

THESE DE DOCTORAT D'ETAT

ès Sciences Naturelles

Présentée à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris VI

Par

Abdeslam BENAZOUN

Pour obtenir le grade de DOCTEUR ès SCIENCES

Sujet de la thèse:

**ETUDES BIOECOLOGIQUES SUR LE
SCOLYTE DE L'AMANDIER : *Scolytus*
(*Ruguloscolytus*) *amygdali* GUERIN
(*Coleoptera. Scolytidae*) AU MAROC**

Soutenue, le 14 avril 1988

devant le jury composé de:

Pr. J.RACCAUD (Présidente) : Université P&M Curie. Paris VI.

Pr. J.AUBER. (Membre): Université P&M Curie. Paris VI.

Dr. F.LIEUTIER (Membre): Station de Zoologie Forestière (INRA). Orléans

Dr. D. SCHVESTER: (Directeur) : Station de Zoologie Forestière (INRA). Avignon

Pr. B.VERDIER (Membre) : Université P&M Curie. Paris VI.

Nous présentons l'étude en 3 parties

La première partie présente dans un cadre géographique (Tafraout / Béni Mellal) le statut agronomique et socioéconomique de l'amandier, et expose brièvement les objectifs et les sites de l'étude.

La deuxième partie est réservée à l'étude approfondie du cycle biologique du Scolyte. Dans un premier temps elle rappelle certaines données de systématique et biologie. Ensuite sont décrites les méthodes d'étude. L'analyse de la composition démographique, et les observations sur l'activité imaginale (piégeages et émergences), montrent que l'espèce présente 3 générations par an, avec des cas de chevauchements en été. Sont également exposées les variations de la durée du développement subcortical sous l'effet de la température. Une attention particulière est consacrée à la génération hivernante dont les larves du dernier stade subissent un arrêt de développement. Des expériences réalisées en nature et au laboratoire démontrent l'hypothèse d'une diapause larvaire.

Dans la troisième partie sont analysés les facteurs de la dynamique des populations le rapport numérique des sexes est voisin de l'unité. La fécondité est appréciée avec assez de fidélité par la méthode de dénombrement des encoches de ponte. Les ennemis naturels sont quantitativement inventoriés avec des précisions sur leur bionomie, et sur la concordance de leur cycle avec celui de l'hôte.

Sur le plan pratique sont développées les relations entre l'insecte et la plante-hôte :

- *R. amygdali* peut se reproduire sur d'autres *Amygdalées* et en constitue un danger ;
- Les dégâts du scolyte et certains caractères de l'amandier (exsudation de gomme, état du feuillage et de la floraison...) sont parallèlement examinés en vue de déterminer un paramètre clef permettant à travers une étude épidémiologique de prévoir la menace de l'insecte ;
- En terme d'échantillonnage, des observations sur 8 arbres abattus, et sur des lots de branches pièges apportent des détails sur la distribution des pénétrations et des taux de multiplication selon la strate, l'orientation et le calibre ;
- Enfin sont examinés les facteurs de mortalité biotiques et abiotiques sur les populations des 3 générations de *R. amygdali*.

En Annexe I nous présentons les résultats d'un essai de traitement chimique dirigé contre les adultes issus de la génération hivernante sur branches pièges et sur plantations dans la région de Tafraout.

MOTS CLES : Scolytides - *Ruguloscolytus amygdali* - Maroc – Amandier - Cycle biologique - Dynamique des populations.

AVANT PROPOS

Le travail que je présente ici entre dans le cadre d'un programme de recherche conduit par le Département de Zoologie de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II (Complexe d'Agadir), en collaboration avec le Centre de Travaux Agricoles de Tafraout (Direction Provinciale de l'Agriculture de Tiznit), et le Centre Régional de l'Institut National de la Recherche Agronomique à Béni Mellal, sous la direction du Dr. **D. Schvester**, Directeur de Recherches à la Station de Zoologie Forestière d'Avignon (I.N.R.A. Avignon)

Je suis particulièrement reconnaissant à M. **Schvester** pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de diriger ce travail depuis 1981. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour les conseils judicieux qu'il n'a cessé de me prodiguer, pour l'aide scientifique qu'il m'a apportée et pour l'accueil qu'il m'a réservé à chaque séjour, tout en m'offrant toutes les conditions favorables pour accomplir ma tâche.

J'exprime ma respectueuse reconnaissance à M. le Directeur de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, pour la confiance et les facilités qu'il m'a toujours accordées pour réaliser cette étude aussi bien au Maroc qu'en France.

Le témoignage de ma gratitude va aussi à Madame J. **Raccaud**, Professeur et Responsable du Laboratoire de Physiologie des Insectes à l'Université Pierre et Marie Curie qui a toujours porté de l'intérêt à ma formation et à mes travaux. Qu'elle croie à mon grand respect et à mes vifs remerciements pour la formation dynamique qu'elle m'a donnée en Entomologie, et pour avoir accepté de présider le Jury de cette Thèse.

Je remercie vivement la Fondation Internationale pour la Science "**I.F.S.**" de l'intérêt qu'elle a montré pour ce travail, et de l'aide financière dont elle m'a fait bénéficier pour couvrir certains frais de documentation, de déplacement et d'achat de matériel.

Je tiens également à remercier M. **Herard** de l'European Parasite Laboratory (Department of Agriculture U.S.A.) pour sa contribution dans la détermination des ennemis naturels et pour le temps qu'il a consacré à la discussion de mon travail.

Mes sincères remerciements vont également à M. **Du-Merle**, Directeur de la Station de Zoologie Forestière d'Avignon et M. Fabre, Chargé de Recherches à la même station, pour leurs conseils, et l'accueil qu'ils m'ont réservé à chaque visite.

Je remercie aussi Dr. F **Lieutier** Maître de Recherche à la Station de Zoologie Forestière d'Orléans, qui a bien voulu accepter de faire partie du Jury de ma thèse, et d'assurer, en outre la responsabilité de rapporteur. Les discussions que nous avons eues ensemble m'ont été très utiles et intéressantes.

Des professeurs J **Auber** et B **Verdier**, de l'Université Pierre et Marie-Curie je garde de bons souvenirs de l'année du D.E.A. et de la formation qu'ils m'ont apportée. Je les remercie profondément, d'avoir bien voulu juger ce travail.

J'associe à mon étude pour leur soutien technique et matériel MM. H.**Bourchid**, Directeur du Centre des Travaux Agricoles de Tafraout et **Ghallay**, technicien au même centre. Que leurs collaborateurs soient également remerciés pour leur aimable accueil et leur dévouement.

Que mes chers amis de Béni Mellal, MM. A **Hilal**, Directeur du Centre de l'INRA, H **El.jadd**, Chef de la Station Cotonnière et Z **Guirrou**, Ingénieur Phytiatre, trouvent ici l'expression de ma reconnaissance et de mes amitiés pour leur aide et collaboration efficaces.

Mes sincères remerciements vont aussi à MM. Abidi, et Houssayni, Techniciens du Département de Zoologie, et à mes étudiants mémorisants pour la contribution qu'ils m'ont apportée et la compréhension qu'ils ont et manifestée tant au laboratoire qu'en nature.

J'adresse mes remerciements aux responsables administratifs du Complexe d'Agadir qui ont toujours encouragé ce thème et mis à ma disposition dans la mesure du possible les moyens de déplacement et de recherche disponibles.

Je ne saurais oublier Mesdames **Turrel** et **Soustelle**, pour leur travail de frappe, et de mise en forme de ce manuscrit. Qu'elles trouvent ici le témoignage de mes amitiés et de mes plus vifs remerciements.

Je ne voudrais pas terminer sans remercier mon ami M. **Taousse**, Professeur de Statistiques à l'IAV. Hassan II, qui m'a aidé pour l'interprétation statistique des différentes données de cette thèse.

Enfin aussi bien à la Station de Zoologie Forestière d'Avignon (INRA) qu'à l'Institut et Vétérinaire Hassan II (CHA), je remercie tous mes collègues, amis et proches collaborateurs qui m'ont toujours aidé, sans hésiter à me faire part de leurs connaissances et suggestions. Je les prie de croire à mon amitié et à mon profond respect.

SOMMAIRE

Page

<u>AVANT PROPOS</u>	--
<u>RESUME</u>	--
<u>INTRODUCTION</u>	01
	--
<u>PREMIERE PARTIE: CADRE GENERAL DE L'ETUDE</u>	03
<u>I. L'AMANDIER</u>	03
1.1. Généralités.	03
1.2. Statut agro-économique de l'Amandier au Maroc.	04
1.2.1. Le secteur de cueillette.	04
1.2.2. Le secteur moderne ou semi-intensif.	04
<u>II. LES ZONES D'ETUDE DE TAFRAOUT ET DE BENI MELLAL</u>	06
2.1. La région de Tafraout.	06
2.1.1. Situation géographique.	06
2.1.2. Le climat.	10
2.1.3. Ressources en eau.	11
2.1.4. Les sols.	11
2.1.5. Aspects sociaux.	13
2.1.6. L'Amandier dans la région de Tafraout	13
2.2. La région de Béni Mellal	15
2.2.1. Situation géographique	15
2.2.2. Le climat	16
2.2.3. Les sols	16
2.2.4. Aspects sociaux	16
2.2.5. Place de l'Amandier dans le bour de Beni Mellal.	18
<u>III. OBJECTIFS GENERAUX DE L'ETUDE.</u>	19
3.1. Les objectifs.	19
3.2. Les sites d'étude	19

<u>DEUXIEME PARTIE : ETUDE BIOLOGIQUE DE <i>Ruguloscolytu amygdali</i></u>	22
<u>I. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	22
1.1 Position systématique et morphologie	22
1.2 Aire d'extension et plantes-hôtes	24
1.3 Cycle biologique et forme des dégâts	24
1.4 Modalités de l'attaque	26
<u>II. METHODES GENERALES D'ETUDE DE LA BIONOMIE ET DU CYCLE</u>	28
2.1. Elevages	29
2.2. Analyses de la composition démographique des populations de <i>R.amygdali</i>	29
2.3. Observations sur l'activité des adultes	31
2.3.1. Piégeages	31
2.3.2. Observations directes	32
2.4. Etude de la durée du développement	35
<u>III. CYCLE BIOLOGIQUE DE <i>R. AMYGDALI</i> DANS LES REGIONS D'ETUDE</u>	37
3.1. Le nombre de générations annuelles	37
3.1.1. Composition démographique des populations	37
3.1.1.1. Mode opératoire	37
3.1.1.2. Résultats	37
3.1.2. Périodes d'activité des adultes Emergence et pénétration ...	42
3.2. Durée du développement	54
3.2.1. Durée du développement au laboratoire	54
3.2.2. Durée du développement dans la nature	55
3.3. L'hivernage	58
3.3.1. Mode opératoire	59
3.3.2. Résultats et discussion	59
<u>IV. CONCLUSIONS</u>	68

<u>TROISIEME PARTIE : ESSAI DANALYSE DES FACTEURS DE LA</u>	71
<u>DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE RUGULOSCOLYTUS AMYGDALI</u>	
I. <u>LE POTENTIEL REPRODUCTIF DE RUGULOSCOLYTUS AMYGDALI</u>	71
1.1. Le rapport numérique des sexes	72
1.1.1. Méthode d'étude	72
1.1.2. Résultats et discussion	72
1.2. La fécondité	73
1.2.1. Méthode dtétude	76
1.2.2. Résultats et discussion	77
II. <u>LES ENNEMIS NATURELS.</u>	77
2.1. Espèces rencontrées	81
2.1.1. Nématodes	82
2.1.2. Acariens	82
2.1.3. Coléoptères	83
2.1.4. Les Hyménoptères parasites	84
2.1.4.1. <i>Eurytomidae</i>	84
2.1.4.2. <i>Pteromalidae</i>	85
2.1.4.3. <i>Bethylidae</i>	86
2.2. Inventaires quantitatifs des Hyménoptères parasites	86
2.3. Eléments de bionomie des Hyménoptères parasites	90
2.3.1. Méthodes	90
2.3.2. Résultats	90
2.3.2.1. Analyse des structures d'âge	90
2.3.2.2. Périodes d'émergence ...	92
III. <u>RELATION PLANTE -INSECTE</u>	96
3.1. Effets de l'espèce hôte sur le développement de <i>R amygdali</i>	96
3.1.1. Méthode d'étude	96
3.1.2. Résultats	98
3.1.3. Discussion	101

1.1. Caractères de la plante-hôte, l'amandier et attaques du Scolyte	102
1.1.1. Dispositifs et méthodes	103
1.1.2. Résultats actuels et leur discussion	106

1.2. La répartition des attaques sur l'arbre	110
1.2.1. Méthode d'étude	110
1.2.2. Résultats et discussion	111
II. <u>INCIDENCE DES DIFFERENTS FACTEURS SUR LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE <i>Ruguloscolytus amygdali</i></u>	124
2.1. Méthodes d'observation et d'interprétation	124
2.2. L'incidence des ennemis naturels	125
2.3. Incidence des autres facteurs	131
2.4. Discussion	133
DISCUSSION ET CONCLUSIONS GENERALES	138
BIBLIOGRAPHIE	144
ANNEXES	---

INTRODUCTION

Les Scolytides comptent parmi les insectes de grande importance économique en raison des dommages qu'ils infligent aux plantations d'arbres fruitiers et aux forêts.

Au Maroc ont été ces années dernières observées des pullulations, de plusieurs espèces parmi lesquelles :

- *Orthotomicus erosus* WOLL et *Tomicus (Blastophagus) piniperda* L sur pin d'Alep, pin maritime et pin parasol au nord marocain. (Oued Cherrat entre autres);
- *Estonoborus perrisi* CHAPUIS sur pistachier à Ain Taoujdate;
- Le "Neiroun *Phloeotribus scarabeoides* BERNARD sur olivier notamment à Taroudant (à 70 km vers le sud d'Agadir), à Marrakech et même dans quelques régions du nord marocain ;
- L'Hylésine de l'olivier: *Hylesinus oleiperda* FABR.
- Le Xylébore disparate *Anisandrus dispar* F. sur pêcher dans les régions de Fès et de Meknès ;
- *Ruguloscolytus mediterraneus* EGGERS sur pommier , poirier et probablement pêcher dans la région de Meknès (Ferme d'application de l'Ecole Nationale Agriculture 1986) j
- *Ruguloscolytus amygdali* GUERIN dans les régions de Tafraout, Imin-Tanout, Amizmiz, Marrakech et de Béni Mellal sur amandier et même sur abricotier, nectarinier et prunier dans certains cas.

Face à cette situation qui risquait de s'aggraver, en particulier pour l'amandier, les connaissances biologiques de base nécessaires à une bonne orientation de la lutte restaient encore très peu développées. Ceci a suscité un programme d'étude en collaboration avec les services concernés :

Centre de Travaux Agricoles à Tafraout (Direction Provinciale de l'Agriculture de Tiznit) et aussi du Centre de l'Institut National Recherche Agronomique (INRA) à Beni Mellal.

Ce programme visait à dresser l'inventaire des espèces de Scolytides en cause sur amandier, définir leur bioécologie, en vue de maîtriser les possibilités d'intervention.

Selon divers auteurs l'amandier peut être attaqué par les espèces de Scolytides, suivantes:

- *Anisandrus dispar*. (Sous famille: *Ipinae*. Supertribu : *Ipini*. Tribu: *Xyleborina*) espèce polyphage se développant sur les feuillus fruitiers et aussi forestiers, tout en montrant un préférendum assez marqué pour les Rosacées fruitières. Elle est assez répandue en Afrique du Nord.
- *Hypothenemus aspericollis* WOLL (Sous famille: *Ipinae*. Supertribu : *Ipini*. Tribu : *Cryphalina*). C'est une espèce également polyphage qui vit principalement sur figuier, mais elle peut se rencontrer sur pêcher, amandier, abricotier, prunier. Elle est très commune dans toute l'Afrique et dans quelques pays du bassin méditerranéen.

- *Ruguloscolytus mediterraneus* EGGERS et *Ruguloscolytus rugulosus* MULLER, espèces assez étudiées. Référence sera faite à ces études dans le corps du présent travail. La première de ces espèces semble rare en Europe méditerranéenne alors que la seconde est répandue dans tout l'Europe et même sur le continent américain, mais n'a jamais été signalée en Afrique où semblent s'y substituer par *R.mediterraneus* et *R.amygdali*.
- *Ruguloscolytus amygdali* GUERIN

Mais les prospections effectuées de 1980 à 1982 inclus à Tafraout et à Béni Mellal n'avaient permis d'observer qu'une seule espèce sur amandier ; *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN. Les observations effectuées depuis dans les mêmes régions ont confirmé ce point.

Nous avons donc, à partir de 1980, entrepris une étude sur l'Insecte. Une première synthèse a fait l'objet de notre Thèse de Docteur Ingénieur (BEN AZOUN 1983).

Cependant ce travail ne portait que sur deux années, et demeurait peu avancé. Nous avons par la suite approfondi notre étude en cherchant à améliorer 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.

Le présent travail est donc une suite logique du précédent: il le complète en comblant quelques unes de ses lacunes, réexamine de façon plus précise certains points ou expériences, et tente de répondre à plusieurs questions précédemment posées.

PREMIERE PARTIE

CADRE GENERAL DE L'ETUDE

I. L'AMANDIER

1.1 Généralités

L'amandier appartient à la famille des *Rosacées* à la section des *Euamygdalées*, au genre *Prunus* et au sous-genre *Amygdalus* (SCHNEIDER 1904, REHDER 1921). Ce dernier est considéré par SPACH (1843) comme genre auquel il ajoutait le basionyme *communis* pour décrire l'espèce cultivée ou productive "*Amygdalus communis*". Dénomination adoptée actuellement par différents auteurs tels que GRASSELLY (1976), RICKTER et JUSUPOV (1953-1978 in GRASSELLY et CROSSA-REYNAUD 1980).

L'amandier est originaire des régions montagneuses d'Asie Centrale (Iran, Afghanistan, Kurdistan, Tianchan...), il aurait selon les auteurs soviétiques une origine hybride: les espèces *Amygdalus fenzliana* KORSH et *Amygdalus bucharica* sont certainement ses ancêtres. D'autres auteurs comme RICKTER (1964, 1969, 1975) qui ont signalé à plusieurs occasions la présence chez certaines espèces sauvages de formes à amandes douces, pensent que *A. communis* peut être aussi ancien que d'autres espèces proches (*A. fenzliana*, *A. bucharica* et *A. kuranica*), et qu'il serait issu avec elles d'un ancêtre commun qui a probablement disparu.

Quelle que soit son origine, l'amandier cultivé s'est étendu progressivement dans les pays du bassin méditerranéen. En Europe il a été implanté en Italie, en Espagne, en Grèce, Yougoslavie, Bulgarie, au sud de la France. Il s'est aussi développé en Afrique du Nord, où il se prête bien à la culture en sec grâce, d'une part, à son enracinement profond et d'autre part à son feuillage qui résiste à la dessiccation, aux coups de sirocco (Chergui), et aux longues périodes de sécheresse. Ce qui permet de le planter dans des zones où les ressources en eau sont faibles.

Ses dimensions diffèrent selon la variété, le milieu et les techniques culturales. En milieu irrigué il peut atteindre jusqu'à dix mètres de hauteur. Dans les pays du bassin méditerranéen et en Afrique du Nord la floraison s'échelonne de janvier à mars et la fructification de mi-août à octobre lorsque sont satisfaites les exigences de la plante en froid hivernal (100 h à 400 heures) et en chaleur printanière.

A l'exception de certaines variétés de la région des Pouilles en Italie l'amandier est autostérile et exige par conséquent une pollinisation croisée. Des rendements réguliers et abondants nécessitent l'installation de ruches bien réparties dans les vergers plantés par rangs alternés de variétés intercompatible et fleurissant simultanément. Deux ruches par hectare sont souhaitables (GAGNARD 1954), et peuvent produire selon SIMIDCHIEV (1973) entre 45 et 200 kg de miel.

L'amandier de semis possède un système racinaire lui permettant de tolérer le calcaire, résister à la chlorose et végéter avec une pluviométrie annuelle de 150 mm sans toutefois fructifier. La fructification exige 400 mm bien répartis durant toute l'année; cependant dans les régions à pluviométrie annuelle inférieure à 300 mm et selon GRASSELLY et CROSSA-REYNAUD (1980) un sol sableux reposant sur un sous-sol de même nature ou légèrement argileux, peut être à l'origine d'une bonne production si les plantations ne sont pas trop denses.

Les densités doivent tenir compte des mauvaises années où la pluviométrie est minime dans les milieux arides. Le tableau ci-dessous extrait de GRASSELLY et CROSSA-REYNAUD donne une idée sur la densité de plantation en fonction de la pluviométrie :

Pluviométrie	Nombre d'arbres par hectare	Densité de plantation	Surface occupée par arbre
150-200 mm	70	12x12	144m ²
200-300 mm	100	10x10	100 m ²
300-400 mm	125	9x9	81 m ²
400-500 mm	150	8x8	64 m ²
>500	200	6x8	48 m ²

1.2 Statut agroéconomique de l'amandier au Maroc

Au Maroc les superficies consacrées à la culture de l'amandier sont difficiles à estimer, mais les dernières statistiques indiquent que 11 à 12 millions d'amandiers couvrent entre 80 000 et 100 000 ha. Selon la Société de Développement Agricole Marocaine (S.O.D.E.A.), deux secteurs principaux sont à distinguer:

1.2.1 Le secteur de cueillette

Il représente 70 % de la totalité des arbres. Ceux-ci sont plantés traditionnellement dans des zones plus ou moins arides au pied des montagnes dans les régions d'EI Hoceima (Rif), Aknoul, Marrakech, Taфраout et la vallée du Daraâ. La majorité de ces arbres -soit 5 millions de pieds- issus de semis non greffés sont plantés en D.R.S. forestière (Défense et Restauration des Sols) sur des sols pauvres, dégradés et peu profonds, dans des zones d'altitude (> 1200 m), à pluviométrie faible (200 à 400 mm par an) et mal répartie comme c'est le cas du sud marocain (zone phoenicole et pied-mont sud-est du Haut Atlas et de l'Anti-Atlas) où G. BARBEAU (Chercheur à l'I.N.R.A. du Maroc) et EL BOUAMI (1980) ont fait une série de prospections depuis 1979 en vue de la sélection de clones à caractères intéressants tels que: la précocité ou la tardiveté de la floraison, la productivité, la régularité de la fructification, et la résistance à certains ravageurs ou maladies.

Bien que la production soit généralement insuffisante et irrégulière (en moyenne 300 gr d'amandons par arbre) le sud marocain peut être considéré comme un "réservoir" de gènes au profit de l'arboriculture fruitière du Maroc. Il est cependant difficile de distinguer certains clones et les brouillards de janvier-février, et un grand étalement des floraisons peuvent perturber la pollinisation dans des zones où les variétés ne sont pas judicieusement associées.

1.2.2 Le secteur moderne ou semi-intensif

Il est situé dans les régions de Fès, Meknès, Béni-Mellal, Azilal, Marrakech, Safi, Essaouira etc. Dans ce secteur, des techniques culturales sont appliquées mais parfois de façon plus ou moins correcte. Le sol et le climat sont relativement plus favorables que dans le secteur précédent; la pluviométrie est plus importante, de l'ordre de 500 à 600 mm par an. Il s'agit de variétés connues soit à la coque dure (ex.: *Desmayo*, *Marcona*, *Ferragnes*, *Ferraduel*), soit à coque tendre (ex. : *Ai*, *Princesse*, *Fournat de Brezenaud*, *Texas*, *Non pareil*, *Nec plus ultra*...) Les plants sont greffés, souvent sur amandier franc.

Ce secteur peut être divisé en deux sous-secteurs :

- Un sous-secteur entretenu où les amandiers occupent 18.000 hectares soit 3 millions de pieds à densité variant de 120 à 200 arbres par hectare avec une moyenne de 150 arbres par ha. Les techniques culturales y sont pratiquées régulièrement ce qui permet d'avoir 1,2 kg d'amandons par arbre soit 180 à 200 kg d'amandons par hectare.
- Un sous-secteur très moderne où caractérisé par une densité qui varie entre 200 et 400 arbres par ha. L'association variétale est correcte, la fertilisation est bien orientée, la taille est très bien pratiquée (type gobelet), les traitements phytosanitaires sont raisonnés et les rendements sont de 3 à 4 kg d'amandons par arbre.

