à titre exceptionnel dans les plantes herbacées et les tissus succulents (**Balachowsky** 1963). A titre d'exemple on peut citer les genres :

- *Thammurgus* Eichhoff, qui mine l'axe des pousses turgescentes ou des tiges tendres de différentes *Labiacées* et d'Euphorbes;
- *Aphanarthrum* Wollatson (proches des charançons), qui évoluent dans les tiges pourries des Euphorbes cactiformes ou dendroïdes au sud marocain;
- *Hylastes* qui se développent dans les tiges ou le collet de diverses *Légumineuses* herbacées (Trèfles et Sainfoin) ou semi-ligneuses (S*arothamnus, Ononis, Ulex*).

Il est admis que les plantes hôtes contiennent des substances chimiques extrêmement diverses, dont certaines ont une valeur alimentaire (glucides, acides aminés, lipides), alors que d'autres ne jouent aucun rôle nutritif, mais ils confèrent aux essences leurs odeurs, leurs saveurs ou leur toxicité; tel est le cas de nombreux terpénoïdes, de glucosides et de divers composés phénoliques. D'autres substances allélochimiques ou allomones, produites par le végétal (moyen de défense) et sans aucune fonction métabolique, peuvent jouer un rôle phagostimulant. De ce fait, les scolytes comme tous les insectes, font preuve d'exigences particulières qui ont conduit à distinguer trois types de régime alimentaire:

- **La monophagie** : Elle serait liée à la spécificité alimentaire traduite par la présence de substances que l'insecte ne trouve que sur une plante déterminée. Cette spécificité serait liée selon **Chararas** (1977) au pouvoir attractif des constituants terpéniques du végétal, agissant seuls ou en synergie chez quelques scolytes comme:
  - *Chaetoptelius vestitus* (Muls et Rey) sur les *Pistacia*;

- *Hylurgus ligniperda* aux dépens des *Pinus* ;
- *Hypoborus ficus* sur figuier cultivé (*Ficus carica*).
- le genre *Cryphalus* sur les sapins (*Epicea*) et *Abie*s;
- *P. scarabeoides* avec *H.oleiperda* sur olivier;
- *Phloeosinus armatus* sur Cyprès (*Cupressus sempervirens*);
- *Phloeosinus cedri* et *Scolytus numidicus* sur cèdre (*Cedrus atlantica*);
- *Scolytus intricatus* sur les chênes (*Quercus.sp*) ;
- *Scolytus multistriatus et Scolytus scolytus* sur orme (*Ulmus canpestris*, *U. procera, Ulmus glabra* et *U.carpinifolia,*);
- *Scolytus ratzeburgi* Jans, vivant sur les *Betulae;*
- *Tomicus piniperda* sur les pins (*Pinus*) et les sapins (*Epicea*);

- **L'oligophagie** : Elle correspond à la possibilité de nutrition sur plusieurs essences de la même famille botanique. Le scolyte rugueux *Scolytus* (*Ruguloscolytus*) *rugulosus* vit en principe sur les *Amygdalées* (Prunier, cerisier, abricotier, pêcher), mais il peut s'installer sur les *Pomacées* (pommier Poirier, cognassier, aubépine), voire même sur des hôtes accidentels comme l'aulne, l'hêtre et l'orme, le bouleau et *Corylus*. Toutefois il est incapable de vivre sur les Conifères (*Pinus, Abies, Cupressus, Picea, Juniperus*…).

- **La polyphagie** : Elle implique l'adaptation gustative et nutritionnelle d'espèces capables de s'attaquer à de nombreux végétaux très éloignés du point de vue botanique et biochimique. Cette polyphagie est d'autant plus accusée que la larve évolue aux dépens d'un bois de plus en plus âgé, décomposé et ayant perdu une partie de ses qualités spécifiques. Ci-dessous, nous présentons quelques exemples:
  - *Anisandrus dispar* mentionné à la fois sur les essences fruitières (Pommier, Poirier, Pêcher et Abricotier) et forestières (Peuplier, Bouleau, Aulne, Erable, Chêne, Châtaignier, Frêne, Noyer et autres.);
  - *Hypothenemus aspericollis* inféodé aux Citrus, figuier, arbres fruitiers à noyau et à pépin, *Pistachier*, *Morus* et même aux Conifères comme le pin.

- *Estenoborus perrissi* signalé sur pistachier, mais à titre occasionnel sur olivier;
- *Xyleborus saxeseni* Ratz, rencontré, sur les Feuillus (Chêne, érable, hêtre, orme), les Conifères (Pin sylvestre en Europe et cèdre au Maroc) et même fréquemment les Rosacées fruitières sur lesquelles il se montre parfois très nuisible;
- *Scolytus mali* décrit sur Pommier, Poirier, Prunier, Sorbier, Orme, etc.

Il faut noter que les scolytes capables de s'attaquer à la fois aux Feuillus et aux Conifères sont rares; leur préférendum olfactif serait totalement différent. En effet les composés terpéniques des conifères dont l'α pinène, β pinène Δ_3 carène et la limonène, constituent un moyen de défense de l'arbre tout en exerçant une action répulsive et toxique vis à vis des scolytes des arbres fruitiers et feuillus. Toutefois il faut noter qu'au sein des Conifères, il convient de distinguer au sein de quelques genres de Scolytes (*Ips, Pityokteines, Orthotomicus* et *Phloeosinus*) entre les espèces inféodées aux *Abietinées* (*Pinus, Abies, Picea, Larix, Cedrus*) et celles des *Cupressinées* (*Cupressus, Juniperus, Sequoia, Thuya, Callitrus, Libocedrus*...). De même, parmi les familles de Feuillus, les plus exposées aux attaques des Scolytes (Genres: *Scolytus, Anisandrus, Phloetribus, Hylesinus, Hypoborus*…), on note les *Fagacées* (chêne, hêtre, bouleau); les *Ulmacées* (*Ulmus*), les *Oléacées* (Olivier), les *Rosacées* fruitières *Amygdalées* (Amandier, Pêcher, Abricotier, *Phillyrea.sp*) et *Pommacées* (Pommier, Poirier, Cognassier), les *Moracées* (Figuier), les *Légumineuses* ligneuses et autres.

II/ PRIMARITE ET SECONDARITE DES SCOLYTES

Selon l'état sanitaire de la plante hôte, on distingue trois types de Scolytes :

1. Les ravageurs primaires, s'attaquant au bois vivant en pleine sève. Ce sont les plus nuisibles car ils entraînent la mort rapide des sujets infestés: Cas de *R. rugulosus* et *A.dispar* sur les arbres fruitiers (Pêcher, Abricotier, Cerisier, Pommier,...), *H.oleiperda* sur olivier, *T. piniperda*, *Ips typographtus* Linne *et Dendroctonus micans* Kugelmann, sur conifères (*Pinus, Picea*,...).

2. Les ravageurs secondaires du premier rang, se développant sur des sujets dépérissants, souffreteux et maladifs. Ils sont assez nombreux, leurs dégâts peuvent être considérables dans la mesure où ils contribuent efficacement et rapidement au dépérissement et à la mort des hôtes déficients qui auraient pu reprendre leur vigueur sans leurs interventions. On trouve dans cette catégorie, *X.saxeseni, R.amygdali, P. scarabeoides*, *H.ficus*...

3. Les ravageurs secondaires du deuxième rang, se nourrissant d'arbres abattus, de sujets morts sur pied, du bois décomposé ou d'écorces fermentées : Cas des genres *Xyloterus* (*X. lineatus*), *Hylastes, Hylurgops* et *Dryocoetes* dont les dégâts sont très secondaires, car ils sévissent dans des bois complètement dépréciés et sans valeur commerciale.

Toutefois il faut signaler que certaines espèces peuvent changer de comportement et devenir, secondaires si elles sont primaires (cas de *R.rugulosus* selon **Schvester** 1957), ou vice-versa (*R.amygdali* et *P.scarabeoides*) lorsque les conditions leur sont favorables en l'absence de sujets propices à leur développement. Cette notion de ravageur "secondaire" ou de "faiblesse" a toujours fait l'objet de grandes divergences d'opinions et aucune réponse définitive ou convaincante n'a pu être fournie malgré les arguments avancés par les partisans de chaque hypothèse, bien que **Rudinsky** (1962) ait tenté une classification des divers degrés de "primarité" ou de "secondarité".

III/ APERÇU SUR L'APPETENCE

Comme pour tous les insectes, l'appétence des Scolytes dépend de plusieurs facteurs externes dont les qualités physiques et chimiques de la plante hôte, qui varient à leur tour suivant les conditions du biotope. Ces variations peuvent être liées à des substances, non seulement nutritives mais également sans valeur alimentaire comme divers composés phénoliques. Selon **Charars et Koutroumpas** (1982) 80% des adultes de *R. rugulosus* peuvent par exemple répondre positivement à 0,5 g-ml de taxifoline

(+4% de glucose + 6% de saccharose), et poursuivre leur nourriture en pratiquant même des galeries de pénétration ou de nutrition. De même **Levey** et al, (1974) et **Baker** avec **Norris** (1968) confirment l'action stimulante de la taxifoline, la pinocembrine et le dihydrokamphénol (et autres substances extraites de l'abricotier) sur des adultes de *R. mediterraneus* et *S.multistriatus*, cependant **Gurevitz** et **Ishaaya** (1972) précisent que les composés phénoliques ou les extraits éthériques des plantes affaiblies ou attaquées se montrent les plus attractifs (4 fois plus par rapport à ceux des hôtes sains).

Il conviendrait cependant de distinguer l'effet attractif de l'effet nutritionnel. En effet **Gurevitz** et **Ascheer** (1973) indiquent, selon le dénombrement des trous de pénétration sur disques de "Styropor" imprégnés que les composés phénoliques des arbres fruitiers préférés par *R.mediterraneus* se présentent dans cet ordre:Composés phénoliques (CP) de l'abricotier > CP de l'amandier > CP du prunier > CP du pommier.

Les tentatives d'infestation expérimentale menées par **Chararas** 1980) sur les *Cupressus* et les *Juniperus* par des Scolytes spécifiques (*Tomicus.sp, Ips.sp*) des Pins, ont toujours échoué, non pas à cause de l'absence de composés nutritifs ou glucidiques favorables, mais à cause de la présence d'oléorésines dont les constituants exercent un effet répulsif, comme la Sabinène, un extrait de *Juniperus sabina* qui se montre à la fois répulsif et toxique pour plusieurs Scolytes dont *P.cedri, T. pineperda,* et autres.

A ces composés chimiques, s'ajoutent, les stimuli olfactifs, visuels et sonores qui jouent à leur tour un rôle primordial dans les processus de sélection et de colonisation de la plante hôte. Cependant, selon certains auteurs dont **Chararas** (1980) et **Wood** (1982), plusieurs espèces de Scolytes peuvent s'installer sur l'arbre sans faire appel à une orientation olfactive vigoureuse. La sélection définitive de l'hôte n'a lieu dans de pareilles conditions que lorsque l'insecte est en contact direct avec le substrat alimentaire, là où il commence utiliser ses pièces buccales pour n'y prélever dans un premier temps qu'une petite quantité à cette phase dite de gustation. Ceci permet à de nombreux scolytes de marquer leur nutrition par des arrêts de gustation de durées

variables et des irrégularités alimentaires, qui peuvent être déterminées par la dureté du bois, la teneur du liber en oléorésines, la quantité des tanins et les sécrétions gommeuses. Chez des espèces comme *Ips typographus*, *Ips sexdentatus* et *Phloeosinus armatus*, il a été constaté effectivement que les adultes effectuent généralement leurs premières morsures sur les écorces dépourvues de flux d'oléorésines et riches en substances de qualité gustative, sinon les lieux à morsures sont immédiatement abandonnés. Une fois le rythme des morsures se rétablit, la nutrition proprement dite ne devient qu'une question de répétition des actes précédents, que l'adulte peut ou non renouveler. Ce sont donc, les stimuli gustatifs qui seraient à l'origine de la nutrition, et c'est l'appétence qui orienterait les activités d'ingestion.

En cas de dessèchement du biotope, les adultes orientent par une réaction phagotactique leurs galeries de nutrition vers les emplacements les plus favorables du substratum comme le liber ou l'aubier humide pour s'y nourrir. Toutefois si l'hôte (arbre, branche, charpente…) n'offre plus des conditions physiques et chimiques favorables à la nutrition, le stimulus gustatif responsable de la séquence alimentaire chez l'insecte connaît des perturbations marquées par sa répulsion ou sa mort.

D'une manière générale, il faut noter qu'au cours de leur développement, les scolytes peuvent pratiquer à chaque fois que c'est nécessaire des morsures nutriciales sur l'hôte principal ou sur d'autres hôtes affaiblis ou en pleine sève. Ces morsures peuvent être d'hibernation, de pré-hibernation, de régénération ou de maturation; elles s'observent chez plusieurs espèces comme *H.ficus, I.typographus, I.sexdentatus, P.scarabeoides, Ramygdali, R.mediterraneus, T.piniperda* et autres.

IV/ PREFERENDUM ALIMENTAIRE

Qu'elle soit primaire ou secondaire, chaque espèce des *Scolytidae* peut manifester une certaine prédilection pour un hôte ou un groupe d'hôtes capables de lui fournir les substances nutritives indispensables à son développement et sa survie. Elle les trouve

dans les constituants végétaux dont l'utilisation dépend de son pouvoir d'adaptation nutritionnelle et de son équipement enzymatique. Les exemples sont nombreux, nous en citons quelques cas parmi les Scolytes des Conifères et des Feuillus :

Le genre *Scolytus* Müller unit un groupe d'insectes inféodés à des Feuillus variés, parmi lesquels figure le sous genre *Ruguloscolytus* Butovitch dont les principales espèces s'attaquent exclusivement aux *Rosacées* ligneuses :

- Le scolyte méditerranéen, *R. mediterraneus* évolue sur divers arbres fruitiers, tout en montrant une préférence marquée pour l'Abricotier, suivi du Pêcher, de l'Amandier et du Prunier (**Asher & Gurevitz** 1972 et **Gurevitz & Ledoux** 1981);
- *R.rugulosus* préfère par ordre décroissant le Prunier, l'Abricotier, le Pêcher, le Cerisier et le Pommier. Il peut s'attaquer secondairement à d'autres *Pommacées* telles que le Poirier et le Cognassier (**Schvester** 1957);
- *R.amygdali* privilégie l'Amandier et le Pêcher, qui plus favorables à son développement que l'Abricotier, le Cerisier et le Pommier (**Benazoun** 1984). Selon **Balachowsky** (1963), l'espèce ne saurait nidifier que dans les *Amygdalées* et presque exclusivement l'Amandier, l'Abricotier et le Pêcher affaiblis ou en complet dépérissement. Elle peut être rencontrée sur Néflier (*Mespilus.sp*);

D'autres espèces de scolytes polyphages comme *H.ficus, H.aspericollis, E.perrissi,* et *X.saxeseni* s'installent fréquemment sur les Rosacées fruitières et y infligent parfois d'importants dégâts. De même, *A.dispar*, qui nidifie en principe dans des arbres Feuillus, fruitiers ou forestiers, marque une préférence pour les Rosacées ligneuses et particulièrement, les *Pommacées* (Pommier, Poirier), les *Amygdalées* (Pêcher et Abricotier), et les essences forestières à bois tendre (Peuplier, Bouleau et Aulne). A l'opposé, elle est moins fréquente dans les sujets à bois dur (Noyer, Chêne, Châtaignier, Erable, Frêne...). Selon Koulaguine (in **Balachowsky,** 1963), le Pêcher serait l'hôte préféré pour *A.dispar* en Russie, alors que pour **Schvester** (1957) c'est plutôt le Pommier parmi les *Pommacées* et l'Abricotier parmi les *Amygdalées* qui suscitent son intérêt alimentaire.

Dans la région méditerranéenne *P.scarabeoïdes* préfère se développer sur l'Olivier et les *Phillyrea*, mais il peut s'attaquer également aux *Fraxinus, Syringa et Ligustrum.* L'autre Scolyte de l'olivier *H.oléiperda* présente au nord de la Tunisie, plus d'affinité pour certaines variétés comme la *Chetoui* qui s'est montrée selon **Touzeau** (1957) plus infestée que des variétés vigoureuses d'olivier (*Chemlali, Meski et Octobri…*).

En forêt, par ailleurs, certaines espèces de scolytes ont tendance à limiter leurs attaques à une ou à seulement quelques essences très voisines. C'est le cas de certains *Phloeosinus* (*P.bicolor* et *P.cedri*), qui préfèrent s'installer sur le cèdre, bien qu'ils puissent se développer sur les *Juniperus*, les *Cupressus* et les *Thuya*. D'autres espèces (*Ips sexdentalus* Boern*, Ips acuminatus* Gyll*, Tomicus minor* Hartig, *T.piniperda* et *O.erosus*), marquent une très nette prédilection pour les *Pinus* bien qu'elles puissent vivre sur les *Epicea* ou les Mélèzes (*Larix*). **Questienne** (1979) signale que *T.piniperda*, n'a été rencontrée au Maroc que sur le Pin maritime. De *même Cryphalus abietis* Ratzeburg et *Pityokteines curvidens* Germar favorisent les *Abies*, même s'ils peuvent se nourrir eux aussi, sur les *Epicea* (*Picea*) ou les Mélèzes.

Au sein de l'arbre, plusieurs scolytes préfèrent s'installer dans des localités qui peuvent varier selon, la strate, l'orientation (exposition), le diamètre des branches, la couleur et la fermeté du substrat, l'écorce et autres paramètres:

- Sur amandier *R .amygdali* peut s'orienter quelle que soit le diamètre de la branche vers l'une des quatre directions (nord, sud, est, ouest) sans présenter un préférendum particulier pour l'une d'entre elles. A l'opposé il a été constaté par **Benazoun** (1988) que les femelles préfèrent s'installer de bas en haut à partir du sol, sur les deux premières strates et sur la sixième pour s'y accoupler et pondre, alors que leur progéniture trouve dans les strates supérieures surtout la cinquième et la sixième, un milieu très favorable et une nourriture suffisante qui leur assure un développement meilleur. Les branches attaquées peuvent foncer, pour devenir complètement noires lorsqu'elles sont totalement infestées, mais elles ne peuvent en aucun cas constituer un critère fiable.

- Sur figuier *H.ficus* se développerait mieux sur de jeunes branches à écorce mince.
- Sur théier *Xyleborus fornicatus Eichh* préfère forer ses galeries dans les noeuds des branches à diamètre compris 0,3 et 10,3 mm (**Danthanarayan** 1973).
- Sur le pin sylvestre *T.piniperda* et *I.sexdentatus* privilégient les parties de l'arbre à écorce épaisse et crevassée, tandisque *I.acuminatus* fréquente surtout les parties à écorce fine (**Jamin** 1977).

V/ MODALITES DE NUTRITION CHEZ LES SCOLYTES

Les Scolytes comme tous les êtres vivants ont besoin de certains éléments nécessaires pour leur métabolisme, qu'ils récupèrent chez les Feuillus et les Conifères attaqués, surtout lorsqu'ils subissent une déficience physiologique. Après leur arrivée, les adultes effectuent leurs premières morsures sur l'écorce (nutrition corticale), mais après leur pénétration, ils peuvent se nourrir selon les modes suivants:

4.1 Scolytes à nutrition dans le liber

Dans ce cas, les larves et les adultes de plusieurs genres (*Orthotomicus*, *Scolytus*, *Ips. Hylurgops, Leperisinus, Phloeosinus, Pityokteines,*) se nourrissent principalement de tissus ligneux aux dépens de l'écorce, du liber et même d'une masse du bois. Chez ce groupe, il n'y a pas nécessité de vivre en symbiose avec des champignons pour récupérer l'azote nécessaire au développement larvaire des scolytes mycophages. Les larves se nourrissent de glucides libres présents dans le liber comme le glucose, le fructose, le saccharose et le raffinose, associés à d'autres glucides comme la cellulose. C'est pour cette raison que les scolytes de ce groupe cherchent à attaquer les arbres riches en sève qu'ils dégradent pour les quitter à la recherche de nouveaux hôtes. C'est ainsi que dès leur éclosion, les larves d'*I.typographus* et *I.sexentatus* se nourrissent très activement en abordant les tissus libéroligneux particulièrement riches en glucides solubles, mais lorsque le biotope n'offre plus de conditions optimales pour la maturation, les jeunes imagos n'y effectuent qu'une partie de leur nutrition et l'abandonnent pour achever leur maturation ailleurs. Chez d'autres *Scolytidae* comme *T.piniperda, T.minor, P.bicolor*, *R.amygdali* , *R.mediterraneus*, *P.scarabeoides* et autres, les jeunes adultes quittent le

biotope sur lequel ils ne sont développés pour s'attaquer avant de s'accoupler aux bourgeons, jeunes pousses ou aux jeunes tiges dont l'écorce et la moelle leur fournissent les substances nutritives nécessaires à leur maturation sexuelle. Toutefois, il arrive chez certaines espèces comme *Tomicus minor* (Hart), que la femelle abandonne sa galerie maternelle, après la première phase de ponte pour compléter sa maturation en rongeant à l'extérieur des bourgeons et de jeunes pousses, puis elle fore sa deuxième galerie, généralement moins prolifique que la première et plus irrégulière (**Balachowsky** 1963). Chez d'autres scolytes, la femelle ne quitte pas immédiatement sa galerie après sa première ponte, elle l'élargit à l'une de ses extrémités ou en un point quelconque, elle s'y nourrit, puis elle, puis elle recommence sa ponte en creusant une nouvelle galerie.

4.2 Scolytes à nutrition dans le bois

Le comportement alimentaire de ces scolytes est différent de celui du premier groupe. Ils se nourrissent dans le xylème à l'intérieur du bois, mais leur régime alimentaire prend une forme typique; leurs larves ne peuvent en aucun vivre en absence d'un champignon du genre *Ambrosia* (Ectosymbiose). Ce sont les femelles qui ensemencent leurs galeries avec les spores de ce champignon contenu dans leur tube digestif et les galeries se trouvent rapidement tapissées du mycélium que les larves absorbent avec les cellules ligneuses pour procurer l'azote nécessaire à leur développement. Les espèces concernées appartiennent aux genres *Anisandrus* (*A.dispar*), *Xyleborus* (*X.saxeseni*, *X.eurygraphus, X monographus, X.cryptographus, X.drygraphus*), *Xyloterus* (*X.lineatus*, *X. domesticus, X.signatus*) et *Gnathotricus* dont *G. materiarius* Fitch.

VI/ RÔLE DES SYMBIONTES CHEZ LES SCOLYTES

Les Scolytes sont capables de se développer sur des essences très variées dont les arbres peuvent être vivants, affaiblis, morts ou en décomposition avancée. Leur pouvoir de coloniser les sujets vivants est basé chez certaines espèces, sur leur relation mutuelle avec des champignons pathogènes qu'elles disséminent et qui envahissent rapidement les cellules végétales causant ainsi une dessiccation et une perturbation de la transpiration.

Tel est le cas du champignon Ascomycète *Ophiostoma* (*Ceratocystis* ou *Cerastotomella*) *ulmi* Bulsman, agent de la graphiose de l'orme (**Strobel** et **Lanier** 1981), dont les spores peuvent être transmises par des espèces appartenant aux genres:

- *Scolytus* dont *Scolytus multistriatus* Marsh (de petite taille), *Scolytus scolytus* F (de grande taille) et *Scolytus triarmatus.*
- *Pteleobius BED* dont *Pteleobius vittatus* F. et *Pteleobius kraatzi* Wood &Bright
- et *Hylurgopinus* Sw dont *Hylurgopinus rufipes* Eichhoff, qui cohabite principalement avec *S.scolytus* en Amérique, mais qui peut se trouver accidentellement sur *Prunus* (Prunier)*, Populus* (Peuplier)*, Tremula* (Peuplier tremble)*, Rhamnus* (Nerprun), *Alaterus* (ou *Rhamnus*)…

En tant que vecteurs, ces scolytes revêtent donc un caractère de nuisibilité plus dangereux. En effet, après la mort des cellules vivantes du phloème et du xylème, ils colonisent l'arbre et s'y développent sans difficultés en qualité de ravageurs dans leurs galeries larvaires et maternelles. A leurs émergences, les adultes pratiquent des morsures de maturation et transmettent aussi bien par voie interne qu'externe, les spores du champignon aux sujets sains ou déjà contaminés (**Pfeffer** 1979). Ensuite ils forent des galeries sous l'écorce des ormes âgés ou déficients, infligeant leur dépérissement. En plus de l'orme (Europe et Amérique du Nord) la graphiose peut être transmise à d'autres essences forestières comme le Chêne, Frêne et Peuplier.

CHAPITRE V/: DONNEES SUR LA BIOECOLOGIE DES SCOLYTIDES

I/ GRANDES LIGNES DU CYCLE BIOLOGIQUE D'UN SCOLYTIDE

I.1. Activité aérienne

I.3.1. Emergences ou essaimages

Les premiers essaimages vers les lieux de ponte sont régis par différents facteurs liés à l'éthologie de l'espèce de scolyte, la nature et l'état sanitaire de la plante hôte, le climat extérieur… Ils s'échelonnent des sur durées qui varient selon la génération et la période d'activité imaginale. Dans les régions méditerranéennes, en conditions climatiques favorables, les émergences présentent une évolution plus rapide avec parfois un simple ralentissement de développement hivernal (Photo.7).

I.3.2. Pénétrations

Après émergence les adultes s'orientent vers les plantes convenables pour y pratiquer tout d'abord leurs morsures nutriciales de maturation et y pénétrer ensuite pour se reproduire. Leur comportement de dispersion, d'attaque et d'installation n'est qu'une conséquence d'un système de communication qui fait appel aux organes sensoriels de l'insecte dans la recherche de l'hôte, à l'attraction qu'exerce la plante sur les insectes pionniers et aux rôles des phéromones de l'acoustique chez les scolytes.

I.2. Activité subcorticale

1.2.1. Forage du système subcortical

Chez les Scolytes, l'accouplement peut avoir lieu selon l'espèce, avant émergence des adultes dans leur biotope de naissance, ou après installation sur un nouvel hôte à l'intérieur ou à l'extérieur du système subcortical.

Chez les Xylébores qui se développent dans le bois comme *A.dispar*, *X.saxeseni* ou *Xyleborus monographus* FABR, le mâle ayant des ailes atrophiées est incapable de suivre la femelle; l'accouplement s'effectue donc dans sa galerie de naissance.

Au contraire, les espèces qui vivent dans l'écorce ou entre l'écorce et le bois, s'accouplent toujours après sortie, juste avant que la femelle commence à forer sa galerie maternelle. Deux modalités sont à signaler :

1.2.2. Accouplement à l'extérieur du système subcortical (Espèces monogames)

Chez les espèces monogames dont la plupart des genres *Scolytus* et *Hylesinus*, c'est la femelle qui creuse un trou de pénétration qui se prolonge par un couloir d'entrée pour aboutir à la galerie maternelle sous l'écorce. Elle s'y enfonce à moitié, puis elle interrompt le forage pour ressortir et exposer son génitalia afin d'être fécondée par un mâle. C'est seulement après accouplement qu'elle entre entièrement dans l'écorce pour continuer à creuser sa galerie. Le mâle s'introduit à son tour dans cette galerie où il demeure simplement au voisinage du trou d'entrée. Celui-ci peut même selon **Chararas** (1959) participer parfois au forage et au nettoyage de la galerie maternelle comme c'est le cas chez *Hylurgus ligniperda* F, *Chaetoptelius vestitus* (Mulsant & Rey) et *H.ficus*.
Chaque système n'abrite en fait qu'un seul couple. La monogamie limite le système de ponte à une seule galerie qui ne se compose pas nécessairement d'une branche unique. C'est ainsi que chez *Leperesinus fraxini* Panz et *S.mali*, la même femelle pratique un système en accolade, formé de deux branches transversales distinctes réunies par un atrium initial ou crochet qu'il ne faudrait pas forcément prendre pour une chambre d'accouplement, celle-ci étant naturellement absente chez les espèces qui s'accouplent à l'extérieur de l'écorce. Chez *H.ligniperda*, **Fabre et Carle** (1975), notent que le forage de la galerie maternelle commence sur le Pin maritime (*Pinus pinaster*), au collet de l'arbre et se poursuit ensuite dans le sol selon le trajet des racines au delà de 2 mètres. Cette galerie peut revêtir deux formes: La première à diverticules d'au moins 15 mm de diamètre, creusées par le mâle pour son alimentation et la seconde, à diverticules plus réduites (d'environ 5mm de diamètre) observées chez la femelle isolée ou déjà fécondée, mais abandonnée par le mâle. Elles lui servent de "plaque de retournement" durant la ponte. De même, chez d'autres espèces les adultes peuvent s'accoupler sous l'écorce avant essaimage. C'est le cas d'*O.erosus* sur Pins, *Dendroctonus micans* Kugelann sur Epicéas (Accouplement dans la poche natale) et *T.piniperda* (**Jamin**, 1977) dont l'accouplement et la ponte s'effectuent en trois phases distinctes donnant ainsi naissance à trois générations sœurs dans le massif forestier de Lorris en France.

Sur *Amygdalées*, Benazoun (1988) considère que l'accouplement chez *R.amygdali* comme chez *R.rugulosus*, a lieu dès le début du forage, et qu'il est ensuite répété, le mâle se tenant à reculons, à l'entrée de la galerie maternelle; les œufs étant déposés au fur et à mesure du forage (Photo.8 & 9). Chez *R.mediterraneus* **Gurevitz** (1975) mentionne que la femelle regagne sa galerie pour y pondre 2 à3 jours après accouplement, sans qu'elle soit assistée par le mâle. Sur Olivier *P.scaraboeoïdes* et *H.oleiperda* sont monogames, leurs galeries de ponte sont respectivement perpendiculaires aux fibres du bois pour la 1ère espèce et transversales pour la seconde.

1.2.3. Accouplement à l'intérieur du système subcortical (Espèces polygames)

Chez les espèces polygames, c'est le mâle qui arrive le premier après émergence; il creuse un trou de pénétration suivi d'un couloir d'entrée pour préparer une chambre d'accouplement reconnaissable à sa position centrale par rapport aux différentes galeries. C'est là où il reçoit les femelles une à une pour la fécondation. Signalons à ce sujet qu'en présence de plusieurs femelles, c'est généralement le mâle qui recherche la femelle, dont il frotte le pygidium avec sa tête; la femelle se recule alors mais l'espace très restreint dont elle dispose dans la chambre d'accouplement l'oblige à s'arrêter, ce qui permet au mâle de la féconder. Les deux insectes se séparent après un accouplement qui peut durer de 2 à 6 minutes et la femelle commence sur le champ à creuser sa propre galerie maternelle le long de laquelle elle déposera ses œufs (**Chararas**, 1959). Généralement un seul mâle suffit pour féconder 3 à 5 femelles, Au-delà, la fécondation n'est plus assurée normalement et lorsqu'un même système réunit plus de femelles, le système peut présenter des branches dépourvues d'œufs, facilement reconnaissables car les encoches de ponte, vides confèrent au système un aspect caractéristique. Toutefois **Chararas** (1980) signale que le mâle de *Pityogenes chalcographus* (L) peut recevoir jusqu'à 7 femelles, qui aussitôt après 2 à 4 minutes de fécondation, commencent à forer chacune sa galerie de ponte séparée.

En tout cas, quelle que soit la forme générale du système (longitudinale, transversale ou en étoile), le mâle reste dans sa chambre d'accouplement, d'où il évacue à l'extérieur la

sciure que les femelles repoussent vers lui au fur et à mesure de leur progression. En pratique, le mâle est facile à repérer et à reconnaître; il suffit de le chercher dans la chambre d'accouplement qu'il quitte le premier après 10 à 20 jours d'activité subcorticale dans son biotope. En effet chez *P.chalcographus*, le départ même hâtif du mâle (10 jours) pendant la ponte n'oblige jamais une femelle à émigrer; elle demeure au contraire dans sa galerie où elle poursuit sans aucune perturbation son travail. A noter qu'il est extrêmement rare de trouver un mâle mort à l'intérieur du système de ponte, sauf en cas de maladie.

Parmi les scolytes polygames, on trouve les genres *Ips* (*Ips sexdentatus* Boerner*, Ips acuminatus* Gyll), *Pityogenes, Pityokteines*, *Pityophthorus, Polygraphus, Orthotomicus* (*O.erosus*), etc. Selon Chararas (in **Benazoun,** 1980), la femelle d'*I.sexdentatus* pond ses œufs en phases dont chacune donnerait naissance à une génération sœur. La première ponte a lieu souvent dans la première galerie maternelle qui part de la chambre d'accouplement, tandis que les autres sont effectuées généralement dans des galeries plus courtes ne comportant qu'un seul bras, sans chambre d'accouplement et avec des encoches de ponte irrégulièrement réparties sur ce bras; ce qui signifie que la femelle doit reprendre sa nutrition de maturation dans la galerie elle même et y confectionner ses encoches de ponte au fur et à mesure de sa régénération. C'est pour cela que, rares sont les femelles susceptibles d'effectuer une seconde ponte. A l'opposé, chez *I.acuminatus*, 48 heures après accouplement, la femelle creuse, selon **Bakke** (1968) sa galerie de ponte sans ingérer de nourriture. Lorsque la température devient supérieure à 12°C, elle se met à pondre de petits œufs en étapes pour donner naissance selon **Jamin** (1977) à quatre générations sœurs.

Qu'ils soient monogames ou polygames, les Scolytides peuvent ou non s'accoupler plus d'une fois. Il n'existe pas de règle générale valable pour l'ensemble de la famille; mais le comportement de certaines espèces semble bien obéir à un comportement particulier.

Certains auteurs admettent qu'un seul accouplement serait suffisant pour que les femelles puissent pondre: **Chararas** (1970) le mentionne pour *T.piniperda L* et

Phloesinus bicolor B, **Nusslin** (1904) l'admet pour *Hylurgops glabratus* ZETT & *Cryphalus numidicus* Ei et Schwerdtefeger (1944), le signale pour *P.chalcographus* dont chaque femelle isolée peut pondre jusqu'à 26 œufs, nombre largement suffisant pour garnir une galerie maternelle,

D'autres entomologistes (in **Chararas** 1962) croient à l'accouplement répété: **Knoche** (1904) rapporte que *T.piniperda* peut s'accoupler plusieurs fois s'il en a la possibilité à titre occasionnel sans être jamais nécessaire. **Chewyreuv** (1905) l'indique chez *Eccoptogaster elegans, T.piniperda* et *I.typographus.* Pour cette dernière espèce, **Chararas** et **Hennings** (1907) ajoutent que la femelle ne peut pas pondre plus de 6 œufs sans qu'elle soit fécondée 2 à 4 fois de plus au niveau des trous d'aération avec des mâles venus de l'extérieur. un mâle de *S.multistriatus* peut s'accoupler avec 17 femelles en moyenne.

Après accouplement les femelles pondent leurs œufs dans de petites encoches latérales qu'elles confectionnent le long des galeries maternelles, puis elles les cimentent par leur salive, composée de cellulose et de lignine issues du bois digéré. Selon le type de système subcortical, les œufs peuvent être rapprochés ou écartés les uns des autres sans qu'ils soient expulsés à l'extérieur lors du nettoyage ou déblayage de la galerie maternelle par la femelle mère, aidée dans certains cas par le mâle.

Le nombre d'œufs pondus par une femelle varie considérablement non seulement d'un genre à l'autre, mais aussi entre les espèces du même genre, voire même chez la même espèce selon le climat (Température, humidité…), la nature de la plante hôte (Espèce ou variété, qualité nutritive, état physique…), les facteurs parasitaires (Cas de certains Nématodes qui abaissent la fécondité), chez diverses espèces.

Selon certains auteurs (in Balachowsky, 1963), la fécondité serait de 10 à 200 œufs/♀ chez les *Scolytus* (100 pour *R.rugulosus*, 180 à 200 pour *S.mali*,15 ou plus pour

Scolytus multistriatus Marsham), 300 chez les *Dendroctonus*; 50 à 150 chez les *Ips*… Or, de nombreux facteurs, peuvent conditionner cette fécondité, notamment, les facteurs climatiques, facteurs parasitaires (par exemple certains Nématodes qui abaissent la fécondité chez diverses espèces), facteurs liés à l'hôte (Espèce attaquée, ou variété, qualité nutritive, état physique, dureté du bois) et aussi des facteurs liés à l'état physiologique des scolytides.

1.2.4. Développement larvaire

Lorsque la larve est parfaitement développée (exceptés les cas de diapause), elle rompt la membrane ovulaire par des dispositifs variés (mandibules, griffes des pattes..), puis elle subit immédiatement une mue intermédiaire pour se débarrasser de la cuticule embryonnaire. Ensuite elle se nourrit en premier lieu de la moulure tassée par la femelle sur l'encoche lors du dépôt de l'œuf, puis fore pour son compte une galerie larvaire dont le diamètre augmente à mesure qu'elle grossit (Photo.10). Les galeries larvaires, perpendiculaires au départ, à la galerie maternelle, rayonnent ensuite en diverses directions et peuvent s'entrecroiser. On assiste de même à un enchevêtrement entre galeries larvaires de différents systèmes, lorsque la densité d'attaque est élevée. Une galerie larvaire peut atteindre 4 cm de longueur. La durée du développement larvaire varie selon l'espèce la température, la région, la génération et même la population.

1.2.5. Développement nymphal

Au terme de son développement, la larve du dernier stade évolue avant la mue nymphale en une "prénymphe" contractée, immobile qui s'alimente plus que les autres stades larvaires, vide son intestin et fore une logette profonde ovoïde colmatée par de la sciure pour s'y nymphoser. Certains auteurs soucieux l'appellent ainsi pour mettre en évidence la préparation à la mue nymphale dans un une logette sous une écorce, dans le bois. Chez certaines espèces comme *R.amygdali*, la diapause hivernale survient à cette étape du développement de l'insecte. A la reprise de son activité, la prénymphe termine sa nymphose dans sa logette qui impressionne peu l'aubier

(Photo.11. Après nymphose, l'adulte demeure un certain temps dans sa logette pour se mélaniser (Période ténérale. Photo.12), puis il émerge, en général par un orifice foré dans l'écorce au dessus de la logette nymphale.

Les caractéristiques biologiques de chaque espèce seront exposées en détail pour tous les scolytes inventoriés au Maroc sur les arbres fruitiers et forestiers (Chapitre 7).

I.3. Potentiel reproductif

I.3.1. Sex-ratio

Le dimorphisme sexuel est prononcé chez la plupart des Scolylides; il concerne parfois des caractères fondamentaux de base, mais au contraire, il peut porter sur des modifications morphologiques de détail.

Chez *les Xyleborini (Xyleborus, Anisandrus, Xylosandrus)* le mâle est non seulement plus petit que la femelle, mais sa forme est très différente. Ses ailes sont absentes ou atrophiées, jamais fonctionnelles, chez les *Xylocleptes*, *Coccotrypes*, *Pityogenes*, *Pityoceragenes*, *Orlholomicus, Platypus* et autres, les mâles se distinguent des femelles par des caractères observés sur la tête, les élytres, l'abdomen… Chez d'autres la différence entre les deux sexes serait plus faible; elle ne porte que sur des critères de micro-sculpture au niveau de la tête, du pronotum, des élytres dont la ponctuation, la pilosité ou granulation diffèrent selon le sexe comme c'est le cas chez les genres *Pseudothamnurgus*, *Xyloterus* (mâles à front excavé), *Pityokteines*, *Pityophthorus*, *Taphrorychus* (femelles pourvues de pinceaux de soies claires frontales), certains *Hylesinus*, *Phloeosinus* et *Phloeolribus* (structure des élytres différente suivant le sexe). A l'opposé, le dimorphisme sexuel serait faible ou nul chez d'autres genres ou espèces.

Chez les espèces monogames (*Scolytini*), l'effectif des mâles serait proche de celui des femelles, alors que chez les polygames à système de galeries de type "étoilé" (*Pityogenes, Pityokteines, Pityophthorus, Polygraphus,* certains *Ips*, etc), on trouve dans la même colonie un seul mâle pour 2, 3, 4 femelles ou même plus.

Chez les *Xyleborus*, les mâles sont plus rares: On peut alors compter un ♂ pour 14 ♀ chez *X.dryographus* Ratzeburg (Eichoff in Chararas 1962); 1♂ pour 5 à 9 ♀ chez

A.dispar et environ 1♂ pour 4 à 64 ♀ de *X.saxesini*. Chez *X.pfeilî* et *X.cryptographus*, la disproportion est beaucoup plus grande encore. En effet le mâle de *X.cryptographus* en particulier, ne quitte jamais la galerie où il nait, il y évolue, s'accouple et meurt. Il mène une vie des insectes cavernicoles, d'où son aspect décoloré et à tégument mou. Pour le découvrir il est indispensable de creuser profondément le bois de cœur pour repérer les galeries, opération qui est difficilement et rarement réalisable sur les arbres sur pied.

Chez les *Hypothenemus.sp*, les mâles étant toujours extrêmement rares et même inconnus (Spanandrie) et pourtant la parthénogénèse n'est pas signalée chez les Scolytes comme chez certains Charançons *Otiorrhynchus*. Chez les *Platypus*, la polyandrie étant la règle : Les mâles se combattent entre eux dans leurs systèmes subcorticaux.

I.3.2. Fécondité.

Le nombre d'œufs pondus par une même femelle varie beaucoup non seulement d'un genre à l'autre, mais souvent parmi les espèces d'un même genre. Ce nombre peut également être variable chez une même espèce suivant le climat ou l'habitat. Chez beaucoup de Scolytides, les détails de la ponte ne sont pas toujours précisés, mais pour certains genres ou espèces on peut donner des fécondités moyennes (par femelle) observées par certains auteurs: *Hylastinus obscurus* (6); les *Cryphalus* (10 à 12); les *Scolytus* (10 - 200); *S.amygdali* (9-75); *S.mediterranéus* (14-103); *S.rugulosus* (20-103); *S.mali* (180-200); *S.multistriatus* (≥150); *Chaeloptelius vestitus* (25-35); *Anisandrus dispar* (15-50); *Xyleborus saxeseni* (30-40); *Hylesinus oleiperda* (≥20); *Ips typographus* (variable); *Dendroctonus* sp (variable); *P. scarabeoides* (20-80)…

II/ MODALITES DE L'ATTAQUE

Les constituants biochimiques des végétaux sont très nombreux et très diversifiés, ils diffèrent d'une espèce végétale à l'autre. Dans le cas des Scolytides, les adultes s'attaquent aux végétaux susceptibles de leur procurer les substances nutritives indispensables à leur développement. Ce type d'attaque n'est donc pas hasardeux, mais il résulte de toute une série d'étapes successives déjà définies par Rudinsky (1962), Chararas (1980) et Wood (1982).

II.1. Dispersion des adultes après essaimage

Elle commence avec l'émergence et prend fin, une fois l'insecte répond aux stimuli de l'hôte et/ou aux phéromones sexuelles ou d'agrégation. En effet plusieurs espèces de scolytes se dispersent après essaimage sur la base de signaux olfactifs, auditifs et visuels émis par les insectes pionniers selon leurs possibilités de détection; ils arrivent donc à distinguer entre les arbres sensibles et résistants et à s'y installer (Moeck et al, 1981).

II.2. Sélection de l'hôte ou attraction primaire

II.2.1. Réceptivité de la plante-hôte.

La réceptivité des arbres est liée aux variations de leurs degrés de compatibilité et de susceptibilité. Elle dépend à la fois des conditions physiologiques de l'hôte et des caractéristiques du milieu extérieur desquelles dépendent la qualité d'habitation et le potentiel biotique du scolyte. Cette réceptivité peut être évaluée par la résistance naturelle de l'arbre qui dépend étroitement de son équilibre hydrique et qui conditionne donc l'installation des xylophages. Plusieurs auteurs dont Chararas (1970 et 1980), signalent qu'en règle générale certains *Scolytidae* choisissent de préférence les arbres qui traversent une phase critique de vitalité et ce n'est que lorsque la densité de leurs populations devient très élevée que les adultes s'attaquent à des sujets apparemment sains ou en pleine sève comme c'est le cas de diverses espèces des genres *Ips* et *Dendroctonus*. Selon Schvester (1957) *R.rugulosus* attaque des abricotiers dont l'état physiologique est passagèrement ou irréversiblement déficient. Au moyen Atlas (Imouzzer-Kandar), Questienne (1979) note que même si *T.piniperda* s'installe principalement sur les Pins des Canaries, abattus ou sur des chablis, il peut s'attaquer aussi à des sujets vivants, qui sont devenus réceptifs sous l'effet d'une déficience physiologique temporaire ou permanente, se traduisant par un jaunissement général des aiguilles.

Plusieurs facteurs d'ordre biotique ou abiotique, peuvent être à l'origine de la réceptivité des arbres apparemment sains, aux attaques des Scolytes. Parmi ces facteurs, la pression osmotique a suscité l'intérêt de nombreux écologistes et physiologistes dont Ansiaux,

Braum, Blanquet, Walter et Kreeb (in Chararas, 1970), Kramer et Zwolfer (in **Rudinsky,** 1962). Elle est considérée comme un paramètre physiologique dont la valeur et la variation expriment concrètement la force de succion des racines et par conséquent le degré d'adaptation et de vitalité d'une espèce dans son habitat. Par conséquent, la pression osmotique est utilisée dans le cas des xylophages comme un critère pour déterminer le niveau de résistance de l'hôte aux attaques en vue d'une protection des essences menacées. C'est ainsi que certaines essences forestières peuvent supporter sans dégâts notables, une concentration du suc cellulaire et une importante élévation de la pression osmotique qui résultent de la sécheresse, alors que dans les mêmes conditions, d'autres peuvent traverser une phase critique de vitalité qui réduit considérablement leur pouvoir de défense contre les attaques de ces insectes. Dans les cèdraies du Moyen-Atlas Chararas (1980) rapporte que *C.numidicus* s'installe souvent sur des branches en sève, de faible diamètre des arbres vigoureux de *Cedrus atlantica*, alors que *P.cedri* et *S.numidicus* préfèrent des branches ou des troncs tombés à terre. En phase de pénétration de *C numidicus*, le suc du liber et des aiguilles conservent une pression osmotique voisine de la normale (11 atm), alors qu'à des stades d'attaque, plus avancés, elle augmente remarquablement (jusqu'à 19 atm) lorsque les branches deviennent déséquilibrées à cause des lésions provoquées par la nutrition des insectes, suivies par le flétrissement des aiguilles.

En plus de la pression osmotique, d'autres paramètres indicateurs, peuvent donner une idée sur le degré de réceptivité ou de résistance de l'arbre: Acidité du phloème, mesures galvano-électriques, contenu en amidon des cellules de l'hôte, épaisseur des fibres de l'écorce, composition de la sève et pression (+production) d'exsudation des oléorésines ou de gomme. C'est ce dernier paramètre qui semble avoir attiré le plus l'attention des auteurs; il permet d'évaluer le pouvoir de défense des *Conifères* contre l'invasion des Scolytides. En effet, selon Rudinsky (1962), les *Epicéas* qui réagissent avec des exsudations d'oléorésines, seraient plus résistants aux attaques des *Dendroctonus.sp* (*D. brevicomis* et *D.monticolae*) que ceux qui ne les manifestent pas. Schwerdifeger (in Rudinsky, 1962) souscrit que la résistance des Sapins de Norvège aux attaques

d'*I.typographus*, dépend de leur potentiel résineux: Pour les arbres sains à potentiel important, une invasion rapide et massive est nécessaire pour casser leur résistance, par contre, un petit nombre d'adultes suffirait pour vaincre des arbres affaiblis dont le flux de résine est faible.

II.2.2. Spécificité du végétal.

Le monde végétal est très riche en espèces qui offrent une extrême diversité de constituants biochimiques, depuis les sucres simples (glucose) ou complexes (Xylanes, arabinogalactanes et celluloses) jusqu'aux composés volatils (terpènes, sesquiterpènes, composés polyphénoliques et alcaloïdes) dont la présence, l'absence et la combinaison donne selon Chararas (1980) à chaque essence une composition chimique caractéristique. L'étroite subordination à une ou plusieurs substances serait à l'origine de la spécificité de certains insectes pour certains végétaux.

Le mécanisme de sélection fut depuis longtemps considéré comme étant induit par les odeurs provenant de la plante-hôte, que les insectes détectent et poursuivent jusqu'à la source. Plusieurs Scolytides sur Feuillus ou Conifères sont donc attirés par des composés volatils déclenchant la stimulation des récepteurs sensoriels leur permettant la nutrition (forage), l'accouplement et la ponte (Chararas 1980; Moeck et al 1981). Chez les espèces monophages, il semble exister une étroite spécialisation des récepteurs sensoriels pour une substance ou un groupe de substances bien définies, alors que chez les polyphages les systèmes sensoriels ne sont pas spécifiquement limités à une seule substance, mais ils réagissent à des composés très différents.

Ce sont surtout, les stimuli olfactifs, gustatifs et visuels qui interviennent dans le mécanisme de sélection. Le stimulus olfactif, déclenché par des molécules volatiles, agit à la fois à distance et à proximité, tandis que le stimulus gustatif n'intervient que de près et par contact lorsque l'insecte a déjà sélectionné son hôte et choisi son emplacement définitif sur l'hôte. Quant aux stimuli visuels, ils agissent rapidement lors du forage et de la ponte.

II.2.3. Déterminisme de l'hôte

Les attaques par les Scolytes sont fréquemment prédisposés par l'affaiblissement des arbres, causé au préalable des facteurs intrinsèques et extrinsèques défavorables. Dans ces conditions comment ces insectes arrivent-ils à localiser et sélectionner l'hôte le plus convenable à leur nutrition et à leur reproduction Plusieurs auteurs (Anderson, 1948 Blakcman, 1924, Felt 1914…in Chararas 1962) supposent que la sécheresse serait le facteur le plus associé aux infestations par les insectes xylophages. Le comportement de sélection et d'attaque des arbres en voie de déficience physiologique ou récemment morts, indique que les insectes pionniers arrivent à distinguer, sous l'effet de différents stimuli (olfactifs, visuels, sonores...), le milieu le plus propice pour leur installation. Parmi ces stimuli, les phéromones seraient impliquées en partie dans l'attraction des adultes, mais Anderson (1977) considère que leur action n'intervient qu'après colonisation, ce qui n'explique pas comment les mâles ou les femelles arrivent à sélectionner les arbres propices. La réponse fut donnée par plusieurs auteurs qui ont démontré l'intervention de deux types d'attraction (Lieutier et al (1985), Menier 1984, Schvester, 1957; Rudinsky, 1962; Coulson, 1976; Chararas, 1980; Carle, 1975; Lanier et al, 1980; Wood, 1982; Benazoun et Guillon, 2004...): Une attraction primaire, exercée par les constituants volatils de l'hôte sur les insectes et une attraction secondaire exercée par des phéromones. Selon Coulson (1976) et Wood (1982), l'attraction primaire repose sur deux aspects chez les Scolytes:

- Le premier tient compte de la nature de la plante. Il s'agit d'une première sélection qui se traduit par une exploration du matériel végétal suivie par une alimentation indispensable à la maturation sexuelle.
- le deuxième prend en considération l'état physiologique de la plante (Vigoureuse, affaiblie ou morte…). Cette phase se termine soit par l'installation et la reproduction de l'insecte en question, soit par son retrait.

Dans les deux cas la constitution biochimique de l'essence reste déterminante pour la sélection et l'installation. Celle des essences feuillues est différente de celle des

résineuses. Les premières (*Amygdalées*), contiennent surtout des composés phénoliques qui dominent dans l'écorce, notamment les flavonoïdes. Les secondes (*Conifères*) se caractérisent par leur richesse en composés terpénoïdiques spécifiques (α.pinène, Δ3.carène, limonène, sabinène, verbénone, 1,8-cinéol, α.atlantone, cadinène.) que l'on rencontre, à des différentes quantités, dans l'écorce, le liber et les aiguilles et qui leur donnent un spectre d'odeur caractéristique déterminant ainsi le comportement de nombreux Scolytides spécifiques des conifères.

C'est Person (in Wood, 1982) qui fut le premier à démontrer chez les Scolytes que *D.brevicomis* était attiré par des composés volatils produits par des arbres affaiblis de *Pinus ponderosa*; il qualifia le processus d'attraction primaire. Par la suite, le phénomène fut confirmé par de nombreux auteurs dont Moeck (1978) chez d'autres Scolytides dont *Trypodendron domesticus* L., *Trypdendron lineatum* (Oliv), *X.saxeseni, I.typographus*, *Scolytus multistriatus* (Marsham), *Scolytus quadrispinosus* (Say), *S.scolytus*, *Pseudohylesinus nebulosus* (L), *Dendroctonus pseudotsugae* (Hopkins), *Dendroctonus rufipennis* (Kirby)...

Chez les Conifères, ces composés varient en qualité et en quantité selon l'essence: Les *Pinacées* (Pin & Epicéa) contiennent des constituants terpéniques dont l'α-pinène, Δ_3-Carène, phellandrène et limonène, alors que les *Cupressacées* comprennent des substances différentes comme le Chamaecypariol, chez le faux Cyprès (*Chamaecyparis obtusa*) le Cadinène & le Cadimol chez le Genévrier sabine (*Juniperus sabina*) et la Thuyone extraite avec la Thuyone et la Thuyosène des huiles essentielles du Thuya de chine (*Biota orientalis*). Ces constituants peuvent exercer à faible dose une action attractive et phagostimulante; ils paraissent contribuer à l'élaboration d'autres composés qui servent de messages et de moyen de communication entre les scolytes d'une ou plusieurs espèces. C'est ainsi que Nijholt et Schönherr (1976) rapportent que l'éthanol élaboré, attire à lui seul deux espèces de *Trypodendron* (*Xyloterus*) à savoir *T. lineatum* (Oliv) et *T.domesticum*. Tandis que l'α-pinène, seule ou mélangée à l'éthanol n'attire que *T.lineatum;* elle s'est montrée répulsive pour *T.domesticum* qui ne s'attaque qu'aux Feuillus ne contenant pas cette substance.

Selon Chararas (1980) la spécificité des *Scolytidae* pour certaines essences, est liée à celle des récepteurs sensoriels qui leur permettent de répondre sélectivement aux signaux émis par la plante hôte. En effet certains Scolytes inféodés aux *Pinacées*, des genres *Scolytus* (*S.multistriatus, S.scolytus, S.numidicus*), *Ips* (*I.sexdentatus & I.typographus*), *Phloesinus* (*P.cedri, P.bicolor* et *P.armatus*), *Pseudohylésinus* (*P.nebulosus*) et *Orthotomicus* (*O.erosus*) ne répondent qu'aux odeurs terpéniques qui interviennent dans le processus de sélection sans exercer une action directe sur l'alimentation. Ils sont tous repoussés par les extraits du xylème, du liber et des aiguilles des *Cupressacées.* Par contre, d'autres espèces peuvent être attirées en plus de leur hôte principal par des essences de composition biochimique voisine. C'est le cas de *P.thuyae* qui peut être attiré en plus du *Thuya occidentalis*, par le Génévrier *Juniperus communis* et le Cyprès *Cupressus sempervirens.*

Chez les Arbres fruitiers à noyau, Levy et al. (1974) ont mis en évidence la présence de composés phénoliques dans l'écorce d'Abricotier dont les flavonoïdes. Trois d'entre eux (Taxifoline, Pinocembrine et Dihydrokaempferol) se sont montrés très attractifs pour les adultes de *S.mediterraneus*; par contre, les autres (Naringinine, Quercétine, Kaempférol, Scopolétine…) n'avaient qu'un effet attractif très faible.

Selon Chararas et Koutroumpas (1982), 80% des adultes de *R.rugulosus* peuvent répondre positivement à 0,5 g-ml de Taxifoline (+4% de glucose + 6% de saccharose), et poursuivre leur nourriture en forant même des galeries de pénétration ou de nutrition.

En Israël, **Gurevitz** et **Ishaaya** (1972) précisent que ce sont les composés phénoliques ou les extraits éthériques des plantes déficientes ou attaquées qui se montrent les plus attractifs (4 fois plus par rapport à ceux des hôtes sains). Cependant il conviendrait de distinguer l'effet d'attraction de l'effet nutritionnel: en effet **Ascheer** et **Gurevitz** (1973) indiquent que selon le dénombrement des trous de pénétration sur disques de "Styropor" imprégnés que les composés phénoliques des essences fruitières préférés par *R. mediterraneus* se présentent dans l'ordre suivant :

Composés phénoliques (CP)Abricotier>CP.Amandier>CP.Prunier>CP.Pommier

Au Maroc, il apparaîtrait aussi que certaines espèces "normalement" moins réceptives au Scolyte et moins propices à sa multiplication, deviendraient des hôtes très favorables, sous l'action de certains facteurs, qu'il est difficile de définir, mais qu'il conviendrait peut-être de chercher à maîtriser. C'est le cas de *R.amygdali* qui se développe mieux et sans difficultés sur Pêcher à bois tendre que sur Amandier, dans les régions de Taroudant et Marrakech (Benazoun et Guillon 2004). De même, le Scolyte du figuier *H.ficus* trouve dans le Néflier un hôte très favorable pour s'y nourrir et se multiplier dans la région de Berkane.

A côté des stimuli olfactifs, les stimuli visuels peuvent intervenir dans la sélection de l'hôte. Ainsi Schonherr (in Chararas, 1980b) indique que même si l'orientation de *Dendroctonus ponderosae* et *Ips montanus*, est déterminée par des substances volatiles, les stimuli visuels peuvent affecter le choix de l'hôte par l'insecte. De même, Schvester (1957) considère que les silhouettes de l'arbre ou des branches pourraient attirer les adultes de *R.rugulosus*. Quant à Coulson (1979), il signale qu'à l'émergence, une attraction visuelle peut être assurée par la lumière comme l'ont constaté Fabre & Carle (1975) chez *H.ligniperda*: Les adultes émergeants auraient un phototropisme positif, par contre les pénétrants seraient photo-négatifs.

II.3. Concentration ou "Attraction secondaire".

Après sélection, les premiers émergeants, concentrent leurs attaques sur quelques arbres bien ciblés pour s'y installer, et attirer ensuite plusieurs individus pour coloniser massivement le biotope. La concentration, résulte de cette attraction dite "secondaire" liée à l'émission par les pionniers de phéromones "d'agrégation" qui ne sont selon Chararas (1980) et Wood (1982) que les produits d'une combinaison des constituants de l'arbre avec des substances secondaires transformées et métabolisées par l'insecte après sa nutrition. De nombreux auteurs (Rudinsky 1962; Sasakawa & Negishi 1973; Carle 1975; Chararas 1980; Rycker 1984, Benazoun 1988; Gonzàlez & Campos 1996) ont évoqué ce mécanisme chez plusieurs Scolytides dont: *R.amygdali* sur Amandier et Pêcher, *R.mediterraneus* sur Pommacées, *P.scarabeoides* et *H.oleiperda* sur *Olivier,*

Carphoborus minimus et *Cryphalus fulvus* sur *Cedrus libani, Tomicus.sp, Dendroctonus.sp, Ips.sp* et *Orthotomicus.sp* sur Pins*, Pityockteines.sp* sur Epicéas...

II.3.1. Rôle des phéromones dans le processus d'attraction secondaire

La communication entre deux ou plusieurs insectes de la même espèce ou même d'espèces différentes ne peut se produire que par des messages chimiques transmis ou reçus par l'intermédiaire des organes sensoriels. Les phéromones élaborées par le mâle ou la femelle varient selon leur nature d'une espèce à l'autre (Alcools, époxydes, esters, composés méthyliques complexes…). Elles interviennent selon Shorey (1973) dans les différentes séquences comportementales de l'insecte (Agrégation, accouplement, ponte dispersion, alarme, colonisation...). Les Scolytes sont capables d'émettre deux types de phéromones:

- **Les phéromones d'agrégation**

Elles agissent sur les deux sexes et parfois même sur d'autres espèces. Elles aident les scolytes à coordonner l'attaque simultanée d'un grand nombre d'individus sur le même arbre. Si un adulte (♀ou ♂) s'installe sur un arbre sain, il risque d'être repoussé ou emprisonné par l'exsudation de résine ou de gomme. Par contre si un grand nombre d'adultes attaquent en même temps, ils peuvent saturer le système de défense de l'arbre et parvenir à pénétrer pour forer et s'accoupler. Chararas (1980) constata à titre expérimental sur des Epicéas, que l'installation des mâles de trois espèces polygames (*I.typographus, P.chatcographus* et *P.polygraphus*) était suivie par une attraction agrégative des mâles et des femelles de ces espèces, accompagnés d'autres Scolytides (*Crypturgus pusillus* Gyllenhal, *Dryocoetes autographus* Ratzeburg *Hylastes ater* Paykull*, Hylurgops palliatus* Gyllenhal), voire même de *Coléoptères* prédateurs comme le Cleride *Thanasimus formicarius* Linne. Après pénétration, les chambres d'accouplement n'hébergeaient que les mâles et femelles de la même espèce sans qu'il y ait une sorte d'intrusion des autres espèces. Il apparait donc que l'action des phéromones d'agrégation est assez large; elle intervient même dans le processus de rapprochement des sexes. Toutefois, en cas de saturation certaines espèces sont en

mesure d'émettre des phéromones anti-agrégatives pour neutraliser le comportement agrégatif et éviter toute compétition interspécifique pour les ressources nutritives.

- **Les phéromones sexuelles**

Elles sont les mieux connues en forêt. Lorsqu'elles parviennent au niveau des récepteurs sensoriels, elles provoquent des excitations chez le sexe opposé et permettent ensuite l'accouplement. Chez les Scolytides, on distingue des phéromones sexuelles élaborées par les mâles chez les espèces polygames (*Pityogenes.sp, Ips.sp Phloesinus.sp, Orthotomicus.sp* …) et celles émises par les femelles chez les espèces monogames (*Dendroctonus pseudotsugae, D.micans, Hylurgus sp., Cryphalus piceae numidicus, H.ater, H.linearis, H.cunicularis, H.palliatus, T.piniperda, Scolytus.sp, S.multistriatus*, *P.scarabeoides, H.oleiperda…*)

A côté des signaux issus des phéromones, il existe des signaux provenant des composés volatils des arbres infestés (morsures ou trous de pénétration). Ces composés ne perturbent pas l'action des phéromones et ne provoquent pas de confusion au niveau des récepteurs olfactifs chez les Scolytides. Au contraire, ils agissent souvent en synergie; ils rendent la stimulation efficace et contribuent à une colonisation rapide et massive du biotope. En effet, Raffa et Berryman (1983) rapportent que *Dendroctonus ponderosae* Hopkins, utilise les sécrétions de défense de l'arbre hôte comme des précurseurs et des synergistes aux phéromones d'agrégation, qui lui permettent d'obtenir un maximum de réponse des autres individus en vol alors que la production en toxines de l'hôte est à son maximum.

Qu'elles soient sexuelles ou d'agrégation, les phéromones peuvent manquer de spécificité aussi bien chez les Scolytides monogames que polygames. Nous en citons quelques cas évoqués par certains auteurs:

- Schönherr (1972) rapporte que des troncs infestés par des femelles de *T.piniperda* attirent *H.palliatus* et *H.ater*.
- Carle (1975) admet que l'attraction secondaire est exercée normalement par la femelle après sa maturation sexuelle chez les Hylésines du pin *Tomicus destruens*

Wollaston et *T.piniperda*, mais dans certains cas il a constaté que des femelles vierges peuvent émettre des phéromones sexuelles avant ou pendant la pénétration en absence comme en présence des mâles.

- Lanier et Wood (1975) mentionnent que parmi 17 espèces du genre *Ips*, certaines d'entre elles, n'arrivent pas à distinguer leurs propres phéromones de celles des espèces voisines (*I.confusus* , *I.hoppingi* Lanier, *I.montanus* Eich et *I.cribricollis* Eich), alors que d'autres comme *Ips paraconfusus* et *Ips lecontei* Swane, arrivent à les reconnaitre même si elles entrent en compétition avec les phéromones d'autres espèces dont *I.montanus* et *Ips mexicanus* Hopkins).
- Pitman et al (in Wood, 1982) signalent que les phéromones masculines (fèces) d'*Ips paraconfusus* attirent aussi bien les mâles que les femelles.
- Rudinsky (1962) notent que les phéromones synthétiques de *Dendroctonus pseudotsugae* peuvent agir sur une trentaine d'espèces de *Scolytidae.*
- Blight et al. (1979) considèrent que des rondins d'orme infestés par *S.scolytus* peuvent capturer les adultes de *S.multistriatus*.

II.3.2. Rôle de l'acoustique es dans la vie des Scolytes

En plus des phéromones, les stimuli sonores régissent un comportement acoustique (ou stridulation) qui intervient dans le processus d'attraction secondaire depuis l'installation jusqu'à la colonisation. Il fut décrit et étudié chez de nombreux Scolytides des genres *Dendroctonus.sp*, *Orthotomicus.sp, Hylurgops.sp*, *Hylastes.sp*, *Tomicus.sp, Ips.sp* et autres (Oester & Rudinsky 2009, Sasakawa & Yoshiyasu 1983...)

La stridulation n'est autre qu'un son inaudible par l'homme, qui résulte d'un frottement entre des structures morphologiques spécialisées du corps d'un insecte (Vertex, gula, pronotum, prosternum, étytres, tergites et/ou sternites abdominaux…).
Selon Rudinsky et al. (1976), les adultes du Dendroctone du Pin (*Dendroctonus brevicomis*), produisent leur son en frottant une sorte de "grattoir ou râpe"" située sur leur abdomen, contre une surface rugueuse sous leur élytre gauche. Une fois la femelle

installée sur un arbre adéquat, elle commence à striduler et à produire ses phéromones d'agrégation afin d'attirer d'autres individus (♂et ♀). Une fois installées, chaque femelle, fait de même en forant sa propre galerie maternelle; le mâle à sa suite, ne pénètre pas avant de striduler pour annoncer son arrivée et avertir les autres mâles. À cette phase, la femelle arrête d'émettre sa phéromone sexuelle et commence à produire une phéromone anti-agrégative pour repousser l'arrivée d'autres adultes.

Ce comportement acoustique serait spécifique selon Barr (1969), Oester et Rudinsky (2009) qui admettent que le son est émis comme signal d'identification, par les mâles chez les espèces monogames et par les femelles chez les polygames, pour annoncer leur arrivée à la galerie maternelle pour les premiers et à la chambre d'accouplement pour les secondes. Toutefois il a été constaté que parfois le premier pénétrant (♂ des polygames et ♀ des monogames), peut à son tour répondre par stridulation aux adultes du sexe opposé comme c'est le cas des mâles chez les *Ips* (*I.pini, I.concinnus*, *I.calligraphus*, *I.tridens,* et *I.confusus*), et des femelles chez les Dendroctones (*D. pseudotsugae, D. brevicomis, D. ponderosae* et *D. rufipennis*.

Dans le système subcortical, les deux sexes (♂et♀) émettent différents types de grésillements à caractère agressif; ils peuvent être de pré-accouplement, de tension ou de rivalité. Par exemple la femelle d'*I.typographus*, grésille pour s'accoupler, celle d'*I.concinnus*, pour chasser ses adversaires, alors que le mâle de *Dendroctonus ponderosae*, le fait en se combattant contre un rival, et dès qu'il rejoint sa partenaire, il change de comportement par des grésillements simples et interrompus. .

Ces signaux acoustiques ont été également démontrés chez d'autres genres de Scolytes dont *Pseudohylesinus, Leperisinus et Scolytus*, bien qu'ils soient moins développés chez des espèces incapables de vaincre la résistance des arbres vigoureux par une attaque en masse coordonnée (**Ryker** et al, 1979).

II.4. <u>Etablissement et colonisation</u> :

Cette phase commence après le succès des premières attaques et l'installation des insectes pionniers. Ainsi les arbres-hôtes, deviennent plus attractifs aux nouveaux

émergeants sous l'effet des composés volatils de l'arbre et des phéromones des insectes déjà installés (**Chararas** 1980; **Oester** et al 1981...).

Des phénomènes de cet ordre ont été mis en évidence chez de nombreuses espèces dont certaines du genre Scolytus, notamment, *S.ventralis* Lec. (Berryman 1968), *S.multistiatus* (Marsh) l'un des vecteurs de la "Maladie hollandaise" des Ormes, (Norris 1977) et *S. mediterraneus* dont le caractère souvent massif et "concentré" des attaques fut démontré par Gurevitz et. Ishaaya (1972).

Comme ces *Scolytidae* ont tendance à se concentrer dans un premier temps sur l'arbre hôte le plus attractif, la colonisation de la population entière peut se localiser dans des sites ou lieux bien définis dans la forêt ou les vergers infestés. De telles concentrations sont repérables selon Rudinsky (1962) dans des milieux secs à vent libre et à sol pauvre, d'une faible capacité de rétention en eau,

Par ailleurs selon Wood (1982), l'établissement par les Scolytes vecteurs de maladies qualifiés de "tueurs" des arbres, commence lorsqu'un inoculum fongique est suffisamment introduit à l'intérieur du xylème, pour assurer la mort de l'arbre. Par contre dans le cas des espèces incapables de tuer, la colonisation commence par les premiers accouplements ou premiers forages des galeries maternelles par les femelles fécondées dans le nouveau-hôte.

Qu'ils soient Conifères ou Feuillus; les arbres hôtes semblent être capables d'interférer avec la communication des Scolytides. En effet, les écoulements de résine ou de gomme, peuvent piéger les adultes non attractifs et interrompre leurs systèmes de communication. Cela démontre bien que la séquence d'établissement et de colonisation est le résultat d'une interaction dynamique entre l'arbre et les insectes pionniers (Raffa & Berryman, 1983). Elle se termine lorsque le forage des galeries et la ponte s'achèvent.

Photo.7 : Emergences des adultes

Photo.8: Activité de forage et de ponte

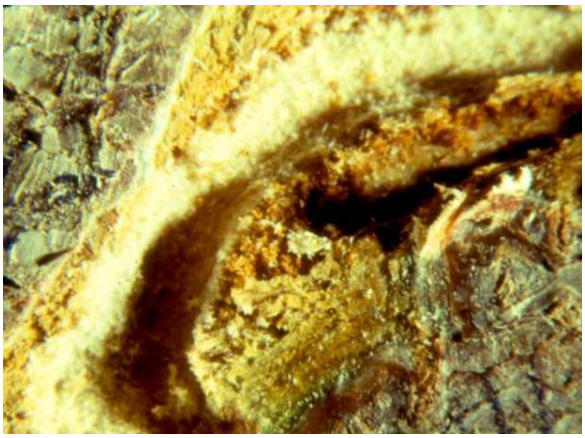


Photo.9: Œufs sous un tampon de moulure

Photo.10: Jeunes larves d'un Scolyte

Photo.11: Larves et nymphes sous l'écorce

Photo.12: Adulte de Scolyte

CHAPITRE VI/: METHODES D'ETUDE DES SCOLYTIDES

La plus grande partie du cycle des Scolytides, se déroule sous les écorces, ce qui les dérobe presque constamment à l'observation directe. Lorsque celle-ci est néanmoins effectuée, elle est destructive, ce qui interdit des observations ultérieures sur les mêmes individus. Il est donc nécessaire de recourir, dans de nombreux cas, à des méthodes indirectes. Nous décrivons dans ce qui suit, dans leurs grandes lignes, les méthodes et les modes opératoires les plus utilisées pour l'étude des Scolytides.

I/ ELEVAGES

Plusieurs Scolytides peuvent se reproduire correctement en laboratoire, sur leur milieu naturel en utilisant des rondins, tronçons ou branches fraîchement coupés, de diamètres variés selon l'espèce fruitière ou forestière. Ils peuvent être placés dans un milieu d'élevage obscur avec, soit des adultes récemment émergés, soit des tronçons attaqués contenant des adultes pré-émergeants et des nymphes. On peut concevoir le matériel suivant pour ce type d'élevage:

I.1. Les cages ou boites

Il s'agit de boîtes ou cages parallélépipédiques, en bois ou en carton, de dimensions variables (25 x 25 x 40cm, 30x30x50 cm ou plus), munies d'un couvercle à glissière permettant l'observation et la manipulation. Pour les élevages nécessitant un contrôle journalier, le couvercle doit être en verre, mais la boîte reste maintenue à l'obscurité, condition nécessaire, au moins jusqu'au début du forage, les adultes étant photo-positifs lors de l'émergence.

I.2. Les cages grillagées et manchons d'émergence

Ce sont des cages d'1m^3 ou des manchons en toile grillagée (mousseline à maille inférieure à la taille des insectes), dans lesquels on place des rondins pièges infestés pour récupérer les adultes rencontrés dans chaque site à prospecter.

Ils permettent parfois d'expliquer certains phénomènes éthologiques comme l'influence de la lumière sur l'essaimage, le décalage des émergences d'une espèce par rapport à l'autre, et des mâles par rapport aux femelles, etc.), et qui peuvent être probablement utiles dans une stratégie de lutte (Photos 12 à 15 et 17).

I.3. Les éclosoirs

Ce sont des tubes cylindriques en carton enroulé ou en plastique d'environ 20 cm de diamètre (ou plus) et de 60 cm à 1 mètre de long. L'une des extrémités du cylindre est munie d'un entonnoir (Nous pouvons utiliser le tiers supérieur ou partie conique de bouteilles ou bidons d'eau minérale en plastique) dans lequel on emboîte un pilulier ou un flacon amovible, où viendront se rassembler les insectes, scolytes et parasites attirés par la lumière et qui seront dénombrés. L'autre extrémité est couverte d'une mousseline noire à mailles assez fines pour assurer une aération, en interdisant la sortie des insectes et empêchant leur retour après l'avoir franchi. La solidité et l'étanchéité de l'ensemble sont assurées par des bandes adhésives. Ces éclosoirs fermés hermétiquement peuvent être utilisés au laboratoire et en nature. A l'intérieur de ces éclosoirs, sont placées des tronçons ou branches attaqués, en quantité variable selon les possibilités, le jour même du prélèvement ou au plus tard le lendemain. Ce matériel végétal est prélevé le plus possible au hasard dans les divers sites d'étude.

Pour tous ces élevages de laboratoire, il faut veiller à installer les boites ou les éclosoirs dans un milieu bien aéré et ombragé, ouvert sur l'extérieur par plusieurs fenêtres orientées vers l'est et qui répond aux exigences de développement des espèces à élever en terme de température et d'humidité relative. Par ailleurs pour éviter une trop grande dessiccation des branches, il faudrait les humidifier tous les 3 à 4 jours par pulvérisation d'eau. Chaque jour tôt le matin ou tard le soir, les insectes émergeants sont récupérés, dénombrés, identifiés et sexés (Photo18).

I.4. En milieu artificiel (Boites de Pétri)

Plusieurs milieux artificiels ont été essayés; ils sont composés essentiellement pour la plupart d'un support à base de poudre de liber et d'autres substances. Les variations portent sur la nature, le nombre et les proportions respectives des constituants nutritifs. Le milieu artificiel F à 8 constituants serait le plus simple pour l'élevage des scolytides; il été utilisé par Carle (1969) pour l'élevage des larves de *Pissodes notatus* L. et par Teurlay (1979) pour celui des larves d'*lps acuminatus* Gyll. Sa constitution est la suivante: 105g d'eau, 5g d'agar-agar, 4,5g de cellulose, 15g de liber de la plante hôte, 3g de levure de bière, 2g de mélange vitaminé, 0,1g d'acide benzoïque et 0,15 de nipagine. La préparation du milieu consiste à mélanger tous les éléments en poudre dans un homogénéiser tournant à grande vitesse, puis à les incorporer à une solution d'agar préparée à l'avance et maintenue à 56°C. Pour l'alimentation des larves, le milieu est coulé à chaud en boîtes de Pétri, fermées d'un couvercle emboité, mais l'espace ménagé au dessus de la surface supérieure du milieu doit suffire aux besoins respiratoires des larves. L'ensemble peut être conservé à froid (0-5°C) à l'abri des infections. Les larves sont installées sur le milieu dans les 12 heures qui suivent leurs éclosions; leur pénétration et leur développement font l'objet d'observations journalières. Dans le cas des essais d'alimentation imaginale des Scolytides, le milieu offert aux adultes est découpé en cubes ou coulé en couches minces (< 5mm d'épaisseur) dans de grandes boîtes parallélépipédique plates de 110 X 170 mm.

Au Maroc, nous avons tenté l'élevage du Scolyte de l'Amandier en préparant un milieu de composition semblable à celle du milieu F en substituant du liber moulu d'amandier à celui du pin sylvestre. Nos essais n'ont été testés que sur les larves de *R.amygdali* avec deux formules de compacité différente. Quelques tentatives de pénétration ont eu lieu surtout sur le milieu le plus compact, mais les insectes mourraient assez rapidement sans pouvoir pondre. Cela n'empêcherait pas de tenter d'autres essais en se référant aux travaux de Carle (1969) (Photo. 16)

Les élevages sur milieu naturel permettent de :

- disposer de matériel animal pour diverses utilisations ;
- suivre régulièrement le développement de l'espèce en variant éventuellement la température, l'humidité, la plante hôte… ;
- connaitre les dates des premières et dernières sorties des adultes;
- déterminer la longévité des mâles et des femelles;
- apporter d'autres précisions d'ordre biologique.

II/ SUIVI DE L'ACTIVITE IMAGINALE

La phase "aérienne" de la vie des Scolytides est probablement très brève. Les élevages en témoignent, puisqu'il est possible d'observer des attaques à très bref délai après la mise en présence de branches d'insectes fraichement émergés.

Il n'est pas possible de savoir exactement ce qui a lieu, dans la nature, entre l'émergence des adultes et l'attaque de nouveaux hôtes. Mais un suivi, avec dénombrements, des émergences d'une part, des pénétrations d'autre part, permet de:

- vérifier le nombre de générations ;
- connaitre les durées et l'échelonnement des périodes de sortie et de pénétration pour les diverses générations ;
- déterminer la durée du développement subcortical des populations naturelles depuis la pénétration jusqu'à l'émergence.

Chez plusieurs espèces de Scolytides, la recherche sur les phéromones a pu conduire à la synthèse de substances attractives des adultes, comme dans le cas, par exemple, d'*Ips typographus, Trypodendron lineatum, Scolytus multistriatus, Scolytus ventralis*, *Ruguloscolytus amygdali, Phloetribus scarabeoides* et autres, pour lesquels le piégeage par phéromones d'agrégation permet entre autres observations d'assurer un suivi du cycle. Par contre, d'autres espèces n'ont pas encore fait l'objet de pareilles études sur les phéromones.

Dans les deux cas, nous pouvons recourir :

- soit, à l'observation directe, sur tronçons ou rondins infestés dans la nature, attaques "spontanées" d'arbres, et attaques sur "branches ou rondins pièges" mis en place par nous-mêmes;
- soit à l'utilisation de phéromones dans des pièges artificiels conçus pour le capture du sexe opposé par une phéromone sexuelle, ou des deux sexes par une phéromone d'agrégation.

II.1. Pièges naturels (Arbres, rondins ou branches pièges)

Le principe du piégeage est le suivant: A chaque sortie et dans chaque station forestière ou verger et sur autorisation du propriétaire, repérer des arbres sains d'âge moyen à abattre pour être coupés au ras du sol, ébranchés et tronçonnés en rondins ou branches de longueur et de diamètre variables selon l'essence infestée (fruitière ou forestière). Ensuite, tous ces tronçons, doivent être paraffinés sur les tranches de coupe afin d'éviter une dessiccation trop rapide. Ils sont placés ensuite à mi-ombre à des positions variables selon la nature de l'hôte, aux alentours de sujets infestés par l'espèce de Scolyte à étudier. Il a été noté que de pareils pièges naturels peuvent être attaqués dès les 2-3 jours après leur mise en place (Photo.19).

En verger les branches sont, soit simplement appuyés contre un arbre, soit attachés dans la frondaison, à hauteur de plus d'un mètre, et à diverses orientations dans l'arbre. Chaque branche piège reçoit, un numéro et sera individuellement observée.

En forêt, les rondins fraichement coupés sont à installer successivement une fois par semaine, par groupes de tas ou lots de 2 à 5 rondins dispersés dans chaque parcelle de façon à assurer une permanence du piégeage (Photo.19).

Dans les deux cas, chaque piège naturel doit être repéré par un numéro indicateur (Nom du site, position de l'arbre, date d'abattage et d'installation, strate, orientation…) et sera observé individuellement. Le dénombrement direct dans la nature consiste à repérer périodiquement (journellement si possible) et à heures fixes,

tard le soir ou tôt le matin, le nombre d'orifices de pénétrations, puis plus tard ceux s des sorties des adultes. Chaque type de trous est marqué à chaque relevé, soit par un trait de couleur indélébile soit par des punaises, soit par un léger épluchage de l'écorce, au couteau, afin d'éviter les erreurs par redoublement ou par omission. Les orifices de sorties des parasites, de diamètre plus faible, peuvent également être comptés dans certains cas. Ceci permettrait de donner au moins une idée sur la durée de réceptivité de tels pièges.

Les piégeages et leur suivi permettent d'acquérir des données non seulement sur la durée et l'échelonnement des attaques (notions indispensables à la mise au point de méthodes de lutte) mais aussi sur la durée du développement dans la nature. Ce même procédé de piégeage peut être adopté pour des tests d'efficacité des insecticides.

II.2. Pièges d'interception

Ce sont des pièges passifs qui n'attirent pas activement les insectes mais profitent de leurs capacités de déplacement et de dispersion. Ils sont conçus pour suivre l'essaimage des scolytes; leur rendement quantitatif est assez faible, mais ils restent d'un grand intérêt sur le plan qualitatif car ils permettent de capturer une grande diversité de coléoptères (*Buprestidae, Cerambycidae, Cetoniidae, Cleridae, Elateridae, Carabidae, Curculionidae*...). Ils peuvent être placés au centre des parcelles et orientés différemment vers le nord-sud, l'est-ouest ou autres pour savoir si l'orientation aurait un effet quantitatif et qualitatif sur la capture.

Ces pièges sont formés, soit par des vitres ou des panneaux transparents faits de feuilles de plastique semi-rigide (1 mm d'épaisseur, 70 cm de large x 1,20 m de long). Chaque piège est supporté par deux pieds en bois ou en métal, sous lequel est montée une gouttière fixée par ces pieds, et divisée en deux parties séparées par une plaque rigide ne laissant passer aucune goutte d'eau d'un côté à l'autre. Les deux parties de la gouttière contiennent de l'eau additionnée d'un mouillant. Les insectes heurtent la vitre ou le panneau, tombent dans l'eau et se noient rapidement. Pour faciliter la récolte des adultes, chacune des parties de la gouttière est percée par un trou auquel

on relie un petit tuyau en plastique. Le bouchon de celui-ci est enlevé à chaque récolte pour laisser écouler l'eau et les insectes piégés, dans un entonnoir à toile grillagée, puis ils sont ramassés et mis dans un pilulier à alcool (70°C) avec une étiquette indiquant l'orientation, le numéro du piège et la date de récolte. Amenés au laboratoire, ces piluliers sont vidés pour procéder au tri et à la détermination des espèces pour les scolytes et des familles pour les autres insectes capturés (Photo.20).

II.3. Pièges à phéromones

Ces pièges sont utilisés pour capturer les adultes des Scolytes par des phéromones synthétiques et spécifiques. Les phéromones sexuelles attirent les mâles chez les espèces monogames et les femelles, chez les polygames. Les phéromones d'agrégation ont la faculté d'attirer à la fois les mâles et les femelles d'une même espèce et d'agir sur leur comportement alimentaire.

Actuellement différentes phéromones sont commercialisées à travers le monde; elles servent de moyen pour l'étude biologique, l'avertissement et la lutte par piégeage massif contre les Scolytides inféodés aux essences forestières et fruitières. La phéromone est placée dans le piège, où les adultes se trouvent capturés soit par de la glu, ou par un insecticide approprié.

Ces pièges présentent des formes variées selon l'espèce de scolyte, le milieu naturel, la plante hôte et autres. Ils peuvent être appâtés avec des phéromones, des substances extraites de l'arbre d'hôte (Alpha-pinène du pin), de l'alcool ou de la térébenthine.

Au sud marocain, nous avons testé une phéromone d'agrégation spécifique de *R.amygdali*: la *4 Méthyle 3 heptanol (66,6%) + 4 Méthyle 3 hexanol (33,3%).* Le diffuseur retenu est un *Cream dispenser* calibré pour une émission à 0,3 mg/jour pendant deux mois.

Deux types de pièges artificiels ont été utilisés pour capturer les adultes de ce Scolyte dans les régions de Tafraout sur Amandier et Taroudant sur Pêcher :
Le premier piège est un "ECO trap" (Photo.21) en forme de tube dont l'étanchéité et

la solidité sont assurées par un support constitué de deux plaques noires démontables entrecroisées. A leur extrémité supérieure est fixé un couvercle protecteur; l'autre extrémité (inférieure) est reliée à un entonnoir dans lequel est emboîté un flacon collecteur amovible où sont récupérés les insectes (Coléoptères, parasites, prédateurs) ayant pénétré à travers les trous d'une plaque perforée placée sur l'entonnoir.

Le deuxième piège "LCR trap" (Photo.21) ou "Barrière de vol" apparaît sous forme d'un panneau perforé que les insectes viennent percuter pour tomber dans une double gouttière : la première étant percée par des ouïes qui permettent de récupérer les adultes dans la deuxième placée en dessous de la première.

Un troisième piège " Lindgren Funnel Trap" était utilisé à titre occasionnel; il est fait d'une série d'entonnoirs superposés. Il se fonde sur la tendance de l'insecte à se laisser tomber au sol lorsqu'il perd prise en essayant de se poser.

II.4. Pièges actifs à kairomones

Dans ce cas, les insectes sont attirés par des composés organiques volatils (COV), sélectifs émis habituellement par leurs hôtes (kairomones). Parmi ces substances, les monoterpènes et surtout l'alpha-pinène est le composé le plus émis par le pin *Pinus. halepensis* lors d'un stress hydrique. Sa volatilité permet l'attraction de scolytes à longue distance, notamment le genre *Tomicus*. Des études sur *T.piniperda* et *T.destruens* ont montré une synergie entre l'alpha-pinène à faible dose (30 mg/jour) et l'éthanol (concentration 0.1 à 10 fois plus élevée que l'alpha-pinène) dans l'attraction optimale des insectes (Peñuelas & Llusià 2001). L'utilisation de la combinaison de ces deux attractifs peut constituer une démarche prometteuse de contrôle de suivi et de lutte contre *T. piniperda* dans les pinèdes marocaines. Gillmann (2014) utilisa la combinaison de ces deux attractifs dans un peuplement de pin d'Alep dans la région de Gémenos en France. Il recommande d'échanger les attractifs tous les deux mois en hiver (d'Octobre à Avril) et tous les mois en été (de Mai à Septembre) pour maintenir un niveau d'efficacité constant dans le piégeage tout au long de l'année (La durée de diffusion des attractifs dépend de la chaleur). Les captures dans les pièges doivent

être relevées chaque semaine, pour être triées individuellement, en séparant les espèces de scolytes des autres espèces d'insectes.

II.5. Pièges à migration verticale des Coléoptères xylophages

Ce type de piège (Photo.22) conçu par Oto Majzlan (in Bonneau 2008) consiste en un voile de forme conique, destiné à suivre les déplacements des *Coléoptères* explorant le tronc dans leur migration verticale. En général un xylophage adulte aurait tendance après émergence à s'orienter vers la lumière au niveau des strates supérieures de l'arbre. Ce voile est agrafé sur le tiers environ de sa circonférence d'entrée. Un arceau en fil de fer permet d'élargir cette ouverture. L'autre extrémité du cône est fixée à un tube sur lequel se place un récipient de réception. Un support en bois, fixé au tronc, retient l'ensemble. Le bocal de collecte est percé et un tube est collé à son fond et sur lequel il s'emboite pour terminer le cône du voile. Le haut de ces deux tubes se termine à la même hauteur, à environ 2 cm sous le couvercle du bocal. Cette disposition permet la dépose du pot sans rien démonter. Le récipient de récolte est aussi rempli d'eau additionnée de sel et de quelques gouttes de produit vaisselle jusqu'à, environ, 2 cm du haut des tubes.

II.6. Eclosoirs ou émergeoirs (Photo. 18)

En nature, les éclosoirs offrent plus de commodités pour suivre la chronologie des émergences des deux sexes des Scolytides. Ils sont attachés dans les arbres à l'intérieur de la frondaison, pour éviter les inconvénients d'une trop forte insolation, avec un fil de fer à chaque extrémité, à une hauteur permettant la manipulation et l'observation. Les prélèvements sont faits, pour chaque génération, le plus tard possible, en se basant sur les résultats de l'examen de la composition démographique de façon que les populations des tronçons ou branches mis en éclosoirs se trouvent proches du stade adulte (présence de nymphes) mais qu'ils ne présentent pas encore de trous de sortie d'adultes. Les comparaisons faites entre le procédé d'utilisation des éclosoirs et celui de l'observation directe, montrent que le premier donne pratiquement des résultats très comparables à ceux du second. En effet, malgré

quelques décalages, l'emploi en nature des éclosoirs semble n'altérer que peu les résultats; il apparait que les températures sous écorces et dans l'éclosoir sont souvent assez supérieures aux températures externes. En revanche, il ne se manifeste que peu de différences entre la température de l'éclosoir et celle sous corticale d'un tronçon.

II.7. Pièges tubes

Il s'agit de tubes noirs en polyester ou en plastique percés, dans lesquels les scolytes adultes pénètrent par les orifices et tombent dans le collecteur;

II.8. Pièges écrans

Ce sont des pièges sous forme de panneaux que les insectes viennent percuter, ils tombent dans le piège par des voies de récupération. Dans ces pièges, sont généralement installés des sachets à phéromones attractives qui ont démontré leur efficacité à l'égard de quelques espèces. C'est le cas par exemple du **Pheroprax** spécifique d'*Ips typographus*, du **Linoprax** un attractif du Scolyte lisère, *Trypodendron lineatum* et d'autres substances sur *Ips sexdentatus*, *T.piniperda* et *Ortothomicus erosus*. Cette technique fut testée avec succès contre *P.scarabeoides* en Espagne et en Angleterre.

III/ANALYSE DE LA COMPOSITION DEMOGRAPHIQUE

Les observations préliminaires au Laboratoire ont toujours montré que les sorties d'adultes des Scolytides étaient très échelonnées dans le temps, ce qui laissait à penser que les diverses générations pouvaient se chevaucher.

Il n'est donc guère possible de préciser certaines caractéristiques du cycle en particulier le nombre annuel de générations uniquement par l'observation directe dans la nature. C'est pourquoi on doit procéder à des analyses périodiques de la composition démographique des populations (Photo.23).

La démographie est l'étude de la structure des populations naturelles avec leurs variations spatiotemporelles. Selon Geri (1980) l'analyse démographique est utilisée pour étudier chez l'homme ou chez les animaux et végétaux des variables telles que la

fécondité, la natalité et la mortalité, le développement et la tendance évolutive des espèces étudiées.

En Entomologie, l'analyse périodique de la structure des populations a été souvent utilisée, dans le cas d'espèces à générations chevauchantes, en vue de préciser les principales phases du cycle, et en particulier le nombre annuel de générations.

Le principe de la méthode consiste à dénombrer stade par stade des populations échantillons et ceci périodiquement tout au long de l'année. L'accroissement à un moment donné de la proportion d'un quelconque des stades, par rapport au comptage précédent, est l'indice du passage au dit stade de la génération en cours.

En fait tout le matériel biologique infesté et prélevé en nature pour l'étude biologique des Scolytes, est numéroté, étiqueté (Analyse de la composition démographique, chronologie des émergences et pénétrations…) et rapporté ensuite au laboratoire.
Chaque tronçon subit les opérations suivantes :

1. Mensuration en longueur et en diamètre; son origine et sa date de prélèvement sont notées. Il reçoit un numéro de référence. Le rapport du nombre de galeries maternelles à la surface, ainsi calculée constitue une évaluation de la densité d'attaque;

2. Dénombrement des trous de pénétration, avec ou sans sécrétion de gomme ou d'oléorésines, et, lorsqu'il en existe, des orifices de sortie d'adultes de Scolyte et des *Hyménoptères* parasites (reconnaissables à leur diamètre plus petit que ceux du Scolyte) ;

3. Décortication soigneuse: le contenu subcortical (Insectes, sciure, écorces...) est minutieusement trié à l'aide d'un tamis, et tout le matériel animal vivant ou mort est compté. Les stades du scolyte sont classés par catégories: Jeunes larves, larves à fin de développement en logettes nymphales (sèches, momifiées, parasitées, victimes éventuellement de prédateurs...), prénymphes, nymphes et adultes. Pour ces derniers on peut la distinction entre trois formes :

- Adultes en voie de mélanisation : tête noire, thorax et abdomen encore blanc, en voie de coloration (Jeunes adultes immatures) ;
- Adultes bruns à mélanisation incomplète (élytres bruns) ;
- Adultes noirs à mélanisation complète, prêts à émerger.

Les ennemis naturels peuvent également être dénombrés par espèce et par stade (larves, nymphes), qu'ils soient des insectes (*Hyménoptères* parasitoïdes, *Coléoptères* prédateurs…) ou des acariens (A pédicules du genre *Pyemotes*…).

4. Sur la branche écorcée, on dénombre ensuite le nombre de galeries maternelles simples des espèces monogames ou le nombre de systèmes subcorticaux étoilés avec le nombre de galeries maternelles par système. Chaque galerie fait à son tour l'objet d'un comptage exhaustif des encoches de ponte apparentes. A ces dénombrements, s'ajoutent, ceux des logettes nymphales superficielles ou profondes qui sont marquées au fur et à mesure du comptage pour éliminer les risques d'erreur. Les logettes profondes peuvent être entièrement ouvertes, (émergence) ou encore oblitérées ou semi-oblitérées. Ces dernières correspondent souvent, soit aux sorties des parasites ou à un début de préparation à l'émergence du scolyte. On dégage avec un scalpel bien aiguisé, le contenu des logettes profondes oblitérées qui peut consister en différents stades du scolyte et/ou de ses ennemis.

Ces opérations, outre, les données sur la structure d'âge et le nombre de générations, fournissent diverses informations sur le potentiel biotique des Scolytes et l'impact des facteurs de la dynamique des populations sur leur développement:

1°. <u>La fécondité</u>

La notion de "fécondité potentielle" ne peut être que théorique. Elle représente la fécondité moyenne d'une espèce (nombre d'œufs pondus par femelle) dans des conditions "idéales" où ni la femelle pondeuse, ni la ponte elle-même ne seraient soumises à aucune contrainte ni à aucun facteur limitant. Elle permet de déterminer la

population mère à partir de laquelle il est possible de suivre l'évolution de la descendance. Chez la plupart des Scolytides à développement subcortical les œufs sont déposés par les femelles dans les encoches de ponte, de part et d'autre de la galerie maternelle. On ne peut évaluer la fécondité par comptage direct des œufs contenus dans les ovaires, ceux-ci étant de type acrotrophique avec maturation graduelle des ovocytes. D'autre part, il est impossible, d'obtenir chez les Scolytides le dépôt des œufs ailleurs que dans une galerie forée dans une branche ou un tronc. Dans ces conditions, on ne peut faire autrement que d'évaluer la fécondité réelle, sur la base du nombre moyen d'œufs effectivement pondus par dénombrement des encoches de ponte, confectionnées par femelle. Les observations doivent porter sur un effectif significatif. Dans le cas de *R.amygdali*, nous avons travaillé sur 10 lots de branches (138 tronçons au total) choisies arbitrairement parmi celles que nous avions utilisées pour l'étude de la composition démographique, celles de la chronologie des émergences et celles de l'hivernage. L'ensemble a totalisé 1.062 galeries maternelles. Après écorçage soigneux on compte minutieusement le nombre d'encoches de ponte par galerie sous binoculaire. On prend soin de ne prendre en considération que des galeries, dont les encoches étaient régulièrement disposées et jointives.

Par ailleurs, les galeries ont été mesurées, en vue de rechercher dans quelle mesure il existe un rapport entre longueur de la galerie maternelle et le nombre d'œufs pondus. Ceci pouvait présenter, du point de vue méthodologique, un certain intérêt. Le comptage des encoches de pontes est en effet contraignant.

2°. **Le rapport numérique des sexes**

Le rapport numérique des sexes ou "sex-ratio" selon l'expression anglaise, est défini comme étant le rapport du nombre de mâles au nombre de femelles. Chez plusieurs Scolytides, le dimorphisme sexuel relativement accusé; les femelles, étant généralement plus grandes que les mâles. Toutefois en absence d'autres critères de dimorphisme, il faudrait toujours vérifier pour des les insectes de "taille intermédiaire" la validité de ce critère en procédant à la dilacération rapide sous

binoculaire pour identification du sexe d'après les organes génitaux sur quelques échantillons représentatifs arbitrairement limités à 100 insectes de "petite taille" et 100 de "grande taille".

3°. La durée du développement

La connaissance de la durée du développement, présente un certain intérêt pratique elle permet, si l'on connaît par ailleurs les dates des premières attaques, de prévoir, dans une certaine mesure les dates d'essaimage et de prendre diverses mesures en conséquence (surveillance, préparation de traitements contre l'insecte par exemple).

Le développement ne peut être suivi à vue en raison du mode de vie subcortical des scolytes. Il faut donc procéder par" sondages périodiques d'échantillons de branches dont la date d'attaque avait été repérée.

Ces observations peuvent avoir lieu tous les deux jours. Elles consistent à prélever minutieusement l'écorce au niveau de 3 à 4 galeries ou de trous de pénétrations en prenant garde de ne pas détruire les insectes et à observer le stade le plus avancé atteint.

On considère que la durée de développement de l'insecte jusqu'à un stade donné est représentée par la période qui s'écoule entre la première pénétration des femelles et l'apparition du premier individu parvenu au stade en question.

Les différentes étapes du développement à considérer, sont les suivantes :

- Préoviposition : période qui sépare la première pénétration et l'apparition de la première ponte ;
- Incubation:: période séparant la première ponte observée et la première éclosion des larves ;
- Développement larvaire: période séparant la première éclosion des larves et l'apparition de la première nymphe ;
- Développement nymphal : période séparant l'apparition de la première nymphe et l'apparition du 1er adulte ;

- Durée individuelle de ponte : période séparant l'apparition de la première ponte et l'observation de la première femelle pondeuse morte ;
- Durée de mélanisation : période séparant la mue imagina et la coloration complète des adultes.

La méthode demeure assez peu précise surtout du fait du laps de temps entre deux contrôles lesquels doivent intéresser un nombre suffisant de systèmes de galeries. Elle nous renseigne cependant au moins sur des ordres de grandeur.

Elle peut être utilisée au laboratoire lors des élevages et en nature sur les branches ou rondins "pièges". Le stade nymphal peut se prêter à des expériences plus précises: Le principe consiste à extraire des larves âgées de leurs logettes nymphales ; elles sont placées, dans des boites à compartiments cloisonnées (boites à test "ELISA" utilisées par les virologues). L'utilisation de ces boites permet, moyennant une reproduction sur un plan (chaque case étant numérotée), de suivre individuellement chaque insecte. Elles sont placées dans des cristallisoirs fermés garnis au fond d'eau salée à sursaturation, maintenant une humidité relative d'environ 75 %. Les températures de l'expérience seraient comprises entre 20 et 25°. Les larves sont observées individuellement et quotidiennement pour noter à chaque fois la date de leur mue nymphale, puis celle de la mue imaginale.

4°. **Evaluation de la mortalité**

Les observations sur les facteurs de mortalité ont lieu conjointement avec celles destinées à l'étude du cycle biologique des Scolytides entre autres et surtout au moyen d'analyses mensuelles de la composition démographique. L'opération donne des informations sur la part de chacun des facteurs de la mortalité notamment celle des ennemis naturels dans la limitation des populations.

Pour évaluer la mortalité finale, après la fin des émergences, on procède à l'analyse de tous les tronçons infestés qui ont servi pour l'étude des émergences:

- avant écorçage, on dénombre tous les orifices de sortie du Scolyte et de ses parasitoïdes;

- après écorçage, on compte toutes les traces laissées par les parents (galeries maternelles et encoches de ponte) et par la progéniture (galeries larvaires, et logettes nymphales et leur état: ouvertes, semi ouvertes (intervention d'un parasite), fermées (le contenu est examiné). C'est ce type d'observations que nous avons utilisé lors de nos expériences sur l'hivernage.

La différence entre le nombre total de logettes nymphales et l'effectif total des encoches de ponte donne le nombre d'insectes morts à l'état d'œufs ou de larve "jeune". C'est-à-dire non parvenue au dernier stade. Il n'est pas possible de discriminer la mortalité à l'état d'œuf de celle à l'état larvaire, non plus que celle aux divers stades larvaires jeunes;

- Le nombre de morts aux stades larves "âgées" et nymphe est obtenu par comptage des logettes fermées contenant ces stades;
- Le nombre des morts au stade adulte par comptage des adultes morts contenus dans les logettes.

On peut ainsi déterminer une population-mère (nombre de galeries maternelles) et sa fécondité (nombre d'encoches de ponte) auxquelles sont confrontées les données sur les divers stades ou ensembles de stade que l'on peut discriminer.

Toutes ces observations permettent de déterminer les paramètres suivants :

a. **Taux de multiplication :** Il ne peut être déterminé qu'à la fin des émergences; il correspond au rapport du nombre d'adultes parvenus à fin de développement sur le nombre de galeries maternelles. Une certaine marge d'incertitude peut demeurer en ce qui concerne l'évaluation de la fécondité, car on ne peut pas savoir si chacune des encoches de ponte dénombrées a effectivement reçu un œuf.
b. **aux de survie imaginale** : C'est le nombre d'adultes parvenus à fin de développement sur le nombre d'encoches de ponte.
c. **Taux de mortalité**: C'est le nombre des stades morts jusqu'à la fin des émergences sur le nombre total d'encoches de ponte.

5°. **La densité d'attaque (Surface occupée par un système)**: C'est le nombre de galeries maternelles ou de systèmes subcorticaux sur la surface du tronçon ou du rondin infesté (Surface occupée par un système). Selon Benhalima (1997), le calcul de la densité d'attaque par une espèce de scolyte pour un groupe de rondins de cèdre ou de pin, serait une estimation très grossière de la surface occupée par cette espèce selon la formule suivante:

(**Nb de galeries x Surface moyenne** d'une galerie**/Surface totale** du rondin) **x100**

La surface d'une galerie est le produit de sa Longueur **x** sa largeur.

6°. L'incidence des ennemis naturels: Le suivi des ennemis naturels lors des écorçages et des émergences doit également être pris en compte. Il fournit des données d'inventaire, qualitatif et quantitatif et apporte des informations sur l'impact des parasitoïdes et des prédateurs sur la population à travers la détermination des taux de parasitisme et de prédatisme par espèce.

IV/TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE

Quoi qu'ils en soient, les scolytes semblent bien se comporter en "tueur d'arbres". L'établissement des systèmes de galeries amène inéluctablement la mort de la branche attaquée. Toutefois leurs populations ne s'installent pas sur un arbre selon un modèle simple et bien défini. Les trous de pénétration et de sortie peuvent se trouver aussi bien à la base du tronc qu'au sommet de l'arbre, sur des branches de dimensions variables. Le présent paragraphe tente de définir à titre d'exemple, le mode de distribution des attaques de *R.amygdali* sur Amandier pour orienter dans l'avenir une méthode d'échantillonnage modèle qui permettrait un prélèvement plus représentatif pour une étude de la dynamique des populations d'autres espèces de Scolytides, surtout sur arbres fruitiers et olivier.

4.1 Echantillonnage selon la strate et l'orientation

Parmi les données susceptibles d'être liées à une variation de l'intensité d'attaque sur l'arbre, on retient la hauteur des branches au dessus du sol (" strate"), et leur orientation en examinant les éventuels rapports avec le nombre d'insectes infestants.

La méthode porte sur 2 types de matériel végétal suivi dans la région de Tafraout:

1°. Un certain nombre de branches pièges installées sur des arbres à différentes hauteurs et orientations (Nord, sud, est et ouest);

2°. Cinq à dix arbres attaqués bien répartis et assez représentatifs par rapport à leurs voisins. Ils ne présentent pas nécessairement les mêmes caractéristiques que les arbres environnants. Certains d'entre eux sont attaqués, d'autres relativement sains, certains plus hauts, d'autres plus courts, etc. Mentionner les particularités de chaque arbre (Localité, hauteur, circonférence du tronc, niveau de la sécrétion de gomme, degré d'attaque par le scolyte, génération…).

La sécrétion de gomme et l'attaque par le scolyte sont exprimées en terme d'indices selon les codes de la notation suivante :

0: Absence de l'attaque ou de sécrétion;

1: Présence sur moins d'une branche;

2: Présence sur une branche charpentière entière ;

3: Présence sur plus d'une branche et moins des 2/3 de l'arbre;

4: Présence sur plus des 2/3 et moins de la totalité de l'arbre;

5: Présence sur la totalité de l'arbre.

Après abattage, les arbres sont ébranchés des rameaux non attaqués les plus fins, et fractionnés en tronçons dont chacun recevait une étiquette mentionnant, l'orientation, la strate, le numéro de l'arbre, ainsi que la date et le lieu de prélèvement.

On considère quatre orientations, le nord (N), l'est (E), le sud (S) et l'ouest (W) correspondant chacune à un secteur de l'arbre. Sur les troncs, ou tronçons de fort calibre, les 4 orientations sont repérées dans chaque secteur par des traits de couleur.

On distingue d'autre part six "strates" selon la hauteur (en mètres) par rapport au sol: Strate1 (0-1m), strate2 (1-2 m), strate3 (2-3 m), strate4 (3-4 m), strate5 (4-5 m) et strate6 (>5m).

Sur essences forestières, on peut retenir les quatre orientations, mais les strates peuvent varier selon la hauteur et l'espèce végétale. Dans les cèderais du Moyen Atlas, Benhalima (2006) a distingué trois strates sur chaque cèdre abattu (d'environ 20 m de long) : La 1ère strate étant la base de l'arbre coupée à 1mètre au dessus du sol, la 2ème strate (Médiane) se trouve entre la base et la cime (2 à 17 mètres au dessus du sol) et la 3ème strate ou cime (19 à 20 mètres du sol).

L'ensemble du matériel végétal est ramené au laboratoire, et chaque tronçon est mesuré en longueur et en diamètre, puis écorcé. Noter sur chacun d'eux selon l'orientation d'une part et selon la strate d'autre part :

- le nombre de trous de pénétration et de sorties du scolyte ;
- le nombre de trous de sortie des hyménoptères parasites;
- le nombre de galeries maternelles ;
- le nombre de logettes nymphales, en distinguant celles ouvertes (insectes sortis et comptés pour vivants) et celles encore oblitérées; dans ce dernier cas, le contenu de la logette est inventorié en vue de déterminer s'il s'agit d'insectes vivants, dont l'effectif est ajouté aux précédents. Le rapport du nombre d'insectes vivants à celui des galeries maternelles donne un taux apparent de multiplication.

Pour l'interprétation des résultats sur les pénétrations on peut procéder à une analyse de la variance à deux critères sur la base des effectifs relevés. Elle a pour principe de diviser la variation totale en plus de deux composantes: l'une résiduelle, et les deux autres liées aux deux critères de classification retenus; à savoir, la stratification et l'exposition (orientation) des branches sur les arbres étudiés. Le modèle semble plus proche du modèle aléatoire que du modèle fixe (Choix au hasard des populations appartenant à **p** variantes de la strate et à **q** variantes de l'orientation).

4.2 Méthode d'évaluation des dégâts sur grappes et fruits

Les infestations de l'Olivier par le Neiroun *P. scarabeoides* ont pour conséquence, non seulement la dépréciation du bois et la perturbation de la circulation de la sève du fait

du criblage de l'écorce et du forage des galeries maternelles et larvaires, mais aussi la perte de la récolte après chute des fleurs et fruits sous l'effet des morsures de maturation que pratique ce scolytide après sortie.

En effet les adultes hivernent dans des logettes qu'ils creusent au point d'intersection d'un rameau et d'une brindille ou à la base d'une feuille ou d'une fourche formée de deux petites branches. Au printemps, et après avoir quitté leurs abris, ces insectes se portent sur de nouveaux hôtes où ils procèdent à des morsures de maturation souvent sur rameaux, aux aisselles des bourgeons, et sur grappes et pédoncules fructifères.

Après essaimage de la progéniture, les adultes se dispersent et se dirigent vers les oliveraies avoisinantes pour continuer leur développement. C'est essentiellement à ce niveau que se manifestent d'importants dégâts qui peuvent revêtir deux aspects:

- un flétrissement et une chute des rameaux fructifères portant plusieurs grappes;
- un ralentissement de la circulation de la sève qui entraîne souvent la chute des jeunes pousses.

Ce type de dégâts doit attirer l'attention des oléiculteurs sur l'importance des pertes qu'ils peuvent occasionner et qui sont passées jusqu'à présent inaperçues dans les oliveraies marocaines pendant la récolte.

4.2.1. Etat sanitaire des arbres

Les observations doivent être faites chaque année entre mars et novembre dans des vergers productifs (à grappes), plus ou moins exposés aux risques d'infestation. Choisir un effectif d'arbres représentatifs (100 par exemple) pour y suivre l'évolution des dégâts infligés par le Neiroun. Ils sont numérotés pour être mesurés (hauteur, circonférence du tronc) et examinés selon les codes de la notation suivante :

- 0 : pas de feuilles, ni fleurs, ni fruits ;
- 1 : quelques brindilles feuillées (fleuries, et/ou fructifiées) ;
- 2 : une seule branche feuillée (et/ou en fleurs - fruits) ;
- 3 : moins des 2/3 de l'arbre en feuilles (et/ou fleurs - fruits) ;
- 4 : feuilles, fleurs ou fruits sur plus de 2/3, mais non sur la totalité de l'arbre ;
- 5 : totalité de l'arbre en feuilles (et/ou fleurs - fruits).

Ces données doivent être confrontées avec l'état d'infestation de l'arbre exprimé en terme de degré d'attaque (ou intensité de la sciure estimée à l'œil nu après observation des trous de sortie et de pénétration) selon le code suivant de notation :

- 0 : absence de l'attaque ;
- 1 : attaques sur moins d'une branche (quelques brindilles) ;
- 2 : attaques sur une branche charpentière entière ;
- 3 : attaques sur plus d'une branche et moins des 2/3 de l'arbre ;
- 4 : attaques sur plus des 2/3 et moins de la totalité de l'arbre;
- 5 : attaques sur la totalité de l'arbre.

4.2.2. Evaluation des pertes en grappes et en fruits

Les pertes en grappes et en fruits sont suivies une fois par semaine sur chaque arbre retenu, depuis la nouaison jusqu'à la cueillette. Elles sont exprimées en termes de pourcentage d'olives attaquées par rapport au total des fruits tombés ou par rapport à la charge initiale si on connaît le poids ou le nombre d'olives à la récolte. L'évaluation de ces pertes se fait :

- Par observation d'une dizaine de grappes qui sont examinées pour dénombrer celles qui sont attaquées par le scolyte et condamnées à tomber ;
- par ramassage des olives tombées par terre et comptage sur place des fruits desséchés à pédoncules présentant des traces de pénétration ou des morsures du scolyte. Le reste des fruits est ramené au laboratoire et examiné sous loupe binoculaire pour déterminer les autres causes de chute.

V/ METHODES DE DIAGNOSTIC (CARACTERES DE LA PLANTE HÔTE)

Beaucoup de Scolytides sont considérés comme des déprédateurs "de faiblesse" ou "secondaires". La réceptivité des arbres à leurs attaques est certainement favorisée par les divers "stress" auxquels ceux-ci peuvent être soumis. Mais d'autres facteurs, propres à l'individu-arbre peuvent également intervenir. Ainsi que cela a été démontré déjà pour de nombreuses espèces, l'attractivité de l'arbre pour l'adulte et sa réceptivité à l'attaque sont très probablement dépendants de mécanismes biochimiques, et ceux-ci peuvent

être variables selon les individus en ce qui concerne, en particulier, leurs réactions aux divers stress, comme c'est le cas surtout des amandiers dans la région de Tafraout où les populations sont génétiquement très hétérogènes car issues essentiellement de semis.

Donc, il serait intéressant d'examiner s'il est possible de relier ces différences à divers caractères externes des arbres. Il s'agit d'une démarche surtout d'ordre pratique et, de plus, à long terme: Le relevé de certains, au moins, des caractères des arbres peut être fait une fois pour toutes, mais on ne pourra valablement établir des relations avec les informations qu'après plusieurs années. Les observations peuvent porter sur des années.
Le dispositif consiste en un transect d'un km ou plus traversant une série de vergers qui font partie de la zone à risques. De part et d'autre de la ligne de transect sont repérés et numérotés des centaines d'arbres (2082 dans la région de Tafraout), pris au hasard. La hauteur des arbres et la circonférence des troncs sont mesurées à toutes fins utiles.
Les relevés sur les infestations sont effectués aux époques correspondant aux vols annuels. Pour le scolyte de l'amandier on peut retenir, les mois de février ($4^{ème}$ vol de l'année précédente); fin avril (fin du 1^{er} vol de l'année); juillet, (fin du second vol de l'année) et novembre-décembre (fin du $3^{ème}$ vol).
Chaque arbre suivi individuellement, reçoit à chaque observation un code de 0 à 5 selon la notation suivante: **0** (Absence); **1** (Présence sur moins d'une branche); **2** (Présence sur une branche charpentière entière); **3** (Présence sur plus d'une branche et moins des 2/3 de l'arbre); **4** (Présence sur plus des 2/3 et moins de la totalité de l'arbre) et **5** (Présence sur la totalité de l'arbre). Cette notation concerne les paramètres suivants (Photo.24):

- Le degré des dégâts estimé à vue d'après l'observation d'orifices de sortie ou de pénétration d'insectes distinction étant faite entre attaques récentes et anciennes les récentes étant seules prises ne compte ;
- l'intensité des épanchements de gomme;
- la densité des feuilles et fleurs.

Les données peuvent être confrontées avec l'état du feuillage et ceux de la floraison et de la fructification relevés en même temps selon les codes suivants :

- La couleur des feuilles (vert clair-vert foncé-vertjaune)
- La couleur des fleurs (absolument blanches, ou rosées à rose. Il n'est pas possible de distinguer valablement les diverses variations du rose);
- Le goût des amandes (amères ou douces);
- La couleur des branches (noir, gris foncé, gris).
- Éventuellement, l'existence d'autres ravageurs ou maladies.

VI/ TESTS INSECTICIDES

Au laboratoire, un test insecticide, repose essentiellement sur les principales étapes retenues pour réussir l'élevage des Scolytides:

1°. Prélèvement des échantillons dans des sites infestés par le Scolyte ;

2°. Elevage dans des boites ou éclosoirs conçus pour cet usage;

3°. Choix des matières actives à tester avec leurs caractéristiques:

- Spécialité commerciale (SC);
- Données sur l'homologation (Références…);
- Forme d'utilisation (FU: Liquide pulvérisable, Poudre mouillable…);
- Mode d'action;
- Doses recommandées par le fabricant;
- Délai de traitement avant récolte (DAR);
- Rémanence de la matière active;
- Dose journalière acceptable (DJA en mg/kg);
- Limite maximale en résidus (LMR);

4°. Définition de la nature du protocole expérimental.

A titre d'exemple on a testé contre le Neiroun *P.scarabeoides*, sur olivier trois protocoles, dans le cadre de travaux de mémoire de fin d'étude :

- Le premier consiste à traiter à chaque fois un lot **(L_i)** de 10 tronçons **(t)** avec l'une des spécialités commerciales (***SC***) choisies. Traités à la même dose, tous

ces lots sont mélangés dans une boite, dans laquelle on ajoute 2 lots de 10 tronçons dont le premier est sain (témoin) et le second infesté pour servir comme source d'attaque;

- Le deuxième protocole consiste à mélanger dans la même boite deux à trois lots **(L_i)** de 10 tronçons **(t)** traités par le même insecticide à différentes doses, auxquels on ajoute 2 lots de 10 tronçons dont le premier est sain (témoin) et le second infesté pour servir comme source d'attaque;

- Le troisième protocole consiste à tester la persistance des insecticides utilisés selon la même répartition que celle retenue au deuxième protocole. Toutefois - dans ce cas - l'installation des tronçons traités dans les boites pour observation est échelonnée sur un mois à raison de deux tronçons traités qu'on installe une fois par semaine et auxquels on ajoute deux branches infestées. Les tronçons utilisés sont paraffinés à leurs extrémités pour éviter toute dessiccation. Comme les adultes nouveaux émergeants ont besoin de morsures de maturation après sortie, on introduit une fois par quinzaine des brindilles fraîchement coupées dans chaque boite de suivi. Comme pour le deuxième protocole, une cinquième boite témoin est utilisée, pour y installer deux tronçons témoins et deux tronçons infestés une fois par semaine.

5°. Les lots de tronçons doivent être pulvérisés jusqu'à ruissellement;

6°. Contrôle et observation **:** Dans les éclosoirs, les adultes nouveaux émergents sont dénombrés, récoltés et introduits dans des boites afin d'intensifier l'élevage. Dans les boites du test insecticide, on procède à un dénombrement direct des trous de sorties sur le bois infesté pour déterminer le nombre de femelles susceptibles d'attaquer le bois sain (témoin et traité). Ce dernier fait l'objet à son tour après infestation d'un dénombrement des trous de pénétration du scolyte. Dans les deux cas les observations sont faites tous les 48 heures (tôt le matin), et les trous de pénétration et de sortie sont marqués par des couleurs indélébiles pour éviter toute

erreur par redoublement ou par omission. A la fin des émergences sur le bois traité et témoin, tous les tronçons sont écorcés pour évaluer le taux de multiplication de l'insecte.

De même contre le Scolyte de l'amandier deux types d'essais furent testés en 1986 avec des pyréthrinoïdes de synthèse, notamment la Déltaméthrine:

- Le premier à titre de test initial sur branches coupées traitées mises en comparaison avec" les branches "pièges" non traitées dans la plantation d'Adei-Aflawadei en 1985, puis en 1986.
- Le second, dans les conditions de la pratique, sur une plantation: Le site d'Aguerd-Oudad, en 1986.

Le produit utilisé a été dans tous les cas, la Déltaméthrine sous la forme commerciale "Decis-flow" (Sotrachim).

a. Tests sur branches

Essai de 1985 - Des branches coupées et traitées ont été installées de la même façon que les branches pièges "témoins". Deux doses du produit : 0,75 et 1,75 9 de matière active à l'hectolitre (1) ont été utilisées.

L'installation a eu lieu en même temps que les branches pièges c'est-à-dire

- lors du premier vol, une fois par semaine et pendant 6 semaines, à partir du 22 février, à raison de trois branches par semaine pour chacune des deux doses ;
- lors du second vol, une fois par semaine, à compter du 17 mai, à raison de 5 branches par semaine pour chaque dose.

Dans le cas de cet essai, les traitements ont été appliqués indépendamment pour chaque lot hebdomadaire, juste avant l'installation.

Essai de 1986 - Trois doses du produit ont été utilisées: 0,75 g, 1,25 g, 1,75 g de M.A/hl. Les doses de 0,75 et 1,75 g de M.A/hl représentent les doses minimale et maximale indiquées dans l'Index Phytosanitaire de l'A.C.T.A. 1,25 g une dose intermédiaire. L'installation a eu lieu;

- lors du premier vol, une fois par semaine pendant 10 semaines à raison d'une branche pour chacune des trois doses, à compter du 27 février;
- lors du second vol, une fois par semaine également, pendant 8 semaines à compter du 22 mai 1986, à raison pour chaque dose, de deux branches.

Contrairement à l'essai précédent, et afin d'acquérir plus de précisions sur la rémanence du produit, les branches avaient toutes été traitées simultanément, la veille de la date de la première installation, c'est-à-dire le 26 février pour la première série, le 21 mai pour la seconde. Le traitement a été effectué sur arbres en place, les branches utilisées pour le test n'étant coupées qu'au fur et à mesure le jour même de chaque mise en place, comme d'ailleurs les branches pièges utilisées comme témoin. Les relevés de ces essais sont exprimés en nombres d'insectes ayant attaqué les branches.

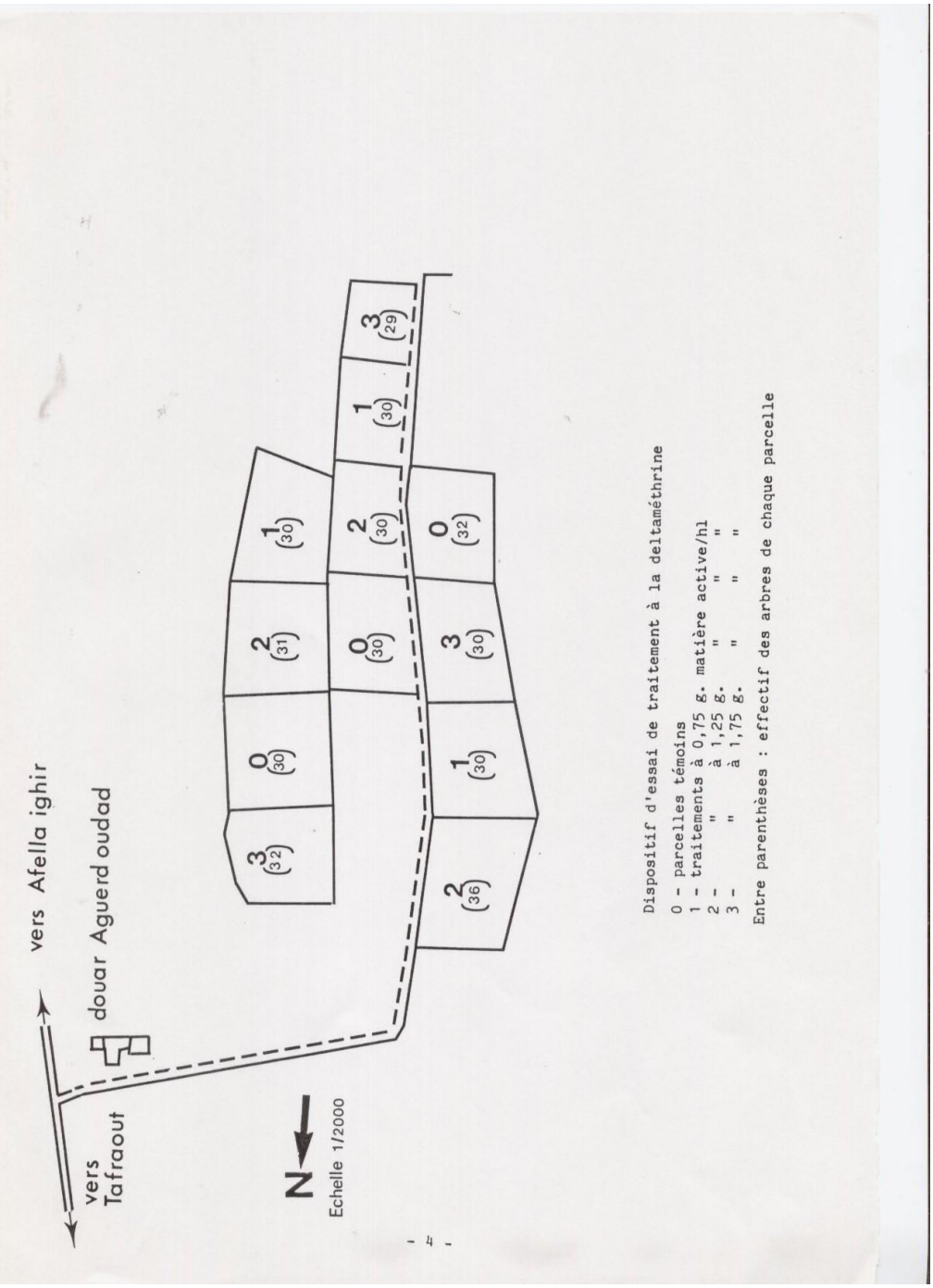
b. <u>Essai en plantation</u>

La plantation d'Aguerd-Oudad située à 1.200 rn d'altitude présentait un état sanitaire médiocre et notamment des infestations du Scolyte. Elle comptait au total environ un millier d'arbres, dont une partie seulement (370 arbres) fut soumise à l'expérience. Le dispositif d'essai est un dispositif de blocs à trois répétitions (cf. figure) chaque bloc comportait 4 parcelles.

- un témoin sans traitement ;
- une parcelle traitée à raison de 30 cc du produit commercial par hl d'eau (dose Dl = 0,75 g de matière active par hectolitre) ;
- une parcelle traitée à 50 cc du produit commercial par hl (dose D2 1,25 g de matière active par hectolitre) ;
- une parcelle traitée à 70 cc du produit commercial par hl (dose D3 = 1,75 9 de matière active par hectolitre).

Chaque parcelle comportait une trentaine d'arbres. Les contraintes du terrain n'ont pas permis toutefois d'assurer un nombre absolument uniforme d'arbres par parcelle et ce nombre varie en fait de 29 à 36 (voir figure).

Le traitement a été réalisé le 12 et 13 février 1986 par pulvérisateur à moteur, à pression de 2 à 3 kg, la bouillie étant projetée sur toute la hauteur de l'arbre, jusqu'à ruissellement afin d'assurer une couverture continue. La date du traitement correspondait à la fin de la floraison (quelques rares fleurs étaient encore ouvertes) et aussi, selon les observations faites par ailleurs à quelques jours avant l'émergence des premiers Scolytes (observée à Tafraout le 27 février 1986).



Trois contrôles ont été faits.

- le premier, deux jours avant traitement, en vue de connaitre l'état sanitaire initial de la plantation. On observait alors 22,4% d'arbres attaqués avec succès et 8,8% d' d'arbres présentant des exsudations de gommes, dues à des attaques non réussies ;
- le deuxième, le 1er mai, date correspondant à la fin des émergences et des pénétrations d'adultes issus de génération hivernante ;
- le troisième; le 5 juillet, à la fin du deuxième vol d'adultes.

A chaque contrôle, ont été relevés

- le nombre d'arbres attaqués avec succès par le Scolyte;
- le nombre d'arbres présentant des exsudations de gomme, que ce soit ou non avec succès de l'attaque par le Scolyte ;
- pour chaque arbre, on a noté un "indice d'intensité" d'attaque par le Scolyte, et un "indice d'intensité" de l'exsudation de gomme selon les échelles ci-après :

  - **Attaques par le Scolyte**
    - **0** absence,
    - **1** attaques sur moins d'une branche (quelques brindilles),
    - **2** attaques sur une branche charpentière entière,
    - **3** attaques sur plus d'une branche et moins des deux tiers de l'arbre,
    - **4** attaques sur plus des deux tiers, mais moins de la totalité de l'arbre,
    - **5** attaques sur la totalité.

  - **Exsudations de gomme**
    - **0** absence,
    - **1** exsudation de gomme sur moins d'une branche (quelques brindilles),
    - **2** exsudation de gomme sur une branche charpentière,
    - **3** exsudation de gomme sur plus d' une branche et moins des deux tiers de l'arbre,
    - **4** exsudation de gomme sur plus des deux tiers de l'arbre, mais moins de la totalité de l'arbre,
    - **5** exsudation de gomme sur la totalité.

Il nous a paru intéressant en effet de tenir compte aussi de ces exsudations de gommes, qui reflètent des tentatives d'attaques. Il faut observer toutefois que les données sur les attaques réussies d'une part et sur les exsudations de gomme d'autre part, ne peuvent être cumulées car des exsudations peuvent avoir en lieu même en cas d'attaques réussies, et inversement, les attaques réussies ne provoquent pas nécessairement d'exsudations.

ELEVAGE D'*Ips acuminatus* AU LA BORATOIRE (TEURLAY 1979)

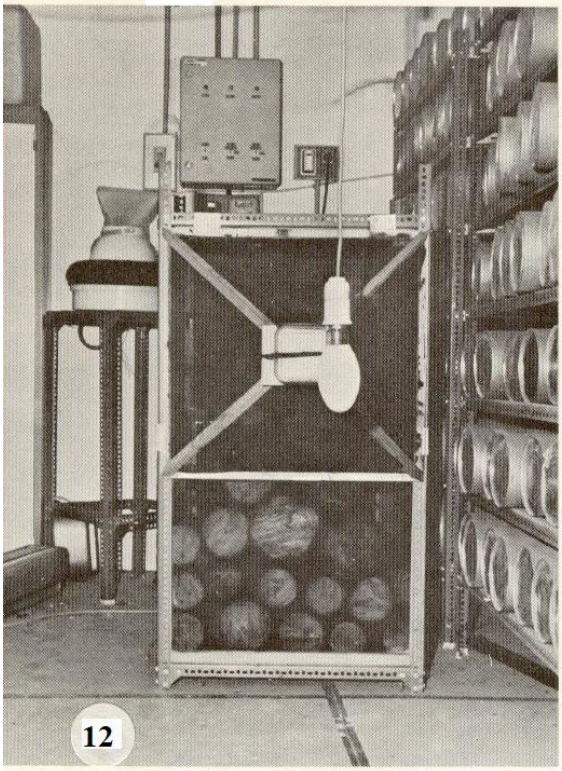


Photo 12: Eclosoir permettant le stockage des rondins de pin naturellement infestés

Photo 13 : Elevage de masse sur milieu naturel

Photo 14: Elevage à température constante

Photo 15: Chambre froide (4°C)

Photo 16: Tentative d'élevage de *R.amygdali* sur milieu artificiel (F)

Photo 17: Quelques cages et boites conçues pour l'élevage des Scolytes de l'Amandier et de l'Olivier

Photo 18 : Système d'éclosoirs pour suivi des émergences des adultes des Scolytes

Photo 19 : Suivi des pénétrations et émergences sur du bois naturel

Photo 20 ; Piège d'interception

Photo 21: Pièges à Phéromone testés contre *R.amygdali*

Photo 22: Pièges à émergence et à migration verticales
Bonneau (2008)

Photo 23: Etapes de l'analyse de la composition démographique

Photo 24 : Examen des caractères de l'arbre liés aux dégâts des scolytes

CHAPITRE VII

LES SCOLYTES DES ARBRES FRUITIERS

I/ LE SCOLYTE DE L'AMANDIER : *Ruguloscolytus amygdali* GUERIN

Synonymes:*Eccoptogaster aegyptiacus* Pic, 1919, *Eccoptogaster anatolicus* Eggers, 1911, *Scolytus rufipennis* Branczik, 1874.

Les *Scolytides* connus susceptibles d'attaquer les arbres fruitiers au Maroc sont *R.amygdali, Ruguloscolytus mediterraneus* EGGERS, *Anisandrus dispar* F et *Xyleborus saxesini RATZ.* Une espèce voisine *Ruguloscolytus rugulosus* MULLER répandue dans toute l'Europe tempérée, fait défaut, dans le Nord Africain où s'y substituent *R.mediterranus* et *R. amygdali*. Nous détaillerons volontairement l'espèce qui inflige des dégâts importants aux *Amygdalées*, *R.amygdali* dont les synonymes sont: *Scolytus anatolicus* EGGERS et *Scolytus aegyptiacus* PIC.

1. DESCRIPTION

R.maygdali, comme *R.mediterraneus* et *R. rugulosus*, appartient à l'ordre des *Coleoptera,* à la famille des *Scolytidae,* à la sous-famille de *Scolytinae*, à la supertribu des *Scolytini*. Le caractère essentiel qui permet de la distinguer des deux autres espèces est l'existence d'une carène ou arête frontale, extrêmement marquée, surtout chez la femelle. L'espèce s'en distingue aussi par la ponctuation du pronotum (Photo. 25) :

- des points confluents en avant et sur les côtés chez *R mediterraneus* et *R.rugulosus*;
- des points non confluents bien que très rapprochés, chez *R maygdali*. comme, chez *R.mediterraneus.*

Chez *R.amygdali* le pronotum est noir luisant, les élytres, brun rouge ou brun acajou sont de couleur différente, alors que chez *R.rugulosus*, il est brun chocolat à noir mat et de même couleur que les élytres. Sous ce rapport *R.amygdali* se différencie d'autre part de *R mediterraneus* par l'existence d'une "*tache sombre* " à contour diffus en arrière du milieu. Sa taille est relativement petite : 2 à 2,8 mm est plus ou moins proche de celle de *R.mediterraneus* (de taille inférieure à 2 mm) et de *R. rugulosus* (de taille comprise entre 1,8 et 2,7 mm).

2. AIRE D'EXTENSION ET PLANTES HOTES

C'est une espèce essentiellement méditerranéenne, connue en France méridionale, qui remonte jusqu'à la Loire, et est signalée dans tous les pays du pourtour méditerranéen et jusqu'au Caucase et en Asie centrale. Elle vit presque exclusivement sur Amandier. Cette plante hôte est reconnue favorable à son développement par le nombre de galeries maternelles qui s'y développent. La fécondité et le taux de multiplication de l'espèce y sont maximaux. Mais dans les régions arboricoles marocaines, on a constaté d'importantes infestations du Scolyte sur d'autres *Rosacées* fruitières, notamment le Pêcher, Nectarinier, Abricotier, Prunier et Cerisier qui sont parfois fortement attaqués dans les régions de Marrakech, Taroudant, Benimellal, Meknès et Rabat. Les *Pommacées* peuvent permettre, un développement complet du Scolyte, mais très sensiblement plus lent et à des taux de multiplication plus réduits que sur *les Amygdalées*. L'espèce a également été signalée sur Néflier et Laurier cerise (*Prunus laurocerasus*).

3. DEGATS ET IMPORTANCE ECONOMIQUE

A l'émergence les adultes se portent sur un nouvel arbre où ils procèdent d'abord à des morsures de nutrition souvent sur rameaux aux aisselles de bourgeons. L'amandier réagit souvent à ces morsures nutriciales, comme aux forages pour la ponte, par des écoulements de gomme. Il est certain que lorsque ces attaques sont nombreuses, elles affaiblissent l'arbre (Photos 31 et 31bis).

Chez les trois espèces voisines, seules les femelles procèdent au forage de la galerie de ponte ou galerie maternelle. Comme celle de beaucoup d'autres *Scolytides*, elle est forée dans le Cambium et impressionne l'aubier. Elle est simple, de type longitudinal, et creusée de bas en haut par rapport à l'orifice d'entrée. Chez *R.rugulosus*, elle est le plus généralement rectiligne, dans le sens des fibres du bois, alors qu'elle est chez *R amygdali,* souvent plus sinueuse, jusqu'à présenter des formes en S, en fer, à cheval, en

accolade, en faucille etc. Sa longueur est variable selon la nature de l'espèce - hôte : Les galeries seraient assez longues (jusqu'à 54 mm) sur des espèces à bois relativement tendre comme le Pêcher, et plus courtes (5 à 30 mm) sur des espèces à bois plus dur, telles que l'Amandier et le Prunier.

Comme chez la plupart des Scolytes, les attaques de *R.amygdali* revêtent un caractère massif, dont les causes sont restées inconnues jusqu'à l'apparition des notions d'attraction primaire et secondaire procédant de systèmes de communication chimique en plusieurs étapes:

- La dispersion commence avec l'émergence hors de l'hôte natal et se termine avec la réponse aux stimuli (olfactifs ou visuels ou une combinaison des deux selon les espèces) provenant d'un nouvel hôte, ou encore avec la réponse aux phéromones d'agrégation;
- La sélection commence avec la réponse aux stimuli avant et/ou après que l'insecte se pose sur l'hôte nouveau. C'est l'attraction "primaire" qui se traduit par une exploration de l'hôte, laquelle se termine soit par l'installation, soit par la recherche d'un autre individu hôte selon que le premier s'avère réceptif ou non;
- La concentration qui résulte d'une attraction secondaire liée à l'émission de phéromones d'agrégation (rapprochement de sexes) par les premiers attaquants (pionniers) installés;
- L'établissement et la colonisation, marqués par le succès de l'installation.

Quoi qu'il en soit *R.amygdali* semble bien se comporter en "ravageur redoutable". L'établissement des systèmes de galeries amène inéluctablement la mort de la branche attaquée. Toutefois *R.amygdali* est généralement considéré comme ravageur "*secondaire*", plus secondaire en tout cas qu *R.mediterraneus* et *R.rugulosus*.
Bien que certains auteurs aient tenté une classification des divers degrés de

"primarité" ou de "secondarité" la notion de parasite de "faiblesse" ou de "parasite secondaire" fait l'objet de grandes divergences d'opinions et aucune réponse définitive ou convaincante n'a pu être fournie malgré les arguments avancés par les partisans de chaque hypothèse. Par exemple *R. mediterraneus* est considéré comme ravageur primaire en Iran alors qu'en Israël il n'est que secondaire, pouvant cependant infliger des dégâts importants lorsque les conditions deviennent favorables et les hôtes déficients sont absents.

Qu'on considère *R. amygdali* comme ravageur de faiblesse ou comme parasite primaire, il apparaît que ses dégâts peuvent entraîner la mort totale des arbres comme on l'a constaté à Tafraout, Taroudant, Imin-tanout, Marrakech, Beni mellal…, sur Amandier et Pêcher. L'affaiblissement de ces arbres aurait pu n'être que passager et réversible. *R. amygdali* est donc à considérer comme vraiment un ravageur.

4. MODE DE REPARTITION ET TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE

Il est possible qu'en verger, l'échantillonnage d'un scolyte soit plus commode qu'en forêt. En tout cas, il n'est pas facile d'aborder cette question sans étudier le mode de répartition de *R.amygdali*; elle permet d'établir les bases d'un échantillonnage applicable à un biotope dans son ensemble, c'est- à - dire un arbre ou un groupe d'arbres plus ou moins entretenus dans une région où les conditions d'installation du scolyte s'y prêtent. Le procédé de prélèvements et d'analyse de branches pièges ou de tronçons d'arbre de diamètre variés, reste probablement à affiner et sa validité à démontrer dans d'autres milieux. Le choix peut porter sur 1 à 10 amandiers ou pêchers qui présentent les caractéristiques "moyennes" par rapport à leurs voisins. Etant souvent exposés à divers stress (sécheresse, manque d'entretien…) qui favorisent leur attractivité pour le Scolyte, ces arbres réagissent souvent contre l'installation des adultes par une sécrétion de gomme qui peut constituer un indicateur sur l'état d'infestation par *R.amygdali.* Sont considérés pour l'échantillonnage, d'une part, les quatre orientations (Nord, Est, Sud, Ouest) correspondant chacune à un secteur de

l'arbre et d'autre part, six "strates" selon la hauteur par rapport au sol à raison d'un mètre entre strates. Les résultats de l'étude de Benazoun et Guillon (2004.) montrent que *R..amygdali* peut s'orienter quelle que soit le diamètre de la branche vers l'une des quatre directions (nord, sud, est, ouest) sans présenter un préférendum particulier pour l'une d'entre elles. A l'opposé il a été constaté que les femelles préfèrent s'installer de bas en haut à partir du sol , sur la 1ère, 2ème et 6ème strate pour s'y accoupler et pondre, alors que leur progéniture trouve dans les strates supérieures surtout la 5ème et la 6ème un milieu favorable et une nourriture suffisante qui leur assure un développement meilleur. En ce qui concerne les autres strates, il est évident que la femelle ne choisit pas forcément après émergence le milieu propice à sa progéniture.

5. BIOECOLOGIE

C'est la femelle qui procède au forage du trou de pénétration dans lequel elle enfonce son pronotum pour y creuser la galerie maternelle (Photos. 26 et 27). Dès que celle ci atteint 1 cm de longueur ou plus, la femelle interrompt son activité et expose son génitalia vers l'extérieur pour être fécondée sur place par le mâle qui s'enfonce à son tour à la suite de la femelle. L'opération peut durer trois heures ou même plus. Elle a lieu comme chez *R. rugulosus* au début du forage, et elle peut être par la suite répétée; le mâle se tenant un certain temps à l'entrée de la galerie.

Après accouplement, la femelle regagne sa galerie pour y pondre par étapes. Les œufs sont déposés au fur et à meure du creusement, isolément (parfois, mais rarement, par deux) dans des encoches pratiquées latéralement de part et d'autre de la galerie maternelle. Dès le dépôt, ils sont recouverts par la femelle d'un tampon de moulure fraîche. Les encoches de ponte sont jointives, mais peuvent aussi être relativement éloignées l'une de l'autre. La ponte 'échelonne sur plus d'un mois avec une durée d'incubation de 8 à 10 jours. Cette durée, est pour un individu de l'ordre de 20 à 30 jours à 25°C chez *R rugulosus*, et de 25 à 30 jours chez *R. mediterraneus*, répartis en

plusieurs étapes interrompues par 3 à 4 jours de repos pendant lesquels la femelle se nourrit en creusant davantage la galerie maternelle. La fécondité varie considérablement selon la génération, l'année, la région, la plante hôte et les conditions de ponte, comme l'indique le tableau 1. Les femelles du 3ème vol se montrent généralement plus fécondes que celles du premier et deuxième vol aussi bien au centre (Beni mellal) qu'au sud du Maroc (Tafraout).

Tableau 1 : Variation de la fécondité des Scolytes sur différentes espèces fruitières

Espèce de scolyte	Fécondité moyenne
Ruguloscolytus amygdali	20 à 75 œufs sur amandier 24 à 45 œufs sur pêcher 14 à 43 œufs sur prunier 10 à 26 œufs sur abricotier 17 à 37 oeufs sur cerisier 9 à 26 oeufs sur pommier
Ruguloscolytus. rugulosus	26 à 92 œufs sur cerisier 20 à 103 œufs sur plusieurs espèces
R .mediterraneus	14 à 66 œufs sur prunier (Gurevitz 1976) 20 à 103 œufs (Chodjaï 1963)

Après éclosion les larves se nourrissent en premier lieu de la moulure tassée par la femelle sur l'encoche lors du dépôt de l'oeuf, puis forent chacune pour son compte une galerie larvaire dont le diamètre augmente à mesure que la larve grossit. Ces galeries larvaires, perpendiculaires au départ, à la galerie maternelle, rayonnent ensuite en diverses directions et peuvent s'entrecroiser. On assiste de même à un enchevêtrement entre galeries larvaires de différents systèmes, lorsque la densité d'attaque est élevée. Les galeries larvaires peuvent atteindre 4 cm de longueur. La durée du développement larvaire varie comme le montre le tableau 2, de 28 à 42j selon la température, la région, la génération et même la population (Photo. 28).

A la fin de leur développement les larves se nymphosent dans des logettes ovoïdes colmatées avec de la moulure fraîche. Ces logettes impressionnent peu l'aubier pour les générations d'été, mais elles y sont profondément enfoncées par les larves qui hivernent. La durée du développement nymphal de *R.amygdali* est de 13 à 14 j à 25°C et 18 j à 20°C, alors que pour *R.rugulosus* elle est d'une durée de 10 j. Après nymphose, les adultes demeurent un certain temps dans leurs logettes pour se mélaniser (période ténérale), puis émergent, en général par un orifice foré dans l'écorce au-dessus de la logette nymphale (Photos.29 et 30).