En résumé, toutes provenances confondues, la production commercialisée annuelle du Maroc varie de 3.000 à 5.000 tonnes d'amandons (GRASSELY et CROSSA-REYNAUD 1980), tonnage qui ne tient pas compte de la production de quelques exploitations familiales dont la grande partie est consommée en dehors du circuit commercial classique. Selon THIAULT (1980) la production en amandons peut atteindre 7.000 tonnes, ce qui représente encore un rendement relativement faible par rapport au nombre de pieds plantés.

Production en amandons au Maroc (THIAULT 1980)

Année de 1956 à 1966	Production en tonnes Moyenne (4 600 t/ an)
1967	5.000
1968	5.000
1969	2.500
1970	6.500
1971	3.500
1972	3.000
1973	5.100
1974	4.100
1975	3.000
1976	3.000

Une amélioration agro-technique de l'amandier est donc nécessaire pour répondre aux besoins de la clientèle. En effet et quelle que soit la situation, la consommation intérieure des villes est devenue importante, elle s'accroît avec l'élévation du niveau de vie et la demande de la population, qui a augmenté ces derniers temps, chose qui explique probablement la diminution de nos exportations.

L'amandier a déjà fait l'objet, au Maroc, d'un certain nombre d'études. Outre celles déjà citées ci-dessus, mentionnons :

- L'étude agrotechnique et économique de l'amandier dans la zone Skoura : Région de Ouarzazate par AIT BASSOU (1981) ;

- Les techniques relatives à l'amélioration de la production d'amandier par l'Office régional de mise en valeur agricole de Tadla (Beni Mellal) ;
- Quelques considérations sur la fertilisation, l'irrigation et la taille de l'amandier dans les vergers de la S.O.D.E.A. au Maroc ;
- Perspectives et voies de développement de l'amandier dans la zone bour de la plaine de Tadla par OSSOR (1982) ;
- L'étude agrotechnique et économique de l'amandier dans le cercle de Tafraout par TLEMCANI et le Centre de Travaux agricoles de Tafraout (1982) .
- Les prospections sur la qualité génétique chez l'amandier en sec dans le sud marocain par G. BARBEAU et EL BOUAMI (1979-1980) j
- Etude du débourrement et de la floraison de quelques variétés d'amandiers plantés au Complexe Horticole d'Agadir: Région du Souss par MARA (1982).

Toutefois très peu de travaux se sont jusqu'à présent attachés aux problèmes phytosanitaires de l'amandier. Ils n'ont probablement pas constitué jusqu'à présent la préoccupation principale des services concernés. Mais dans ces dernières années la culture s'est trouvée subitement menacée par la pullulation de quelques xylophages (Bostryches, Capnodes, Scolyte) dont la biologie reste mal connue au Maroc. Notre étude tend à combler une part de cette lacune. Elle a été menée uniquement dans des zones de culture "en sec", en deux régions distinctes: celle de Tafraout et celle de Beni Mellal, compte tenu de l'importance économique et sociale de l'amandier dans les projets de mise en valeur du centre et du sud marocain.

II. LES ZONES D'ETUDE DE TAFRAOUT ET BENI MELLAL

Les critères qui ont présidé au choix de ces deux sont essentiellement les suivants :

1°) - Selon le Service de Protection des Végétaux à Beni Mellal et le Centre de Travaux Agricoles à Tafraout les dégâts et les attaques de R. amygdali justifieraient des interventions, mais le manque d'une étude préalable sur l'espèce ne permet pas de rationaliser celles-ci.

2°) - Les conditions climatiques des deux régions sont différentes ce qui peut permettre une certaine interprétation de l'effet de quelques facteurs physiques sur la bioécologie de S. amygdali.

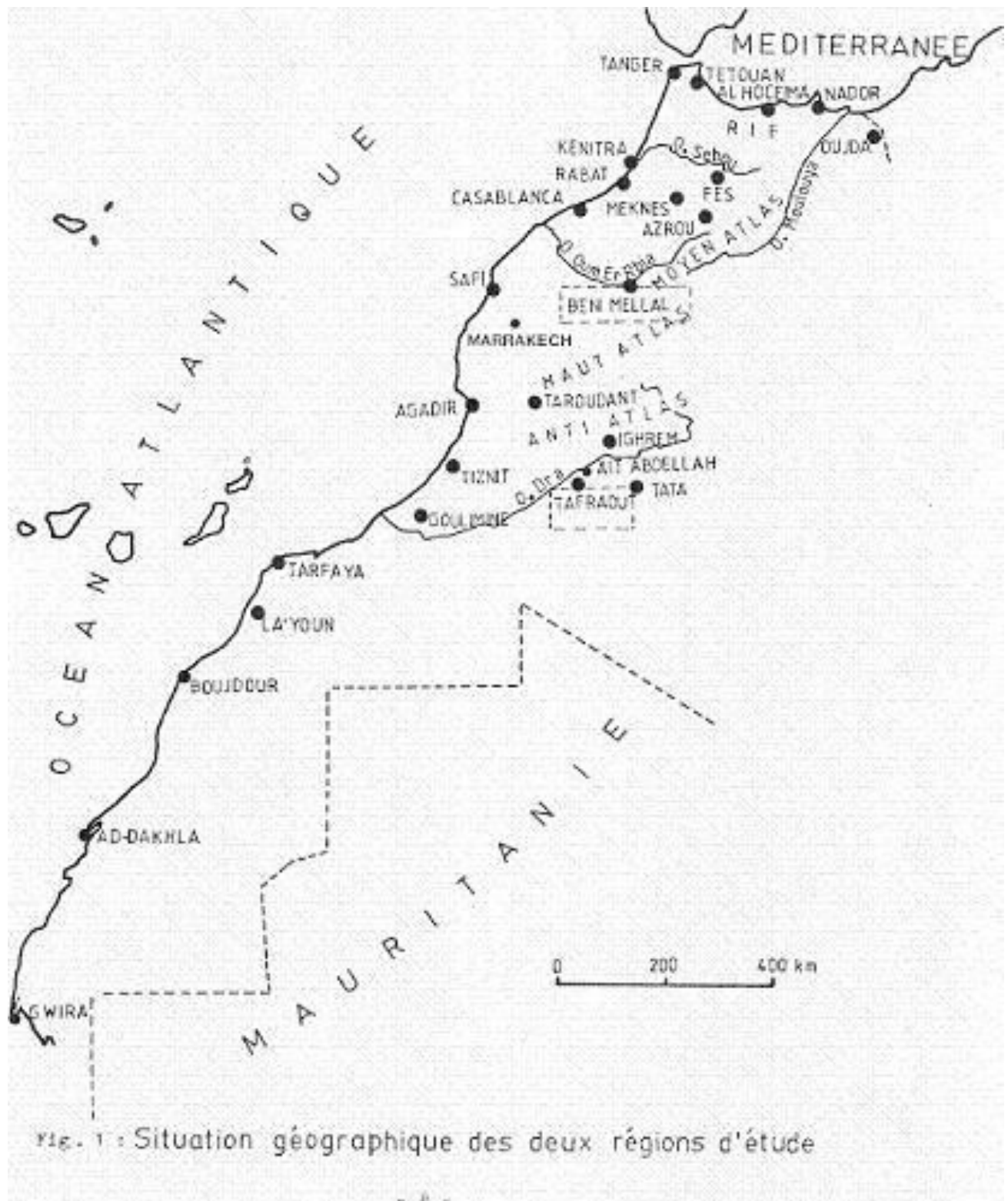
3°)- Enfin, une certaine facilité d'accès et un matériel biologique relativement abondant, au moins certaines années.

2.1 La région de Tafraout

2.1.1. Situation géographique (fig. 1 et 2)

Tafraout est située au sud-est d'Agadir, à 200 km par la route de Tiznit, et à 160 km par une route plus difficile passant par la cuvette de Ait-Baha et qui franchit la montagne ou Jbel Lkest, à l'intérieur de l'Anti-Atlas. La région de Tafraout constitue elle aussi une cuvette enclavée dans les derniers massifs montagneux de l'Anti-Atlas qui renferment les plus grands rocs et rochers du pays. La zone est connue dans le Souss sous le nom d'Adrar.

Le nord de la région est limité par le cercle de Biougra (Province d'Agadir), au sud par le cercle de Lakhsas (Province de Tiznit), au sud-est par la province de Tata, à l'est par le cercle d'Ighrem (Province de Taroudant) et au sud-ouest par le cercle d'Anezi (Province de Tiznit).



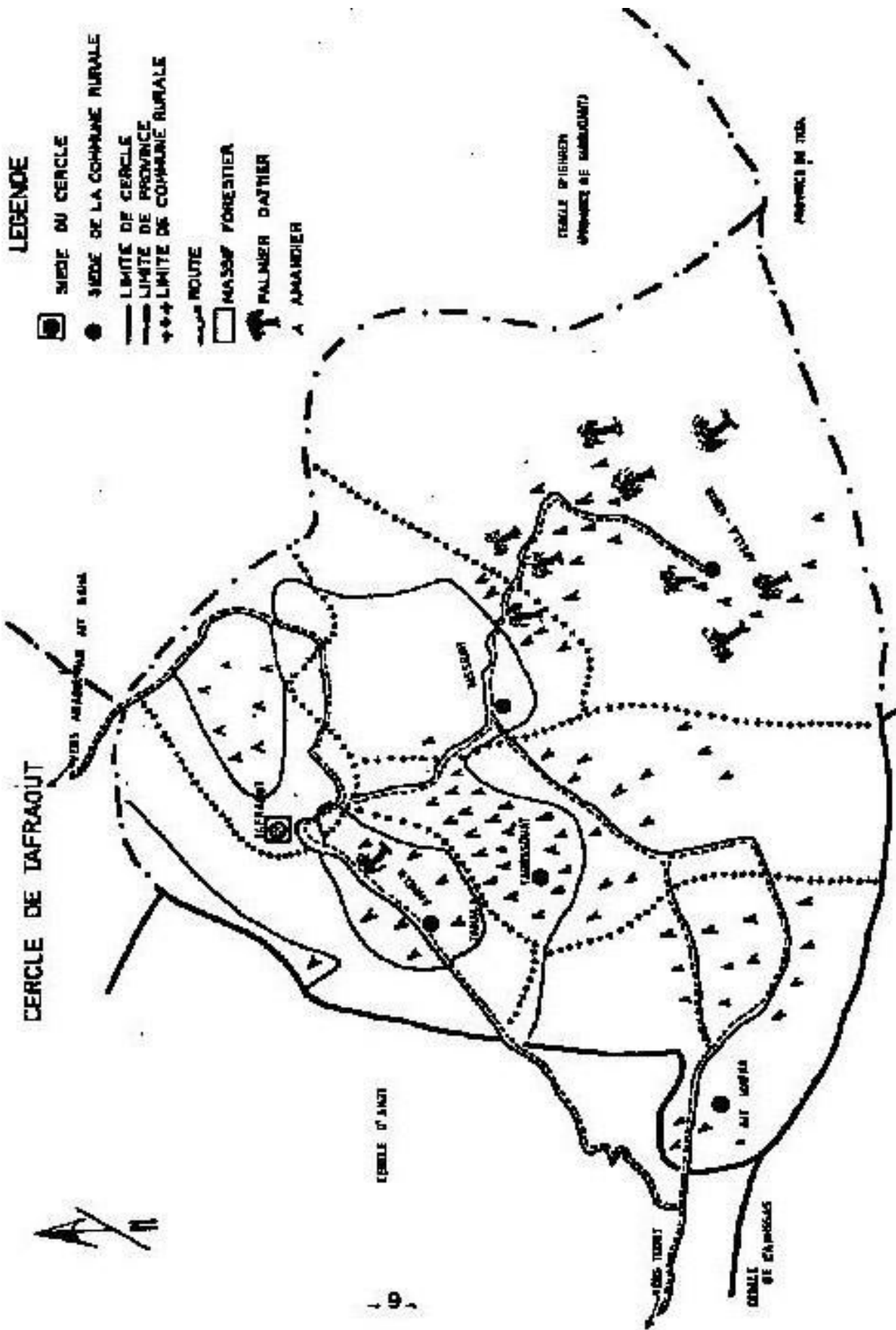


Fig. 2 : La Région de TAFRAOUT

Administrativement la ville de Tafraout fait partie de la Province de Tiznit, et comprend six communes rurales :

- commune rurale de Tafraout;
- commune rurale de Tarressouate à 16 km de Tafraout
- commune rurale de Tasserirt à 15 km " "
- commune rurale de Tahala à 10 km " "
- commune rurale de Ait Wafka à 21 km " "
- commune rurale de Afella Ighir à 32 km " "

C'est une zone située à 90 km à peu près à l'est de l'Océan Atlantique. Elle s'étend sur le massif montagneux et sillonné de l'Anti-Atlas; il comporte de hauts plateaux et des vallées : les altitudes sont variables 710 m à Dislougdem, 1.335 m à Jbel Imzi, 2.329 sur JBel lkest, et 2.334 à Adrar M'kourne. Par son relief tourmenté, la région se classe parmi les moins mécanisables, et présente des bas fond, collines montagnes, couloirs et plateaux où les agglomérations occupent les points d'eau les plus importants.

2.1.2. Le climat

Il est généralement chaud et sec en été (max. : 45°C) et parfois assez froid (min. -6°C) en hiver, avec des possibilités de variation d'une zone à l'autre. Des gelées ont lieu à Tafraout entre décembre et février, et se trouvent parfois coïncider avec la floraison de l'Amandier.

D'une manière générale, les exigences de l'amandier en froid peuvent être considérées comme suffisamment couvertes à partir de décembre pour les variétés précoces dont la floraison se termine vers la deuxième quinzaine de Février. Certains clones exceptionnellement tardifs terminent leur floraison vers mi mars seulement. Toutefois à cette période et selon DAVID (1974) la pollinisation ne semble pas satisfaisante malgré l'existence de ruches chez 50% des agriculteurs. La distance séparant. les ruches des vergers, et l'effet néfaste du froid sur les butineuses pourraient expliquer cette relative inefficacité des abeilles.

Selon les relevés météorologiques les pluies sont réparties en deux périodes dans l'année : La première se situe entre janvier et mars ou parfois même en avril. La deuxième commence généralement en septembre et se termine en novembre. Toutefois quelques traces peuvent tomber en mai ou août. Des chutes de neige peuvent avoir lieu entre décembre et février.

Les précipitations sont dans certains cas orageuses et fortes, Provoquant. ainsi de violentes crues. Selon les autorités locales, la moyenne annuelle calculée sur 15 ans est. de 160 mm, ce qui est insuffisant pour l'amandier en sec. Ces dernières années où le Maroc a connu des périodes exceptionnelles de sécheresse on a noté un total de 138,6 mm en 1980) 87,8 mm en 1981) 103 mm en 1982, 71,5 mm en 1983, 114,8 mm en 1984, 210,7 mm en 1985 et. 135 mm en 1986 ce qui a pu provoquer un affaiblissement notable des cultures en sec dans la région.

Les vents dominants sont. de sud-est, cependant on peut signaler quelques exceptions: vents de sud-ouest, du nord-est, de l'est, voire même d'ouest. La vitesse moyenne horaire du vent ne dépasse que

très rarement 40 km à l'heure. Toutefois des vents très violents de 60 à 80 km à l'heure peuvent survenir à différentes périodes de l'année provoquant lorsqu'ils ont lieu en janvier ou février, une importante chute de fleurs. Ce fut le cas par exemple en 1982. 1985. 1986 et 1987.

2.1.3. Ressources en eau

La région ne dispose que de peu de ressources permanentes limitées à quelques sources et retenues naturelles n'alimentant qu'une superficie réduite, évaluée à 1.030 ha (14% de la surface agricole utile), là où sont aménagées des prises d'eau.

Malgré 4 années successives de sécheresse, la nappe phréatique reste encore riche dans les communes de Tahala, Tasserirt et Afella Ighir. Cependant son niveau ne cesse de baisser d'une année à l'autre, et les puits dans certaines tribus à Tafraout ont tari.

La plupart des sources sont entourées de vergers irrigués par bassins d'accumulation. Les ayants droit se partagent une partie de la ressource au prorata de la valeur des parts selon la tradition dite "Tanaste" qui règle les rapports de coopération entre agriculteurs.

L'autre partie est dirigée vers l'utilisation ménagère. En outre le creusement et l'équipement de puits a permis ces dernières années l'aménagement de plusieurs parcelles "bour" en vergers familiaux dont la superficie oscille entre 0,25 et 5 ha.

En l'occurrence les surfaces irriguées constituent les lieux principaux de fixation des habitants. qui sont groupés autour des points d'eau.

2.1.4. Les sols

Au laboratoire des Sciences du Sol au Complexe d'Agadir (I A V. HASSAN II) les sols de 3 communes rurales : Tafraout, Tahala et Tasserirt ont été analysés au mois d'avril 1982 par EL ALAMI. Ces analyses ont donné les résultats suivants: (tableau I) :

- La teneur des horizons en sable dans les sols des trois communes semble importante, elle varie entre 42,2% dans l'horizon A'op des sols de Tahala et. 87,98% dans l'horizon C de la même commune ;
- Dans la commune de Tafraout la teneur en sable paraît supérieure à celle de Tasserirt. au niveau de l'horizon A'op, alors que pour l'horizon B-C elle est légèrement inférieure ;
- La teneur limon est. relativement inférieure à celle du sable. Elle varie entre 10,29 % dans l'horizon C du sol de Tahala et 47,29% dans l'horizon A'o des sols de la même commune ;
- La teneur en argile est plus faible que celles en limon et en sable elle varie entre 1.73 % et.17,91% ;
- Les pH de l'eau (7,9 à 8,7) du sol (6,8 à 8,1) sont un peu trop basiques pour l'amandier ;
- .Les profondeurs des profils culturaux varient de 60 cm à 100 cm, elles ne semblent pas permettre aux racines de l'amandier d'exploiter un volume important du sol.

Cependant, malgré leur profondeur et leur état pierreux et pauvre ces sols présentent des horizons sableux et aptes à permettre un bon enracinement si les conditions de plantation, de travail, d'écartement, et de fertilisation sont respectées.

TABLEAU 1 : Analyse de quelques types de sols de la région de TAFRAOÛT (EL ALAMI Avril 1982)

Commune	Horizon Profondeur en cm	Conduc- tivité	CaCO ₃	M.O	F	P ₂ O ₅	pH eau	pH KCl	GRAVULOMETRIE					
									Dimension des particules en me Teneur en %					
									S.A.B.L.E	L.I.M.O.N	A.R.G.I.L.E	> 2mm		
Commune rurale TAFRAOÛT (Douar TAZAKA)	A'op : 0-15	-	0,26	0,62	3,97	9,09	8,4	7,5	52,76	55,92	17,75	5,87	12,83	7,63
	B/C : 15-40	-	0,28	0,38	-	-	8,5	7,1	49,65	47,7	18,5	7,73	12,16	17,91
	C1 : 40-80	-	0,12	0,06	1,59	3,64	8,4	6,8	43,11	3,18	54,73	17,09	17,83	7,17
	A'op : 0-20	0,65	0,92	3,41	184,33	193,12	7,9	7,6	30,21	35,49	126,61	133,79	16,13	5,78
Commune rurale TASSERIRT (Douar IYERHD)	B : 20-40	0,52	12,41	1,28	12,9	29,54	8,3	7,9	30,84	34,49	24,10	9,16	23,16	11,12
	B/C : 40-60	0,30	12,27	0,41	1,3	3,18	8,5	8,1	37,65	49,63	18,82	13,47	9,36	9,12
	A'op : 0-25	0,19	12	1,95	52,58	120,4	8,6	7,9	21,78	14,62	27,53	17,19	30,10	10,51
	B/Ca : 25-55	0,15	1,14	0,52	0,98	1,98	8,7	7,9	27,06	38,03	30,53	14,19	13,79	3,46
Commune rurale TAKALA (Douar AMJEN)	C : 55-100	0,12	0,13	0,26	0,98	1,98	8,7	8,0	68,88	73,9	10,08	4,39	5,91	1,73
										87,98		10,29		

2.1.5. Aspects sociaux

La population de la région de Tafraout compte à peu près 40.000 habitants dont la majorité est constituée de berbères chleuhs répartis en 40 tribus, 916 douars et 8.210 foyers. L'enquête de TLEMCANI (1982) et celle du C.T.A. de Tafraout (1984) signalent que 60 à 70% des habitants (soit 24.800) pratiquent le commerce hors de la région, raison pour laquelle celle-ci connaît une forte émigration soit vers les autres villes du Maroc (Casablanca, Rabat, Marrakech, Fès, Meknès etc.) soit vers l'étranger (25%), d'où faisant des économies importantes ils envoient des fonds à leurs parents qui, à leur tour, les investissent dans le commerce ou dans des projets de construction, d'équipement (canalisations, groupes motopompes, éoliennes..) ou d'entraide (distribution des produits alimentaires dans les douars éloignés). Rares sont les familles qui utilisent ces fonds pour l'entretien agricole, de l'amandier en particulier.

Quant à l'agriculture seulement 16 % (soit 6.340 habitants) de la population occupe une superficie de 15.190 hectares. TLEMCANI a distingué 4 classes dans cette population dont la première, représentant 92% des agriculteurs, n'exploite que 70 % de cette superficie, à raison de 5 hectares, ou moins, par exploitant, alors que seulement 8 % en possèdent: 30% de la surface totale.

Sans distinction d'ailleurs entre ces différentes classes, les femmes de la région avec leurs couvertures et leurs voiles noirs ont toujours participé à l'entretien des cultures en l'absence de leurs maris ou de leurs parents. La gestion de l'exploitation leur est confiée. Ce fait est en grande partie à l'origine d'une "barrière" qui entrave la vulgarisation et les possibilités de contact entre le technicien et l'agriculteur. La vulgarisation reste ainsi limitée à quelques agriculteurs présents.

Pour les autres généralement absents, il n'existe aucune possibilité de contact avec leurs parents ou surtout leurs femmes qui refusent toute discussion ou dialogue sur le sujet. Il est peut être louable de sauvegarder ce respect des traditions qui traduit probablement une certaine responsabilité de la femme vis à vis de son foyer, mais il est certain qu'il en résulte une situation qui inquiète beaucoup les responsables du Centre de Travaux Agricoles car elle engendre une certaine négligence qui pourrait conduire dans l'avenir à la disparition de l'amandier, d'une région réputée pour la qualité de ses amandes, et traditionnellement très attachée à cette culture au point que Tafraout est chaque année le siège d'un "Festival" de l'Amandier.

2.1.6. L'amandier dans la région de Tafraout

Les 15.190 ha cultivables sur une superficie totale de 180.000 ha constituent la source alimentaire de base des populations, seuls 9,8% sont irrigués, alors que le reste est en bour.

L'amandier occupe la première place en arboriculture (72 % des plantations) suivi par le palmier dattier (16 %) et l'olivier en dernier lieu (4 %). Le figuier et les agrumes ne semblent occuper qu'une superficie minime.

D'après les responsables du Centre de Travaux Agricoles, la plupart des plantations sont vieilles sans qu'un Programme de renouvellement voie actuellement le jour dans toute la zone à l'exception de Tahala et de Tarressouate

Les plants sont pour la très large majorité, issus de semis direct. Très rares d'ailleurs, sont les agriculteurs qui aménagent des pépinières. Les autres sèment à une profondeur de 10 cm des amandes entières, généralement à coque tendre entre début septembre et fin février ou des amandons entre mi-janvier et fin février. Selon TLEMCANI les agriculteurs estiment que la germination dans

ce dernier cas est plus rapide que dans le premier. Le semis peut aussi avoir lieu spontanément sous l'action de différents acteurs (vent, pluie, écureuils, etc.). Il résulte de ces pratiques qu'il n'existe pas de variétés bien déterminées. Mais sont actuellement en observation à la Station I.N.R.A. de Taroudant, sept clones issus d'une sélection pratiquée dans la région.

Outre les espèces fruitières l'orge constitue la culture la plus importante dans la région, où il occupe plus de 6.500 ha contre 270 ha réservés aux légumes généralement destinés à l'autoconsommation. L'orge est fréquemment semé en culture basse intercalaire, dans les plantations d'Amandier.

Le tracteur et l'araire sont les moyens les plus utilisés dans les vergers pour effectuer deux labours :

- La premier, en automne pour profiter des pluies automnales;
- Le deuxième en été pour permettre l'aération du sol et faciliter l'apport de la matière organique restituée par la culture basse.

Selon les responsables du C.T.A. à Tafraout (in TLEMÇANI) la quantité d'eau apportée annuellement. dans les vergers irrigables varie de 400 à 1000 mm répartis en 8 à 20 arrosages.

Le fumier est le fertilisant. le plus utilisé dans la région. Seuls 13 % des agriculteurs utilisent des engrais minéraux, plus ou moins équilibrés.