Tableau 2 : Durées des différentes phases du développement des Scolytes (En jours)

Phase du développement	*R.rugulosus* (France)	*R. mediterraneus*		*R. amygdali*	
		Israël	Iran	Beni mellal	Tafraout
Préoviposition	2 à 5 j	7 j	10 à15 j	6j	10 à12j
Période de ponte	20 à 30 j	25 à 55 j	15 à 40 j	24j	30 à 40 j
Incubation	8 à 10 j	5 à 12 j	6 à 10 j	9j	8 à 9 j
Développement larvaire	32 à 33 j				
Prénymphose	10 j	18 à 35 j		24j	36 à 42j
Développement nymphal	1 à 3 j	7à 15 j	50 à 59 j	20j	
Postnymphose	?	?		?	21 à 25 j
Développement subcortical	50 à 52 j	35 à 78 j	35 à 78 j	69j	77 à 88 j

Les données acquises par l'étude de la composition démographique et par l'observation des périodes d'émergences et d'attaque, notamment à l'occasion des expériences de piégeage indiquent bien que dans les régions de Tafraout et Beni mellal *R. amygdali* se reproduit à raison de trois générations par an avec certains décalages selon les années ou les situations. Le schéma général du cycle est le suivant :

- Un premier vol d'adultes de mi-février à fin avril-début mai donne naissance à une première génération printanière dont les adultes (2ème vol) émergent et

pondent à partir de mi - fin mai, donnant naissance à une deuxième génération estivale;

- Les adultes issus de cette dernière génération peuvent émerger et pondre à partir de mi - fin juillet (3ème vol);
- Les émergences de ce 3ème vol peuvent se poursuivre assez tard en saison (début à mi-novembre). En effet, à la durée de la période d'attaque par les insectes du 3ème vol (juillet - août) s'ajoutent la durée de leur ponte et celle du développement de leurs descendants. Ce cumul aggrave l'échelonnement des vols d'automne qui se matérialisent à partir de la 1ère décade de septembre, traduisant ainsi l'apparition d'une 4ème génération complète, et non plus d'une ébauche de 4ème vol comme l'a rapporté **Benazoun** en 1988. Dans l'état actuel de nos observations, il n'est plus douteux que les derniers attaquants du 3ème vol, et ceux du 4ème vol donnent naissance à une descendance viable nombreuse. Il en résulte que l'on puisse observer jusqu'à décembre, des adultes non encore émergés, bien qu'en très faible proportion par rapport à l'ensemble des populations en présence. Ces adultes souvent non mélanisés finissent d'ailleurs par périr. A la fin de la période automnale les populations de *R amygdali* auront tendance à se regrouper pour se préparer à une diapause larvaire hivernale qui n'est généralement levée qu'à partir de fin février.

Le schéma d'ensemble du cycle fait bien ressortir deux principales caractéristiques:

- un très long échelonnement, pour une même génération, des diverses phases du développement et un chevauchement remarquable entre les générations, printanière et estivales.
- l'hivernage: En effet il se produit donc effectivement un arrêt de développement qui affecte le dernier stade larvaire à partir au moins d'octobre. Il s'agit probablement d'une diapause au sens propre du terme, c'est-à-dire d'un arrêt de développement indépendant de la température.

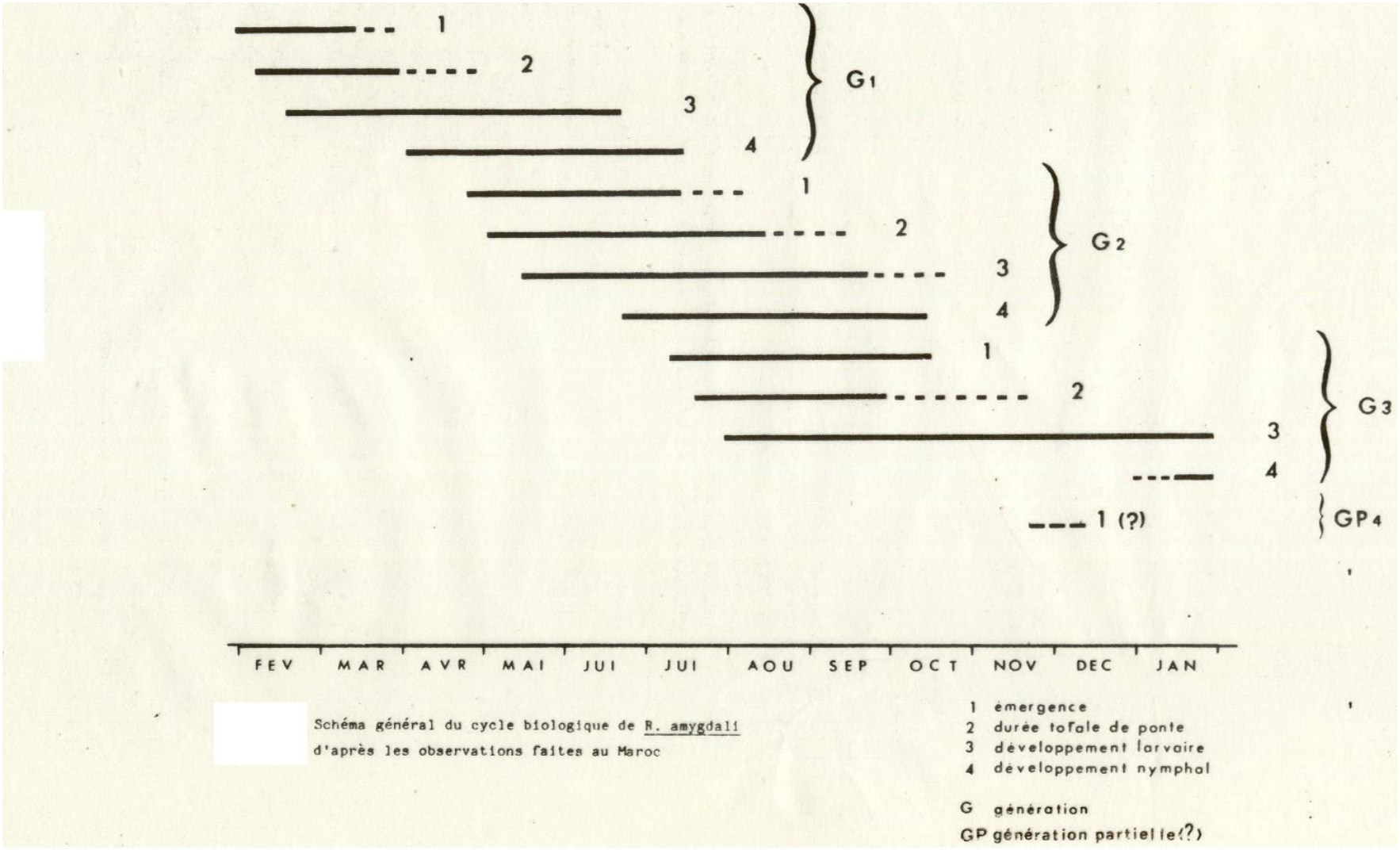


Schéma général du cycle biologique de R. amygdali
d'après les observations faites au Maroc

1 émergence
2 durée totale de ponte
3 développement larvaire
4 développement nymphal

G génération
GP génération partielle(?)

6. ENNEMIS NATURELS

Par le nombre d'espèces et la variété de leurs adaptations, les ennemis naturels des Scolytides, constituent une faune particulièrement intéressante. Cependant leur incidence est généralement très faible; elle est extrêmement irrégulière et leur action s'est montrée faible et insignifiante sur *R.amygdali*. Beaucoup d'entre eux sont communs à plusieurs espèces; ils se développent aux dépens de différents stades de l'hôte dans le milieu subcortical.

- **Nématodes**

Le parasitisme par les nématodes est assez courant chez les Scolytides; il affecte aussi bien les stades juvéniles qu'imaginaux au niveau du tube digestif. Les individus rencontrés sur *R.amygdali* seraient surtout phorétiques mais capables pourtant de causer certains dommages à l'épithélium intestinal comme l'ont constaté Ruhm & Chararas (1957) pour *Parasitorhabditis hectographi* chez *Dryocoetes hectographus* et Lieutier chez les *Ips*.sp.

- **Acariens**

De nombreuses espèces d'Acariens sont associées aux Scolytides. Certains sont commensaux, plus ou moins détritiphages, d'autres phorétiques se localisent sur les élytres, les fémurs ou à la face inférieure de l'abdomen des imagos. Sur les Scolytes des arbres fruitiers, de nombreuses formes ont été observées, mais deux surtout, réellement parasites, furent décrites par plusieurs auteurs: *Pyemotes* (= *Pediculoïdes*) *ventricosus* (NEWP) et de *Pyemotes scolyti* (OUD) (*Tarsonemidae*). Ces deux espèces peuvent hiverner à tous les stades de leur développement et la durée minimale de leur cycle est 5 à 6 fois moindre que celle du Scolyte.

Sur *R.amygdali*, l'espèce rencontrée serait plus proche de *P.ventricosus* que de *P.Scolyti*. Elle est polyphage, elle attaque outre les *Scolytus*.sp, divers *Coléptères, Diptères* et même des larves d'*Hyménoptères* parasitoïdes. Elle se trouve de façon plus

ou moins régulière dans les galeries, dans les logettes et dans la vermoulure. Elle s'attaque à tous les stades du Scolyte (même malades ou parasités) et de ses ennemis naturels (*Hyménoptères* parasites et *Coléoptères*) et s'y multiplie rapidement. En effet, sur une même larve de *R.amygdali*, on peut voir se développer plus d'une vingtaine d'individus en 24 heures.

Le cycle des *Pyemotes.*sp ne comporte ni stade hexapode, ni nymphe. Les jeunes femelles issues par viviparité d'une mère se fixent sur une proie, la paralysent et s'en nourrissent. Leur abdomen se gonfle démesurément (femelles "physogastres") et elles donnent naissance en peu de jours, par viviparité à de nombreux jeunes. Ce sont généralement les mâles qui se montrent les premiers, demeurant sur le pédicule de la femelle mère, pour féconder les nouvelles femelles qui leur succèdent. Certains individus peuvent présenter une parthénogénèse arrhénotoque facultative.

- ***Coléoptères***

Plusieurs espèces de *Coléoptères* vivent en association avec des Scolytides mais dans la majorité des cas, sauf pour les *Cleridae* et certains *Rhizophagidae* leurs mœurs prédatrices, pour beaucoup, d'espèces commensales sont plus ou moins détriticoles.

Sur Amandier, n'est associé à *R. amygdali*, qu'un seul *Cucujidae* brun noir de 2 à 3 mm de long. Il s'agit de *Cryptolestes fractipennis* MOTSCHULSKI, qu'on rencontre assez souvent dans les logettes nymphales ou dans la vermoulure. Sa larve est de type campodéiforme, de 2 à 5 mm de longueur et de couleur blanche ou jaune. Son activité peut être détectée par ses excréments qui apparaissent sous la forme de petites boulettes ovales de couleur jaune ou blanche.

- ***Hyménoptères* parasitoïdes**

Les Hyménoptères comptent parmi les ennemis naturels les plus importants des Scolytides; ils sont rarement spécifiques. Leur rôle est nettement plus marqué que celui des autres ennemis naturels. Schvester sur *R. rugulosus*, Gurevitz sur *R. mediterraneus*

et Russo sur *P.scarabeoïdes* indiquent que le taux de parasitisme par les *Hyménoptères* n'est généralement pas négligeable, sans cependant qu'ils puissent être considérés comme un facteur limitant primordial. Les principales espèces sont:

Parmi les *Térébrants* trois familles sont à signaler:

- ***Eurytomidae*:** *Eurytoma arctica* Boh et *Eurytoma morio* Boh: Bien qu'elles soient rares, elles sont considérées parmi les plus importantes.
- ***Pteromalidae**: Rhaphitelus maculatus* West*, Cheiropachus quadrum* F et *Cerocephala eccoptogastri* Masi.

  R.macultus est rare sur *R.amygdali*

  *C. qudrum e*st un parasitoïde des larves âgées de différentes espèces de Scolytides comme *R. mediterraneus, R. rugulosus, P.scarabeoïdes, H.oleïperda, I typographus, D.autographus* et *P. bicolor*. L'espèce est protandrique, polyvoltine, à développement plus rapide que celui de son hôte (2 générations peuvent se succéder sur une même génération du Scolyte) et se comporte en ectoparasite paralyseur. Sa répartition est très large : Elle a été signalée en Europe, au Turkestan, en Afrique du Nord, aux USA, au Canada et en Amérique Latine. Au Maroc, elle est observée sur *R.amygdali*, dans des proportions qui varient d'une année à l'autre, et d'une génération à l'autre pour la même année, mais généralement assez faibles.

  C. eccoptogastri est l'une des espèces les plus rencontrées sur *R. amygdali* au Maroc. C'est un ectoparasite solitaire des larves âgées et des nymphes de plusieurs Scolytides dont *H.oleiperda, H. fraxini, H.vestitus, P. scrabeoïdes*. Ses larves sont des apodes traqués, verniformes et de couleur, souvent, grise.
- ***Eupelmidae***: *Eusandalum merceti* Bolivar, est un ectoparasitoïde des larves et nymphes *de R. amygdali* identifié par Zeiri (2015) en Tunisie.

Parmi les *Aculéates* : *Cephalonomia hypobori* Kieffer (*Bethylidae*) serait bien l'espèce qui apparaît comme la plus active. Ell est commune à plusieurs Scolytides et signalée

sur *R. mediterraneus* par Gurevitz au Moyen Orient et par Chodjaï en Iran. En France Picard l'a citée comme parasite de *R. amygdali, R. rugulosus et H.ficus*. Elle est également l'espèce la plus fréquente sur *R. amygdali* dans les amanderaies marocaines. Ses larves sont apodes, plus ou moins effilées, hyaline et parsemées de petits points blancs sur le corps. Elles sont ectoparasites et vivent en groupes de 2 à 12 individus sur une même larve.

L'incidence des ennemis naturels de *R. amygdali* se montre extrêmement irrégulière. Evaluée en termes de morts par «famille» du Scolyte, leur action, confrontée à la fécondité de celui-ci, serait faible. En effet le taux de mortalité parasitaire par rapport à la mortalité globale reste toujours inférieur à 10%. A quelques exceptions près, *C.hypobori* apparaît comme le parasitoïde le plus actif. Les prédateurs, et notamment les *Pyemotes* se montrent parfois assez actifs, mais de façon très sporadique.

L'une des causes de cette faible incidence des *Hyménoptères* est probablement d'ordre biologique. Une coïncidence remarquable est enregistrée entre les émergences des Scolytes adultes et des *Hyménoptères* adultes, notamment au printemps lors du 1er vol. Il en résulte qu'à l'époque des émergences printanières les *Hyménoptères*, qui pondent normalement sur des larves déjà bien développées, ne trouvent qu'une faible proportion de population du Scolyte qui soit apte à recevoir leur ponte. En effet, les premiers parasites émergeants en février - mars trouvent encore des larves «âgées» ou nymphes en logettes aptes à recevoir leurs pontes à cette période, mais à partir d'avril (cas peut-être de *C.hypobori*) le développement des larves de Scolyte de la nouvelle génération encore trop peu avancé pour leur mesurer une importante multiplication. Toutefois, certains *Hyménoptères* plus tardifs pourraient être en mesure de trouver des fractions de larves âgées ou nymphes issues des premiers émergeants, déjà réceptives en fin avril. Quoi qu'il en soit, il semble bien que cette coïncidence étroite, au printemps, entre les émergences du Scolyte et et celles de ses parasites, ait pour conséquence une rupture de coïncidence "phénologique" entre l'aptitude de l'hôte à

proie à recevoir la ponte. Ceci constitue un frein à la multiplication des *Hyménoptères* parasites. Cette cause de freinage a tendance à s'atténuer par la suite: même si l'on observe en 2ème vol (juin) une coïncidence également étroite entre les essors des Scolytes et des parasites, les populations du premier sont à cette époque et en raison de leur échelonnement, proportionnellement beaucoup plus riches en stades propices à recevoir la ponte des parasites, et de ce fait, on constate assez généralement en fin de saison, et sur la génération hivernante, une tendance à une augmentation des taux de parasitismes, lesquels restent cependant faibles.

Enfin, la concurrence interspécifique peut aussi intervenir non seulement entre Hyménoptères et prédateurs comme le *Pyemotes,* mais entre *Hyménoptères*: c'est peut être le cas notamment de *C.hypobori*.

Il semblerait donc que les ennemis naturels n'interviennent que pour une très faible part car les taux de mortalité qui leur sont attribuables sont nettement faibles. Donc, il n'est guère possible de compter sur leur action pour limiter sensiblement le développement des populations de *R. amygdali*.

7. METHODES DE CONTRÔLE ET DE LUTTE

Dans le cas des arbres fruitiers à noyau (*Amygdalées*), il apparait que les séquences comportementales des Scolytides (Attraction primaire et secondaire), jouent un rôle capital, ce qui, d'un point de vue pratique est extrêmement important. Il est certain que *R.amygdali* s'attaque à des sujets déficients, quelle que soit d'ailleurs la cause de cette déficience. Dans des régions comme celles de Marrakech, Taroudant, Tafraout, il paraît difficile de lutter contre leur cause principale, la sécheresse. Ainsi se créent des "foyers", qui dans certains cas constituent des "réservoirs" d'où le scolyte peut s'étendre et attaquer même des arbres apparemment en bonne condition.

Pour cela il apparaît que *R.amygdali*, bien que "secondaire", à considérer comme un ravageur effectif, contre lequel il convient d'engager une lutte de nature "*intégrée*".

Elle doit associer différents aspects :

En premier lieu les soins culturaux, notamment pour les plantations en sec s'avèrent nécessaires. En effet les labours légers et répétés ameublissent le sol, les apports de fumier décomposé, d'engrais azotés potassiques et phosphoriques sont nécessaires (beaucoup plus à Tafraout qu'à Beni mellal) pour assurer une bonne nutrition de l'arbre et équilibrer le pH du sol. Les sélections génétiques d'hybrides comme *Tiliwine X Tiliwine 6 et Tizougaphine* peuvent améliorer la résistance de l'Amandier à certains agents de maladies ou ravageurs. Enfin la taille reste indispensable pour régulariser la production, éviter l'alternance, orienter le développement et l'équilibre physiologique de l'arbre, et éliminer le bois mort ou attaqué.

Devraient s'y ajouter un certain nombre de mesures prophylactiques :

- Maintenir un bon état phytosanitaire général des vergers vis à vis de divers problèmes comme le Faux tigre, Acariens, Pucerons, maladie à taches rouges…;
- enlever et incinérer immédiatement tout le bois attaqué, ceci avant les émergences donc avant fin janvier pour la génération hivernante (Photo.32);
- éviter déplacer le bois de taille coupé à côté des amandiers et veiller à ne pas le laisser en dehors, qu'il soit attaqué ou non, ce qui amène souvent la constitution de foyers de Scolyte;
- des traitements chimiques peuvent aussi être envisagés. Les données biologiques acquises sur l'espèce permettent d'évaluer la menace et donc l'opportunité de telles interventions, ainsi que de mettre en œuvre une surveillance qui permet de façon simple d'en déterminer et d'en prévoir la date, il convient d'exécuter les traitements dès le départ des émergences, car on ne peut envisager de traiter les arbres que préventivement en visant à détruire les adultes lorsqu'ils se posent, et avant la pénétration. La multiplication de la génération hivernante est régulièrement la plus importante. Il est donc nécessaire de faire ces interventions avant l'émergence des hivernants. Les essais de lutte chimique effectués à Tafraout confirment bien les possibilités d'utilisation de la

*déltaméthrine (*Pyréthrinoide de synthèse) à la dose de 1,75 g de matière active par hectolitre d'eau contre *R. amygdali.* L'efficacité optimale du traitement est subordonnée à une bonne détermination de sa date. Il doit être appliqué avant le début des émergences, et aussi peu de temps que possible avant. Ceci suppose une certaine surveillance de l'évolution des populations, qu'il semble d'ailleurs assez facile de réaliser. Toutefois, la rémanence prolongée (40 jours au moins, et probablement plus, dans les conditions de cet essai) semble pouvoir permettre des traitements même relativement précoces (Photo.35).

Il importe également d'éviter la période de floraison, en raison surtout du rôle des abeilles dans la pollinisation de l'amandier. Or les besoins en froid de l'amandier à Tafraout, sont satisfaits dès la fin décembre, et il suffit de quelques jours à température clémente pour que la floraison commence généralement vers mi-février au plus tard, les floraisons sont pratiquement terminées en dépit de toutes les variations que peuvent procéder de différences génétiques. Les émergences du Scolyte commençant vers fin février, on dispose donc d'une mage très suffisante.

Bien que les traitements contre le premier vol, soient les plus importants, ils ne suffisent pas à eux seuls pour assurer une protection totale pour l'ensemble de l'année. Il faut toutefois noter que les conditions mêmes des essais ont ménagé d'importantes sources de réinfestation. Des traitements généralisés et répétés à toutes les plantations seraient souhaitables.

Ces mesures peuvent être complétées par des méthodes faciles et pratiques de surveillance et de piégeage naturel (Photo.33) de masse pour limiter davantage les risques de pullulation de ce Scolyte. Les phéromones d'agrégation répondent bien à cette attente et constituent une arme de choix bien adaptée aux contraintes liées à toute intervention dans le milieu fruitier (spécificité, efficacité, respect de l'environnement, prix de revient abordable….). En effet l'utilisation de la phéromone

spécifique de *R.amygdali*: (66,6% de 4 Méthyle 3 heptanol + 33,3% de 4 Méthyle 3 hexanol) sur Amandier et Pêcher dans les régions de Tafraout et Taroudant au sud marocain a servi comme moyen de lutte et de contrôle; elle a permis de capturer assez d'adultes dont 53% de femelles en mesure de forer des galeries maternelles. Deux types de pièges ont été testés : Le LCR trap et l'ECO trap (Photo.34).

Le succès obtenu par cette phéromone n'a fait qu'approfondir la recherche, il a démontré que le 4ème vol n'est plus une ébauche, mais un vol à part entière traduisant ainsi l'existence d'une quatrième génération automnale dont la descendance avec celle des derniers émergeants du 3ème vol passe l'hiver à l'état de diapause larvaire.

Utilisée à bon escient, cette phéromone permet à l'agriculteur la surveillance régulière des populations de *R.amygdali*, la détermination de la date d'une intervention et la lutte indirecte par abaissement du niveau de population de femelles dont chacune serait prête à pondre en moyenne 40 œufs. Cette technique ne doit pas être considérée cependant comme une substitution aux méthodes prophylactiques de lutte, mais comme un complément précieux et nécessaire qu'il faudrait prendre avec vigilance dans le verger ciblé, si non une population dangereuse de *R.amygdali* peut se reconstituer rapidement:

- garder les pièges dans des lieux sûrs et surveillés, sinon ils risquent d'être volés ou démolis;
- installer chaque piège dans la mesure de possible en terrain dégagé à mi-ombre plutôt qu'à l'ombre ou en plein soleil;
- maintenir une distance d'au moins 10 mètres entre le piège et l'arbre le plus proche ;
- veiller au nettoyage et à la propreté du piège. Etant étanches et solides les 2 types de pièges LCR ou ECO peuvent servir plusieurs années;
- la base du piège doit être à moins d'un mètre du sol ;

- ne pas utiliser dans le même site la phéromone à 2 concentrations différentes; elle risque de désorienter le scolyte et rendre les résultats difficilement interprétables;
- observer chaque piège une fois par semaine afin d'éviter le dégagement par les insectes capturés d'odeurs de pourriture susceptibles d'avoir un effet répulsif ;
- à chaque relevé hebdomadaire, la quantité de la phéromone dans le diffuseur doit être vérifiée pour éviter la dessiccation du liquide ;

Pour renforcer l'action de la phéromone d'agrégation comme moyen de lutte, des amandiers affaiblis et susceptibles d'être infestés, peuvent servir d'arbres pièges. Il s'agit d'y attirer au moyen de la phéromone le maximum d'adultes de *R amygdali* de façon à détruire ou à incinérer le piège avant l'émergence de la descendance. Dans d'autres situations l'arbre piège peut préalablement être traité avec un insecticide (deltaméthrine, endosulfan, phenitrothion…) de façon à détruire les adultes du scolyte à mesure de leur arrivée sur le piège. Ce traitement aurait pour effet d'empêcher l'installation du scolyte sur l'arbre, laquelle se traduit, une fois atteinte une certaine densité, par un effet répulsif à l'égard des insectes encore à venir. Ce système est généralement adapté à la lutte dans des endroits d'accès délicat et à petits foyers difficilement repérables, où un suivi assidu n'est pas possible .

Bien que la phéromone se montre attractive vis à vis de *R.amygdali* dans la région de *Tafraout*, certains aspects continuent à nous échapper et méritent à notre avis d'être approfondis pour mettre davantage en valeur l'efficacité de la phéromone à travers d'autres études dont les principales doivent porter sur les points suivants:

- Un essai de piégeage de masse élargi à d'autres vergers modernes de Pêcher, de Nectarinier et d'Abricotier comme moyen de protection;

- La détermination du rayon d'attractivité de la phéromone par marquage et lâcher de nouveaux adultes émergeants à différentes distances du piège artificiel (50, 70, 100 mètres ou plus.) ;
- Un test synergique qui prévoit d'utiliser dans le piège le plus performant la phéromone d'agrégation avec des substances synergiques volatiles extraites de la plante hôte.

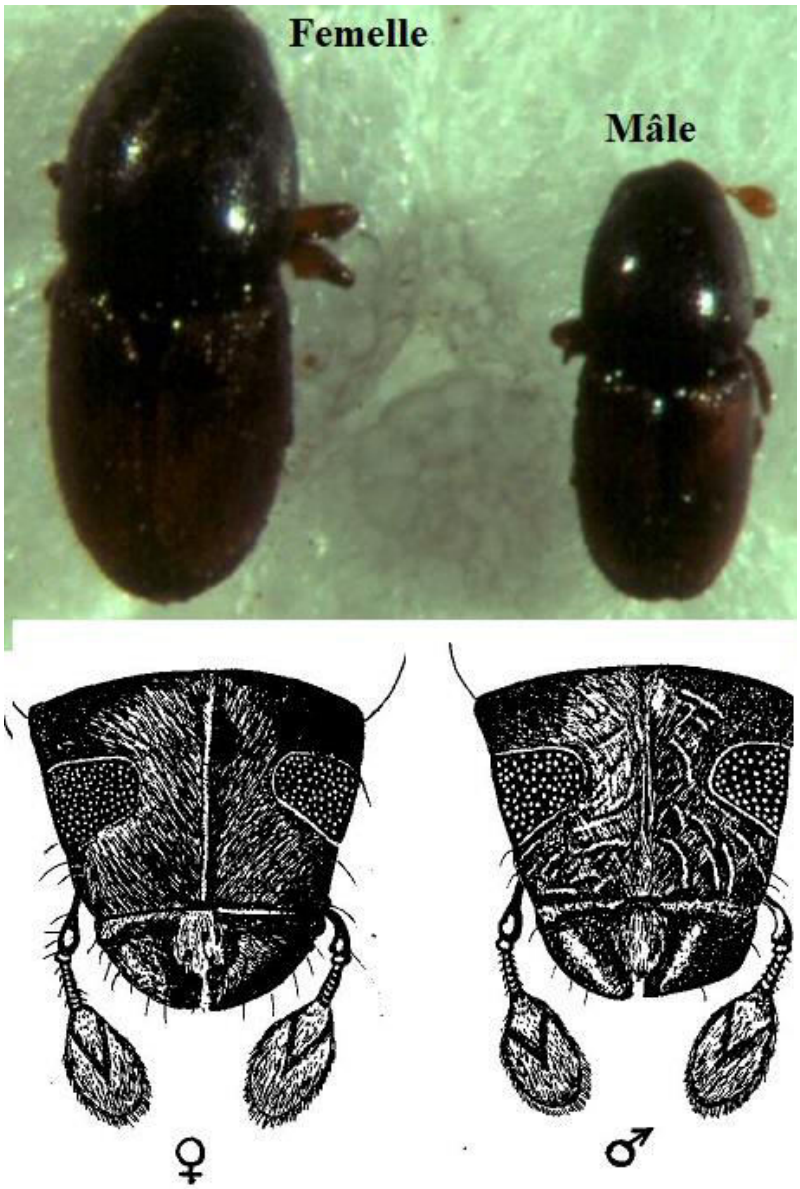


Photo 25: Carène frontale, critère de reconaissance de *R. amygdali* (♂ & ♀)

Photo 26 : Pénétration de la femelle

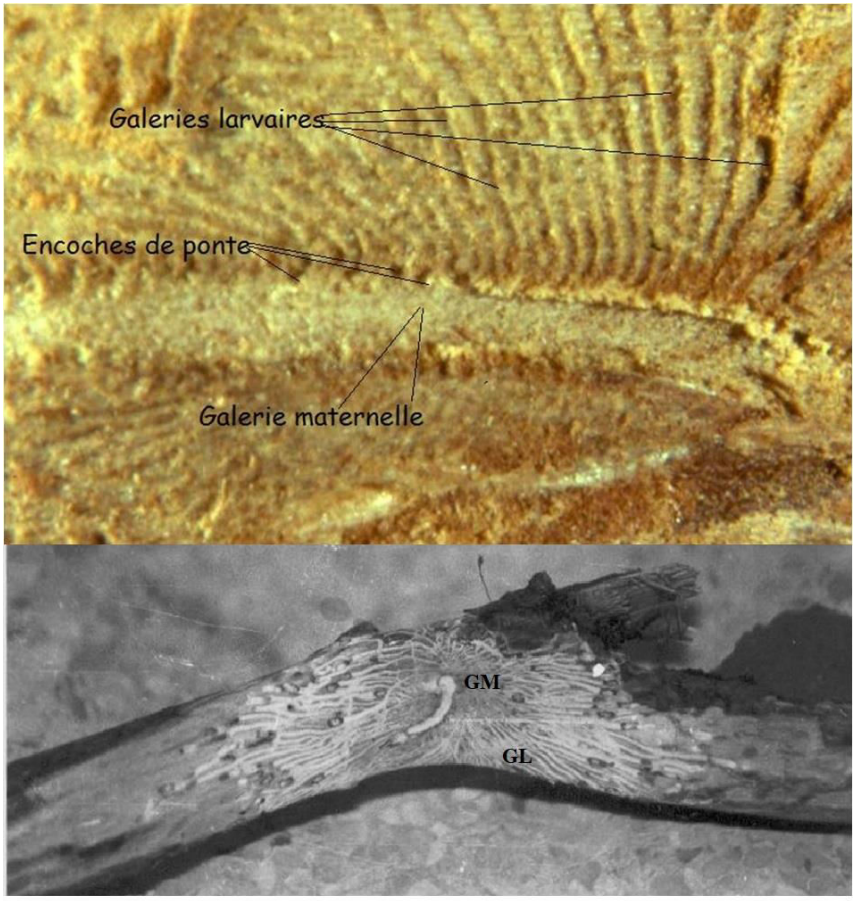


Photo 27: Système de galeries, maternelle et larvaires

Photo 27 bis : Les œufs du Scolyte de l'Amandier

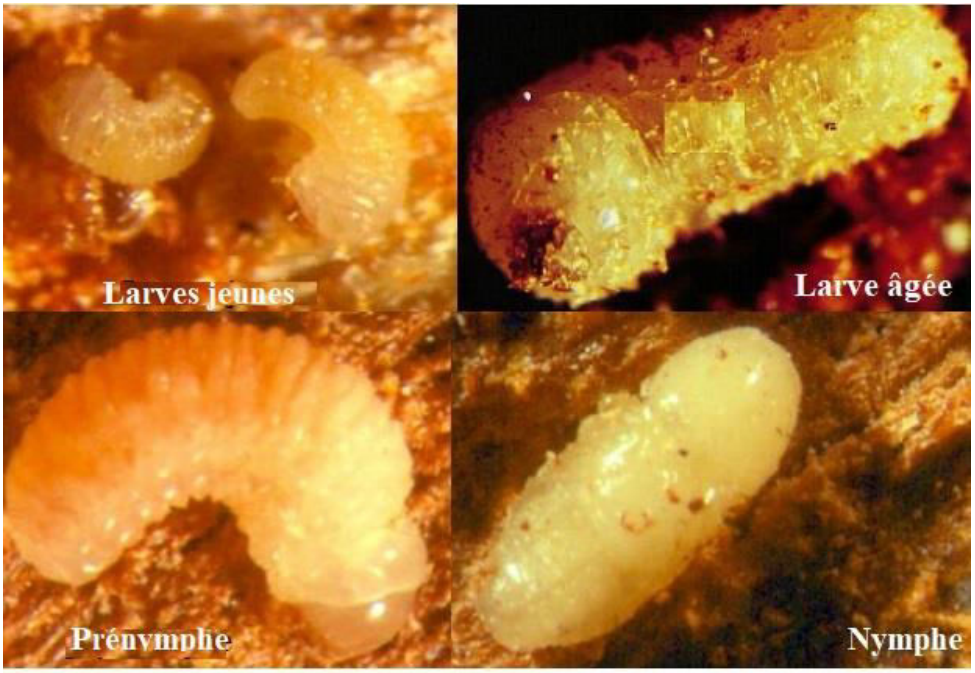


Photo 28 : Stades de développement de *R.amygdali*

Photo 29 : Etapes de mélanisation des adultes de *R.amygdali*

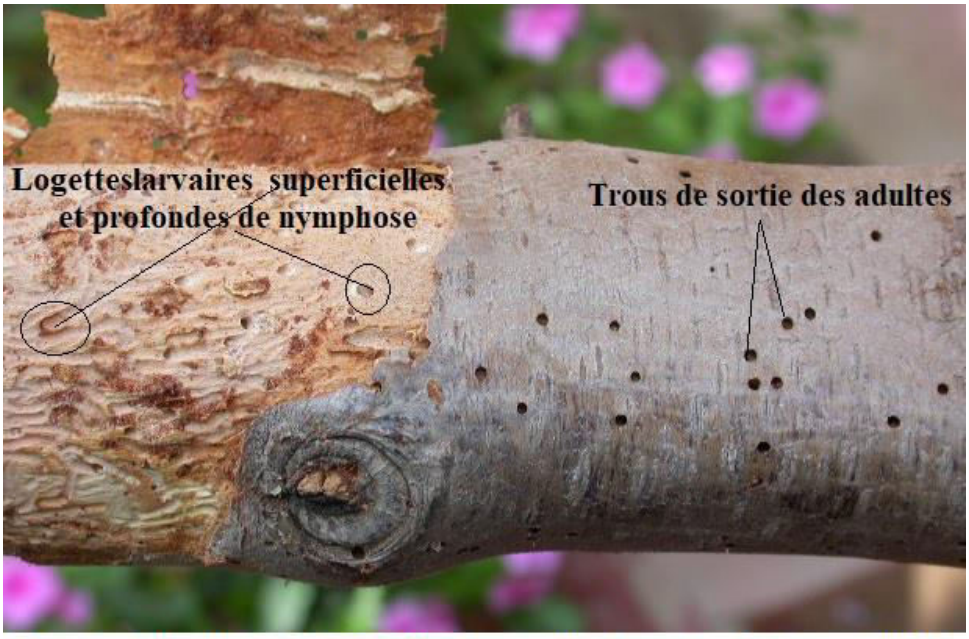


Photo 30 : Dégâts infligés au bois par *R.amygdali*

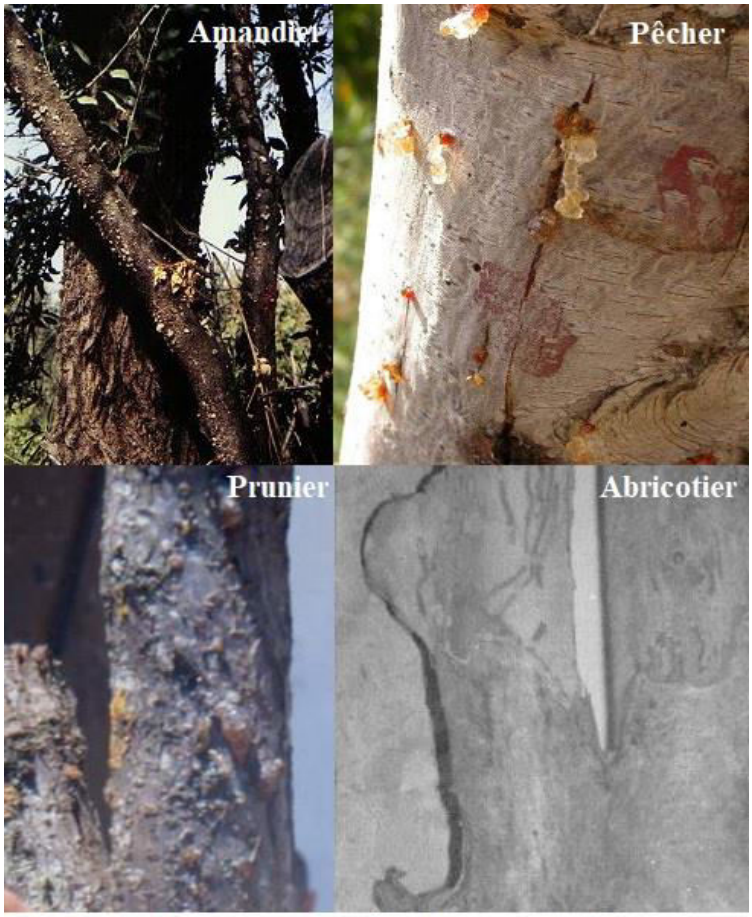


Photo 31: Espèces fruitières infestées par *R.amygdali*

Photo 31bis: Arbres infestés par *R.amygdali*

Photo 32: Bois de taille, foyer des infestations par *R.amygdali*

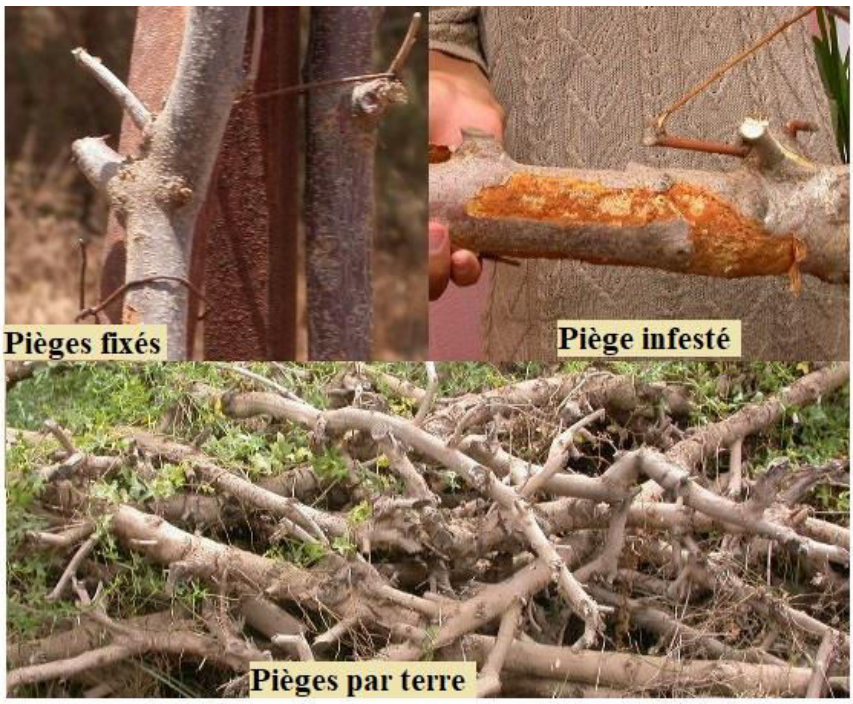


Photo 33 : Pièges naturels

Photo 34 : Pièges à phéromones (Tafraout)

Photo 35: Traitement insecticticide et chaulage préventifs

II/ LE XYLEBORE DISPARATE: *Anisandrus dispar* FERARI

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Xyleborina*)

Synonymes: *Anisandrus aequalis* Reitter, 1913, *Anisandrus swainei* Drake, 1921, *Apate dispar* Fabricius,1792, *Bostrichus brevis* Panzer, 1793, *Bostrichus pallidus* Panzer, 1793 *Bostrichus ratzeburgi* Kolenati,1846, *Bostrichus tachygraphus* Sahlberg,1834, *Bostrichus thoracicus* Panzer, 1793, *Scolytus pyri* Peck, 1817, *Xyleborus cerassi* Eggers, 1937, *Xyleborus dispar* (Fabricius, 1792, *Xyleborus rugulosus* Eggers, 1922.

1. DESCRIPTION (Photo.36)

Femelle à corps hémicylindrique et à thorax globuleux de 3 à 4 mm de long. Mâle moins allongé, à abdomen plus arrondi à 2 mm de long. Couleur varie du brun très foncé au noir, et présente un aspect brillant sur l'abdomen.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HÔTES

L'espèce est représentée au Moyen orient, en région paléarctique de l'Atlantique, et en Europe où elle est signalée en forêt sur Châtaignes, Erables, Platanes, Noyers, Chênes, Hêtres, et Charmes. En Afrique du Nord l'espèce *A.dispar* s'attaque surtout aux arbres fruitiers en bon état notamment les *Pommacées* (Pommier, Poirier) et les *Amygdalées* (Abricotier, Pêcher, Prunier, Amandier…). Ses dégâts se traduisent souvent par un dessèchement brutal des arbres âgés, mais aussi par la mort de jeunes sujets.

3. BIOLOGIE

L'hivernation a lieu dans les logettes nymphales à l'état d'adultes mélanisés ou non. Au printemps ils émergent (Avril-mai) lorsque la température est > à 18°C. Seules les femelles sortent à la recherche d'un nouveau hôte pour y pénétrer, et y confectionner un système de galeries complexes, d'un diamètre d'environ 2à5 mm. Elles nidifient sur les sujets parfaitement sains et en pleine sève, avec une préférence bien marquée pour le Pommier parmi les *Pommacées* et l'Abricotier parmi les *Amygdalées*. Les femelles semblent transporter dans leurs galeries un champignon du genre *Ambrosia* qui après éclosion servira de nourriture aux larves d'*Anisandrus*.

Après installation sur le tronc, les grosses branches (à sève) d'arbres jeunes, vigoureux le plus souvent de petite taille la femelle pénètre, creuse une galerie maternelle (printemps) si profonde s'enfonçant à travers l'aubier (5à 6cm), dans le bois. A droite et à gauche de cette galerie, partent des couloirs qui lui sont perpendiculaires au sens des fibres se terminant en cul de sac (logette superficielle ovale) et chaque femelle y pond en moyenne 15 à 50 œufs.

Après éclosion les larves se nourrissent exclusivement des efflorescences du champignon *Ambrosia* ensemencées dans les galeries. Le développement larvaire est rapide. La nymphose a lieu en fin mai et au cours d mois de juin. A partir de juillet apparaissent les nouveaux adultes qui donneraient naissance à la génération estivale. Généralement on note pour cette espèce un sex-ratio variant de 1mâle pour 3 à 10 femelles par système de galerie.

Les adultes hivernent (en diapause) et n'émergent qu'au printemps suivant. Donc il n'y aurait semble-t-il qu'une génération par an. L'accouplement précède généralement l'émergence tout simplement par ce que les mâles de petite taille ont des ailes atrophiées, et incapables de voler et doivent rester sur place jusqu'à leur mort, alors que les femelles quittent le système à reculons avec leur pygidium tourné vers l'extérieur.

4. LUTTE

En matière de lutte, l'utilisation des insecticides ne semble pas donner des résultats satisfaisants; les adultes (surtout les mâles) et les larves étant abrités dans le bois et les périodes de vol sont assez longues, ce qui limite l'efficacité d'un tel traitement. On fait recours souvent à des méthodes prophylactiques:

- Destruction des branches attaquées.
- Utilisation d'une fumure équilibrée du verger pour activer la croissance des arbres et augmenter leur capacité de résistance.

- Installation de pièges rouges englués (en croisillons) avec une bouteille d'alcool en dessous. L'éthanol pur ou mélangé à moitié avec de l'eau peut donner selon Schvester (1952) des résultats encourageants

III/ LE PETIT XYLEBORE *Xyleborus saxesini* RATZ

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Xyleborina*)

1. DESCRIPTION (Photo.37)

Femelle : Longue de 2 à 2,5 mm. Brun ±foncé, uniforme et plus fin qu'*A.dispar*. Front à cuticule finement réticulée, grossièrement ponctuée de points espacés et pourvu d'un sillon médian faiblement prononcé. Pronotum plus large vers l'avant. Pattes jaunes brillantes. Ecusson atrophié. Elytres parallèles légèrement dilatés en arrière du milieu et rétrécis vers l'apex. Stries formées de lignes de points bien marqués et rapprochés. Déclivité à granules bien marqués. Soies souples, dressées régulièrement et bien disposées sur les interstries.

Mâle: Longue de 1,9 à 2 mm. Plus clair que la femelle, de forme étroite et allongée, au pronotum subrectangulaire et granuleux dans sa moitié antérieure. Ailes atrophiées ne lui permettant pas de voler. Il reste sur place pour hiverner dans le bois.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HÔTES

X.saxesini est plus polyphage qu'*A.dispar*; il est bien représenté à travers le monde: Afrique du Nord (Maroc, Iles Canaries, Algérie, Tunisie..,), Bassin méditerranéen, Europe, Moyen orient, Asie, Amériques du Nord et du Sud… C'est une espèce polyphage, signalée sur un grand nombre d'essences de Feuillus (Châtaignier, Chêne, Hêtre, Orme, Arbres fruitiers…) et de Résineux (Pins, Cèdres,..) appropriés pour héberger les champignons du genre *Ambrosia*. Parfois, il n'est pas possible de distinguer entre ses hôtes primaires et secondaires, entre ses hôtes sauvages (naturels) et cultivés (plantations). Sur les Rosacées fruitières il semble que *X.saxesini* est souvent associé au Xylebore disparate, lesquels, sont considérés ensemble comme des ravageurs primaires susceptibles d'attaquer des arbres vigoureux.

3. DEGATS

Les scolytes du genre *Xyleborus*, peuvent s'attaquer aux différentes parties de l'arbre: Ecorce, branches de différentes dimensions, brindilles, pousses.., Certaines espèces ont une prédilection pour certains organes, alors que d'autres peuvent vivre et se reproduire sur tout le bois, quelle que soit sa taille. Ils vivent en étroite relation avec le champignon du genre "*Ambrosia*". Ce lui ci est transporté par la femelle de *X.saxeseni* à la base de ses élytres pour être dispersé dans des poches cuticulaires spéciales. De ce fait les Xylébores sont considérés comme des vecteurs de ce champignon sur lequel ils se nourrissent aussi bien à l'état larvaire qu'imaginal sous forme de micromycéliums dans leur tube digestif (**Beaver** 1989).

La présence de ces Scolytes, peut être repérée par leurs dégâts directs ou par les symptômes du champignon: Sécrétion de gomme ou écoulement de résine, tiges ou branches cassées, trous de sortie ou de pénétration, déjections ou excréments des insectes, présence du mycélium, sénescence précoce de l'arbre (vieillissement), flétrissement, jaunissement et décoloration des feuilles…

4. BIOLOGIE

X. saxeseni est une espèce polygame décrite en détail par Hosking (1973) en Nouvelle Zélande. Sa sex-ratio (♂/♀) est souvent faible : 1♂ pour 20♀ selon Fischer (1954) et 1♂ pour 4 à 64♀ selon **Hosking** (1973) en nouvelle Zélande. Le mâle est incapable de voler; il ne quitte jamais sa chambre; il y reste pour hiverner et féconder les femelles. Celles-ci sont attirées tout d'abord par l'éthanol et des composés volatils (alcools), libérés par le bois en décomposition, qui sert comme un bon indicateur de leur présence. Après accouplement le mâle meurt en principe à l'intérieur de la galerie parentale. Selon Furniss et Johnson (1987), certains ♂ seraient capables de quitter leurs chambres en rampant et se trouver sur l'écorce. On ne sait pas si ces ♂ seraient en mesure d'entrer avec succès dans d'autres systèmes de galeries et s'accoupler de nouveau avec d'autres femelles.

Après fécondation chaque femelle fore pour son compte une galerie maternelle

horizontale qui s'enfonce perpendiculairement dans la profondeur du bois (5 à 6 cm) et bifurque ensuite en branches transversales, suivie par la formation d'une poche de 4x6cm. Elle ne commence à pondre que lorsque les mycéliums des *Ambrosia* sont bien développés et assez répartis sur les parois de la galerie. Selon **Hosking** (1973), la ponte s'échelonne sur 2 à 12 semaines. Les œufs y sont pondus par groupes de 8 à 12.

Après éclosion les jeunes larves de *X.saxesini* - comme d'autres Xylébores - élargissent la galerie maternelle pour former une "chambres agrandie" de couvée irrégulière dans le plan vertical, s'étendant au-dessus et /ou au-dessous de la galerie maternelle.

À mesure que le développement des galeries se poursuit, des chambres latérales s'étendant verticalement le long des anneaux de croissance peuvent être excavées. La forme finale du système de la galerie est variable, mais les chambres verticales sont tout à fait distinctes du système de ramification des tunnels qui n'ont pas été élargis et trouvés chez d'autres espèces de *Xyleborus*. Il n'y a donc pas de couloirs larvaires ou de logettes en cul de sac.

Au terme de leur développement les larves du dernier stade se nymphosent dans les chambres de la galerie et évoluent tout d'abord en adultes pré-émergeants ne qui participent pas à l'extension de la galerie mère.

La durée totale du développement varie de 7 à 15 semaines.

Après nymphose les mâles restent sur place dans le système parental alors que les femelles quittent leurs galeries; elles se dispersent souvent lorsque la température augmente au début l'après midi, à la recherche de nouveaux sites de reproduction.

X.saxesini développe deux générations par an au lieu d'une pour *A.dispar* :

- La première, dont les émergences s'étalent entre avril et juillet;
- et la seconde dont les vols peuvent être observés jusqu'à la mi-septembre. Ses adultes hiverneront pour reprendre leur activité au printemps suivant.

La biologie de l'espèce n'est pas connue au Maroc, mais le nombre de ses générations par an est lié au climat. En Europe centrale, il y aurait 1 ou 2 générations, mais la reproduction est susceptible d'être continue dans les climats plus chauds, avec tous les stades de développement présents à n'importe quel moment de l'année.

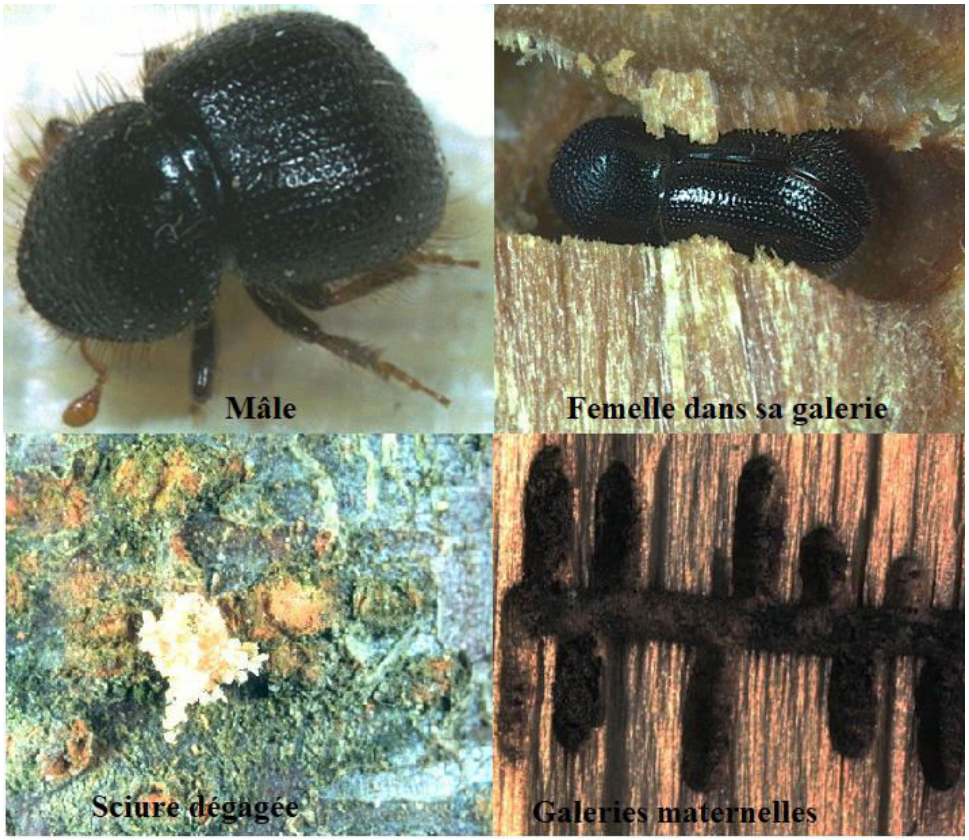


Photo 36: Le Xylébore disparate (HYPPZ Coutin R./ OPIE)

Photo 37: *Xyleborus saxeseni*
(Par Margarita Peralta-Alba 2013)

IV/ LE SCOLYTE DU FIGUIER: *Hypoborus ficus* (Erichson)

Synonymes : *Hypoborus fici* Dejean, 1837, *Hypoborus siculus* Ferrari, 1867.

1. DESCRIPTION

Adulte de 1à 1,5 mm, noir, mat, aux élytres un noirâtres avec des interstries recouvertes de poils couchés, clairs, jaune foncé, lui donnant une apparence cendrée. Forme générale massive, ovale; prothorax arrondi et puissant, élytres rectangulaires, arrondis à leur extrémité (Photo.39). L'œuf est blanc, opaque et très volumineux par rapport à la taille de l'adulte. Larve blanc crème, apode eucéphale courbée en C.

2. DEGÂTS ET PLANTES HÔTES

H.ficus est fréquente sur Figuier (*Ficus carica.* L) dans les pays du bassin méditerranéen, aux îles Canaries, en Turquie, Iran… Mais, elle peut également attaquer le Mûrier et la Vigne. Au Maroc ce scolyte s'attaque surtout aux figuiers déficients, mais il a été rencontré massivement sur Néflier dans la région de Berkane. Il accélère le dépérissement et empêche tout rétablissement des sujets souffreteux (Photo.39).

3. DONNEES BIOLOGIQUES

Les adultes émergent par jours ensoleillés; ils se rencontrent le long de l'année, même en plein hiver, sur les branches de Figuier. Les individus des deux sexes préfèrent coloniser les branches de petit diamètre des arbres affaiblis: La galerie souvent horizontale, commence d'abord par une chambre d'accouplement d'où partent deux couloirs de ponte transversaux: L'un à gauche, l'autre à droite. Les œufs sont pondus au fur et à mesure de l'avancement du forage dans des encoches de ponte confectionnées par la femelle le long de ces couloirs. A leur éclosion, les larves creusent des galeries larvaires perpendiculaires à la galerie maternelle (couloir de ponte), rectilignes, parallèles entre elles et courtes. On en

compte 30 ou 40 en moyenne. L'espèce aurait au moins 3 à 4 générations annuelles. Les individus adultes et les larves s'observent pendant toute l'année, mais l'évolution de la génération hivernante est beaucoup plus lente.

4. ENNEMIS NATURELS

- *Trichopria hypobori* Kieffer (*Hyménoptère, Diapriidae*): Ectoparasite.
- *Ecphylus caudatus* Ruschka (*Hyménoptère, Braconidae*): Parasitoïde
- *Sycosoter lavagnei* Picard & Licht (*Hyménoptère, Braconidae*): Ectoparasite des larves et nymphes.
- *Pyemotes johnmoseri* (Khaustov) (*Acarien, Pyemotidae*): Commensal.

Photo 38: Adulte d'*Hypoborus ficus*
(https://www.naturamediterraneo.com/Forum/topic.asp?TOPIC_ID=281258)

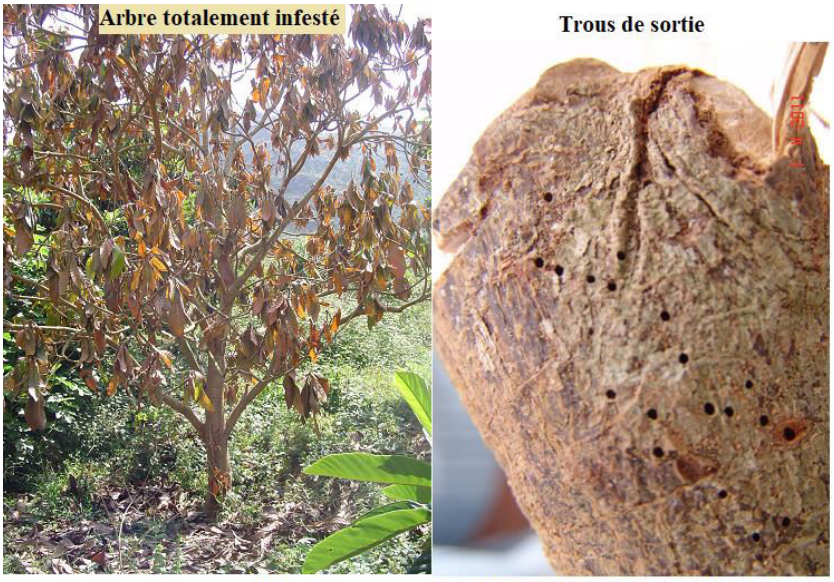


Photo 39: Dégâts d'*H. ficus* sur Néflier (Région de Berkane)

V/ L'HYPOTENEME *Hypothenemus eruditus* Westwood

Synonyme : *Hypothenemus aspericollis* WOLLASTON, 1860.

1. DESCRIPTION

Selon Balachowsky (1949), les adultes du genre "*Hypothenemus*" sont de très petite taille, dépassant rarement 1mm, de forme étroitement ovalaire. Antennes à funicule invariablement de 4 articles chez la ♀, 3 ou 4 chez le ♂ (le 4ème est très court). Massue antennaires ovale avec 3 sutures nettes sur sa face externe, Yeux légèrement échancrés. Pronotum arrondi en avant à côtés parallèles, sensiblement aussi large que long, à bosse centrale accusée, garnie de granules dans toute sa moitié antérieure, répartis irrégulièrement et concentriquement. Zone granuleuse couverte d'une pilosité faible, remplacée par des squamules en arrière de la bosse. Elytres, deux fois plus longs que larges, arrondis postérieurement.

La femelle d'*H.eruditus* est très petite de 0,8mm à 1mm de long, entièrement noire et opaque au niveau la zone antérieure du pronotum. Antennes et pattes rougeâtres. Elytres aux interstries garnies de squamules blanches, dressées, plates, courtes, à l'extrémité élargie et brusquement tronquée, disposés en une seule rangée régulière par interstrie. Stries ornées d'une rangée de soies couchées, blanches, fines, courtes, l'extréminté de l'une n'atteignant pas la base de l'autre (Photo.40).

Le Mâle est plus petit, de couleur généralement plus claire, brachyptère et rare,

La larve est apode, eucéphale, recourbée en C, à tégument blanc, mou, décoloré, à appareil buccal broyeur et à cinq stades larvaires.

Une espèce voisine, *Hypothenemus. obscurus* F, fut également signalée en Afrique du Nord; elle se distingue d'*H.eruditus* par la présence d'un petit sillon glabre et ponctué au niveau du front (carène frontale), se prolongeant entre les yeux. *H. eruditus* n'ayant, tout au plus, qu'une petite bosse arrondie à cet endroit.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

L'espèce aurait une vaste aire de répartition qui s'étend de l'Asie centrale aux Iles atlantiques à travers tout le bassin méditerranéen. Très commune en Afrique du Nord, Iles Canaries (Espagne), Corse, Italie, Turquie, Iran, Iles du Cap Vert, Russie…

3. PLANTES HÔTES

H.eruditus, vit principalement sur Figuier en compagnie d' *Hypoborus ficus*, mais on peut le trouver dans les galeries d'autres espèces, notamment celles des Scolytus notamment les *Ruguloscolytus* (*amygdali, mediterraneus* et *rugulosus*). C'est un scolyte polyphage qui se rencontre sur plusieurs plantes: Pêcher, Poirier, Pistachier, Prunier, Citrus, Mûrier, Pin, Platane, Châtaignier, Ailante, Aulnes, Kaki, Tilleul…

4. BIOLOGIE

Le schéma général du cycle biologique serait semblable à celui des Scolytides à mâles aptères comme *A.dispar.* L'hivernation a lieu dans les logettes nymphales à l'état adulte. A la reprise de son activité la femelle est fécondée par le mâle dans la chambre d'accouplement, puis elle fore une galerie maternelle fine impressionnant nettement l'aubier, irrégulière, ondulante, transversale ou oblique (1 à 3cm de long). Au fur et à mesure du forage la femelle pond ses œufs dans des encoches de ponte latérales qui le système fréquemment embrouillé. A leur éclosion les larves creusent à leur tour des galeries larvaires qui rayonnent sans ordre défini, s'enterecroisent et chevauchent même à travers la galerie de ponte. Au terme de leur développement les larves âgées se nymphosent et donnent naissance à des adultes qui émergent au printemps lorsque la température leur est favorable.

Nous ne disposons pas de données sur la bionomie de cette espèce au Maroc.

En matière de lutte, se référer au Scolyte de l'amandier.

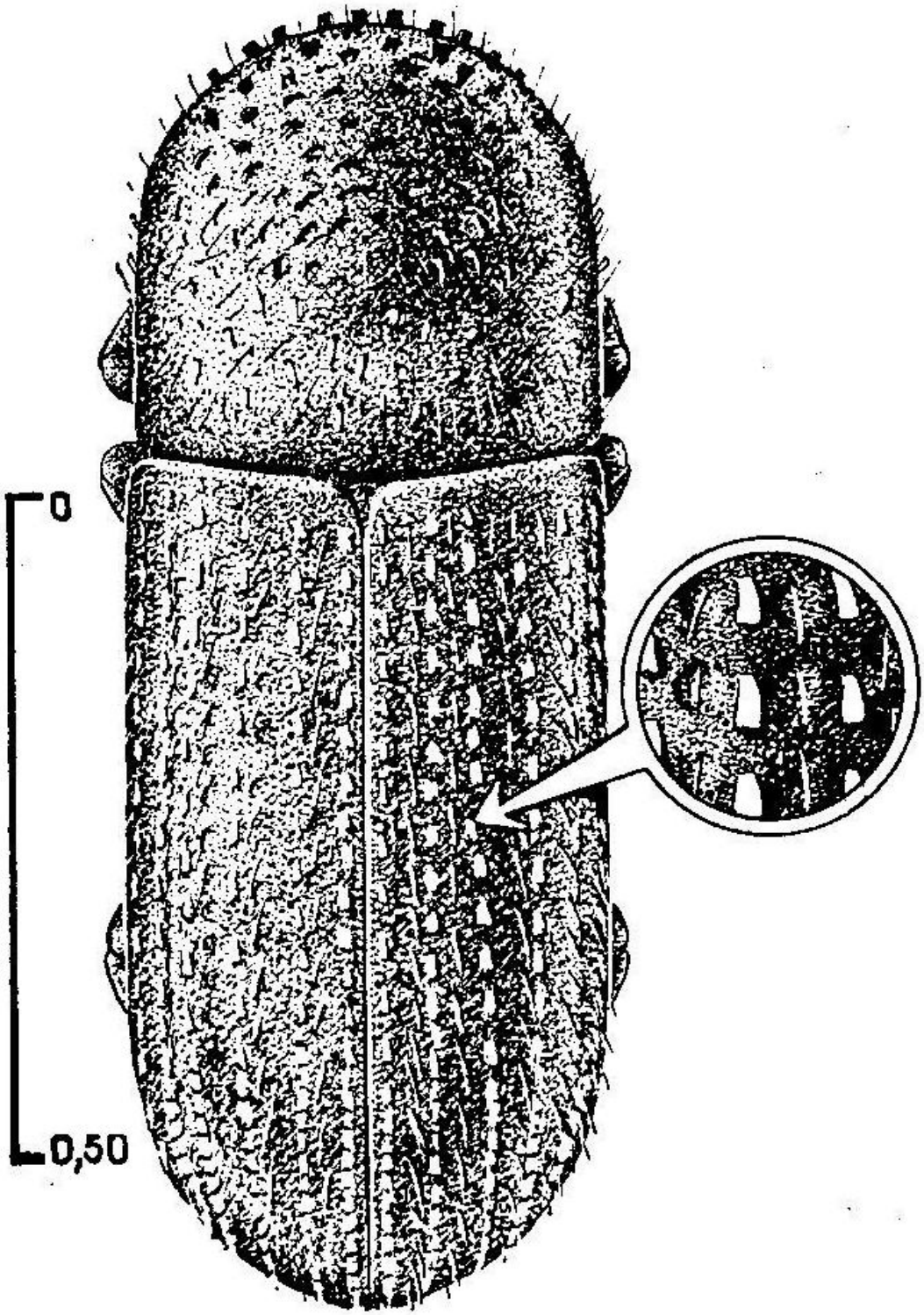


Photo 40 : *Hypothenemus eruditus* Westwood (Balachowsky 1949)

VI/ LE SCOLYTE DU PISTACHIER *Estenoborus* (*Carphoborus*) *perrisi* CHAPUIS

Synonymes : *Carphoborus abachidzei* Stark, 1952, *C. kuschkensis* Sokanovskiy, 1954

1. DESCRIPTION

Adulte

1,2 à 1,8 mm de long. Pronotum et interstries densément et régulièrement recouverts de minuscules squamules subquadrangulaires, très serrées, de deux couleurs, brunes et blanchâtres, formant de chaque côté de la ligne médiane un dessin asymétrique. Carène médiane du pronotum à peine marquée. Stries et interstries peu saillantes et peu marquées sur les élytres où elles sont cachées par les squamules. A partir de la déclivité, la 1ère interstrie se relève, surtout à proximité de l'angle apical où elle diverge légèrement. A ce niveau, elle est nettement séparée de l'extrémité de la 3ème interstrie. Cette dernière est faiblement saillante et fusionnée à son sommet avec la 9ème (avant-dernière), formant avec celle-ci un angle aigu de faible relief. Relief des interstries 1, 3 et 9 garni de quelques petits granules spinuleux, saillants, visibles de profil ou en dessus. Bord apical de l'élytre régulièrement serratulé et garni d'une rangée de squamules blanches. Couleur foncée. Dessous du corps entièrement garni de poils blancs, d'aspect cotonneux.

Larve

Apode, eucéphale, recourbée en C, à tégument blanc, mou, décoloré, à appareil buccal broyeur et à cinq stades larvaires.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Espèce signalée surtout dans les pays du Bassin Méditerranéen (Bulgarie, Sud de la France, Italie, Grèce, Sicile, Turquie…) au Moyen orient (Syrie, Iraq, iran…), en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie où on la rencontre jusqu'aux Daïa à Tilremt à la limite du Sahara). Elle a même été rencontrée en Corse où elle paraît beaucoup plus commune à Prto-Vecchio

3. PLANTES HÔTES

E.perrisi, vit principalement sur Pistachier, notamment *Pistacia lentiscus* en France et en corse, *P.atlantica* dans le Nord Africain et *P.terebenthus* en Iran.

Il est probable que ce Scolyte puisse également être observé sur des *Oleacées* (*Olea europea* et *Fraxinus excelsior*), des *Légumineuses* (*Cercis*), des *Anacardiacées* (*Cotinus*), des Sapindacées (Acer.sp) et autres.

4. BIOLOGIE

Le schéma général du cycle biologique est semblable à celui des Scolytides monogames comme *R.amygdali.* L'hivernation a lieu dans les logettes nymphales à l'état larvaire. Au terme de leur développement les larves âgées se nymphosent et donnent naissance à des adultes qui émergent au printemps lorsque la température leur est favorable.

En matière de lutte, se référer au Scolyte de l'amandier.

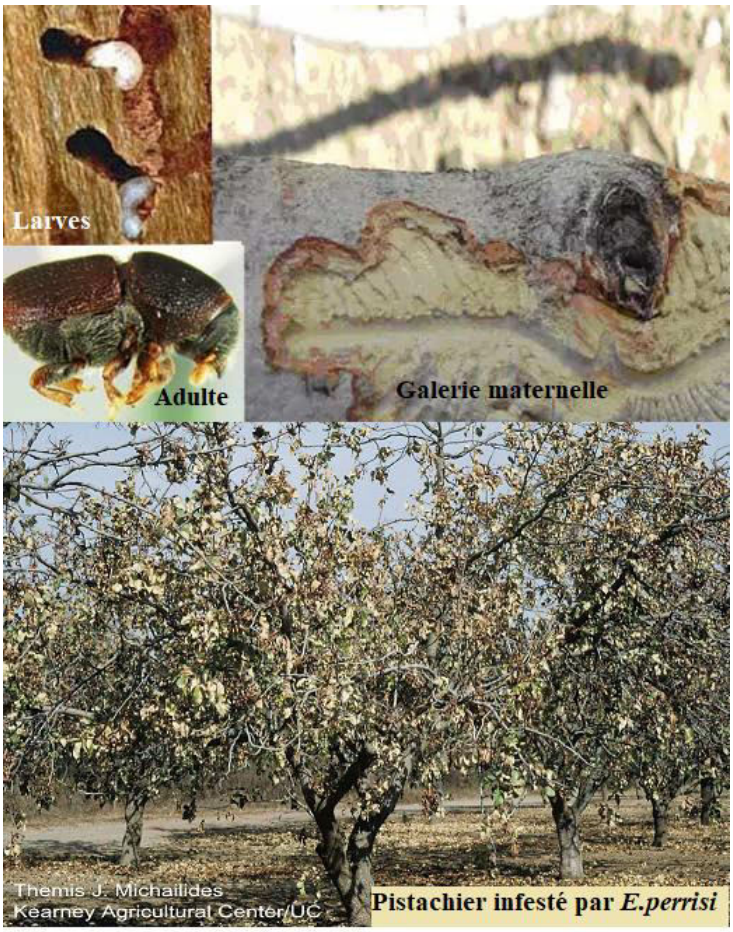


Photo 41: *Estonoborus perrisi*
(Themis J. Michailidis. Kearny Agricultural Center/UK- 1998)

VII/ LE GRAND SCOLYTE DU POMMIER *Scolytus mali* BESCHTEIN

Synonymes : *Bostrichus mali* Bechstein, 1805, *Eccoptogaster castaneus* Ratzeburg, 1837, *Eccoptogaster pruni* Ratzeburg, 1837, *Eccoptogaster pyri* Ratzeburg, 1837, *Scolytus bicallosus* Eggers, 1933, *Scolytus nitidulus* Chapuis, 1869, *Scolytus rimskii* Kurentsov, 1941, *Scolytus sulcatus* LeConte, 1868.

1. DESCRIPTION

Adulte (Photo.42)

Taille de 2,5 à 4,5 mm. Corps brillant d'un brun rougeâtre. Vertex uniformément ponctué de chaque côté de la suture médiane avec des points enfoncés rapprochés et subtriangulaires. Pronotum noir et luisant à collier brun rouge, aussi large que long à sa base, avec une ponctuation très fine, peu dense et effacée, sauf en avant. Scutellum est triangulaire et mat. Elytres brun rouge, foncés, brillants, indentés et rétrécis vers l'apex qui est largement arrondi; leurs stries sont peu profondes et légèrement irrégulières; leurs interstries sont larges et aplaties, parsemées de rangées de points nettement plus petits que ceux des stries. Suture, largement enfoncée depuis l'écusson jusqu'au 1/3 des élytres. Abdomen progressivement relevé vers l'apex des élytres, fortement couvert de touffes de poils courts et longs sur les côtés. Angles apicaux des sternites abdominaux III et IV n'étant pas élevés. 5ème sternite abdominal déprimé en son milieu. La distinction entre les deux sexes n'est pas difficile: Le **mâle** a un front aplati, faiblement pubescent sauf au-dessous des yeux et le long de la bordure clypéale. **La femelle** a un front bombé, convexe sans carène moyenne et glabre sur presque toute la surface avec quelques soies en avant des yeux su les côtés du clypéus.

Larve

Type apode, eucéphale, recourbée en C, à tégument blanc, mou, décoloré, à appareil buccal broyeur et à cinq stades larvaires.

Selon certains auteurs il existe une espèce très voisine, *Scolytus pyri* RATZEBURG qui se distingue de *S.mali* par sa forme plus étroite, le pronotum étant un peu plus long que large, l'écusson plus profondément affaissé, et le 5ème sternite abdominal à fossette bilobée avec un affaissement médian plus prononcé au centre. La ponctuation

des interstries est plus large et plus profonde. C'est un biotype qui fut signalé en en France et en Allemagne.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE

C'est une espèce commune dans toute l'Europe (Grande-Bretagne, Europe centrale et Orientale, Oural…), dans l'ex-URSS (Partie européenne vers le nord jusqu'à la région de Leningrad et les États baltes, dans le Caucase, au sud de la Sibérie vers l'est), en Asie centrale (Kazakhstan, Iran…), en Amérique du Nord.., Elle ferait défaut en Afrique du Nord et dans les îles de la Méditerranée

3. PLANTES HÔTES

S. mali est un scolyte largement répandu et très fréquent sur arbres fruitiers cultivés et sauvages (Pommier, Poirier, Cognassier, Prunier, Cerisier, Noisetier, Cormier…). On peut le rencontrer également sur des essences forestières ornementales.

4. DEGATS ET IMPORTANCE ECONOMIQUE (Photo. 42)

S.mali est considéré comme un ravageur secondaire s'attaquant principalement au tronc et aux branches des arbres affaiblis. Il n'est pas exclu que les adultes de ce scolyte soient capables de transmettre la maladie hollandaise de l'orme *Ceratocystis ulmi* (Buism) dont le vecteur principal est *Scolytus multistriatus* Marsham.

5. DONNEES BIOLOGIQUES

Comme la plupart des "*Scolytus*", *S.mali* est une espèce monogame. C'est la femelle qui fonde le système subcorticale et prépar une chambre d'accouplement visible. Elle nidifie dans le tronc et les grosses branches des arbres fruitiers affaiblis et dépéris, A près pénétration la femelle fore une galerie maternelle sous corticale verticale, longitudinale, assez longue (5-12cm), peu large (2mm) et qui présente à sa base un élargissement formant une sorte de vestibule (chambre nuptiale). Après accouplement la femelle peut pondre entre 10 et 100 œufs dans des encoches de ponte latérales qu'elle colmate au fur et à mesure avec de la sciure. A leur éclosion les larves creusent de nombreuses galeries (<60) serrées, perpendiculaires à la galerie maternelle et qui s'entrecroisent plus tard entre elles, formant ainsi un système

subcortical enchevêtré qui impressionne souvent l'aubier des arbres affaiblis et rarement celui des sujets en sève. L'espèce préfère attaquer surtout le tronc et les branches épaisses (15 à 38 cm de diamètre) que les fines (<14cm). A la fin du développement larvaire l'insecte hiverne soit sous forme de larves âgées ou d'adultes non mélanisés dans leurs logettes de nymphose.

Les deux stades reprennent leur activité au printemps suivant (Avril - mai): Les larves âgées se nymphosent pour évoluer en adultes qui émergent à la même période avec les adultes hivernants. Selon différents auteurs, *S.mali* serait une espèce monovoltine ou bivoltine : En cas d'une seule génération par an, la nymphose a lieu en Mai et les premiers vols imaginaux adultes seraient enregistrés à partir de juin pour s'échelonner su la période estivale. En cas de deux générations, les adultes de la 1ère génération sont observés en avril-mai; ils donneront naissance à une 2ème génération dont les vols imaginaux s'échelonnent jusqu'à la fin de l'été ou début de l'automne. Au Maroc, toutes ces données doivent être vérifiées; aucune étude n'a encore été engagée dans ce sens dans les régions arboricoles.

6. ENNEMIS NATURELS

Les principaux ennemis naturels de *S. mali* seraient des prédateurs:

- Larves de *Raphidia major* Burm. (*Raphidioptera, Raphidiidae*),
- *Clerus mutillarius* F. (*Coleoptera,, Cleridae*),
- *Nemosoma caucasicum* Men. (*Coleoptera, Trogossitidae*),
- Medetera collarti Negrob. (*Diptera, Dolichopodidae*)
- *Aulonium trisulcum* Geoffr. (*Coleoptera, Colydiidae*)

7. MESURES DE CONTRÔLE

- Utilisation d'une fumure équilibrée du verger pour activer la croissance des arbres et augmenter leur capacité de résistance.
- Taille des arbres et incinération des branches infestées.
- Installation d'arbres-pièges à temps en fonction de la biologie de l'insecte;
- Un traitement phytosanitaire raisonné contre les problèmes phytosanitaires qui peuvent affaiblir les arbres fruitiers (Ravageurs, maladies…).

Milan Zubrik, Forest Research Institute Slovakia.Bugwood.org

By Boris Loboda (barry) /2009/Ukrainian Biodiversity Information Network

Photo 42 : *Scolytus mali*

CHAPITRE VIII
LES SCOLYTES DE L'OLIVIER

I/ LE NEIROUN: *Phleotribus scarabeoides* BERN

Synonymes : *Scolytus scarabeoides* BERN, 1788; Bostrychus oleae FABR, 1792; *Phloetribus oleae* LAT, 1796; *Phloetribus oleiphilus* DEL.GUERCIO, 1931.

1. DESCRIPTION (Photo.47)

Adulte : Petite taille : 1,2 à 3 mm, Forme arrondie et trapue, couleur générale sombre à tarses et Antennes insérées au milieu du front entre les yeux composés. Elles présentent un scape développé et une massue flabelliforme de 3 longs articles nettement séparés.

Œuf: Forme ovoïde, couleur blanchâtre et aspect luisant, diamètre : 0,8 mm

Larve: 5 mm de long (dernier stade), type apode eucéphale, forme cylindrique, recourbée avec une tête brun. Tégument de couleur blanche. 3 à 5 stades larvaires

Nymphe: 3 mm de long,. Type libre. Couleur claire à sa formation

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

P. scarabeoides est répandu sur olivier dans tous les pays du Bassin méditerranéen. Son aire de répartition est plus étendue que celle de l'Hylésine. Ainsi plusieurs auteurs signalent sa présence en Afrique du Nord, au Proche et au Moyen orient. Toutefois si on remonte vers la zone tempérée de l'Europe moyenne où l'espèce vit préférentiellement sur *Phillyrea et Fraxinus* (*Oléacées*) son extension devient de plus en plus limitée pour ne plus la rencontrer dans les pays de l'Est.

3. DEGATS:

Les pertes infligées par *P.scarabeoides* résultent de deux types de dégâts:

- Le premier se traduisant par une dépréciation du bois de l'arbre dont l'impact est difficilement estimable. A leurs émergences les adultes forent des trous de sortie et de pénétration dont les plus récentes laissent apparaître de la sciure sur les branches et les troncs attaqués. A la phase subcorticale les femelles forent des galeries maternelles plus ou moins longues (2 à 10 cm), transversales et annulaires sur les rameaux de faible diamètre. Après éclosion les larves forent des galeries

perpendiculaires à la galerie maternelle, tassées de déjections s'accumulant derrière elles. Leur densité moyenne est estimée à 50 galeries par système. L'ensemble du système subcortical impressionne l'aubier, entraîne une perturbation de la circulation de la sève, et accélère le dessèchement de la branche infestée, voire même celle de l'arbre affaibli lorsque l'attaque est généralisé. Au Maroc, 16 000 oliviers furent complètement détruits parmi 36000 sujets infestés dans la région de Taroudant en 1983 (Photos 46 et 48).

- Le 2ème type de dégâts se traduit par des morsures de maturation qui contribuent entre juin et septembre à la chute des grappes et fruits dont l'effectif endommagé peut atteindre jusqu'à 40% des grappes formées, voire même plus selon **Benazoun** (2002) **et Jardak** & al (1983). Celui des fruits récupérés après chute peut s'élever à 30% par rapport à la chute totale enregistrée depuis le début de la nouaison à la fin du mois de juin. Nous supposons après analyse que la chute par rapport à la charge initiale des arbres serait relativement faible. Cependant il a été constaté que même des arbres de bonne vigueur n'ont pu échapper à ce type de chutes causées par les morsures de nutrition et ont manifesté des trous de sortie ou de pénétration de *P.scarabeoides* qui auront par la suite des effets néfastes sur la production en olives des arbres **(Photo 45).**

Quoi qu'il en soit, les pertes engendrées par ce scolyte peuvent être importantes si l'on n'intervient pas préventivement à temps contre les nouveaux émergeants.

4. BIOLOGIE

Le Neiroun hiverne à l'état de larves ou d'adultes dans des logettes que creusent les larves du dernier stade en divers endroits de l'olivier : au point d'intersection d'un rameau et d'une brindille, ou à la base d'une feuille ou d'une fourche formée de 2 petites branches.

Au printemps les adultes "nouveaux émergeants" quittent leurs abris, se dispersent, et se portent sur de nouveaux hôtes où ils procèdent à des morsures de maturation.

Après installation c'est la femelle seule qui procède au forage de la galerie de ponte ou galerie maternelle. L'accouplement a lieu au début du forage, le mâle se tenant un certain temps à l'entrée de la galerie. Son rôle consiste surtout à expulser vers l'extérieur par le trou de pénétration les déchets accumulés par la femelle (Photo.45).

Les œufs sont déposés à mesure du forage dans des encoches plus ou moins jointives, pratiquées latéralement de part et d'autre de la galerie maternelle. Dès leur dépôt, ils sont recouverts par la femelle d'un tampon de moulure fraîche (Photo.47). Les encoches de ponte sont généralement jointives, mais peuvent aussi être relativement éloignées l'une de l'autre. La fécondité varie de 20 à 80 œufs /femelle (Photo.48) .

Après 6 à 13 jours d'incubation les larves éclosent de façon échelonnée et se nourrissent d'abord de la moulure tassée par la femelle sur l'encoche lors de la ponte, puis creusent chacune pour son compte une galerie larvaire dont le diamètre augmente à mesure que la larve grossit. Ces galeries rayonnent en diverses directions et peuvent s'entrecroiser.

Au terme de leur développement les larves âgées se nymphosent dans des logettes ovales, colmatées avec de la moulure fraîche. Et a bout de 15 à 20 jours de nymphose, les jeunes adultes demeurent un certain temps dans les logettes pour mélaniser (période ténérale), puis émergent, en général par un orifice foré dans l'écorce au dessus de la logette nymphale (Photo.49).

Tableau 1 : Variation de la durée du développement de *P. scarabeoides* selon la température (exprimée en jours).

Phase de développement	**22°C**	**25°C**	**27°C**
Préoviposition	**6**	**3**	**2**
Incubation	**10**	**9**	**6**
Développement larvaire	**28**	**25**	**20**
Développement nymphal	**15**	**13**	**9**
Postnymphose	**6**	**4**	**3**
Développement subcortical (Total)	**65**	**54**	**40**

Après émergence les adultes se dirigent vers les oliveraies avoisinantes pour continuer leur cycle de développement**.** Ils y pratiquent des morsures nutriciales soit sur les rameaux fructifères à la base des grappes, soit à la partie subterminale des rameaux, entraînant, par la suite, leur dessèchement et leur chute. Généralement, cette phase de nutrition de 2 à 6 jours est considérée par plusieurs auteurs comme complémentaire et indispensable à la maturation des organes génitaux du **scolyte (Photo.45).**

Au Maroc, dans la région de Taroudant, les données acquises d'une part par l'analyse de la composition démographique des populations subcorticales de *P.scarabeoides* et d'autre part par l'observation des émergences et des pénétrations font apparaître l'existence d'au moins trois générations par an avec certains décalage selon les années :

- Une hivernante dont les vols de la descendance peuvent s'échelonner sur 4 mois, de février à mai, ou parfois même jusqu'à juillet; -
- une génération printanière, dont les premiers vols peuvent apparaitre en fin avril et s'étaler jusqu'à juin-juillet;
- une génération estivale dont les premières émergences sont enregistrées à partir de juin jusqu'à septembre-octobre;
- une génération estivo-automnale dont les premiers essaims sont observés en août pour continuer jusqu'à novembre-décembre. Les vols tardifs enregistrés entre fin décembre-début février, seraient issus de cette génération, ou probablement d'une génération partielle non identifiée. La population hivernale qui en résulte subit en partie un arrêt de développement facultatif qui survient au stade de larves âgées, nymphes ou adultes complètement mélanisés abrités dans les logettes d'hibernation (Arambourg, 1964; Jarraya, 1979; Gonzalez & Campos, 1990). Les individus ayant échappé à l'hivernage, continuent leur évolution sans interruption, s'accouplent et engendrent une population homodyname (Fig.5).

Ce long échelonnement des sorties, peut être à l'origine de chevauchements, qui ne proviennent en aucun cas de l'activité de réémergence et de repénétration des femelles de *P.scarabeoides*. Le phénomène semble résulter principalement de la coincidence entre l'installation des femelles mères, et les émergences et pénétrations de leurs descendants. Le décalage et l'irrégularité du cycle de *P.scarabeoides* peuvent également être dus aux variations des durées du développement subcortical sous l'effet du climat et de l'état du bois utilisé: Entre 37 et 51 jours pour la génération printanière, et 111 jours pour la génération hivernante. Des observations faites sur une centaine de femelles dans leurs systèmes subcorticaux, ont permis de constater que le forage de la galerie maternelle nécessite, à lui seul 19 à 28 jours sur les tronçons infestés au laboratoire et 23 à 37 jours en nature .

5. METHODES DE LUTTE :

La lutte contre *P. scarabeoides* doit être tout d'abord prophylactique pour renforcer la résistance de l'olivier à ses attaques :

- Maintien d'un bon état sanitaire de l'arbre vis à vis des divers ravageurs et maladies: Le Psylle, la teigne, la mouche des fruits, l'Hylésine, les Bostryches, la Pyrale des greffons, l'Œil de paon, la Verticilliose, le Chancre bactérien…
- Enlèvement et incinération immédiate de tous les bois attaqués avant les émergences de mars en proscrivant le bûcheronnage anarchique sur les oliviers et en veillant à transporter loin de l'oliveraie les bois coupés **(Photo.50).**
- Travail convenable du sol et apport périodique de l'eau, engrais et fumier nécessaires

Ensuite la lutte chimique doit survenir, soit en cours de la mise en tas du bois, ou dès le début des émergences car on ne peut traiter que préventivement contre les adultes avant pénétration pour empêcher le forage des galeries maternelles et la fécondation à la période où l'olivier est en floraison et en nouaison. Dans ces conditions il convient

d'utiliser des produits persistants en répétant au besoin 2 à 3 fois les pulvérisations espacées chacune de 10 à 15 jours durant la période du vol.

Plusieurs insecticides peuvent être recommandés: Les Oléoparathions (30 g ma/hl), le methidathion (60 g ma/ha), la deltaméthrine (1,5 g ma/hl), le fenthion (50g ma/hl)…

En effet, les résultats des tests insecticides suivis par **Benazoun** en 1992 sur cet insecte montrent que le long échelonnement des sorties et le chevauchement entre générations rendraient la lutte chimique peu efficace si l'on ne répète pas les interventions contre les premiers émergeants de chacune des quatre générations et l'on n'élimine pas le bois de taille qui sert de foyer d'infestation. Parmi les insecticides testés au laboratoire deux pyréthrinoides de synthèse, la Déltaméthrine et la Cypermethrine se sont montrées relativement efficaces contre le Neiroun. Ce résultat confirme l'action encourageante des Pyréthrinoides de synthèse démontrée à travers l'utilisation de la Déltaméthrine contre certains scolytides dont *R. amygdali*. sur Amandier dans la région de Tafraout (Benazoun & Schvester 1989), *Ips sexdentatus, Ips accuminatus et Tomicus piniperda* sur Pin sylvestre en forêt d'Orléans (**Benazoun** 1980) et contre *P.scarabeoides* sur Olivier en Tunisie (**Jarraya** 1979).

Quant à la Cypermethrine, jusqu'à présent, il n'y a pas eu suffisamment de tests tout au moins contre *P.scarabeoides*, mais vue son efficacité dans les conditions de ces essais, il est probable que cette matière active soit aussi prometteuse que la Déltamethrine.

En ce qui concerne, le Diméthyl parathion, l'efficacité s'est avérée variable et le critère dose n'était pas déterminant. En effet, la gamme des Organophosphorés vieillit et l'utilisation du parathion devient même interdite sur plusieurs cultures destinées à la consommation. Au Maroc ce produit a été longtemps conseillé jusqu'au point de lancer en 1985 toute une campagne de traitement contre les pullulations de *P. scarabeoides* dans la région de Taroudant, sans toutefois obtenir des résultats chiffrés démontrant son efficacité.

Tout comme le Diméthyl-parathion, le Diméthoate n'a montré qu'une efficacité irrégulière avec une rémanence relativement faible et il est d'ailleurs important de noter que ce produit a été largement conseillé contre d'autres ravageurs de l'olivier, comme *Bactrocera (Dacus) oleae*, mais il n'a fait l'objet d'aucun test contre les xylophages notamment les Scolytides.

Cette expérience n'est en réalité qu'un simple test sur du bois de taille qui doit être suivi par toute une série d'essais en nature sur arbres en tenant compte des résultats déjà acquis dans ce sens. Toutefois il faut rappeler que l'efficacité de toute intervention chimique est strictement liée à plusieurs facteurs tels que :

- La nature, la dose et les caractéristiques de la matière active;
- la période d'intervention en fonction des périodes de vol des adultes;
- la couverture de la totalité de la période des émergences;
- le matériel et la technique d'application du traitement;
- la nécessité de bien mouiller toutes les parties des arbres et du bois de taille par des traitements généralisés afin d'éliminer toutes les sources de réinfestation.

En effet, il a été constaté que dans certains cas que les traitements n'atteignent pas forcément tous les sujets infestés comme l'a constaté **Benazoun** (1980) sur des tas de rondins de Pin sylvestre ayant fait l'objet d'un traitement superficiel à la Deltamethrine contre *Ips sexdentatus, Ips acuminatus* et *Tomicus piniperda.* De même si les périodes d'échelonnement des émergences ne sont pas prises en considération dans le déclenchement d'un traitement, celui ci risque d'être inefficace comme l'ont observé différents auteurs lors de la compagne de lutte menée contre le Neiroun au parathion dans la région de Taroudnt en 1985.

Sur le plan économique de pareils traitements doivent être raisonnés et abordables par l'agriculteur dans la mesure où ils peuvent viser d'autres ravageurs de l'Olivier tels que: le psylle *Euphyllura olivina*, la teigne *Prays oleae,* la mouche *Bactrocera oleae,* la pyrale des greffons *Euzophera pinguis* et le scolyte *Hylesinus oleiperda.*

Pour qu'elle soit efficace, la lutte chimique contre ce xylophage doit être aussi associée à des techniques de piégeage des adultes:

- Piégeage naturel: Il consiste à rendre déficients une série d'arbres bien choisis, pour être utilisés comme pièges répondant aux exigences nutritives et biologiques du Scolyte. Ces arbres seront abattus et brûlés avant l'essor de la nouvelle génération;
- Piégeage artificiel qui repose sur deux types de pièges:
  - pièges tubes dans lesquels les scolytes adultes pénètrent par les orifices et tombent dans le collecteur;
  - des pièges écrans sous forme de panneaux que les insectes viennent percuter, ils tombent dans le piège par des voies de récupération. Dans ces pièges, sont généralement installés des sachets à phéromones attractives qui ont démontré leur efficacité à l'égard de quelques espèces. C'est le cas par exemple du Pheroprax spécifique d'*Ipstypographus*, du Linoprax un attractif du Scolyte lisère, *Trypodendron lineatum* et d'autres substances en cours d'étude sur *Ips sexdentatus*, *T.piniperda* et *Ortothomicus erosus*. Cette technique est testée avec succès contre *P.scarabeoides* notamment en Espagne et en Angleterre.

Dans tous les cas l'installation des pièges nécessite beaucoup de précautions dont les plus importantes consistent à maintenir une distance de sécurité d'au moins 10 mètres entre le piège et l'arbre à protéger et une densité de pièges de l'ordre d'un piège à l'hectare au moins.

6. ENNEMIS NATURELS

Comme d'autres espèces de Scolytides, *P.scarabaeoides* est exposé à plusieurs espèces prédatrices et parasitoïdes identifiées par **Russo** (1938) en Italie, **Arambourg** (1964) et **Jarraya** (1983) en Tunisie et plus récemment, par **Gonzalez** et **Campos** (1990a) en Espagne. Au Maroc aucune étude approfondie sur ce point n'a été réalisée. Les espèces

rencontrées lors de nos investigations au sud Marocain appartiennent aux *Acariens* (Arachnides) et aux Insectes *Coléoptères* et *Hyménoptères*.

- **Les *Acariens***

Les Acariens inféodés aux Scolytides sont en grande partie des commensaux détritiphages. Dans les systèmes du Neiroun, on ne rencontre surtout le genre *Pyemotes* (*Pyemotidae*) dont deux principales espèces s'avèrent les mieux adaptées aux conditions de vie subcorticale. Il s'agit de *Pyemotes ventricosus* NEWPORT et *Pyemotes scolyti* OUDMANS, déjà décrites par **Benazoun & Schvester** (1990) sur *Ruguloscolytus amygdali* GUERIN au Maroc.

- **Les *Coléoptères***

La plupart des Coléoptères associés aux Scolytides sont considérés comme des commensaux ou des détricoles (Chararas 1962). Toutefois il existe certaines espèces qui se comportent en prédatrices inféodées spécifiquement à un stade bien déterminé, ou à plusieurs stades à la fois. D'autres par contre sont polyphages, comme la famille des *Cleridae* dont *Thanasinus formicarius* L, s'attaquant à plusieurs Scolytides, notamment *Ips.typographus, Ips.sexdentatus* (**Chararas** 1970), *Scolytus scolytus* (**Beaver,** 1967), *Tomicus destruens* WOLL (**Laumond** & **Carle**, 1971), et *P. scarabaeoides* (Jarraya in **Arambourg** 1986 et Gonzalez & Campos 1990a).
Une autre famille, celle des *Cucujidae* peut également se comporter en prédatrice d'autres Scolytides comme *Phloeosinus thuyae PER.* et *R amygdali*.

Sur *P. scarabeoides*, *Laemophloeus juniperi* GROUV (*Laemophloeidae*) semble l'espèce la mieux adaptée en Tunisie selon Jarraya (in Arambourg 1986) et en Espagne selon Conzalez & Campos (1990a). Son action prédatrice peut entraîner une mortalité annuelle de 0,1 à 3,42 %.

Au Maroc nous n'avons rencontré dans nos échantillons que la famille d'*Ostomatidae* représentée par *Nemosoma elongatum* L, déjà signalée par **Chararas** (1962) sur *Hypoborus ficus ER*, *Pityogenes quadridens* HART et *Orthotomicus erosus* WOLL.

C'est une espèce carnassière assez puissante; ses larves et adultes s'attaquent à tous les stades des Scolytes. Selon Picard (1921) les premières larves éclosent en avril - mai et développent plusieurs générations avant d'hiverner à l'état adulte. Toutefois, dans des climats doux et chauds, l'espèce peut reprendre son activité en hiver, et détruire une grande partie parmi les populations de ses proies.

- **Les *Hyménoptères***

Les Hyménoptères jouent un rôle assez important dans le contrôle naturel des populations de Scolytides. Ils peuvent détecter leurs victimes grâce à l'échauffement provoqué par l'activité des larves (Bouletreau 1988), aux phéromones émises par les partenaires sexuels des scolytes (Menier 1984) et aux récepteurs localisés dans l'ovipositeur (Dix et Franklin, 1978). Les femelles déposent leurs œufs sur les larves en introduisant leur oviscapte à travers l'écorce; la descendance se développe ainsi aux dépens des individus parasités. La liste des Hyménoptères parasites du Neiroun compte 28 espèces appartenant aux familles des *Bethylidae, Braconidae, Eupelmidae, Eurytomidae et Pteromalidae.* Gonzalez & Campos (1990a) en recensent quinze en Espagne, alors qu'**Arambourg** (1964) ne signale en Tunisie que quatre espèces *d'Eurytomidae* et de *Pteromalidae***.**

Au Maroc, cinq familles d'Hyménoptères représentées par douze espèces, ont pu être dénombrés dans les échantillons prélevés dans la région de Taroudant. Les principales ont été déjà identifiées par Boucek en Angleterre et rapportées par **Benazoun** et **Schvester** (1990) sur *R. amygdali.*

Parmi les *Térébrants* nous avons reconnu quatre familles, dont l'anatomie externe et, certaines données biologiques ont été déjà décrites par Russo en 1938:

a. *Pteromalidae*

Sur 5 espèces repérées, 2 n'ont pas pu être déterminées.

Cheiropachus quadrum **F**:C'est l'espèce la plus abondante que nous avons récoltée sur nos tronçons. C'est un ectoparasite protérandrique, polyphage, inféodé principalement au 3ème et 4ème stade larvaire de plusieurs Scolytides inféodés aux essences forestières (*Ips typographus, Drycoetes autographus* RATZ et *Phloesinus bicolor* BRUL selon **Chararas**; 1970) et *Scolytus multistriatus* selon **Hajek** et al (1985), aux arbres fruitiers à noyau (*R.amygdali, R.mediterraneus* et *R.rugulosus* selon **Benazoun** en 1988) et à l'olivier (*H. oleiperda* et *P.scarabaeoides* selon Arambourg en1986, et *Leperesinus varius* selon **Lozano et Campos** en 1991a).

En cas de disponibilité d'assez d'eau et de nourriture en milieu d'élevage contrôlé (22 ± 4°C de température, 60 ± 5% d'humidité relative, et 16h/8 de photopériode) Gonzalez et Campos (1990c) notent que, *C. quadrum* peut se développer sans difficultés au bout de 20 jours, et engendrer sur une même génération du Neiroun, trois générations entre mai et juin. Les taux de parasitisme évalués à cette période peuvent varier de 17,5 à 60%. Les femelles sont fécondées dès qu'elles émergent et ne commencent à pondre qu'après 2 à 10 jours de préoviposition. Les larves éclosent en principe deux jours après ponte, et se transforment après une dizaine de jours en nymphes qui donnent naissance à des adultes après 5 à 4 jours de nymphose.

Raphitelus maculatus **WALKER :** Bien rencontré au Maroc. C'est un parasitoïde qui vit principalement sur les scolytes des Feuillus (Amandier, Olivier...), mais qui peut occasionnellement être rencontré sur ceux des Conifères. L'espèce peut déposer jusqu'à 44 œufs, dont la descendance accomplirait son cycle de développement en 17 jours. Il s'en suit trois générations dont le taux de parasitisme peut atteindre 37% (**Gonzalez** et **Campos 1990c**).

Cerocephala eccoptogastri **MASI** : Seuls quelques individus ont été récoltés dans la région de Taroudant. L'espèce parasite *P.scarabaeoides, Scolytus.sp* et *L varius.*

b. *Eurytomidae*

Au Maroc, deux espèces sont identifiées sur *P.scarabaeoides*. Il s'agit d'*Eurytoma arctica* BOHEMAN et *Eurytoma morio* BOHEMAN déjà décrites par Benazoun et Schvester (1990). Elles semblent être les mieux représentées après les *Pteromalidae.*

Aucun auteur n'a signalé la présence *d'E.arctica* sur le Neiroun, mais Benazoun et Schvester (1990), l'ayant observé sur *R.amygdali*, mentionnent que c'est une espèce qui s'attaque à d'autres xylophages, et s'y comporte en hyperparasite.

E.morio par contre fut signalée *sur R. amygdali, S. mali, Pityogenes chalcographus* L*, P.scarabaeoides, H.oleipeida,*et *Leperesinus.varius*. C'est l'espèce la plus dominante qu'a pu recenser Arambourg en 1964 à chaque génération du Neiroun, marquant ainsi une coïncidence remarquable de son cycle avec celui de son hôte. Gonzalez et Campos (1990a) lui attribuent un taux de parasitisme équivalent à 2,7%.

c. *Braconidae*

Plusieurs Braconides du genre *Dendrosoter* ont été dénombrés lors de nos investigations dans le sud marocain. Une seule espèce est identifiée: *Dendrosoter protuberans* WEST**.** L'adulte mesure 2 à 4 mm de long, de couleur brune claire, avec des yeux noirs et des antennes plus longues que la tête et le thorax. Son abdomen non pétiolé est muni chez la femelle d'un oviscapte visible. L'espèce semble se développer uniquement sur les Scolytides. Sur Conifères elle parasite *Pityogenes quadridens, Orthtomicus suturalis* GYLL*, T.piniperda* LIN, *T.minor* HART (Chararas 1962) et *R. rugulosus* (Mendel et Gurevitz 1987). Sur olivier elle est signalée sur *H.oleiperda et P.scarabaeoides* (Jarraya in Arambourg 1986) en Tunisie, et sur *L.varius et P.scarabaeoides*, en Espagne (Lozano et Campos 1991a). L'espèce peut

représenter 52% des *Hyménoptères* associés à *L.varius*. Elle peut détruire 13% de ses populations, alors que sur le Neiroun elle n'est pas capable de parasiter plus de 0,7% d'individus selon Gonzalez et Campos 1990a). Une autre espèce que nous n'avons pas rencontrée: *Dendrosoter ferrugineus* MARSH**,** est mentionnée par Jarraya (in Arambourg 1986) comme parasite principal du Neiroun.

d. *Mymaridae*

N'ont été rencontrés que trois individus dont la détermination est faite avec une certaine réserve selon la clé de **Berlandi** (1981). Il s'agirait d'*Octonus vulgatus* HALIDAY, une espèce noire, d'environ 2 mm de taille avec des yeux sombres et des antennes brunes. C'est un endoparasite oophage de plusieurs ordres d'insectes. (Cf. Chapitre 10, page 235),

Parmi les ***Aculéates**,* seule la famille des ***Bethylidae*** est représentée par deux espèces: *Cephalonomia hypobori* KIEFFER *et Cephalonomia cursor* WESTWOOD, déjà décrites par Russo en 1938 (in Benazoun & Schvester 1990).
N'ont été repérés sur nos tronçons, que deux adultes de *C.hypobori,* et trois de *C.cursor*. Les deux espèces seraient donc d'importance secondaire pour *P.scarabeoides* sur olivier. Leur taux de parasitisme ne dépasse guère 0,05% en Espagne selon Gonzalez et Campos (1990 a). Sur amandier au contraire *C.hypobori* est considérée comme le premier ennemi de *R . amygdali* (Benazoun & Schvester 1990).

Les adultes de ces Hyménoptères parasitoïdes, émergent dans la majorité des cas un peu plutôt que les adultes de *P.scarabeoides***.** Leur activité n'est pas interrompue en hiver. Ceci se traduit par un certain décalage entre les périodes de vols de l'hôte et de ses parasites. En tout cas plusieurs vols des Hyménoptères peuvent se succéder dans l'année: Un 1er entre novembre et décembre, un 2ème entre janvier et février-mars; un

3ème entre mars et avril-mai, un 4ème entre juin et septembre, un 5ème automnal, assez long entre août et novembre no et un quatrième entre mai et juillet avec des décalages par rapport aux sorties de l'hôte.
Selon **Campos** et **Gonzalez** (1991), il y aurait en Espagne 5 générations successives sur une seule génération de *P.scarabeoides*, alors que **Mendel** et **Gurevitz** (1987) mentionnent au moins six générations par an sur *R.rugulosus* et *R amygdali*.

L'incidence des *Acariens* et des *Coléoptères* se montre extrêmement irrégulière. Evaluée en terme de morts par «famille» du Scolyte, cette action, confrontée à la fécondité est fort peu importante même si la méthode de relevé ne permet pas de tenir compte du fait qu'au cours du développement, une certaine proportion de ces ennemis naturels meurt probablement après avoir tué une proie. En ce qui concerne les Hyménoptères parasites, la confrontation du taux de mortalité parasitaire avec le taux de mortalité globale indique bien que la première varie de 6% à 35% selon l'année et la génération. Il parait que la génération estivale serait la plus exposée à la mortalité parasitaire causée par *Cheiropachus quadrum* apparaît comme l'espèce la plus active. En tout cas dans les conditions actuelles, l'incidence des Hyménoptères serait faible bien qu'il y est une certaine coïncidence dans les périodes de sotie des adultes du Neiroun et ceux de ses parasites.

Quant aux autres facteurs de mortalité, les conditions de notre étude ne permettent de les identifier, bien qu'ils soient de grande importance dans la réduction des populations de tous les stades du Neiroun.

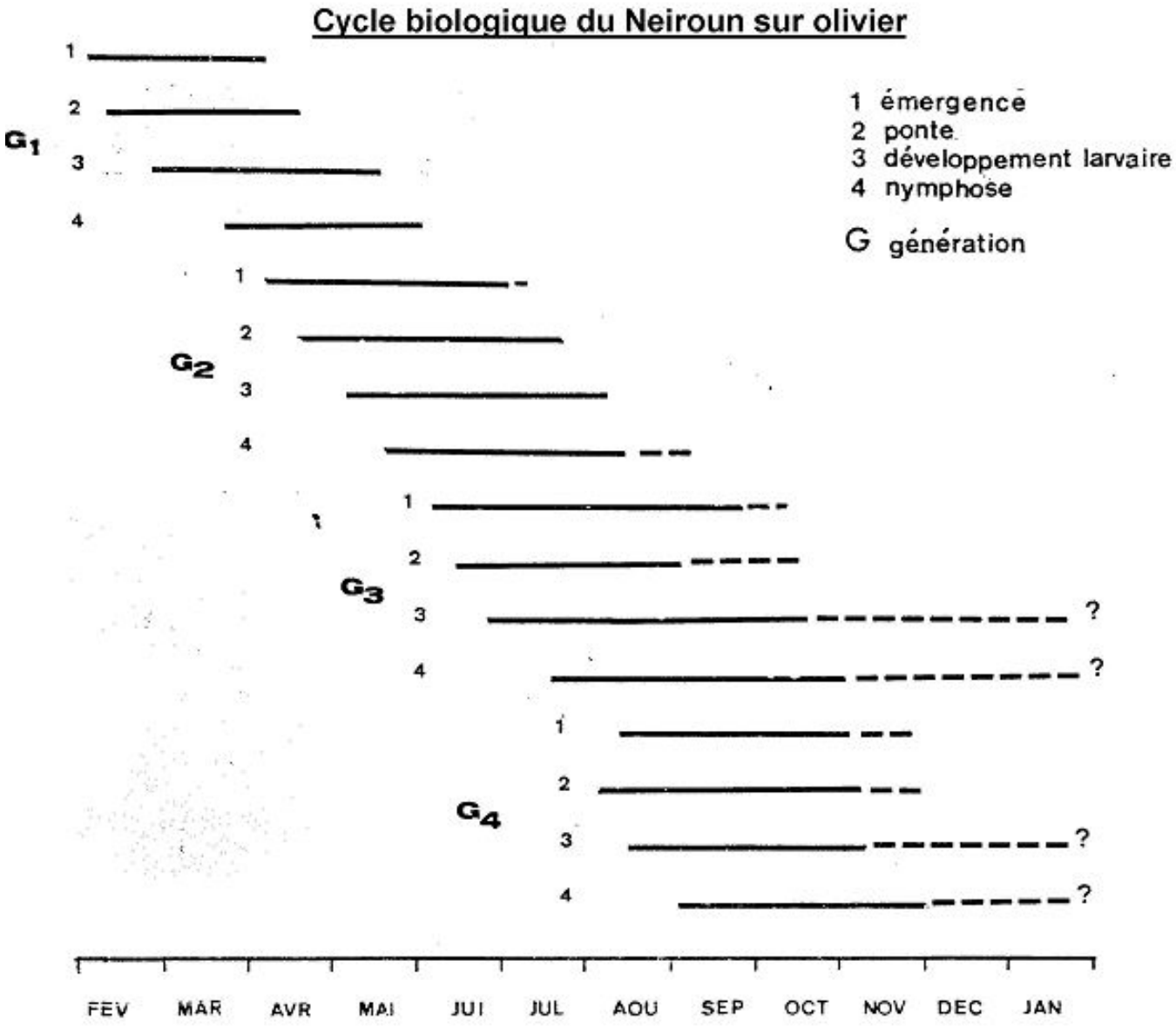


Fig.5 : Schéma du cycle biologique du Neiroun *P.scarabeoides*

Photo 43: Le Neiroun *P. scarabeoides*

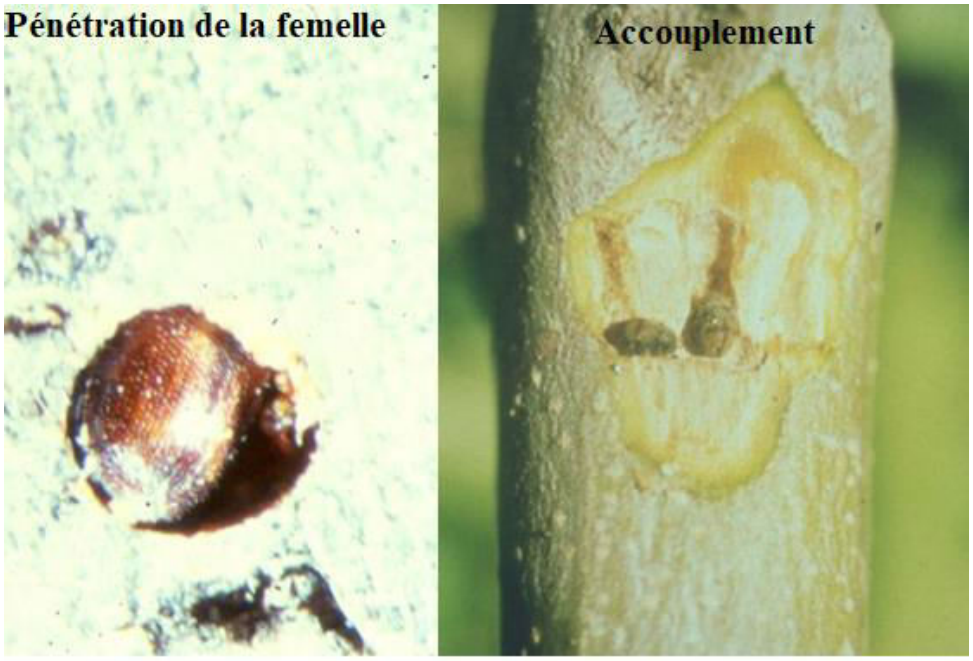


Photo 44: Pénétration et accouplement de *P.scarabeoides*

Photo 45 : Activité des adultes du Neiroun
1: Morsures de maturation/ 2: Sciure dégagée

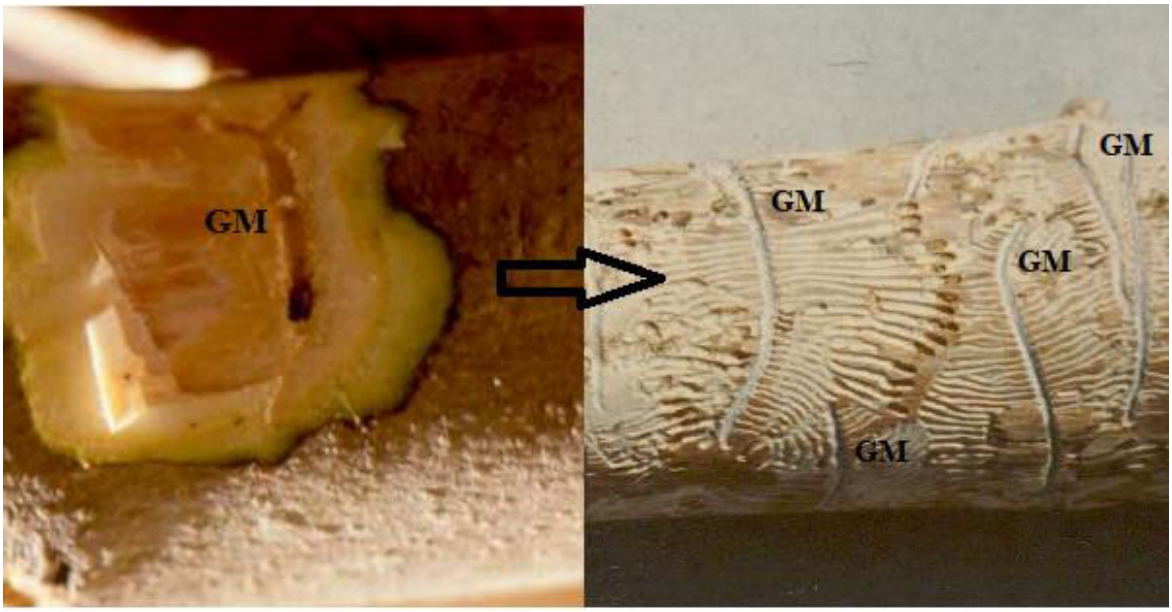


Photo 46: Forage de la galerie maternelle (GM)

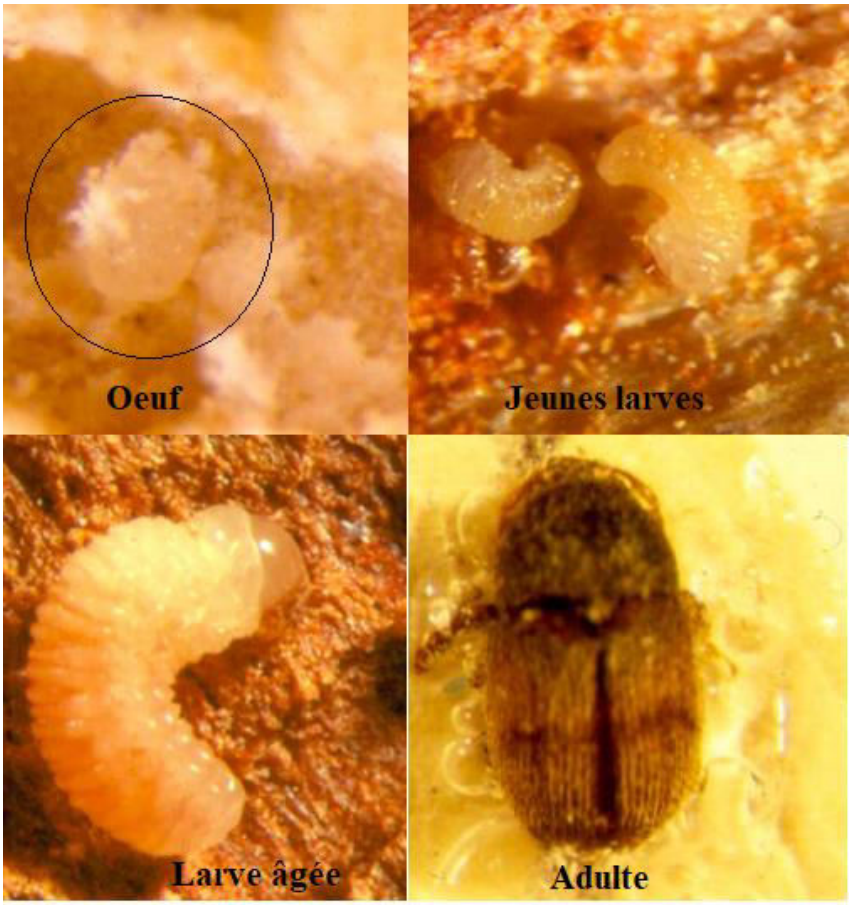


Photo 47: Stades de développement post embryonnaire du Neiroun

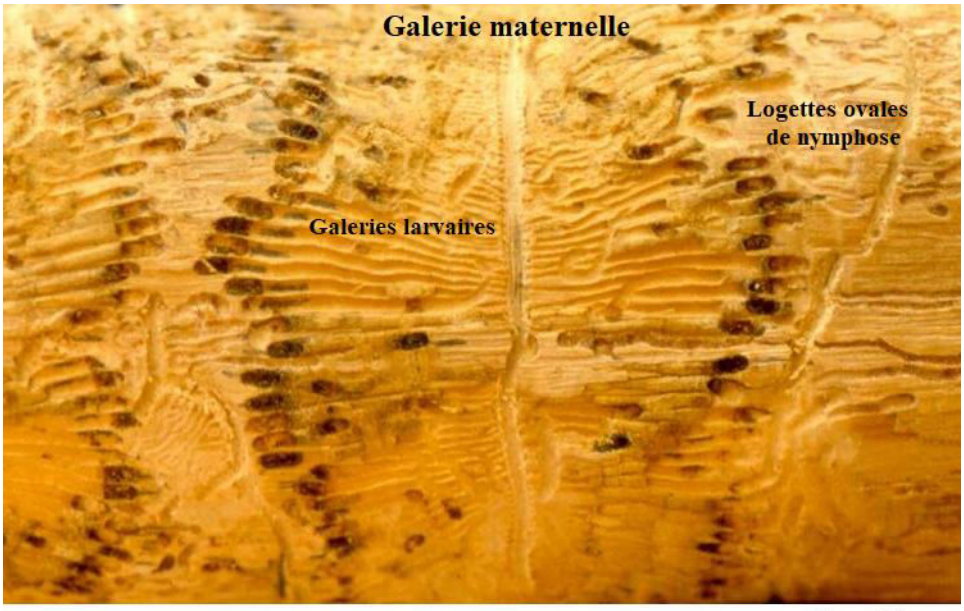


Photo 48 : Système subcortical du Neiroun *P.scarabeoides*

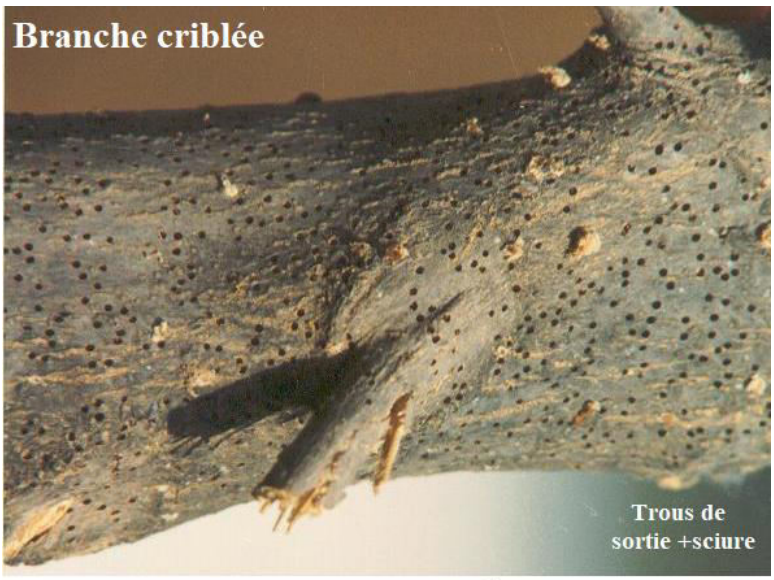


Photo 49 : Ampleur des dégâts du Neiroun

Photo 50 : Foyers de réinfestation par le Neiroun

II/ L'HYLESINE DE L'OLIVIER *Hylesinus oleïperda* BERN

Synonymes : *Hylesinus essau* Gredler, 1866, *Hylesinus toranio* (Danthoine, 1788), *Hylesinus scaber* Marsham, 1802, *Hylesinus suturalis* W. Redtenbacher, 1842

1. DESCRIPTION ET REPARTIRTION GEOGRAPHIQUE (Fig.6)

L'adulte est de forme ovoïde de 2,5 à 3,5 mm de long, présente une coloration brune foncée, mais recouvert d'une pubescence abondante, squameuse et noirâtre. Ses antennes sont terminées par une massue conique formée de trois articles, ce qui le différencie de celles du Neiroun. Pronotum robuste, enfoncé entre les élytres et orné de quelques granules antérieures.

L'œuf est blanc-gris au début de la ponte, puis foncé au cours de l'incubation. Il est ovoïde, un peu aplati de 0,8 à 1 mm de diamètre.

La larve est de type apode, encéphale, arquée, blanchâtre de 1à5 mm de longueur selon son degré d'évolution. Elle est caractérisée par de fortes mandibules bidentées qui permettent de la distinguer de celles de *P. scarabeoides.* La nymphe, de type libre, de 4 à 5 mm de longueur

L'espèce est répandue dans toute la zone méditerranéenne jusqu'au Moyen Orient, et elle remonte en Europe septentrionale jusqu'au Danemark. L'Hylésine ne semble pas cohabiter avec ***P. scarabeoides*** dans les mêmes localités et sur les mêmes arbres

2. DEGATS

H. oleiperda s'attaque de préférence aux jeunes arbres sains et vigoureux. Les nouveaux émergeants pratiquent des morsures de maturation sur des jeunes pousses, bourgeons, et petits rameaux fructifères. Ensuite chaque femelle creuse une galerie maternelle transversale ou oblique double «en accolade» munie d'un vestibule médian peu accusé, puis elle y pond dans des encoches de ponte de part et d'autre de la galerie

maternelle. A l'éclosion les larves creusent des galeries perpendiculaires à la galerie maternelle, longues de 7 à 8 cm. L'ensemble du système impressionne très fortement l'aubier et entrave la circulation de sève. Lorsque les galeries maternelles entourent totalement une branche, elles produisent de véritables incisions annulaires; le feuillage jaunit, se desséché et la branche meurt. De fortes attaques provoquent un jaunissement des jeunes oliviers (5 - 8 ans), un arrêt total de la végétation et un vieillissement prématuré des arbres plus âgés (Photo.51).

3. BIOLOGIE

Selon les localités l'Hylésine peut être univoltine (Europe septentrionale) ou bivoltine (Zone méditerranéenne). L'hibernation a lieu au stade larvaire, les adultes émergent en mai, la période de sorties pouvant s'étaler sur deux mois. Après une période d'alimentation de 2 à 3 semaines, les femelles forent chacune pour son compte un trou de pénétration dans les branches ou les troncs des jeunes arbres sains et vigoureux, puis creusent un vestibule d'accouplement se prolongeant de part et d'autre part la galerie maternelle. Les femelles peuvent être fécondées selon deux processus :

- soit dans le vestibule de la galerie maternelle où se rencontrent les deux sexes;
- soit à l'orifice d'entrée : la femelle enfoncée aux 3/4 de son corps, expose son génitalia vers l'extérieur pour être fécondée par le mâle ; celui ci se place alors perpendiculairement sur la branche au sens opposé.

Après accouplement la femelle peut pondre jusqu'à 20 œufs dans des encoches de ponte latérales qu'elle couvre par un ciment mélangé à des débris de sciure. Après une semaine d'incubation les larves éclosent et creusent des galeries dans tous les sens, se terminant par une logette dans laquelle se nymphose la larve du dernier stade après 50 jours de développement larvaire.

Dans le cas d'un cycle bivoltin la nymphose intervient en juillet, les adultes de la première génération apparaissent à partir d'août-septembre, leurs pontes s'échelonnent sur 3 à 4 mois jusqu'à décembre pour donner naissance à des larves dont les âgées hivernent pendant 5 à 6 mois. Les premières nymphes commencent à apparaître en fin mars, leur développement s'étale sur 2 à 3 mois jusqu'au mai ou juin pour donner naissance aux adultes de la première génération.

En Tunisie et à titre d'exemple, la première génération issue des pontes du printemps se développe entre mai - octobre à décembre, et la seconde dont les larves hivernent entre septembre et décembre. Toutefois le long échelonnement des émergences et des pontes peut être à l'origine de chevauchement des 2 générations entre septembre et décembre.

Dans le cas d'un cycle univoltin les larves issues des pontes déposées en été évoluent lentement, hivernent et ne donnent naissance aux adultes qu'au printemps suivant.

4. METHODES DE LUTTE

Dans l'état actuel des connaissances la lutte préconisée ne peut être que chimique, elle doit être dirigée contre les adultes avant pénétration. On conseille souvent à cet effet deux traitements préventifs espacés de 15 jours après le début de la période d'apparition des premiers adultes. On peut se baser sur les étapes de coloration de la nymphe pour prévoir les dates premières émergences.

Plusieurs insecticides peuvent être recommandés à condition qu'ils soient homologués: L'azinphos éthyl (400 g du produit commercial/hl), le fenthion (75 g ma/hl), la déltaméthrine (à 1,5 g ma/hl), le parathion m'éthyl (75 g ma/hl), l'isophenphos (500 g du produit commercial)….

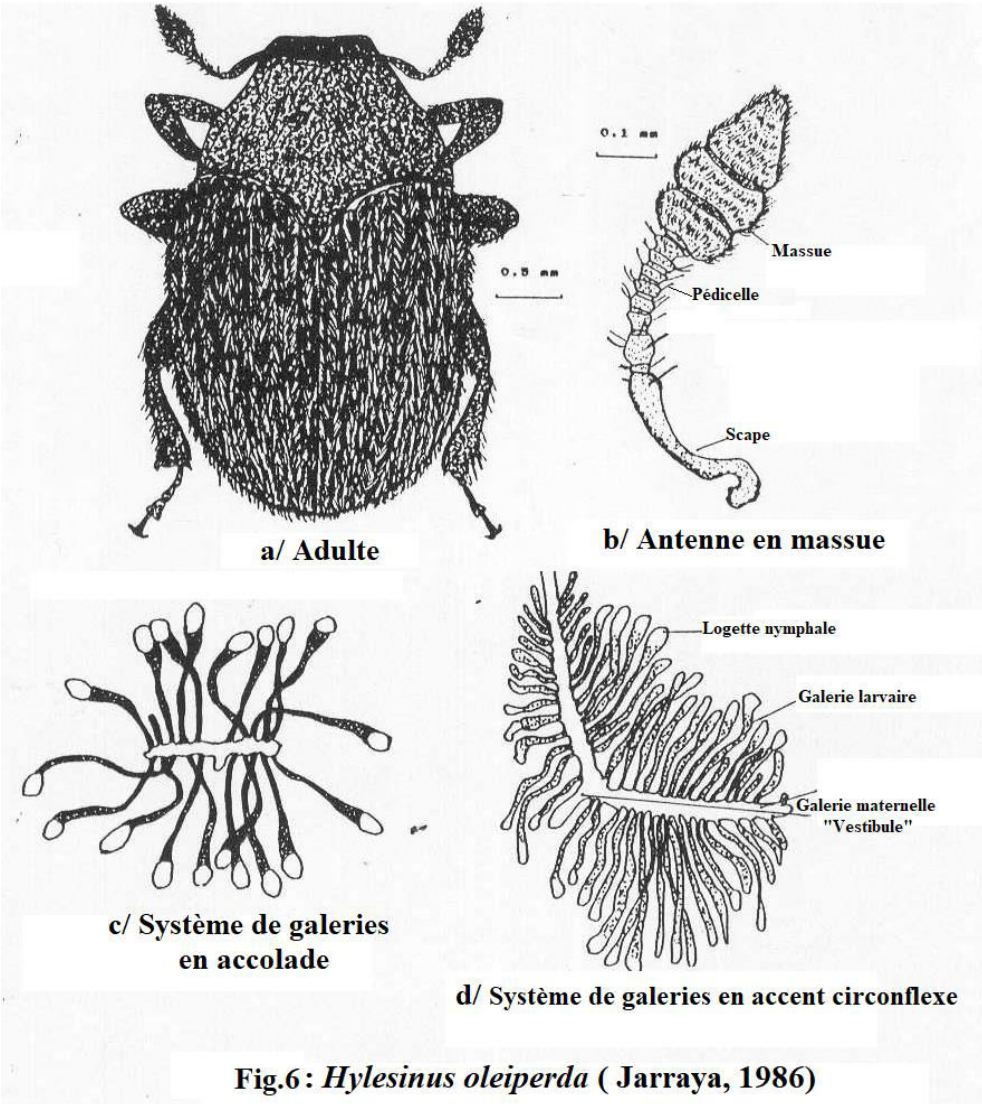


Fig.6 : *Hylesinus oleiperda* (Jarraya, 1986)

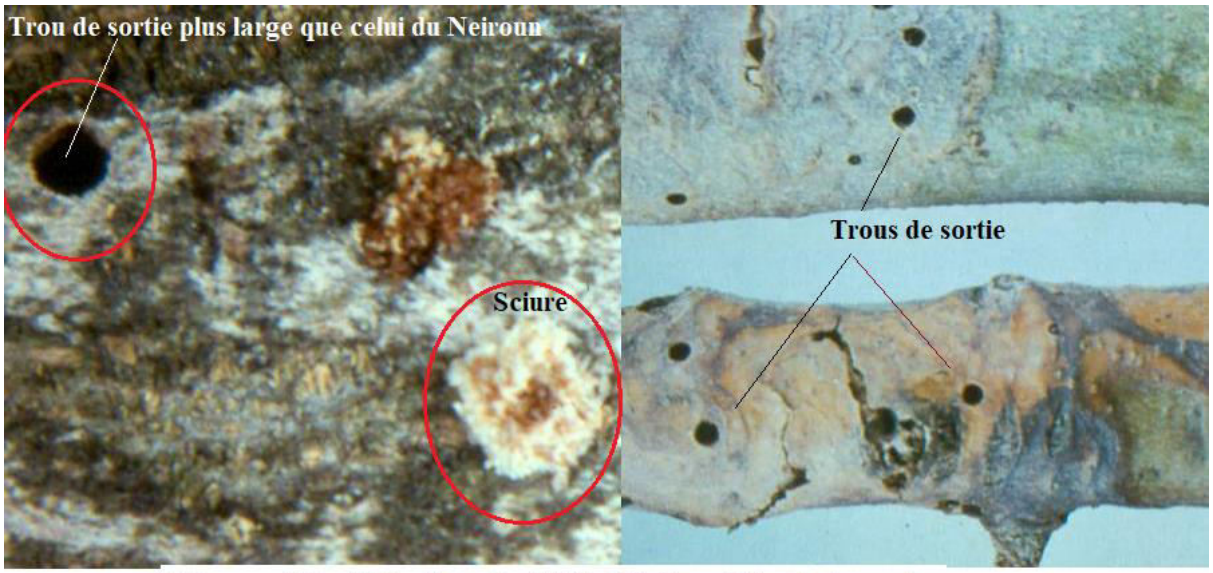


Photo 51: Dégâts de l'Hylésine *H.oleiperda* (HYPPZ)

LES SCOLYTES DU PIN

I/ L'HYLESINE DU PIN *Tomicus* (*Blastophagus*) *piniperda* LINNAEUS

(Supertribu des *Hylesini* et tribu des *Hylurgina*)

Synonymes: *Blastophagus piniperda, Blastophagus major* Eggers, 1943, *Bostrichus testaceus* Fabricius, 1787, *Dermestes piniperda* Linn, 1758, *Hylurgus analogus* LeConte, 1868, *Tomicus analogus* (Leconte, 1868), *Tomicus major* (Eggers, 1943),

1. DESCRIPTION

C'est une espèce allongée d'une taille de 3 à 5mm, totalement noire, ou seulement à pronotum noir luisant et des élytres bruns rouges puis noircissants. Front glabre ou brillant, caréné en son milieu et grossièrement ponctué. Antennes et tarses, le plus souvent rougeâtres chez les adultes ayant atteint la maturité sexuelle. Massue antennaire ovoïde pointue à funicule de 6 articles dont le 2ème est plus court que le 1er pronotum incliné, aussi large ou plus large que long à bord antérieur droit. Métasternum plus court que l'abdomen. Les stries des élytres sont formées de gros points régulièrement espacés. Les interstries sont rugueuses, ponctuées, très faiblement pubescentes ou glabres sur leur tiers antérieur. La 2ème interstrie est déprimée à l'extrémité de la déclivité totalement dépourvue à ce niveau de soies ou de granules et légèrement affaissée.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

L'espèce est connue à travers le monde en Asie, aux Amériques du Nord et du Sud, en Europe et en Afrique du Nord y compris la région méditerranéenne. Elle y vit aussi bien en montagne qu'en plaine sur les pins (sylvestre, maritime, d'Alep) et les épiceas, mais elle est moins fréquente sur les sapins et les mélèzes.

Au Maroc *T.piniperda* est présente dans la forêt de la Mamora et dans les pinèdes du Moyen Atlas (Immouzzer du Kandar et autres) et du Nord (Rif, Chefchaouen Tetouan, Taza…); elle se localise de préférence sur les chablis des bois abattus ou mal écorcés du pin maritime, d'Alep et des Canaries. Dans certains cas, elle peut cohabiter avec *Orthotomicus erosus* sur les mêmes hôtes.

3. DIAGNOSTIC

Sa présence est détectable en automne et au printemps par l'observation des écoulements autour des trous de pénétration de résine sur l'écorce des troncs et des bois fraîchement

abattus (Photo. 53). Les galeries maternelles sont rectilignes et les galeries larvaires sont transversales et sinueuses (Photo.54). En été, l'infestation est repérable par le jaunissement et dessèchement des pousses terminales qui chutent après cassure au niveau de l'orifice de la galerie axiale creusée par l'adulte.

4. DEGATS

Dans un premier temps, ce sont les adultes immatures qui pratiquent les morsures de maturation sur les jeunes rameaux leur conférant ainsi le caractère de ravageur primaire.

En cas de pénétrations réussies, les femelles forent un trou oblique formant ensuite une sorte de courbure qui le fait remonter parallèlement à l'axe vertical de l'arbre. Il est souvent noyé par un écoulement de résine plus ou moins mêlée de sciure, traduisant ainsi une sorte de résistance de l'hôte au traumatisme subi (Photo.53)

Après fécondation chaque femelle se prépare à pondre et creuse dans ce but une galerie maternelle longitudinale où le mâle s'introduit à sa suite, puis elle pond dans des encoches réparties de chaque côté de la galerie. Généralement les galeries de ponte progressent de bas en haut à l'exception des cimes là où elles peuvent se diriger parfois vers le bas (les racines). Le forage de telles galeries se fait généralement sur des arbres affaiblis, des bois abattus et des chablis en déséquilibre physiologique. Leur développement peut entraîner rapidement un arrêt de la circulation de sève d'où la mort de l'arbre. (**Chararas** 1962, **Joly** 1975 et **Jamin** 1977). Ces caractéristiques rappellent le comportement d'un ravageur secondaire.

Après éclosion, les larves se nourrissent et creusent des galeries plus ou moins perpendiculaires, irrégulières, sinueuses ou même désordonnées suivant le diamètre de l'arbre. Développées essentiellement dans l'écorce et dans le liber ces galeries larvaires ne peuvent atteindre que rarement l'aubier et surtout dans le cas des arbres à écorce fine.

Un autre type de dégâts est accompli après la sortie des jeunes adultes ou des adultes ayant déjà pondu, en effet, ils effectuent des morsures sur les tiges de jeunes plants ou de petites branches, et creusent des galeries sinueuses dans les jeunes pousses jusqu'à moelle, ce qui entraîne un jaunissement suivi par un dessèchement de l'arbre. C'est à l'intérieur de ces galeries de nutrition que les adultes demeurent à l'extrémité des branches et des tiges jusqu'à l'arrivée du premier froid pour se réfugier dans le sol ou

sous l'écorce. Les dégâts correspondant aux forages d'hivernation réalisés par les adultes dans l'écorce épaisse de la base de l'arbre, s'accompagnent le plus souvent d'exsudations grumeleuses de résine entremêlée de sciure.

Au Maroc *T.piniperda* existe dans le Moyen Atlas à l'état endémique; **Questienne** (1979) a pu observer sur le pin des Canaries près d'Imouzzer de Kandar, des adultes pratiquer des morsures de maturation au sein de nombreux jeunes rameaux vivants réceptifs sous l'effet d'un déséquilibre physiologique passager, se traduisant par un jaunissement des aiguilles. Toutefois lorsque les femelles avaient commencé à creuser leurs galeries, il a constaté que leur activité de forage était inhibée apparemment à cause de la reprise de vigueur de l'arbre. Plusieurs de ces adultes ont été figés dans la résine sous l'écorce, morts ou incapables de bouger.

Ces deux types de dégâts (de nutrition, et d'hibernation) réunis peuvent entraîner un affaiblissement de l'arbre sans tenir compte des autres dégâts. Mais selon Jamin (1977) ces dommages semblent limités aux arbres à écorce de faible épaisseur, crevassée (écorces de 8 à 13 mm) et déjà attaquée par les deux autres espèces *I.acuminatus* et *I.sexdentatus.* En cas de surpopulation, ces dégâts peuvent affaiblir même des arbres préalablement vigoureux

5. BIOLOGIE

a. La période d'hibernation

Sous l'influence des conditions climatiques défavorables au développement de l'espèce en hiver, les adultes entrent en hibernation dans les fissures de l'écorce à la base de l'arbre, dans le sol (hiver rigoureux) ou dans les rameaux (hiver doux). La durée d'hibernation est variable d'une population à l'autre, d'un biotope à l'autre et d'une année à l'autre.

b. L'essaimage

Généralement au printemps (fin Mars) les adultes quittent leurs lieux d'hibernation aux heures les plus chaudes de la journée pour choisir souvent les écorces les moins lisses, et les plus propices aux pénétrations et à la ponte (**Carle** 1973 et Jamin 1977). Selon

d'autres auteurs la date d'essaimage vers les lieux de ponte peut varier entre mi janvier (Sud Ouest de la France) et début juin (Nord de la Norvège). Au Maroc:l'essaimage serait précoce selon **Chararas** (1964) et Questienne (1979); il peut commencer dès que la température ambiante dépasse 11°C. Les adultes immatures creusent, chacun, après sortie, une galerie de 5 à 7cm à l'extrémité des jeunes branches, lesquelles se dessèchent et tombent. La présence de rameaux desséchés dans le sol parfois en abondance, trahit à coup sûr l'existence de l'insecte.

c. La pénétration et la ponte

C'est la femelle qui creuse le trou de pénétration dans lequel elle enfonce son pronotum tandis qu'elle s'accouple avec le mâle à l'extérieur. Trois ou quatre jours après fécondation elle creuse une galerie de ponte, longitudinale, assez longue (10 à 20 cm) et large d'environ 3mm, présentant un nombre variable d'encoches de ponte plus ou moins serrées sur ses deux bords latéraux. Le mâle s'introduit à sa suite pour former un couple unique (espèce monogame) et évacuer les déchets avant de reprendre ses morsures.

Une femelle peut pondre entre 60 et 160 oeufs blancs, lisses relativement grands, et inégalement répartis. Cette ponte s'effectue en trois à quatre phases distinctes ou plus, dont chacune donnerait naissance à ce qu'on appelle "génération soeur". La première phase de ponte (ou 1ère génération soeur GS_1) peut commencer très tôt, en Février ou tard, en fin Avril. Il faudrait noter chaque génération sœur peut s'échelonner sur une durée qui varie entre un et deux mois. L'intérêt ou l'importance de cette notion de "génération soeur" demeure peu précise, mai cela n'empêche pas qu'elle soit un indice valable qui peut donner une idée sur la dynamique des populations de *B. piniperda* et sur le niveau de ses attaques.

La durée d'incubation est variable, elle dépend selon Jamin de la température, elle d'une durée de 30 jours pour la GS_1 et 17 jours pour la GS_2.

d. Le développement larvaire et nymphal

Après leur éclosion, les larves néonates commencent à creuser dans le liber des galeries irrégulières, plus ou moins perpendiculaires à la galerie maternelle. Ensuite au fur et à mesure de leur développement, chaque larve âgée s'enfoncent dans l'écorce à l'extrémité de sa galerie et creuse une logette ovale, couverte de sciure dans pour s'y nymphoser. On

compte quatre stades larvaires dont la durée totale du développement, varie d'une population à l'autre, ou même d'une génération à l'autre. Chararas (1962) compte 55 à 85 jours ou même plus, alors que Vallet (1981) et Jamin (1977) signalent 26 jours pour la GS_1 et à peu près 2 mois pour la GS_2.

Au Maroc les larves de la première génération sœur seraient repérables sur du bois abattu non écorcé en mai ou même avant. Elles arrivent au terme de leur développement au cours ès la première quinzaine de juin pour se transformer en nymphes et ensuite en adultes non pigmentés. En période estivale, il est possible de rencontrer des larves et des nymphes sur les chablis d'hiver orientés vers l'Est -Ouest. Questienne (1979) a pu repérer des larves sur la face du tronc, exposée au Nord, et des nymphes sur la face exposée au sud. La durée du stade nymphal varie de 2 à 4 semaines selon la génération sœur; elle diminue d'une façon nette avec l'augmentation de la température ambiante. .

e. Nombre de générations

Après métamorphose les adultes issus de la première génération percent leurs trous de sortie à travers l'écorce, juste en face des logettes de nymphose, et s'envolent en juin – juillet vers de nouveaux hôtes pour pratiquer leurs morsures de maturation. Selon Jamin (1977) les jeunes adultes de la GS_1 essaiment en Juin, ceux de la GS_2 en Juillet, et ceux de la GS_3 en Août. A cette génération peut succéder une deuxième génération si la température demeure favorable en Septembre et en Octobre. Au Maroc, les premiers adultes de cette $2^{ème}$ génération peuvent commencer à apparaître au mois d'août durant lequel ils pratiquent leurs morsures de maturation pour ne pondre qu'en début d'automne (septembre – octobre)

6. POSSIBILITES DE LUTTE

Dès l'apparition d'un foyer important, il convient d'appliquer judicieusement et avec prudence les dispositions suivantes :

- Enlever rapidement les chablis et les arbres dépérissants attaqués;
- procéder à l'écorçage minutieux et complet des bois abattus qui devraient ensuite être surveillés car ils constituent le support le plus fréquent de populations de cet insecte en forêt naturelle ;

- pratiquer des éclaircies au moment opportun ;
- surveiller périodiquement l'état sanitaire des arbres ;
- protéger les sujets sains contre d'éventuels ravageurs ou maladies;
- lutter contre les incendies;
- augmenter la résistance des arbres par des sélections génétiques;
- utiliser des arbres pièges souffreteux préparés à cet usage. Ils doivent conserver leurs propriétés nutritives leur permettant d'attirer les adultes de l'hylésine;
- mettre en place des rondins pièges, disposés sur le sol à raison d'un tas par hectare, si possible préalablement traités avec un insecticide homologué; ces rondins pièges doivent être renouvelés progressivement;.
- écorcer, brûler ou traiter régulièrement à chaque mois pendant la période de ponte tous les arbres et/ou rondins pièges utilisés;
- intervenir chimiquement par pulvérisation d'un insecticide homologué sur l'ensemble du houppier contre les adultes pendant les périodes de ponte. L'endosulfan et la déltaméthrine constituent les insecticides les plus recommandés.