La taille de formation n'est que rarement pratiquée. Seuls 10% des exploitants soumis à l'enquête par TLEMÇANI éliminent le bois mort alors que les autres ne procèdent qu'à des ébranchages qui laissent souvent des blessures facilitant la dissémination et le développement de plusieurs agents de maladies. L'état sanitaire est, d'une façon générale, peu satisfaisant.

Parmi les maladies, on observe

- La Moniliose : *Monilia laxa* (ADERH. et RUHL) HONEY et *Monilia fructigena* PERS. dont les dégâts à Tafraout peuvent être très importants sur les bouquets floraux, les jeunes pousses (flétrissement) les rameaux (formation de chancres) et sur les fruits ;
- La cloque du pêcher et de l'amandier : *Taphrina deformans* (BERK) TUL. relativement rare cependant dans la région ;
- La maladie criblée: *Coryneum beijerinckii* DUD. dont les dégâts sur feuilles et sur rameaux (taches rougeâtres) ne sont pas négligeables.
- La rouille des arbres fruitiers à noyau : *Tranzchelia pruni spinosa* (PERS.) DIET qui est relativement moins importante ;
- La maladie des taches rouges: *Polystigma ochraceum* (WAHL) SACC. Ce parasite fréquent à Tafraout. en été se manifeste sur les feuilles par des taches assez larges de un à quelques millimètres, de forme variable, de couleur d'abord jaunâtre puis brun rouge parfois très foncée. Il contribue à avancer la chute des feuilles sans préjudice cependant. pour les rameaux ou les bourgeons.

Parmi les ravageurs nous avons relevé :

- Le faux tigre de l'amandier: *Monosteira unicosta* MULS et REY. Ce petit hétéroptère de la famille des *Tingidae* pullule souvent à Tafraout aux périodes chaudes de l'année. L'abondance de cet insecte est telle que les arbres prennent en été une couleur jaune-grisâtre du fait. des piqûres et des prélèvements de sève sur la face inférieure des feuilles. La fonction

chlorophyllienne est alors très diminué, la lignification des rameaux peut être compromise et par conséquent la récolte suivante peut être amoindrie ;

- Les pucerons: au printemps on assiste à des pullulations parfois importantes de *Myzus persicae* SULZ et probablement de *Brachycaudus amygdalinus* SCHAUT. qui entraînent un enroulement et une crispation des feuilles qui se dessèchent et tombent par la suite ;
- Les Buprestides : représentés principalement par *Aurigina unicolor* OLIV. et plus rarement par *Capnodis tenebrionis* (Capnode). Les dégâts de la première espèce (galeries dans le bois) peuvent être importants. Il semble qu'il entre parfois en compétition avec le Scolyte ;
- Des acariens des genres *Tetranychus* et *Bryobia*. Ils provoquent parfois des dégâts importants sur les feuilles au printemps et en été. Par piqûres ils vident les cellules des tissus foliaires leur donnant une teinte grisâtre et plombée. L'assimilation chlorophyllienne est alors diminuée.

A Tafraout l'intervention contre ces maladies et ravageurs reste limitée dans quelques vergers seulement à quelques traitements chimiques répartis irrégulièrement dans l'année sous la responsabilité du Centre de Travaux Agricoles.

A l'exception du froid les autres exigences ne sont satisfaites que pour très peu d'arbres, raison pour laquelle les rendements sont faibles. Dans la zone où la récolte se fait par gaulage vers juillet-août, TLEMÇANI et les responsables du C.T.A. estiment que les rendements varient selon l'âge, et notent qu'en secteur bour (sec) les arbres ne commencent à produire qu'à partir de la 9^{ème} année entre 0 et 2 kg d'amandons par arbre. En revanche, dans le secteur irrigué les arbres peuvent déjà produire 50 grammes d'amandons dès la 4^{ème} année pour atteindre plus de 400 g après la dixième année.

2.2 La région de Béni Mellal

2.2.1. Situation géographique (fig. 1 et 3)

La deuxième région d'étude est située dans la province de Beni Mellal (120.000 ha) à 220 km du sud-est de Casablanca et à 500 km au nord-est d'Agadir.

Dans la province de Beni Mellal deux secteurs sont à distinguer :

Le secteur irrigué (ou plaine du Tadla) : dans cette plaine les possibilités d'irrigation sont très importantes grâce au grand barrage de Bin El Widane (1,2 milliards m³ de retenue utile) et au petit barrage de dérivation à Kasba Tadla qui alimentent. à peu près 9.450 hectares en quantité suffisante. L'agriculture dans le Tadla est beaucoup plus développée et diversifiée qu'à Tafraout. Selon EL JADD (1979) les diverses spéculations se répartissent comme suit en pourcentage des superficies cultivées.

- | | |
|--|-----|
| • Céréales (blé dur, blé tendre orge, maïs.etc...) | 36% |
| • Cultures industrielles (betterave sucrière, coton) | 28% |
| • Arboriculture fruitière (agrumes, olivier, amandier abricotier, pêcher etc...) | 16% |
| • Cultures fourragères (luzerne, graminées) | 12% |
| • Cultures maraîchères | 6% |
| • Autres ou divers | 2% |

La superficie consacrée à l'amandier est très faible par rapport aux cultures industrielles céréalières et fourragères. Toutefois la société de développement agricole (S.O.D.E.A.) a pratiqué la plantation de quelques variétés sélectionnées qui ont présenté selon OSSOR (1982) un succès économique relativement important.

Le secteur en sec ou « bour »: est une zone de piedmont qui occupe une superficie d'environ 14.260 ha dont 4.817 sont cultivés en sec, des forêts (700 ha), et des parcours (750 ha).

Au nord elle est limitée par la route principale qui relie Marrakech et Beni Mellal; au sud par le barrage Bin El Widane, à l'est par Ait Ami (CMV 523) (I) et à l'ouest par Ouled Attou (CM V 526). Elle s'étend sur une chaîne du moyen Atlas jusqu'au barrage Bin El Widane à des altitudes qui varient de 500 à 1600 m (montagne de Tazaknet). Elle comporte trois communes rurales Afourer, Beni Ayat, Timouilt, plus les environs du barrage. Nos études n'ont été conduites que dans le seul secteur en sec sur les communes de Beni Ayat et Timouilt.

2.2.1. Le climat

Le climat est relativement aride, en raison du caractère continental de la région.

La pluviométrie annuelle varie de 300 à 600 mm, répartis irrégulièrement. Les premières pluies peuvent survenir vers le début d'automne. La période des pluies se termine au mois de mars, quelquefois avril. Ces pluies printanières peuvent être dans certains cas très importantes et orageuses avec chutes de grêle.

Les températures estivales sont généralement élevées, elles dépassent souvent 40°C durant 6 à 7 mois (avril-octobre) de sécheresse. En hiver les températures basses sont à l'origine de gelées plus ou moins importantes.

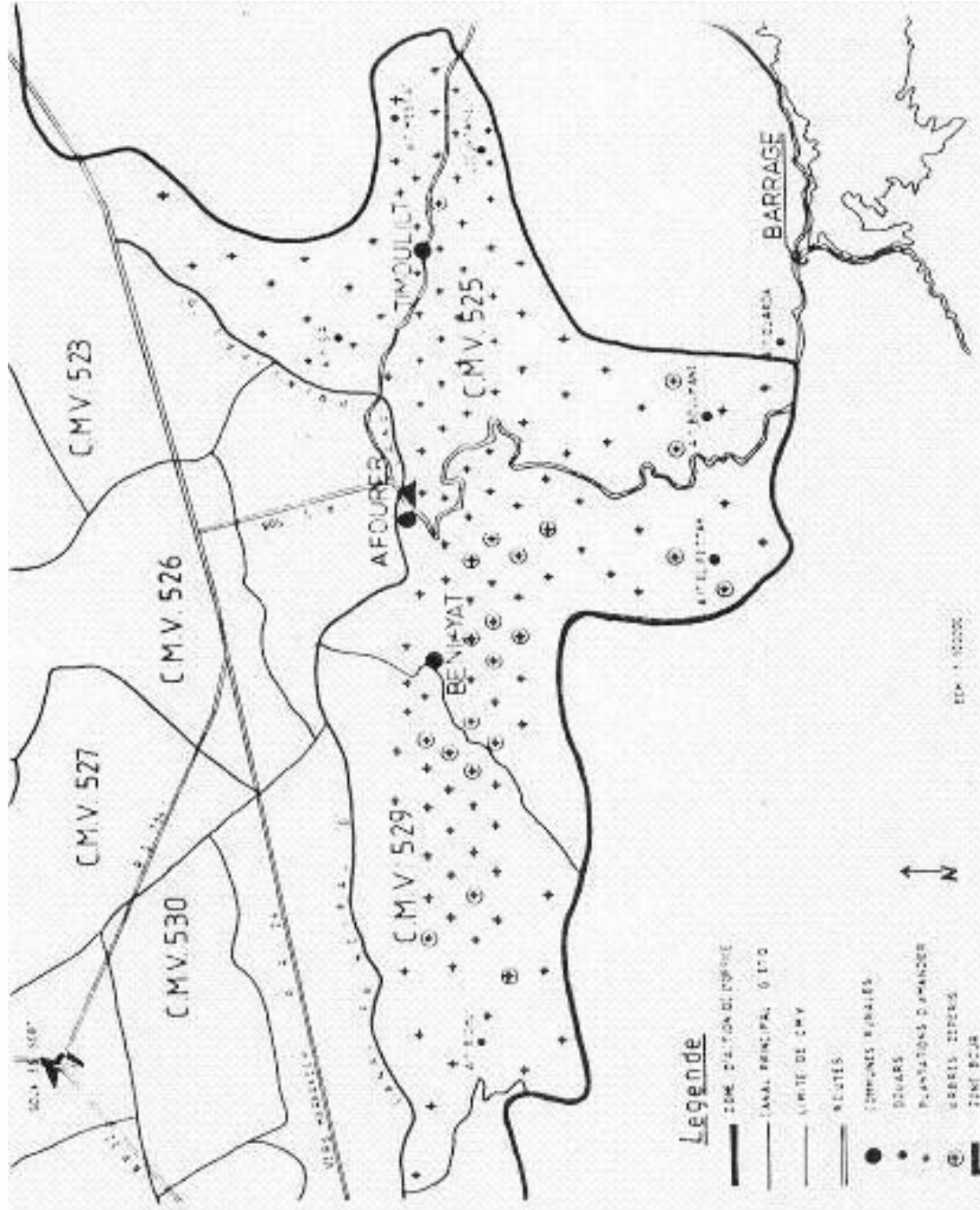
2.2.2. Les sols

Selon la S.A.S.M.A. (1981) les sols de la région ont une texture argilo-calcaire (forte teneur en calcium) en plaine, et limono sableux avec forte teneur en humus en altitude, où les conditions sont considérées comme meilleures pour la culture de l'amandier (tableau 2).

2.2.3. Aspects sociaux

Dans le secteur en sec l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla compte 2.398 agriculteurs qui exploitent 4.817 hectares répartis très différemment. (40 % moins d'un hectare, et 0,4% de 5 à 10 hectares par exemple). Contrairement à ceux de Taфраout les exploitants de cette région s'adonnent à d'autres activités agricoles (céréales, arboriculture, fruitière, élevage, etc...). Ce qui permet de renforcer leur contact avec plusieurs organismes agricoles, relativement plus efficaces et mieux spécialisés que dans la région de Taфраout.

Compte tenu du nombre des organismes agricoles dans la zone (Station de Protection des Végétaux, Station de l'Institut National de Recherches Agronomiques, Office de Mise en Valeur Agricole du Tadla, avec ses Centres de Mise en Valeur Agricole, la S.O.D.E.A., les représentants des firmes phytosanitaires etc...) les contacts entre techniciens et agriculteurs sont bien meilleurs- qu'à Taфраout et la vulgarisation rencontre moins d'obstacle. Mais dans certains cas, notamment en matière phytosanitaire, elle se heurte à l'absence d'informations suffisantes sur la biologie et l'impact d'un parasite donné pour orienter une stratégie de lutte (cas du Scolyte, du Capnode).



Legende

- ZONE D'ACTION DE L'OPÉRATION
- CANAL PRINCIPAL, 0,10°
- LIMITE DE CMV
- ROUTES
- COMMUNES RURALES
- OASIS
- ✦ PLANTATIONS D'AMANDIER
- ⊕ OASIS DÉPENS
- ▬ TRACÉ D'EAU



ÉCHELLE 1:100000

Fig. 3 : La Région de BENI MELLAL

2.2.4. Place de l'amandier dans le bour de Beni Mellal

Dans cette zone 228.100 pieds d'amandier cultivés en sec occupent plus de 70 % des plantations réparties différemment dans les tribus des trois communes. Selon OSSOR (1982) on distingue 3 types d'amandier qui peuvent constituer probablement des variétés différentes : le Beldi à coque dure et ronde, et dont la production est importante en amandes et faible en amandons, l'Amkacher à coque sans enveloppe, et le Sefri à coque tendre. Les noyaux de ces deux derniers sont souvent destinés au semis. La plupart des arbres ne dépassent pas 40 ans à l'exception de quelques uns qui produisent encore à l'âge de 70 ans (Beni Ayat). Devant ce fait le renouvellement des plantations a connu un succès remarquable à Afourer par rapport aux autres communes dans lesquelles l'épierrage (cas de Timouilt) pose des problèmes.

A côté de l'arboriculture, l'élevage et la céréaliculture constituent les principaux domaines sur lesquels les agriculteurs comptent énormément pour assurer leur subsistance. Et comme la production en amandes demeure aléatoire, ils ont tendance à planter l'amandier en bordures des parcelles pour réserver l'intérieur pour d'autres spéculations vivrières.

Comme à Tafraout les arbres sont issus de semis directs, sans greffage ultérieur, dans des trous creusés à des distances ne dépassant pas 1 ou 2 m à raison de 2 à 3 amandes par trou. Les agriculteurs, dans cette région conseillent de semer depuis les premières pluies automnales jusqu'à décembre au moment du labour pour permettre une germination rapide des noyaux.

Aussi bien au piedmont qu'en montagne les labours ne sont effectués qu'à l'araire ou à la pioche si le terrain est en forte pente. Dans les vergers l'amandier n'en profite que partiellement, une fois par an, avant le semis ou la plantation des cultures vivrières.

Malgré la disponibilité de quelques sources dans la montagne, l'amandier et les cultures vivrières ne sont qu'exceptionnellement irriguées en cas de débordement ou de crues aux périodes de fortes pluies. Pour les autres cas les paysans des tribus s'organisent entre eux pour exploiter à tour de rôle l'eau de la source disponible une fois par quinzaine durant une vingtaine d'heures.

Le fumier reste le seul fertilisant apporté par la majorité des agriculteurs de la zone à raison de 2 à 3 tonnes par hectare, épandus annuellement avant le labour automnal. OSSOR (1982) estime que cette quantité n'est pas suffisante pour une plantation de 120 arbres, alors qu'elle apporte 32,6 à 48,9 kg d'azote, 6 à 9 kg de P205 et 31,2 à 46,8 kg de K20. Quant à la fertilisation minérale, très rares sont les exploitants qui apportent des engrais minéraux, et lorsqu'ils le font les quantités apportées sont souvent très faibles par rapport aux exigences des cultures visées.

Seules les tailles d'entretien et de rajeunissement sont pratiquées mais non généralisées pour éliminer le bois mort et desséché, tandis que la taille de formation ne semble pas motiver l'agriculteur.

Dans la région de Beni Mellal l'amandier fait également l'objet d'attaques par la Moniliose (Dégâts très importants à Tizgui et Afourer), les pucerons (Afourer), le Capnode (Tizgui) et le Scolyte, signalé également au piedmont et en montagne. Malgré l'importance des problèmes posés par ces parasites et ravageurs l'intervention chimique n'affecte que quelques pieds d'amandiers alors que les cultures vivrières bénéficient d'un entretien régulier. .jugé économiquement rentable.

Bien que les conditions de la montagne répondent aux besoins de l'amandier OSSOR note que les grêles peuvent provoquer une chute de 40% de fleurs dans les plantations à floraison précoce (fin janvier) dans certaines communes comme celle de Timouilt. Cependant pour les plantations à floraison tardive (fin février, début mars) les risques sont moindres mais des pluies orageuses peuvent entraîner une chute plus ou moins importante des fruits noués.

Contrairement à ce qui a lieu à Tafraout la majorité des agriculteurs disposent de ruches dont les abeilles manifestent une activité qui coïncide convenablement avec la floraison, malgré l'effet du brouillard, de la pluie et de l'orage qui entravent le butinage.

Dans ces circonstances les rendements demeurent cependant aléatoires et variables en fonction de l'âge de l'année et du verger. Généralement ce sont les arbres de 12 à 30 ans qui produisent le plus, à raison de 1.000 à 4.000 g d'amandons par arbre.

III. OBJECTIFS GENERAUX ET SITES DE L'ETUDE

3.1- Les objectifs

Les infestations de *Ruguloscolytus amygdali* déjà importantes repérées en décembre 1980, ont été suivies depuis, d'autres déprédations sur la totalité des amanderaies du sud du pays dans la région de Tafraout, ainsi que dans certains vergers d'amandier, d'abricotier, de nectarinier, et de pêcher dans le nord (Marrakech, Béni Mellal, Rabat..).

Face à cette situation et face à l'ignorance dans laquelle on se trouvait sur l'Insecte, il était nécessaire d'entreprendre une étude aussi approfondie que possible, en vue, surtout, de définir les possibilités et des méthodes de lutte.

Ceci nécessitait l'acquisition connaissances précises sur le cycle de l'espèce dans les régions en cause : périodes d'émergence, nombre de générations annuelles, durée de développement selon diverses conditions, etc... bases indispensables à un pronostic, en vue de rationaliser les interventions chimiques ou autres.

Nous avons tenté d'autre part une étude de divers facteurs de la dynamique des populations. La connaissance de cette dynamique et des facteurs qui la régissent, constitue une base pour un pronostic "écologique" en vue d'une prévention et d'une lutte intégrées.

Dans ce domaine, nous avons cherché à acquérir des précisions sur les principaux éléments du potentiel biotique de l'espèce, à examiner le rôle des ennemis naturels, à interpréter l'influence des conditions climatiques, et à étudier certaines des relations entre l'hôte et l'insecte et plus particulièrement :

- au niveau de l'arbre, la répartition du Scolyte sur le végétal, pour définir la distribution des attaques en vue d'affiner dans l'avenir les méthodes d'échantillonnage ;
- au niveau du verger, la répartition du Scolyte et le type de relations qui pourraient exister entre les caractéristiques de l'amandier et le niveau d'attaque par le Scolyte en vue de définir les principaux critères qui pourraient traduire le degré d'attaque et donner une idée objective de l'état sanitaire.

3.2- Les sites d'étude

Les observations ont été réalisées dans les amanderaies, soit directement sur place, soit à partir de matériel prélevé, et principalement à Tafraout, de 1980 à début 1987, plus occasionnellement à Beni Mellal en 1982, 1983 puis 1985.

En effet, le programme initialement prévu ne prenait en compte que le sud marocain, et plus précisément le cercle de Tafraout, mais l'état sanitaire des amandiers dans la plaine du Tadla a suscité de l'intérêt pour un projet d'études parallèles, qui n'ont cependant pas, pour des raisons matérielles (éloignement en particulier) pu être aussi assidues qu'à Tafraout.

En région de Tafraout, les observations ont eu lieu en quatre sites différents mais non toujours simultanément, en région de Beni Mellal, sur trois sites.

Tafraout : Deux plantations furent d'abord choisies, à des altitudes différentes en vue d'examiner les différences éventuelles (décalages du cycle, nombre de génération par exemple) liées aux conditions climatiques.

- La première au douar Iyerd (cercle de Tasserirt = 15 km sud-est de Tafraout) à 1.400 m d'altitude et exposition nord-est, assez difficilement accessible. Elle comptait 317 arbres répartis sur 3 ha en sol pierreux, accidenté et à pente variable. C'était une plantation très hétérogène par la taille et l'état des arbres, leur âge et leur origine ;
- La seconde, au douar Tazaka, à 1 km du centre de Tafraout, à altitude de 1.000 m en terrain plat. Elle comportait 430 arbres, également très hétérogènes sur environ 4 ha. Les observations y ont été pour- suivies en 1982, 83 et 84.

Mais d'après l'expérience les résultats de la première année il s'est avéré que la nécessité des 2 sites n'était pas évidente pour les raisons suivantes :

- Le fait de travailler déjà au sud et au centre du Maroc en deux régions situées à 600 km l'une de l'autre et très différentes laisse admettre que ces différences (climat, agriculture, sociologie...) sont largement suffisantes pour mettre en évidence celles qui en découlent sur la biologie de l'insecte ;
- Parallèlement les différences entre les données climatiques des deux situations ne semblaient pas être suffisamment significatives pour permettre une comparaison biologique très poussée ;
- A ceci s'ajoutaient certaines difficultés pratiques de déplacement et de disponibilité en personnel pour continuer des observations en altitude, dans une situation dont l'utilité semblait devenue moindre.

Ces raisons ont justifié l'abandon des observations à Iyerd

D'autre part, nous avons dû abandonner les observations sur Tazaka à partir de la fin de 1984, le site ayant été repris par la commune de Tafraout pour des aménagements collectifs.

- Nous nous sommes donc reportés à partir de début 1985 sur le site de Adeï-Aflawadeï à 5 km de Tafraout, tout à fait comparable à Tazaka du point de vue altitude (1.000 m) et exposition (terrain plat). La plantation étudiée, qui fait partie d'un secteur soumis à projet de développement et qui englobe environ 10.000 arbres, comportait 2.082 arbres soumis à nos observations (notamment celles sur les relations plante-insecte). Là encore les arbres étaient très hétérogènes d'âge, de taille et d'origine ;
- Le quatrième site au douar d'Aguerd-Oudad (6 km de Tafraout) a été consacré uniquement à un essai de lutte chimique. Il est décrit plus en détail ultérieurement (voir annexes).

Les données climatiques que nous avons prises en compte sont :

- Plantation d'Iyerd : celles d'un thermohygrographe installé sur place et mis sous la surveillance des responsables de la commune de Tasserirt ;
- Plantations de Tazaka et de Adeï-Aflwadeï : celles du poste météorologique, très voisin du Centre de Travaux Agricoles de Tafraout.

Béni Mellal : Deux plantations furent aussi choisies au début de l'étude:

- La première dans la commune de Talat (à 5 km d'Afourer et 20 km de Beni Mellal) à altitude de 1000 m, orientation nord-est. Les observations ont porté sur 150 arbres répartis sur environ 1 ha;
- La seconde dans la commune de Beni Ayat à 500 m d'altitude (20 km au sud-est de Beni Mellal) avec 117 arbres répartis sur une superficie d'1 ha environ en terrain plat.

Pour les mêmes raisons que celles indiquées ci-dessus, les observations sur Talat ont été interrompues en fin 1982. Elles ont été poursuivies sur Beni Ayat en 1983.

De nouvelles observations ont été reprises en 1985 sur une plantation de 1.016 arbres d'environ 10 ha, en exposition nord-est à 2 km au sud de Timouli1t (17 km environ de Beni Mellal).

Les données climatiques que nous avons considérées sont celles du poste météorologique de l'I.N.R.A. à Beni Mellal.

DEUXIEME PARTIE

ETUDE BIOLOGIQUE DE *RUGULOSCOLYTUS AMYGDALI*

I. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

Il existe un certain nombre de travaux sur des espèces voisines de *R.amygdali* : *R.rugulosus* a fait, en France l'objet d'études assez approfondies (SCHVESTER 1957), axées essentiellement sur la connaissance de facteurs de la dynamique des populations. Il existe des études, également sur les facteurs de la dynamique des populations de *R. mediterraneus* par CHODJAI (1963) en Iran et par GUREVITZ (1975 et 1976) en Israël. Sur cette même espèce, GUREVITZ et ses divers collaborateurs (GUREVITZ et ISHAAYA 1972, ASCHER et GUREVITZ 1972, GUREVITZ et ASCHER 1973, etc.) ont étudié les relations insecte-plante hôte.

En revanche, il n'y a que fort peu d'études sur *R.amygdali*: PICARD (1921) en France donne quelques indications sur le système de galeries, BODENHEIMER (1930), une brève description du cycle en Palestine. Selon une note de ASCHER et GUREVITZ (1973) "LICHTENSTEIN (1940)* et SCIIWEIG (1950)* considèrent *Scolytus (Eccopotogaster .amygdali) (=Ruguloscolytus .amygdali)* GUERIN comme étant l'espèce dominante de Scolyte attaquant les arbres fruitiers en Israël. Cependant, tous les spécimens récoltés dans ce pays d'arbres-hôtes variés par l'un de nous, (E.G.) et envoyés au Pr. A.S. BALACHOWSKY pour l'identification, ont été déterminés par celui-ci comme étant *S.mediterraneus* EGGERS".