Photo 52 : Adultes de *Tomicus piniperda*

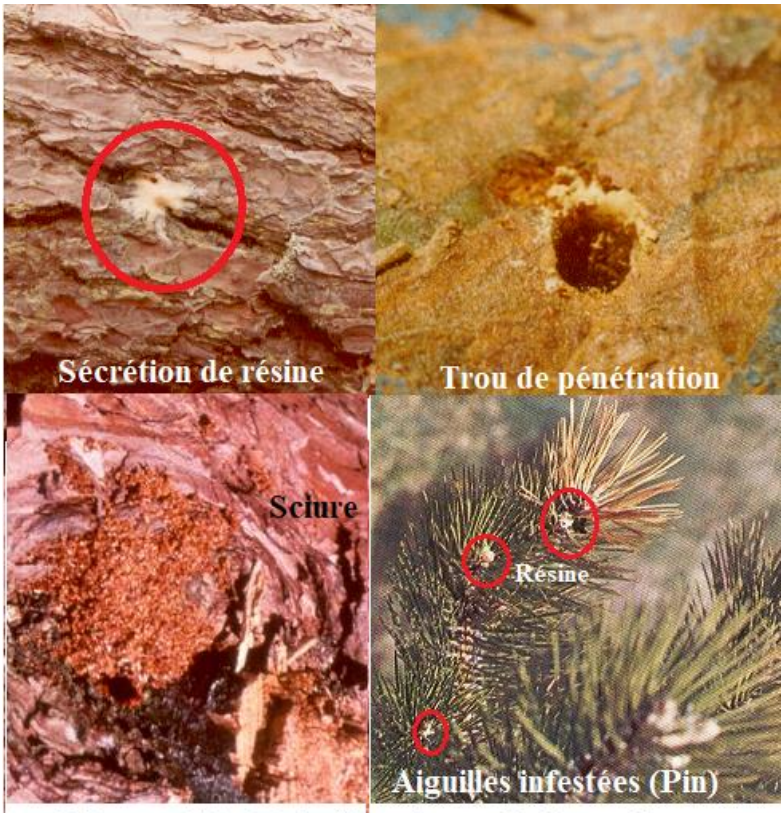


Photo 53: Dégâts des adultes de *T.piniperda* (Activité aérienne)

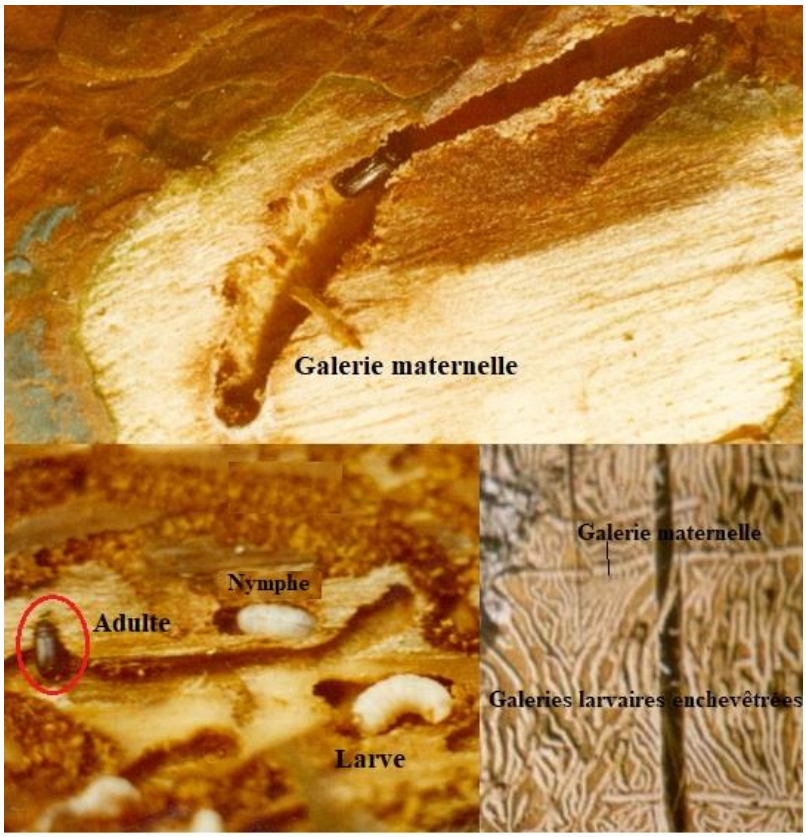


Photo 54: Système de galeries maternelles et larvaires chez *T.piniperda*

II/ LE FOREUR DES PINS *Orthotomicus erosus* WOLLASTON

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Ipina*)

Synonymes: *Cyrtotomicus rectangulus* Ferrari, 1867, *Tomicus erosus* Woll, 1857 *Orthotomicus rectangulus* EICHH et *Orthotomicus duplicatus* FERRARI

1. DESCRIPTION

Insecte de petite taille comprise entre 2,7 et à 3,5 mm. Couleur brun foncée à noire. Corps cylindrique lui conférant, vu de dessus, une silhouette rectangulaire. Antennes en massue subcirculaire à sutures recourbées. Pronotum présente une zone lisse en arrière du disque faiblement marquée, parfois nulle sans aucun relief, mais parsemée de points réniformes. Déclivité élytrale très nette, oblique, raide, creusée et armée de quatre denticules latéraux de forme variée. Chez le mâle, ils sont bien développés: le 1er pointu, le 2ème développé en lame rectangulaire, d'aspect foliacé et le 3ème avec le 4ème sont de taille identique entre eux saillants et coniques. Chez la femelle, ces denticules sont moins développés surtout le 2ème et le 3ème à peine saillants; le 4ème étant présent et pointu comme le 1er. Stries des élytres formées de gros points réniformes espacés les uns des autres par un espace égal à leur diamètre (Photo.55).

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

O.erosus est le scolyte le plus répandu au Maroc sur le pin maritime et le pin d'Alep. Il y est signalé dans la forêt de la Mamora, au moyen Atlas (Forêt Tamrabta), dans le haut Atlas, dans les pinèdes du Nord (Ouezzane, Chefchaouen…) et ailleurs. C'est une espèce qui peut cohabiter avec deux scolytides, *T.piniperda* et *H.micklitzi* et un charançon *Criocephalus rusticus* L. Elle s'attaque surtout aux branches et aux troncs de sujets âgés, dépérissants, affaiblis, abattus ou déracinés mais elle peut aussi coloniser des sujets présentant un état de faiblesse suffisamment accentué.

Selon **Campbell et Borden** (2004), *O.erosus* préfère s'attaquer aux *Pinus* en premier lieu, mais il peut infester aussi les Epiceas, les Sapins, les Douglas et même les cèdres.

L'aire d'extension de cette espèce à travers le monde inclut non seulement l'Afrique du Nord et la région méditerranéenne, mais aussi l'Europe centrale et méridionale, la Sardaigne, les Iles Atlantiques, l'Amérique du Nord , l'Amérique du Sud , et le Sud du

Pacifique (**Balachowsky** 1949; **Chararas** 1962; **Haack**, 2001; Campbell et Borden, 2006;).

3. DEGATS

Parmi les scolytes inféodés aux pins, *O.erosus* reste toujours le premier à coloniser les sujets déficients ou en voie d'affaiblissement. Au Maroc, l'insecte est très commun aussi bien, sur les arbres isolés, que dans les peuplements naturels (Photo .55); sa pullulation peut entraîner la dégradation rapide du bois, le dépérissement généralisé des arbres infestés, voire même, la mort des pins assez âgés comme ce fut le cas dans la forêt de la Mamora en 1980 sur *Pinus pinaster*. Les premiers dégâts apparaissent lorsque les jeunes immatures creusent leurs orifices de sortie sur l'écorce, pratiquent leurs morsures maturation et forent ensuite leurs trous de pénétration dans le liber et parfois dans la zone cambiale pour s'installer sur l'hôte. Une fois l'écorce séchée les adultes peuvent s'enfoncer d'autant plus profondément dans l'aubier (6 et même 10mm) que l'humidité est plus faible. A ce niveau les pénétrations peuvent entraîner à la fois le dessèchement de l'arbre et la diminution de la qualité du bois.

C'est le mâle qui fore le trou de pénétration initial; il le localise souvent au point de départ des branches pour s'étendre sur la branche elle-même ou sur le tronc de bas en haut. La sécrétion de résine couvrant ce trou peut contribuer elle-même à une attraction plus importante, et favoriser un déséquilibre physiologique beaucoup plus grand, permettant l'installation d'autres scolytes.

Par la suite le mâle creuse une chambre d'accouplement visible et de forme variable (trapèze, polygone etc.…).

Comme l'espèce est polygame, c'est le mâle qui reçoit dans sa chambre d'accouplement entre 3 à 5 femelles qu'il féconde une à une avant que chacune entreprenne sa galerie de ponte. Après fécondation et nutrition, chaque galerie apparaît garnie sur ses deux bords latéraux d'encoches de ponte dont chacune est recouverte de sciure excrémentielle. Selon certains auteurs le bois peut être endommagé aussi bien par cette chambre que par les galeries de ponte lorsque l'épaisseur de l'écorce est < à 20mm.

L'ensemble forme un système subcortical étoilé et irrégulier composé trois à six branches longitudinales, de dimensions réduites. Les couloirs de ponte mesurent dans le cas d'*O.erosus* 2 à 8 cm sur 1,2 à 1,4 mm de diamètre, alors qu'ils peuvent atteindre 20 ou même 25 cm de long et 1,8 à 2 mm de large chez d'autres scolytes polygames comme *Ips acuminatus* GYLL.

A partir des encoches de ponte, les larves creusent des galeries courtes, sinueuses, transversales, séparées les unes des autres et s'élargissant à leur extrémité distale. L'ensemble de ces galeries localisées dans le liber, impressionne profondément l'aubier et provoque dans la zone cambiale une destruction suivie par une décoloration progressive des aiguilles de la couronne.

En plus de ces dégâts, *O.erosus* peut transmettre plusieurs champignons pathogènes dont *Sphaeropsis sapinea,* et *Ophiostoma minus* capables de détruire plusieurs espèces de pins comme ce fut le cas aux Etats-Unis où les pertes ont été estimées à 3,2 million $ par an et.au Sud d'Afrique où la perte de bois était évaluée à 55% de la valeur potentielle de production potentielle (**Zwolinski** et al 1990).

4. BIOLOGIE

Au Maroc, tout au moins dans les régions de basse altitude, *O.er*osus s'installe au printemps (avril - mai) sur le tronc (face supérieure et sur celle exposée au nord), les chablis, les branches cassées, ainsi que sur les arbres souffreteux. Son essaimage débute lorsque la température ambiante atteint 15 à 18°C. C'est le mâle qui creuse la chambre d'accouplement; il y reçoit plusieurs femelles dont chacune fore sa propre galerie maternelle avec un certain nombre de trous d'aération utilisés par le mâle pour la féconder une deuxième fois. Après fécondation chaque femelle y pond ses oeufs dans des encoches de ponte, desquels les larves éclosent après 9 jours d'incubation (17°C) et creusent leurs galeries qui s'élargissent au fur et à mesure de leur développement. C'est à l'extrémité distale de ces galeries que les larves se transforment en nymphes, qui donnent à leur tour après 12 à 20 jours, naissance à des adultes. A noter qu'après chaque phase de ponte, certaines femelles peuvent pratiquer des morsures dites de régénération dans des conditions particulièrement favorables.

Sous réserve de variations parfois importantes selon les conditions climatiques, les premières pontes sont enregistrées à partir de mai; le cycle évolutif n'est complet qu'en juillet. Une nouvelle période de ponte commence en août pour donner des nymphes dont une fraction peut entrer en hibernation. Une 3ème génération peut être observée en automne; sa descendance hiverne souvent au stade adulte. Selon **Questienne** (1979), l'espèce évolue au moyen Atlas et dans la Mamora en 4 à 5 générations chevauchantes par an.

5. POSSIBILITES DE LUTTE

Dans les peuplements affaiblis, il est recommandé d'éliminer systématiquement les sujets souffreteux, avant que se manifestent les premiers cas de dépérissement, ce qui permettrait, en outre, de récolter des bois encore indemnes.

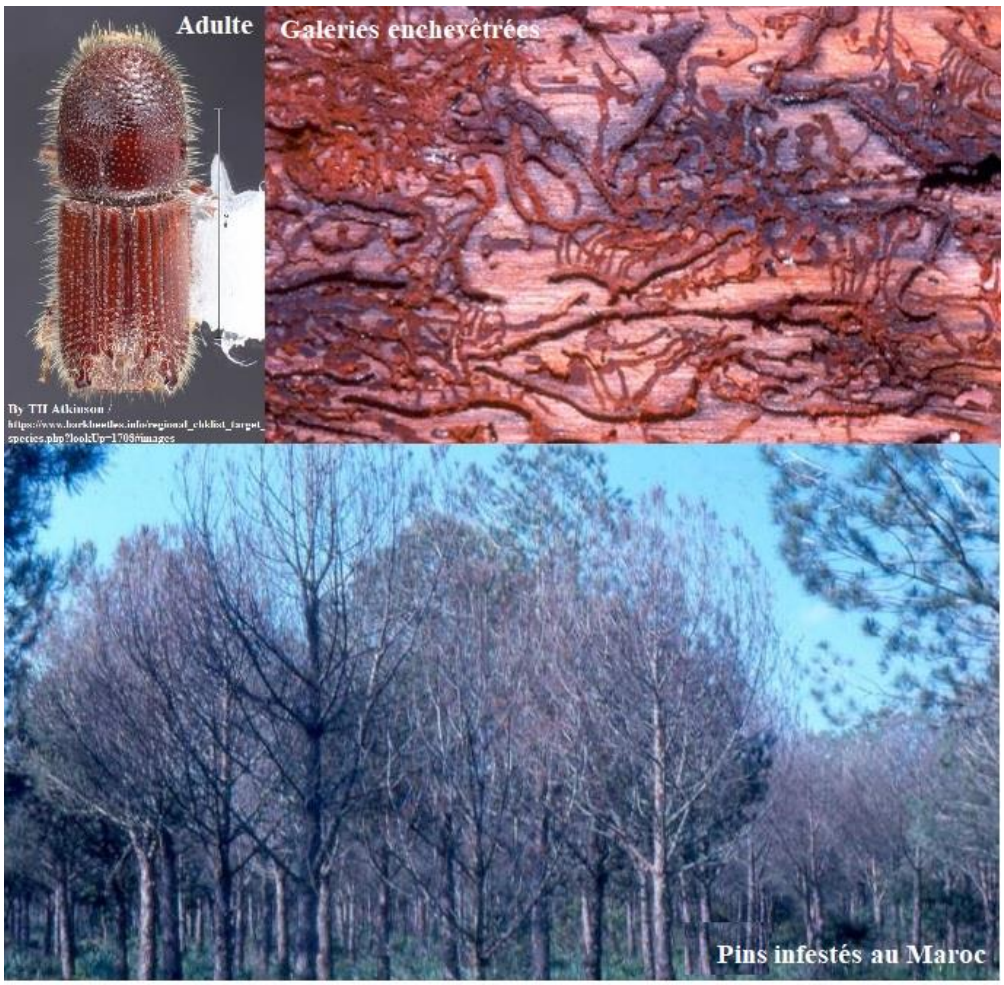


Photo 55 : *Orthotomicus erosus* (Adulte + dégâts)

III/ L'HYLOBE DES PINS *Hylurgus micklitzi* Watchl, 1881.

(Supertribu des *Hylesini* et tribu des *Hylurgina*).

1. DESCRIPTION

Couleur brune à noire. Taille variant de 3,5 à 4,5 mm. Forme cylindrique et allongée.

Front déprimé transversalement en son milieu, tuberculé ou caréné au niveau du clypéus. Antennes à funicule de 6 articles dont le 1er est globuleux ; les autres progressivement dilatés en une massue pyriforme, de 4 articles dont le 1er est aussi développé que les trois autres réunis. Prothorax nettement plus long que large. Le pronotum est grossièrement ponctué, à carène médiane nulle ou sans relief.

Pilosité irrégulière, faible sur le thorax sauf sur les côtés et la moitié antérieure des élytres, très fournie à partir de la déclivité. Hanches antérieures contiguës. Tibias larges et robustes. Elytres à bords parallèles dont les antérieurs sont faiblement arqués, presque droits, formés d'une seule rangée de granules. Extrémité des élytres brusquement affaissée à partir de la déclivité. Les interstries de cette déclivité sont rugueuses, couvertes de soies souples, longues, obliques ou horizontales formant une sorte de brosse. La 2ème interstrie est légèrement affaissée chez le ♂, mais de structure granuleuse identique aux autres, nettement plus creusée chez la ♀ où les granulations disparaissent pour être remplacées par une ponctuation irrégulière (Photo.56).

L'espèce est très voisine d'*Hylurgus ligniperda* F, elle s'en distingue par sa taille, toujours plus petite et par son triangle gulaire qui est plus large et dépourvu de dépression à son sommet.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HÔTES

C'est une espèce polyphage, essentiellement méditerranéenne (Europe, Caucase, Afrique du Nord…). Elle peut vivre aux dépens de tous les Résineux; mais elle attaque surtout les nouveaux reboisements du Pin (d'Alep, maritime et sylvestre), du Sapin de Douglas et de l'Epicéa. En France, l'insecte n'est connu que dans le Sud-Est (Vaucluse, Gard, Bouches-du-Rhône et Var), mais il s'avère au contraire très répandu en Algérie sur les Hauts Plateaux du pin d'Alep. Au Maroc, *H.micklitzi* est présente dans la forêt de Mamora, où elle s'attaque à des chablis, dans les peuplements de pin maritime.

3. DEGATS

H.micklitzi est considérée avec *Crypturgus mediterraneus* Eich et *O.erosus* comme un des premiers facteurs de dégradation du bois des pins. Elle s'attaque exclusivement aux arbres âgés ou dépérissants, aux troncs abattus ou même à des sujets jeunes, apparemment sains, mais fort probablement en état de déficience physiologique. Les dommages causés par les adultes peuvent être supportés par les pins âgés, alors que les jeunes plants de reboisement de un à deux ans sont parfois détruits en totalité.

4. DIAGNOSTIC

Les morsures pratiquées par les adultes prennent la forme de plages irrégulières dont les bords laissent souvent exsuder un peu de résine. Elles peuvent se confondre avec celles du Pissode caractérisées par des orifices plus petits. L'attaque typique se situe au collet des plants, mais sur le Sapin de Douglas, elle est localisée sur toute la tige qui peut être détruite rapidement. Ses galeries ressemblent assez fort à celles de *T piniperda*, par leur taille et par leur allure. Les galeries larvaires descendantes, creusées entre l'aubier et l'écorce des racines, se terminent par une logette nymphale.

5. BIOLOGIE

H.micklitzi est vit à l'état endémique sur pin. Son cycle biologique varie énormément selon les pays et les régions avec le climat, la nature de la plante hôte, l'altitude et la latitude. Ses populations sont souvent hétérogènes, elles sont composées au printemps de deux principaux stades :

- des larves hivernantes sous l'écorce des racines ou à la face inférieure des grumes abattues non écorcées favorables. Leur développement peut s'échelonner sur deux ans dans les stations froides. Elles donnent des adultes en juillet.
- des adultes hivernants qui peuvent vivre jusqu'à deux ans. Leurs femelles commencent à pondre après avoir pris leurs morsures de maturation sexuelle aux dépens de l'écorce des jeunes sujets. A titre exceptionnel, une fraction des œufs pondus à cette période donnera des larves dont les adultes émergeront en août - septembre de la même année mais qui ne pondront qu'au printemps suivant.

Les adultes n'émergent en principe qu'à des températures comprises entre 15 à 16°C ; ils sont attirés par les arbres dépérissants fraîchement abattus et par les exsudations de résine. Après pénétration, la femelle creuse au niveau du liber une galerie de maturation longitudinale qu'elle prolonge par sa galerie de ponte de laquelle partent des galeries larvaires transversales

En France, l'espèce évolue en deux générations (**Fabre & Carle** 1975) traduites par deux périodes de ponte enregistrées en fin d'hiver et en mai. Au Maroc aucune étude biologique détaillée n'a encore été engagée, mais selon Questienne (1979) les adultes de *H.micklitzi* commencent leur activité de ponte en mai - juin, dans la forêt de la Mamora

6. POSSIBILITES DE LUTTE

H.micklitzi semble très secondaire; les méthodes de lutte conseillées contre *T.piniperda* suffisent pour limiter son extension. Toutefois d'autres mesures préventives peuvent être prises, surtout, si on prévoit de créer un nouveau reboisement artificiel à installer dans un peuplement, moins de deux ans après l'abattage des arbres. En effet, les logettes profondes cachent encore des larves âgées sous l'écorce des racines des souches fraîches; elles constituent après vidange de la coupe une menace d'infestation. Pour cela il est recommandé de prendre quelques dispositions à temps :

- Supprimer l'houppier résiduel et le détruire par le feu pour éviter la ponte;
- capturer les adultes sur des rondins-pièges préalablement traités avec un insecticide efficace et répartis à raison d'un rondin/100 m^2 sur une surface recouverte de feuilles ou de mousse pour retarder leur dessiccation,
- immerger avant plantation les jeunes plants en totalité dans une solution d'insecticide pour éviter les attaques de printemps.

Si le niveau des population de *H.micklitzi* est inquiétant dans un peuplement ou dans un jeune reboisement, procéder au printemps, dès l'apparition des premiers adultes à un traitement insecticide localisé sur les rondins-piéges et leur périphérie, les jeunes plants ou les arbres à protéger.

IV/ LE SCOLYTE BIRAYE *Xyloterus lineatus* (*Trypodendron lineatum*) OLIVIER

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Xyloterina*)

Synonymes: *Apate bivittata* Kirby, 1837 *Bostrichus cavifrons* Mannerheim, 1843, *Bostrichus lineatus* Olivier, 1795 *Trypodendron borealis* Swaine, 1917, *Trypodendron meridionale* Eggers, 1940, *Trypodendron lineatus* (Olivier, 1795)

1. DESCRIPTION (Photo.57)

Taille de 2,6 à 4 mm. Couleur variant du jaune-brun clair à l'orange foncé avec un écusson noir. Corps cylindrique, trapu avec une tache sombre sur le pronotum. Antennes jaunes. Yeux divisés en deux parties complètement séparées. Femelle avec un front convexe et granuleux et un pronotum arrondi. Mâle de taille plus petite (2,6-3mm) avec un front largement et profondément excavé et un pronotum aplati. Ecusson noir. Yeux divisés en deux parties nettement séparées et inégales. Antennes avec un funicule de quatre articles et une massue développée, plate, ovale ou foliacée, uniarticulée et pubescente sur les deux faces. Pronotum globuleux, hémisphérique partiellement ou totalement enfumé, garni de spicules écrasées à faible relief, orientées en rangées transversales et s'effaçant progressivement d'avant en arrière sans atteindre le bord postérieur. Ponctuation indistincte. Pilosité formée de soies souples, fines, clairsemées, surtout réparties en avant et sur les côtés. Bord postérieur finement et distinctement ceinturé. Fémurs pourvus à l'apex d'étuis chitineux, arrondis et tibias fortement dentés sur leur côte externe. Elytres à côtés parallèles, à ponctuation peu profonde, marquée seulement sur les stries, pourvues de bandes foncées longitudinales noirâtre, souvent doublées d'une bande suturale et radiale. Déclivité élytrale arrondie et sillonnée.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

X. lineatus est un scolyte commun dans les forêts spontanées *de Pinus, Abies, Picea, Cedrus, Thuya…* (Plaine et montagne) en Europe Caucase, Sibérie, Etats-Unis, Canada…. En Afrique du Nord, il est signalé dans les peuplements mixtes de pin, de cèdre et de Larix. Au Maroc, l'espèce est rare, elle fut rencontrée dans la région de Chefchaouen par **Questienne** (1979), où elle est secondaire, ne s'installant que sur des arbres dépérissants ou sur des grumes non écorcées.

3. BIOLOGIE ET DEGÂTS

X.lineatus se développe sur les arbres abattus ou morts sur pied depuis longtemps, et pullule autour des sciages dans les grumes non écorcées. Il contribue souvent à la dévaluation technique du bois des Conifères, destiné à la menuiserie.

C'est une espèce monogame dont l'hivernation a lieu au stade imago dans le sol (Litière et humus) dans un rayon de 15 à 20 mètres autour des sujets infestés. Les adultes reprennent leur activité au printemps (mars- avril) à une température d'environ 16°C. Après pénétration la femelle fore une galerie maternelle perpendiculaire qui s'enfonce directement dans du bois humide alors que le mâle expulse la sciure de forage à l'extérieur qui s'accumule au pied des arbres. Après accouplement la femelle pond ses œufs dans des encoches de ponte, desquels éclosent entre 20 et 5O larves qui creusent à leur tour des galeries larvaires et se nourrissant du champignon du genre *Ambrosia*.

Si jamais les conditions d'humidité se détériorent dans le bois, la femelle quitte sa galerie initiale tôt et cherche à confectionner une deuxième et s'y s'accouple de nouveau pour donner naissance à une génération sœur. L'espèce semble évoluer en une seule génération par an. Ses différents stades, notamment larvaire et nymphale, exposé à l'action de deux Hyménoptères parasitoïdes *Eurytoma polygraphi* Ashmead (*Eurytomidae),* et *Perniphora robusta* (*Pteromalidae*).

Photo 56 : *H. micklitzi*
ID 145744928 Ⓒ Palex66

Photo 57 : *X.lineatus*
Christoph Benish /KERBETIER.DE

V/ *Crypturgus mediterraneus* Eichhoff

(Supertribu des *Ipini* et tribu des ***Crypturgina***)

1. DESCRIPTION

L'espèce fait partie du genre *Crypturgus* Erichson, 1836. Selon Balachowsky (1949), ce sont des insectes de très petite taille (0,8-1,5 mm.), de forme étroite, ovale, cylindrique, allongée, de couleur brune testacée à brun rougeâtre foncé ou noire à reflets luisants ou mats (Photo.58).

- Antennes à funicule de 2 articles, très courts à massue largement ovalaire, pourvue d'une soie fine et incomplète avec des sutures diffuses rejetées à l'extrémité. Yeux fortement échancrés.
- Pronotum plus long que large ou aussi long que large, à bord antérieur arrondi et à côtés légèrement arqués ou parallèles au delà du milieu, progressivement rejeté trapézoïdalement en avant. Dépourvu de granules ou de rugosités, mais à ponctuation régulièrement dense et serrée. Pourvu en son milieu d'une fine carène médiane à faible relief, légèrement bombé ou plat mais qui est bien marquée.
- Hanches antérieures contiguës ou à peine écartées. Les intermédiaires et les postérieures sont séparées.
- Elytres longs et étroits à côtés parallèles un peu plus courts que le double de leurs largeurs. Déclivité élytrale régulièrement arrondie. Stries formées de rangées de points enfoncés, régulièrement circulaires, ou transversalement anguleux. Interstries étroites. Pilosité formée d'une rangée de soies courtes, très fines, semi-dressées, disposées sur les interstries, parfois à peine marquées, généralement plus fournies sur la déclivité. Absence totale de squamules. Ecusson visible. Femelle dépourvue de pinceaux de soies courtes à l'apex des élytres remplacés par des soies éparses plus denses que sur le reste des élytres.

2. DEGÂTS ET BIOLOGIE

C.mediterraneus s'attaque essentiellement au pin d'Alep et maritime en Europe méditerranéenne et en Afrique du Nord, notamment en Algérie et au Maroc.

Etant polygame, *C. mediterraneus*, creuse, sous l'écorce un système subcortical étoilé et irrégulier formé par une chambre d'accouplement confectionnée par le mâle et par des galeries maternelles fines forées par les femelles. Après fécondation chaque femelle pond ses œufs dont les larves écloses évolueront en nymphes dans l'épaisseur de l'écorce. Bien qu'elle soit peu répandue, il semble que *C. mediterraneus* cohabite au Maroc dans la forêt de Mamora avec *O.erosus* sur les branches de pin maritime cassées par le vent. Ses adultes y apparaissent en avril et en novembre.

Photo 58 : *C.mediterraneus*

Paul Langlois, Museum Collections: Coleoptera, USDA APHIS PPQ, Bugwood.org

VI/ ***Crypturgus numidicus FERRARI***

(Supertribu des *Ipini* et tribu des ***Crypturgina***)

C. numidicus est proche de *C.mediterraneus*; elle s'en diffère par ces caractères:

- Aspect robuste ;
- Couleur claire, mais le dessous du corps est brun plus ou moins foncé
- pronotum aussi long que large, à côtés parallèles jusqu'au milieu de sa longueur seulement ;
- zone antérieure du pronotum tomenteux. Soies des interstries au moins deux fois plus longues que celles des stries ;
- absence de la carène médiane chez la ♀ qui est pourvue d'un pinceau horizontal de soies courtes, jaunes dorées ou cendrées, très serrées à l'apex des élytres.
- élytres nettement plus clairs, mais ± jaunâtres ;
- Reflets légèrement luisants.

C'est un scolyte de 1,5à 1,6 mm de long, trapu, large, robuste, surtout la ♀ dont les brosses apicales des élytres sont très denses (Photo.59).

Il est très commun en Europe méridionale et dans toute la zone méditerranéenne. Il s'étend jusqu'en Grèce et en Turquie. En France il tend à gagner, à partir de la zone méditerranéenne, toutes les régions plantées de pin maritime, tandis qu'en Algérie et au sud de l'Espagne (Andalousie), il a été rencontré sur *Abies pinsapo, Abies numidica* et même *Cedrus libanotica*. Au Maroc, ses populations les plus importantes sont signalées sur le pin d'Alep où il semble développer normalement trois générations par an matérialisées par trois vols enregistrés au printemps, en été et en automne.

Il nidifie dans les écorces du tronc et des branches des Pins dépérissants attaqués par d'autres Scolytes. Ses galeries forment une sorte de réseau persillé s'enfonçant dans l'épaisseur de l'écorce, réduisant rapidement celle-ci en une masse spongieuse qu'il abandonne dès son desséchement.

A côté de *C.mediterraneus* et *C. numidicus*, le genre *Crypturgus* comprend d'autres espèces paléarctiques inféodées aux *Abies* et vivant principalement sur les *Pinus*. (*C.cinereus, C.cribrellus*, *C.pusillus*…). La plupart d'entre elles, cohabitent avec d'autres espèces; leurs galeries étant filiformes, très ramifiées, se dispersent dans l'épaisseur des écorces qu'elles rendent rapidement spongieuses. Vivent sur les arbres dépérissants mais en sève qu'ils abandonnent dès que les écorces sont sèches.

Photo 59 : *Crypturgus numidicus*
Bob Parks, Museum Collections: Coleoptera, USDA
APHIS PPQ, Bugwood.org

VII/ *Hylastes.sp* dont l'Hylésine noir du pin *Hylastes* ater (Paykull, 1800)

(Supertribu des *Hylesini* et Tribu des *Hylurgopina*)

1. DESCRIPTION

L'aspect général des *Hylastes.sp*, rappelle celui des Charançons, notamment celui de la sous famille des *Cossoninae*. Ce sont des insectes allongés, noirs, cylindriques, dénudés reconnaissables aux caractères suivants (Photo. 60):

- Forme cylindrique. Taille de 3,5 à 5,5 mm de long sur environ 1,4 mm de large.
- Couleur gris foncé ou noir brillant. L'adulte nouvellement émergé est entièrement rougeâtre; il devient ultérieurement sombre, puis noir;
- Tête inclinée vers le bas, de sorte qu'une petite partie seulement est visible d'en haut.
- Rostre court avec des scrobes antennaires profonds;
- Antennes rougeâtres à funicule de 7 articles et une massue ovoïde de 4 articles à sutures nettes;
- yeux ovalaires non échancrés ;
- pronotum entièrement ponctué, à carène médiane en relief ou lisse, dépourvu de granules et de squamules;
- Pattes rougeâtres; les hanches antérieures étant écartées ou non;
- élytres ponctués, à bord antérieur droit, ni granuleux, ni relevé. Ecusson visible, stries ponctuées, interstries granuleuses, très faiblement pubescentes ou glabres; squamules présentes chez quelques espèces, minuscules et collées sur les interstries de la déclivité;
- 3ème et 4ème sternites abdominaux fortement rétrécis.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

Le genre *Hylastes* possède une très vaste aire de répartition paléarctique. Il est originaire d'Europe et de certaines régions de l'Asie (Chine et les 2 Corées). *H.ater* est une espèce introduite dans de nombreux pays à travers le monde, notamment en Australie, en Nouvelle-Zélande, au Chili, au Japon, en Afrique du Sud, dans les Amériques et en Afrique du Nord dans l'Algérie et le Maroc.

H.ater est un ravageur qui attaque en plus des pins, d'autres *Conifères* notamment les cèdres, épicéas, mélèzes, sapins, et douglas. L'espèce peut constituer donc une menace importante pour la biosécurité des forêts.

3. IMPORTANCE ECONOMIQUE ET DEGATS

Les adultes vivent généralement dans l'houppier ou à la base d'arbres morts; ils peuvent s'attaquer aux semis avant leur maturité sexuelle. Ils se nourrissent de l'écorce interne sur et autour des couronnes des racines des plants, en particulier du phloème; ils infestent également les piquets, les grumes et les arbres abattus.

Selon **Reay** et al (2001) *H.ater* est un ravageur qui préfère les pins sauvages et cultivés en particulier *Pinus radiata*. Parmi les autres hôtes inventoriés, figurent le sapin blanc *Abies alba*, le pin colonial *Araucaria cunninghamii*, le cèdre de Port Orford *Chamaecyparis lawsoniana*, le mélèze commun *Larix decidua*, l'épicéa de Sitka *Picea sitchensis*, le Douglas *Pseudotsuga menziesii* et les séquoias de la côte *Sequoia sempervirens*.

Ce Scolyte constitue souvent un danger pour les jeunes plantations; il peut affaiblir et tuer les plantules d'arbres par son comportement alimentaire en éliminant des parties d'écorce à la base du plant. Les arbres survivants présentent des exsudations de résine et des aiguilles cassantes qui deviennent fanées et décolorées. Les pertes infligées par *H.ater* augmentent lorsqu'il se comporte en vecteur de champignons responsables de la souillure du sapin à travers les plaies. A titre d'exemple le genre *Ophiostoma* serait responsable de la décoloration du bois qui perd sa valeur cosmétique pour devenir non commercialisable.

4. BIOLOGIE

Après pénétration sous l'écorce, la femelle creuse sa galerie maternelle, d'une longueur maximale de 13 cm à la surface du bois, alors que le mâle nettoie les débris de la chambre d'accouplement. Après fécondation la femelle pond jusqu'à 100 œufs dans les encoches de ponte de sa galerie, Après éclosion, les larves se développent pendant 8 à 10 semaines. Toutefois dans certains cas le développement larvaire peut durer en fonction de la température, plus d'un an avant d'atteindre le stade nymphal. Au fur et à mesure de leur développement, les larves quittent leurs logettes issues de la galerie maternelle et se

regroupent ensemble dans une chambre commune pour s'y nymphoser pendant deux semaines ou plus. Après nymphose, les adultes émergent et se dispersent dans de nouveaux sites à la recherche d'hôtes appropriés. Ils y sont attirés par des substances volatiles dégagées par les arbres, telles que le β-pinène, un composant de la térébenthine (Attraction primaire). Durant certaines périodes de l'année, les dégâts d' *H.ater* peuvent se révéler secondaires dans la mesure où il est confronté à la concurrence d'*Hylurgus ligniperda* ou d'autres espèces.

5. METHODES DE LUTTE

Les mesures préventives de lutte, sylvicoles et chimiques recommandées contre les autres Scolytides du pin peuvent aider à limiter les dégâts d'*H.ater* :

- Détecter précocement la présence de l'insecte;.
- Détruire l'houppier résiduel par le feu pour éviter la ponte;
- Utiliser des rondins pièges garnis d'essence de térébenthine pour y capturer les adultes. Ils doivent être bien répartissur une surface recouverte de feuilles ou de mousse pour retarder leur dessiccation à raison d'un rondin/100 m^2 et pour être préalablement traités avec un insecticide efficace;
- immerger avant plantation les jeunes plants en totalité dans une solution d'insecticide pour éviter les attaques imaginales.

En cas d'une attaque inquiétante, procéder dès l'apparition des premiers adultes à un traitement insecticide localisé sur les rondins-piéges et leur périphérie, sur les jeunes plants et/ou sur les arbres à protéger. Certains auteurs recommandent la fumigation des
avec de la phosphine, une alternative très efficace au Bromure de méthyle mais qui serait néfaste pour la couche d'ozone.

Photo 60 : *Hylastes ater*

Maja Jurc, University of Ljubljana, Bugwood.org

LES SCOLYTES DU CEDRE

I. LE CRYPHALE DU CEDRE *Cryphalus piceae numidicus Eichhoff*

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Cryphalina*)

Synonymes: *Acryphalus numidicus, Allarthrum numidicus, Cryphalus piceae, Cryptarthrum numidicus, Ericryphalus numidicus, Ernocryphalus numidicus, Jugocryphalus numidicus, Piperius numidicus, Pseudocryphalus numidicus, Taenioglyptes numidicus, Cryphalus piceae"* auct.

1. DESCRIPTION

Adulte : à corps robuste, ovale brun foncé, d'une taille de 1 à 2 mm. Pronotum couvert dans sa partie antérieure par des rangées de granules. Elytres couvertes de soies et de longs poils bien visibles sur leurs déclivités.

Œuf : blanc , ovale, 0,5 à 0,8 mm de long.

Larve : blanche, apode, eucéphale de 2 à 3mm de long.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

C'est une espèce polyphage, inféodée en plus des cèdres, aux sapins (*Abies cephalonica* et *Abies numidica*) et aux pins dans différents pays; en Europe, en Amérique et en Afrique du Nord. Au Maroc et en Algérie, elle est signalée sur *Cedrus Atlantica*, sur pin d'Alep et sur le sapin *Abies marocana* et *Abies pinsapo* dans les forêts du Rif. L'espèce serait largement répandue dans toutes les cédraies de l'Atlas et du Haut Atlas, et capable de s'attaquer massivement à toutes les strates d'arbres ayant atteint différents stades de dépérissement.

3. DEGATS

C'est un scolyte qualifié parfois de secondaire; il présente une nette spécificité pour les branches à écorce fine et/ou pour celles de la cime, mais il peut occasionnellement attaquer des troncs à écorce épaisse et des branches de jeunes sujets. Toutefois les adultes préfèrent pratiquer leurs morsures de maturation et leur ponte sur des troncs à écorce lisse. Parfois il peut infester de jeunes arbres vigoureux et s'installer sur des branches de faible diamètre, mais en sève. Ces dégâts peuvent aggraver le déséquilibre physiologique et perturber l'acheminement de la sève des arbres infestés; il s'en suit un flétrissement des aiguilles, des branches et de la cime, puis une nécrose, qui peuvent

conduire à la mort de certaines parties de l'arbre.

C.numidicus peut causer des dégâts considérables et prédisposer ainsi l'arbre aux attaques d'autres ravageurs. Ses attaques seraient plus massives (22000 galeries/m² en moyenne) que celles de tous les autres xylophages ; La femelle et les larves confectionnent un système de petites galeries en fausse étoile (6-9mm de long), qui impressionnerait surtout la face interne de l'écorce qui se détache de l'aubier, ce qui conduit progressivement au dessèchement et au dépérissement général de la partie infestée de l'arbre (**Ghaioule**, 1994).

Il est à signaler que lorsqu'un biotope se trouve en voie de dégradation totale, il ne devient plus propice à l'installation de cette espèce; qui préfèrerait nidifier selon **Chararas** (1962) sur les petites branches des arbres en sève.

Au Maroc, il est rapporté par certains auteurs, que *C. numidicus*, est de loin l'espèce la plus active sur *Cedrus atlantica*, elle ne semble l'attaquer qu'après installation d'un autre scolyte *Phloesinus cedri* Y, mais **Benhalima** (2006) démontre le contraire en enregistrant des taux d'infestation assez élevés, et qui peuvent atteindre jusqu'à 52%. En plus la forme vicaire et méridionale de *C numidicus*, est considérée comme l'une des espèces les plus caractéristiques, les plus abondantes et les plus nuisibles pour le cèdre.

4. BIOLOGIE

C.numidicus peut dominer largement les autres insectes xylophages inféodés au cèdre, notamment *Phloesinus cedri* B et *S numidicus* B. Elle s'y reproduit avec succès en affaiblissant rapidement la plante hôte.

4.1. Hivernage

L'espèce peut passer l'hiver sous l'écorce à l'état larvaire, nymphal ou imaginal. Les larves et les nymphes s'y trouvent souvent à l'extrémité de leurs galeries dans des logettes ovales ou circulaires, alors que les adultes hivernent dans les branches des arbres âgés (déformations, fissures, logettes…) ou dans la litière.

4.2. Pénétration et accouplement

C.numidicus est une espèce monogame; c'est la femelle qui fore l'orifice de pénétration qui donne accès au niveau du liber à un élargissement arrondi évoquant une chambre d'accouplement. Ses déjections exercent un pouvoir attractif supérieur sur les mâles que sur les autres femelles. Le mâle mûr attiré, se dirige vers cet orifice pour s'y accoupler soit sur la face externe de l'écorce ou dans l'évidage résultant de la nutrition de la femelle. La chambre d'accouplement, de 0,5 cm de long est confectionnée par les deux sexes qui dégagent lors du forage la sciure et les excréments vers l'extérieur. Ils exercent à cette phase de leur activité une attraction secondaire sur les individus de la même espèce, voire même d'autres espèces du genre *Cryphalus* dont *C. abietis.*
Au Maroc, il a été constaté par Benhalima (2006), lors de son étude sur *C.numidicus*, que les adultes commencent à pénétrer sur les arbres pièges coupés et exposés en forêt, entre la fin de l'hiver et le début du printemps dans la station de Ras Al Ma et durant tout le printemps dans la station d'Aguelmane Sidi Ali. Après accouplement chaque femelle pond dans ses encoches de ponte entre 20 et 40 œufs.

4.3. Développement larvaire et nymphal

Après incubation les larves néonates éclosent et creusent dans toutes les directions à partir des encoches de ponte, des galeries qui peuvent atteindre entre 2 et 4 cm de long; elles se nourrissent du cambium (destruction du phloème) pendant 4 à 5 semaines.après lesquelles elles préparent leurs logettes de nymphose dans l'écorce ou dans la couche supérieure du bois.

4.4. Emergences

Après nymphose, les adultes percent des trous de diamètre compris entre 0,5 et 0,9 mm, pour quitter le système subcortical. Ils apparaissent souvent en avril - mai et en juillet - août. Au laboratoire, Benhalima (2006) note que les vols de *C. numidicus* s'échelonnent entre mai et octobre sur les rondins de Ras AI Ma et entre juillet et septembre sur ceux d'Aguelmane Sidi Ali. A noter que la plupart des adultes, émergent en août dans ces deux stations d'étude.

4.5. Durée du cycle et nombre de générations

C. *numidicus* est un insecte qui peut évoluer plus ou moins rapidement selon les conditions du milieu de son développement. Selon Chararas (1962), la durée de son cycle complet varie selon l'altitude de 1,5 à 2 mois en plaine (500 m), 2 à 3,5 mois à 900 m, 2,5 à 4,5 mois à 1400 m et 5 mois à 1500 m. Ce développement rapide explique pourquoi cette espèce peut développer, dans les conditions du laboratoire, trois générations dans en éclosoirs.

En revanche, il est probable que dans les stations situées à 1600 et à 2400 m d'altitude, l'espèce ne développe qu'une ou deux générations par an (vols chevauchants en avril et juillet), avec un cycle de développement de 4 à 5 mois ou plus.

Chararas *(loc. cil.*), admet que C. *numidicus* comme *Cryphalus abietis* Ratzeburg, développe une génération annuelle complète avec éventuellement une seconde génération dans les cas les plus favorables.

L'espèce évolue donc en une seule génération en montagne et en deux en plaine. Au Maroc son cycle s'échelonne sur environ 3 mois ou plus, ce qui lui permettrait de développer deux à trois générations par an lorsque les températures élevées lui sont favorables selon Benhalima (2006).

5. POSSIBILITES DE LUTTE

Comme pour les autres Scolytides, procéder à des mesures préventives dès l'apparition des premiers signes d'infestation (Sécrétion de résine, trous de sortie ou de pénétration, adultes émergeants…) :

- Couper et enlever les arbres affaiblis ou gravement endommagés en hiver, au printemps et en été avant l'apparition des premiers adultes ;
- enlever rapidement l'houppier attaqué ;
- pratiquer des éclaircies au moment opportun ;
- surveiller périodiquement l'état sanitaire des arbres ;
- protéger les sujets sains contre d'éventuels ravageurs ou maladies;
- lutter contre les incendies;
- augmenter la résistance des arbres par des sélections génétiques;
- utiliser des arbres pièges souffreteux préparés à cet usage. Ils doivent conserver

leurs propriétés nutritives leur permettant d'attirer les adultes du Cryphale;

- procéder à l'écorçage minutieux et complet des bois abattus qui devraient ensuite être surveillés car ils constituent le support le plus fréquent de populations de cet insecte en forêt naturelle ;
- mettre en place des rondins pièges, disposés sur le sol à raison d'un tas par hectare, si possible préalablement traités avec un insecticide homologué; ces rondins pièges doivent être renouvelés progressivement;.
- écorcer, brûler ou traiter régulièrement à chaque mois pendant la période de ponte tous les arbres et/ou rondins pièges utilisés;
- intervenir chimiquement par pulvérisation d'un insecticide homologué sur l'ensemble du houppier contre les adultes pendant les périodes de ponte.
- utiliser dans la mesure du possible des phéromones d'agrégation, spécifiques pour piéger le maximum d'adultes émergés.

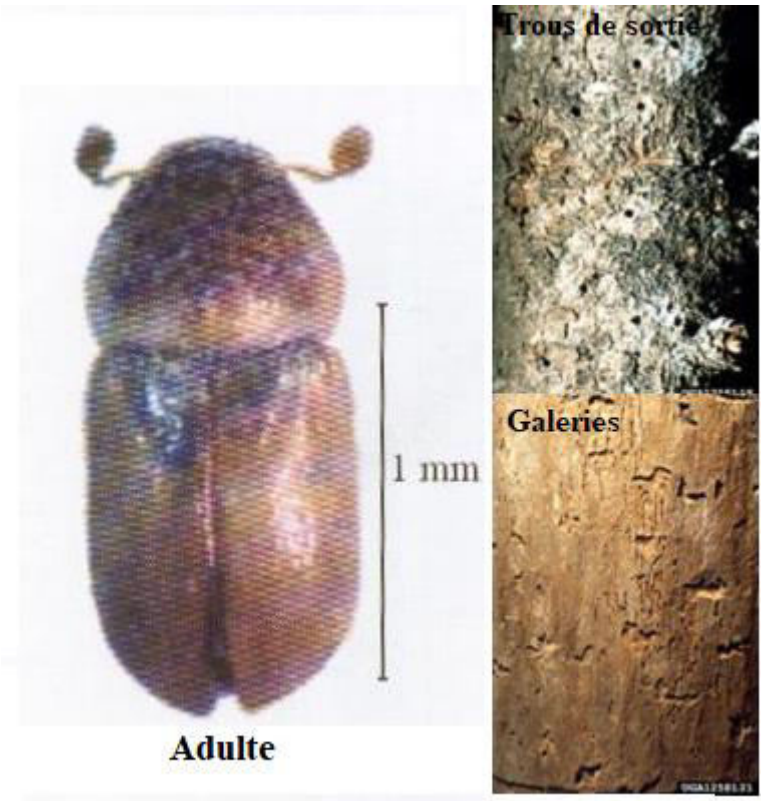


Photo 61: *C.piceae numidicus*

***Phloesinus cedri* Brisout, 1883**

(Supertribu des *Hylesini* et tribu des *Phloesina*)

1. DESCRIPTION

- Insecte court, globuleux, massif avec des yeux réniformes échancrés;
- Front droit ou excavé chez le ♂, droit ou convexe chez la ♀, caréné ou non;
- Antennes à funicule de 5 articles, terminées en massue conique, lancéolée de 4 articles à sutures nettes et légèrement obliques, pubescentes.
- Pronotum à côté dilaté et rétréci antérieurement, ponctué sur toute la surface et dépourvu de granules et à carène médiane nette ou effacée. Ecusson visible.
- Elytres à bordure antérieure granuleuse, nette, relevée, faiblement arquée et non interrompue au niveau de l'écusson.
- Pattes avec des coxas nettement écartées, tarses étroitement ou largement cordiformes.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

C'est un xylophage fréquent sur *Cedrus atlantica* au Maroc (Moyen Atlas) et en Algérie et sur *Cedrus libani* en Turquie (**Chararas**, 1974). Il peut cohabiter avec *C.numidicus* dans la mesure où les deux espèces auraient les mêmes préférences en s'attaquant simultanément à des sujets affaiblis et prédisposés.

3. DEGATS

Il attaque précocèment les arbres en fin d'hiver avant *C.numidicus* et *S.numidicus* au niveau des branches et de la partie supérieure du tronc (**M'hirit** 1982). Pour certains auteurs *P.cedri* serait un ravageur secondaire ne s'attaquant qu'à des arbres abattus et/ou des sujets affaiblis. Pour d'autres, notamment **Chararas**, (1976); il serait un ravageur primaire qui a besoin d'un milieu nutritif riche en glucides et qui préfère les branches en sève ne présentant qu'une légère déficience physiologique. Qu'on le considère comme ravageur primaire ou secondaire, il reste que ses dégâts peuvent entrainer la mort totale des arbres et des pertes parfois considérables.

Les premiers dégâts sont infligés par les jeunes adultes qui pratiquent généralement leurs morsures de maturation sur les tiges, les jeunes pousses terminales, les branches de jeunes sujets, ou parfois même sur des troncs à écorce lisse. Ils contribuent au déséquilibre physiologique de l'arbre, ce qui provoque une fanaison des aiguilles de la cime et un desséchement des branches, suivis de nécroses sur les parties infestées.

4. BIOLOGIE

Lors de ses élevages au laboratoire sur des rondins de cèdre provenant de la station de Ras-Al-Ma au Moyen Atlas (99%), **Benhalima** (2006) nota que les émergences des adultes de *P. cedri* s'échelonnent sur 7 mois entre janvier et juillet, avec un maximum enregistré au cours du printemps. Ces rondins furent coupés sur des arbres pièges ayant passé l'hiver, le printemps et /ou l'été en nature. Il semble que les premières attaques ont lieu essentiellement au début de l'hiver à Ras-AI-Ma, alors qu'à Sidi Ali Aguelmane, les attaques qui sont rares, ne commenceraient qu'en fin hiver-début du printemps pour s'échelonner jusqu'au début de l'été. Les attaques de *P cedri* seraient donc plus précoces que celles de *C.numidicus*.

Après pénétration les femelles forent leurs galeries dans les branches ou les troncs des jeunes arbres avec une certaine prédilection pour les parties à écorce fine ou lisse.

La ponte aurait lieu en automne dans des encoches confectionnées sous une écorce peu épaisse et peu rugueuse (4mm d'épaisseur). A leur éclosion, les larves se développent entre l'écorce et l'aubier. Les adultes n'émergeraient que 9 à 10 mois après, d'ailleurs comme certaines espèces du même genre, notamment *Phloesinus thuya* et *Phloesinus Phloesinus* qui ne développant qu'une seule génération annuelle dans les conditions naturelles selon **Chararas** (1962).

La durée de développement de l'espèce serait de 280 jours ou plus selon Benhalima (2006), ce qui signifie que *P.cedri* serait également monovoltine avec un cycle de développement qui s'échelonne sur une année.

.

***Scolytus numidicus* Brisout**

(Supertribu des *Scolytini*)

1. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HOTES

C'est un Scolyte inféodé strictement aux cèdres, mais à répartition très irrégulière. Il vit exclusivement sur *Cedrus atlantica* au Maroc (Moyen Atlas et Rif) et en Algérie (Chrea dans l'Atlas Blidéen et dans le Djurdjura) (**Peyerimhoff** 1919; **Kocher** 1958; **Chararas** 1974**, Fabre** et al 1999). Ses attaques commencent en été bien après celle de *P.cedri* et *C. piceae numidicus*. Sa présence sur le cèdre serait plus tardive que celle de *C. piceae numidicus* et *P. cedri.*

2. DEGÂTS

S.numidicus est un ravageur secondaire qui peut devenir nocif en cas de surpopulation. Il s'installe de préférence sur les arbres abattus (jusqu'à 2 ans après abattage) ou sur pied, au niveau des branches en voie de déficience (3 à 4 cm de diamètre) et sur des troncs à écorces épaisses et assez humides (150 à 180%) (**Balachowsky**, 1969).
A leur installation, les adultes prennent des morsures de maturation aussi bien dans le liber et l'écorce épaisse que sur les pousses terminales et les branches.

3. BIOLOGIE

Après émergence, chaque femelle fore pour son compte un orifice de pénétration qui donne accès au niveau du liber à un élargissement arrondi ou chambre d'accouplement. Etant attiré par l'odeur des déjections féminines, le mâle se dirige à son tour vers cet orifice pour rejoindre la femelle et s'y accoupler soit sur la face externe de l'écorce ou à l'intérieur dans le vide résultant du forage de la femelle. Après installation les adultes pionniers des deux sexes peuvent exercer une certaine attraction secondaire sur d'autres individus de la même espèce ou d'autres espèces du genre *Scolytus.*
Après accouplement, la femelle continue à forer sa galerie maternelle dans les faisceaux libéro-ligneux au voisinage de l'aubier, mais jamais sur les pousses terminales. Elle y

pond ses œufs dans des encoches de pontes latérales confectionnées pour cette fin. Il semble que dans les pays du Maghreb, la ponte de l'espèce commence au cours du mois de juin ou de juillet comme l'ont mentionné Balachowsky (1969) au Maroc (Ifrane) ou Peyerimhoff (1919) en Algérie.

A leur éclosion, les larves préfèrent se développer dans une écorce qui conserve une humidité constante qui leur assure de bonnes conditions de nutrition et un liber riche en glucides solubles. Un desséchement de l'écorce entraine une forte mortalité lorsque la teneur en eau des cellules corticales ne dépasse pas 35 à 40%. A leur dernier stade, les larves âgées se nymphosent dans des logettes profondes, et évoluent en adultes qui ne commencent à émerger qu'au mois d'avril de l'année suivante jusqu'à juin-juillet (Fabre et al 1999). Dans les stations de Ras Al Ma et Sidi Ali Aguelmane, suivies prospectées par **Benhalima** (2006), les attaques de *S.numidicus* ont été observées surtout en été, mais jamais en hiver. Au laboratoire le même auteur nota que les émergences de *S.numidicus* s'étalent sur une période plus longue que celles des deux autres espèces avec un maximum de soties, enregistré en mai - juin. Ainsi, il été conclu que la durée du cycle de l'espèce serait estimée à 320 jours, soit une année avec une seule génération/an.

AUTRES SCOLYTIDES SIGNALES SUR CEDRE

1. *Crypturgus cedris* Eich. (Absent du Maroc)
2. *Cryplurgus numidicus* Ferr. (Cf. Scolytes du Pin).
3. *Crypturgus cribrellus* Reitter : Espèce très rare. Limitée strictement au littoral méditerranéen où elle n'attaque que de jeunes sujets ou des branches d'arbres affaiblis et dépérissants.,
4. *Kissophagus novaki* Reitter : Commun sur le littoral de la Méditerranée centrale et orientale. Non mentionné encore au Maroc
5. *Hylurgops bonvouloiri* Chapp. (Absent du Maroc)
6. *Hylastes batnensis* Bris (Absent du Maroc)
7. *Xyleborus saxeseni Ratz* (Cf. Scolytes des Arbres fruitiers).
8. *Xylolerus linealus* Ol (Cf. Scolytes du Pin).

Photo 62: *Phloesinus cedri*

Photo 63 : *S.numidicus*

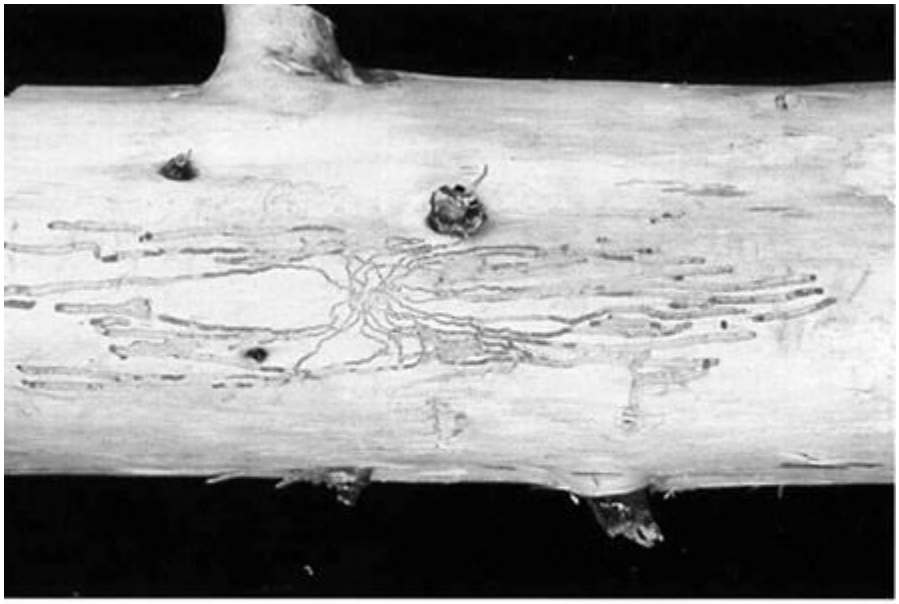


Photo 64 : Galeries de *S. numidicus*

(Benhalima 1999/ Institut Scientifique Rabat)

CHAPITRE XI: LE SCOLYTE DU THUYA

***Phloesinus thujae* PERRIS**

(Supertribu des *Hylesini* et tribu des *Phloesina*)

Synonymes: *Hylesinus thujae*

1. DESCRIPTION

Front excavé en large fossette peu profonde et carénée au niveau du Clypéus. Rangées de granules serriformes de la déclivité, absents sur la 1ère interstrie, disposés sur la 3ème interstrie surélevée à partir de ce niveau où ils sont très serrés. 1,5-2,4 mm.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HÔTES

C'est un Scolyte signalé en Afrique, Europe (Centrale et méridionale), Nord-est américain et en Asie. En plus du Thuya, il s'attaque au Genévrier dans les régions continentales et aux Cyprès (+autres espèces exotiques) sur la côte. **Chararas** (1962) pense que la présence de la thuyone (Cétone monoterpénique) dans le Thuya et le Génévrier peut expliquer la spécificité de *P.thujae* pour ces 2 essences et plus généralement pour les *Cupressinées*.

3. DEGATS

P.thujae n'attaque jamais des sujets vigoureux en parfait état sanitaire; elle préfère surtout des arbres en déséquilibre physiologique, exceptés les sujets morts depuis longtemps. Son développement se poursuit bien sur des sujets jeunes et sur des branches en sève de faible diamètre. Toutefois les femelles ne semblent pas creuser des galeries maternelles sur les branches sèches. Leurs galeries sont longitudinales et doubles avec une chambre d'accouplement centrale. Celles du genre *Hylesinus* sont transversales et en accolade.

4. BIOLOGIE

- **Emergences, accouplement et ponte**

Les premiers vols sont observés à partir d'Avril; ils s'échelonnent sur une période au de là du mois de juillet. Selon l'état de la plante hôte les jeunes adultes pratiquent leurs

morsures de maturation sur place ou quittent à la recherche d'un autre hôte encore en sève pour s'y nourrir et s'installer ensuite sur des branches propices à la ponte et au développement de leur progéniture. Les ♂ semblent émerger les premiers avant les ♀.
P.thujae est une espèce polygame: Le ♂ confectionne une chambre d'accouplement pour y féconder des ♀ dont chacune commence aussitôt à forer sa propre galerie maternelle. Après accouplement le ♂ se charge du nettoyage des galeries maternelles et de la sciure dégagée par les ♀ au cours de leur forage progressif.
Chaque ♀ peut pondre une trentaine d'œufs ou plus dans des encoches de ponte latérales à la galerie maternelle. Après ponte la ♀ peut s'installer dans un autre biotope où elle pratique des morsures de régénération pour effectuer une seconde ponte ou ponte sœur, mais le plus souvent la ♀ reste dans sa galerie, soit pour y hiverner ou mourir. Quant aux ♂, ils ne terminent pas leurs jours dans les biotopes qu'ils quittent après ponte,

- **Eclosion et développement larvaire**

L'activité larvaire ne devient intense qu'après la 2ème mue; elle serait étroitement liée au climat. En effet une humidité <4% peut engendrer une forte mortalité au bout de 6 à 9 jours. Les larves du 4ème stade seraient capables de s'enfoncer jusqu'à 4 mm de profondeur pour se nymphoser dans l'aubier lorsque l'écorce est très sèche. Chaque système compte plusieurs galeries larvaires irrégulières (2 à 7 cm de long), obliques ou longitudinales, qui rayonnent des 2 côtés de la galerie maternelle et qui impressionnent le bois.

- **Nombre de générations**

Il varie en fonction du cycle évolutif, qui à son tour dépend du climat local.
En altitude (≥ 650 m) l'espèce développe une seule génération: Ponte en Mai, suivie par un développement larvaire et nymphal échelonné sur 3 mois (Juin – Août), puis des émergences et une nouvelle ponte en Septembre.
Au contraire lorsque les conditions s'avèrent favorables l'espèce peut évoluer en deux générations avec possibilité de l'ébauche d'une 3ème génération:
Pour la première génération : La ponte a lieu en avril, le développement larvaire et nymphal s'échelonne jusqu'à juin et la 2ème ponte est mentionnée en juin.
Pour la seconde génération: Le développement larvaire et nymphal s'échelonne jusqu'en

Août, puis la nutrition et la 3ème ponte sont signalées en Août-Septembre. Au laboratoire Chararas (1974) a pu obtenir expérimentalement trois générations de *P.thujae* à 27°C.

By U.Schmidt, 2013 (Germany)

Photo 65 : *Phloesinus thujae*

CHAPITRE XII: LES SCOLYTES DU CHENE

I. LE SCOLYTE DU CHÊNE *Scolytus intricatus* Ratzburg. 1837

(Supertribu des *Scolytini*)

Synonymes: *pygmaeus* **Audoin** 1836 ; *peniciliatus* **Reitter** ; *lenkoranus* **Eggers** ; *simmeli* **Eggers**.

1. DESCRIPTION

- Mâle à front plat, à pubescence courte, développée surtout latéralement et en avant;
- Femelle à front très faiblement bombé, presque glabre sauf en avant et sur les côtés
- Pronotum aussi large que long, noir à reflets roux, grossièrement ponctué sur les côtés et en avant;
- Elytres brun rouge peu brillants, à stries et interstries sensiblement identiques, formées de rangées de points très rapprochés, serrés, enfoncés dans des sillons étroits et parallèles. Leur pubescence est formée de poils dorés et dressés, très espacés mais plus denses sur les côtés et le 1/4 apical où ils sont plus longs.
- Suture enfoncée seulement derrière l'écusson;
- Abdomen pubescent, le 5ème sternite étant recouvert de soies claires, courtes, spiniformes, mêlées à de minuscules petites écailles barbelées. Métasternum entièrement rugueux dans sa partie médiane;
- Facile à confondre avec *Scolytus carpini* Ratz. Le ♂ s'en distingue par ses deux pinceaux de soies dorées au-dessus des mandibules et la ♀ par un front plus plat et nettement bombé. La présence d'écailles barbelées sur le 5ème sternite, chez, *intricalus,* permet également de distinguer les deux espèces.

2. REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET PLANTES HÔTES

Très commun dans toute l'Europe (Moyenne et orientale, Russie, Italie, Sicile, Crimée, Caucase…) où il se trouve dans les forêts de Chênes (*Quercus robur e*t *Quercus*

pedonculata). Moins fréquent sur les Feuillus (Châtaignier, Hêtre, Orme, Charme, Bouleau, Peuplier…), sur lesquels il a été accidentellement signalé par divers auteurs.

3. DEGATS

S.intricatus serait un ravageur de faiblesse qui s'attaque aux arbres dépérissants, affaiblis ou même morts et abattus (Tiges de tout diamètre supérieur à 5cm, chablis, branches cassées, grumes…). A leur sortie, au printemps, les adultes pratiquent d'abord des morsures nutriciales à l'aisselle des pousses de l'année, à la naissance des bourgeons et sur les rameaux. Ils peuvent provoquer leur dessèchement ou leur chute lors au premier coup de vent. L'espèce peut s'attaquer parfois à des sujets sains situés sur la bordure.

A leur installation, les adultes creusent des trous de pénétration circulaires de diamètre inférieur à 3mm, ils s'installent sous l'écorce du tronc et des grosses branches. Ensuite chaque femelle fore pour son compte une galerie maternelle transversale et de 1 à 3 cm de long. Au fur et à mesure du forage, elle expulse des amas de sciure rousse et confectionne des encoches de ponte perpendiculaires à sa galerie. A leur éclosion, les larves creusent de nombreuses galeries enchevêtrées de 10 à 15 cm de long; elles sont perpendiculaires, très serrées et enfoncées profondément dans l'aubier, surtout à leur extrémité au niveau des logettes nymphales sculptées dans le bois. En soulevant les écorces on découvre un système subcortical dont les galeries hébergent à la fois des adultes, larves et nymphes.

Sur certains arbres âgés, les galeries, creusées à la base d'un tronc à écorce épaisse, chevauchent dans la profondeur corticale et n'impressionnent que faiblement l'aubier.

En fin du développement et après destruction des assises cambiales, l'écorce finit par se détacher, et la mort de l'arbre peut survenir rapidement à cette phase.

En plus de son statut de "ravageur" *S.intricatus* peut se comporter en vecteur d'une maladie cryptogamique due en Amérique du Nord à *Ceratocystis fagacearum*.

BIOLOGIE

A leur sortie, les jeunes adultes pratiquent leurs morsures de maturation pendant deux à trois semaines, sur des jeunes pousses à la base des bourgeons ou à l'aisselle des pousses de l'année. A leurs maturation, les adultes s'accouplent soit à l'extérieur, sur l'écorce des troncs ou lorsque la femelle est légèrement engagée dans son trou de pénétration.

Après fécondation, la femelle fore une courte galerie maternelle, transversale (1 à 4 cm) sous l'écorce au niveau du cambium. Elle y pond ses œufs dans des encoches de pontes jointives de part et d'autre de sa galerie.

A leur éclosion, les jeunes larves forent des galeries sinueuses perpendiculaires à la galerie maternelle et qui s'élargissent au fur et à mesure de leur développement pour atteindre une longueur finale de 10 à 15 cm. Au terme de leur développement, chaque larve du dernier stade creuse une logette profonde de nymphose pour y hiverner et s'y nymphoser en fin d'hibernation. Les premières émergences sont observées généralement au printemps coïncidant avec les premières chaleurs.

Dans la partie méridionale de l'Europe l'espèce aurait deux générations par an, dont les premiers vols sont observés en mai pour la première et en septembre pour la seconde (**Yates** 1984). En France tempérée et en Angleterre, il n'y aurait qu'une seule génération dont les vols s'échelonnent de mai à juillet.

Au Maroc aucune étude sur le cycle de cette espèce n'a pu être réalisée, mais il n'est pas exclu que ce scolyte évolue en deux générations dans les régions chaudes: une première qui commence au printemps pour se terminer avant la fin de l'été et une seconde qui couvrirait une partie de l'automne.

Photo 66 : Le Scolyte du Chêne *Scolytus intricatus* (Adam DSF/2006)

Logettes nymphales de *S.intricatus* /J.F Abgrall/2006/ CEM/ AGREF

Ecorce déhiscente sur arbre infesté Nagelsen /2006/ DSF

Système subcortical Nagelelsen /2006/ DSF

Photo 67: Dégâts de *S.intricatus* sur Chêne

II. LES *XYLOTERUS*

(Supertribu: *Ipini -Tribu: Xyloterina)*

Deux espèces monogames de *Xyloterus*, *X. domesticus* et *X. signatus* colonisent les chênes et l'hêtre. Leur taille varie au stade adulte 2,8 à 3,8 mm; leurs élytres seraient pourvues de bandes foncées longitudinales, alternant avec des bandes brun-jaune. Elles sont repérées par la présence de petits amas de sciure blanche sur les troncs.

Les deux espèces s'attaquent à des sujets abattus ou dépérissants sur pied. Les troncs ou branches de faible diamètre (15 cm) peuvent être endommagés jusqu'au cœur, alors que sur les gros diamètres, les dégâts seraient cependant limités à l'aubier.

Leur biologie est identique celle du Scolyte liseré *Trypodendron lineatum* (*Xyloterus lineatus*). Leurs émergences peuvent commencer en fin d'hiver ou début de printemps à des températures supérieures à 12° C. L'accouplement a lieu sur l'écorce du tronc ou à l'entrée de la galerie maternelle. Ensuite, la femelle reprend le forage de galerie à une profondeur qui peut atteindre 2 à 10 cm; elle est souvent ramifiée en 2ou 3 branches distinctes. Les œufs sont déposés dans des encoches de ponte confectionnées de part et d'autre de cette galerie.

Après éclosion, chaque larve fore une galerie larvaire perpendiculaire. L'ensemble des galeries larvaires est envahi rapidement par des champignons qui les colorent en brun foncé et qui nourrissent les larves. Les spores du champignon sont transportées ensuite par les futurs adultes qui les ensemencent dans les galeries maternelles lors du forage. La durée du développement larvaire serait de 10 semaines.

Au terme de leur de leur développement les larves du dernier stade se transforment en nymphes qui évoluent en jeunes adultes qui émergent pour hiverner dans la litière à partir d'août. Les deux espèces sont monovoltines (une génération /an), mais du fait de leurs réémergences possibles en différentes phases, il n'est pas exclu d'observer des générations sœurs responsables des attaques enregistrées au printemps et en été.

III. LES *XYLOBORUS*

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Xyleborina*)

Les *Xyleborus*. sp comptent parmi les Scolytides inféodés aux chênes. Y figurent *X.dispar* et *X.saxeseni* deux espèces polyphages déjà décrites sur arbres fruitiers et qui peuvent s'attaquer en plus au chêne, l'hêtre et la plupart des feuillus, voire même certains Résineux (pins, épicéa). Deux autres espèces *Xyleborus monographus* (Fab) et *Xyleborus dryographus* (Ratz) sont beaucoup plus liées aux chênes que les deux autres. Leurs adultes apparaissent au début du printemps, en avril-mai, mais plus tardivement que les *Xyloterus*; ils creusent souvent des galeries limitées à l'aubier (5 à 6 cm).
Seule, *X.monographus* (♂:2mm et ♀:3mm) serait l'espèce qui pénètre plus profondément dans le bois de cœur (duramen) infligeant ainsi d'importants dégâts. Elle creuse dans les écorces épaisses des galeries ramifiées, d'abord horizontales puis perpendiculaires qui peuvent atteindre 20 cm de long. Elle y hiverne pour sortir au pritemps et évoluer en deux générations chevauchantes échelonnées sur 3 à 4 mois entre Avril et Juin/Juillet.

IV. ***Xylosandrus germanus*** (Blandford, 1894)

(Supertribu des *Ipini* et tribu des *Xyleborina*)

C'est un scolyte polyphage, proche des Xylébores, il s'attaque aux Feuillus et Résineux. Il s'installe rapidement sur les chablis et grumes, sans pénétrer profondément dans l'aubier. Bien que ses dégâts restent limités, l'espèce doit être surveillée, elle est déjà signalée en Europe depuis très longtemps.

V. LE PLATYPE DU CHENE *Platypus cylindrus* F

(Fam. *Platypodidae* . Subfam. *Platypodina.*)

L'adulte est facile à reconnaitre; il est longiligne (4,5 à 5,8 mm de long). Inféodé en plus du chêne à l'hêtre et au châtaignier. En région méditerranéenne, c'est un ravageur exclusif de la subéraie. Sa présence est détectée par de la sciure blanche dégagée par les adultes qui, au cours du forage de leurs galeries, se nourrissent des mycéliums des champignons du genre *Ambrosia* de avec lequel ils vivent en symbiose. Leurs galeries sont parfois

forées profondément dans les bois morts en répandant les spores du champignon. L'espèce est monogame; c'est la femelle qui pénètre la première dans le bois pour forer une galerie maternelle pénétrante horizontale puis ramifiée en 2 bras (30 cm de long, 2 mm de diamètre) dans laquelle sont confectionnées de part et d'autre, des encoches de pontes latérales, où sont pondus les œufs, desquels vont éclore les larves qui à leur tour creusent des galeries larvaires qui s'élargissent selon leurs stades. Au terme de leur développement les larves âgées se nymphosent pour donner des adultes qui hiverneront dans le bois mort. A leur sortie au printemps, les nouveaux adultes reprennent leurs activités de forage et d'accouplement pour donner naissance à une seule génération dont les vols peuvent s'échelonner sur les mois de Juin – juillet.

VI. ***Scolytus carpini*** **Ratzeburg**

L'espèce est signalée dans le Midi et le Nord de la France. Jusqu'à présent, il n'a pas encore été mentionné au Maroc.

---

(1): Ne pas confondre le genre "*Platypus*" qui désigne en anglais l'Ornithorynque, un mammifère australien venimeux.

CHAPITRE XIII – LES PRINCIPAUX ENNEMIS NATURELS INFEODES A QUELQUES SCOLYTES DU MAROC

I/ INVENTAIRE DES ENNEMIS NATURELS

Par le nombre d'espèces et la variété de leurs adaptations, les ennemis naturels des Scolytides constituent une faune particulièrement intéressante.

Ils sont nombreux, et beaucoup d'entre eux sont communs à plusieurs espèces. Ils se développent aux dépens de différents stades de l'hôte dans le milieu subcortical. Certains même, comme les *Clérides* du genre *Thanasimus* s'attaquent aussi aux adultes.

L'étude biologique des ennemis de plusieurs espèces et de leur incidence comme facteurs de mortalité ont été abordées de façon approfondie par plusieurs auteurs: **Schvester** sur *R.rugulosus* (1950, 1957), **Lieutier** sur *Ips typographus* et *Ips sexdentatus* (1978, 1979, 1981, 1983), **Beaver** sur *Scolytus scolytu*s (1968), **Ashraf** & **Berryman** sur *Scolytus ventralis* (1970), etc. D'autres auteurs comme Graham et Goidanich (in Schvester 1957), Russo (1938), **Picard** (1921), Chararas (1962), **Chodjai** (1963) **Nikol'skaya** (1952), **Hedqvist** (1963)…, n'ont étudié la question que plus succinctement, sous forme d'observations biologiques d'ordre général, ou de descriptions souvent sommaires, mais, pour d'autres auteurs (Russo par ex.), les descriptions furent assez détaillées de la morphologie et de l'anatomie de quelques espèces, l'impact ou l'importance relative de chaque espèce n'étant indiqués qu'assez arbitrairement.

Nous nous proposons ici un inventaire des espèces associées aux Scolytides rencontrés du Maroc et un exposé des éléments recueillis sur leur biologie, leur action et leur intervention comme facteurs limitants. L'ordre dans lequel cet inventaire est donné, reflète l'importance que nous croyons pouvoir attribuer aux divers groupes, d'après les observations des différents auteurs sur leur constance et sur leur incidence.

I.1. Les Nématodes

Les principales espèces appartiennent aux familles suivantes (Lieutier & Laumond 1978): *Allantonematidae (Contortylenchus diplogaster*), *Rhabtidae, Panagrolaimidae, Bunonematidae, Diplogasteridae, Aphelenchoïdidae, …*

Au Maroc l'étude réalisée par Benazoun sur *R.amygdali*, n'a permis d'observer qu'un nombre très faible de larves âgées et prénymphes de couleur brune, paraissant malades ou parasitées par un endoparasite sur des échantillons dans des branches d'amandier, infestées provenant de Tafraout et de Beni Mellal.

La dissection de quelques unes de ces larves a révélé l'existence de dans le tube digestif des Nématodes qui n'ont pas pu être identifiés. En tout cas, le parasitisme par les Nématodes est assez courant chez les Scolytides, et qu'il a fait l'objet de nombreuses études, dont, en particulier celles de Ruhm et Chararas (1957) pour *Parasitorhbaditis hectographi* (*Rhabtidae*) chez *Dryocoetes hectographus* Reitt, et Nickle (1963) pour *Parasitorhbaditis* sp., chez *Ips confusus* W (Wood 1982) et Lieutier (1981) pour *Contortylenchus diplogaster* V (*Allantonematidae*) sur *I.sexdentatus*. La femelle de ce dernier Nématode accompagnée de ses œufs et de ses larves, provoque la formation d'une capsule cellulaire qui peut être libres dans l'hémocèle ou attachée au tissu adipeux de l'Insecte, Les capsules ainsi formées correspondent à une hypertrophie des cellules du tissu adipeux, aboutissant à la formation d'un syncytium. Les larves du Nématode qu'elles contiennent, s'en nourrissent, et les capsules âgées vides finissent par éclater et libérer leur contenu dans l'hémocèle de l'hôte (Photo. 68)

I.2. Les Acariens

Les Acariens associés aux Scolytides sont très nombreux. Certains se comportent en commensaux plus ou moins détritiphages se développant et se multipliant grâce aux conditions favorables que leur offrent les galeries comme les genres : *Rhizoglyphus* et *Thyroglyphus* signalés sur *P.scarabeoides* par **Russo** (1938). D'autres ne paraissent que phorétiques; ils sont transportés par les imagos sur les élytres, les fémurs ou à la face inférieure de l'abdomen des adultes de Scolytides. Selon **Lieutier** (1978), les principales espèces appartiennent aux familles des *Ascidae, Anotidae, Tarsonemidae* et *Oribatidae*. De même, sur les Scolytes des arbres fruitiers, de nombreuses formes sont observées, mais deux surtout furent décrites par plusieurs auteurs (Bruker 1900, Herfs 1926, Andre 1936, Oudemans 1936, Voukassovitch 1936 in **Schvester** 1957), **Moser** et al (1971 et 1972), **Benazoun** (1988), **Zeiri** (2015), …

Il s'agit de *Tarsonemidae* du genre ***Pyemotes* (*Pediculoïdes*) *ventricosus*** (NEWP) et ***Pyemotes scolyti*** (OUD). Le caractère spécifique distinctif de *P.scolyti* par rapport à *P.ventricosus* est selon **Oudemans** (in **Schvester** 1957) la présence chez la femelle de deux soies cylindriques courtes et robustes sur la face ventrale du 5ème article de la paire de pattes antérieures. Indiquons aussi que **Beaver** (1967) observa *P.scolyti* sur *Scolytus multistiatus* Marsham.

Les deux espèces peuvent hiverner à tous les stades, et la durée minimale de leur cycle est 5 à 6 fois moindre que celle de la proie et d'après **Taylor** (in **Schvester** 1957); leur dissémination est assurée par le vent, les oiseaux, par l'homme et voire même par certains insectes.

Au Maroc les investigations de **Benazoun** dans les régions de Tafraout, Taroudant et Beni-mellal ont permis d'observer une espèce du même groupe sans être identifiée avec précision, mais selon **Bounfour** (1986 comm. personn.) l'espèce serait plus proche de *P.ventricosus* que de *P.scolyti*, mais comme la nomenclature et la systématique des *Pyometes* furent révisées et modifiées par **Cross** et **Moser** (1975), il est possible même que les dénominations données par les auteurs précédemment cités aux espèces qu'ils ont décrites, ne correspondent plus exactement à cette nomenclature (Photo.69)

Le cycle de cette espèce semble correspondre à celui décrit par différents auteurs pour *P. scolyti ou P. ventricosus*. Il ne comporte ni stade hexapode, ni nymphe. Les jeunes femelles issues par viviparité d'une mère, se fixent sur une proie (larve de scolyte ou autre), la paralysent en y injectant leur venin et s'en nourrissent. Leur abdomen se gonfle démesurément (femelles "physogastres") et elles donnent naissance en peu de jours, par viviparité à de nouveaux jeunes. Ce sont généralement les mâles qui se montrent les premiers, demeurant sur le pédicule de la femelle mère, pour féconder les nouvelles femelles qui leur succèdent. Toutefois selon **Herfs** (in **Schvester** 1957) certains individus présentent une parhénogenèse arrhénotoque facultative.

P.scolyti ou P.ventricosus sont considérés comme polyphages; ils peuvent attaquer

selon **Schvester (**Essais d'élevages), outre les *Scolytidae* (*R.rugulosus, A.dispa*.), d'autres Cléoptères (*Buprestidae, Cerarnbycidae, Cucujidae*, *Tenebrionidae, Curculionidae*, dont les Calandres et Charançons), des Diptères et même des Hyménoptères dont les larves parasitent *P. ventricosus.*

L'espèce observée au Maroc par Benazoun (1988), vivant aux dépens de *R.amygdali* se trouve de façon plus ou moins régulière dans les galeries, dans les logettes et dans la vermoulure. Elle s'attaque à tous les stades du Scolyte (même malades ou parasités) et de ses ennemis naturels (Hyménoptères parasites et Coléoptère). Sa multiplication semble abondante et à une même larve du Scolyte à l'intérieure d'une même logette, on peut voir s'attaquer plus d'une vingtaine d'individus en 24 heures.

I.3. Les Coléoptères

De nombreuses espèces de Coléoptères sont signalées en association avec les Scolytides, mais dans la majorité des cas, leurs mœurs prédatrices, ne sont pas toujours clairement établies. Il s'agirait plutôt d'espèces commensales plus ou moins détriticoles. Selon plusieurs auteurs dont **Balachowsky** (1949), **Chararas** (1962), **Dajoz** (1980)…, l'action limitante des *Coléoptères* sur les populations des Scolytides est plus ou moins négligeable.

En ce qui concerne plus spécialement les Scolytides des arbres fruitiers, une liste de 13 espèces signalées par différents auteurs sur *R.rugulosus* a été dressée par **Schvester** (1957). Sur *R.mediterraneus*, **Gurevitz** ne mentionne aucune espèce et **Chodjai** ne signale que le Cucujide ***Laemophoeus ferrugineus*** STEPH

1.3.1. Famille des ***Cleridae***

Il s'agit de Coléoptères de taille moyenne, au corps allongé avec une pubescence dressée et des taches rouges, bleues, vertes. Yeux échancrés. Antennes en massue. Tarses munis souvent d'un prolongement lamelleux en dessous. Adultes floricoles et carnassiers. Quelques spécimens miment des Hyménoptères ou d'autres Coléoptères. Larves avec deux urogomphes, généralement prédatrices de larves xylophages :

- ***Thanasimus formicarius*** L est un prédateur des larves de plusieurs Scolytides, notamment *T.piniperda*, *Ips. typographus, Ips.sexdentatus* (Chararas 1970), *Scolytus .scolytus* (Beaver, 1967), *Tomicus (Blastophagus) destruens* WOLL (Laumond & Carle, 1971), et *P. scarabaeoides* (Jarraya in Arambourg 1986 et Gonzalez & Campos 1990a). Il peut provoquer une notable diminution des populations des Scolytides. Son efficacité serait étroitement liée au climat et au niveau de la pullulation de ses proies.
- ***Thanasimus rufipus*** BR prédateur des larves de *T.piniperda*, *I.sexdentatus* et *I.acuminatus*;

1.3.2. Famille des ***Cucujidae***

Ce sont des insectes de petite taille, au corps généralement élancé, tantôt cylindrique, plus souvent déprimé dorso-ventralement. Antennes filiformes ou en massue. Hanches antérieures arrondie ou faiblement transverses. Régime omnivore et détriticole. Fréquents sous les écorces, dans le bois mort, dans les galeries de divers Scolytes:

- ***Cryptolestes fractipennis*** MOTSCHULSKI. C'est une espèce rare et peu étudiée; elle a été signalée pour la première fois sur *R.amygdali* au Maroc par **Benazoun** en 1983 dans les amanderaies de Tafraout. La larve est de type campodéïforme, de 2 à 5 mm de longueur, de couleur blanche ou jaune, et de forme cylindrique. Elle a été rencontrée assez souvent dans les logettes nymphales ou dans la vermoulure. Son activité peut être détectée par ses excréments qui apparaissent sous la forme de petites boulettes ovales de couleur jaune ou blanche. L'adulte est de couleur brun-noir et a 2 à 3 mm de long. Le cycle biologique n'est pas déterminé (Photo.70).
- ***Laemophloeus juniperi*** GROV s'attaque directement aux larves de *R.amygdali*, *P.scarabeoides, P thuyae* et autres. Sur *P.scarabeoides*, *L.juniperi* semble l'espèce la mieux adaptée en Tunisie selon **Jarraya** (in **Arambourg 1986**) et en Espagne (**Conzalez & Campos 1990a)**. Son action prédatrice peut entraîner une mortalité annuelle de 0,1 à 3,42 %. (Photo.71)

- ***Laemophloeus hypobori*** PERRIS dévore selon Picard les détritus des galeries d'*Hypoborus ficus* ER
- ***Laemophloeus ferrugineus*** STEPH signalé sur *R.mediterraneus*, par Gurevitz
- ***Laemophloeus ater*** OL occupe des galeries vides où il se nourrit des exuvies et d'excréments larvaires sans montrer aucune spécificité pour le commensal;

1.3.3. Famille des ***Ostomatidae***

A corps allongé, parfois trapu. Antennes à massue de 3 articles. Hanches antérieures écartées. Tarses pentamères; à premier article très petit. Prédateurs de larves de Scolytides. Représentée par une seule espèce, ***Nemosoma elongatum*** **L**, signalée sur *P.scarabeoides* (**Benazoun et al**), sur *Hypoborus ficus* ER, *Pityogenes quadridens* HART et *Orthotomicus erosus* WOLL (**Chararas** 1962). C'est une espèce carnassière assez puissante; ses larves et adultes s'attaquent à tous les stades des Scolytes (Photo 71). Selon **Picard (**in **Chararas 1962)** les premières larves éclosent en avril – mai et développent plusieurs générations avant d'hiverner à l'état adulte. Toutefois, dans un climat doux et chaud, l'espèce peut reprendre son activité selon la rigueur de l'hiver et détruire une grande partie parmi les populations de ses proies.. Les premières éclosions de ses œufs commencent au printemps (Avril - Mai).

1.3.4. Famille des ***Peltidae*** (ou ***Trogossitidae***)

Très proche des ***Ostomatidae*** **.** Représentée par *certaines* espèces très voraces ; Les larves et les l'adultes s'attaquent à tous les stades de différents Scolytes sur Feuillus (*H.ficus, P.scarabeoides, X.saxesini, Cryphalus tiliae* PANZER, *Pityophtorus ramulorum* PERRIS) et sur Conifères (*O. erosus* et *Pityogenes quadridens* HART).

1.3.5. Famille des ***Staphylinidae***

C'est une vaste famille qui groupe plus de 30000 espèces brachyptères à élytres très courts à quelques exceptions. Taille très variable (1 à 30mm) et mode de vie très divers. Antennes filiformes ou moniliformes plus ou moins épaissies et sans massue nette. Mandibules fortes et robustes. Abdomen libre, bien sclérifié et très mobile; il peut se

redresser brusquement en posture d'intimidation quand l'insecte est effrayé. Leur régime alimentaire est surtout carnivore, mais il peut être phytophage, saprophage ou mycophage. Les œufs de grande taille, sont pondus en nombre restreint sans soins. Les principales espèces signalées sur les Scolytes seraient:

- ***Placusa tachyporoïdes*** WALT prédateur des œufs de *T.piniperda* et *I.sexdentatus*.
- ***Placusa porioides*** WALT et *Placusa complanata* ER attaquent *T.piniperda, T.minor, I.sexdentatus* et *Pityokteines curvidens* GERM.
- Autres espèces de plusieurs genres (*Rhisonimus, Nudobius, Coryphium, Leptusa, Phloeonomus, Phloeophora, Quedius, Homalium*) peuvent se comporter en prédateurs accidentels ou permanents.

1.3.6. Famille des ***Rhizophagidae***

Les Rhizophagides sont taille moyenne à très petite, de forme ovale et de couleur noire, verte ou bleue. Antennes de 11 articles dont les 2 ou 3 derniers forment une massue globuleuse. Elytres souvent courts découvrant souvent le pygidium. Tarses pentamères, dont le 4ème article est très petit. Deux espèces ***Rhizophagus depressus*** F (Photo. 71) et ***Pityophagus glischrochilus*** Shuckard seraient prédatrices des œufs de *T.piniperda* et divers scolytes**.**

1.3.7. Famille des ***Histeridae***

Ce sont des insectes, halophiles, xérophiles et scatophages, de taille moyenne ou faible. A corps convexe, fortement sclérifié, très lisse, fréquemment noir luisant, avec parfois des taches rouges. Tête prognathe, enfoncée sous le pronotum, à mandibules saillantes. Antennes coudées à massue fortement compacte. Elytres tronqués, découvrant les deux derniers tergites abdominaux. Pattes à tibias aplatis et denticulés sur le bord externe. Larves prédatrices à corps mou, une tête prognathe et à urogomphes biarticulés. Certaines espèces semblent s'attaquer aux Scolytides. Ne sont mentionnés que deux genres: *Platyosoma* et *Paromatus*, mais c'est surtout l'espèce ***Platyosoma oblongum*** F qui est qualifiée de prédateur des larves d'*Ips sexdentatus*.

1.3.8. Famille des ***Tenebrionidae***

Deux espèces, ***Hyophloeus pini*** PANZ et ***Hyophloeus linearis*** peuvent se nourrir des œufs et des jeunes larves de *T.piniperda* et *Ips sexdentatus*.

1.3.9. Famille des ***Zopheridae (Colydoidea***)

Au sein de cette famille ***Aulonium trisulcum*** GEOFF (*Aulonium trisulcatum*) attaque les larves des scolytes de l'orme et ***Aulonium ruficorne*** OL, celles d'*Orthotomicus.erosus.*

I.4. Les Hyménoptères

C'est parmi les Hyménoptères que l'on rencontre les ennemis naturels les plus constants et les plus abondants; ils jouent un rôle assez important dans le contrôle naturel des populations de Scolytes; ils s'attaquent principalement aux larves âgées, prénymphes et nymphes. Ils peuvent détecter leurs hôtes grâce à l'échauffement provoqué par l'activité des larves (**Bouletreau 1988**), aux phéromones émises par les partenaires sexuels des scolytes (**Menier** 1984) et aux récepteurs localisés dans l'ovipositeur (**Dix** et **Franklin**, 1978). Les femelles déposent leurs œufs sur les larves en introduisant leur oviscapte à travers l'écorce; la descendance se développe ainsi aux dépens des individus parasités.
Ces sont rarement spécifiques mais peuvent avoir un préférendum pour les représentants d'un genre et d'une tribu ou d'une sous famille. Selon **Balachowsky** (1963) leur rôle est nettement plus marqué que celui des autres parasites et prédateurs.

La liste des Hyménoptères parasites associés aux Scolytes du Maroc reste limitée à une vingtaine d'espèces : Par exemple, pour le Scolytes de l'olivier *P.scarabeoides*, **Benazoun** (1992) a pu dénombrer sur les échantillons prélevés dans la région de Taroudant cinq familles (*Bethylidae, Braconidae, Eupelmidae,Eurytomidae* et *Pteromalida*e), représentées par douze espèces dont les principales furent déjà identifiées par Boucek Zdenek (*Natural History Museum, London*) et décrites par **Benazoun** et **Schvester** (1990) sur *R amygdali.* Gonzalez & Campos (1990a) en recensent quinze en Espagne, alors qu'**Arambourg** (1964) ne signale en Tunisie que quatre espèces *d'Eurytomidae* et de *Pteromalidae.*

Le catalogue de Thompson (in **Chraras** 1962) mentionne 23 espèces réparties en 17 genres pour *R.rugulosus* dans divers pays d'Europe et le Canada et 12 espèces, réparties en 10 genres pour *R. amygdali* (en Europe seulement).

En forêt on retrouve presque les mêmes familles d'Hyménoptères parasites, associées aux Scolytides. Toutefois leur étude ne semble pas être assez poussée. Nous ne limitons à présenter seulement l'inventaire des parasitoïdes reconnus actifs par espèce de Scolyte selon les observations de différents auteurs à travers le monde.

Les Hyménoptères parasites des scolytes figurent parmi les Térébrants (*Eurytomidae, Pteromalidae, Braconidae, Eupelmidae*…) et les Aculéates (*Bethylidae, Formicidae*)

I.4. 1. La famille des *Eurytomidae*

La famille des *Eurytomidae* regroupe des Chalcidiens d'une grande diversité comportementale (Photo.74 n°3) En effet, il existe dans cette famille à la fois des espèces gallicoles et des espèces parasites qui peuvent se développer en endoparasites, ectoparasites, cleptoparasites ou même en parasites oophages. Sur *R.amygdali* et *P.scarabaeoides* **Benazoun** (1988) a identifié deux espèces: *Eurytoma arctica* BOHEMAN et *Eurytoma morio* BOHEMAN décrites notamment par **Hedqvist** en 1963. Elles se distinguent entre elles par les mandibules relativement moins grandes, et les palpes labiaux moins développés chez *E.arctica* que chez *E.morio*.

- ***Eurytoma arctica*** BOHEMAN (Syn *Eurytoma auricoma* MAYR)

  C'est une espèce polyphage qui peut s'attaquer outre les Scolytes à d'autres xylophages (Bruches et Charançons) et elle peut s'y comporter en hyperparasite. Elle est signalée sur *S.multistriatus*, *T.piniperda*, *Hylesinus crenatus* F, *Hylesinus fraxini* P, *I.typographus* et *Orthotomicus proximus* E. Au Maroc elle est rapportée sur *R.amygdali* et *P. scarabeoides*.

- ***Eurytoma morio*** BOHEMAN est signalée sur *P.scarabaeoides, H.oleipeida, Hylesinus* (*Leperesinus*) *varius* FAB, *R.amygdali*, *R.mediterraneu, R.rugulosus, S.mali, Pityogenes chalcographus, I.typographus.*

  C'est une espèce assez commune, de 1,5 à 3,5 mm de longueur avec des yeux roussâtres et des pattes brun-jaunâtres. Comme la première espèce *E.morio* peut se comporter en hyperparasite en se développant aux dépens de *Coeloïdes bostrychorum* et *C.melanotus* (*Hym. Braconidae* parasites de *L.varius*).

  E.morio est l'espèce la plus dominante qu'a pu recenser **Arambourg** en 1964 à chaque génération du Neiroun, marquant ainsi une coïncidence remarquable de son cycle avec celui de son hôte. **Gonzalez et Campos (1990a)** lui attribuent un taux de parasitisme équivalent à 2,7%.

- ***Eurytoma massi*** RUS est signalée en Italie Sicile sur *R.amygdali*, *P.scarabeoides* (Sicile), *H oleiperda*, *L.varius,* et *Chaetoptelius vestitus* MULS. Au Maroc elle n'a pas été rencontrée. Après hibernation à l'état larvaire, les adultes émergent au début du printemps et pondent sur les larves et nymphes de leurs hôtes des œufs qui évoluent entre 20 et 30 jours.

Bien que les deux premières espèces *E.arctica* et *E.morio*, semblent être les Térébrants les mieux représentés après les *Pteromalidae,* elles ont été très peu abondantes dans les galeries de *R.amygdali*. En fait **Benazoun** (1984) n'y a rencontré qu'un seul individu de chacune d'elles sur amandier à Tafraout, alors que selon d'autres auteurs certaines espèces peuvent être considérées parmi les plus importantes et les plus efficaces comme c'est le cas d'*Eurytoma mali* Bugbee (1967), sur les Scolytes de l'Olivier et de l'Amandier, et d'*Eurytoma sp*, parasitoïde commun des Scolytides des Arbres fruitiers (**Picard** 1921, **Gurevitz** 1975) et des Conifères (**Chararas** 1962).

I.4. 2. La famille des *Pteromalidae*

- ***Raphitelus maculatus*** WALK.

  Sa morphologie est détaillée par **Russo** (1938) et **Hedqvist** (1963) (Photo.72):

  Longueur 1 à 2,5 mm. Tête et thorax bleu métalliques. Abdomen brun noir.

C'est une espèce commune qui se comporte en ectoparasite exclusif des larves et des nymphes de plusieurs espèces de Scolytides des Feuillus et des Conifères, et parfois même de Charançons (Cas de *Pissodes* sp sur pin). Signalée en France comme parasite de *R.amygdali, R.rugulosus* et *Hypoborus ficus*; en Angleterre sur *S.mali*; en Bulgarie sur *S.mali* et *R.rugulosus*; en Italie sur *P.scarabeoides, H.oleiperda* et *H.fraxini*; *R.amygdali; Hylesinus vestitus* REY; en Pologne sur *R.rugulosus* et *H.fraxini*; en Roumanie et en Russie sur *R.rugulosus* et enfin en Iran et en Israël sur *R.mediterraneus.*

Au Maroc *R.maculatus* était bien rencontré par **Benazoun** sur *R.amygdali* en 1984 dans les amanderaies de la région de Tafraout et sur *P.scarabeoides* en 1992, dans les oliveraies de la région de Taroudant. Il peut déposer jusqu'à 44 œufs dont la descendance accomplirait son cycle de développement en 17 jours. Il s'en suit trois générations dont le taux de parasitisme peut atteindre jusqu'à 37% (**Gonzalez et Campos** 1990c).

- ***Cheiropachus qudrum* (F)** (Synonyme ***Cheiropachus colon*** L)

  La morphologie et l'anatomie de ce parasite sont décrites en détail par **Russo** (1938) et **Hedqvist** (1963) (Photo.72):

  Taille de 2 à 4,5 mm. Adulte de couleur noir-métallique; ses ailes antérieures portent deux taches brunes.

  Larve plus grande, plus ou moins étroite, plus allongée, courbée parfois en arc sans replis latéraux, moins élargie au milieu, que les larves d'autres parasites rencontrés. Sa pilosité étant très réduite; elle se compose d'épines courtes. Lorsqu'elle devient très grosse à son dernier stade larvaire, ses segments abdominaux paraissent assez distendus et distincts ventralement.

  C'est une espèce protandrique polyvoltine à développement plus rapide que celui de son hôte (Deux générations peuvent se succéder sur une même génération du Scolyte). Elle se comporte en ectoparasite qui paralyse surtout les larves âgées de

différentes espèces de Scolytides:

- *R .amygdali* (**Benazoun** 1988) sur arbres fruitiers à noyau au Maroc;
- *P.scarabeoides* (**Benazoun** 1992) sur olivier au Maroc;
- *R.mediterraneus* en Iran (**Chodjaï** 1963) et en Israël (**Mendel & Gurevitz** 1985);
- *R.rugulosus* (**Schvester** 1957) sur arbres fruitiers à noyau en France;
- *H. oleiperda* (**Jarraya** in Arambourg 1986) et *P.scarabaeoides* (**Arambourg** 1964) sur olivier en Tunisie;
- *P. scarabaeoides* et *L varius* (**Lozano et Campos** 1991a) sur olivier (Espagne);
- *Ips typographus, Drycoetes autographus* RATZ et *Phloesinus bicolor* BRUL (**Chararas** 1970) sur Conifères et *S.multistriatus* (**Hajek** et al 1985) sur orme.

C.quadrum est réparti largement à travers le monde, il est signalé en Europe, en Turkestan, aux U.S.A, au Canada, en Amérique latine, en Afrique du Nord. Au Maroc il est considéré comme le parasite le plus abondant récolté sur les tronçons d'amandier, infestés par *R.amygdali* ou d'olivier par *P.scarabeoides* dans des proportions qui varient d'une année à l'autre, et d'une génération à l'autre. Selon Gurevitz l'effectif des adultes émergeants en Israël est très important vers le mois de mars (1er vol) et faible en mai (2ème vol) et en août (3ème vol).

En cas de disponibilité d'assez d'eau et de nourriture en milieu d'élevage contrôlé (22 ± 4°C de température, 60 ± 5% d'humidité relative, et 16h/8 de photopériode) Gonzalez et Campos (1990c) notent que *C.quadrum* peut se développer sans difficultés au bout de 20 jours, et engendrer sur une même génération du Neiroun, trois générations entre mai et juin. Les taux de parasitisme évalués à cette période peuvent varier de 17,5 à 60%. Les femelles sont fécondées dès qu'elles émergent et ne commencent à pondre qu'après 2 à 10 jours de préoviposition. Les larves éclosent en principe deux jours après ponte, et se transforment après une dizaine de jours en nymphes qui donnent naissance à des adultes après 5 à 4 jours de nymphose.

- ***Cerocephala eccopotogastri*** MASI (Synonyme ***Cerocephala cornigera*** WESTW)

  C'est un parasitoïde solitaire dont les larves apodes sont trapues, vermiformes, de couleur le plus souvent grise. Elles se comportent également en ectoparasites des larves, des prénymphes et nymphes de plusieurs Scolytes notamment (Photo.73):

  - *R .amygdali* sur arbres fruitiers à noyau au Maroc;
  - *R. amygdali*, *H.oleiperda*, *H.varius, P.scarabeoide* et *H. vestitus* en Italie..

- ***Rhopalicus tutela*** WALK

  C'est un parasite des larves et des nymphes des scolytes des genres *Tomicus*.sp *Orthotomicus.*sp. et *Xyleborus*.sp. Il est assez répandu au monde.

  Il hiverne à l'état larvaire ou nymphal dans les lieux de son émergence.

  Les premiers vols sont enregistrés au printemps; il évolue en 1 à 2 générations/an selon la rigueur de l'hiver.

  Le taux de parasitisme des larves de *T.piniperda* par cette espèce, peut atteindre 84% selon Nunberg, 60% selon Thalenhorst, 20 à 25% selon Lovaszy et seulement 6% selon Boucek (in **Chararas** 1962).

  A la température de 26° C, les adultes de *R.tutela*, seraient plus actifs dans la recherche des larves et nymphes à parasiter. Leur activité continue jusqu'à 14°C, pour diminuer à 9°C et s'arrêter à partir de 4°C. Il s'en suit une hibernation lors des périodes froides qui entravent la multiplication du parasite.

- ***Dinotiscus capitatus*** FÖRST

  Signalé sur plusieurs genres: *Scolytus* (*Ruguloscolytus*), *Cryphalus* (*C.piceae* sur cèdre), *Hylurgops, Polygraphus, Pityogenes, Dryocoetes*…

  L'espèce hivernerait à l'état larvaire. Les émergences s'échelonnent sur les mois de l'été jusqu'à septembre durant lesquels les femelles pondent et donnent naissance à des larves qui hivernent entre novembre jusqu'entre mai et juillet.

- ***Rhoptrocerus (Pachyceras) xylophagorum*** RATZ : En plus de 22 espèces de Scolytides, non signalées au Maroc, *R.xylophagorum* peut parasiter *Cryphalus piceae*. Il pénètre à l'intérieur des galeries larvaires par le trou de pénétration du

scolyte ou par une anfractuosité de l'écorce. Dans les branches à écorce mince le parasite pond à travers l'écorce en utilisant les trous d'aération de son hôte.

Son cycle évolutif suit de près celui de l'hôte (Hibernation à l'état larvaire et nymphose dans les cocons au printemps suivant), ce qui laisse supposer que l'on peut rencontrer tous les stades du parasite dans le milieu subcortical après la ponte et l'éclosion larvaire des scolytes.

- ***Melacolus unifasciatus*** FÖRST parasite de *P.thuyae* en France et ***Diglochis omnivora*** WALK, parasitoïde d'*I.acuminatus* et autres espèces.

I.4. 3. La famille des *Braconidae*

Deux genres sont associés aux Scolytes: ***Dendrosoter.sp*** (Photo 74 n°1) et ***Coeloides.sp***.

- ***Dendrosoter protuberans*** NEES

L'adulte mesure 2 à 4 mm de long, de couleur brune claire, avec des yeux noirs et des antennes plus longues que la tête et le thorax. Son abdomen non pétiolé est muni chez la femelle d'un oviscapte visible.

L'espèce ne semble se développer que sur les Scolytides: Sur Conifères elle parasite *Pityogenes quadridens, Orthtomicus suturalis* GYLL*, T.piniperda* et *T.minor* (**Chararas** 1962). Sur cerisier, elle est rapportée sur *R.rugulosus* par **Mendel** et **Gurevitz** en 1985 en Israël. Sur olivier elle est signalée sur *H.oleiperda* et *P.scarabaeoides* en Tunisie (**Jarraya** in **Arambourg** 1986), et sur *L.varius et P.scarabaeoides* en Espagne (**Lozano** et **Campos** 1991a). Au Maroc plusieurs individus ont été dénombrés par Benazoun (1992) sur des branches infestées par le Neïroun *P.scarabeoides*.

D.protuberans peut représenter 52% des Hyménoptères associés à *L.varius*; elle peut détruire 13% de ses populations, alors que sur le Neiroun elle n'est pas capable de parasiter plus de 0,7% d'individus selon **Gonzalez et Campos** (1990a)**.**

- ***Dendrosoter middendorfi*** RATZ

C'est un parasitoïde des larves des Scolytes dont *T.piniperda, C.piceae, Pityogenes.sp Orthotomicus.sp, Ips.sp*; et autres.

La femelle pond ses œufs sur les larves abritées de préférence par une écorce très mince.

C'est dans la galerie larvaire que la nymphose a lieu dans un cocon jaunâtre long de 4 à 5 mm. Noter qu'on peut déceler sur la face externe de l'une des extrémités de ce cocon les restes de la capsule céphalique de la larve parasitée. L'adulte de *D.middendorfi* sort par son propre trou (petit et rond) ou par un trou de sortie du scolyte, plus grand.
Sur *C.epiceae*, l'espèce aurait 1 à 2 générations selon la région et l'essence forestière.

- ***Dendrosoter ferrugineus*** MARSH **et *Dendrosoter flaviventris*** FORST

La première espèce est un parasitoïde principal du Neiroun *P.scarabeoides* en Tunisie (**Jarraya** in Arambourg 1986)**.** Elle n'a pas été rencontrée au Maroc sur ce Scolyte.
La deuxième espèce est mentionnée par Chararas (1962) sur *I.acuminatus* et *Pityogenes trepanatus* NÖRDL.

- ***Coeloïdes bostrychorums*** GIR

Parasitoïde des *Orthotomicus.sp* et des *Cryphalus.sp* notamment *C.piceae.* Après hibernation à l'état de larves ectoparasites, les adultes émergeraient entre mai et septembre. Le nombre de ses générations varie de 1 à 3 selon le cycle de son hôte et du climat de son biotope. Les œufs pondus en été (août) donnent en septembre naissance à des larves qui hiverneront pour n'évoluer en adultes qu'en juin juillet suivant.

- ***Coeloïdes abdominalis*** ZETT: Inféodé à *T.piniperda, I.sexdentatus* et *I.acuminatus*.

I.4. 4. La famille des *Mymaridae*

Au Maroc, la famille est représentée par ***Octonus vulgatus*** HALIDAY, rencontrée dans les galeries de *P.scarabeoides* par **Benazoun** (1992).
C'est une espèce noire, d'environ 2 mm de taille avec des yeux sombres et des antennes brunes (10 à 11 articles chez la ♀ et 13 chez le ♂). Nervure marginale courte, ne dépassant pas le tiers dd la longueur de la côte. Le 2ème segment abdominal étant cylindrique, étroit, formant un pétiole de longueur variable, beaucoup plus long que large.
Les larves de ce groupe se comportent souvent en endoparasites oophages des *Coléoptères, Hyménoptères, Lépidoptères, Névroptères* et autres.

I.4. 5. La famille des *Eupelmidae*

C'est une famille représentée par des parasites oophages à corps allongé. Les femelles étant souvent aptères ou brachyptères.

- ***Eusandalum merceti*** BOLIVAR (Syn ***Polymoria merceti*** BOLIVAR 1926):

C'est un ectoparasitoïde des larves et des nymphes du scolyte de l'amandier *R.amygdali*; il fut rencontré pour la première fois en Tunisie par **Zeiri** (2015) dans des galeries de branches d'arbres fruitiers à noyau, infestés (Amandier, prunier, abricotier et pêcher). L'aile antérieure de l'espèce est clair-jaunâtre; sa nervure postmarginale est à peine plus longue que la nervure stigmale ou non. Tête à crête frontale grossièrement alvéolée avec seulement 2 rangées verticales d'alvéoles en forme de râpe, situés entre l'orbite interne et les scrobes. Femelle ayant un oviscapte très long; son dernier tergite abdominal étant compressé latéralement et plus de deux fois plus long que large (Photo.74 n°2)

- ***Eupelmus urozonus*** DALMAN (1820) mentionné sur sur *R. amydali*.
- ***Eupelmela vesicularis*** L est un parasitoïde polyphage qui se comporte parfois en hyperparasite.

I.4. 6. La famille des *Torymidae*

Torymus.*sp* est rapportée par **Chararas** (1962) sur les *Ips.sp.* Ell est de forme allongée, de couleur métallique. Mâle aptère. Parthénogénétique. Parasite des œufs ou des larves.

I.4. 7. Autres familles de Térébrants

Ichneumonidae (*Pimpla alternas* GRAV sur *I. typographus* et *Ephialles extensor* L sur *Dendroctonus micans*), ***Eulophidae*****,** ***Encyrtidae*** et ***Diapriidae.***

Parmi les Hyménoptères ***Aculéates,*** les familles des *Bethylidae* et *Formicidae* semblent les plus mentionnées sur les Scolytides.

I.4. 8. La famille des *Bethylidae*

Représentée par deux espèces proches l'une de l'autre: *Cephalonomia hypobori* KIEFFER et *Cephalonomia cursor* WESTWOOD déjà décrites par **Russo** en 1938**.** Sur olivier, n'ont

été repérés au Maroc, que 2 adultes de *C.hypobori,* et 3 de *C.cursor* dans les galeries de *P.scarabeoides.* Les deux espèces seraient donc d'importance secondaire; leur taux de parasitisme ne dépasse guère 0,05% en Espagne selon **Gonzalez et Campos (1990 a**).
Sur amandier au contraire *C.hypobori* est considérée comme le premier ennemi de *R.amygdali* (**Benazoun** & **Schvester 1990**).

- ***Cephalonomia hypobori*** KIEFFER

  C'est une espèce commune à plusieurs Sco1ytides, signalée sur *R. mediterraneus* par **Gurevitz** (1976) en Israël et par **Chodjai** (1963) en Iran. En France c'est **Picard** (1921) qui l'a citée comme parasite exclusif de *R. amygdali, R. rugulosus* et *Hypoborus ficus.* Ses larves sont apodes, plus ou moins effilées, de couleur hyaline et ensemencées par des petits points blancs sur la face antérieure et postérieure du corps de l'insecte. Ces larves se comportent en ectoparasites qui vivent en groupes de 2 à 12 individus sur la même larve ou prénymphe de *R.amygdali*. Elle compte également parmi les espèces les plus fréquentes sur *R.amygdali* dans les amanderaies marocaines (Photo.75)
- ***Sclerodermus domesticus*** KLUG

  C'est un parasite occasionnel des Scolytides. Le mâle est ailé. La femelle est aptère: 2–5 mm de long. Couleur noir brun. Après pénétration, la ♀ paralyse les larves des scolytes avec son venin et y pond ses œufs. Signalée en Espagne, Italie, France, (Allemagne), Royaume-Uni, ancienne Yougoslavie, Proche-Orient, États-Unis et Costa Rica.

I.4. 9. La famille des ***Formicidae*** : On signale *Formica rufa*, prédateur des adultes.

I.5. Les Diptères

Lieutier (1979) cite les familles suivantes avec quelques espèces représentatives:

- ***Dolichopodidae*** (*Medetera signaticornis* LOEW)
- ***Stratyomiidae*** (*Pachygaster minutissima* ZETT)
- ***Lonchaeidae*** (*Lonchaea zetterstedti* Becker)
- ***Sciaridae*** et ***Anthomyiidae***

II/ ELEMENTS DE BIONOMIE DE QUELQUES PARASITOÏDES

Il n'est pas toujours possible étant donné le mode de vie des parasites, d'évaluer avec exactitude la durée de leur développement. Les observations fragmentaires faites sur les Hyménoptères parasites de *R.amygdali* ou *P.scarabeoides* indiquent cependant que leur développement est assez rapide. Celui des larves se termine par exemple au bout de 16 jours pour *C hypobori* et 10 jours pour *C.eccopotogastri*, alors que la nymphose serait respectivement de 11 et 14 jours environ.

L'analyse de la structure d'âge des parasites peut être faite en distinguant au moins les 3 phases de leur développement: Larves, nymphes et adultes. Ceci donne pour certaines espèces, des indications sur le schéma du cycle et le nombre annuel de générations. Cette analyse doit être faite systématiquement lors des observations sur les tronçons prélevés dans la nature pour analyse de la composition démographique des Scolytes.

Ensuite le suivi des émergences des Hyménoptères, peut être fait conjointement avec celui du Scolyte. Les orifices d'émergence des parasites sont aisément reconnaissables à leur diamètre plus petit. Toutefois, ces observations ne peuvent être que globales, sans possibilité de distinction entre les espèces. On se limite dans ce paragraphes aux deux espèces mentionnées ci-dessus à savoir :

1/ *C.hypobori* : Elle peut hiverner à tous les stades; elle poursuit son développement en hiver profitant d'adoucissements de température. Elle évolue en trois générations:

Une première génération qui se termine en avril;

A partir d'avril-mai se développe une nouvelle génération qui semble se terminer vers juin-juillet. Il est très possible que dès lors, les générations du parasite se chevauchent et il n'est plus possible de les délimiter.

L'évolution des populations en fin d'année (octobre à décembre) suggère cependant l'existence d'une dernière génération, destinée à passer l'hiver.

Il apparait ainsi au moins trois générations dans l'année, sinon quatre si l'on tient compte des possibilités de chevauchement, plus ou moins synchrones avec celles du Scolytide. Observons que **Mendel** et **Gurevitz** (1985) indiquent que les parasites de Scolytides de l'amandier (*R.amygdali* et *R.meditrraneus*) dont *C.hypobori* pourraient établir au moins

six générations dans l'année. Par rapport à notre propre estimation, ce chiffre paraît élevé. Il est possible que les conditions climatiques de Tafraout, à nuits froides, même en été ralentissent effectivement le développement.

2/ *C.eccopotogastri* : Elle hiverne surtout à l'état larvaire. Ses adultes apparaissent en mars-avril et donnent naissance à une nouvelle génération (larves en mai et juin). L'apparition d'un taux élevé d'adultes en septembre indique qu'une nouvelle génération prendrait naissance à cette époque.

2/ *C.quadrum* Il est encore moins possible de donner d'indications sur le cycle, de cette espèce dans la région, de Tafraout, étant donné l'irrégularité de sa présence et la faiblesse de ses effectifs.

Pour l'ensemble de ces parasites, les périodes d'émergence coïncident remarquablement avec celles de *R.amygdali*.

Dans le cas de *P.scarabeoides* les Hyménoptères parasites sortent dans la majorité des cas un peu plutôt que les adultes de leur hôte. Leur activité d'émergence n'est pas interrompue en hiver. Ceci se traduit par un certain décalage entre les périodes de vols de l'hôte et de ses parasites. En tout cas quatre vols d'Hyménoptères peuvent se succéder entre novembre et juillet: un 1er vol entre novembre et décembre, un 2ème entre janvier et février/mars; un 3ème entre mars et avril / mai, un 4ème entre mai et juillet et deux autres vols entre entre juin et novembre: un estival, entre juin et septembre et un autre automnal, assez long entre août et novembre; avec des décalages par rapport aux sorties de l'hôte.

Donc, six générations d'Hyménoptères parasites au moins peuvent se succéder sur le Neiroun. **Gonzalez et Campos (1991)** notent en Espagne cinq générations successives sur une seule génération de *P.scarabeoides*,

III/ INCIDENCE DES ENNEMIS NATURELS COMME FACTEUR DE MORTALITE

L'évaluation de l'incidence des divers facteurs sur les populations de Scolytides en général se heurte à de nombreuses difficultés. L'une d'elles est leur cycle de vie (particularité qui n'est d'ailleurs pas absolument propre à cette famille) présente deux phases : une phase "aérienne" de l'émergence de l'adulte à son implantation sur un nouvel hôte, et une phase de développement subcortical, de la femelle pondeuse à l'œuf, puis à l'adulte de nouvelle génération prêt à émerger.

L'évaluation des facteurs intervenant au cours de la phase aérienne est pratiquement inaccessible. Cette phase pourrait être extrêmement courte puisque, en élevage, les insectes tout récemment émergés sont en mesure d'attaquer pratiquement immédiatement les branches qui leurs sont offertes. Mais il faut admettre que dans les conditions naturelles, elle puisse être prolongée : la recherche d'une plante hôte adéquate et réceptive peut nécessiter certains délais, au cours desquels peuvent intervenir divers facteurs (perturbations climatiques, pluies, vents rabattants, ...etc., prédateurs tels que les oiseaux). Ceci plausible, mais demeure cependant une hypothèse, faute de moyens de vérification.

D'autres facteurs encore peuvent intervenir sur le devenir des insectes attaquants une fois qu'ils sont parvenus sur un hôte. Il s'agit en particulier des réactions possibles de celui-ci notamment sous forme d'exsudations de gomme. Sur certains arbres, le nombre d'attaques se traduisant par des exsudations de gommes ou de résine est assez supérieur au nombre d'attaques réussies, c'est-à-dire d'insectes finalement implantés. Inversement on observe certains arbres où l'implantation des scolytes peut avoir lieu sans que se produise de gomme ainsi que des arbres avec exsudations de gommes mais sans attaques réussies. Il n'est pas possible de déterminer avec certitude si tous les points d'exsudation de gomme représentent des tentatives d'implantation, ou seulement des piqûres de nutrition. On constate cependant assez souvent des insectes attaquants morts englués dans la gomme. Il est probable que, pour certains individus-arbres au moins, une attaque massive soit nécessaire pour parvenir à vaincre les effets de ces réactions. Ce caractère massif des

attaques est induit, chez de nombreuses espèces de Scolytides par les phéromones produites par les premiers attaquants.

C'est au cours de la phase subcorticale d'un Scolytide qu'il y a plus de possibilités d'évaluer la mortalité. Les méthodes d'observations utilisées au Maroc sur les scolytes de l'amandier et de l'olivier, sont exposées en détail au chapitre 10.

La première consiste à dénombrer tout le contenu de chaque système subcortical après la fin des émergences des Scolytides. La deuxième est constituée par l'analyse des taux de mortalité observés lors des observations périodiques sur la composition démographique des populations du Scolyte. Cette analyse peut apporter quelques précisions sur les stades critiques de la vie de l'insecte, mais sans que l'on puisse connaître le devenir des populations analysées.

Toutefois, ni l'une, ni l'autre des deux démarches ne permet de distinguer complètement la part de mortalité qui revient aux différents facteurs. Il est possible d'évaluer assez correctement la mortalité due aux ennemis naturels bien que là aussi elle persiste avant leur complet développement, par compétition interspécifique, ou pour toute autre cause.

La mortalité du Scolyte pour toutes les autres causes ne peut être évaluée que globalement. Il n'est pas possible de distinguer l'action des facteurs endogènes d'origine génétique ou physiologique (malformation à la naissance, non viabilité génétique, etc.) du rôle de facteurs exogènes (facteurs climatiques, facteurs liés au végétal dont la qualité de nourriture par exemple).

Nous tentons dans ce qui suit une évaluation de l'action des ennemis naturels, puis une interprétation de l'action des autres facteurs, notamment climatiques, par confrontation, pour ces derniers avec les données météorologiques.

Les prédateurs, notamment les Coléoptères et les Acariens (*Pyemotes.sp*) se montrent parfois assez actifs, mais de façon très sporadique sur les différents stades de *R.amygdali* et

P.scarabeoides. Cette réduction de l'activité prédatrice, revient au caractère occasionnel et commensal de ces Arthropodes dans les systèmes subcorticaux.

Quant aux Hyménoptères parasites, le Bethylide *C.hypobori* apparaît plus actif sur *R.amygdali* que sur *P.scarabeoides*. Plusieurs de ses larves peuvent parasiter un même hôte. En fait un "sondage" précis effectué en 1982 sur 70 logettes de nymphose profondes de *R.amygdali* recélant le parasite, a donné une moyenne de 4 larves du parasite par logette (Photo.76).

Mais, le Pteromalide *C.quadrum* est considéré comme le parasite le plus abondant dans les galeries des deux espèces. Les taux de parasitisme enregistrés varient selon les mois de 0,4 à 22%. Les plus élevés ont été observés en novembre (22%) et en avril (11%). L'autre Pteromalide *C.eccopotogastri* s'est toujours révélé moins constant.

On constate que l'action des ennemis naturels ainsi évaluée en termes de morts par "famille" de Scolyte, confrontée à la fécondité est extrêmement faible. Si l'on admet une fécondité potentielle moyenne de 40 œufs par femelle, la mortalité par l'action des ennemis naturels ne représentent que quelque pour cent de cette fécondité. D'autres observations, avec prise en compte du nombre d'œufs pondus permettent d'évaluer un taux "réel" de mortalité parasitaire à comparer avec un taux "réel" de mortalité globale du Scolyte. L'incidence des ennemis naturels apparaît donc très faible par rapport aux autres causes de mortalité ; elle est de plus extrêmement irrégulière.

En ce qui concerne les Hyménoptères parasites, la confrontation des taux de mortalité parasitaire avec le taux de mortalité globale indique bien la faible part de la première dans l'ensemble. Cette part serait le plus souvent assez inférieure à 10%.
L'une des causes de cette faible incidence des Hyménoptères est probablement d'ordre biologique. Nous avons signalé une coïncidence remarquable dans les périodes d'émergence des Scolytes adultes et des Hyménoptères adultes, notamment au printemps. Il en résulte qu'à l'époque des émergences printanières, les Hyménoptères qui pondent

normalement sur des larves déjà bien développées, ne trouvent qu'une faible proportion de population du Scolyte qui soit apte à recevoir leur ponte.

Peut être les premiers émergents de février-mars trouvent-ils encore à pondre sur des larves "âgées" en logettes, ou sur les larves retardataires, voire des nymphes (cas peut-être de *C.hypobori*) mais le développement des larves de Scolyte de la nouvelle génération est encore trop peu avancé. En revanche, les Hyménoptères les plus tardifs sont probablement en mesure de trouver une fraction de population de Scolyte, issue des premiers émergents, déjà apte à recevoir leur ponte. Quoi qu'il en soit, il semble bien que cette coïncidence étroite, au printemps entre les émergences des parasites et celles du Scolyte, ait pour conséquence une rupture de coïncidence "phénologique" entre l'aptitude à la ponte des parasites et l'aptitude de l'hôte à recevoir la ponte. Ceci constitue un frein à la multiplication des Hyménoptères parasites.

Cette cause de freinage a tendance à disparaître en hiver: les populations des deux scolytes sont à cette époque en raison de leur échelonnement, beaucoup plus riches en stades aptes à recevoir la ponte des parasites, et de ce fait, on constate sur les générations hivernantes, une augmentation des taux de parasitisme, lesquels restent cependant faibles. Il est possible d'autre part que cette remontée soit liée aux températures, moins défavorables en fin d'été et en automne à la survie des adultes d'Hyménoptères que les chaleurs du plein été. Il n y a sur ce point que très peu d'indications mais **Schvester** (1957) mentionne qu'à 30°C de température constante dans des conditions expérimentales, la mort des *Cheiropachus.sp* intervient en 48 heures au plus.
Enfin, peut intervenir aussi la compétition interspécifique, non seulement entre Hyménoptères et prédateurs (*Pyemotes.sp,* Coléoptères…).mais entre Hyménoptères: ce peut-être le cas notamment le cas entre les B*ethylidae*, *Pteromalidae* et/ou *Braconidae.*

IV/ INCIDENCE DES AUTRES FACTEURS DE MORTALITE

Ainsi qu'il est mentionné plus haut, il n'est pas possible de distinguer l'incidence des divers facteurs, qu'ils soient endogènes ou exogènes, les principaux de ces derniers étant le climat

d'une (température, humidité..), l'état physiologique du végétal et autres. La mortalité due à ces facteurs et estimée par rapport à la fécondité au cours du développement subcortical, reste toujours plus importante et plus élevée.par rapport à la mortalité attribuable aux ennemis naturels. Dans plusieurs cas cette mortalité intéresse surtout les œufs, les larves et les nymphes, avec le plus souvent, dominance pour les œufs + larves "jeunes" (qu'il n'est possible de discriminer).

Pour le Maroc et à titre d'exemple nous évoquons le cas de *R.amygdali* qui a été assez étudié dans les régions de Tafraout (1980-1988) et de Taroudant (2003-2007). Il paraît assez nettement chez cette espèce que, le taux de survie de la génération hivernante est souvent sensiblement plus important que celui des générations printanière et estivale. En effet pour la 2ème génération, se produisent, certaines années au moins des "accidents" probablement attribuables à des périodes de chaleurs excessives, qui provoqueraient la mort d'une proportion importante d'insectes dans la région de Tafraout. Ainsi les températures maximales journalières sous abri peuvent atteindre ou dépasser à de nombreuses reprises 40°C et sans descendre au dessous de 37°C pendant toute la période de début juillet au 20 août environ, période qui correspond au développement de la génération estivale. Dans de pareilles conditions, lorsque l'écorce ne fournit pas une humidité suffisante, (<10%) les larves du scolyte meurent, ce qui conduit à la mort inévitable des larves du parasite en absence de leurs hôtes et non pas au desséchement du milieu. Cela se produit même si l'on ramène le point hygrométrique de l'écorce comprise entre 27 et 38% (**Chararas** 1962). Cette double mortalité des larves et nymphes du scolyte et du parasite serait due au décollement de l'écorce par le soleil, ce qui expose les jeunes stades à l'action directe des rayons solaires.

Parallèlement, on observe des taux de multiplication (nombre d'adultes émergés par galerie maternelle particulièrement bas pour les générations en cause. Il est très plausible que ces températures élevées se traduisent dans le milieu subcortical, par des températures plus élevées encore, atteignant des seuils létaux. En effet, selon **Saveley** (in **Schvester** 1957) les maxima des températures subcorticales sont en général supérieures à ceux des

températures de l'air. Ces différences peuvent être de l'ordre de 10°C au cours du mois d'août et de 3 à 4°C en décembre. **Powell** (in **Gurevitz** 1975) et **Gurevitz** (1975) notent respectivement que sur des Conifères et des Rosacées fruitières, une différence de 4,5°C à 5°C peut survenir entre l'écorce et l'extérieur. **Schvester** (1957) mentionne sur cerisier que les températures subcorticales sont plus élevées sur les branches de faible diamètre que sur les branches plus fortes, et observe par exemple que des températures sous abri de l'ordre de 40°, la température sous écorce peut atteindre 55°C, alors que les températures létales à 100% (observées en laboratoire) sont, pour *R.rugulosus* de l'ordre de 45°C pour des durées d'exposition variant, selon le stade et selon la résistance individuelle, de quelques minutes à une heure. Entre autres facteurs, la couleur le plus souvent sombre des écorces et le fait que les bois attaqués soient en état de dessiccation, favorisent cet échauffement. A ces effets indirects, peut-être par altération des conditions d'alimentation des larves du fait précisément de la forte dessiccation du milieu.

Par exemple, **Chararas** (1980) chez *P.cedri* et *S.numidicus*, indique que les individus sont incapables de se nourrir des tissus végétaux à teneur en eau inférieure à 60-65%. De même, **Lieutier** (1975) rapporte que le dessèchement du milieu subcortical diminue les attaques d'*I.sexdentatus,* réduit le nombre et la longueur des galeries maternelles, et abaisse l'effectif de la génération fille.

Les conditions qui président à l'établissement et au développement des insectes qui constitueront la génération hivernante, sont en revanche certainement moins extrêmes et probablement plus favorables : à partir de l'automne, les températures maximales sous abri restant comprises jusqu'à fin octobre (voire mi-novembre) entre 25 (parfois moins) et 30°C après quoi elles s'abaissent encore.

La mortalité de la génération hivernante reste cependant importante, mais il paraît peu probable que la cause la plus déterminante en soit l'humidité ou la température. L'humidité saturante prolongée du milieu subcortical cause déterminante de la mortalité de larves jeunes encore présentes à l'entrée de l'hiver, chez *R. rugulosus* et autres espèces comme

I.typographus (Schvester, communication personnelle) ne se trouve jamais réalisée au cours de l'hiver dans la région de Tafraout et, même en périodes pluvieuses, l'humidité relative de l'air n'atteint jamais la saturation, assurant ainsi une évaporation et une ventilation du milieu subcortical.
Les températures hivernales semblent ne pas constituer non plus un facteur de mortalité direct : elles ne descendent qu'assez rarement sous 0°C.

A plus forte raison, l'humidité ne doit probablement pas jouer de rôle important comme facteur de mortalité en période de végétation. Les pluies à Tafraout sont généralement peu abondantes et mal réparties. Elles tombent essentiellement d'octobre à mars (quelquefois fin avril), avec, sur notre période d'observation, d'importantes différences selon les années

La confrontation des taux de multiplication des diverses générations et des conditions pluviométriques des périodes qui ont présidé à leur établissement et à leur développement, ne permettent pas d'établir de relation véritable, ni favorable ni défavorable.

Il ressort donc que le facteur "ennemis naturels" ne peut être considéré comme un facteur déterminant dans la dynamique des populations des Scolytes de l'amandier et de l'olivier. Le taux de mortalité qui peut leur être attribué est généralement faible par rapport à celui attribuable à d'autres facteurs, même dans les cas où il se montre relativement important.

En dépit d'une forte mortalité les taux de multiplication des Scolytes (nombre d'insectes nés par femelle) considéré à l'émergence apparaissent souvent élevés (jusqu'à 10 femelles pour une et parfois davantage dans certains cas, en considérant une sex-ratio de 1).

Dresser une table de mortalité (ou table de vie ou "life table" selon l'expression des auteurs de langue anglaise) est relativement possible sur ce qui concerne la phase subcorticale de la vie des Scolytides, à condition de disposer au départ d'une référence c'est-à-dire de l'implantation réussie des femelles à l'émergence de leurs descendants, ainsi que l'ont bien indiqué **Stark** et **Borden** (1965) ou **Berryman** (1968).

D'autre part, chacun des échantillons, même important, ne représente que lui-même et ne peut être considéré comme représentatif de ce qui a lieu au niveau du biotope.

Nous demeurons donc dans l'ignorance à peu près totale de l'impact des facteurs intervenant entre l'émergence des adultes et leur implantation ou tentatives d'implantation sur un nouvel hôte végétal. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, divers incidents (climatiques, prédateurs..) dont l'incidence n'est guère mesurable, peuvent intervenir au cours de cette phase, mais l'observation ci-dessus, concernant l'évolution des attaques nous amènerait à considérer que le facteur "Etat du végétal" y interviendrait comme un facteur primordial. Cet "Etat du végétal" (expression assez vague) conditionné par divers facteurs extrinsèques (sol climat, autres déprédateurs ou attaques antérieures du Scolyte lui-même) ou intrinsèques (d'ordre variétal) conditionnerait à son tour la réceptivité des arbres.

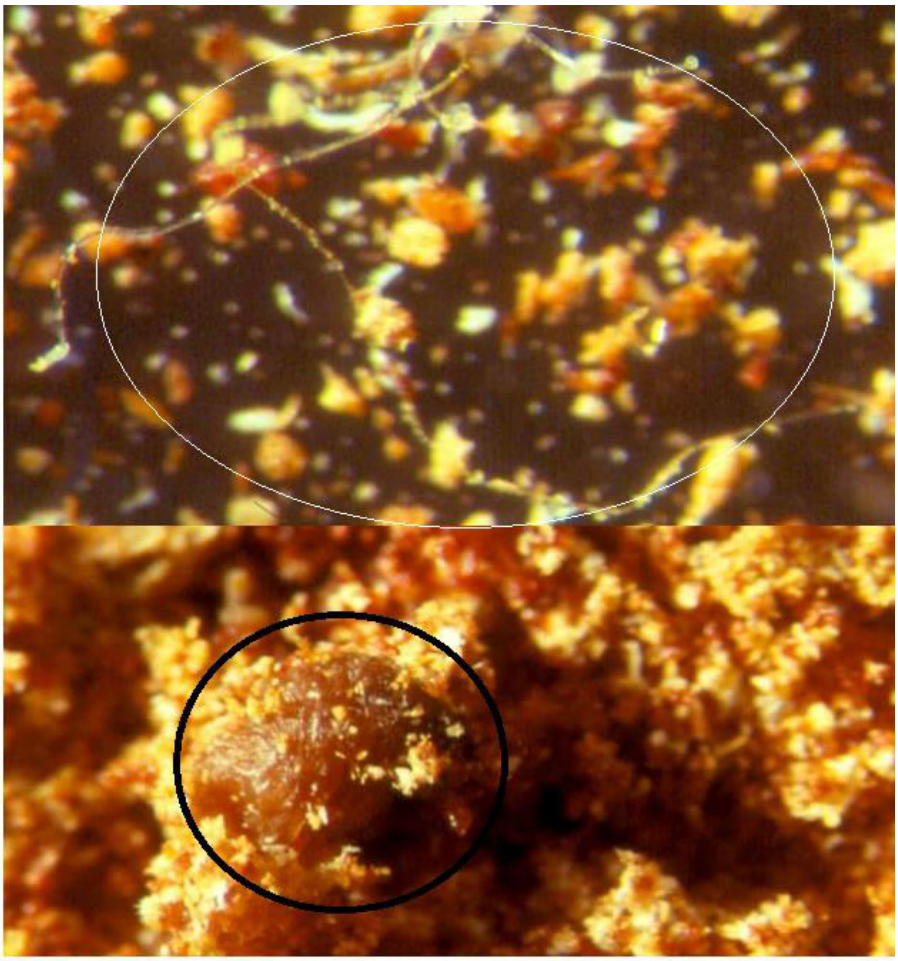


Photo 68 : Larve infestée par un Nématode

Photo 69 : Colonie d'Acariens du genre "*Pyemotes*"

Photo 70 : Le Cucujide *Cryptolestes fractipennis*

Photo 71: Autres Coléoptères prédateurs
1: *N.elongatum*/ 2: *L. juniperi* / 3: *R.depressus*

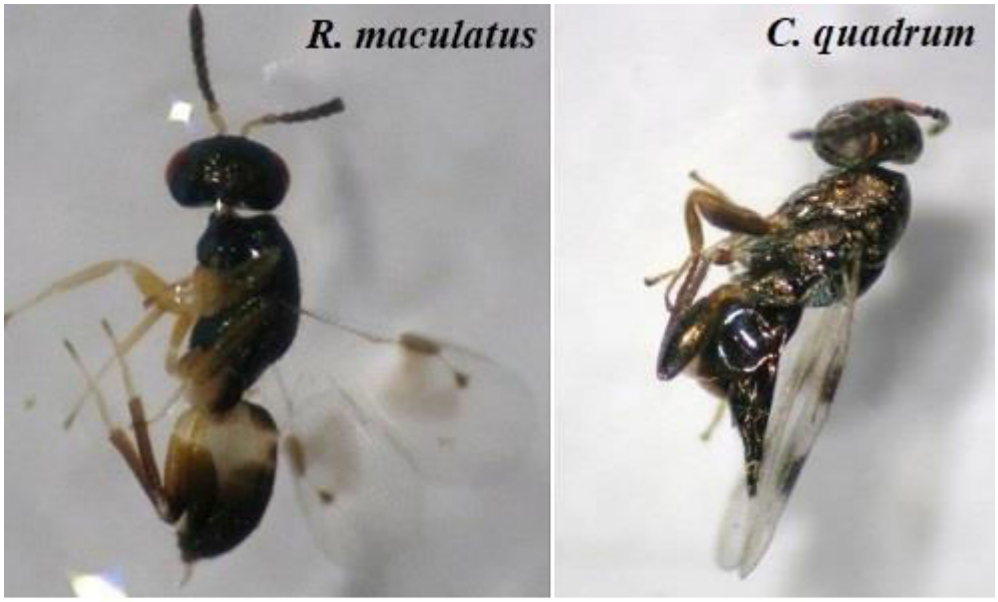


Photo 72:Deux *Pteromalidae*:Parasitoïdes de *R.Amygdali* (Zeiri 2015)

Photo 73 : Le Pteromalide *C.eccopotogastri* (Zeiri 2015)

Photo 74 : Autres Parasitoïdes (*Hyménoptères Tétébrants*)
1: *Dendrosoter.sp*/ 2: *Eusandalum merceti*/ 3: *Eurytoma.sp*

Photo 75: L'ectoparasitoïde *Cephalonomia hypobori*

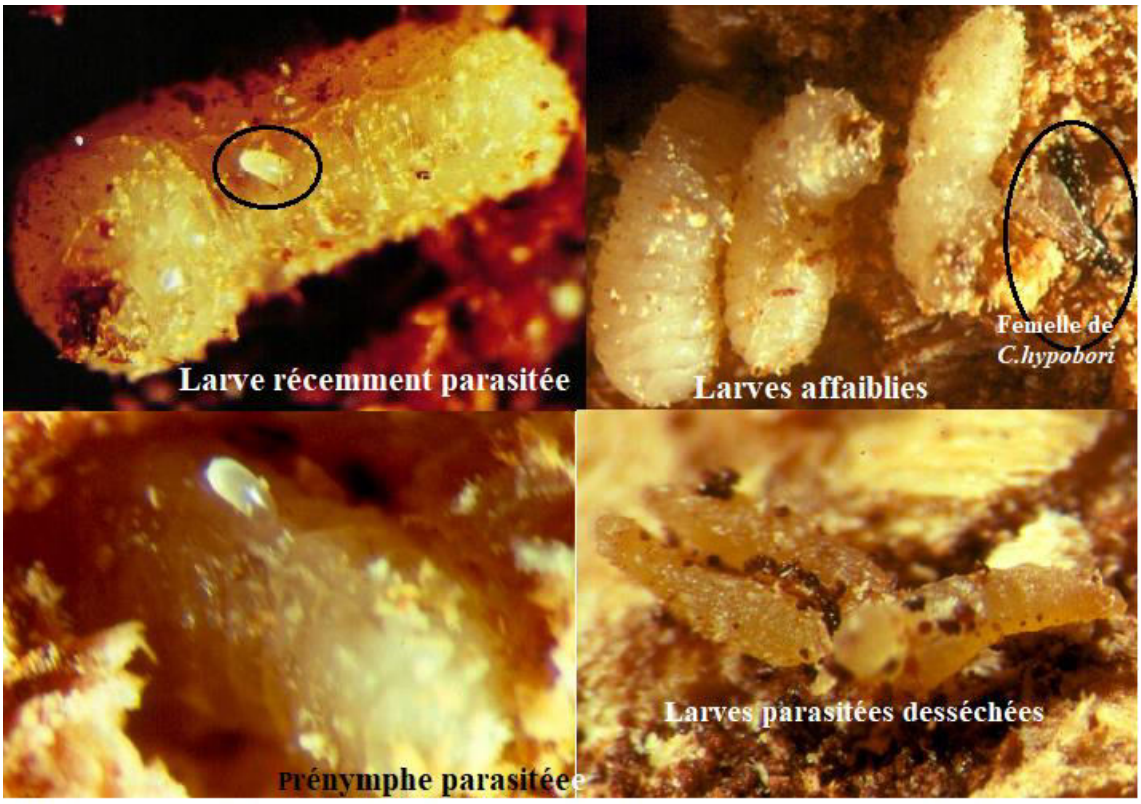


Photo 76 : Larves de *R.amygdali* parasitées par *C.hypobori*

CHAPITRE XI – POSSIBILITES DE LUTTE CONTRE QUELQUES SCOLYTES DU MAROC

La lutte contre les scolytes reste difficile à cause de leur mode de vie subcortical (sous l'écorce); leurs dégâts peuvent se succéder jusqu'au dépérissement total des arbres. Cette succession est d'autant plus importante que les conditions écologiques sont favorables. Au Maroc, les possibilités d'intervention contre les scolytes, restent limitées à deux aspects traditionnels et complémentaires, il s'agit des méthodes prophylactiques ou sylvicoles d'une part et des traitements chimiques d'autre part, utilisés pour protéger les vergers et les forêts à long terme, si non à court terme. Cette lutte peut être renforcée dans l'avenir par un système d'avertissement fondé sur l'utilisation des phéromones d'agrégation et un programme de lâchers de parasitoïdes ayant démontré leur efficacité parasitaire dans la région méditerranéenne**.**

I/ DIAGNOSTIC ET DETECTION DES SCOLYTES

- D**e**ssèchement entier des branches sur lesquelles l'écorce peut se soulever**;**
- Feuilles ou aiguilles jaunes à brunes et jeunes pousses chétives d'aspect en crosse.
- Petits trous de sorties ou de pénétration des scolytes sur le tronc ou les branches qui paraissent fortement criblés en cas de pullulation;
- Ecorce soulevée : Y observer les systèmes de galeries, des larves, des logettes de nymphose ouvertes ou colmatées par de la sciure, des adultes, de la sciure …
- Epanchement de gomme ou sécrétion de résine;
- Sciure ou vermoulure de couleur variée (blanche, jaunâtre, brunâtre, roussâtre…) dégagée par les scolytes lors du forage;
- Morsures de maturation sur les brindilles ou les grappes fructifères...;

II/ MESURES PROPHYLACTIQUES ET SYLVICOLES

- Faire disparaître les arbres attaqués : Procéder à un assainissement urgent ou une vidange rapide des foyers d'infestation par une coupe sélective des arbres morts sur pied et des sujets dépérissants, notamment ceux qui hébergent des insectes

- traiter préventivement les rondins de bois, coupés et stérés (une fois /15 jours) ;

- évacuer le bois de mauvaise (chablis, coupes.) pour être incinéré et transformé en charbon de bois, ceci avant les émergences des adultes;

- proscrire le bûcheronnage anarchique sur les arbres fruitiers et veiller à ne pas laisser au dehors, qu'il soit attaqué ou non, le bois coupé, ce qui amène souvent la constitution de foyers de Scolyte;

- éviter d'utiliser le bois des plantes hôtes des Scolytes comme piquets ou tuteurs pour d'autres essences plantées dans le voisinage (Ex. Agrumes); ils risquent de constituer un foyer permanent d'infestation des arbres fruitiers et de l'olivier par leurs scolytes respectifs (Photos. 79 & 80) .

- pratiquer des éclaircies au moment opportun : Il s'agit de démonter les houppiers laissés par terre pour accélérer la dégradation des bois. Par ailleurs on peut procéder au broyage des rémanents et des arbres abattus non commercialisables et obtenir des produits de faibles dimensions sans intérêt pour les scolytes**;**

- limiter le stress hydrique des arbres par une meilleure gestion de l'eau de manière à mieux la retenir dans le sol;

- éviter l'effet de lisière (Fragmentation des forêts ou vergers) par des routes et grandes coupes rases uniformes ;

- élaguer et/ou tailler les arbres en vert. En arboriculture fruitière la taille reste indispensable pour régulariser la production, éviter l'alternance et orienter le développement et l'équilibre physiologique de l'arbre,

- lutter contre les incendies;

- veiller à apporter régulièrement des soins culturaux, notamment pour les plantations en sec: Protéger convenablement le sol et si nécessaire contribuer à sa restauration. En effet les labours légers et répétés ameublissent le sol, les apports de fumier décomposé, d'engrais azotés potassiques et phosphoriques sont nécessaires pour assurer une bonne nutrition de l'arbre et équilibrer le pH du sol;

- augmenter la résistance de l'arbre par des sélections génétiques ou par d'autres moyens à définir. Elles peuvent améliorer la résistance de certains arbres fruitiers à certains agents de maladies ou ravageurs. Ceci implique l'usage de sujets issus de souches locales et adaptées au substrat, nés de graines, non clonés ou bouturés. Leur plantation se fait en mélange, à condition de bien localiser chaque sujet;

- maintenir un bon état phytosanitaire général avec une surveillance périodique des arbres vis à vis des différents problèmes phytosanitaires (Autres ravageurs, agents phytopathogènes, maladies physiologiques…);

- écorcer les grumes coupées et les arbres abattus qui doivent rester plus d'un mois en bordure. Ceci permet d'éviter l'installation et la vie subcorticale des scolytes (Ponte + développement larvaire et nymphal). Par conséquent leurs pullulations peuvent être limitées.