BALACHOWSKY (1963 p.1262) signale aussi un travail de N.A. JANGUA (1947)* sur *R.amygdali* en indiquant : "Cette étude ne paraît pas se rapporter à *R.amygdali* mais à une autre espèce nuisible au Pakistan ou à un *Scolytus* (s.str) du type *mali* BECHT. vivant sur les arbres fruitiers dans ce même pays. Ni la description de l'adulte (4 à 4,5 mm) ni celle des galeries maternelles ne correspondent aux trois espèces paléarctiques de *Ruguloscolytus*...".

Nous précisons dès maintenant que notre étude se rapporte bien à *R.amygdali*. La présence d'une carène frontale bien marquée (cf. plus loin), surtout chez les femelles, pour tous les spécimens examinés, aussi bien de Tafraout que de Béni Mellal, les caractères des galeries maternelles, ne peuvent laisser aucun doute à ce sujet.

1.1. Position systématique et morphologie

Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali, 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*.

Sa taille 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).

Le caractère essentiel qui distingue *R.amygdali* des deux autres espèces est l'existence d'une carène ou arête frontale, extrêmement marquée, surtout chez la femelle (fig. 4). Il s'en distingue aussi par la ponctuation du pronotum : points confluent en avant et sur les côtés chez *mediterraneus* et *rugulosus*, non confluent bien que très rapprochés, chez *amygdali*. Le pronotum, comme chez *mediterraneus* est noir luisant et, comme chez *mediterraneus*, les élytres, brun rouge ou brun acajou sont de couleur différente, alors que *rugulosus* est concolore, brun chocolat à noir mat, le pronotum de même couleur

(*) Nous n'avons pu procurer ces documents.

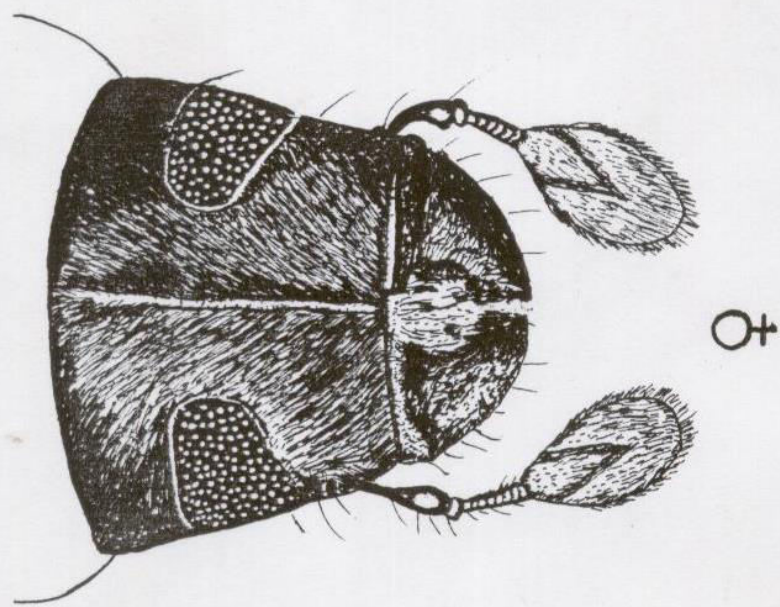
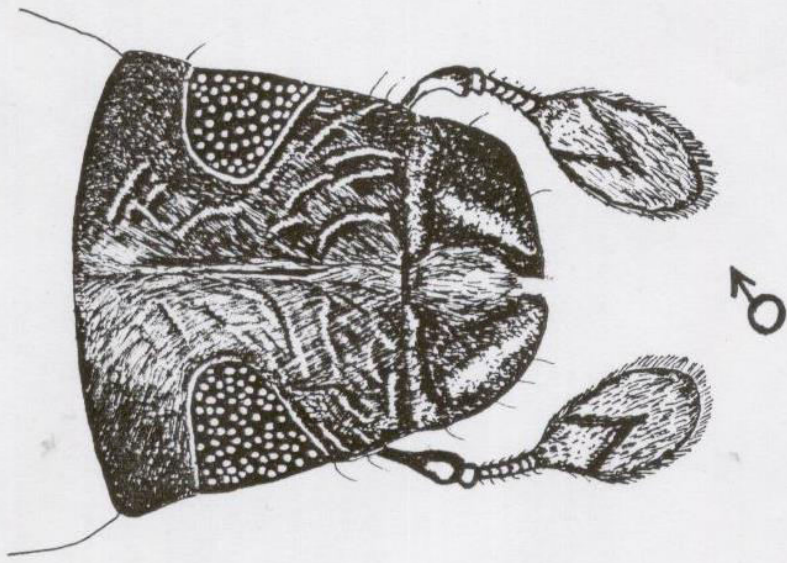


Fig. 4 : Dessins de la tête de *Ruguloscolytus amygdali*
montrant la carène frontale très prononcée
chez la femelle

que les élytres. Sous ce rapport *amygdali* se différencie d'autre part de *mediterraneus* par l'existence d'une "tache sombre à contour diffus" (BALACHOWSKY 1949 p. 55) en arrière du milieu. Ce dernier caractère n'est pas absolument constant, mais BALACHOWSKY (1963) lui attache cependant une certaine valeur spécifique.

1.2. Aire d'extension et plantes hôtes

C'est une espèce essentiellement méditerranéenne, connue en France méridionale (bien que, selon BALACHOWSKY, elle "remonte jusqu'à la Loire") et signalée dans, tous les pays du pourtour méditerranéen et jusqu'au Caucase et en Asie Centrale (BALACHOWSKY 1949). Selon ce même auteur, elle vit presque exclusivement sur l'amandier et l'abricotier et est signalée accidentellement sur néflier (*Mespilus*). PICARD (1921) l'a aussi observé sur laurier-cerise (*Prunus laurocerasus*).

1.3. Cycle biologique et forme des dégâts

On ne possède que peu de détails sur le cycle biologique.

Les insectes parfaits émergent au printemps, mais les modalités exactes de l'hibernation ne sont pas connues: du fait de l'échelonnement considérable des essaimages des adultes, à peu près tous les stades doivent se trouver représentés à l'entrée en hibernation, et la question se pose de savoir si tous ces stades sont en mesure d'hiverner. Pour *R.rugulosus*, en région lyonnaise, SCHVESTER (1956) a clairement établi qu'à peu près seules les larves parvenues au dernier stade à l'entrée de l'hiver, étaient en mesure d'hiverner. Et CHODJAI a indiqué pour l'Iran (région de Karadj) que "l'hivernation (de *R. mediterraneus*) a toujours lieu à l'état larvaire", les émergences s'échelonnant sur 50 jours au printemps, 32 jours en été et 85 jours à l'automne.

Les adultes émergents se portent sur un nouvel hôte où ils procèdent d'abord à des morsures de nutrition souvent sur rameaux, aux aisselles de bourgeons, comme d'ailleurs les *R. mediterraneus* et *R.rugulosus*.

L'amandier réagit souvent à ces morsures nutritives, comme aux forages pour la ponte, par des écoulements de gomme et il est certain que lorsque ces attaques, même non suivies de nidification, sont nombreuses, elles contribuent à affaiblir l'arbre.

Comme chez les deux espèces voisines, c'est la femelle seule qui procède au forage de la galerie de ponte ou galerie maternelle (fig. 5). On n'a que peu de détails sur les modalités de l'accouplement, mais il est probable que comme chez *rugulosus* il a lieu dès le début du forage, et qu'il peut être, par la suite, répété, le mâle se tenant un certain temps à l'entrée de la galerie. Tout en forant la galerie, et en procédant à la ponte, la femelle continue de se nourrir d'une partie au moins des matériaux qui résultent de son travail comme chez la généralité des Scolytides (nous avons vérifié ce fait). Les oeufs sont déposés à mesure du creusement, isolément (parfois, mais rarement par deux, selon nos propres observations) 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 généralement jointives, mais peuvent aussi (lorsque les conditions pour la ponte sont peu favorables ?) être relativement éloignées l'une de l'autre.

La galerie maternelle, comme celle de beaucoup d'autres Scolytides est forée dans le cambium, et impressionne l'aubier. Elle est de type longitudinal simple en direction plus ou moins parallèle à l'axe de la branche attaquée, et creusée de bas en haut par rapport à l'orifice d'entrée. Mais alors que chez *R.rugulosus* par exemple, elle est le plus généralement rectiligne, dans le sens des fibres du bois, elle est chez *amygdalus* souvent plus sinueuse, jusqu'à présenter une forme en S et ou terminée en crochet. Ces aspects sont, selon PICARD, très caractéristiques de l'espèce (fig. 6).

Sa longueur est variable. CHODJAI observe, pour *R.mediterraneus* que l'un des facteurs de cette variation serait la nature de l'espèce-hôte : les galeries seraient assez longues (jusqu'à 54 mm) sur des

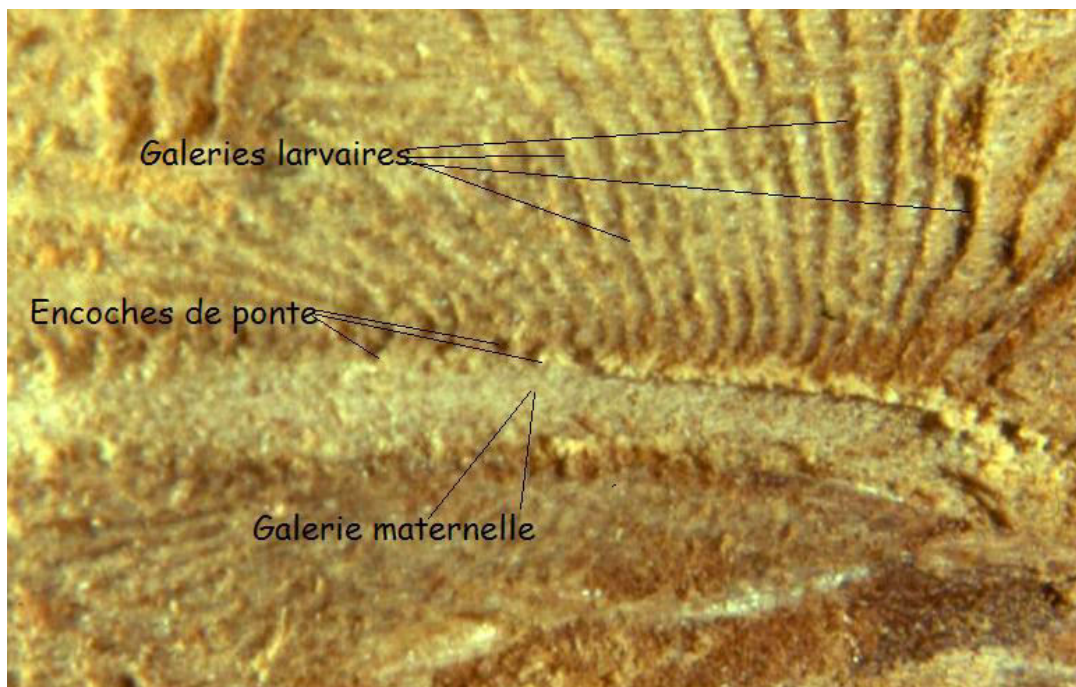


Fig.5 : Le système de galeries de *R.amygdali*

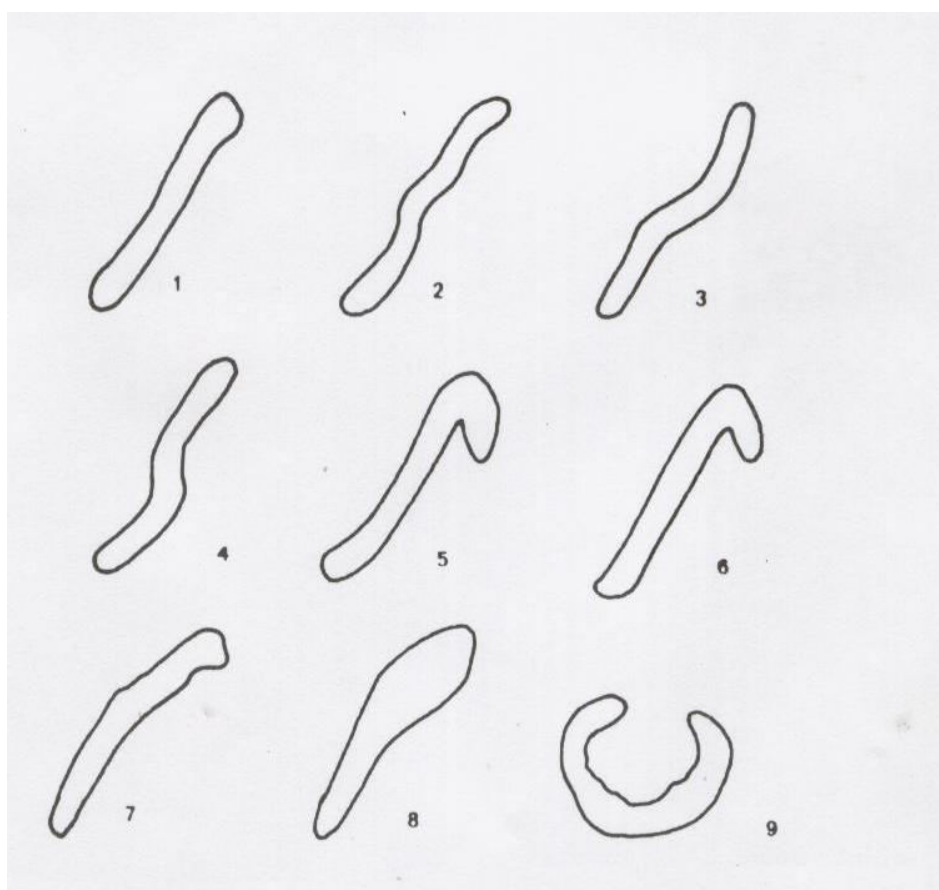


Fig.6 : Quelques variations de forme de la galerie maternelle de *R.amygdali*

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.

On ne dispose pas non plus de précisions sur la durée de la ponte. Cette durée, est pour un individu, de l'ordre de 20 à 30 jours à 25° chez *R.rugulosus* selon SCHVESTER (1957), et chez *R.mediterraneus* de 25 à 30 jours répartis en plusieurs étapes interrompues par 3 à 4 jours de repos pendant lesquels la femelle se nourrit en creusant davantage la galerie maternelle (CHODJAI 1963).

Les larves éclosent, de façon certainement échelonnée, à raison même de l'échelonnement de la ponte. Elles sont apodes et, dès l'éclosion se nourrissent d'abord de la moulure tassée par la femelle sur l'encoche lors du dépôt de l'œuf, 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 chevauchement entre galeries larvaires de différents systèmes, lorsque la densité d'attaque est élevée. Les galeries larvaires peuvent atteindre 4 cm de longueur. Elles sont en moyenne plus courtes que celle de *rugulosus*. Le nombre de stades larvaires n'est pas exactement défini chez *R.amygdali*. En fin de développement, les larves se nymphosent dans une logette ovoïde, colmatée avec de la moulure fraîche.

Selon nos observations, cette logette imprime peu l'aubier pour les générations d'été mais, y est profondément enfoncée par les larves qui hivernent (fig. 7).

La nymphose terminée, les adultes demeurent un certain temps dans la logette pour se mélaniser (période ténérale), puis émergent, en général par un orifice foré dans l'écorce au-dessus de la logette nymphale.

Le nombre annuel de générations n'est pas exactement connu. PICARD indique seulement que *R.amygdali* "a les mêmes mœurs que *R.rugulosus*. Il est donc probable à priori qu'il soit au moins de deux en France du sud et d'autre part, qu'il varie selon les conditions. Notre travail apporte des précisions sur ce point pour le Maroc.

1.4. Modalités de l'attaque

Les attaques de Scolytides revêtent, pour de très nombreuses espèces un caractère massif, dont les causes sont restées inconnues jusqu'à l'apparition des notions d'attraction primaire et secondaire procédant selon CHARARAS (1979) et selon WOOD (1982) de systèmes de communication chimiques en plusieurs étapes que nous résumons très brièvement, d'après WOOD (op. cit.) :

- 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 (cf. infra) ;
- 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 dite "secondaire" liée à l'émission par les premiers attaquants installés de phéromones d' "agrégation" ;
- L'établissement et la colonisation, marquées par le succès de l'installation.



Fig.6 Galeries larvaires et différents types de logettes nymphales de *R.amygdali*



Fig.6bis : Larves et nymphes de *R.amygdali* dans des logettes superficielles

Des phénomènes de cet ordre ont été mis en évidence chez de nombreuses espèces dont certaines du genre *Scolytus* (*S. ventralis* LEC) (BERRYMAN 1968), *S. multistriatus* (MARSH.) l'un des vecteurs de la "Maladie hollandaise" des Ormes, (NORRIS 1977) par exemple.

De même chez *R. mediterraneus* par GUREVITZ et. ISHAAYA (1972) ce qui concorde avec le caractère souvent massif et "concentré" des attaques. Toutefois aucun élément sur cet aspect de la question n'existe en ce qui concerne *R. amygdali*.

Mais, quoi qu'il en soit *R. amygdali* semble bien se comporter en "tueur d'arbres" au sens de WOOD. L'établissement des systèmes de galeries n'a lieu que sur arbres ou parties d'arbres vivants et amène inéluctablement la mort de la branche attaquée.

Toutefois *R. amygdali* est généralement considéré comme ravageur "secondaire", plus "secondaire" en tous cas, selon BALACHOWSKY que son congénère *rugulosus*.

Cette notion de déprédateur "de faiblesse" ou déprédateur "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, bien que RUDINSKY (1962) ait tenté une classification des divers degrés de "primarité" ou de "secondarité".

Sans que puisse être niée l'intervention d'autres facteurs dans la mortalité de l'arbre il a été admis par certains auteurs comme PRILLIEUX et DELACROIX (1889) que le *rugulosus* peut par sa seule activité déterminer la mort de la plante hôte. BALACHOWSKY (1963) et BRENY (1946) rejoignaient la même opinion, tandis que GOIDANICH (1938) et FERNALD (1935) déclaraient que l'espèce est secondaire.

Plus récemment, CHODJAI, en Iran, considère *R. mediterraneus* comme ravageur primaire, alors que pour GUREVITZ en Israël, il n'est que secondaire, pouvant cependant se conduire comme primaire lorsque les conditions deviennent favorables et les hôtes déficients absents.

Loin des vergers on retrouve la même divergence pour quelques Scolytides des Conifères parmi lesquels figurent *Ips sexdentatus* BOERN considéré comme primaire par BALACHOWSKY et par CHARARAS (1970), secondaire par JOIY (1975) et JAMIN (1977) et *Ips acuminatus* GYLL. que JOLY et JAMIN considèrent comme déprédateur secondaire contrairement à RUDINSKY (1962) et TEURLAY (1979) qui le tiennent pour primaire.

Il apparaît que *R. amygdali* n'échappe pas à ce type de débat. Qu'on le considère comme ravageur de faiblesse ou comme parasite primaire, il reste que ses dégâts, semblables à ceux de *R. mediterraneus* et *R. rugulosus*, peuvent entraîner la mort totale des arbres comme on l'a constaté à Tafraout, Imin-tanout et à Beni-Mellal, alors que même s'ils sont affaiblis, cet affaiblissement aurait pu n'être que passager et réversible. *R. amygdali* est donc à considérer comme vraiment un ravageur.

II. METHODES D'ETUDE DE LA BIONOMIE ET DU CYCLE

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 que nous avons utilisées le plus généralement. Les détails des modes opératoires, ainsi que certaines méthodes d'étude moins générales seront décrits dans les divers chapitres concernés.

2.1 Elevages

R.amygdali peut se reproduire correctement en laboratoire, sur son milieu naturel : nous utilisons des tronçons, généralement de 30 à 50 cm, de branches d'amandier - ou, pour certaines expériences, d'autres espèces - fraîchement coupées. Ces branches sont placées dans des boîtes d'élevage obscures avec, soit des adultes récemment émergés, soit des branches attaquées contenant des adultes préémergeants et des nymphes. Nous avons utilisé deux types de boîtes :

- boîtes en bois parallélépipédiques (25 x 25 x 40 cm) munies d'un couvercle à glissière également en bois permettant l'observation et la manipulation. Pour les élevages nécessitant un contrôle journalier, le couvercle est en verre, mais la boîte est maintenue à l'obscurité, condition nécessaire, au moins jusqu'au début du forage, les adultes étant photopositifs lors de l'émergence ;
- boîtes de carton opaque cylindriques à couvercle amovible

Dans les deux cas et pour éviter une trop grande dessiccation des branches on les humidifie tous les 3-4 jours par pulvérisation d'eau.

Ces élevages sur milieu naturel permettent de :

- disposer de matériel animal pour diverses utilisations ;
- suivre régulièrement le développement de l'espèce en variant éventuellement les conditions de température ;
- apporter quelques précisions d'ordre biologique.

2.2 Analyses de la composition démographique des populations

Des observations préliminaires au Laboratoire en 1981, avaient montré que les sorties d'adultes de *B R. amygdali* étaient très échelonnées dans le temps ce qui laissait à penser que les diverses générations pouvaient se chevaucher.

Il n'était 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 a procédé à ces analyses périodiques de la composition démographique des populations.

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. Ex: le Pou de San José *Quadraspidiotus perniciosus* COMST (VASSEUR et SCHVESTER 1957) ou certaines Cicadelles (SCHVESTER 1960, SCHVESTER et al. 1962).

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.

Dans le cas présent le matériel (prélèvements dans la nature de branches infestées) numéroté et étiqueté est rapporté au laboratoire. Chaque tronçon subit les opérations suivantes:

- 1°) Mensuration en longueur et en diamètre : 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, et, lorsqu'il en existe, des orifices de sortie d'adultes de Scolyte et des *Hyménoptères* parasites (reconnaissance 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 des prédateurs...), prénymphe (1), nymphes et adultes. Pour ces derniers nous avons essayé depuis janvier 1984 de faire une distinction entre 3 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 sont dénombrés par espèce :

- larves, nymphes et adultes des hyménoptères parasites: *Cephalonomia hypobri* KIEFFER, *Cerocephala eccopotogastri* MASI, *Cheiropachusquadrum* (F) ;
 - larves et adultes du Coléoptère Cucujide : *Cryptolestes fractipennis* MOTCH (cf. plus loin) ;
 - présence et absence des acariens à pédicules du genre *Pyemotes*.
- 4°) Sur la branche écorcée, on dénombre ensuite les galeries maternelles et les 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 de ses ennemis.

Ces opérations, outre les données sur la structure d'âge et le nombre de générations, fournissent diverses données sur la biologie et l'impact des ennemis naturels.

Nous précisons aussi, que lorsqu'il en existe, les orifices d'émergence des adultes sont comptés pour adultes existants, considérant que même émergés, ces adultes font indéniablement partie de la génération en cours de dénombrement. Ceci s'applique évidemment seulement aux échantillons en

(1) il ne s'agit pas à proprement parler d'un stade, mais seulement d'une phase de la fin de la vie larvaire, caractérisée par l'évagination de la capsule céphalique et l'apparition d'ébauches de pattes. Le terme de "prénymphe" pour désigner cette phase est dû à RUSSO (1926) dans une étude sur *Chaetoptelius vestitus*. Cette phase indique que le travail de nymphose est amorcé, et permet de prévoir celle-ci à bref détail.

cours d'évolution recélant encore d'autres stades et non à des branches anciennement attaquées dont tous les adultes ayant émergé sont bien reconnaissables et sont exclues de ces prélèvements.

Une comparaison portant sur les années 1984, 85 et 86, que nous ne détaillerons pas, nous a d'ailleurs bien montré que les conclusions en ce qui concerne le nombre de générations sont identiques que l'on prenne en compte ou non les orifices d'émergence dans l'effectif des adultes.

2.3 Observations sur l'activité des adultes

La phase "aérienne" de la vie de *R.amygdali* comme celle d'autres 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 fraîchement 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 h8tes. Mais un suivi, avec dénombrements, des émergences d'une part, des pénétrations d'autre part, permet de :

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

R amygdali n'a jamais fait l'objet d'études sur les phéromones qui auraient pu conduire à la synthèse d'une substance attractive des adultes, comme dans le cas, par exemple, d'*Ips typographus*, *Trypodendron lineatum* *Scolytus multistriatus*, *Scolytus ventralis*, pour lesquels le piégeage par phéromones d'agrégation permet entre autres observations d'assurer un suivi du cycle.

Nous avons donc recouru à l'observation directe, sur branches attaquées dans la nature, attaques "spontanées" d'arbres en vergers, et attaques sur "branches pièges" mises en place par nous-mêmes.

Nous avons aussi en élevages, effectué quelques observations sur la longévité des adultes.

2.3.1. Piégeages

Le principe du piégeage est le suivant: des branches saines généralement de 1 m de longueur et dont le diamètre varie de 1 à 7 cm sont prélevées sur des amandiers. Elles sont paraffinées sur les tranches de coupe afin d'éviter une dessiccation trop rapide. Elles sont placées à mi-ombre dans les vergers, soit simplement appuyées contre un arbre, soit attachées 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.

Il a été noté que ces branches peuvent être attaquées dès les 2-3 jours après leur mise en place. Mais dans l'ignorance où l'on était, au départ, de la durée de réceptivité de tels pièges, il a été procédé à des installations successives, une fois par semaine, de lots de 2 à 5 branches fraîchement coupées de façon à assurer une permanence du piégeage.

Les relevés des pénétrations, puis, plus tard, des émergences sont faits à intervalles réguliers, tôt le matin ou tard le soir, journalièrement ou une fois par semaine selon les cas et les possibilités matérielles. Les trous d'entrée sont marqués à chaque relevé d'un cercle de peinture rouge indélébile, les orifices de sortie seront de même marqués en jaune.

Rappelons qu'en 1983 nous avons effectué à Beni Mellal (Beni Ayat) un piégeage de même nature, mais qui n'a intéressé que les attaques des adultes issus de la génération hivernante, sans observations ultérieures sur les émergences d'adultes (BEN AZOUN 1984 p. 53).

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. Nous avons d'ailleurs utilisé ce même procédé de piégeage à de premiers tests d'efficacité de traitements chimiques (cf. annexes).

2.3.2. Observations directes

D'autre part, nous avons poursuivi les observations entreprises dès 1982 sur la chronologie des émergences, soit directement dans la nature, soit en éclosoirs.

Le dénombrement direct dans la nature consiste à repérer périodiquement (journallement si possible) et à heures fixes, tard le soir ou tôt le matin, (1) le nombre d'orifices de sorties des adultes. Les orifices de sorties sont marqués 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, sont également comptés dans certains cas.

Les éclosoirs sont en carton enroulé en forme de cylindre d'environ 20 cm de diamètre et de 60 cm de long. L'une des extrémités du cylindre est munie d'un entonnoir (nous avons utilisé le tiers supérieur - partie conique - de bouteilles d'eau minérale en plastique) dans lequel on emboîte un pilulier 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. La solidité et l'étanchéité de l'ensemble sont assurées par des bandes adhésives (fig. 8).

Ces éclosoirs sont utilisés soit au laboratoire, soit dans la nature. Dans ce cas, ils sont attachés dans des amandiers, à l'intérieur de la frondaison, pour éviter les inconvénients d'une trop forte insolation, avec fil de fer à chaque extrémité, à une hauteur permettant la manipulation et l'observation.

A l'intérieur des éclosoirs, sont placées des branches attaquées, en quantité variable selon les possibilités, le jour même du prélèvement ou au plus tard le lendemain. Ces branches sont prélevées le plus possible au hasard dans les divers vergers d'étude. 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 branches mises en éclosoir se trouvent proches du stade adulte (présence de nymphes) mais que les branches ne présentent pas encore de trous de sortie d'adultes.

(1) Les observations sur la chronologie des émergences au cours de la journée (cf. 2.3.) montrent que les sorties d'adultes sont uniquement diurnes (début entre 8 et 10 H, fin entre 16 et 18 H, heures locales, pour les adultes issus de la génération hivernante). Ces observations indiquent bien que les relevés sur les émergences et les pénétrations sont à effectuer assez tard le soir (pour la journée en cours) ou tôt le matin (pour la veille).

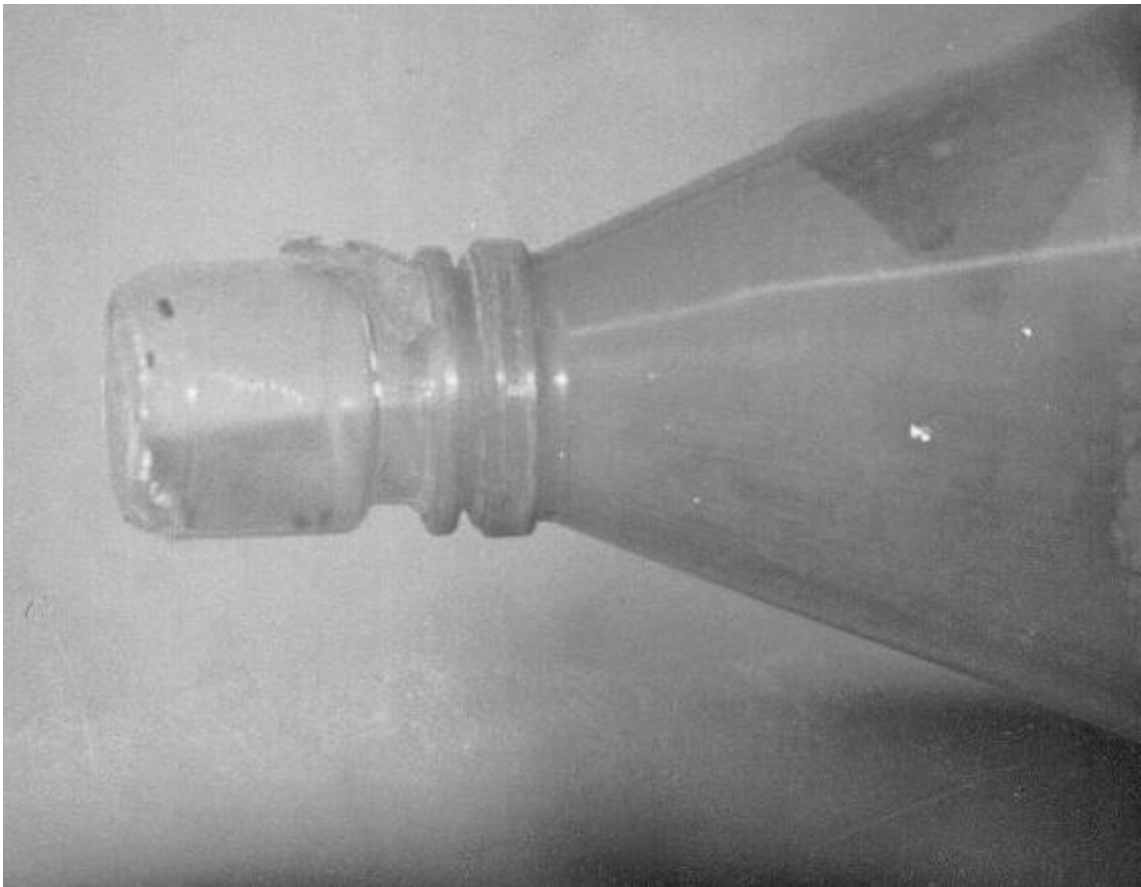


Fig.8 : Eclosoir

En fait, nous avons utilisé en nature les éclosoirs dans la plupart des cas; ce procédé offre davantage de commodités à l'observation. Mais les comparaisons que nous avons pu faire 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. Ainsi :

- A Taфраout (Tazaka), pour le 2^{ème} vol 1983, on observait :
 - ♦ en nature, sans éclosoirs, un effectif total de 456 insectes émergés, du 21 mai au 20 juin, soit sur une durée de 30 jours ;
 - ♦ en nature en éclosoirs, un effectif total de 493 insectes émergés du 17 mai au 21 juin, soit une durée de 35 jours.
- A Beni Mellal (Beni Ayat) pour le 1^{er} vol 1985 :
 - ♦ en nature, sans éclosoirs, un effectif total de 678 insectes émergés du 16 mars au 17 mai soit sur une durée de 62 jours ;
 - ♦ en nature, en éclosoirs, un effectif total de 3264 adultes du 10 mars au 11 mai, soit sur une durée de 62 jours également. (1)

Malgré quelques décalages, l'emploi en nature des éclosoirs semble n'altérer que peu les résultats.

Les éclosoirs sont en carton ondulé, donc relativement isolants. Les températures extérieures, mesurées par les appareils météorologiques classiques, ne représentent pas effectivement les températures subcorticales réelles auxquelles des insectes sont soumis. Nous avons procédé à quelques comparaisons sur ce point à Beni Mellal les températures sous écorces ont été relevées à l'aide d'un fin thermomètre à mercure, inséré dans une branche d'assez fort diamètre, sur place. Un thermomètre semblable donne la température à l'intérieur d'un éclosoir, à proximité. Les températures externes sont celles relevées au poste météorologique de Beni Ayat. Les résultats sont donnés ci-dessous :

Températures (°C)

	14. 03. 83			15. 03. 83.			25. 03. 83.			11. 05. 83.		
	8h	14 h	18h	8h	14 h	18h	8h	14 h	18h	8h	14 h	18h
Température subcorticale	--	35	28	--	32	28	16	23	20	--	37	35
Température de l'éclosoir	--	34	26	--	30	27	15	23	20	--	35	33
Température externe	--	31	22	--	28	26	14	22	16	--	30	29

Bien que ces mesures soient probablement assez grossières, il apparaît assez nettement 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'une branche sur place.

(1) Ces observations ont été mises en place à une date un peu tardive assez postérieure, aux premières émergences dans la nature. Mais les échantillons utilisés ne présentaient pas encore d'orifices d'émergence à la date de mise en place

On profite aussi de ces expériences pour recueillir un maximum d'informations :

- Avant la mise à l'éclosoir, chaque tronçon de branche est mesuré (longueur, diamètre) et son origine et sa date de prélèvement sont notées. Il reçoit un numéro de référence ;
- à la fin des émergences, les échantillons sont dans certains cas écorcés. Les galeries larvaires sont dénombrées, ce qui donne certains renseignements sur la densité d'attaque, et, par comparaison avec le nombre d'adultes émergés, sur les taux de multiplication. L'examen des encoches de ponte donne aussi des informations sur la fécondité par comparaison avec la longueur des galeries ;
- la dissection rapide des adultes émergents et leur mensuration donnent des renseignements sur le rapport des sexes ;
- les émergences de parasites sont prises en compte, ce qui fournit des données d'inventaire, qualitatif et quantitatif et sur l'effet des parasites sur la population.

2.4 Etude de 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).

Nous avons donc tenté d'évaluer la durée du développement, et de ses diverses phases en différentes conditions dans la nature et au laboratoire.

Le développement ne peut être suivi à vue en raison du mode de vie, subcortical de l'Insecte. Nous avons donc procédé par "sondages" périodiques d'échantillons de branches dont la date d'attaque avait été repérée.

Ces observations ont 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 a considéré 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 prises en considération, 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 premier adulte;

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

La méthode demeure assez peu précise surtout du fait du laps de temps entre deux contrôles lesquels en outre n'intéressent qu'un nombre limité de systèmes de galeries. Elle nous renseigne cependant au moins sur des ordres de grandeur.

Elle a été utilisée au laboratoire et dans la nature^:

Au laboratoire, nous utilisons des élevages sur branches coupées. On place en présence de chaque branche isolée en boîte d'élevage ou en éclosoir, une vingtaine d'adultes fraîchement émergés. Il est nécessaire de prévoir un nombre suffisant de branches pour assurer la continuité des observations pendant trois mois.

Dans la nature, on utilise des branches "pièges" coupées placées peu avant la période des émergences à proximité d'arbres attaqués. Elles sont rapidement infestées et la date des premières attaques est notée.

Seul le stade nymphal peut se prêter à des expériences plus précises: le principe consiste à extraire des larves âgées de *R.amygdali* de leurs logettes nymphales; elles sont placées, dans des boîtes à compartiments cloisonnées (boîtes à test "ELISA" utilisées par les virologues) . L'utilisation de ces boîtes 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 d'expérience ont été 20 et 25°. Les insectes sont observés quotidiennement vers 10 heures et on note pour chacun la date de la mue nymphale, puis celle de la mue imaginale.

III/ CYCLE BIOLOGIQUE DE *RUGULOSCOLYTUS AMYGDALI* DANS LES REGIONS

L'étude de la composition démographique des populations, complétée par l'analyse de la chronologie des émergences et de celle des pénétrations, a permis de préciser le nombre de générations annuelles. Les observations conduites sur élevages et dans la nature nous renseignent sur la durée du développement des diverses générations. Un paragraphe spécial traitera des conditions d'hivernage, au cours duquel intervient un phénomène d'arrêt du développement.

III.1. Le nombre de générations annuelles

III.1.1. Composition démographique des populations

III.1.1.1. Mode opératoire

Les observations ont été conduites sur échantillons prélevés en divers sites, à périodicité variable selon les années soit :

- Tafraout (Tazaka alt. 1000 m) 1982 une fois par mois au cours de la première décade ;
- Tafraout (Tazaka alt. 1000 m) 1983: deux fois par mois (première décade et vers le 20 du mois);
- Tafraout (Adei -Aflawadei alt. 1000 m) 1984 et 85 trois fois par mois (une fois par décade) ;
- Tafraout (Adei -Aflawadei alt. 1000 m) 1986 et début 87: une fois par mois au cours de la première décade ;
- Beni Mellal (Beni Ayat alt. 500 m) 1982 à septembre 83 et janvier à novembre 85: une fois par mois au cours de la première décade.

L'augmentation de la fréquence des observations à Tafraout en 1983, puis 84 et 85 avait pour but, par une analyse plus serrée, de vérifier la validité des conclusions sur des observations antérieures, sur le déroulement du cycle, et d'examiner si l'on pouvait ainsi obtenir davantage de précisions. Il est apparu que le profil général du cycle en ce qui concerne notamment le nombre de générations ressort de façon très semblable, que les prélèvements soient seulement mensuels ou à fréquence plus importante. C'est la raison pour laquelle, dans un souci d'unité de la présentation, nous ne prenons en compte dans ce qui suit (notamment au tableau 3 et à la figure 9) que les relevés de la première décade de chaque mois.

Chaque prélèvement analysé comporte en principe 10 tronçons de branches attaquées de 20 à 40 cm de long, pris autant que possible sur des arbres différents.

Cependant, dans certains cas on a dû se contenter d'échantillons moins importants à cause de la raréfaction de matériel biologique par conditions défavorables (cas de 1986 et de certains mois, les autres années d'étude).

III.1.1.2. Résultats

Les tableaux 3 et 4 et les figures 9 et 10 traduisent l'évolution des populations de *R.amygdali* à Tafraout et Beni Mellal. Ils sont établis d'après les données des relevés de la composition démographique exprimée en pourcentage de l'effectif total vivant observé, à chaque relevé de la première décade de chaque mois, de chacun des stades suivants :

- jeunes larves;
- larves âgées : (distinction faite à partir de septembre 1982 seulement).
- Prénymphes

**TABLEAU 3 : COMPOSITION DES POPULATIONS DE R. AMYHDALI A TAFRAOUT
(EN POURCENTAGE DE CHACUNE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT)**

Dates (mois)	Eff.	L.J	LA+PN	N	A+TS	Dates (mois)	Eff.	L.J	LA+PN	N	A+TS	Dates (mois)	Eff.	L.J	LA+PN	N	A+TS	
12.81	1746		100	0	0	01.84	1976	24,5	74,7	0	0,8	01.86	316	23,4	72,8	1,3	2,5	
01.82	1469		99,9	0,1	0	02	513	54,8	22,8	11,9	10,5	02	648	6	35,2	45,1	13,7	
02.	4266		19,5	19,1	61,4	03	890	15,3	18,5	33	33,2	03	250	0	12,8	13,2	74	
03.	2778		12,1	9,4	78,4	04	1191	91,2	0	0	8,8	04	321	87,9	5	0	7,1	
04.	3025		0	0,1	99,9	05	1391	22,9	52,8	23,5	0,8	05	274	53,3	24,1	15,7	6,9	
05.	2356		82,0	13,5	4,5	06	1250	31,3	39,8	7,6	21,3	06	157	33,8	40,1	8,9	17,2	
06.	2335		26,6	24,9	48,5	07	341	72,4	12,4	11,4	3,8	07	241	11,2	37,3	7,1	44,4	
07.	146		0	0	100	08	952	21,8	68,7	3,5	6	08	315	56,8	29,2	1,6	12,4	
08.	885		97,8	2,1	0	09	567	25,6	46	10,9	17,5	09	294	8,9	54,4	12,2	24,5	
09.	377	15,4		39	10,6	35	10	623	36,7	42,4	10,6	10	310	68,7	22,6	2,9	5,8	
10.	242	21,5		26,5	1,2	50,8	11	1301	44,7	54,9	0,3	0,1	11	151	45,7	47,7	0	6,6
11.	915	48,6		51,1	0	0,30	12	865	15,3	82,7	1,8	0,2	12	587	76	20,1	0	3,9
12.	547	5,7		94,3	0	0												
01.83	2727	12,6		87,3	0	0,1	01.85	768	12,6	87,4	0	0	01.87	573	30,5	68,4	0	1,1
02.	1503	7,4		35,3	54,4	2,8	02.	1532	2,2	33,5	44,5	19,8	02.	503	12,7	29,8	24,1	33,4
03.	447	0		4,2	11,9	83,9	03.	1384	0,4	6,9	6,6	86,1	03.	600	5,2	7	5,5	82,3
04.	240	100		0	0		04.	828	94,9	0	0	5,1						
05.	515	74,4		12,4	0	13,2	05.	1082	41,3	33,1	20,3	5,3						
06.	518	0,4		14,8	11,6	73,2	06.	718	41,9	27	7,7	23,4						
07.	1854	67,8		17,3	7	7,9	07.	536	16	28,4	9,1	46,5						
08.	459	48,8		23,6	15	9,6	08.	215	60,9	29,3	2,3	7,5						
09.	471	19,9		13,8	16,6	49,7	09.	174	6,9	38,5	26,4	28,2						
10.	1241	27,8		36,7	13,4	22,1	10.	218	78	0	0	22						
11.	2401	34,6		38,2	3,4	23,8	11.	349	44,4	53	0	2,6						
12.	2084	40,4		59	0,2	0,4	12.	725	41,8	53,2	1,7	3,3						

E = Effectif total de la population vivante
L.J = Larves jeunes
L.A = Larves âgées en logettes
N = Nymphes
P.N = Adultes -
TS = Trous de sortie
(La distribution entre L.J et L.A n'a été faite qu'à partir de Septembre 1982)

TABLEAU 4 : COMPOSITION DES POPULATIONS DE R. AMYGDALI A BENI MELLAL
(EN POURCENTAGE DE CHACUNE DES PHASES DE DEVELOPPEMENT)

Date (Mois)	Eff.	L.J	LA+PN	N	A+TS	Date (Mois)	Eff.	L.J	LA+PN	N	A+TS	Date (Mois)	Eff.	L.J	LA+PN	N	A+TS
<u>02.82</u>	271	55,3	11,4	33,3		<u>01.83</u>	1279	15	61,2	17,1	6,7	<u>01.85</u>	4967	2,8	95,2	2	0
03.	243	65,8	20,5	13,7		<u>02.83</u>	816	5,6	71,7	1,3	21,4	02.	2448	2,1	30,2	34	33,6
04.	404	0,5	21,8	77,7		03.	220	8,2	18,2	0	73,6	03.	2255	0,7	2,9	7,7	88,7
05.	767	96,8	0	3,2		04.	355	29,9	0	0	70,1	04.	2988	99,3	0	0	0,7
06.	319	14,5	24,1	61,4		05.	857	63,9	10,6	0	25,5	05.	2171	33	62,6	4,3	0,1
07.	623	38	28,6	33,4		06.	587		49,9	29,6	20,5	06.	3032	5,3	28,5	25,6	40,6
08.	245	28,2	36,4	35,4		07.	661		78,5	10,1	11,4	07.	758	64,5	15,3	10,8	9,4
09.	427	21,8	27,4	50,8		08.	1162		59,6	18,8	21,6	08.	1104	32,7	34,8	13,1	19,4
10.	246	38,6	3,3	58,1		09.	717		18,1	21,2	60,7	09.	640	6,9	22,5	21,1	49,2
11.	383	100	0	0								10.	282	12,4	58,8	11	17,7
12.	369	100	0	0								11.	377	2,4	87,8	2,6	7,2

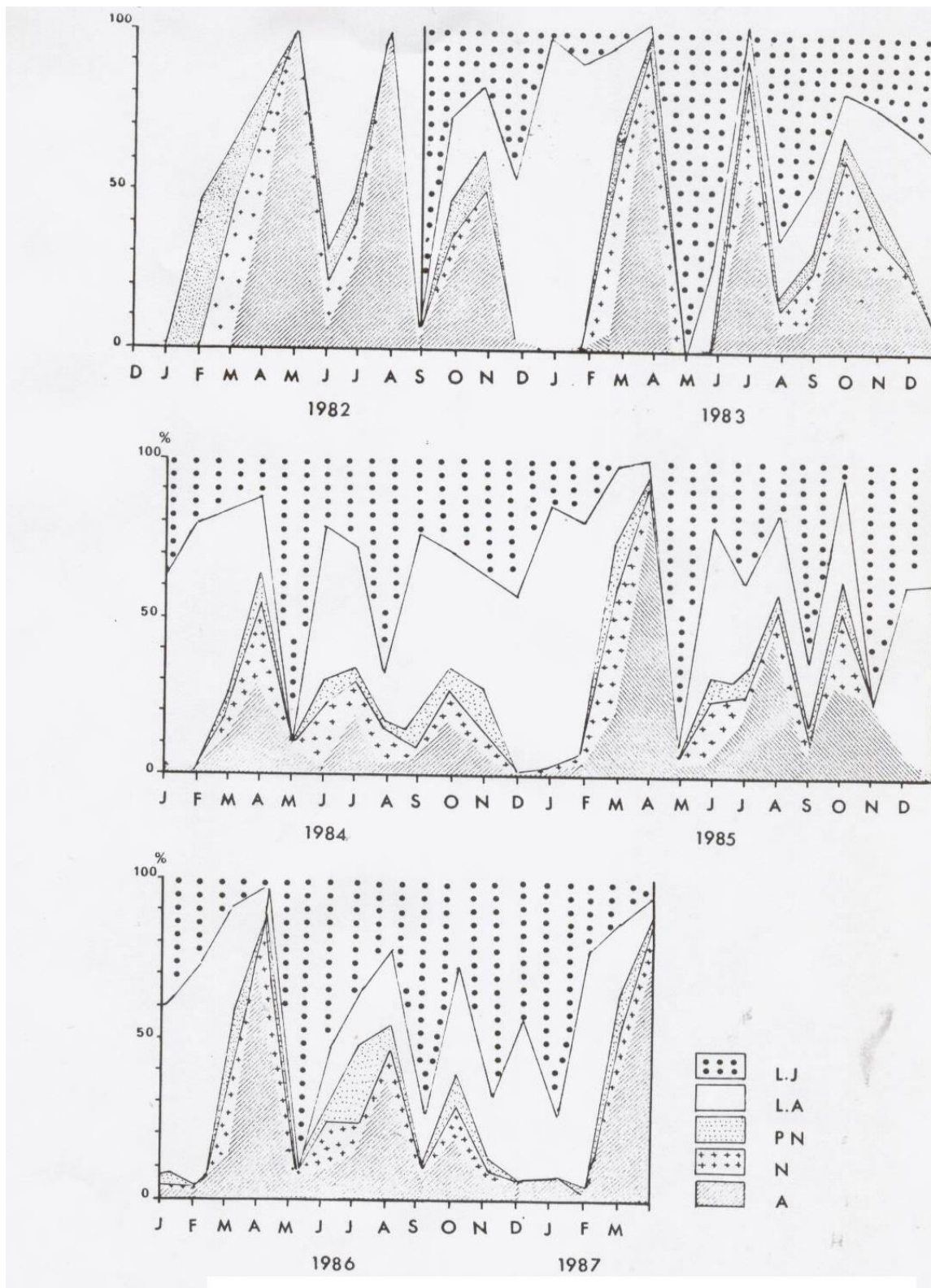


Fig.9: Compostion démographique des populations de *R.amygdali* à Tafraout. La signification des abréviations est la même que celle des tableaux 3 et 4. La distinction entre LJ et LA n'a eu lieu qu'à partir de Septembre 1983.