Pour être efficaces toutes ces mesures doivent être réalisées de manière collective au niveau des vergers ou des massifs forestiers.

III/PIEGEAGE MASSIF

III.1. Piégeage naturel

Les adultes des Scolytes sont surtout attirés par les odeurs des arbres malades auxquels ils sont inféodés. De ce fait le piégeage naturel consiste à utiliser du matériel végétal qui conserverait ses propriétés caractéristiques et qui reproduit le spectre de ces odeurs permettant d'attirer les scolytes adultes. Il peut s'agir d'arbres souffreteux ou du bois affaibli (rondins, branches, tronçons d'arbres…) sur lesquels les scolytes préfèrent

nettement pondre, d'où la concentration du plus grand nombre d'individus et de pontes sur les pièges en vue de limiter leur pullulation et leur extension.
La méthode a requis l'attention de très nombreux auteurs et a fait l'objet de plusieurs essais, elle porte surtout sur une série d'arbres ou des tas de rondins à rendre déficients choisis selon un protocole expérimental par une technique d'échantillonnage bien réfléchie, pour être utilisés comme pièges répondant aux exigences nutritives, biologiques et écophysiologiques des scolytes (Photos. 77 &77a)

La mise en place des arbres pièges peut être considérée comme une simulation de la situation naturelle, à condition de ne pas être installés ni trop tôt, ni trop tard par rapport aux périodes de vols des générations déterminantes. Dans ce sens, il est conseillé de procéder selon l'espèce du scolyte, la plante hôte et la région, à l'installation périodique des pièges au début des mois de mars ou avril pour être par exemple à la disposition des émergeants issus des générations hivernantes.

Au cours de leur envol, les adultes sont attirés par l'émission de différents types de substances chimiques (Phénols, terpènes…) émises par les sujets affaiblis. Ce volet est abordé dans la 2ème partie du chapitre V (II/.Modalités d'attaque).

A première vue le piégeage naturel parait facile à appliquer, mais en réalité pour le rendre efficace il faut tenir compte au moins des conditions suivantes :

- Le mode de préparation des arbres ou rondins pièges doit être bien étudié;
- l'époque du piégeage doit tenir compte de la bioécologie du scolyte, et surtout des périodes de son essaimage;
- l'utilisation des arbres ébranchés est souhaitable lorsqu'il s'agit d'arbres pièges abattus;
- la préparation des pièges doit être échelonnée dans le temps suivant le nombre de générations de l'espèce;

- le nombre de pièges doit être défini en fonction de la plante hôte (essence forestière ou fruitière), de la surface qu'elle occupe, de sa densité, de l'espèce du scolyte et de la dynamique de ses populations;
- la surveillance périodique et continue des pièges est exigée, Sinon l'ensemble peut se transformer en un foyer dangereux d'extension des scolytes.

Au terme du piégeage tout le matériel végétal utilisé pour cette fin, doit être incinéré ou traité préventivement par poudrage ou pulvérisation.
L'opération suscite un vif intérêt, elle peut être renouvelée à une cadence de deux à quatre semaines. Toutefois, sa réussite ne serait garantie que dans le cadre d'un programme d'avertissement qui repose sur les bases suivantes:

- Installation des placettes d'observation et de suivi des arbres. Leur nombre dépend de la plante hôte, de l'espèce du scolyte et du biotope (région, site, montagne, plaine...). Ceci permettra d'évaluer l'évolution et l'importance de l'infestation dans le temps.
- Evaluation de l'importance des infestations: Elle nécessite un comptage systématique des arbres dépérissants et morts, afin de quantifier le phénomène. Le travail consiste à parcourir le verger ou la forêt et repérer pied par pied les arbres dépéris, morts sur pied ou tombés au sol et en prenant les mesures dendrométriques (hauteurs moyenne, et dominante et, circonférence moyenne et dominante).
- Repérage des lieux d'emplacement des pièges sur la base du diagnostic et de l'évaluation sommaire du niveau d'infestation observé par le scolyte.

Le piégeage naturel est donc utilisé pour tenter de réduire les dégâts des scolytes ou pour détecter un éventuel début de « pullulation dans les parcs forestiers ou dans les vergers. Un tel piégeage peut également servir d'outil pour l'étude de leur bioécologie . Les expériences tentées au Maroc ont concerné surtout *R.amygdali* sur amandier dans la région de Tafraout, *P.scarabeoides* sur olivier dans la région de Taroudant et *P.cedri* à côté de *C numidicus* et *S.numidicus* sur cèdre. Les détails sur ces espèces sont exposés aux chapitres 7, 8 et 9).

III.2. Piégeage à phéromones

Chez les Scolytes, les kairomones facilitent la localisation et l'identification de la plante hôte favorable à leur installation. En pratique, l'action des kairomones obéit à des lois complexes, qui font appel à des mécanismes d'attraction, d'alarme, de répulsion, de synergie ou autres. (**Chararas** 1980).

Le potentiel des composés chimiques modifiant le comportement des insectes dans la détection, le contrôle et la suppression des Scolytides est actuellement bien prouvé (**Lanier** 1978 & **Browne** et **Blight** et al 1979). L'utilisation pratique de ces composés (Phéromones, kairomones ou allomones) s'avère nécessaire pour différentes raisons, surtout dans des cas où l'intervention chimique par les insecticides reste limitée ou non autorisée..

- L'action est dirigée contre le stade adulte qui est responsable de l'infestation;
- les deux sexes sont touchés. De ce fait, le potentiel reproducteur de la population est directement réduit;
- la réussite de la reproduction nécessite la présence et la concentration sur une courte période, d'un grand nombre d'individus susceptibles de vaincre la résistance naturelle de l'arbre hôte;
- la suppression d'une partie de la population, par le piégeage en masse ou par confusion, aura pour résultat une diminution du nombre d'insectes en vol et par conséquent, il n'y aura que des attaques dispersées sans aucun effet appréciable sur l'arbre.

Parmi ces composés chimiques, les phéromones constituent un moyen efficace pour réduire les pullulations de certains scolytides parmi lesquels figurent *Dendroctonus brevicomis* (**Bedard &Wood** 1974*), Scolytus multistriatus* (Lanier 1978), *P.scarabeoides* (**Mercedes** 1997), *Ips typographus* (**Abgrall & Schvester** 1987**)** et autres.

Au Maroc l'expérience fut tentée pour la première fois sur *R.amygdali* dans les régions de Tafraout sur amandier et Taroudant sur pêcher. La phéromone d'agrégation spécifique testée étant la 4 Méthyle 3 heptanol (66,6%) + 4 Méthyle 3 hexanol (33,3%).

Le diffuseur est un *Cream dispenser* calibré pour une émission à 0,3 mg/jour pendant deux mois. Les pièges utilisés étant le "ECO trap" et le "LCR trap" (Barrière de vol) déjà décrits au chapitre 6 (paragraphe II.3) (Photos.21&34)
Du point de vue biologique, le piégeage par cette phéromone permet au moins d'assurer de façon satisfaisante, un suivi des émergences de *R.amygdali*, surtout si ce piégeage est complété et recoupé à certaines périodes au moins, d'observations directes (trous récents de sortie) sur des branches infestées.

Il est évident que le nombre d'adultes capturés par ce dispositif de piégeage est en relation avec le nombre d'insectes (niveau de population) se trouvant dans leur milieu naturel. Mais cette relation demeure inconnue faute encore de méthodes (d'ailleurs très difficiles à définir) d'évaluation des niveaux de population en place. Il n'est même pas certain que la relation (insectes capturés/niveau de population en place) soit constante. D'ailleurs dans les parcelles d'expérimentation le rapport **nombre d'adultes capturés /** divisé par **le nombre d'adultes émergés des branches**, varie de 9,5 à 22%. Certains auteurs comme **Abgrall & Schvester** (1985)**, Coulson** (1979) e**t Rudinsky** (1962) le prétendent, mais on peut se demander si les chiffres sur lesquels nous avons raisonné permettent une telle conclusion, qu'il est probable que la population d'adultes développée dans les tronçons utilisés n'exprime pas le niveau réel des populations dans les sites d'étude. Toutefois l'interprétation aurait pu être plus poussée mais elle conserverait toujours une validité au moins semi-quantitative.

Une meilleure connaissance de la dynamique des populations de l'espèce et de l'action des facteurs qui la régissent permettrait certainement d'améliorer l'interprétation quantitative des piégeages, par exemple par l'établissement de modèles mathématiques et ceci suppose une étude à long terme.
Du point de vue pratique il est clair que *R.amygdali* peut être repéré dans des conditions différentes de celles de son milieu naturel à différentes distances: les adultes capturés à 30 et 50 mètres étaient plus nombreux que ceux enregistrés dans les pièges situés à 70 et 100 mètres.

Toutefois les données de piégeage démontrent à l'évidence que la phéromone ne capture pas la totalité de la population. Il est fort probable que les adultes non capturés dans les parcelles d'étude soient morts faute d'un manque de plantes hôtes susceptibles de les héberger. Le cas ne serait pas posé de la même façon à Tafraout: Les amandiers ou les chablis affaiblis semblent exercer à première vue une concurrence importante à l'égard des pièges, mais en réalité leurs substances phénoliques ou autres constituent des synergiques nécessaires pour une meilleure capture de l'espèce.

En tout cas, il parait absolument important de mettre le piégeage dès la première sortie des adultes de chacune des quatre générations (**Benazoun & Guillon** 2004) de *R.amygdali*, et de façon plus ou moins intensive suivant le degré d'attaque.
Bien que ce piégeage à lui seul ne peut pas éradiquer entièrement le scolyte dans la mesure où il ne peut pas assurer la capture de la totalité des adultes,
Il peut contribuer efficacement à résoudre le problème de lutte en réduisant le nombre d'adultes, en diminuant l'effectif des arbres attaqués et des sujets à enlever, ce qui facilite l'exécution en temps utile de ces enlèvements et en diminue le coût.

IV/ LUTTE CHIMIQUE

La lutte chimique est une méthode classique qui était utilisée depuis longtemps contre les scolytes à cause de sa simplicité et de sa rapidité dans certains cas. Elle était limitée aux organochlorés (HCH, DDT, Dièldrine, etc), mais avec l'évolution de la gamme des pesticides, elle a été étendue à d'autres groupes d'insecticides, notamment les Organophosphorés, les Carbamates, les Pyréthrinoïdes de synthèse et autres.
Etant donné le mode de vie pour la plus grande part subcortical les traitements chimiques contre les Scolytides ne peuvent être qu'à caractère préventif visant à une protection des arbres par une couverture insecticide capable de détruire les insectes adultes dès qu'ils se posent sur l'hôte et avant leur forage, par contact (au niveau du tégument), par ingestion ou par inhalation (au niveau des stigmates).
Actuellement on a tendance à poser le problème autrement et exiger beaucoup plus de

raisonnement en matière de traitement. Le produit utilisé doit tout d'abord présenter un certain nombre de caractéristiques dont les plus importantes seraient les suivantes :

- Etre efficace, stable, rémanent, à pouvoir de pénétration important, non toxique pour l'homme, les animaux et les ennemis naturels, non phytotoxique et à prix raisonnable. Certains produits systémiques paraissent intéressants;
- porter sur l'étiquette de son emballage toutes les indications nécessaires: mode et date d'emploi, délai de traitement avant récolte (DAR), Limite Résiduelle Maximale (LMR) exprimée en mg de la matière active par kg du produit (ou en p.p.m).), etc.;
- traiter à une période qui tient compte du cycle biologique de l'espèce de scolyte et de son niveau d'attaque d'une part et de la phénologie de l'arbre à traiter d'autre part;
- définir un protocole expérimental réfléchi qui permettrait de suivre l'évolution de l'efficacité du traitement dans le temps et dans l'espace;
- traiter tous les troncs ou rondins rassemblés en tas au dessus et en dessous, si non on risque de laisser aux ravageurs quelques refuges;
- prendre les précautions qui s'imposent avant, pendant et après le traitement.

Avant emploi, il est conseillé de conserver l'insecticide dans son emballage d'origine et le stocker dans des locaux ou dans des armoires bien fermés, loin de tout aliment et hors de la portée des enfants sans qu'il soit transporté dans d'autres récipients non étiquetés;

Lors de l'emploi, toute une série de mesures est recommandée:

- traiter avec des produits homologués ;
- respecter les délais de traitements avant récolte pour protéger le consommateur ;
- alterner convenablement les matières actives pour éviter les problèmes de résistance ou d'accoutumance;
- éviter les surdosages et les produits toxiques ;
- réduire le nombre de traitements et renforcer le système de prévention ;
- respecter l'effet toxique de l'insecticide sur les pollinisateurs et la faune antagoniste ;
- durant la préparation de la bouillie et la pulvérisation ou épandage du produit, la

personne concernée doit porter des gants, des lunettes et un masque pour ne pas respirer de la vapeur ou recevoir sur la peau des éclaboussures.

- le matériel utilisé pour la préparation des bouillies (seaux, bacs, mélangeurs, etc.) ne doit servir qu'à cet usage, mais si par hasard il est cassé ou renversé il faut éviter d'éponger le produit par un chiffon. ;
- éviter de projeter le produit sur la peau et pulvériser dans le sens du vent tout en portant des équipements de protection (gants imperméables, lunettes, masques), réservés uniquement pour cette opération ;
- il est interdit de fumer, de manger et de souffler dans les jets des pulvérisateurs s'ils sont bouchés ;
- Pour les produits volatils il faut toujours chercher à traiter soit le matin de bonne heure ou plus tard le soir puisque les dégagements des vapeurs sont moins intenses.

Après l'emploi, changer les vêtements, se laver abondamment les mains et le visage, rincer soigneusement le matériel de traitement, brûler les emballages vides en carton et les enterrer profondément. La bouillie non utilisée doit être enfouie dans le sol loin d'une source d'eau (puits, cours d'eau), du bétail et des enfants.

De nombreux insecticides permettent d'assurer la couverture insecticide contre les Scolytes. Parmi les produits testés on peut citer à titre d'exemples:

- Le Dichlorodiphényl-trichloréthane (D.D.T.) contre *Anisandrus dispar* par **Schvester** (1951) en France;
- le Diazinon, l'Endosulfan, l'Oxydemeton méthyl et le phosphamidon contre *Ruguloscolytus amygdali*.par **Gurevitz** (1975) en Israël;
- le Lindane ou Hexachlorocyclohexane (H.C.H.) contre *Hylesinus oleiperda* par **Touzeau** (1965) en Tunisie;
- le Methidation, le Vamidothion et les Oléoparathions contre *P.scarabeoides* par **Jarraya (**1981) en Tunisie;
- **Arambourg** (1964) ; **Gurevitz** (1975) et **Jarraya** (1981) ont utilisé des Oléoparathions et le méthidathion (Ultracide) respectivement contre *Hylesinus*

oleiperda, Ruguloscolytus mediterraneus et *Phloetribus.scarabeoides*.

- Les auteurs suisses (in **Abgrall** et **Schvester** 1987) proposèrent l'Endosulfan ou le Phénitrothion contre *Ips typographus.*

Après les Organo-chlorés et les Organo-phosphorés, l'apparition des Pyrethrinoïdes de synthèse apporta cependant un progrès en raison de leur très faible toxicité à l'égard des animaux homéothermes et en raison de la rémanence manifestée par plusieurs d'entre eux. La Déltaméthrine en particulier a fait l'objet de plusieurs essais contre les Scolytides, espèces forestières, notamment sur arbres ou troncs pièges par exemple: *Ips acuminatus, Ips sexdentatuss*. *Tomicus piniperda* sur pin sylvestre en Forêt d'Orléans, (**Benazoun** 1980, **Vallet** 1981), *Ips typographus* sur Epicéa en Chartreuse (**Abgrall** et **Schvester** 1987), *Phloetribus scarabeoides* sur olivier dans la région de Bougrara en Tunisie (**Jarraya** 1981) et d'autres insectes xylophages en forêt notamment le charançon *Pissodes* castaneus ou *Pissodes notatus* (De Geer 1775) sur pin sylvestre par **Carle** & **Schvester** (1983).

Au Maroc, les résultats de ces expériences ont incité à retenir la Déltaméthrine (Décis Flow) pour des essais de lutte contre *R.amygdali* sur amandier (**Benazoun** 1988) en raison de sa faible toxicité (Dose létale ou DL50 sur rat par ingestion = 130 mg/kg) et surtout de sa rémanence importante (de l'ordre de 40 jours au moins), caractéristique très intéressante lorsqu'il s'agit de combattre des insectes à émergences très échelonnées comme *R.amygdali* et *P.scarabeoides*.

Les tests sur réalisés sur les branches d'amandier ont bien démontré que quelle que soit la dose utilisée (0,75, ou 1,25 g ou 1,75g de matière active par hectolitre), aucune pénétration du Scolyte n'a été observée sur les branches traitées.
Sur les amandiers traités à 3doses dans le site d'Aguerd -Oudade à Tafraout (Photo. 35), aucun sujet n'a été infesté lors du premier vol (mi-février à fin avril-début mai). La protection semble même s'être étendue au delà de la fin du premier vol, sur une partie au moins de la période du second vol (à partir de mi - fin mai,). L'analyse des résultats a

confirmé que les niveaux d'infestation et d'exsudation de gomme étaient faibles en mai et en juillet. Par ailleurs il apparait que la dose de 1,75 g.ma/hl) semble avoir un effet plus prononcé et plus prolongé, pouvant s'exercer sur une partie de la période du 3ème vol (à partir de mi - fin juillet jusqu'à début à mi-novembre)

L'efficacité optimale du traitement est subordonnée à une bonne détermination de sa date. Il doit être appliqué avant le début des émergences, et aussi peu de temps que possible avant. Ceci suppose une certaine surveillance de l'évolution des populations, qu'il semble d'ailleurs assez facile de réaliser. Toutefois, la rémanence prolongée (40 jours au moins, et probablement plus, dans les conditions de ces essais) semble pouvoir permettre des traitements même relativement précoces.
Il importe également d'éviter la période de floraison, en raison surtout du rôle des abeilles dans la pollinisation de l'amandier.

Sur pêcher et nectarinier, des mesures préventives de chaulage (Chaux+Perméthrine), de pulvérisation et de prophylaxie ont permis de repousser les infestations de *R.amygadali* sur plusieurs sujets dans les domaines Benzit à Marrakech et Taroudant entre 2007 et 2011(Photo.81).

Sur olivier, les insecticides testés par Benazoun (2002) permis de noter que la Déltamethrine et la Cypermethrine, se sont montrées efficaces contre le Neiroun. Ce résultat confirme l'action encourageante des Pyréthrinoides de synthèse démontrée à travers l'utilisation de la Déltaméthrine contre d'autres scolytides dont *R. amygdali*. sur amandier dans la région de Tafraout **(Benazoun & Schvester** 1989 **)**, *Ips sexdentatus, Ips accuminatus et Tomicus piniperda* sur Pin sylvestre en forêt d'Orléans (**Benazoun** 1980) et contre *P. scarabeoides* sur Olivier en Tunisie (**Jarraya** 1979). Quant à la Cypermethrine, jusqu'à présent, il n'y a pas eu suffisamment de tests tout au moins contre *P. scarabeoides*, mais vue son efficacité dans les conditions des essais de Benazoun, il est probable que cette matière active soit aussi prometteuse que la Déltamethrine.
En ce qui concerne, le Diméthyl parathion, l'efficacité s'est avérée variable et le critère

dose n'était pas déterminant. En effet, la gamme des Organophosphorés vieillit et l'utilisation du parathion devint même interdite sur plusieurs cultures destinées à la consommation. Au Maroc ce produit a été longtemps conseillé jusqu'au point de lancer en 1985 toute une campagne de traitement contre les pullulations de *P.scarabeoides* dans la région de Taroudant, sans toutefois obtenir des résultats chiffrés démontrant son efficacité.

Tout comme le Diméthyl-parathion, le Diméthoate n'a montré qu'une efficacité irrégulière avec une rémanence relativement faible et il est d'ailleurs important de noter que ce produit a été largement conseillé contre d'autres ravageurs de l'olivier, comme *Bactorcera oleae*, mais il n'a fait l'objet d'aucun test contre les xylophages notamment les Scolytides.

L'expérience marocaine contre ces deux scolytes n'est en réalité qu'une série de tests sur du bois de taille et des arbres sur pied. Toutefois il faut rappeler que l'efficacité de toute intervention chimique est strictement liée à plusieurs facteurs tels que :

- La nature, la dose et les caractéristiques de la matière active;
- la période d'intervention en fonction des périodes de vol des adultes;
- la couverture de la totalité de la période des émergences;
- le matériel et la technique d'application du traitement;
- la nécessité de bien mouiller toutes les parties des arbres et du bois de taille par des traitements généralisés afin d'éliminer toutes les sources de réinfestation.

En effet, il a été constaté dans certains cas que les traitements n'atteignent pas forcément tous les sujets infestés comme l'a constaté **Benazoun (1980)** sur des tas de rondins de Pin sylvestre ayant fait l'objet d'un traitement superficiel à la Deltamethrine contre *Ips sexdentatus, Ips acuminatus* et *Tomicus piniperda* dans la forêt d'Orléans en France. De même si les périodes d'échelonnement des émergences ne sont pas prises en considération dans le déclenchement d'un traitement, celui ci risque d'être inefficace comme l'ont observé différents auteurs lors de la campagne de lutte menée contre le Neiroun au parathion dans la région de Taroudnt en 1985.

Sur le plan économique de pareils traitements doivent d'une part être raisonnés et abordables par l'agriculteur et d'autre part, associés à d'autres méthodes de lutte d'ordre prophylactique (Entretien technique, irrigation, fertilisation, sélection génétique, destruction du bois de taille...) et psychique par piégeage naturel (arbres pièges) ou artificiel (Phéromones d'agrégation).

En tout cas il faudrait rappeler qu'au Maroc, jusqu'à présent aucun insecticide n'est officiellement homologué pour combattre les Scolytes inféodés aux essences fruitières et forestières. En cas de pullulations ou d'infestations périlleuses, il semble que des dérogations exceptionnelles sont accordées comme ce fut le cas pour le Parathion en 1985.

V/ LUTTE BIOLOGIQUE

Au Maroc, aucune tentative de lutte biologique n'a encore vu le jour. N'est dressé par espèce de scolyte que l'inventaire des ses ennemis naturels dont l'impact semble très limité pour le moment et sans effet sur la limitation de leurs pullulations.

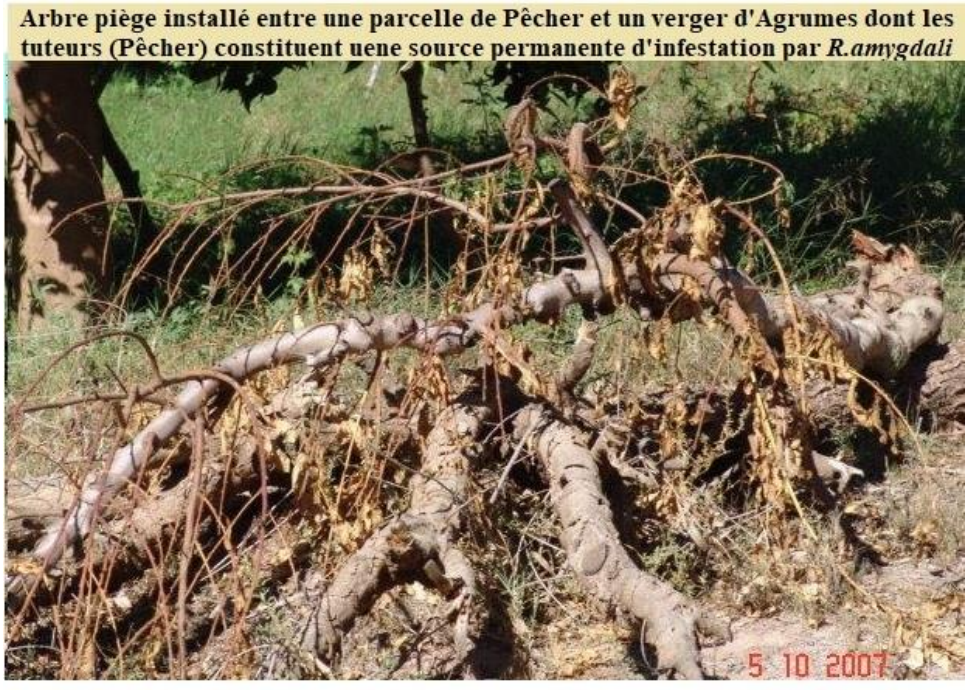
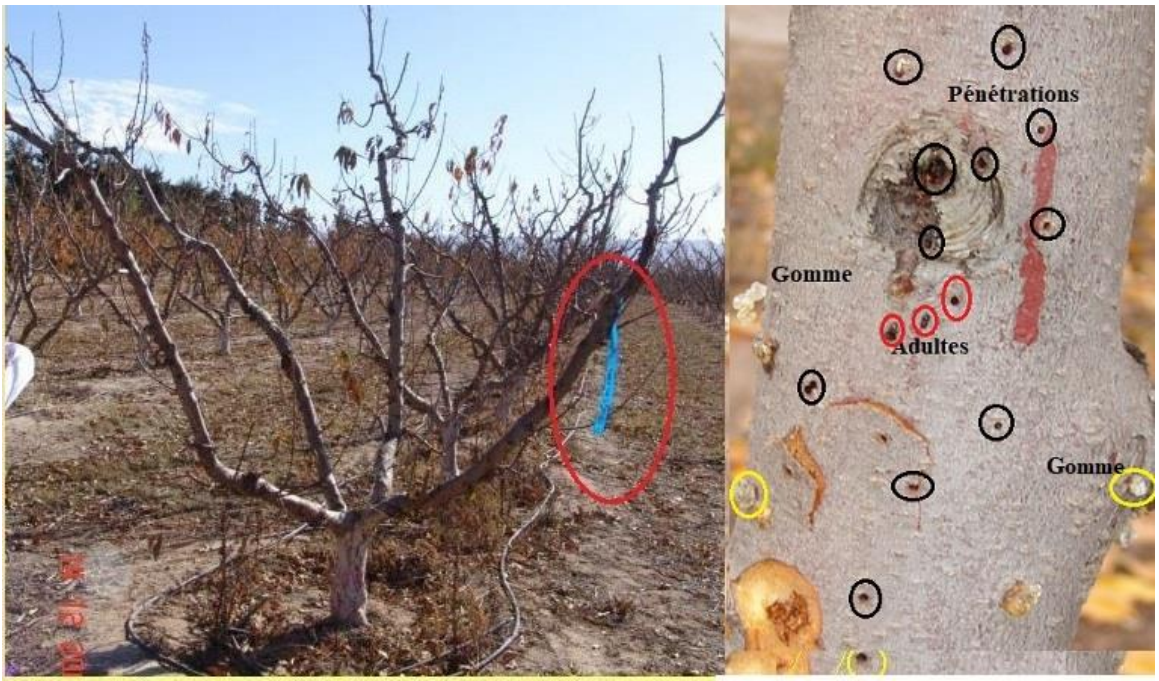


Photo 77: Arbre piège (Pêcher à Ouled Berrhyl)

Photo 77a: Rondins pièges de Pin (Forêt d'Orléans)
Pour capture de *T. piniperda* et des *Ips* (*sexdentatus* et *acuminatus*)



Pêchers susceptibles : Branches avec de tubes gommeux cristallisés et des adultes en voie de pénétration. A suivre de près à la fois comme pièges et sources de réinfestation par le Scolyte. Ne pas attendre la sortie des adultes. Couper et brûler tout le bois infesté et traiter l'arbre.

Photo 78 : Repérage des arbres susceptibles

Photo 79 : Bois de taille utilisé comme "Tuteurs" dans les vergers d'agrumes

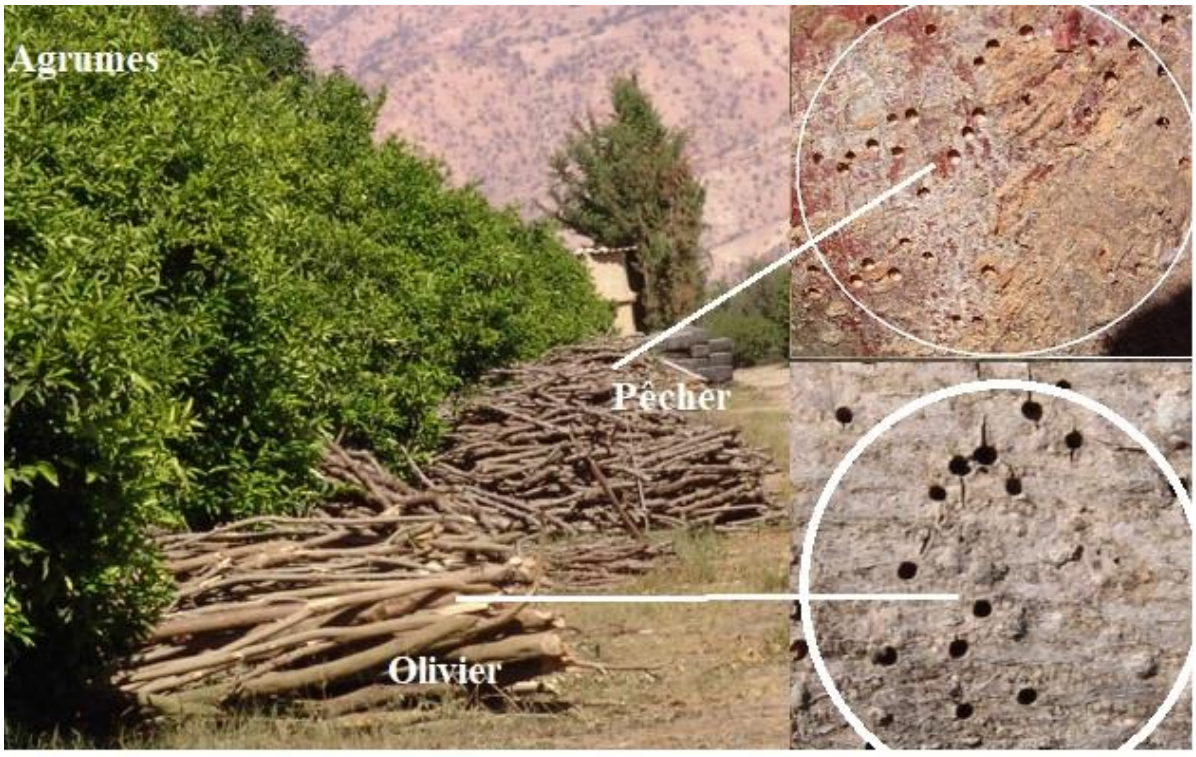


Photo 80 : Tuteurs enlevés pour être incinérés

Photo 81: Traitement chimique contre *R.amygdali* sur Pêcher

BIBLIOGRAPHIE

Abgrall J.F., Schvester D., 1987 - Observations sur le piégeage d'*Ips typographus* L. après chablis. *R.F.F.* 39 (4):359-377.

Anderson J.F., Hoy M.A., Weseloh R.M., 1977 Field Cage Assessment of the Potential for Establishment of *Rogas indiscretus* Against the Gypsy Moth. *Environmental Entomology,* 6 (3): 375–380. COI: https://doi.org/10.1093/ee/6.3.375.

Arambourg Y., 1964 - Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. *Ann.I.N.R.A.T*. 37:1-140.

Arambourg Y., 1986 - Les Scolytides. Traité d'Entomologie oléicole. *Ed Conseil oléicole international*. Espagne. 21-36. 360 p.

Ascheer K.R.S.S., Gurevitz E., 1972 - A further use of the "styropor method" : evaluating the response of the fruit bark beetle, *Scolytus* (*Ruguloscolytus*) *mediterraneus* Eggers to extracts of its host plants. *Z.Pflkrankh. Pflschutz*, 79, (4): 215 - 222.

Ashraf M., Berryman A., 1970 - Biology of *Sulphuretylenchus elongatus* (*Nematoda: Sphaerulariidae*), and its effect on its host, *Scolytus ventralis* (*Coleoptera: Scolytidae*). *The Canadian Entomologist*, 102 (2):197-213. **Doi: 10,4039/Ent102197-2**

Baker J.E., Norris D.N., **1968 -** Behavioural response of smaller European Elm bark beetle *Scolytus mulltistriatus* M to extracts of non host tree tissues. *Ann. Ent. Soc. Amer*. (61):1248-1255.

Bakke A., 1968 – Ecological studies on bark beetles (*Coleoptera, Scolytidae*) associated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Norway with particular reference to the influence of temperature. *Norske Skogforsves* 83 (21): 442 – 602.

Balachowsky A.S., 1949. Faune de France. Coléoptères Scolytides *Ed. P. Lechevalier.*

Balachowsky A.S., 1963. Entomologie appliquée en agriculture. Les coléoptères Ed. Masson et Cie Paris I (1), 59 p.

Balachowsky A.S., 1963 - Entomologie appliquée en agriculture. Les *Coléoptères.Ed.* Masson et Cie Parie. I (2), 1237 p.

Balachowsky A.S., 1969 - Les Scolytes du Cèdre dans le Nord de l'Afrique du Nord. *Ann. Entomol. Fr.* (N.S), 5 (3): 647 - 655.

Barr B., 1969 - Sound production in *Scolytidae* (*Coleoptera*) with emphasis on the genus *Ips*. *The Canadian Entomologist.* 101 (6): 636-672. DOI:10.4039/Ent101636-6

Beaver R.A., 1967 - Notes on the biology of the parasitic mite *Pyemotes scolyti* OUD. (*Acari : Pyemotidae*). *The Entomologist,* 10: 9-12.

Beaver R.A., 1967 - The regulation of population density in bark beetle *Scolytus scolytus (F). J. Anim. Ecol.* 36 (2): 435-451.

Beaver R.A., 1968 - Nata1ity, morta1ity and contro1 of the e1m bark *Scolytus scolytus* (F.) (*Coleoptera, Scolytidae*). Bull. ent. Res. 59:537-540.

Beaver R.A., 1989 – Insect-fungus relationships in the bark and ambrosia beetles. *In* Insect-fungus interactions. *Edited by N. Wilding, N.M. Collins, P.M. Hammond, and J.F. Webber. Academic Press, San Diego, Calif.* pp. 119–143.

Bedard, W.D., Wood, D.L., 1974 - Management of pine bark beetles -a case history the western pine beetle. Pp. 441-449, in M.C. *Birch (ed.). Pheromones. North Holland, New York.*

Benazoun A., 1980 - Contribution à l'étude des scolytes du pin sylvestre en forêt d'Orléans. *D.E.A. d'Entomologie. Univ Paris VI, Lab Physiologie des insectes,* Septembre 1980, 45 p.

Benazoun A., 1984 - Contribution à l'étude bioécologique du scolyte de l'amandier *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali GUERIN (Col:Scolytidae)* au Maroc. Thèse. Docteur Ingénieur. *Univ. Paris VI, Lab. Physiologie des insectes*, 9 janvier 1984, 132 p.

Benazoun A., 1988. Etudes Bioécologiques sur le scolyte de l'amandier: *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN *(Col.Scolytidae*) au Maroc. *Thèse Doctotat d'Etat. ès sciences Naturelles. Univ. Paris VI. Lab. Physioogie des Insectes.* 14 avril 1988. 171 p.

Benazoun A., Schvester D., 1989 - Essai de traitement chimique à la Deltaméthrine sur Amandier contre *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUER. *Actes Inst. Agron. Vét*. 9 (1): 25-30.

Benazoun A., Schvester D., 1990. Biologie et cycle de *Scolytus (Ruguloscolytus*) *amygdali GUERIN* au Maroc. *Actes. Inst. Agron. Vét*. 2, (10): 21-34.

Benazoun A., Schvester D., 1990 - Ennemis naturels du Scolyte de l'amandier *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUER au Maroc. *Actes. Inst. Agron. Vét. Spécial Horticulture.* 10 (3): 49-57.

Benazoun A., 1992 - Contribution à l'étude biologique du Neiroun: *Phloeotribus scarabaeoides BERN*. (*Col. Scolytidae*) sur olivier dans la région de Taroudant au Maroc. *OLIVAE*. N°40 Février 1992, 26-35.

Benazoun A., 2002 - Test insecticide contre le Scolyte de l'olivier *Phloetribus scarabeoides BERN* (*Coleoptera Scolytidae*). *OLIVAE.* N°92. Juin 2002**,** 45-52.

Benazoun A., 2002 - Evaluation of olive bark beetle *Phloetribus scarabeoides BERN (Coleoptera: Scolytidae*) damage to olive flower clusters and fruit in the region of Taroudant. *OLIVAE*. N°94. November 2002**,** 47-50.

Benazoun A., Guillon M.R., 2004 - Nuevos proresos en el trampeo del barrenillo del almendro *Ruguloscolytus amygdali* (*Coleoptera*: *Scolytidae*). *"El Boletin de Sanidad Vegetal - Plagas*". Espagne.

Benhalima S., 2006 - Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). *Trav. Inst. Sci., Rabat*, 46, 63 p.

Berlandi L., 1981 - Hyménoptères. La faune de France. Remy Perrier. *Ed. Librairie Delagrave. Paris*. Tome 7 (11): 214 p.

Berryman A., 1968 - Deve1opment of samp1ing techniques and life tables for the fir engraver *Scolytus ventralis* (*Coleoptera:Scolytidae*). *Can Ent.* 100, 1138-1147.

Blight M.M., Wadhams L.J., Wenham M.J., King Field C.J., 1979 - Attraction of *Scolytus scolytus* (F.) to the Enantiomers of 4-Methyl-3-heptanol, the Major Component of the Aggregation Pheromone. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 52, (1): 83–90, https://doi.org/10.1093/forestry/52.1.83

Bonneau P., 2008 - Mes pièges à insectes. https://www.insecte.org/spip.php?article77

Boultereau M., 1988 - Parasitisme et génétique dans le monde des insectes. *Pour la Science*. Janvier 1988, 78-87.

Browne, L.E., Wood, D.L., Bedard, W.D. *et al.* 1979 - Quantitative estimates of the western pine beetle attractive pheromone components,*exo*-brevicomin, frontalin, and myrcene in nature. *J. Chem. Ecol.* **5,** 397–414 https://doi.org/10.1007/BF00987925

Campbell S.A., Borden J.H., 2006 - Close-range, in-flight integration of olfactory and visual information by a host-seeking bark beetle. *Entomol Exp Appl* 120: 91–98

Campos M., Gonzalez R., 1991 - Effect of parent density on fecundity of two parasitoids of the olive beetle, *Phloeotribus scarabaeoides* (*Col. Scolytidae*). *Entomophaga* 36, 473-480 (1991). https://doi.org/10.1007/BF02374429

Carle., 1969 - Milieux artificiels pour l'élevage des larves de *Pissodes notatus* L. (*Col. Curculionidae*) et autres xylophages du pin maritime. *Ann. Sci. forest*., 26 (3): 397-406.

Carle P.R., 1975 – Problèmes posés par les ravageurs xylophages des Conifères en forêt méditerranéenne. *R.F.F.,* 27 (4): 283-296.

Carle P.R., Schvester D., 1983 - Pyrethroides and integrated pest Contro1 against xy1ophagous forest insect. *P. Int. Conf. Integr.Plant. Prot*. 2: 113-118.

Chararas C., 1959- L'influence des conditions climatiques sur l'évolution des scolytes. *Ann. Ec. Nat. E.F*. 16 (2): 138-167.

Chararas C., 1962 - Scolytides des conifères, *Ed. P. Lechevalier*, 556 p.

Chararas C., 1970 - Ecologie des *Scolytidae*. *Bull. Soc. Ecol*, 3: 169-188.

Chararas C., 1974 – Recherches écophysiologiques sur certains *Scolytidae* spécifiques du *Cedrus atlantica* au Moyen Atlas, *C.N.R.S. Trav. R.C.P*., 249: 231-255.

Chararas C., 1976 – Aperçu général sur les insectes forestiers au Maroc. *C.R. Acad. Agric. Fr.,* 10: 611-618.

Chararas C., 1979 - Ecophysiologie des insectes parasites de forêts . *ed Chararas, Paris*. 297 p.

Chararas C., 1980. Etude écophysiologique des *Scolytides* parasites des Conifères au Maroc. *Ann. Rech..For*. Tome II, pp. 207-267.

Chararas C., Katoulas M., Koutroumpas A., **1982 -** Préférendum alimentaire de *Ruguloscolytus rugulosus* (*Coléoptère Scolytidae*) des arbres fruitiers. *C.R. Acad. Sci*. Paris. n° 294, pp. 763-766.

Chodjaï M., 1963 - Etude écologique de *Ruguloscolytus mediterraneus* Eggers (*Col. Scolytidae*) en Iran. *Rev. Pathol. Vég. Ent. Agric. Fr*. 42, (3): 139-160.

Coulson R.N., 1979 - Population dynamics of bark beet1es. *Ann.Rev.Ent*.

Cross E.A., Moser J.C., 1975 - A New, Dimorphic Species of *Pyemotes* and a key to previously described forms (*Acarina: Tarsonemoidea*) *Ann. Ento.Soc. of America*, 4 (68): 723-732.

Dajoz R., 1980 - Ecologie des insectes forestiers: *Ed. Masson Paris*, 367 p.

Danthanarayana., 1973 - Host: plant-pest relationships of shot-hole borer of tea *Xyleborus formicarus* (*Coleoptera : Scolytidae*). *Ann. Sci. Forest.* 16: 305-312.

Dix M.E., Franklin R.I., 1978 - Field biology of three Hymenopterous parasitoïds of the southern pine beetle. *J. Georgia. Ent. Soc*., 13 (1): 71-80.

Fabre J.P., Carle P., 1975 - Contribution à l'étude biologique d'*Hylurgus ligniperda* F. (*Coleoptera : Scolytidae*) dans le sud-est de la France. *Ann. Sci. Forest.* 32 (1): 55-71.

Fabre J.P., Mouna M., Du Merle P., Benhalima S., 1999 – Le point sur certains ravageurs du Cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord et en Europe. *Rev. For. Médit* 20 (4): 203 -219.

Fisher M., 1954 - Untersuchungen über den kleinen Holzbohrer (*Xyleborus saxeseni*) *Pflanzenschutzberichte*, 12: 137-180.

Furniss M.M., Johnson, J.B., 1987 - List of Idaho *Scolytidae* (*Coleoptera*) and notes on new records*," Great Basin Naturalist*": 47: (3): 375-382. https://scholarsarchive.byu.edu/gbn/vol47/iss3/4

Geri C., 1980 - Application des méthodes d'études démécologiques aux insectes défoliateurs forestiers. Cas de *Diprion pini* L (*Hym. Diprionidae*). Dynamique des populations de la processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF (Lep. *Thaumetopoeidae*) dans l'ile de Corse. *Thèse de Doctorat ès Sciences.Univ Paris Sud.* 12 décembre 1980. 249 p.

Ghaioule D., 1994 – Etude biologique et écologique des insects *Scolytidae* (*Coleoptera*) ravageurs des principales essences de reboisements résineux au Maroc. *Thèse 3ème cycle. Univ. Mohamed V, Fac. Sci. Rabat*, 232 p.

Gillmann M.D., 2014 - Interactions plantes-insectes dans deux écosystèmes forestiers méditerranéens contrastés: le cas des scolytes *(Coleoptera:Curculionidae Scolytinae)* en région méditerranéenne.*Thèse Doctotat en Ecologie.Univ.Aix-Marseille.* Fév. 2014. 176p

Gonzalez R., Campos M., 1990a - Evaluation of naturel enemies of the *Phloeotribus scarabaeoides BERN***.** (*Col:Scolytidae*) in Granada olive groves. *Acta Horticulturae Olive Growing* 286: 355-357.

Gonzalez R., Campos M., 1990b - Cria en laboratorio de *Phloeotribus scarabaeoides BERN*. *Bol. San. Veg. Plagas*. 16: 355-361.

Gonzalez R., Campos M., 1990c - Rearing of ***Chreiropachus quadrum*** (*Hym.Pteromalidae*) from the olive beetle, ***Phloeotribus carabaeoides*** *(Col: Scolytidae*). Potential biological control agent. *Estrallo da Redia,* Vol .LXXIII, (2): 495-505.

Gonzàlez R., Campos M., 1996 - The influence of ethylene on primary attraction of the olive beetle *Phloeotribus scarabaeoides* (Bern.) (*Col: Scolytidae*). *Experientia.* 52: 723–726. https://doi.org/10.1007/BF01925582

Gurevitz E., Ishaaya I., 1972 - Behavioural response of the fruit tree bark beetle, *Scolytus mediterraneus*, to host and non host plants. *Ent. exp. appl.* n° 12. pp. 175-182.

Gurevitz E., Ascheer K.R.S., 1973-The influence of the host plant on which the larvae are reared, on the subsequent response of *Scolytus* (*Ruguloscolytus*) *mediterraneus* Eggers female adults to extracts of various plants. *Zeitschr. f. Pflanzkrankh. Pflschutz.* Vol. 5, n°80, pp. 261-264.

Gurevitz E., (1975) - Contribution à l'étude des *Scolytidae* I-Comportement de différents stades du Scolyte méditerranéen *Scolytus (Ruguloscolytus) mediterraneus* Eggers en Israël. *Ann. Zool. Ecol. Anim*. 7, (4): 477-489.

Gurevitz E., (1976) - Contribution à l'étude des Scolytidae II-Comportement de différents stades du Scolyte méditerranéen *Scolytus (Ruguloscolytus) mediterraneus* Eggers en Israël. *Ann. Zool. Ecol. Anim*. 8, (1): 53-68.

Gurevitz E., Ledoux A., 1981- Attraction exercée par les plantes-hôtes sur le scolyte méditerranéen, *Scolytus* (*Ruguloscolytus*) *mediterraneus* Eggers. *Agronomie*, 1 (3): 249-254.

Haack R.A., 2001- Intercepted *Scolytidae* (*Coleoptera*) at US ports of entry: 1985–2000. *Integr. Pest Manag*. Rev. 6:253–82

Hajek A.E., Dahlsten D.L., 1985 - Factors influencing the motrality of *Scolytus multistriatus (Coleoptera:Scolytidae)* in elm branches in California. *Can. Ent.* 17: 819-828.

Hedqvist K.J., 1963) - Studia forestalia suecica. Die feindre der Borkenhafer in Schweden. I Erzwespen. (*Chalcidoïdea*). *Ed. Skogshogskulan Stokholm* 176 p.

Hosking G. P., 1973 - *Xyleborus Saxeseni*, Its life-history and flight behaviour in New Zealand. Forest Research Institute, New Zealand Forest Service, Rotorua. *N.Z. JI For. Sci*. 3 (1): 37-53.

Hennings K., 1907 - Beiträge zur Kenntnis der die Inserktenentwicklung beeinflüssenden Faktoren. *Biol. Centralblatt.*

Jamin J.K., 1977 - Contribution à l'étude du dépérissement provoqué par les Coléoptères Scolytides sur le pin sylvestre en région centre. *Mémoire d'Ingénieur des techniques forestières. Ecole Nationale des ingénieurs et travaux des eaux et forêts* 48p.

Jardak T., Moalla N., Khalfallah H., Laboudi M., 1983 - Essais d'évaluation des dégâts du Neiroun *Phloetribus scarabeoides BERN* dans la région de Sfax. *Institut de l'Olivier D.E.R.V.* 11 p.

Jarraya A., 1979 - Etude de la dynamique des populations d'insectes inféodés à l'olivier. II- Bioécologie de *Phloeotribus scarabaeoides BERN. (Col: Scolytidae)* dans la région de Sfax. *Ann. I.N.R.A.T.* 52 (6):5-27.

Jarraya A., 1981- Essais de traitements sur quelques ravageurs de l'Olivier. *Documents techniques I.N.R.A.T.*I, (85): 1-27.

Jarraya A., 1983 - Séminaire sur les scolytes de l'olivier. *Ed.Institut de l'olivier*. 1-5.

Joly R., 1975- Les insectes ennemis des pins. *Ed.Louis-Jean* Nancy vol. I et II, 222 p.

Kocher L., 1958 - Catalogue commenté des *Coléoptères* du Maroc. Fasc 8, Phytophages. *Trav. Inst. Sci. Chérif.* sér. Zool., 19:172 p.

Lanier G.N., Wood D.L. **1975 -** Specificity of response to pheromones in the genus *Ips* (*Coleoptera: Scolytidae*). *Chem Ecol* 1, 9–23 https://doi.org/10.1007/BF00987717

Lanier G.N., 1978 -Behaviour, modifying chemicals as a basis for managing bark beetles of urban importance. *In perspectives in urban Entomology*. *Ed CM Frankie & CS Kohler*. pp. 295-310. *Academic Press*.

Lanier, G.N., Classon, A., Stewart T., et al – 1980 - *Ips pini*: The basis for interpopulational differences in pheromone biology. *J. Chem Ecol* 6: 677–687. https://doi.org/10.1007/BF00987678

Laumond C., Carle P., 1971 - Nématodes associés et parasites de *Blastophagus destruens* Woll. (*Col: Scolytidae*). *Entomophaga*, 16: 51-66.

Levey C., Ishaaya I., Gurevitz E., Cooper R., et Lavie D., 1974 - Isolation and Identification of Host Eliciting Attraction and Bite Stimuli in the Fruit Tree bark Beetle, *Scolytus*) *mediterraneus*. *J. Agric. Food. Chem.* 3 (22): 376-379.

Lieutier F., 1975 - Humidité et dessèchement en milieu sous cortical. Conséquences sur la faune associée. *Ann. Zool. Ecol. Anim*., 7 (2): 171-184.

Lieutier F., 1978 - Les acariens associés à *Ips typographus* et *Ips sexdentatus*, (*Col. Scolytidae*) en région parisienne et les variations de leurs populations au cours du cycle annuel. Nématodes parasites sur ce Scolyte. *Bull. Ecol. Anim*., 94: 307 -321.

Lieutier F., Laumond C., 1978 -Les Nématodes parasites et associés à *Ips typographus* et *Ips sexdentatus*, (*Col: Scolytidae*) en région parisienne. *Nematologica*., 24: 187-200

Lieutier F., 1979 - Le parasitisme d'*Ips sexdentatus* par *Contortylenchus diplogaster* (*Nematoda. Allantonematidae*). *Revue Nematologique*., 2 (2): 143 -151

Lieutier F., 1979 - Les Diptères associés à *Ips typographus* et *Ips sexdentatus*, (*Col. Scolytidae*) en région parisienne et les variations de leurs populations au cours du cycle annuel. Nématodes parasites sur ce Scolyte. *Bull. Ecol. Anim*., 101: 1-13.

Lieutier F., 1981- Influence des nématodes parasites sur l'essaimage du scolytide *Ips sexdentatus* (Boern): Action régulatrice du froid. *Oecol. Applic.* 4 (2): 357-368.

Lieutier F. 1983 - Les Nématodes associés aux principaux *Scolytidae* ravageurs français. Etude de la maturation des adultes d'*Ips sexdentatus*, action des Nématodes parasites sur ce Scolyte. *Thèse de Doct. d'Etat Sci. Nat. Univ*. Paris VL. 228 p.

Lieutier F., Levieux J., 1985- Les relations Conifères-Scolytides: importance et perspectives de recherches. *Ann. Sci. For*. 42 (4): 359-370.

Lozano C., Campos M., 1991a - Preliminary study about entomofaune of the bark beetle *Leperisinus varius* (*Coleoptera, Scolytidae*). *Redia, Vol LXXIV (3) "Appendice*", 241-243.

Mendel Z., Gurevitz E., 1985. Hymenopterous parasitoïds of the almond bark beetles in Israël. *Alon hanotea* (1985). 39 (12):1057-1060 (in *Review of Applied Entomology «Series A»*. 75 (2). 1987).

Menier J., 1984 - Les signaux acoustiques et chimiques d'un coléoptère. *Pour la Science*, Août 1984, 56-57.

M'hirit O., 1982 - Etude écologique et forestière des cédraies du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de Phytoécologie et de la productivité du Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti). *Thèse Doc Univ Marseille III*. France. 436p.

Moeck, H.A., 1978 - Ethanol induces attack on trees by spruce beetles, *Dendroctonus Rufipennis* (*Coleoptera: Scolytidae*). *Entomological Society of Canada* 113 (10): 939 - 942. DOI: https://doi.org/10.4039/Ent113939-10

Moeck, H.A., Wood, D.L., & Lindahl, K.Q., 1981- Host selection behavior of bark beetles (*Coleoptera: Scolytidae*) attacking *Pinus ponderosa*, with special emphasis on the western pine beetle, *Dendroctonus brevicomis . J Chem Ecol* **7:** 49–83. https://doi.org/10.1007/BF00988635

Moser J.C., Cross E.A., Roton L.M., 1971- Bio1ogy of *Pyemotes parviscolyti* (*Acarina*: *Pyemotidae*). *Entomophaga,* 16 (4): 367-379.

Moser J.C., Roton L.M., 1972 - Reproductive compatibi1ity between two widely separated populations of *Pyemotes scolyti* (*Acarina: Pyemotidae*) *Pan-Pacific.Ent*. 48 (2): 97-99.

Nickle W.R ., 1963 - Observations on the effect of nematodes on *Ips confuses* (Le.Come) and other bark beetles. *Journal of Insect Pathology*. 5, (3): 386 -389.

Nijholt W.W., and Schönherr J., 1976 - Chemical response behaviour of scolytids in West Germany and western Canada. *Can. For. Serv. Bi-mon. Res*. Notes, 32: 31–32.

Nikol'skaya M.N., 1952- The Chalcid fauna of the U.S.S.R. *Academy of Sciences of the U.S.S.R. Moscou*, Leningrad. 593p.

Norris D.M., 1977- Role of Repellents and deterrents in Feeding of *Scolytus multistriatus*. *ACS Symposium series n°62 Host Plants Resistance to Pests, Ed. Paul A Hedin*. Madison (U.S.A.), 215-230.

Nüsslin O., 1904 – Die generationsfrage bei den Borkenkäfern *Forstwiss, Centralbl*., p. 273 - 285.

Oester P.T., Rudinsky J.A., Ryker L.C.,1981- Olfactory and Acoustic Behavior Of *Pseudohylesinus nebulosus* (*Coleoptera: Scolytidae*) on Douglas-Fir BARK1 *The Canadian Entomologist.* Volume 113, N° 7.pp. 645-650 DOI: https://doi.org/10.4039/Ent113645-7/Par Cambridge University Press (Mai 2012)

Oester P.T., Rudinsky J.A., 2009 -Acoustic behaviour of three sympatric species of *Ips* (*Coleoptera: Scolytidae*) co-inhabiting Sitka spruce. *Journal of Applied Entomology* 87 (1-4): 398 - 412. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1978.tb02465.x

Oester P.T., Rudinsky J.A., 2009 - Sound production in *Scolytidae*: Stridulation by "silent" Ips bark beetles. *Journal of Applied Entomology* 79 (1-4): 421-427. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1975.tb02364.x

Peñuelas J., Llusià., 2001 - Seasonal patterns of non-terpenoid C_6–C_{10} VOC emission from seven Mediterranean woody species. *Chemosphere*. 45: 237-244.

Peyerimhoff P., 1919 - Nouveaux Coléoptères du Nord-Africain. *Bull. Soc. Entom.* France, 24 (3): 71 -75.

Pfeffer A., 1979 - Einf1uss der Borkenkafer auf das Ulmensterben (*Col.Scolytidae*). Acta entomologica bohemoslovaka, 76 :145-157.

Picard F., 1921 - Extrait sur deux Scolytides des arbres fruitiers et leurs parasites *Bull. Pathol. Veg*. Fr. 8 (1): 16-19.

Questienne P., 1979 - Notes sur quelques insectes nuisibles aux pins du Maroc. *Annales de Gembloux*. 85: 113-130.

Rabate E., 1911- Recherche sur la mortalité du prunier. *Ed Roumegous et Deilan,* Montpellier 16 p.

Raffa K.F., & Berrymann A.A., 1983 -The role of plant resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (*Col: Scolytidae*). *Ecological Monographs*. 1(53): 27- 49.

Reay, S. D., et al. 2001 - The role of the bark beetle, *Hylastes ater* (*Coleoptera: Scolytidae*), as a sapstain fungi vector to *Pinus radiata* seedlings: A crisis for the New Zealand forestry industry? *Integrated Pest Management Reviews* 6 (3-4): 283-91.

Rudinsky J.A., 1962 - Ecology of *Scolytidae. Ann. Rev. Entom*. n°7, pp. 327-348.

Rudinsky J.A., Morgan M.E., Libbey L.M., Putnam T.B., 1976 - Release of Frontalin by male Douglas-fir beetle.
https://doi.org/10.1111/j.1439-418.1976.tb04236.x

Ruhm W. & Chararas C. (1957) - Description, biologie et histologie de quatre espèces de Nématodes parasites de *Dryocoetes hectographus* REM. (*Col:Scolytidae*) *Entomophaga* 2 (4): 253-269.

Russo G.. 1926 - Contributo alla conoscenza dei coleotteri Scolitidi. Studio morfo biologico del *Chaetoptelius vestitus* (NULS e REY), FUCHS e dei sui simbionti. *Boll. Lab. Zoo. Gen. Agr. Portici*. 19: 103-253.

Russo G., 1938 - Contributo alla conoscenza dei coleotteri ScolitidiFleotiribo: *Phloetribus scarabaeoides* (BERN)**.** Fauv. *Boll. Lab. Ent. Portici*. Vol II 1-419.

Ryker L.C., Libbey L.M., Rudinsky J.A., 1979 - Comparison of Volatile Compounds and Stridulation Emitted by the Douglas-fir Beetle from Idaho and Western Oregon Populations *Environmental Entomology*, Volume 8, Issue 5, 1 October 1979, Pages 789-798. https://doi.org/10.1093/ee/8.5.789

Ryker L.C., 1984. Acoustic and chemical signals in the life cycle of bark beetles. *Scientific American*. June 1984. Vol. 250. n°6.

Sasakawa M., Negishi T., 1973 - *Laboratory and Field Studies on Behaviouristic Reponse of the Minute Pine Bark Beetle, Cryphalus fulvus NIIJIMA (Coleoptera: Scolytidae*) to the Female Pheromone. *Applied entomology & zoology***,** 8 (3): 143-156.

Sasakawa M., Yoshiyasu Y., 1983 - Stridulatory organs of the Japanese pine bark beetles (*Coleoptera, Scolytidae*)**.** *Ento mol. Soc. Jpn. Kontyu, Tokyo*, *1983,* vol. 51 (4): 493–501. https://ci.nii.ac.jp/naid/110003501949/.

Schönherr J., 1972 - Pheromon beim Kiefern-Borkenkäfer "Waldgärtner", *Myelophilus piniperda* L. (*Coleo:Scolytidae*). *Journal of Applied Entomology* 71 (1-4): 410-413.

Schvester D., 1950 - Sur un nématode du groupe des *Parasitylenchus dispar* FUCHS parasite nouveau du Xylébore disparate. *Ann. I.N.R.A*. Série C (*Epiphytes*) 1: 1-6.

Schvester D., 1951- Méthodes de lutte contre les Scolytides des arbres fruitiers. *Rev. Zool. Agric. Appl*. 50 (l): 21-25.

Schvester D., 1952- Le Xylébore disparate *Anisandrus dispar* F en France. *Ann. I.N.R.A*. Série C (*Epiphytes*) 5: 225-258.

Schvester D., 1952- Les ennemis naturels de *Scolytus rugulosus* dans la région lyonnaise. *Bull. Soc. Linn.* 12: 98-100.

Schvester D. 1957. Contribution à l'étude écologique des Coléoptères *Scolytus.* Thèse Doct. ès Sci, Univ. Paris 1956. Parue dans *Ann. Epiphy. Hors série*. 162 p.

Schvester D., 1957 - Les divers modes d'intervention des facteurs climatiques dans la limitation des populations des Scolytides xylophages, d'après des études *sur Scolytus (Ruguloscolytus) rugulosus MULLER 1818. Compte-rendu IVè cogrès international de lutte contre les ennemis des plantes, Braunschweig*. Vol 1, 769-772.

Schwerdtefeger F., 1944 - Die Waldkrankheiten (Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschultzes). *P. Parey, Berlin, 2è edit, 1957.*

Shorey H.H., 1973 - Behavioural Responses to Insect Pheromones. ***A**nnual Review of Entomology*. 18:349-380. https://doi.org/10.1146/annurev.en.18.010173.002025

Stark R.W., Borden J.H., 1965 - Observations on mortality factors on the fir engraver beetle, *Scolytus vantralis* (*Coleoptera : Scolytidae*). *Journal of Economic Entomology*. 58 (6): 1162-1163.

Strobel, G., Lanier, G.N., 1981- Dutch Elm Disease. *Scientific American,* 245 (2): 56-67. Retrieved November 3, 2020, from http://www.jstor.org/stable/24964537

Teurlay A., 1979 - Contribution à l'étude biologique d'*Ips acuminatus* GYLL (*Col: Scolytidae*) ravageur du pin sylvestre. *Thèse Dr 3ème Cycle, Univ. Bordeaux I*, 90p.

Touzeau J., 1965 - Observations sur l'Hylésine *Hylesinus oleiperda* BER et la Pyrale *Euzophera pinguis*: 2 dangereux ennemis de l'olivier en Tunisie. C.I.T.O 2 (36):1-12.

Vallet E., 1981 - Etude du dépérissement du pin sylvestre en région centre et des principaux ravageurs scolytides associés: *Tomicus piniperda, Ips sexdentatus et Ips acuminatus (Col: Scolytidae). Thèse Dr 3ème Cycle, Univ. Orléans*, 143 p.

Wood D.L., 1982 - The role of pheromones, kairomones and allomones in the host selection and colonization behaviour of bark beetles. *Ann. Rev. Ent* , n°27, pp. 411- 416.

Yates M.G., 1984 -The biology of the oak bark beetle, *Scolytus intricatus* (Ratzeburg) (*Coleoptera: Scolytidae*), in southern England. *Bulletin of Entomological Research,* 74 (4):569-579. doi:10.1017/S0007485300013948

Zeiri A., **2015** Bio-écologie et ennemis naturels du scolyte de l'amandier *Scolytus amygdali* Guérin Meneville, 1847 (*Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae*) dans la région du Sahel Tunisien. Reconnaissance et systématique des parasitoïdes. *Thèse soumise en vue de l'obtention du Titre de Docteur en Sciences Biologiques (Faculté des sciences Bizerte, Université de Carthage – Tunisie).*

Zwolinski J.B., Swart W.J., 1990- Economic impact of a post-hail outbreak of dieback induced by *Sphaeropsis sapinea*. *European Journal of Forest.* 20 (6 -7): 405-411.

GLOSSAIRE

A

Abdomen : n.m. Troisième partie du corps d'un insecte.

Acrotergite: n.m. Partie antérieure précostale de la plaque dorsale d'un segment.

Acrotrophique : adj. Ovaire dont les cellules acrotrophiques sont restées dans le germarium.

Aculéates (Porte-aiguillons) : adj. *Hyménoptères Apocrites* dotés d'un aiguillon.

Acuminée : adj. Se dit d'une aile qui se termine en une longue pointe.

Adectique : adj. Nymphe à mandibules non fonctionnelles.

Adéphaga (Symphigastra): adj. *Coléoptères* avec suture notopleurale.

Adéphage: adj. Carnivore.

Aedeage (Edeage): n.m. Génitalia mâle (Organe copulateur).

Agame (Parthénogénétique): adj. Qui se reproduit sans union avec un mâle.

Aiguillon : n.m. Dard creux placé à l'extrémité de l'abdomen par où s'écoule le venin de l'abeille ou d'autres *Hyménoptères.*

Alecithe : adj. Œuf sans vitellus.

Alinotum : n.m. Plaque alaire du mésonotum ou du métanotum des insectes ailés.

Alule : n.f. Lobe membraneux de l'angle postérieur de la base de l'aile, chez de nombreux *Diptères* et quelques *Coléoptère.*p.76.

Anal : n.m. Anus ou extrémité postérieure de l'abdomen ou partie postérieure de l'aile.

Androconies : n.f. Ecailles odoriférantes.

Angle anal : n.m. Partie postérieure de l'aile, entre les bords, externe et interne.

Angle huméral n.m. Partie antérieure de l'aile, près de son insertion.

Anneli : n.m. Petits articles en forme d'anneaux situés entre le scape et le funicule de l'antenne.

Antennates (Mandibulates) : adj. Arthropodes caractérisés par la présence d'une ou 2 paires d'antennes et d'une paire de mandibules

Antennes : n.f. Organes sensoriels pairs situés de chaque côté de la tête..

Anténodale : n.f. Nervure transverse située entre les nervures costale, sous costale et radiale entre la base et le nodus.

Anthophage : adj. Qui se nourrit des fleurs.

Apical : adj. Qui concerne ou qui se trouve à l'extrémité d'un organe ou d'une structure; les cellules apicales, par exemple sont situées à l'extrémité de l'aile.

Apocrites : adj. *Hyménoptères* à métathorax séparé du premier segment abdominal.

Apode : adj. Sans pattes.

Apodème : n.m. Pièce cuticulaire interne de la paroi du squelette. Saillie interne de la cuticule permettant l'attache des muscles.

Apolyse : n.f. Décollement de la cuticule.

Apophyse : n.f. Prolongement tuberculiforme, externe ou interne, de la paroi du corps d'un insecte.

Appendice : n.m. Tout membre ou organe attaché au corps par une articulation (Pattes, ailes…)

Aptère : adj. Dépourvu d'ailes.

Archedictyon : n.m. Réseau irrégulier de nervures se trouvant entre les nervures longitudinales chez de nombreux insectes fossiles.

Aréole : n.f. Espace délimité par une nervure transversale et une nervure longitudinale (Cas des *Lepidoptères* et *Hyménoptères*).

Arolium : n.m. Coussinet situé entre les griffes de la patte d'un insecte. Généralement très petit, mais très développé chez les Sauterelles et quelques autres insectes.

B

Basal : adj. Celui qui se trouve le plus près du corps. Chez les *Diptères*, les cellules basales sont généralement petites et situées près de la base de l'aile.

Brachycères : n.m. Sous ordre de *Diptères* avec des antennes très variées, mais plus courtes que la tête et le thorax, généralement composées de 3 articles dissemblables dont le dernier est plus long que les autres et souvent annelé.

Brachyptère : adj. Doté de courtes ailes.

Bourse copulatrice : n.f. Poche copulatrice de la femelle, adaptée pour recevoir le pénis (édéage) et le sperme pendant la copulation. Sa structure est souvent utilisée pour séparer des espèces très voisines.

C

Campodéiforme : adj. Larve allongée et aplaties, dont les pattes et les antennes sont bien développées.

Capité: adj. Qui a une tête. Type d'antenne élargie à l'apex.

Cardo: n.m. Article basal des maxilles (paire inférieure de mâchoires).

Carène : n.f. Arête saillante ou forte ride.

Caroténoïdes : n.f. Pigments cuticulaires qui proviennent de l'alimentation et colorent l'insecte en rouge, en orange et en jaune.

Carpophage adj. Qui se nourrit des fruits.

Cryptopentamères : adj. Sur les pattes, le 2ème article tarsal est bilobé, il cache 3ème article minuscule dans son lobe.

Caudal : adj. Qui concerne l'extrémité postérieure (queue) d'un insecte. Ex : Soies caudales.

Cavité cotyloïde ou cavité coxale: n.f. Cavité thoracique où s'insère la hanche.

Cavite péripodiale : n.f. Sac à paroi mince au fond duquel s'invaginent et s'accroissent les ailes sous forme de bandes internes à proximité des trachées chez les larves et les nymphes *Holométaboles*.

Cavité métacoxale : n.f. Cavité métathoracique où s'insère la hanche de la patte postérieure.

Cellule : n.f. Une partie de l'aile, délimitée par des nervures. Une cellule est dite fermée lorsque tous ses côtés sont formés par des nervures. Une cellule est dite ouverte lorsqu'un des côtés est formé par le bord de l'aile.

Cellule branchiale : n.f. Formée à la limite entre la région anale et cubitale..

Cellule costale : n.f. Grande cellule très apparente située vers le milieu de l'aile. La cellule discale dans un groupe déterminé d'insectes n'est pas nécessairement délimitée par les mêmes nervures que dans un autre groupe.

Cellule cubitale : n.f. Cellule formée au niveau médio-radial.

Cellule discoïdale : n.f. est formée par une transverse entre la ***Radiale*** et la ***Médiane.***

Cellule quadrangle : n.f. Située près de la base de l'aile d'une Demoiselle (*Zygoptère*). Caractère important pour distinguer les familles.

Cellules submarginales : n.f. Cellules situées immédiatement après le ptérostigma sur l'aile antérieure de certains *Hyménoptères*

Cellule submédiane : n.f. Se trouve derrière la cellule brachiale;

Cellule thyridiale : n.f. est formée par une transverse entre la ***Médiane*** et ***Cubitale***.

Centrolécithe : adj. Œuf à vitellus fort abondant occupe tout le centre de l'œuf et ne laisse libre qu'une mince couche de cytoplasme périphérique.

Cerques : n.m. Appendices pairs, souvent très longs, situés à l'extrémité de l'abdomen chez de nombreux insectes.

Cervical : adj. Qui concerne la partie située immédiatement en arrière de la tête.

Chétotaxie : n.f. Nomenclature et répartition des soies (Chètes).

Chitine : n.f. Substance dure, cornée, qui forme la cuticule des insectes ; chimiquement c'est un polysaccharide nitrogène.

Chordotonal : adj. Celui qui répond aux vibrations comme les soies ou les sensilles antennaires.

Chorion : n.m. Revêtement externe de l'œuf de l'insecte.

Cibarium n.m. ou cavité antérieure de la bouche placée entre la base de l'*hypopharynx* et la face inférieure du clypéus.

Cilié : adj. Présentant de petites soies.

Claviforme : adj. Qui est en forme de massue.

Clavus : n.m. Partie postérieure de l'aile antérieure chez les *Hétéroptères*.

Cleptoparasite : n.m. Qui vit aux dépens des proies ou des réserves rassemblées par l'hôte.

Clypéus (Epistome): n.m. Partie inférieure de la face d'un insecte, immédiatement au dessus du labre.

Coarcte : adj. Terme s'appliquant à une pupe enfermée dans la dernière cuticule larvaire qui s'est durcie et qui la protège comme le ferait un cocon.

Cocon : n.m. Enveloppe formée de fils de soie ; elle protège la nymphe de nombreux insectes notamment celle des Papillons et des *Hyménoptères*.

Coccidiphage : adj. Qui se nourrit de *Coccides* (Cochenilles).

Colléterique (Colléteriale): adj. Se dit d'une glande accessoire de l'oviducte, qui sécrète la matière visqueuse permettent de cimenter les œufs entre eux sous forme d'oothèques.

Commensal : adj. Qui se nourrit du surplus d'un autre insecte sans niure au propriétaire et à ses approvisionnements. (Débris végétaux, cadavres, de matières décomposées, bois mort…)

Connexivum : n.m. Abdomen caractérisé par deux paires de lames minces (ou *paratergites* dorsaux et ventraux), qui bordent latéralement les tergites abdominaux auxquels elles sont articulées. Ces lames sont disposées de telle sorte qu'elles constituent sur les côtés de l'abdomen deux angles qui correspondent aux oreilles du chat et que l'on appelle le *connexivum*

Corpora allata : n.m. Petites glandes d'origine épithéliale, disposées par paires et innervées par un nerf cérébral qui traverse les corpora cardiaca. Elles sécrètent l'Hormone Juvénile qui contrôle le développement post embryonnaire de l'insecte et la production du vitellus chez la femelle.

Corpora cardiaca : n.m. Petites glandes paires d'origine nerveuse, situés de chaque côté des muscles dilateurs du pharynx, près du ganglion cérébral et des Corpora allata.