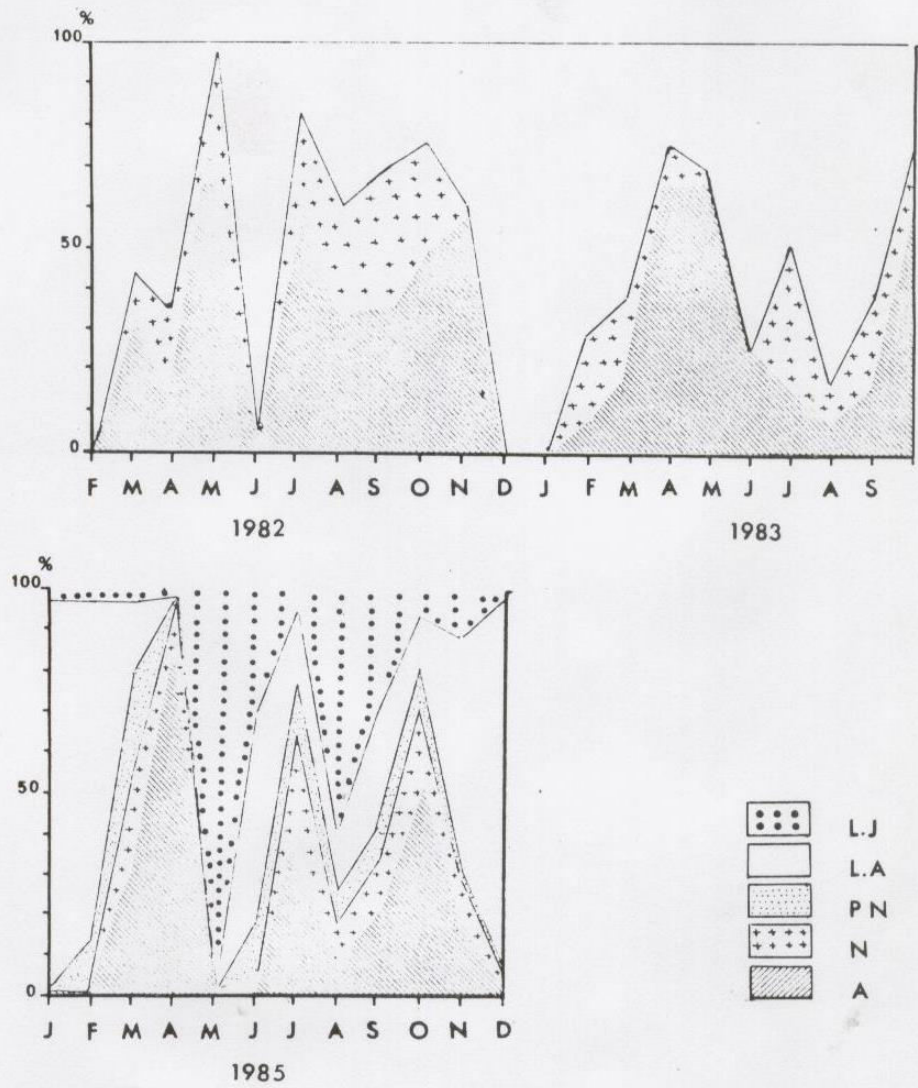


Fig.10 : Composition démographique de *R. amygdali* à Beni-Mellal.

- nymphes
- adultes : (les trous de sortie étant comptés comme des adultes récemment émergés ainsi qu'indiqué plus haut).

Il en ressort très nettement l'existence de trois générations par an, matérialisées, chaque année sur les figures par les trois "pics" successifs qui représentent la population d'adultes soit :

- une génération "hivernante" dont les adultes (1^{er} vol) apparaissent dans le milieu subcortical à partir de début à mi-février et peuvent émerger à partir de fin février, pour donner naissance à :
- une génération printanière dont les adultes (2^{ème} vol) sortent à partir de mi-fin juin, et jusqu'à fin août ;
- une génération estivo-automnale (3^{ème} vol), issue de la précédente: les sorties d'adultes s'échelonnent à compter mi fin juillet à début août (chevauchant par conséquent les sorties de la fin de la génération précédente) et se prolongent très tard, jusqu'à fin novembre lorsque les conditions le permettent.

Certaines années cependant (1986 par exemple) apparaît en fin de saison un quatrième petit "pic" de peu d'importance, mais qui pourrait matérialiser l'ébauche d'un quatrième vol. Il est discuté plus loin de cette hypothèse.

On observe que le "pic" représentatif de la population d'adultes issus de la génération hivernante est régulièrement très sensiblement plus élevé que les deux autres. Ceci procède d'un "regroupement" des populations à certains stades, qui se produit au cours de l'hivernage (cf. III.3) alors qu'au contraire, les populations estivales, du fait de leur échelonnement dans le temps présentent des proportions plus élevées d'autres stades.

III.1.2. Périodes d'activité des adultes – Emergences et pénétrations

Le tableau 5 récapitule les observations sur les dates et les durées d'émergence, faites de 1982 à 1985 en divers sites. en éclosiers dans la nature.

Dans chaque cas, les premières sorties observées ont eu lieu dans les quelques jours (généralement 2 à 3 et au maximum 7) qui ont suivi la mise en éclosiers. Signalons qu'en Israël, GUREVITZ (1975) observe chez *R. mediterraneus* que les premiers insectes à émerger sont des mâles. Nous n'avons quant à nous pas observé de protandrie nettement marquée.

On voit que les sorties s'échelonnent pour un même vol, sur une longue période. Ceci est confirmé par des expériences de mise en éclosier en laboratoire, où cet échelonnement apparaît net bien que les conditions de température (25° environ et 70% d'humidité relative) soient probablement plus favorables au développement et à l'émergence que celles de la nature.

Ainsi par exemple, au laboratoire du Complexe d'Agadir, on a observé les durées suivantes, pour les échantillons rapportés des environs de Tafraout.

	Début	Fin	Durée	Effectif total
1^{er} vol 1981	25,1	10,4	44 jrs	3370
2^{ème} vol 1981	7,5	18,6	42 jrs	1938
1^{er} vol 1983	23,2	3,5	70 jrs	1678
2^{ème} vol 1983	15,5	23,7	48 jrs	332

TABLEAU 5 : PERIODES D'EMERGENCE DE R. AMYGDALI SUR ECHANTILLONS EN ECLOSOIRS DANS LA NATURE

	T A F R A O U T						B E N I M E L L A L					
	TAZAKA (1)			IYERHD			BENI AYAT			TALAT		
	Effectifs	Dates	Effectifs	Dates	Effectifs	Dates	Effectifs	Dates	Effectifs	Dates		
<u>1982</u>	1 ^{er} Vol : 1751	13.2 - 28.3. (44j)	1836	15.2 - 10.4 (55j)	727	12.3 - 13.4 (33j) (2)	1048	18.3 - 17.4 (31 j) (2)				
	2 ^{ème} Vol : 190	31.5 - 6.7. (38j)	161	13.6 - 15.7 (38j)	219	4.6 - 9.7 (36j)	152	18.6 - 23.7 (36 j)				
	3 ^{ème} Vol : 386	30.8 - 29.10. (61j)		-	88	6.8 - 24.9 (50j)	95	13.8 - 1.10 (50 j)				
<u>1983</u>	1 ^{er} Vol : 1323	2.3 - 25.4. (55j)		-	1670	2.2 - 2.4 (60j)		-				
	2 ^{ème} Vol : 493	17.5 - 21.6. (36j)		-	945	31.5 - 17.7 (48j)		-				
	3 ^{ème} Vol : 641	12.7 - 30.8. (50j)		-	450	15.7 - 2.9 (50j)		-				
<u>1984</u>	1 ^{er} Vol : 1260	15.2 - 23.4. (68j)		-				-				
<u>1985</u>	1 ^{er} Vol : 1368	19.2 - 16.4. (56j)		-	3264	10.3 - 11.5 (62j)		-				
	2 ^{ème} Vol : 994	17.5 - 01.7. (45j)		-				-				
	3 ^{ème} Vol : 217	01.8 - 16.10. (77j)		-				-				

(1) ADEI - AFLAWADEI depuis 1984

(2) Echantillons mis en place tardivement alors que les émergences étaient déjà commencées. La durée réelle des émergences est donc assez supérieure à la durée indiquée.

TABLEAU 6**PERIODES D'ACTIVITE DES ADULTES DE R. AMYGDALI
RESULTAT DES PIEGEAGES**

1			2	3		4	5	6		7	8	
			Dates de mise en place des pièges	Dates d'observation des pénétrations		Echelonnement des pénétrations (jours)	Effectif	Dates émergences des descendants		Durée total émergence	Effectif	
1	Tafraout	1er Vol 1984	15.02 au 16.04	20.02	22.04	62	1038	14.05	03.07	50 j	3143	(2e Vol 84)
2	Tafraout	2 ^{ème} Vol 1984	11.05 au 22.04	11.05	29.06	46	456	19.07	11.10	84 j	380	(3e Vol 84)
3	Tafraout	3 ^{ème} Vol 1984 (1)	05.07 au 18.10	19.07	15.11	119	386	Non Observé				
4	Tafraout	1er Vol 1985	15.02 au 03.04	21.02	25.04	63	819	18.05	30.06	43 j	533	(2e Vol 85)
5	Tafraout	2 ^{ème} Vol 1985	16.05 au 22.06	15.05	01.07	47	794	05.07	14.11	132 j	2250	(3e Vol 85)
6	Tafraout	3 ^{ème} Vol 1985	05.07 au 25.10	18.07	21.11	126	821	27.02	29.05	90 j	976	(1e Vol 86)
7	Tafraout	1er Vol 1986	27.02 au 10.04	06.03	08.05	63	266	11.06	09.08	55 j	258	(2e Vol 86)
8	Tafraout	2 ^{ème} Vol 1986	22.05 au 26.06	29.05	01.08	64	174	04.07	07.11	126 j	1210	(3e Vol 86)
9	Tafraout	3 ^{ème} Vol 1986	17.07 au 08.08	23.07	07.11	105	879	Non Observé				
10	Beni Mellal	1er Vol 1983	15.02 au 17.04	20.02	17.04	57	587	Non Observé				
		1er Vol 1985	10.03 au 24.04	(2) -	17.05	(2) 67	1233	29.05	20.07	52 j	4907	(2e Vol 86)

1. Observations non sur pièges, mais d'après branches naturellement attaquées, de date d'attaque connue.
2. Premières pénétrations observées dès le 11.03, mais étant donné la date assez tardive d'installation des pièges cette date est très probablement postérieure aux premières pénétrations ayant effectivement eu lieu dans la nature.

Nota. Les observations concernant les descendances n'ont été faites que sur une partie des pièges mis en place, ce qui explique la relative faiblesse des effectifs observés des descendants par rapport aux effectifs de leurs parents attaquants.

TABLEAU 7 : RESULTATS DES PIEGEAGES (TAFRAOUT)
DATES LIMITES DE PENETRATIONS ET D'EMERGENCES

		1 1 ^{ère} pénétration	2 1 ^{ère} émergence	3 différence	Température Moyenne Au cours de 2-1	4 Dernière Pénétration observée	5 Dernière Emergence des descendants	6 différence
1	1 ^{er} Vol 84	20.02	11.05	83 j.	12.3	22.04	03.07	72 j
2	2 ^{ème} Vol 84	14.05	19.07	65 j.	18.5	29.06	11.10	104 j.
3	3 ^{ème} Vol 84(*)	19.07	12.02.85	288 j.	-	5.11	16.04.85	152 j.
4	1 ^{er} Vol 85	21.02	18.05	86 j.	12.6	25.04	30.06	67 j.
5	2 ^{ème} Vol 85	15.05	05.07	51 j.	16.4	01.07	14.11	106 j. (**)
6	3 ^{ème} Vol 85	18.07	27.02.86	214 j.	-	21.11	29.05.86	188 j.
7	1 ^{er} Vol 86	06.03	29.05	84 j. (**)	14.4	08.05	09.08	93 j. (**)
8	2 ^{ème} Vol 86	29.05	04.07	37 j. (**)	17.4	01.08	07.11	99 j. (**)
9	3 ^{ème} Vol 86	23.07	-	-	-	07.11	-	72 j.

(*) : Obtenue non sur pièges, mais d'après branches naturellement attaquées de date d'attaque connue maintenues dans la nature

(**) : + 7 jours (observations hebdomadaires seulement)

Ces données témoignent donc d'un très important échelonnement des émergences. Il faut cependant les considérer comme moins représentatives que celles des piégeages. Les dates d'attaques de ces échantillons ne sont pas connues. Le hasard peut faire que les prélèvements aient concerné des échantillons à dates d'attaques relativement groupées ce qui a pour conséquence, dans un certain nombre de cas un étalement apparent des émergences moins important que celui qui ressort des observations sur branches-pièges. Nos commentaires s'appliqueront donc surtout aux résultats des piégeages.

Les tableaux 6 et 7 récapitulent les observations effectuées sur les branches pièges à Taфраout (Adei Aflawadei) et à Beni Mellal sur l'échelonnement des pénétrations et sur l'émergence de la descendance des insectes ayant attaqué les pièges. (Les observations sur l'émergence ne concernent, qu'une partie des branches pièges mises en place, l'autre part ayant été réservée à des observations d'un autre ordre). Un certain nombre de branches avaient d'autre part disparu après la période d'observation sur les pénétrations.

Les observations ont été quotidiennes sur les pièges installés lors des 2 premiers vols en 1984 et 1985 mais n'ont pu être qu'hebdomadaires pour les autres.

Les observations sur le terrain nous ont amené à constater que la durée de "réceptivité" d'une branche piège peut atteindre une quarantaine de jours et même un peu plus. Elles témoignent surtout d'un échelonnement des attaques considérable.

Les attaques des premiers vols de printemps s'étalent sur une durée généralement de l'ordre de soixante jours, donc assez importante, en raison probablement, entre autres, des températures encore relativement peu élevées à la saison (à titre de comparaison, les sorties de la génération printanière de *R.rugulosus* peuvent, selon SCHVESTER (1957) s'échelonner, dans de bonnes conditions d'insolation sur 45 à 46 jours selon les années, à partir de début mai, en région Lyonnaise. Il s'agit donc d'une durée déjà longue mais cependant très sensiblement plus brève que l'échelonnement des attaques par les adultes parents, lesquelles s'étaient étalées sur 119 jours en 1984, 126 jours en 1985, 105 jours en 1986 (cf. colonne 4, lignes 3, 6 et 9 du tableau 6). Ceci, conjointement avec les résultats des analyses de composition démographique, témoigne d'un "regroupement" au cours de la période hivernale, de populations qui se trouvent extrêmement échelonnées en fin de saison, avant l'hiver. Cette question est examinée plus loin (III.3).

Les attaques des insectes des deuxièmes vols s'échelonnent généralement sur une durée moindre, de l'ordre de 45 jours, très probablement parce que les températures plus élevées qui ont présidé à leur développement, tendent à réduire la durée moyenne de celui-ci: le tableau 7 pour 1984 et 1985 (lignes 1 et 4 colonnes 3 et 6) montre bien une tendance à la réduction de la durée totale du développement des derniers insectes attaquants du 1^{er} vol, par rapport aux premiers (lignes 1 et 4, colonnes 3 et 6).

Cette réduction de l'échelonnement des attaques en deuxième vol ne s'est cependant produite en 1986 (tableau 6 ligne 8 colonne 4) qu'à un moindre degré, très probablement en raison de conditions climatiques plus défavorables (les attaques ont commencé pour les trois vols, sensiblement plus tard que les années précédentes). De ce fait on enregistre à Taфраout 90,2 mm de précipitations de février à mars en 1986 (contre 29,9 mm pour la même période en 1985). Et, antérieurement, en 1984, on avait déjà noté un arrêt des pénétrations entre le 19 et le 22 mars, époque de pluie (21 mm) précédée de gelées et de neige. Une interruption de même type est survenue en 1985 les 11 et 12 avril (pluie).

Des observations quotidiennes sur la chronologie des émergences montrent en effet que celles-ci ont tendance à s'interrompre par mauvais temps. Les figures 11 et 11bis en donnent des exemples.

L'allongement de la période des attaques du 2^{ème} vol en 1986, a en fait abouti pratiquement à un véritable chevauchement d'environ une semaine avec celles des attaques du 3^{ème} vol.

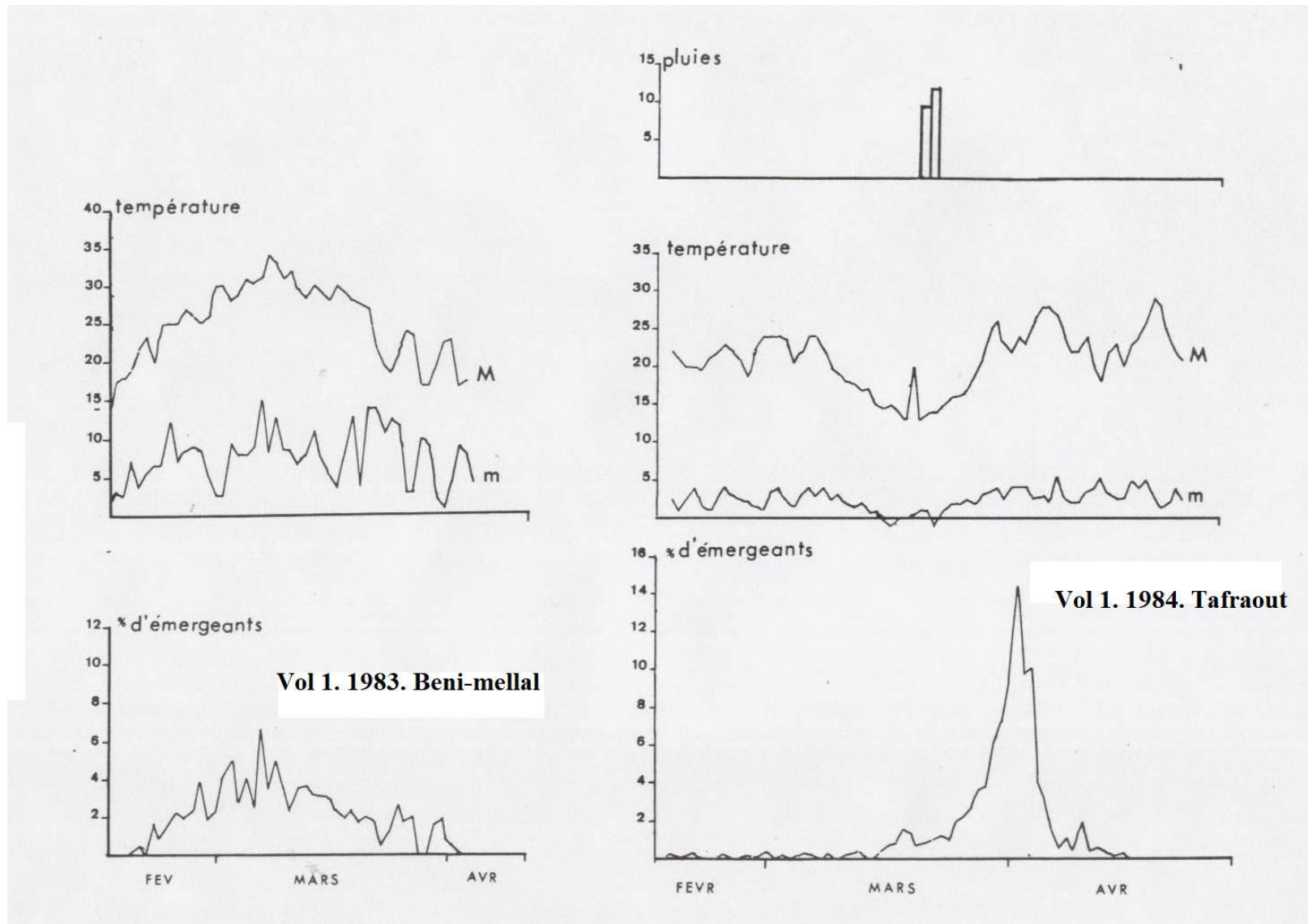


Figure 11 et 11bis: Exemples de relevés d'émergence de *R. amygdalis* selon les températures. Relevés quotidiens.

La période des attaques dues au 3^{ème} vol s'étend quant à elle sur des durées beaucoup plus longues (cf. plus haut) et jusqu'à mi-fin novembre, si les conditions climatiques demeurent favorables. En effet, à la durée de la période d'attaque par les insectes du deuxième vol, s'ajoutent la durée de leur ponte et celle du développement de leurs descendants. Ce cumul aggrave l'échelonnement de la génération estivo-automnale. Il en résulte même certaines années, 1985 et 1986 en particulier, (voir composition démographique) que l'on observe jusqu'à décembre et même janvier, 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. Il est douteux d'autre part que les derniers attaquants du 3^e vol, mais à partir d'une date qu'il n'est guère possible et de déterminer en l'état actuel des observations puissent donner naissance à une descendance viable nombreuse.

L'échelonnement des attaques est, évidemment corollaire de l'échelonnement des émergences. Les figures 12, à 12 ter illustrent bien le fait. Elles représentent des relevés hebdomadaires.

La durée de survie des adultes après installation sur un nouvel hôte, contribue certainement à conditionner l'importance de la ponte. Elle n'a pu faire l'objet d'observations individuelles qu'en élevages. Dans ces conditions artificielles un certain nombre d'insectes meurent de façon probablement prématurée sans avoir pondu. Il ressort cependant de nos expériences que la durée de survie des femelles est sensiblement plus importante que celle des mâles. Sur plusieurs essais à 25° environ totalisant 298 mâles et 275 femelles, la durée médiane de survie a été de 6 jours pour les premiers, de 19,5 jours pour les secondes. La durée moyenne pour 43 femelles ayant effectivement pénétré et pondu, a été de 24-25 jours. Dans un autre essai totalisant 100 mâles et 100 femelles, cette durée moyenne pour 46 femelles ayant effectivement pénétré et pondu s'est élevée à 29 jours. Ces durées sont de même ordre de grandeur que celles indiquées par SCHVESTER et par CHODJAI pour *R. rugulosus* et *R. mediterraneus* respectivement. La longévité maximale que nous avons observée a été de 39 jours. La durée de survie des femelles n'ayant pas établi de galerie de ponte n'a pas dépassé 12 jours.

Dans la nature, la durée de la période de ponte considérée globalement pour la première génération, a été évaluée par la méthode des "sondages". Ce résultat figure au tableau 10. Elle était de 24 jours à Beni Mellal et a varié de 30 à 40 jours à Tafraout, selon l'année et selon le site. Des observations quotidiennes en laboratoire ont été faites à l'occasion d'élevages sur branches de diverses espèces. Ces expériences sont détaillées plus loin, mais nous indiquons ici que, en se fondant sur l'observation des rejets de moulure, cette période de ponte, comporte des phases d'activité (1 à 3 jours) séparées par des phases d'arrêt apparent de 1 à 3 jours également. CHODJAI avait d'ailleurs constaté la même chose pour *R. mediterraneus*

Comme l'a aussi mentionné CHODJAI (1963) pour *R. mediterraneus*, les femelles de *R. amygdali* en fin de ponte viennent généralement se poster au niveau du trou de pénétration avec leur abdomen exposé vers l'extérieur et meurent. Leurs corps obture le plus souvent l'entrée de la galerie.

Quelques observations ont été faites d'autre part sur le "spectre" journalier des émergences. Elles ont eu lieu dans la nature d'une part à Tazaka et d'autre part à Iyerhd, du 26.2.82 au 23.3.82 sur 10 journées consécutives.