Costale (C) : n.f. Nervure longitudinale principale de l'aile, dont elle forme généralement le bord antérieur. Le bord costal est le bord antérieur de l'aile.

Couplage alaire : n.m. Système d'accrochage des ailes, antérieure et postérieure; il permet une synchronisation de leurs mouvements en une seule unité aérodynamique. Il varie selon les ordres et groupes d'insectes.

Coxa (Hanche) : n.f. Article basal de la patte d'un insecte.

Cryptogastra: adj. *Coléoptères* sans suture notopleurale avec 5 ou 6 sternites abdominaux visibles.

Cryptométabole : adj. Insecte à métamorphoses non apparentes.

Cubitale (Cu) : n.f. Une des nervures longitudinales principales, située sur la partie postérieure de l'aile et présentant généralement 2 ou 3 branches.

D

Déclivité

Dectique: adj. Se dit d'une nymphe à mandibules fonctionnelles pour découper les cocons.

Denté : adj. Muni de dents.

Denticulé : adj. Avec de très petites saillies semblables à des dents.

Déprimé: adj. Aplati dorso-ventralement, comme le sont par exemple des Poux.

Détritiphage (Saprophage) : adj. Qui se nourrit des détritus et de débris de substances organiques.

Diapause : n.f. Arrêt de développement et/ou inactivité biologique de nombreux insectes.

Dioécique : adj. Espèce migrante qui exige deux plantes hôtes successives pour se développer. Cas des Pucerons.

Digestion extraorale : n.f. Décomposition des proies à l'extérieur (avant d'être avalées) grâce à des enzymes digestives secrétées par les glandes salivaires. Cas des Fourmilions.

Distal : adj. Qui concerne la partie d'un appendice la plus éloignée du corps.

Dorsal : adj. Qui concerne le dos, ou face supérieure, d'un insecte.

Dorso-ventral: adj. Qui s'étend de la face dorsale (supérieure) à la face ventrale (inférieure).

E

Ecaille : n.f. Poils de recouvrement aplatis, très modifiés et disposés en rangées se recouvrant l'une l'autre, contenant des pigments et souvent attachés à une tigelle par la cuticule.

Ecdysis : n.f. Processus de mue au cours duquel l'insecte change de cuticule.

Ectoderme: n.m. Couche externe des cellules de l'embryon qui donne l'épiderme de la paroi du corps.

Ectoparasite : adj. Parasite vivant aux dépens des organes externes de son hôte sans le tuer (Puces, poux…).

Ectotrophe : adj. A pièces buccales, libres et externes.

Edeage (Aedeage): n.m. Génitalia mâle (Organe copulateur ou pénis).

Elytre : n.f. Aile antérieure dure et cornée (*Orthoptères*, *Coléoptère*s…).

Emargine : n.f. Avec une encoche nette.

Embolium : n.m. Partie antérieure de l'aile antérieure chez quelques *Hétéroptères*.

Empodium n.m. Petite soie entre les griffes du dernier article du tarse chez les *Diptères* ; elle peut prendre la d'un coussinet.

Endoderme : n.m. Couche cellulaire interne du blastoderme formant l'épithélium de l'estomac.

Endoparasite : adj. Parasite vivant dans le corps de l'hôte (Ichneumons…)..

Endophyte : adj. Organisme qui se développe à l'intérieur des tissus végétaux.

Endopterygote : adj. Insecte dont les ailes se développent à l'intérieur du corps.

Entotrophe : adj. A pièces buccales cachées

Eperon : n.m. Une grande épine, généralement mobile et située sur les pattes.

Epimère : n.m. Partie postérieure de la face latérale de chacun des trois segments thoraciques. Suivant le segment, ce nom peut être précédé des préfixes pro- méso- ou méta.

Epimorphe : n.m. . Larve qui nait avec le nombre définitif de segments.

Epine : n.f. Formation cuticulaire piquante et immobile.

Epipharynx : n.m. Elément des pièces buccales situé à la face postérieure du labre (lèvre supérieure). Chez les insectes broyeurs, c'est un petit lobe, alors que chez les Poux, il est fortement développé et est utilisé pour aspirer le sang.

Epipleure: n.m. Bord externe infléchi de l'élytre, qui cache les pleures.

Epipleurite: n.m. Plaque pleurale supérieure lorsqu'un pleure est divisé en deux parties. Sclérites basalaires et subalaires d'un segment porteur d'ailes.

Epiprocte : n.m. Appendice émanant du milieu du dernier segment abdominal, immédiatement au-dessus de l'anus ; chez les *Thysanoures* et certains *Ephémères*, il est long et forme le filament médian des trois "queues".

Episternum : n.m. Partie antérieure de la face latérale de chacun des 3 segments thoraciques. Ce nom peut être précédé du préfixe pro, méso ou méta selon le segment.

Eruciforme : adj. Larve à corps plus ou moins cylindrique et dont l'abdomen porte de fausses pattes courtes et épaisses tandis que le thorax présente de vraies pattes thoraciques (Chenilles et fausses chenilles).

Espèce : n.f. Unité de base dans la classification d'organismes vivants, constituée par un groupe d'individus plus ou moins semblables et capables de se reproduire entre eux ; beaucoup d'espèces peuvent se diviser en sous-espèces qui, en général, ont des habitats différents et peuvent présenter certaines divergences mais qui ont toujours la possibilité de se reproduire entre elles.

Essaim: n.m. Regroupement plus ou moins considérable d' insectes. Cas des Criquets.

Eucéphale : adj. Se dit d'une larve à tête bien différenciée avec une capsule céphalique parfois robuste.

Excavé : adj. Creusé. Chez de nombreux *Coléoptères*, les hanches sont excavées de manière à former un logement pour le fémur lorsque la patte est repliée.

Exoécie: n.f. Chambre formée dans la termitière d'un système de cavités, ne communiquant ni avec l'endoécie ni avec la périécie, mais avec l'extérieur par de larges ouvertures.

Exoptérygote : adj. Insecte dont les ailes se développent à l'extérieur du corps.

Exsertile : adj. Qui peut faire saillie au dehors.

Exuvie : n.f. Dépouille ou peau de la larve laissée après la mue.

F

Facette : n.f. Surface d'une ommatidie qui est un des éléments formant l'œil composé.

Fémur : n.m. Troisième article de la patte d'un insecte.

Fil de Fer : n.m. Se dit des larves des *Coléoptères Elateridae*.

Filament : n.m. Une structure filiforme, principalement à l'extrémité d'une antenne.

Filiforme : adj. Qui est en forme de fil ou de soie ; s'applique surtout aux antennes.

Flabellum : n.m. Organe en forme d'éventail ou de feuille. Chez les abeilles, c'est un lobe transparent à l'extrémité des glosses.

Flabelle : adj. En forme d'éventail (antennes flabellées ou flabelliformes).

Flagelle (Fouet ou **Funicule)** n.m. Partie distale des antennes, au-delà du second article.

Foetométabole : adj. Insecte chez qui, deux stades pré-larvaires se forment entre le stade embryon et la larve nouveau-née Cas des Coléoptères *Telephorus* et de certaines Mantes.

Follicule : n.m. Tube ou sac cellelaire, glande ou ovaire, chambre ovarienne, cocon…Chez un insecte adulte, tubes formant les testicules.

Front : n.m La partie supérieure de la face d'un insecte, entre et sous les antennes, portant l'ocelle médian ; chez les Diptères, le front occupe presque la totalité de la face antérieure de la tête, à l'exclusion des yeux.

G

Galéa : n.f. Lobe externe de la maxille.

Gaster : n.m. Partie globuleuse ou ovoïde formée par les derniers segments abdominaux chez les *Hyménoptères*, surtout les Formicoïdes.

Gena : n.f. Joue ou partie latérale de la tête située à la partie inférieure des yeux.

Géniculée : adj. Antenne coudée. .

Génitalia : n.m. Organes de reproduction des insectes. .

Genre : n.m. Un groupe d'espèces étroitement apparentées.

Germarium : Chez la femelle c'est l'extrémité d'un ovariole, en dessous du filament terminale, il consiste en une masse de cellules (ovocytes) dans lesquelles sont différenciées les cellules germinales. Chez le mâle, c'est la région contenant , les cellules germinales ou spermatogonies.

Glabre : adj. Dépourvu de poils.

Glande colléterique : n.f. Glande accessoire qui sécrète la matière visqueuse permettant de cimenter les œufs entre eux sous forme d'oothèques.

Glosses : n.f. Deux petits lobes situés à l'extrémité du labium. Généralement petites, elles sont très longues chez les Abeilles et les Bourdons; elles sont utilisées pour lécher le nectar.

Gnathocéphalon : n.m. Oifice oral antérieur de la tête garni de pièces buccales.

Gnathos : n.m. Une paire de pièces sternales du génitalia mâle, en forme de fer à cheval ouvert vers le haut sur la marge caudale du tégument. (Cas des *Lépidoptères*).

Gonapophyses : n.f. Organes pairs dépendant des $8^{ème}$ et $9^{ème}$ segments abdominaux chez les femelles et du $9^{ème}$ chez les mâles.

Gonothèque : n.m. génitalia se développant à l'extérieur. Cas des Phasmes, Blattes, Mantes, Sauterelles, Grillons**,** Criquets, Poux, Punaises, Pucerons, Cochenilles, Aleurodes et Thrips**.**

Gorgeret : n.m. Ensemble de pièces postérieures de l'abdomen terminé en pointe et formant l'aiguillon barbelé formant la tarière chez les Ichneumons et l'aiguillon chez les Guêpes et les Abeilles.

Grégaire : adj. Qui vit en groupe ou en communauté, mais qui n'est pas social.

Gula: n.f. Gorge. Sclérite qui ferme la capsule céphalique derrière le foramen occipital.

Gynandromprphe : adj. Individu présentant à la fois les caractères, mâles et femelles.

H

Halophile : adj. Qui abonde dans les sols salés, au bord des mers.

Haplogastra : adj. *Coléoptères* sans suture notopleurale avec 6 ou 7 sternites abdominaux visibles; le 1er étant envahi par le métathorax et apparaît sous forme de 2 pièces triangulaires.

Hémolymphe : n.m. Sang des Invertébrés.

Hétérolécithe : adj. Œuf à deux pôles, un pôle animal riche en cytoplasme et pauvre en vitellus et un pôle végétatif pauvre en cytoplasme et riche en vitellus. .

Hétéromères : adj. Espèces de *Coléoptères*, qui ont un nombre différent d'articles aux tarses, par exemple 5 aux deux premières paires de pattes et 4 à la troisième.

Hologastra : adj. *Coléoptères* sans suture notopleurale avec 7 ou 8 sternites abdominaux visibles dont le deuxième est développé et semblable au troisième.

Holométabole : adj. Insecte à métamorphose complète avec un stade nymphal.

Holopneustique : adj. Se dit d'une larve apode acéphale avec deux paires de stigmates thoraciques (Prothorax + métathorax) et un appareil stigmatique abdominal complet. Voir également, apneustique amphipneustique, hémipneustique, métapneustique, péripneustique, propneustique. .

Holoptique : adj. Insecte dont les yeux se touchent ou presque, sur le dessus de la tête (*Diptères*). Voir également dichoptiques (séparés).

Holotype : n.m. Spécimen unique choisi comme type d'une espèce, ou le seul spécimen connu au moment de la description.

Homochromie : n.f. Couleurs que prennent, de nombreux insectes (verts comme les végétaux, bruns ou tachetés comme le sol ou les écorces des arbres) pour se soustraire partiellement à l'attention des prédateurs et des proies.

Homotypie : n.f. Ressemblance morphologique avec les éléments du milieu. Elle est souvent liée à l'homochromie ainsi qu'à un comportement qui renforce le camouflage.

Hôte : n.m. Organisme attaqué ou infesté par un parasite.

Hyalin : adj. Transparent, clair et non coloré (Cas des ailes de nombreuses Libellules).

Hygrophiles : adj. Qui vivent dans les régions humides.

Hypermétabole: adj. Développement post-embryonnaire au cours duquel apparaissent deux ou plusieurs types de larves qui présentent des changements morphologiques notables au cours de leur vie. Voir également cryptométabole, allométabole, apométabole, eoholométabole, épimétabole, néométabole, homométabole, paléométabole, paramétabole, prométabole et rémétabole.

Hyperparasite : adj. Un organisme parasite qui s'attaque à un autre parasite.

Hypognathe (Orthognathe): adj. Insecte dont latête est verticale avec des pièces buccales dirigées ver le bas en position perpendiculaire comme les pattes. Voir également prognathe et opistognathe.

Hypopharynx : n.m. Un élément des pièces buccales d'un insecte situé à l'arrière de la bouche, immédiatement devant le labium (lèvre inférieure) ; généralement court et en forme de langue chez les insectes broyeurs, il peut s'allonger en un tube excréteur de la glande salivaire chez les espèces suceuses.

Hypostome : n.m. Partie du bord subgénal du crâne, postérieur à la mandibule, généralement étroite, mais s'étendant parfois sur la face interne comme une plaque dans la paroi ventrale de la tête.

Imaginipare : adj. Qui produit des imagos ou adultes.

Imago : n.m. Adulte.

Inaequipalpia : n.m. Palpes maxillaires de 3 à 4 articles chez les mâles et 5 chez les femelles.

Inquilin : n.m. Organisme vivant dans le nid d'une autre espèce, sans exercer d'influence apparente sur cette dernière.

Instar : n.m. Période qui sépare les mues larvaires successives; le premier instar est le stade entre l'œuf et la première mue tandis que l'imago est le dernier instar.

L

Labial : adj. Qui dépend du labium.

Labium : n.m. Lèvre inférieure formée par la fusion de deux appendices semblables à des maxilles.

Labre : n.m. Lèvre supérieure ; ce n'est pas vraiment un appendice mais plutôt un sclérite mobile au bord antérieur de la tête. p.61.

Lacinia : n.f. Branche interne de la maxille (l'externe étant la galéa).

Lamelle : n.f. Excroissance mince et aplatie ou feuillet. (Utilisée à propos de certaines antennes).

Lamelleuse : adj. Se dit d'une antenne garnie de lamelles ou feuillets.

Larve : n.f. Stade jeune d'un insecte. 9.

Ligula : n.f. Petit lobe médian, simple ou pair, situé à l'extrémité du labium, généralement divisée en glosses et paraglosses.

Lipochromes : n.m. Pigments sous-épidermiques qui proviennent des plantes. .

Longicornes : adj. *Coléoptères Cerambycides* avec des antennes généralement plus longues que les 2/3 ou parfois la totalité de la longueur du corps.

Lunule : n.f. Petite marque ou suture en forme de cicatrice située au dessus des antennes chez les *Diptères Schizophores*.

M

Macrotriche : n.f. Soie de forme et de taille variées.

Mandibule : n.f. Mâchoire supérieure de l'insecte.

Maxille : n.f. Mâchoire inférieure de l'insecte.

Médiane : n.f. 4ème nervure alaire longitudinale située entre la Radiale et la Cubitale, portant ordinairement 4 branches.

Medius : n.m. Article intermédiaire entre le fémur et le tibia chez les larves des Coléoptères adéphages.

Mélanines : n.f. pigments cuticulaires qui se situent généralement dans l'exocuticule qu'elles colorent en noir, brun et jaune.

Mentum : n.m. Partie du labium de forme variable. (Voir également prémentum, postmentum et submentum).

Métaboles : adj. Insectes qui subissent une série de mues depuis l'éclosion de la larve nouveau née jusqu'au stade adulte.

Mélolonthoïde ou **Scarbéiforme** : adj. Larve épaisse, charnue, et peu mobile; qui vit enfouie dans la terre, le terreau, le bois mort, et se nourrit de racines, de débris végétaux de bois, etc. Cas de la larve du Hanneton.

Mésoderme : n.m. Tissu mésoblastique formé par une couche définie des cellules médianes.

Métamorphose. n.f. Série de transformations par lesquelles un insecte passe au cours de son développement depuis son l'œuf, la larve, la nymphe jusqu'au stade adulte.

Métasternum : n.m. Face ventrale du métathorax.

Metathorax : n.m. Troisième segment thoraxique.

Microtriche : n.f. Formation minuscule (soie, poil…) qu'on trouve sur la surface du corps et des ailes de certains insectes comme les *Mécoptères*, *Lépidoptères*, *Diptères* et autres .

Mimétisme: n.m. Pour des insectes comestibles la Ressemblance d'un insecte avec un autre non étroitement voisin vivant dans la même localité. (Proies, hôte, espèce venimeuse ou de mauvais goût…).

Mola : Partie basale du bord concave de la mandibule, épaissie, saillante ou mamelonnée.

Moniliforme : adj. Se dit d'une antenne formée de petits articles plus ou moins globuleux alignés en grains de chapelet; semblables à des perles.

Monoéciques : adj. Pucerons qui se développent sur un seul hôte.

Monovoltin: adj. Insecte qui évolue en une seule génération.

Mue : n.f. Changement périodique de tégument ou exosquelette. Voir Ecdysis.

Mycétophage : adj. Qui cultive des de champignons pour s'en nourrir. (Fourmis, Termites…).

N

Nécrophage: adj. Qui se nourrit de cadavres.

Néoptères : n.m. Insectes dont les ailes à articulation complexe (Présence de néala ou jugum), sont mobiles aussi bien verticalement qu'horizontalement et se replient au repos sur l'abdomen.

Nervures : n.f **:** Elles servent à renforcer les ailes et à faciliter le vol. A noter deux types de nervures: Les transverses et les longitudinales, mais ce sont ces dernières qui sont les plus importantes dans la classification des insectes. Les principales sont: La Précostale (PC), Costale (C), Sous costale (Sc), Radiale (R) Médiane (M), Cubitale (Cu), Postcubitale (Pcu): Anales (A) et Jugales (J).

Nervure humérale : n.f. Petite nervure transversale entre la Costale et la Sous-costale sur la partie humérale (ou basale) de l'aile.

Nervure intercalaire : n.f. Nervure longitudinale additionnelle qui se dirige du bord de l'aile vers l'intérieur mais qui n'est pas directement reliée à l'une des nervures principales.

Nervure transversale : n.f. Courte nervure qui relie deux nervures longitudinales voisines.

Nervures anténodales : n.f. Petites nervures transversales sur l'aile antérieure des Libellules (*Odonates*), entre la base de l'aile et le nodus.

Nodus : n.m. Nœud ou bosse. Nervure transversale courte mais forte, qui s'étend du bord antérieur de l'aile vers l'intérieur chez les *Odonates*. Son emplacement est indiqué par une légère dépression du bord costal. p.83 (fig.5). Petit segment situé chez les fourmis entre le thorax et l'abdomen.

Notaulice : n.m. Un des deux sillons longitudinaux partageant le mésonotum de certains *Hyménoptères* en une partie médiane et deux parties latérales.

Notum : n.m. Face dorsale d'un segment thoracique. (Pronotum, mésonotum et métanotum).

Nymphe : n.f. Dernier stade juvénile qui précède l'adulte. C'est le siège d'une métamorphose complète chez les Holométaboles et incomplète chez certains Hétérométaboles.

O

Oblongum : n.m. Cellule fermée dans l'aile membraneuse des *Coléoptères* Adéphages.

Obtectée : adj. Nymphe dont les appendices sont fixés au corps.

Occiput : n.m. Extrémité postérieure du sommet de la tête, immédiatement avant la membrane du cou. Chez certains insectes, l'occiput est séparé du vertex par la suture occipitale mais il n'apparaît cependant pas, en général, comme un sclérite distinct.

Ocelles : n.m. Yeux simples; ils sont généralement présents au nombre de trois sur le sommet de la tête mais ils manquent chez certains insectes.

Œil composé : n.m. Photorécepteur. Organe perceptif de la lumière..

Oenocytes : n.m. Grandes cellules d'un jaune orange réunies en grappes, disposées métamériquement dans la région pleurale de l'abdomen et pouvant s'étendre jusqu'au métathorax.

Oestriformes : adj. Mouches dont les larves du 1er stade creusent des galeries dans la muqueuse de la bouche ou de la langue de l'hôte. A leur 2ème stade ces larves deviennent hématophages et passent du pharynx à l'estomac et à l'intestin; elles s'y nourrissent pendant des mois, puis elles sont expulsées avec les matières fécales pour se nymphoser dans le sol. (Voir *Gasterphilides*).

Oligolécithe : adj. Œuf avec peu de vitellus.

Oligoneoptères : adj. dont les ailes sont pourvues d'un champ jugal absent ou réduit avec une seule nervure simple, jamais ramifiée..

Oligophage : adj. Insecte à régime restreint, limité à une famille végétale ou parfois à un seul genre.

Oligopode : adj. Phase à laquelle, l'embryon est complètement organisé, il possède des appendices céphaliques et thoraciques très bien différenciés, mais la plupart des appendices abdominaux sont régressés. Il donne naissance aux futures larves campodeiformes et mélolonthoïdes.

Ommatidie (Facette) : n.f. Une des unités constituantes de l'œil composé.

Ommochromes. Pigments épidermiques et sous épidermiques, qui donnent des teintes jaunes, brunes, ou rouges.

Onychium : n.m. Ongle. Petit appendice entre les griffes du tarse chez les *Diptères*. Voir Arolium, Empodium, Coussinet.

Oophage : adj. Qui se nourrit des œufs.

Oothèque : n.f. Capsule contenant les œufs, telle la structure en forme de bourse traînée par les Blattes ou la masse spongieuse dans laquelle la Mante pond ses œufs.

Ophidères : n.m. beaux Noctuidés tropicaux suceurs de fruits.

Opisthosome : n.m. 2ème partie du corps d'un acarien (la 1ère partie étant le Prosome) qui porte les deux dernières paires de pattes.

Opisthognathe : adj. Tête dont l'appareil buccal est dirigé vers l'arrière: Cas des *Hemiptéroïdes.*

Organe androconial : n.m. Organe odorifique formé d'androconies (écailles odoriférantes spécialisées) chez certains mâles de Papillons.

Organe de Johnston (chordotonal) : n.m. Organe auditif situé sur le pédicelle des antennes. En plus de sa fonction olfactive, il a un rôle mécanorécepteur dans le vol des insectes (vitesse du vol).

Organes tympanaux : n.m. Qui se rapportent au tympan.

Orifice odorifique ou **odorifère** : n.m. Ouverture sur l'abdomen (dorsale ou sternale), à partir de laquelle sont produites des sécrétions volatiles et aromatiques. Cas des *Hétéroptères*.

Ovipare : adj. Qui se reproduit en pondant des œufs.

Oviposition : n.f. La ponte des œufs.

Ovipositeur ou **Oviscapte** ou **tarière:** n.m. Organe externe de ponte d'un insecte femelle ; caché chez de nombreux insectes, mais exceptionnellement long chez les Sauterelles (Orthoptères) et chez certains Hyménoptères parasites.

P

Palpe : n.m. Appendice articulé de la maxille et du labium. C'est un organe sensoriel gustatif, tactile et préhensile.

Palpicornes: adj. Qui a de longs palpes antenniformes. Cas des *Hydrophilidae*.

Palpiformes : adj. Qui a la forme d'un palpe.

Paracycle : n.m. Cycle de générations assurant le maintien de l'espèce tantôt sur la plante hôte primaire, tantôt sur la plante hôte secondaire.

Paraécie : n.f. Espace libre aménagé par les termites entre leur nid hypogé et le sol environnant.

Paraglosses : n.f. Deux petits lobes qui entourent latéralement les glosses à l'extrémité du labium.

Paramères: n.f. Une paire d'appendices du 9ème sternite, placée près de la base du phallus (pénis), chez les mâles des insectes autres que les Endoptérygotes.

Paranotales : adj. Se dit des ailes qui naissent d'abord comme des expansions latérales (***Paranota***), situées le long du notum thoracique ou paranotum.

Paranotum : n.m. Expansion latérale du notum, origine des ailes.

Paraprocte : n.m. Un des deux lobes situés sur les côtés de l'anus.

Parasite : adj. Organisme qui passe partiellement ou complètement son existence en association étroite avec une autre espèce dont il retire sa subsistance sans rien lui donner en échange. Les ectoparasites vivent sur l'hôte tandis que les endoparasites vivent dans le corps de ce dernier.

Parasitoïde: adj. Organisme qui vit aux dépens de son hôte et finit par le tuer.

Paronychium: n.m. Appendice sétiforme médian de l'onychium.

Parthénogenèse : n.f. Forme de reproduction au cours de laquelle les œufs se développent sans avoir été fécondés; c'est le mode habituel de reproduction de certains phasmes et de certaines générations de Pucerons, Cochenilles, Thrips, Cynipides et autres.

Pectinée : adj. Antenne semblable à un peigne.

Pectinocornes (Lamellicornes) : adj. Insectes à antennes pectinées. Cas des Scarabéidés et Lucanidés.

Pédicelle : n.m. 2ème article antennaire, court et porte généralement un organe de nature sensoriel complexe. Partie supportée par la partie basale d'un balancier dite scabellum.. Voir "Pétiole".

Pédogenèse (Paedogenèse ou Pedogonie): n.f. Reproduction asexuée au stade larvaire et nymphal.

Pédogénétique : adj. Qui se reproduit par paedogenèse.

Periécie : n.f. Elle se compose d'un réseau de galeries mettant l'habitacle en relation avec les sources d'aliments et de matériaux de construction.

Pétaliforme : adj. en forme foliacée ou sous forme de pétales.

Pétiole : n.m. Partie antérieure fortement rétrécie de l'abdomen chez les *Hyménoptères* (Abeilles, guêpes, Sphécides…). Chez les fourmis, il est appelé pédicelle.

Phallobase: Partie proximale du Phallus, plus ou moins développée, parfois élargie, portant l'edéage.

Phallus: n.m. Pénis des insectes..

Phragme : n.m. Invagination d'une pièce tergale.

Phyllophage: adj. Qui se nourrit des feuilles.

Phytophage: adj. Qui se nourrit des plantes.

Pièce prémétacoxale: n.f. Pièce occupant le bord postérieur du métasternum chez les *Coléoptères Carabidae*.

Plaque humérale: n.f. Pièce élargie, aplatie, plus ou moins fortement chitinisée, située antérieurement à la base de la nervure costale.

Pleural : adj. Qui concerne les parois latérales du corps d'un insecte.

Pleure ou **Pleuron**: n.f. Paroi latérale d'un segment thoracique.

Plumeux : adj. Terme s'appliquant à une structure dotée de minces appendices latéraux la faisant ressembler à une plume. Une antenne plumeuse est ornée de poils lui donnant l'apparence d'une plume.

Polyphaga : n.m. *Coléoptères* sans suture notopleurale.

Polyvoltin: adj. Insecte qui évolue en plusieurs générations par an.

Ponctué : adj. Couvert de minuscules petits trous ou petites dépressions. Cas des élytres de nombreux *Hémiptères* et de *Coléoptères*.

Postmentum : n.m. Partie basale du labium. (Voir prémentum et submentum).

Postpedes: n.m. Pattes postérieures.

Postscutellum : n.m. Partie du mésonotum , renflée et convexe située immédiatement en arrière du scutellum; très développé chez certains *Diptères*.

Postscutum : Petite plaque située derrière le postscutellum.

Postmentum : Partie basale du labium.

Préapical : adj. Qui est situé immédiatement avant l'extrémité. Cas de nombreux *Diptères* qui ont des soies préapicales situées juste avant l'extrémité des tibias.

Prémentum : n.m. Partie distale du labium sur laquelle sont fixés les palpes labiaux et la ligule. (Voir postmentum et submentum).

Prénymphe: n.f. Stade de repos par lequel passent de nombreuses larves avant le stade nymhal. A ce stade, la larve est généralement fripée et déformée.

Prétarse : n.m. Dernier article du tarse ; il porte une paire de griffes latérales et des pièces médiane réduites (Arolium, empodium …).

Proctodeal: adj. Qui provient du Proctodéum (Partie postérieure du tube digestif d'un insecte)

Prognathe : adj. Tête plus ou moins horizontale, dont les pièces buccales sont situées à l'avant.

Pronotum : n.m. Le premier segment abdominal des Apocrites

Prosome: n.m. Première partie du corps (prodorsum sur la face dorsale) qui comprend les deux premières paires de pattes.

Prosternum : n.m. La face ventrale du premier segment thoracique.

Prothorax : n.m. Le premier segment thoracique.

Protocérébron: n.m. Une des trios régions du cerveau d'un insecte, formée par une paire fusionnée de ganglions du segment optique.

Protopode : adj. Phase à laquelle, l'embryon est peu différencié; il ne présente que des appendices rudimentaires. Il donne naissance à des larves sans appendices bien différenciés (Type apode).

Polypode : adj. Phase à laquelle, l'embryon est complètement segmenté; il présente des appendices céphaliques et thoraciques, bien développés et une paire d'appendices rudimentaires au niveau de chaque segment abdominal. Il donne naissance à des larves de type éruciforme (Chenilles et fausses chenilles).

Proventricule : n.m. Partie spécialisée de l'intestin antérieur immédiatement antérieure au ventricule.

Proximal : adj. Qui concerne la partie basale d'un appendice. Partie la plus proche du corps.

Pruineux : adj. Couvert d'un dépôt pulvérulent, généralement blanc ou bleu pâle. Cas des *Odonates*.

Pruinosite: n.f. Poussière fine de couleurs comparable à celle qui recouvre les prunes.

Pseudocéphalon: n.m. 1er segment du corps des larves acéphales des *Diptères*.

Pteralia : n.f. Sclérites articulaires de la base de l'aile qui groupent la plaque humérale antérieure à la base de la nervure costale, un groupe de 3 à 4 sclérites axillaires associés aux nervures costale, radiale et anale, et enfin deux plaques médianes moins définies à la base de la région médio-cubitale. Voir Alinotum.

Ptéropleure : n.m. Partie supérieure de l'épimère du métathorax. Sclérite situé à la partie inférieure de la base de l'aile d'un *Diptère*. Plaque postérieure latérale du mésothorax.

Ptérothèques : n.f. Ebauches alaires

Ptérothorax ou **Synthorax** : n.m. Méso et métathorax étroitement fusionnés.

Ptérygodes : n.m. Deux grandes pièces latérales, mobiles qui cachent le mésothorax (très développé et sclérifié), et couvrent les insertions alaires ou tegulae.

Ptérygotes : n.m. Sous-classe d'insectes primitivement ailés à l'opposé des Aptérygotes.

Pubescent : adj. Couvert de poils courts et souples.

Pycnogonides ou **Pantapodes** : adj. Individualisés, tous marins; Appendices locomoteurs très longs.

Pygopode : n.m. Appendice du 10ème segment, qui porte l'anus.

Quiescence: n.f. Arrêt de développement facultatif, soumis aux conditions climatiques externes.

R

Radius (Radiale) : n.m. Deuxième nervure longitudinale située après immédiatement après la nervure sous costale; elle est attachée au 2ème sclérite axillaire; elle est désignée par R. La tige principale du radius se divise en deux rameaux dont le second est le secteur radial; les petites branches de ces deux nervures (R et Rs) sont numérotées en ordre R1, R2, R3, etc..

Ravisseuse : adj. Se dit de la patte antérieure adaptée à saisir et agripper des proies. Cas des Mantes, Mantispides, Nèpes et autres.

Rémigium : n.m. Partie antérieure de l'aile; assez rigide; là où se concentrent toutes les nervures, exceptées les anales.

Réticulé : adj. Couvert d'un réseau de lignes, semblables aux mailles d'un filet.

Retinacle : n.m. Prolongement médian, dentiforme de la face interne de la mandibule.

Rostre : n.m. Labium transformé en gouttière qui loge les stylets mandibulaires et maxillaires chez les insectes piqueurs suceurs comme les Punaises, Pucerons, Cochenilles, Aleurodes, Cigales et autres. Chez les *Coléoptères* Curculionidés (Charançons), il s'agit d'une formation cuticulaire qui apparaît comme un prolongement rigide de la tête.

Rhynchophores : n.m. Insectes dont la tête est prolongée en avant et dont les pièces buccales sont placées à l'extrémité de ce prolongement. Cas des *Coléoptères* Curculionidés (Charançons).

Rhynchophorien : adj. Se dit d'un type de larves apodes, grasses à tête dévaginée.

S

Sacciforme : adj. En forme de sac. Larve protopode sans segmentation apparente. Endoparasite.

Salivarium : n.m. Cavité postérieure située entre la base de l'hypopharynx et le prémentum, dans laquelle s'ouvre le canal salivaire.

Saprophage : adj. Qui se nourrit des matières putréfiées. Détriticole.

Scabellum: n.m. Base légèrement renflée du pedicelle du balancier d'un *Diptère*.

Scape : n.m. Premier article d'une antenne, surtout s'il est plus long que les autres. Souvent plus allongé que le segment suivant.

Scarabeiforme : adj. Voir **Mélolonthoïde**.

Schizophores : adj. n.m. Division du sous ordre des *Diptères Cyclorrhaphes*. Très vaste groupe dont front de la tête présente au dessus de l'insertion des des antennes une "lunule".

Sclérite : n.m. Chacune des plaques rigides qui constituent l'enveloppe externe ou l'exosquelette d'un insecte. Ex. Sclérites axillaires (Ax_1, Ax_2 et Ax_3).

Scopule : n.f. Petite touffe de poils ou de soies serrés.

Scrobe : n.m. Sillon destiné à recevoir l'antenne. Partie de l'antenne. Gouttière qui reçoit ou cache un appendice spécifiquement chez les Rhynchophores (Charançons) ou les Carabides.

Scutellum (ou **Ecusson)** : n.m. Une des trois parties de la face dorsale d'un segment thoracique; il n'est généralement visible que sur le mésothorax et il est très grand chez certains *Hétéroptères*. Voir également Préscutellum et postscutellum.

Scutum : n.m. Une des trois parties de la face dorsale d'un segment thoracique, située devant le scutellum voir également Préscutum , postscutum

Secteur Radial : n.m. La branche postérieure du radius, généralement désignée par Rs ; souvent, elle se divise elle-même en plusieurs branches.

Segment médiaire : n.m. Voir propodeum.

Segment : n.m. Un des anneaux formant le corps de l'insecte ou un des éléments d'un appendice articulé compris entre deux articulations.

Sensilum : n.m. Petite plaque qui termine l'abdomen des Puces, tau niveau de la région dorsale du $10^{ème}$ segment abdominal.

Serratulée (Serratiforme ou serriforme) : adj. Antenne dentée intérieurement en scie. Cas des *Coléoptères Elateridae*.

Seta : n.f. Soie ou poil raide.

Setigère : adj. Couvert ou porteur de poils raides.

Sitiophage : adj. Inféodé aux denrées stockées (Farine, grains, son, pâtes, biscuits…).

Sociotomie : n.f. Etape à laquelle une partie de la population représentée par toutes les castes, quitte la colonie pour fonder plus loin une nouvelle société.

Soies : n.f. Organes fins développés comme des expansions épidermiques. Appendices simples semblables à des poils.

Soies acrosticales : n.f. Deux rangées de soies disposées de part et d'autre de la ligne médiane du thorax chez les *Diptères*.

Soies dorso-médianes : n.f. Deux rangées de soies se trouvant sur le thorax des Diptères, à l'extérieur des soies acrosticales.

Soies frontales : n.f. Deux rangées verticales de soies qui s'étendent chez les *Diptères*, sur la face, depuis les ocelles jusqu'aux antennes.

Soies front-orbitales : n.f. Une courte rangée de soies qui se trouve chez les *Diptères*, de chaque côté de la tête, entre l'œil et les soies frontales.

Soies hypopleurales : n.f. Une rangée de soies située sur le côté du thorax, immédiatement en dessous et au devant des haltères, au-dessus de la base des pattes postérieures chez certains *Diptères* comme les Tachinaires et les mouches à viande.

Soies ocellaires : n.f. Soies se trouvant autour ou entre les ocelles chez certains *Diptères*.

Soies post-verticales : n.f. Une paire de soies (divergentes, parallèles, ou se croisant) qui se trouvent sur l'arrière de la tête de certains Diptères à quelque distance des ocelles..

Soies urticantes : n.f. Soies glandulaires qui provoquent une irritation cutanée.

Soies ptéropleurales : n.f. Une rangée de soies située sur le Ptéropleure.

Solitaire : adj. Phase du criquet pèlerin durant laquelle, il vit seul.

Somatolyse : n.f. (Soma = Corps. Lyse = Rupture). La silhouette de l'insecte peut être difficile à reconnaître, lorsque par un jeu de taches colorées, les limites corporelles de l'insecte s'estompent.

Sous-costale (Subcostale): n.f. Deuxième nervure de l'aile placée près de la costale, articulée à la base avec l'extrémité du 1er sclérite axillaire Ax_1.

Spermathèque : n.f. Poche ou sac servant chez les femelles d'insectes à la réception des et à la rétention des spermatozoïdes.

Spiculum (Spicule) : n.m. Prolongement mince en forme d'aiguille.

Spina : n.f. Saillie interne de la cuticule.

Squame : n.f. Ecaille.

Squamule : n.f. Ecaille membraneuse ou cornée couvrant la base des ailes antérieures (Tegulae).

Stade : n.m. Période entre deux mues d'un insecte.

Stemmate: n.m. Œil simple présent chez les larves *Holométaboles*.

Sternite ou **Sternum** : n.m. Face ventrale d'un segment (Plaque ou sclérite).

Stigmate : n.m. Orifice respiratoire. Ouverture latérale et externe par laquelle l'air pénètre dans les trachées. Orifice trachéen. S'observe facilement chez les Vers blancs et certaines chenilles.

Stipe : n.m. Segment de la maxille qui fait suite au cardo. Il peut être fait d'un seul chez les Orthoptères ou de deux articles chez les Coléoptères (L'eustipe qui porte la lacinia et le costipe ou palpigère qui porte la galéa).

Stomodéal : adj. Qui provient du Stomodéum (Partie antérieure du tube digestif d'un insecte)

Stridulation : n.f. Emission de sons, produite par le frottement entre des surfaces ou des organes rugueux du corps (l'un ou l'une contre l'autre). Bien connue chez les Sauterelles et les grillons.

Stries : n.f. Sillons longitudinaux ou transversaux sur le corps ou sur certaines de ses parties. Terme s'appliquant de préférence aux sillons sur les élytres des *Coléoptères*.

Style : n.m. Appendice non lié à la reproduction. Au sens large, c'est un petit prolongement pointu, articulé ou non, placé à l'extrémité de l'abdomen.

Subapical : adj. Qui se trouve immédiatement avant l'extrémité ou apex.

Subcosta : n.f. Voir Nervure sous costale (Sc).

Subcoxa: n.f. Premier et vrai segment basal de la patte ; il subsiste encore chez certains *Aptérygotes.* Chez les *Ptérygotes* il est fortement régressé, mais parfois il peut être inexistant ou transformé en trochantin.

Subimago : n.m. Stade intermédiaire entre la nymphe et l'adulte; il ne se rencontre que chez les *Ephémères*. C'est une forme ailée qui sort de l'enveloppe nymphale ; elle est de coloration assez terne mais elle mue rapidement une nouvelle fois pour se transformer en imago. C'est le seul exemple de mue chez un insecte ailé.

Suture : n.f. Sillon qui sépare généralement deux sclérites. Egalement la ligne de contact entre les élytres des *Coléoptères*.

Suture épicraniale : n.f. Suture en forme de Y, généralement visible chez les formes juvéniles; elle comprend une **suture coronale** (bande épaisse) qui divise le vertex en deux et qui va de la région du cou jusqu'à l'insertion des antennes où elle se ramifie en deux **sutures frontales** qui délimitent le front et le séparent des génas pour s'arrêter au niveau de la **suture épistomale**.

Suture notopleurale : n.f. Sillon vertical ou diagonal sur les pleures thoraciques, séparant l'épisterne à l'avant, de l'épimère en arrière.

Suture occipitale : n.f. Sillon situé sur la partie postérieure de la tête; il sépare le vertex de l'occiput, sur les faces latérales de la tête. Cette suture marque la limite postérieure des joues.

Suture transversale : n.f. Suture qui traverse le thorax de nombreux *Diptères* et partage le mésonotum en scutum et préscutum.

Synonyme : n.m. L'un des deux ou plusieurs noms donnés à une même espèce. C'est généralement le plus ancien nom qui sera retenu.

T

Tarse : n.m. Dernier article d'une patte, généralement formé de 2 à 5 articles, sauf chez quelques Aptérygotes. La plupart des larves Holométaboles n'ont qu'un seul article tarsal.

Tarsomère : Article tarsal.

Tegmina (Pluriel de **Tegmen)**: n.m. Ailes antérieures coriaces des *Orthoptères*(Sauterelles), certains *Homoptères* et autres insectes comme les Blattes et quelques *Coléoptères.*.

Tegulae : n.f. Lobe élargi squamiforme ou petite écaille qui recouvre la base de l'aile antérieure de quelques insectes.

Tegumen : n.m. Pièce tergale arquée latéralement, en forme de capuchon ± trapézoïdal, sur les génitalia mâles des *Lépidoptères*.

Tégument : n.m. Exosquelette des insectes.

Télolécithe : adj. Œuf de poule avec le blanc et le jaune d'œuf.

Tentorium : n.m. Squelette qui renforce intérieurement la tête d'un insecte (Equivalent de la capsule céphalique chez l'homme).

Térébrants ou **Porte-tarières** : adj. *Hyménoptères Apocrites*, généralement parasites à l'état larvaire. Taille petite ou moyenne. Antennes le plus souvent longues composées de plus de 13 articles. Pattes postérieures souvent, avec un *trochanter* double. Nervation alaire plus simple, parfois réduite ou nulle

Terbra : n.f. Pointe de la mandibule, généralement aiguë et recourbée en position asymétrique: Arrondie chez les phytophages; pointue et tranchante chez les carnivores.

Tergite ou **Tergum**: n.m. Plaque ou sclérite qui forme la face dorsale d'un segment du corps.

Termitophile : adj. Qui cherche les Termites.

Thorax : n.m. Deuxième partie du corps d'un insecte, située entre la tête et l'abdomen.

Tibia : n.m. Article de la patte situé entre le fémur et le tarse.

Timbale : n.m. Elément de l'appareil stridulatoire chez la Cigale.

Trachéate : adj. A respiration trachéenne.

Trachée : n.f. Un des minces petits tubes qui, dans le corps de l'insecte, assurent le transport de l'air. Les trachées s'ouvrent à l'extérieur par les stigmates.

Triangle : n.m. Cellule triangulaire située dans la base de l'aile chez les *Odonates* ; elle est formée par la Cubitale et deux nervures transverses épaissies convergente entre la nervure médiane postérieure et la cubitale antérieure.

Triongulin : n.m. Terme s'appliquant au 1er stade larvaire des *Méloïdes* et de certaines formes apparentées dont les tarses se terminent en réalité par 2 ongles et un empodium allongé.

Trochanter : n.m. Pièce unique très mobile chez la majorité des insectes ; elle peut être divisée en 2 pièces immobiles chez les *Odonates* et les *Hyménoptères Térébrants*;

Trochantin : n.m. Petit trochanter ou pièce régressée détachée du thorax ; elle remplace la subcoxa Chez les *Ptérygotes*.

Tronqué : adj. Qui se termine brusquement.

Tubes de Malpighi: n.m. Organes excréteurs des insectes. Tubes plus ou moins allongés de nombre variable ; ils s'ouvrent par l'uropore à l'extrémité de l'intestin postérieur (proctodéum).

Tubulimorphe: adj. Qui a la forme d'un tube.

Tympan : n.m. Membrane de l'organe auditif chez divers insectes.

Type : n.m. Spécimen qui a permis de faire la description originale d'une espèce. Si cette description est basée sur plusieurs spécimens, il faut en désigner un qui portera alors le nom d'holotype tandis que les autres s'appelleront paratypes. On désignera généralement comme allotype un paratype de sexe opposé à celui du type. Les types sont des exemplaires très importants dans les collections des musées.

U

Univoltin: adj. Insecte qui évolue en une seule génération par an.

Urite: n.m. Segment abdominal.

Urogomphes: n.m. Appendices non liés à la reproduction. Prolongements fixes ou mobiles situés sur le 10ème tergite abdominal de certaines larves.

Uropore : n.m. Orifice des tubes de Malpighi.

V

Vaginé : adj. Entouré par une gaine.

Valves: n.m. Plaques latérales de l'oviscapte.

Valvifères : n.f. Plaques basales appendiculaires de l'oviscapte, situées aux 8ème et 9ème segments abdominaux.

Vannus : n.m. Aire triangulaire des nervures anales qui partent des axillaires Ax_3.

Vena Spuria: n.f. Epaississement de la membrane alaire simulant une nervure sans origine, ni extrémité, moins marquée que les nervures vraies et sans rapport avec elles.

Vertex : n.m. Partie supérieure de la tête située entre et derrière les yeux.

Vésicule cœlomique : n.f. Sac pair fermé situé sur le mésoderme de chaque segment de l'embryon.

Vesicule exsertile: n.f. Sac qui fait saillie au dehors.

Vésicule séminale:n.f. Dilatation qui sert à emmagasiner le liquide séminal mâle et dans laquelle les derniers stades de la maturation (spermatozoïdes) peuvent se produire.

Vestigial : adj. Qui est faiblement développé.

Vinculum : n.m. Plaque coxosternale du 9ème segment abdominal chez les *Lépidoptères*. Sclérite en forme de U provenant du 9ème sternite abdominal pour former un anneau avec le tegumen.

Vivipare : adj. Qui donne naissance à de jeunes larves au lieu de pondre des œufs.

Xérophile : adj. Qui vit dans les déserts.

Xylomycétophage: adj. Qui se nourrit à la fois de mycélium et de bois.

Xylophage: adj. Qui se nourrit de bois.

LISTE DES FIGURES ET PHOTOS

Page

Figure n°1: Morphologie générale d'un Scolytide. 32

Figure n°2: Types d'antennes d'un Scolytide. 32

Figure n°3: Stades, larvaire et nymphal d'un Scolytide. 33

Figure n°4 : Distinction entre les Scolytinae et les Ipinae. 34

Figure n°5 : Schéma du cycle biologique du Neiroun *P.scarabeoides*. 166

Figure n°6 : *Hylesinus oleiperda*. 174

Photo n°1 : Trous de pénétration. 41

Photo n°2 : Trous d'émergence des adultes. 41

Photo n°3 : Galeries : Maternelle + larvaires. 41

Photo n°4 : Logettes profondes et superficielles. 41

Photo n°5 : Oliviers infestés par le Neïroun. 41

Photo n°6 : Amandier infesté par *R.amygdali*. 41

Photo n°7 : Emergences des adultes. 73

Photo n°8 : Activité de forage et de ponte. 73

Photo n°9 : Œufs sous un tampon de moulure. 73

Photo n°10 : Jeunes larves d'un Scolyte. 73

Photo n°11 : Larves et nymphes sous l'écorce. 73

Photo n°11bis : Adulte de Scolyte.. 73

Photo n°12 : Eclosoir permettant le stockage des rondins de Pin 102
naturellement infestés par *Ips acuminatus*. ---

Photo n°13 : Elevage de masse d'*Ips aciminatus* sur milieu naturel. 102

Photo n°14 : Elevage d'*Ips acuminatus* à température constante. 102

Photo n°15 :.Chambre froide (4°C). 102

Photo n°16 : Tentative d'élevage de *R.amygdali* sur milieu artificiel. 103

Photo n°17 : Quelques cages et boites conçues pour l'élevage des 103
Scolytes de l'Amandier et de l'Olivier. ---

Photo n°18 : Système d'éclosoirs pour suivi des émergences des 104
adultes des Scolytes. ---

Photo n°19 : Suivi des pénétrations et sur du bois naturel. 104
Photo n°20 : Piège d'interception. Page. 104. 104
Photo n°21 : Pièges à phéromones testés contre *R.amygdali*. 105
Photo n°22 : Pièges à émergence et à migration verticales. 105
Photo n°23 : Etapes de l'analyse de la composition démographique. 106
Photo n°24 : Examen des caractères de l'arbre, liés aux dégâts des 106
Scolytes. ---
Photo n°25 : Carène frontale, critère de reconnaissance de 126
R.amygdali (♂ et ♀). ---
Photo n°26: Pénétration de la femelle de *R.amygdali*. 127
Photo n°27 : Système de galeries, maternelle et larvaires. 127
Photo n°27bis : Les œufs du scolyte de l'amandier.. 128
Photo n°28 : Stades de développement de *R.amygdali.* Page. 128. 128
Photo n°29 : Etapes de mélanisation des adultes de *R.amygdali.* 129
Photo n°30 : Dégâts infligés au bois par *R.amygdali.* 129
Photo n°31 : Espèces fruitières infestées par *R.amygdali.* 130
Photo n°31bis: Arbres infestés par *R.amygdali.* 130
Photo n°32 : Bois de taille, foyer des infestations par *R.amygdali.* 131
Photo n°33 : Pièges naturels. 131
Photo n°34 : Pièges à phéromones (Tafraout). 132
Photo n°35 : Traitement insecticide et chaulage, préventifs. 133
Photo n°36 : Le Xylébore disparate. 139
Photo n°37 : *Xyleborus saxesini.* 139
Photo n°38: Adulte *d'Hypoborus ficus*. 141
Photo n°39 : Dégâts d'*H.ficus* sur Néflier (Région de Berkane). 141
Photo n°40 : *Hypothenemus eruditus Westwood*. 144
Photo n°41 : *Estenoborus perrisi*. 146
Photo n°42 : *Scolytus mali*. 150
Photo n°43 : Le Neiroun *P.scarabeoides.* 167

Photo n°44 : Pénétration et accouplement de *P.scarabeoides.* 167
Photo n°45 : Activité des adultes du Neiroun. 168
Photo n°46 : Forage de la galerie maternelle. 168
Photo n°47 : Stades du développement (Post-embryonnaire) du Neiroun. 169
Photo n°48 : Système subcortical du Neiroun *P.scarabeoides.* 170
Photo n°49 : Ampleur des dégâts du Neiroun. 170
Photo n°50 : Foyer de réinfestation par le Neiroun. 170
Photo n°51 : Dégâts de l'Hylésine *H.oleiperda*. 174
Photo n°52 : Adultes de *Tomicus piniperda*. 181
Photo n°53 : Dégâts des adultes de *T.piniperda*.(Activité aérienne). 182
Photo n°54 : Système de galeries maternelles et larvaires (*T.piniperda*). 182
Photo n°55 : *Orthotomicus erosus* (Adulte + dégâts). Page. 186. 186
Photo n°56: *Hylurgus.micklitzi*. 191
Photo n°57 : *Xyloterus lineatus*. 191
Photo n°58 : *Crypturgus mediterraneus*. 193
Photo n°59 : *Crypturgus mnumidicus.* 195
Photo n°60 : *Hylastes ater.* 199
Photo n°61 : *Cryphalus piceae numidicus*. 205
Photo n°62 : *Phloesinus cedri.* 210
Photo n°63 : *Scolytus numidicus.* 210
Photo n°64 : Galeries de *Scolytus numidicus.* 210
Photo n°65 : *Phloesinus thujae.* 213
Photo n°66 : Le Scolyte du Chêne *Scolytus intricatus*. 217
Photo n°67 : Dégâts de *Scolytus intricatus* sur Chêne. 217
Photo n°68 : Larve infestée par un Nématode. 247
Photo n°69 : Colonie d'Acariens du genre "*Pyemotes"*. 248
Photo n°70 : Le Cucujide *Cryptolestes fractipennis*. 248
Photo n°71 : Autres Coléoptères prédateurs. 249
1: ***Nemosoma elongatum*****. 2:** ***Laemophloeus juniperi*****. 3:** ***Rhizophagus depressus*** ---

Photo n°72 : Deux *Pteromalidae* : Parasitoïdes de *R.amygdali*. 249
(***Raphitelus maculatus*** **et** ***Cheiropachus quadrum***) ---
Photo n°73: Le Pteromalide *Cerocephala.eccopotogastri.* 250
Photo n°74 : Autres Parasitoïdes (*Hyménoptères Térébrants*). 250
(**1**: ***Dendrosoter sp.*** **2:** ***Eusandalum merceti.*** **3:** ***Eurytoma sp***.) ---
Photo n°75 : L'ectoparasitoïde *Cephalonomia hypobori*. 251
Photo n°76 : Larves de *R.amygdali* parasitées par *C.hypobori*. 251
Photo n°77 : Arbre piège (Pêcher à Ouled Berrhyl - Taroudant). 266
Photo n°77a : Rondins pièges de Pin (Forêt d'Orléans). 266
Photo n°78 : Repérage des arbres susceptibles. 267
Photo n°79: Bois de taille utilisé comme "Tuteurs" dans des 267
vergers d'agrumes. P.267. ---
Photo n°80 : Tuteurs enlevés pour être incinérés. 268
Photo n°81 : Traitement chimique contre *R.amygdali* sur Pêcher. 268

INDEX
(**Scolytes. Plantes hôtes. Ennemis naturels**)

A
Abietinées : 44.
Abies : 43, 190.
Abies cephalonica : 201.
Abies marocana : 201.
Abies numidica: 201.
Abies pinsapo: 201.
Acer (*Sapindacée*) : 146.
Alaterus (ou *Rhamnus*) : 52.
Ambrosia : 51, 134, 136, 137.
Amygdalées : 48, 109, 134.
Anisandrus dispar FERARI.:11, 30,43, 44. 50.51, 53, 60, 108, **134**, 136, 139, 143, 223, 261
Anobiidae : 21.
Anthomyiidae: 237.
Aphanarthrum : 30, 42.
Aulonium trisulcum GEOFF.: 149, 228.
Aulonium ruficorne OL.: 228.

B
Bactrocera oleae Rossi.: 158, 264
Bethylidae: 121, 161, 164, 228, 229, 236, 243.
Biota orientalis : 65.
Braconidae : 141, 161, 228-230, 234, 243.
Boslrychide : 21, 27.
Buprestidae: 79, 224.

C
Carabidae : 79.
Carphoborus minimus F.: 68.
Cedrus: 190.
Cedrus atlantica Carriere : 43, 62.
Cedrus libani: 68, 206.
Cephalonomia hypobori KEIFFER**. :** 121, 122, 164, 236, **237**, 238, 242, 251.
Cephalonomia cursor WEST: 164, 236, 237.
Cerambycides: 21, 79, 224.
Ceratocystis ulmi Wiki.: 52, 148.
Ceratocystis fagacerum: 215.
Cerocephala eccopotogastri MASI.:120, 163, **233**, 238, 239, 242, 250.
Cercis (*Légumineuse*) :146.
Cetoniidae 79.
Chaetoptelius vestitus MULS.: 40,42, 60, 230,
Chamaecyparis obtusa : 65
Charançons: 27
Cheiropachus.sp.: 243.
Cheiropachus quadrum (F). : 120, 162, 165, **231**, 232, 242, 249.
Chaetoptelius vestitus Muls et Rey.:40,42, 54.
Chemlali : 49.
Chetoui : 49.
Cleridae : 119, 149, 160, 224.
Clerus mutillarius Fab.:149.
Coccotrypes : 57.
Coeloides abdominalis ZETT.: 235.
Coeloides bostrychorum GIR.: 230, 235.
Coeloides melanotus Wesmael.: 230.
Colydiidae: 149.
Contortylenchus diplogaster V.: 222.
Corylus : 43.
Cotinus (Anacardiacée) 146
Criocephalus rusticus L.: 183,
Cryphalina 30
Cryphalus.sp.: 43, 60, 233.
Cryphalus abietis Ratz.: 31, 49, 203, 204, 235.
Cryphalus fulvus Niijima.: 68.
Cryphalus piceae numidicus Eich.: 11,13, 31, 40, 55, 69, **201-205**, 206, 233-235.
Cryphalus tiliae PENZER.: 226.
Cryptogastra: 27.
Cryptolestes fractipennis MOTSCULSKI.: 119, **225**, 248.
Cryptuyrgina : 30
Crypturgus.sp.: 25,30
Crypturgus cedris Eich.: 209.
Crypturgus cribrellus R.: 209.
Crypturgus mediterraneus Eich.: 30, 188, **192**, 193.
Crypturgus numidicus FERRARI.: 30, 62, **194**, 195, 257.
Crypturgus pusillus Gyll.: 68,
Cucujidae: 119, 224, 225.
Cupressus sempervirens: 43, 66.
Curculionidae: 19,27, 79, 224.

D
Dendroctonus.sp.: 57, 60, 61, 68, 70
Dendroctonus brevicomis LeConte.: 62, 70, 71, 257.
Dendroctonus micans Kugelann.: 10,40, 44, 54, 69, 236.
Dendroctonus monticolae Hopkins.: 62.
Dendroctonus pseudotsugae Hopk.: 65, 69, 70, 71
Dendroctonus ponderosae Hopk. : 67, 69, 71.
Dendroctonus rufipennis Kirby.: 65, 71.
Dendrosoter.sp : 234, 250.
Dendrosoter ferrugineus MARSH.: 164, 235.
Dendrosoter flaviventris FORST.: 235.
Dendrosoter middendorfi RATZ.: 234.
Dendrosoter protuberans WEST.: 163, 234.
Diapriidae 141, 236.
Dinotiscus capitatus FÖRST.: 233,
Diglochis omnivora WALK.: 234.
Dolichopodidae : 149, 237.
Dryocoetes sp.: 45, 233,
Dryocoetes autographus Ratz.:40, 68, 120, 162, 232,
Dryocoetes hectographus Reit.:118, 222.

E
Eccoptogaster elegans (Swaine): 57.
Ecphylus caudatus Rush.: 141.
Encyrtidae: 236.
Epicea (*Picea*): 43, 49,
Ephialles extensor L.: 236.
Estonoborus perrissi CHAPIUS.: 29, 40, 44, 48, **145**, 146.

Eulophidae: 236.
Eupelmidae: 120, 161, 228, 229, 236.
Eupelmus urozonus DALMAN.: 236.
Eupelmus vesicularis L.: 236.
Euphyllura olivina Costa.:158.
Eurytoma.sp.: 163, 230, 250.
Eurytoma arctica Boheman.:120, 163, 229, 230.
Eurytoma mali Bugbee.: 191, 230,
Eurytoma morio Boheman.: 120, 229, 230.
Eurytoma polygraphi Ashmead.: 191.
Eurytomidae 120, 161, 163, 228, 229.
Eusandalum merceti BOLIVAR.:120, 236, 250.
Euzophera pinguis Haw.: 158.

F
Fagacées : 44.
Ficus carica: 43, 140.
Formica rufa L.: 237.
Formicidae: 229, 236.
Fraxinus : 49, 152,
Fraxinus excelsior :146.

G
Gnathotricus materiarius Fitch.: 51.

H
Histeridae : 227.
Hylastes.sp.: 42, 70.
Hylastes ater Paykfull.: 68, 69, **196**, 199.
Hylastes.batnensis Bris.: 209.
Hylastes cunicularis (Herbst).: 69.
Hylastes linearis Erichson.: 69.
Hylastes.palliatus Gyll.: 69.
Hylastinus obscurus (Marsham).: 60.
Hylesina: 28.
Hylesini : 17; 19, 28.
Hylesinus sp.: 39, 57, 211,
Hylesinus crenatus F.: 229
Hylesinus fraxini P.: 28, 120, 229, 231,
Hylesinus oleiperda BERN. : 10, 28, 40,43, 44. 55, 60, 67, 69, 120, 158, 163, **171**, 174, 230, 233, 234, 261, 262.
Hylesinus varius (F).: 233.
Hylesinus vestitus REY.: 120, 231, 233.
Hylurgina : 28.
Hylurgopinus rufipes (Eichh).: 52.
Hylurgops sp.: 45, 50, 233.
Hylurgops bonvouloiri Chapp.: 209.
Hylurgops glabratus (Zetterstedt).: 57.
Hylurgops palliatus Gyll. : 68.
Hylurgus.sp.: 29, 69, 70
Hylurgus ligniperda F.: 29,43, 54, 187, 198.
Hylurgus micklitzi Watchl.: 29, 183, **187**, 188, 189, 191,
Hypoborina: 29
Hypoborus ficus ER.: 25, 29, 43, 45, 47, 48, 50, 67, 121, **140-143**, 161, 226, 231, 237,
Hypothenemus sp.: 60.
Hypothenemus aspericollis West.**:** 31, 43, **142,** 144.

I
Ichneumonidae : 236;
Ipina 29
Ipinae 17, 28
Ipini 16, 17, 29
Ips.sp.: 22, 44, 46, 50, 59, 61, 68, 69, 118, 234, 236,
Ips acuminatus GYLL.: 11, 22, 40, 49, 50, 56, 76, 157, 158,178, 225, 234, 235, 262-264.
Ips calligraphus (Germar).: 71.
Ips confuses Leconte. : 70, 71.
Ips concinnus (Mannerheim): 71.
Ips cribricollis Eich.: 70.
Ips hoppingi Lanier.: 70.
Ips lecontei Swaine.: 70.
Ips mexicanus Hopkins.: 70.
Ips montanus Eichh.: 67, 70.
Ips paraconfusus Lanier.: 70.
Ips pini (Say).: 71.
Ips sexdentatus BOERN.: 10, 11, 22, 47, 49, 50, 56, 66, 83, 157-160, 178, 222, 225, 227, 235, 245, 262-264.
Ips tridens : 71.
Ips typographus (L).: 22, 44, 47, 50; 57, 60, 63, 65, 66, 68, 71, 77, 120, 159, 160, 162, 225, 230, 232, 236, 246, 257, 261, 262.

J
Juniperus : 43
Juniperus communis: 66.
Juniperus Sabina: 46, 65.

K
Kissophagus novaki R.: 28, 209.

L
Laemophloeus ater OL.: 226.
Laemophloeus ferrugineus STEPH.: 224, 226.
Laemophloeus hypobori PERRIS.: 226.
Laemophloeus juniperi GROV.: 225, 249.
Larix decidua (Mélèze): 198.
Ligustrum: 49.
Légumineuses: 44.
Leperesinus 39, 45, 50, 71,
Leperesinus fraxini PANZ.: 54.
Leperesinus varius (F).:163, 230, 231, 234.
Lonchaeidae: 237.
Lonchaea zetterstedti Becker.: 237.
Lyctidae : 21.

M
Medetera collarti F.: 149.
Medetera signaticornis LOEW.: 237.
Melacolus unifasciatus FÖRST.: 234,
Meski : 49.
Mespilus sp.: 48.
Moracées : 44.
Mymaridae :164, 235.

N
Nématodes: 117, 247.
Nemosoma caucasicum MENETRIES,: 149.
Nemosoma elongatum L.: 161, 226, 249,

O
Octobri : 49.
Octonus vulgatus HALIDAY.: 164.
Olea europea: 146.
Oleacées : 146, 152.
Ononis : 42.
Ophiostoma minus Hedgc.: 185.
Orthotomicus sp.: 44, 50, 57, 68, 69, 70, 233, 235.
Orthotomicus erosus WOLL: 11,12, 49, 54, 56, 66, 83, 159, 161, **183**, 185, 186, 188, 226, 228, 234.
Orthotomicus suturalis GYLL.: 163, 234.
Ostomatidae : 161, 226.
Otiorrhynchus : 60.

P
Pachygaster minutissima ZETT.:237.
Parasitorhabditis hectographi Reit.: 222.
Paromatus: 227.
Peltidae: 226.
Perniphora robusta Ruschka.: 191.
Phillyrea sp.: 44, 49, 152.
Phloesina : 29, 57.
Phloesinus sp.: 24, 44, 50, 69.
Phloesinus armatus Reitter.: 43, 47, 66
Phloesinus bicolor Brulle.: 49, 50, 57, 66, 120, 162, 232.
Phloesinus cedri Y.: 11, 13, 29,43, 46, 49, 62, 67, 202, **206-207**, 210, 245.
Phloesinus phloesinus PERRIS: 207.
Phloesinus thuyae PERRIS.: 29, 66, 160, 207, **211-213**, 234.
Phloetribina : 29.

Phloetribus scarabaeoides BERN.: 10,12, 29, 39, 43-45, 47-50, 55, 57, 60, 67, 69, 77, 83, 92, 96,120, **152**, 154, 155, 157, 159, 160-171, 222, 225, 226, 228-235, 237-239, 242, 257, 262-264
Phytophaga : 27.
Phytophagoidea : 27.
Picea : 44, 190
Picea sitchensi : 198.
Pinus sp.: 44; 190, 195.
Pinus pinaster: 54, 184.
Pissodes. sp.: 19, 31.
Pissodes notatus De Geer.: 76, 262.
Pistacia sp.: 42
Pistacia atlántica :146.
Pistacia lentiscus : 146.
Pityoceragenes sp.: 57.
Pityogenes sp.: 39, 56, 57, 59, 69, 233, 234.
Pityogenes chalcographus (L).: 55, 57, 68, 230.
Pityogenes polygraphus (L).: 68.
Pityogenes quadridens HART.:161, 163, 226, 234.
Pityogenes trepanatus NÖRDL.: 235.
Pityokteines sp.: 44, 50, 56, 57, 59, 68.
Pityokteines curvidens GERM.: 49, 227.
Pityokteines vorontzovi (Jakobson).: 40.
Pityophagus glischrochilus Shuckard.: 227.
Pityophtorus sp.: 39, 56, 57, 59.
Pityophtorus ramulorum PERRIS.: 226.
Placusa complanata ER.: 227.
Placusa tachyporoïdes WALT.: 227.
Platyosoma: 227.
Platypodinae: 39.
Platypus sp.: 57, 60
Platypus cylindrus F.: **219**,
Polygraphina: 29.
Polygraphus sp.:16, 29, 56, 59, 233.
Polygraphus polygraphus (L): 20.
Polyphaga : 27.
Pommacées : 44, 48, 67, 134.
Populus sp.:52.

Prays oleae Bern.: 158.
Prunus sp.: 52, 54.
Prunus laurocerasus L.: 109.
Pseudohylesinus : 71
Pseudohylesinus nebulosus Leconte.: 65, 66.
Pteleobius kraatzi Eichh.: 40, 52.
Pteleobius vittatus (F).: 52.
Pteromalida : 120, 160, 161, 162, 191, 228, 230, 243.
Pyemotes sp.: 85, 119, 122, 160, 241, 243, 248.
Pyemotes johnmoser Moser.:141.
Pyemotes scolyti (OUD).: 118, 160, **223**.
Pyemotes ventricosus (NEWP).: 118, 160, **223**.
Pyemotidae : 141.

Q
Quercus.sp.: 43.
Quercus pedonculat : 215.
Quercusrobur: 214.

R
Raphidea major: 149.
Raphidiidae : 149.
Raphitelus maculatus WALK.**:** 120, 162, **230**, 249.
Rhamnus sp.: 52.
Rhizoglyphus sp : 222.
Rhizophagidae: 119, 227,
Rhizophagus depressus F.: 227, 249.
Rhopalicus tutela WALK.: 233.
Rhoptrocerus xylophagorum RATZ.: 233.
Rosacées 109.
Ruguloscolytus sp.: 48.
Ruguloscolytus amygdali GUERIN.: 11, 12, 45, 47-50, 54, 58, 67, 77, 86, 90, **108**, 110, 112, 113, 118 - 125, 127 -132, 143, 146, 157, 160 - 162, 164, 165, 221, 225, 229-232, 237-239, 241, 242 244, 256, 258, 259, 261, 262.
Ruguloscolytus mediterraneus EGGERS.: 11, 46-48, 50, 55, 66, 67, **108**, 111, 113, 114, 120, 121, 162, 226, 230-232, 237, 238, 262,
Ruguloscolytus rugulosus MULLER.: 44, 45, 57, 66, 108, 109, 111-114, 120, 121, 143, 162, 163, 165, 223, 224, 230-232, 234, 237, 245,
Rhyncchophora : 24.

S
Sarothamnus sp.: 42.
Sciaridae : 237.
Sclerodermus domesticus KLUG.: 237.
Scolytidae: 27.
Scolytinae: 27.
Scolytini : 17, 28.
Scolytus sp.: 19,28, 44, 48, 50, 57, 58, 60, 66, 69, 71, 148, 163, 208, 233.
Scolytus aegyptiacus PIC.: 108.
Scolytus amygdali GURIN**.:**11, 28, 60.

Scolytus anatolicus EGGERS**.:**108.
Scolytus carpini RATZ.: 214, **220**.
Scolytus intricatus RATZ.: 28, 40, 43, **214-217**,
Scolytus mali BESCHTEIN.: 28,40, 44, 57, 60, **147**, 150, 230, 231.
Scolytus mediterraneus EGGERS.:11, 28, 60, 66, 72,
Scolytus multistriatus (Marsh).: 43, 51, 52, 57, 60, 65, 66, 69, 70, 72, 77, 148, 162, 223, 229, 232,
Scolytus quadrispinosus Say.: 65.
Scolytus numidicus Brisout.: 11, 13, 28,43, 66, 202, 206, **208 -210**, 245, 257.
Scolytus pygmaeus Fab.: 40.
Scolytus pyri Peck : 147.
Scolytus ratzeburgi Janson.: 43.
Scolytus rugulosus Muller.: 43, 60.
Scolytus scolytus (F).: 21, 40, 43, 51, 52, 65, 67, 70, 160.
Scolytus triarmatus Eggers.: 52.
Scolytus ventralis LeC.: 77.
Sequoia sempervirens : 197.
Sphaeropsis sapinea: 185.
Staphylinidae : 226.
Stratiomyiidae : 237.
Sycosoter lavagnei Picard & Licht.:141.
Syringa sp.: 49.

T
Taphrorychus: 57.
Taphrorychus bicolor Hbst.: 40.
Tarsonemidae : 118.
Tenebrionidae : 224.
Thammurgus sp.: 42.
Thanasimus formicarius L.: 68, 160, 225.
Thanasimus rufipus BR.: 225.
Thuya: 190.
Thuya occidentalis L.: 66.
Thyroglyphus: 222,
Tiliwine : 123.
Tizougaphine 123.
Tomicus sp.: 28, 46, 68, 70, 81, 233.
Tomicus destruens WOLL.: 69, 225
Tomicus minor (Hart).: 49, 50, 51, 163, 227, 234.
Tomicus piniperda LIN.: 11, 12, 29, 40, 43, 44, 47, 49, 50, 54, 56 , 57, 61, 69, 81, 83, 157-160, 163, **176**, 181-183, 189, 225, 227, 229, 233-235, 262-264.
Torymidae: 236.
Tremula :52.
Trichopria (*Cephalonomia) hypobori* Kieff: 41.
Trogossitidae: 149.
Trypodendron (*Xyloterus*) *domesticus* L: 65.
Trypodendron* (*Xyloterus*) *lineatum OLIV: 65, 77, 83, 159, **190**.

U
Ulex : 42.
Ulmacées: 44.
Ulmus canpestris : 43.
Ulmus carpinifolia : 43.
Ulmus glabra : 43.
Ulmus procera : 43.

X
Xyleborina 30,39
Xyloborini 59
Xyleboru *sp*.: 16**,** 59, 57, 138, **219,** 233,
Xyleborus cryptographus Ratz.: 51, 60.
Xyleborus (Anisandrus) dispar: 219.
Xyleborus drygraphus Ferrari.: 51, 59, 219.
Xyleborus eurygraphus Ratz.: 51.
Xyleborus fornicatus Eichh.: 50.
Xyleborus monographus Fab.: 51, 53, 219.
Xyleborus pfeili Ratz.: 60.
Xyleborus saxesini RATZ.: 30, 39, 40, 44, 45, 51, 53, 60, 65, 108, **136-139**, 209, 219, 226.
Xylocleptes sp.: 57.
Xylosandrus sp.: 57.
Xylosandrus germanus Blandford,: **219.**
Xyloterina : 30, 39,40.
Xyloterus *sp*.: 16, 45, **218**.
Xyloterus domesticus L.: 51, 218.
Xyloterus lineatus OLIV.: 20,30, 45, 51, **190,** 191,209, 218
Xyloterus signatus F.: 218.

Z
Zopheridae : 228.