	Tazaka (1000 m)	Iyerhd (1400m)
8 h	0%	0%
10 h	0,5%	0%
12 h	41,7%	10,1%
14 h	83,6%	56,2%
16 h	98,9%	99,5%
18 h	100 0%	100%
Effectif total	398	108

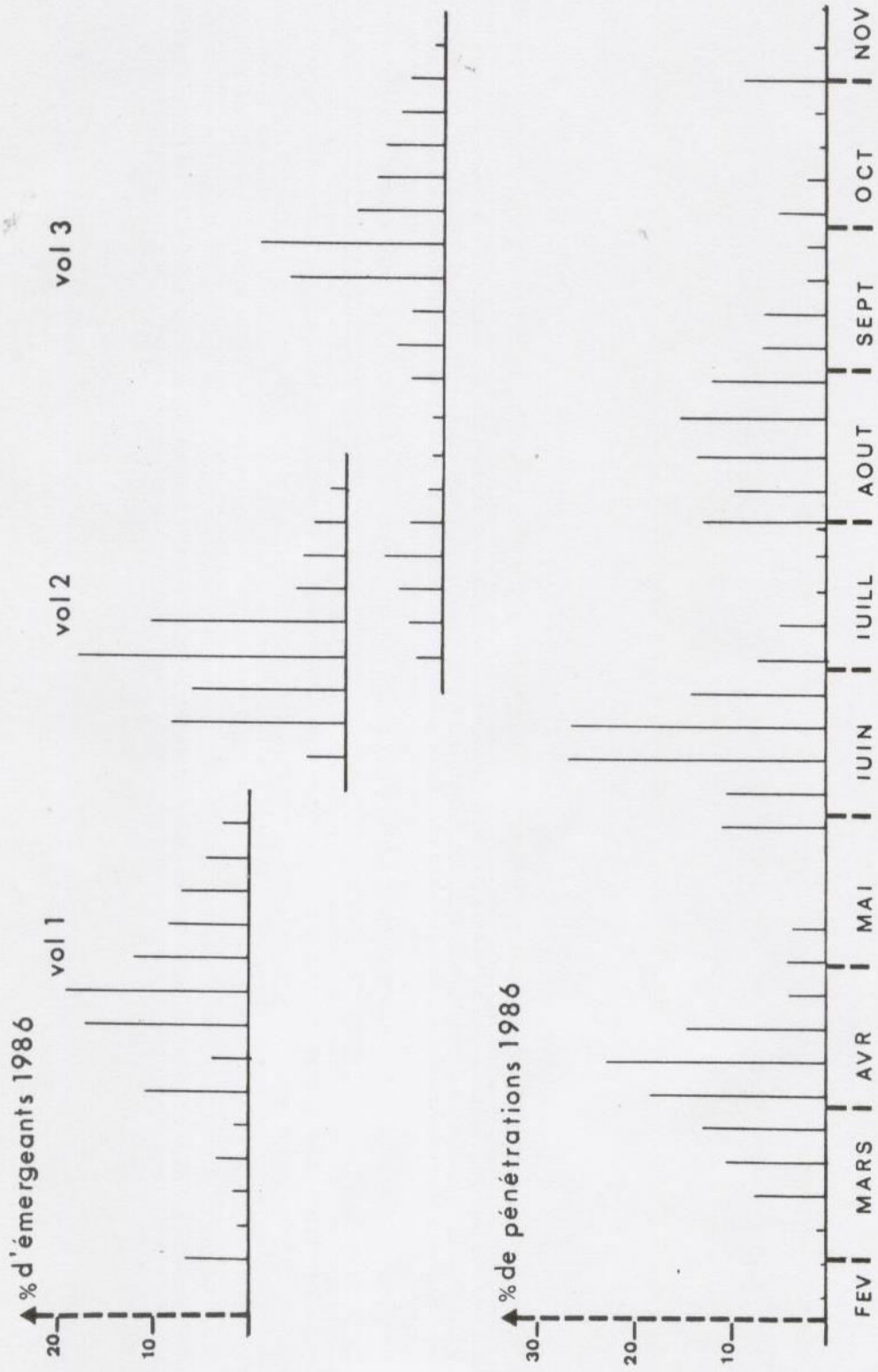


Figure 12 ter : Chronologie des émergences et des pénétrations. Tafraout 1986. Relevés hebdomadaires.

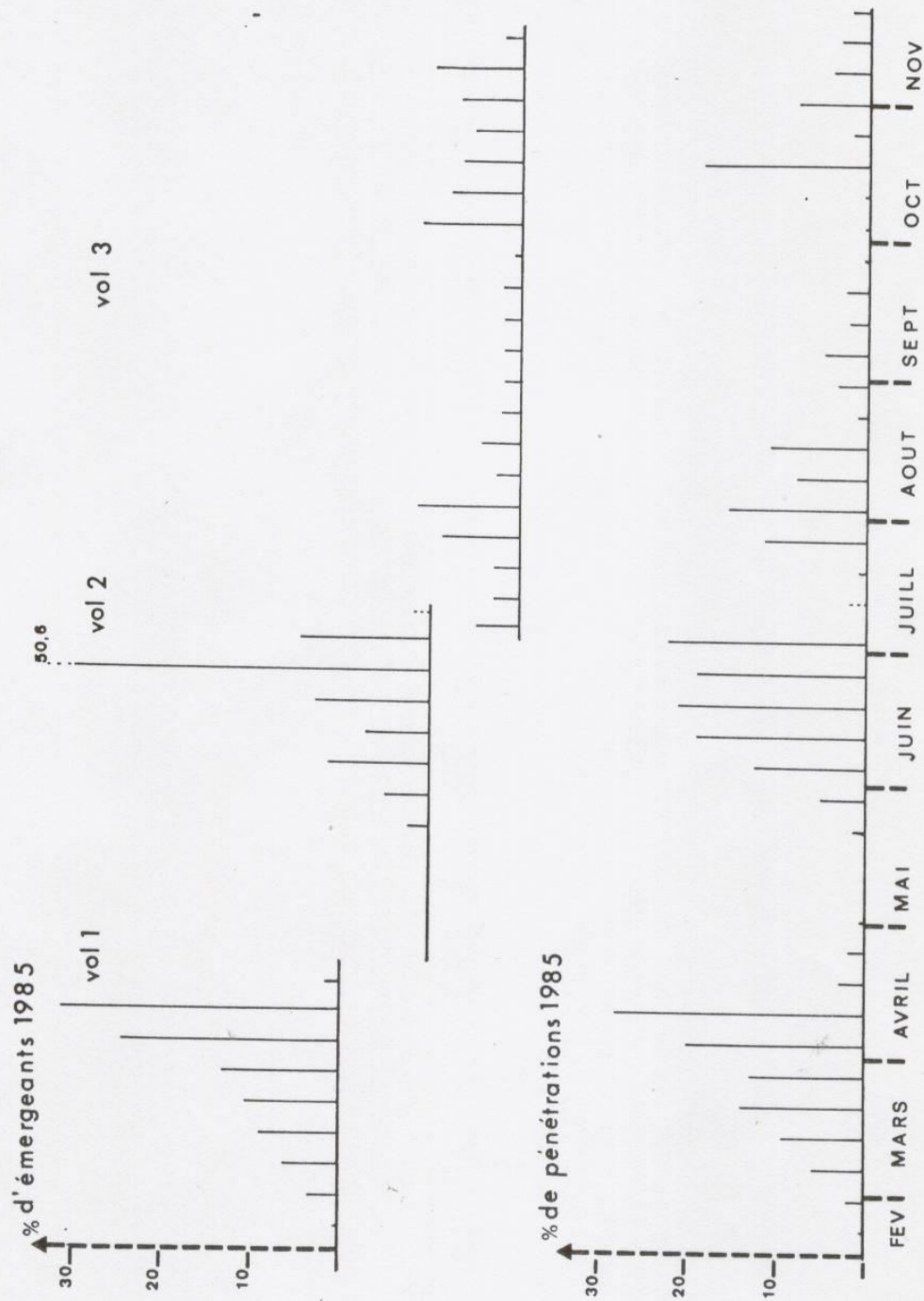


Figure 12 bis : Chronologie des émergences et des pénétrations. Tafrout 1985. Relevés hebdomadaires

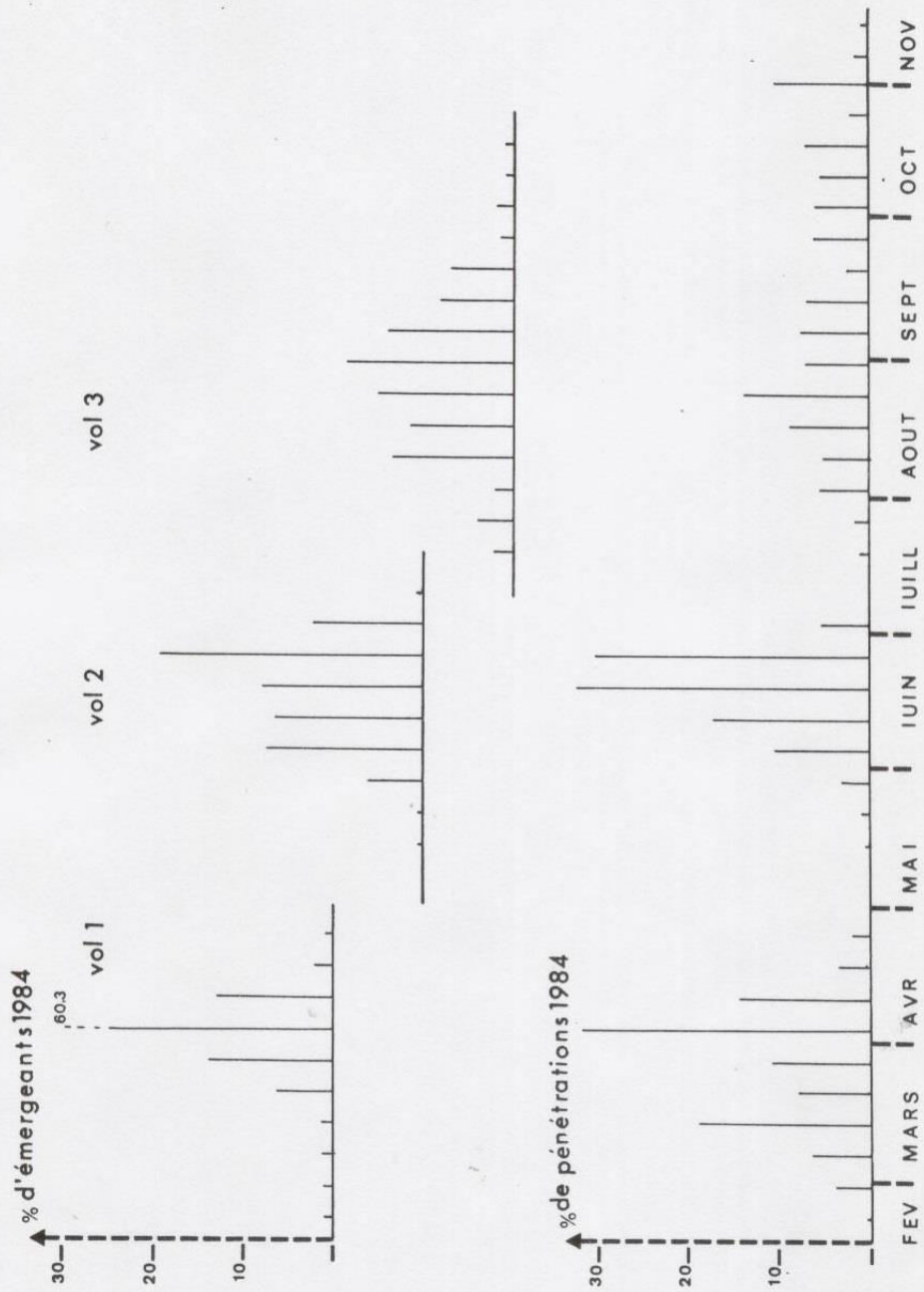


Figure 12 : Chronologie des émergences et des pénétrations. Tafrout 1984. Relevés hebdomadaires

Beni Ayat 1983

8h	0%
9h	0%
10h	4,3%
11h	39,5%
12h	72,1%
13h	88,1%
14h	96,6%
16h	100%
Effectif total	190

Les relevés sont effectués toutes les deux heures de 8 h à 18 h. Ils ont donné les résultats suivants, exprimés en pourcentages cumulés du total de l'effectif pour les 10 journées d'observations.

Il faut toutefois remarquer que ces observations dans la nature n'ont concerné que des adultes issus de la génération 'hivernante, donc à une époque de l'année où les températures sont relativement douces.

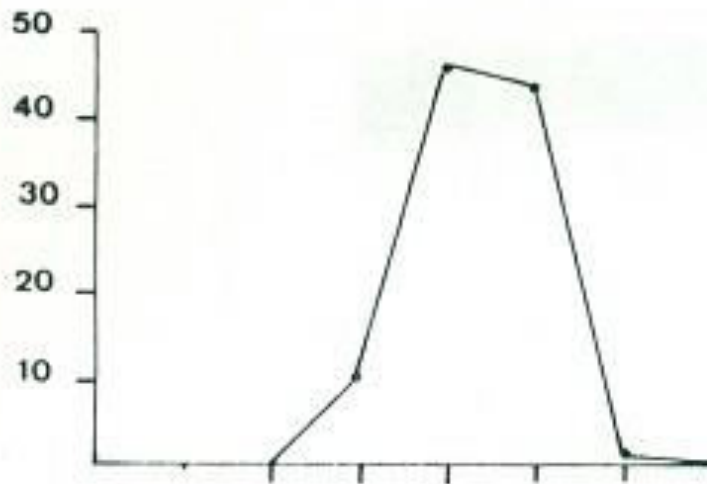
Il est possible que pour les générations d'été, lorsque les maxima journaliers sont beaucoup plus élevés qu'au printemps (40° et plus), le rythme journalier des sorties soit décalé, par exemple vers le soir, comme cela a pu être observé chez d'autres scolytides, par exemple *Ips typographus* en juillet 1983. (D. SCHVESTER communication personnelle). Plusieurs séries d'observations journalières sur le matériel répétées sur les mêmes échantillons tard le soir, et t8t le lendemain nous ont bien démontré cependant qu'en aucun cas, les émergences n'étaient nocturnes.

En laboratoire, à Agadir, sur les échantillons provenant de Tafraout nous avons constaté dès 1981, lors d'une expérience préliminaire, un rythme semblable, légèrement plus étalé toutefois que dans la nature: les pourcentages cumulés du total de l'effectif observé (798 insectes) sur 8 journées non consécutives étaient :

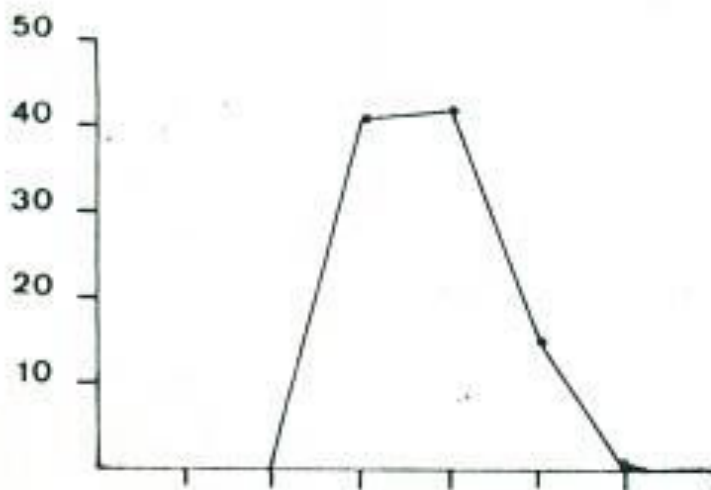
à 8h	0
10 h	5,8
12 h	23,3
14 h	66,4
16 h	88,4
18 h	98,7
19 h	100,0

Cette observation, effectuée dans des conditions de température beaucoup moins variables que dans la nature suggère l'hypothèse que la température n'est probablement pas le seul facteur qui règle le rythme journalier des sorties, mais qu'il interviendrait aussi un facteur endogène.

% d'émergeants



Iyerhd



Tazaka

heures

8 10 12 14 16 18 19

Fig.13 : Courbes des émergences de *R. amygdali* au cours de la journée.
Exemple des sites de TAZAKA et IYERHD.
Résultats cumulés des observations sur 10 journées exprimées pour
chaque heure d'observation en pourcentage cumulé.

III.2. Durée du développement

Les observations en laboratoire par "sondages" selon la méthode décrite en II.4 ont eu lieu, d'une part en 1981 à Agadir à température ordinaire (environ 20°C) et d'autre part en 1983 dans les chambres climatisées du laboratoire d'Entomologie de la Station de Recherches Agronomiques de Beni Mellal aux températures de 20°, 25° et 30° C à humidité relative de 60-65 %, avec photopériode de 16 heures, à raison pour chaque température d'une cage d'élevage contenant 5 branches d'amandier en présence desquelles furent mis 100 adultes fraîchement émergés.

Dans la nature ont eu lieu d'autres observations directes sur la première génération, par sondages de branches pièges à Tafraout (Iyerhd et Tazaka) en 1982 et à Tafraout (Tazaka seulement) et Beni Mellal (Beni Ayat) en 1983.

Comme indiqué plus haut nous avons également utilisé les expériences de piégeages pour obtenir certains renseignements sur la durée du développement dans la nature. Elles ont eu lieu en 1984 à Tafraout (Tazoka), puis en 1985 et 86 à Tafraout (site de Adei Aflawadei). Toutefois on s'est borné dans ces cas à relever les dates des premières pénétrations puis les dates de premières émergences, sans effectuer de "sondages", obtenant ainsi une durée minimale du développement subcortical.

III.2.1. Durée du développement au laboratoire

Les durées des principales phases du développement au laboratoire telles que déterminées par "sondages" périodiques sont données au tableau 8.

Les durées de nymphose déterminées au laboratoire en bottes "ELISA" le sont au tableau 9.

Il apparaît notamment à 25° une différence, dans la durée de nymphose déterminée par l'une et l'autre méthode. Une part au moins de cette différence est probablement à relier à la relative imprécision de la méthode par "sondages". Quoi qu'il en soit, l'effet de la température sur la durée du développement apparaît nettement.

Concernant les expériences sur la nymphose (procédé des "ELISAtt) elles confirment les résultats à 25° d'une expérience préliminaire de 1982, résultats non repris ici, mais qui portaient sur un effectif assez réduit (durée moyenne de nymphose alors observée 13,5 jours) (BEN AZOUN 1984). Les effectifs survivants sont ici, plus importants, malgré une assez forte mortalité en cours d'expérience, notamment par mycoses, bien que les boîtes soient stérilisées avant utilisation. A 25°, la mélanisation en post nymphose demande environ 4 jours .

Les insectes du dernier lot ont été sexés en fin d'expérience, selon les critères de taille et d'importance de la carène frontale (cf. plus loin). Il en ressortirait que la nymphose des femelles (au nombre de 20) serait quelque peu plus rapide que celle des mâles (au nombre de 15), soit en moyenne 12,6 jours contre 14,2. Des réserves sont à faire cependant, étant donné une certaine imprécision du sexage.

Mais surtout, le tableau 9 montre que l'entrée en nymphose n'a commencé qu'un certain temps après le prélèvement des larves de leurs logettes nymphales. Elle a commencé après 63 jours environ pour les larves extraites à mi-novembre 1985, et 33 jours pour celles extraites à mi-décembre 85. Dans les deux cas les premières nymphoses n'ont eu lieu au laboratoire que vers la mi janvier 85, bien que les températures aient été constamment maintenues. A l'opposé les larves prélevées début avril 85, se sont nymphosées pratiquement immédiatement. Les larves qui avaient fait l'objet de l'expérience de 1982 rappelée ci-dessus avaient été prélevées le 28 février et le délai entre prélèvement et nymphose n'avait été que de 10 jours environ.

**TABLEAU 8 : DUREE EN JOURS DES PRINCIPALES ETAPES DU DEVELOPPEMENT
SUBCORTICAL DE R.AMYGDALI SELON LA TEMPERATURE EN
LABORATOIRE (METHODES DE SONDAGE PERIODIQUES)**

Etapes du développement	BENI MELLAL		AGADIR	
	20°C	25°C	30°C	± 20°C
Préoviposition + Incubation (de la première pénétration observée à la première éclosion d'œuf observée)	14	11	8	15
Développement larvaire (de la première éclosion d'œuf observée à la première nymphe observée)	35	36	28	31
Durée de nymphose (de la première nymphe observée au premier adulte observé)	?	15	12	26
TOTAL	> 62	62	48	72

Ces observations étaient l'hypothèse d'une diapause survenant au dernier stade larvaire chez les populations hivernantes (cf. 111.3.).

III.2.2. Durée du développement dans la nature

Au tableau 10 sont données les durées, déterminées par "sondages" des principales phases du développement dans la nature à Tafraout (1982 et 1983) et à Beni Mellal (1983) pour la première génération.

Il fait ressortir assez bien l'influence des températures sur la durée du développement, en ce qui concerne notamment les différences que l'on peut noter d'une part entre Beni Mellal et Tafraout, d'une part à Tafraout en 1982 entre les deux sites de Tazaka et d'Iyerhd. Toutefois il apparaît une certaine contradiction à Tazaka dans les résultats de 1982 et de 1983. Une part peut découler de la relative imprécision de notre méthode par "sondages". Il est à noter aussi que si les moyennes de température telles qu'elles ont été calculées sont inférieures en 1982 par rapport à 1983, les moyennes des minima sont nettement supérieures en 1982.

Le tableau 7 donnait aussi, pour les piégeages les durées minimales écoulées entre les premières pénétrations et les premières émergences observées pour plusieurs générations.

En ce qui concerne la première génération, les résultats sur la durée minimale de développement exposés aux deux tableaux apparaissent cohérents.

Il en est de même si l'on compare, par rapport aux températures, les durées minimales respectives de développement des deuxième et première génération, cette durée étant notablement plus courte pour la deuxième que pour la première en raison de températures plus élevées.

Autant qu'on puisse en juger, ces durées de développement seraient du même ordre de grandeur que celle de *R. mediterraneus*, telles qu'elles ont été définies par GUREVITZ en Israël et CHODJAI en Iran. Mais elles apparaîtraient en conditions semblables (à 25°C), assez sensiblement plus importantes que celles de *R. rugulosus* d'après les données de SCHVESTER.

TABLEAU 9 : DUREE DE NYMPHOSE DE R. AMYGDALI EN LABORATOIRE

EFFECTIF INITIAL POUR CHAQUE LOT : 96 LARVES

Origine des insectes	Date de mise en expériences	Température °C	Délai d'entrée en nymphose (jours)	Nbre d'insectes parvenus au stade adulte	Durée moyenne de nymphose (jours)
RAFRAOUT Génération Hivernante	17.11.85	20	62,9	48	18,2
RAFRAOUT Génération Hivernante	17.12.85	25	33,0	57	14,1
RAFRAOUT 1 ^{ère} Génération	03.04.85	25	2,7	35	13,4

TABLEAU 10 : DUREE DES DIFFERENTES PHASES DU DEVELOPPEMENT DE R. AMYGDALI DANS LA NATURE (METHODES DES « SONDAGES ») COMPAREE A CELLES DE R. MEDITERRANEUS ET R. RUGULOSUS

	ETAPES DE DEVELOPPEMENT	<i>R. rugolus</i> SCHVESTER. FRANCE 1957	<i>R. mediterraneus</i>		<i>R. Amygdali</i> Maroc (Génération printanière)			
			GUEREVITZ MOYEN-ORIENT 1975 16° à 26°C	CHODJAI IRAN 1963 ETE 1959	1982 TAZAKA	1982 IYERHD	1983 TAZAKA	1983 BENI-MELLAL
1	Préoviposition	2 à 5 j	7	10 à 15 j	10 j	12 j	11 j	6 j
2	Période de ponte	20 à 30 j	25 à 55 j	15 à 40 j	33 j	40 j	30 j	24 j
3	Incubation	8 à 10 j	5 à 12 j	6 à 10 j	10 j	9 j	8 j	9 j
4	Développement larvaire	30 j] 18 à 35 j] 50 à 59 j	36 j	42 j	40 j	34 j
5	+ Prénymphose	2 à 3 j			21 j	25 j	23 j	20 j
6	Développement nymphal	10 j	7 à 15 j	?	?	?	?	
7	Postnymphose	1 à 3 j	7	?	?	?	?	
	Développement Subcortical (1+3+4+5)	50 à 52 j	35 à 78 j	81 à 124 j	77	88	82	69
	Températures moyennes de la période d'observation			Maximum (M)	22,9	17,1	26,7	27,4
				Minimum (m)	4,6	3,9	3,5	8,5
				M + m / 2	13,8	10,5	15,1	17,95

Ce dernier point est confirmé par les expériences sur l'observation précise du développement nymphal au laboratoire : la nymphose proprement dite (c'est-à-dire de la mue nymphale à la mue imaginale) de *R.amygdali* a duré 13 à 14 jours en moyenne (observations sur 120 individus) à 25°C et 18 jours à 20°C (observations sur 48 individus), alors que D. SCHVESTER pour *R. rugulosus*, indique une durée de nymphose (incluant celle de prénymphose) de l'ordre de 10 jours à la température constante de 25° + 0.5.

III.3. L'hivernage

Les premières analyses de composition démographique de 1981 et 1982 avaient montré qu'en fin de saison, à partir du mois d'octobre environ, et jusqu'à la reprise du développement post hivernal, les populations de *R.amygdali* se composent d'une très large majorité, voire presque exclusivement, de larves. Ceci régulièrement chaque année.

C'est afin de tenter de préciser les conditions et les conséquences de l'hivernage, qu'une distinction fut effectuée lors des analyses faites à partir de septembre 1982, entre deux catégories dans la population larvaire d'une part, larves "jeunes" c'est à dire toutes les larves (sans distinction entre stades) non arrivées à complet développement, d'autre part, larves "âgées" arrivées à fin de développement et encloses dans leurs logettes nymphales.

Les figures 9 et 10 et les tableaux 3 et 4 sur la composition des populations font effectivement ressortir qu'à partir de novembre, la proportion de larves dans les populations en présence, tend à augmenter pour atteindre parfois presque 100 pour 100. Il s'agit en fait de 100 pour 100, car les adultes qui persistent en décembre ou en janvier par exemple sont condamnés à disparaître.

Ces tableaux montrent en outre, qu'au cours de l'hiver, la proportion de larves "âgées" tend elle même à augmenter pour atteindre en fin décembre et janvier la presque totalité des effectifs présents. En fait, on observe régulièrement début décembre une tendance plus ou moins marquée (elle est particulièrement marquée en 1986) à une réaugmentation de la proportion de larves jeunes. Celles ci proviennent des pontes des adultes du troisième vol.

Toutefois, même s'il existe dès octobre une proportion importante de larves âgées, elles ne poursuivent leur développement qu'à partir de janvier. C'est, en effet à partir de cette époque seulement que l'on commence à observer à nouveau des "prénymphes", indice du passage à la phase de nymphose alors que l'on n'en observe plus à partir de fin octobre début novembre. Il semble donc exister une sorte de "butoir" biologique, qui a pour effet d'homogénéiser, dans une certaine mesure, les populations en fin d'hiver. Ce phénomène se rapprocherait de celui observé notamment par D. SCHVESTER sur *R. rugulosus*, en région lyonnaise, mais avec peut-être un peu moins de netteté, probablement en raison de la brièveté relative de la saison hivernale au Maroc, laquelle autorise des attaques beaucoup plus tardives et un départ précoce du développement.

En première analyse, deux causes peuvent être présumées pour expliquer cette augmentation de la proportion de larves "âgées" au cours de l'hiver :

- La mortalité des jeunes larves non parvenues à la fin de leur développement à l'entrée de l'hiver et. qui ne peuvent poursuivre ce développement en raison de conditions défavorables C'est, selon SCHVESTER, la règle pour *R.rugulosus* dans la région lyonnaise: les larves non parvenues à fin de développement en logettes nymphales périssent en quasi totalité au cours de l'hiver. L'auteur a montré que cette mortalité, plus que le froid, a pour cause l'humidité qui règne en permanence dans le milieu subcortical tout. au long de l'hiver, imprégnant les bois et les vermouleurs à saturation, les larves en logettes nymphales étant mieux à l'abri. De plus, l'altération et la dénaturation de l'aliment qui résultent des conditions hivernales ne permettraient pas, aux larves qui malgré tout survivraient, d'assurer leur développement au

printemps. Les conditions des hivers du sud marocain, sont à l'évidence différentes. Ils sont plus courts et moins humides et nous n'avons que fort rarement observé sur amandier, de sursaturation en hiver du milieu subcortical, et jamais de façon permanente.

- Même si les jeunes larves peuvent cependant, au moins en certaine proportion, poursuivre leur développement, l'intervention d'un arrêt du développement, à la fin de la vie larvaire apparaît évidente. Cet arrêt du développement pourrait être dû à une diapause vraie, ou encore à une simple différence entre les exigences de température pour le développement larvaire et pour le développement nymphal.

Les deux phénomènes ne sont d'ailleurs peut être pas exclusifs l'un de l'autre.

Pour tenter d'apporter quelques précisions, nous avons procédé à une étude sur les populations hivernantes de Taфраout au cours des hivers de 1982-83, d'abord, puis de 1984-85, 1985-86 et 1986-87.

III.3.1. Mode opératoire

Des prélèvements en quantité suffisante de branches infestées (au moins 10 branches d'un mètre à chaque fois) ont été effectués à Taфраout dans les vergers de Tazaka, Adei-Aflawadei, au début de chaque mois d'hiver, soit les premières semaines de novembre, décembre, janvier, février, et même dans certains cas octobre. (1985 et 1986).

Les branches, rapportées au laboratoire, et soigneusement numérotées, sont coupées en trois tronçons d'environ 30 cm, de façon à constituer pour chacune trois sous-échantillons comparables.

- le premier sous-échantillon est immédiatement; décortiqué pour analyse de la composition démographique ;
- un deuxième sous-échantillon est aussitôt. placé en éclosiers au laboratoire (environ 25° de température) ;
- le troisième sous-échantillon est. placé en nature, soit en éclosiers (hiver 1982-1983) ou directement sur amandier (hivers de 84--85, 85-86 et 86-87).

Pour les deux derniers sous-échantillons, les émergences d'adultes de Scolytes, ainsi que celles de parasites, seront notées quotidiennement dès qu'elles se produiront. A la fin des émergences on dénombre sur chaque tronçon, les trous de sortie d'adultes et de parasites, puis le tronçon est écorcé, pour dénombrement des galeries maternelles et des encoches de pontes, afin d'évaluer la fécondité et les taux de multiplication. On dénombre également les logettes nymphales, en distinguant celles qui sont ouvertes (adultes émergés), celles encore oblitérées (insectes morts avant l'émergence à un stade quelconque entre fin du développement larvaire et émergence), et même celles qui sont semi oblitérées.

III.3.1. Résultats et discussion

Au tableau 11, sont donnés les résultats, par année et par date de prélèvement, des observations faites sur les différents sous-échantillons. Ils concernent :

- Pour le premier sous-échantillon, la composition démographique lors du prélèvement de l'ensemble de l'échantillon; nous n'avons pris en compte que les insectes vivants présents lors de l'observation.

- Pour le deuxième, mis en éclosoir au laboratoire dès la récolte, les dates de début et de fin des émergences.
- Pour le troisième, laissé dans la nature, également les dates de début et de fin des émergences. (sauf la fin des émergences en 1987 qui n'a pas pu être exactement observée, les échantillons ont cependant été par la suite récupérés pour les comptages).

Aux tableaux 12 et 12 bis sont d'autre part donnés pour chacun des sous-échantillons no2 et 3 et pour chaque prélèvement :

- Les effectifs d'insectes à l'origine, estimés d'après le comptage des encoches de ponte. Le nombre de galeries maternelles de chaque échantillon est également indiqué, permettant un calcul de la fécondité réelle moyenne ;
- Un taux moyen de mortalité cumulée aux stades œufs et larves jeunes. Ce taux est estimé par différence entre le nombre de logettes nymphales et l'effectif à l'origine évalué par le comptage des encoches de ponte. Ceci ne permet pas de distinguer la mortalité à l'état d'œuf de celle à l'état larvaire "jeune".
- Un taux de mortalité au cours de la phase larves "âgées", "prénymphes", nymphes, et un taux de mortalité au stade adulte après nymphose et avant émergence. Ces taux sont obtenus par différence entre logettes ouvertes et logettes demeurées fermées pour le premier. L'examen du contenu des logettes restées oblitérées permet d'évaluer le second, en même temps qu'un taux de mortalité parasitaire.

Au tableau 13, nous avons repris, pour mieux permettre leur comparaison, les taux de mortalité observés en laboratoire d'une part, en nature de l'autre.

Les résultats exposés au premier de ces tableaux montrent nettement que, quelle que soit la date du prélèvement, les premières émergences au laboratoire, malgré des températures plus favorables, coïncident à quelques jours près avec les premières émergences observées dans les sous-échantillons correspondants maintenus dans la nature. C'est à dire vers mi-fin février ou plus tôt. Ceci s'est produit alors même que, dès le prélèvement de novembre, il existait une proportion déjà importante de larves parvenues à fin de développement et apparemment aptes à entrer en nymphose. Ceci s'est même produit en 1985 et 1986 pour les prélèvements de début octobre qui ne comportaient pas encore (1985) ou presque pas (1986) de larves "âgées".

Or, d'après les données que nous avons obtenues, sur la durée cumulée du développement de prénymphose, nymphose et post nymphose aux températures considérées, les premiers adultes auraient dû apparaître au laboratoire environ 25 jours après la mise en éclosoir c'est-à-dire :

- vers début -mi novembre pour les prélèvements d'octobre;
- vers fin novembre -début décembre pour les prélèvements de novembre;
- vers fin décembre début janvier pour les prélèvements de décembre ;
- vers fin janvier début février pour les prélèvements de janvier.

Mais on constate que, les insectes placés en éclosoirs n'émergent en aucun cas avant mi-février.

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 larvaire** au sens propre du terme, c'est-à-dire d'un arrêt de développement indépendant de la température, ce que confirment bien aussi les résultats des expériences sur la nymphose au laboratoire (III.2.1.)

TABLEAU 11 : OBSERVATION SUR LES POPULATIONS DE R. AMYGDALI SOUMISES AUX EXPERIENCES UR L4HIVERNAGE

Prélèvement du	Effectif Total vivante	STRUCTURE D'AGE AU PRELEVEMENT (Sous échantillons n° 1)					DATES DES EMERGENCES	
							Sous échantillons n°2 (Laboratoire)	Sous échantillons n°3 (Nature)
		L.J %	L.A %	P.N %	N. %	A %		
03.11.82	948	48,7	51,3	0	0	0	10.03 – 23.04	09.03 – 10.04
03.12.82	547	5,7	94,1	0,2	0	0	17.03 – 12.04	08.03 – 24.04
03.01.83	2726	12,6	87,4	0	0	0	10.03 – 30.03	10.03 – 19.04
03.02.83	1503	7,4	28,7	6,6	54,4	2,9	06.03 – 12.04	08.03 – 14.04
10.11.84	1347	64,5	53,1	0	0,3	0,1	19.02 – 25.04	19.02 – 16.04
01.12.84	889	17,6	80,4	0	1,8	0,2	22.02 – 17.04	20.02 – 13.04
02.01.85	927	27,6	67,9	4,5	0	0	28.02 – 23.04	26.02 – 14.04
01.02.85	1532	2,2	32,8	0,7	44,5	19,8	01.03 – 21.04	27.02 – 08.04
07.10.85	318	93,1	0	0	0	6,9	13.02 – 01.05	27.02 – 01.05
10.11.85	363	64,5	51	0	0	2,5	27.02 – 01.05	27.02 – 08.05
07.12.85	725	41,8	46,3	6,9	1,7	3,3	27.02 – 24.04	06.03 – 24.04
03.01.86	330	26,7	69,7	0	1,2	2,4	20.02 – 24.04	27.02 – 07.04
06.02.86	655	7	34,8	0	44,6	13,6	20.02 – 17.04	27.02 – 24.04
09.10.86	331	73,1	16,9	4,2	2,7	3	24.02 – 03.04	26.02 – Non observé
06.11.86	156	47,4	46,2	0	0	6,4	04.03 – 07.04	26.02 – " "
04.12.86	665	78,8	17,7	0	0	3,5	04.03 – 07.04	05.03 – " "
08.01.87	573	30,5	66,5	1,9	0	1,1	28.02 – 08.04	26.02 – " "
05.02.87	510	6,1	5,7	2,5	6,5	25,5	01.03 – 11.04	05.03 – " "

L.J: Larves Jeunes **L.A**: Larves âgées en logettes nymphales **P.N**: Prénymphes **N**: Nymphes **A**: Adultes

L'hypothèse d'une diapause larvaire semble fondée chez *R.amygdali* comme dans le cas de *R.rugulosus* étudié par D. SCHVESTER (1957). Il faut aussi indiquer que pour *R.mediterraneus*, CHODJAI pense qu'il s'agirait plutôt d'une pseudodiapause étroitement liée à la température ambiante, alors que GUREVITZ préfère parler d'une quiescence induite lors de la saison froide. Contrariant les deux auteurs, NGUYEN-THANH-XUAY (in GUREVITZ 1975) estime qu'il faut croire pour cette espèce à une vraie diapause. Chez une espèce voisine *Scolytus ratzeburgi* JANS., SIEBER et BENZ (1985) observent aussi une diapause en fin de développement larvaire émettant l'hypothèse qu'elle est génétiquement contrôlée.

Toutefois on observe un certain nombre de différences dans les conditions d'hivernage des populations de *R.amygdali* par rapport à celles de *R.rugulosus* telles qu'elles ont été définies par SCHVESTER.

Même si elle est importante, (de l'ordre de 60 à 80 jours) la durée des émergences du premier vol n'est probablement pas liée à la possibilité d'existence de telles larves "retardataires". Le fait se retrouve chez d'autres espèces : SCHVESTER en région lyonnaise observe un échelonnement des sorties printanières dans la nature de *R.rugulosus* sur 50 à 60 jours, (à partir de début mai) alors que les populations hivernantes sont uniformément au dernier stade larvaire; de même SIEBER et BENZ sur *S.ratzeburgi*, également avec des populations uniquement au dernier stade en diapause, observent un échelonnement d'émergences sur environ 20 jours à 21° de température constante.

De ce fait, il est probable que si des larves ainsi attardées existent et se développent jusqu'à l'adulte (et elles sont probablement peu nombreuses) leurs émergences se confondent avec l'ensemble de celles du premier vol. Elles échapperaient alors à la diapause.

Ce phénomène de diapause chez *R.amygdali* est "peu douteux. Son déterminisme n'est pas connu. Signalons qu'à l'opposé de SIEBER et BENZ, DYER et HALL (1977), pour un autre Scolytide *Dendroctonus rufipennis* (KIRBY) considèrent les conditions de température comme déterminant l'entrée en diapause. D'autre part SCHVESTER (1957) indique que la diapause n'intervient pas chez *R.rugulosus* en élevages à température constante de 25°.

LEGENDE DES TABLEAUX 12 et 12 bis

Colonne 1 : Nombre de systèmes de galeries de l'échantillon

Colonne 2 : Nombre total d'encoches de pontes

Colonne 3 : Taux global de mortalité aux stades jeunes (oeufs et larves jeunes)

Colonnes 4 .5 .6 : Taux global de mortalité aux stades âgés en logettes

(LA = Larves âgées; PN = Prénymphes ; N = Nymphes).

- 4 = mortalité ..naturelle..
- 5 = mortalité .parasitaire..
- 6 = mortalité totale

Colonne 7 : Taux de mortalité au stade adulte

Colonne 8 : Taux de mortalité totale

Colonne 9 : Fécondité réelle moyenne (2:1)

Colonne 10 : Taux de multiplication apparent (= Nombre moyen d'adultes sortis par système de galeries).

OBSEVATION SUR L'HIVERNAGE DE R. AMYGDALI
TABLEAU 12 : MORTALITE HIVERNALE EN LABORATOIRE (SOUS ECHANTILLONS N° 2)

DATE DE PRELEVEMENT	1 Nbre Syst.	2 Nbre E.P	3 % Mortalité Œufs+JL	4 % Mortalité Naturelle (?)	5 L.P P.N Par	6 N tot	7 % morts A	8 % morts Total	9 F.R. Moy.	10 T.M. apparent
03.11.82	33	1169	11,5	9,1	0,4	9,5	5	26	35,4	26,2
03.12.82	37	1375	18,4	20,2	1,5	21,7	5,3	45,4	37,6	20,3
03.01.83	23	671	3,6	15,2	0,4	15,6	3,6	22,8	29,2	22,5
03.02.83	64	1318	15,7	0,5	2	2,5	8	26,2	20,6	15,2
Total	157	4533	13,6	10,8	1,2	12	5,8	31,4	28,9	19,8
10.11.84	44	2116	9	4,1	4,8	8,9	1,6	19,5	27,6	22,2
01.12.84	25	732	17,2	1,2	6,6	7,8	1,6	26,6	29,3	21,9
02.01.85	13	532	23,9	5,1	5,8	10,9	3,2	38	40,9	25,4
01.02.85	37	1087	18,9	4,4	3,1	7,5	1,1	27,5	29,4	21,3
Total	119	3567	15,9	3,7	4,8	8,5	1,7	26,1	30	22,1
07.10.85	48	573	21,8	12,4	7,3	19,7	3,3	44,8	11,9	6,6
12.11.85	31	703	26,7	14,4	4,1	18,5	2,8	48	22,7	11,8
07.12.85	17	415	18,1	23,6	5,5	29,1	1,4	48,6	24,4	12,5
03.01.86	20	419	27,7	13,1	3,3	16,4	1,4	45,5	20,9	11,4
06.02.86	29	731	41,3	15,6	1,4	17	0,4	58,7	25,2	10,4
Total	145	2841	28,4	15,4	4,1	19,5	1,9	49,8	19,6	9,8
09.10.86	17	457	27,8	9	7	16	4,6	48,4	26,9	13,9
06.11.86	29	923	31,6	23,1	5,2	28,3	4,9	64,8	31,8	11,2
04.12.86	34	1539	20,2	20,3	5,3	25,6	6,5	52,3	45,3	21,6
08.01.87	16	269	18,6	16,4	4,1	20,5	2,6	41,7	16,8	9,8
08.02.87	23	672	29,2	11,6	3,9	15,5	4,8	49,5	29,2	14,8
Total	119	3860	25,3	17,8	5,2	23	5,3	53,6	32,4	15,1

OBSERVATIONS SUR L'HIVERNAGE DE R. AMYGDALI
TABLEAU 12 BIS : MORTALITE HIVERNALE EN NATURE (SOUS ECHENTILLON N°3)

<u>DATE DE PRELEVEMENT</u>	1 Nbre Syst.	2 Nbre E.P.	3 % mortalité Œufs+J.L	4 % Mortalité Naturelles	5 L.A. P.N. Par.	6 N Tot.	7 % Morts A	8 % Morts Total	9 FR. Moy.	10 T.M. Apparent
03.11.82	17	606	27,4	21,1	7,9	29	3,8	60,2	35,6	14,2
03.12.82	10	517	19,9	32,5	1,3	33,8	9,9	63,6	51,7	18,8
03.01.83	29	659	11,3	25,9	0,6	26,5	2,1	39,8	22,7	13,6
03.02.83	25	904	14,8	21,7	0,8	22,5	13,5	50,8	36,2	17,8
Total	81	2686	18,1	24,7	2,7	27,4	7,8	53,3	33,2	15,7
10.11.84	50	1164	12,3	17,5	7,1	24,6	1	37,9	23,3	14,5
01.12.84	23	638	30,7	3,4	5,5	8,9	2	41,6	27,7	16,2
12.01.85	12	268	40,7	2,6	3,7	6,3	2,2	49,2	22,3	11,3
01.02.85	16	423	26	26,2	13,9	40,1	1,2	67,3	26,4	8,6
Total	101	2493	22,4	13,8	7,5	21,3	1,4	45,1	24,7	13
07.10.85	41	986	17,7	22,1	5,5	27,6	0,9	46,2	24	12,9
12.11.85	10	330	30,9	21,5	5,8	27,3	4,8	63	33	12,6
07.12.85	24	494	44,5	20,2	5,3	25,5	0,6	70,6	20,6	6
03.01.86	33	827	38,8	21,8	2,8	24,6	1,8	65,2	25,1	8,7
06.02.86	25	691	34,7	19,2	6,1	25,3	2,3	62,3	27,6	10,4
Total	133	3328	31,8	21,1	4,9	26	1,5	59,3	25,0	10,1
09.10.86	14	460	40,4	22,6	8,5	31,1	2,6	74,1	32,8	8,5
06.11.86	10	340	34,1	24,4	7,3	31,7	5,6	71,4	34	9,7
04.12.86	22	770	30,3	16	8	24	3,6	51,9	35	14,7
08.01.87	14	343	22,4	24,8	8,7	33,5	1,2	57,1	24,5	10,5
05.02.87	7	182	31,9	14,3	6,6	20,9	2,7	55,5	26	11,6
Total	67	2095	32	20,1	8,0	28,1	3,4	63,5	31,3	11,5

TABLEAU 13 : OBSERVATIONS SUR L'HIVERNAGE DE R. AMYGDALI
MORTALITE AU CORS DE L'HIVER - CMPARAIISON LABORTOIRE – NATURE

<u>DATE DU</u> <u>PRELEVEMENT</u>	MORTALITE			MORTALITE GLOBALE CONSTATEE				
	Œufs + Larves %			AU STADE ADULTE				
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
	<u>S/ECH N° 2</u>	<u>S/ECH N° 3</u>	<u>DIFFERENCE</u>	<u>S/ECH N° 2</u>	<u>S/ECH N° 3</u>	<u>DIFFERENCE</u>	5 - 4	5 - 2
	Labo	Nature	2 - 1	Labo	Nature			
03.11.82	11,5	27,4	+ 15,9	26,1	60,2	- 34,1	14,6	32,8
03.12.82	18,4	20,0	+ 1,6	45,4	63,6	+ 18,2	27,1	43,6
03.01.83	3,6	11,2	+ 7,2	22,8	39,9	+ 17,1	19,2	28,7
03.02.83	15,7	14,8	- 0,9	26,2	50,8	+ 24,6	10,5	36,0
10.11.84	9,1	12,3	+ 3,2	19,6	37,9	+ 18,3	10,5	25,6
01.12.84	17,2	30,7	+ 13,5	26,6	41,6	+ 15,0	9,4	10,9
02.01.85	23,9	40,7	+ 16,8	38,0	49,2	+ 11,2	14,1	8,5
01.02.85	18,9	26	+ 7,1	27,5	67,3	+ 29,8	8,4	41,3
07.10.85	21,8	17,7	- 4,1	44,9	46,2	+ 1,3	23,1	28,5
12.11.85	22,6	30,9	+ 8,3	48,1	63,0	+ 14,9	25,5	32,1
07.12.85	18,1	44,5	+ 26,4	48,7	70,6	+ 21,9	30,6	26,1
03.01.86	27,7	38,8	+ 11,1	45,6	65,2	+ 19,6	17,9	26,4
06.02.86	71,3	34,7	- 7,4	58,7	62,3	+ 3,6	17,4	27,6
09.10.86	27,8	40,4	+ 12,6	48,4	74,1	+ 25,7	20,6	33,7
06.11.86	31,6	34,1	+ 2,5	64,8	71,4	+ 6,6	33,2	37,1
04.12.86	20,2	30,3	+ 10,1	52,3	57,9	+ 5,6	32,1	27,6
08.01.87	18,6	22,4	+ 3,8	41,7	57,1	+ 15,4	23,1	34,7
05.02.87	29,2	31,9	+ 2,7	49,5	55,5	+ 6,0	20,3	33,6

TABLEAU 14 : COMPOSITION DES POPULATIONS DE R. AMYGDALI
RELEVES DECADEAIRES D'HIVER

% DES DIVERSES PHASES DU DEVELOPPEMENT

MOIS	DECADE	EFF.	L,J	LA+PN	N	A+TS
Novembre 84	1	1301	44,7	54,9	0,3	0,1
	2	962	33,3	65,5	0	0,2
	3	977	19,4	80,2	0	0,6**
Décembre 84	1	865	15,3	52,7	1,8	0,2**
	2	852	12,9	84,7	1,9	0,5
	3	229	20,1	79,9	0	0
Janvier 85	1	768	12,6	87,4*	0	0
	2	932	21,4	77,2	1	0,4
	3	1661	2,7	65,3	31,7	0,4
Février 85	1	1532	2,2	33,5	44,5	19,8
	2	1511	1,6	19,6	59,8	18,2***
	3	1084	0	11,0	35,8	53,2
Novembre 85	1	349	44,4	53,0	0	2,6
	2	368	47,0	50,5	0	2,4
	3	521	31,5	67,8	0	0,7
Décembre 85	1	725	41,8	53,2	1,7	3,3
	2	378	28,6	74,4	0	0
	3	469	10,2	89,8	0	0
Janvier 86	1	316	23,4	72,8*	1,3	2,5

* : Début d'apparition de prénympes (4,5% de l'effectif total observé en Janvier 1985, 6,9% en Janvier 1986.

** : Orifice de sortie uniquement

*** : Début d'émergence (orifices de sortie = 3,9% de l'effectif total).

IV. CONCLUSIONS

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 piégeages sont, cohérentes entre elles et leur interprétation, ensemble, indique bien que, dans les régions de l'étude, *Ruguloscolytus 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 (2^e vol) émergent et pondent à partir de mi-fin mai, donnant naissance à une deuxième génération estivale.

Les adultes issus de cette dernière peuvent émerger et pondre à partir de mi-fin juillet (3^{ème} vol.). Les émergences de ce troisième vol peuvent se poursuivre jusqu'à assez tard en saison (début à mi-novembre). D'autre part, une fraction, la plus tardive~ du deuxième vol émerge en même temps que la fraction la plus précoce du troisième vol. Ces adultes, ensemble, donneront naissance à une génération hivernante dont naîtront les adultes du 1^{er} vol de l'année suivante.

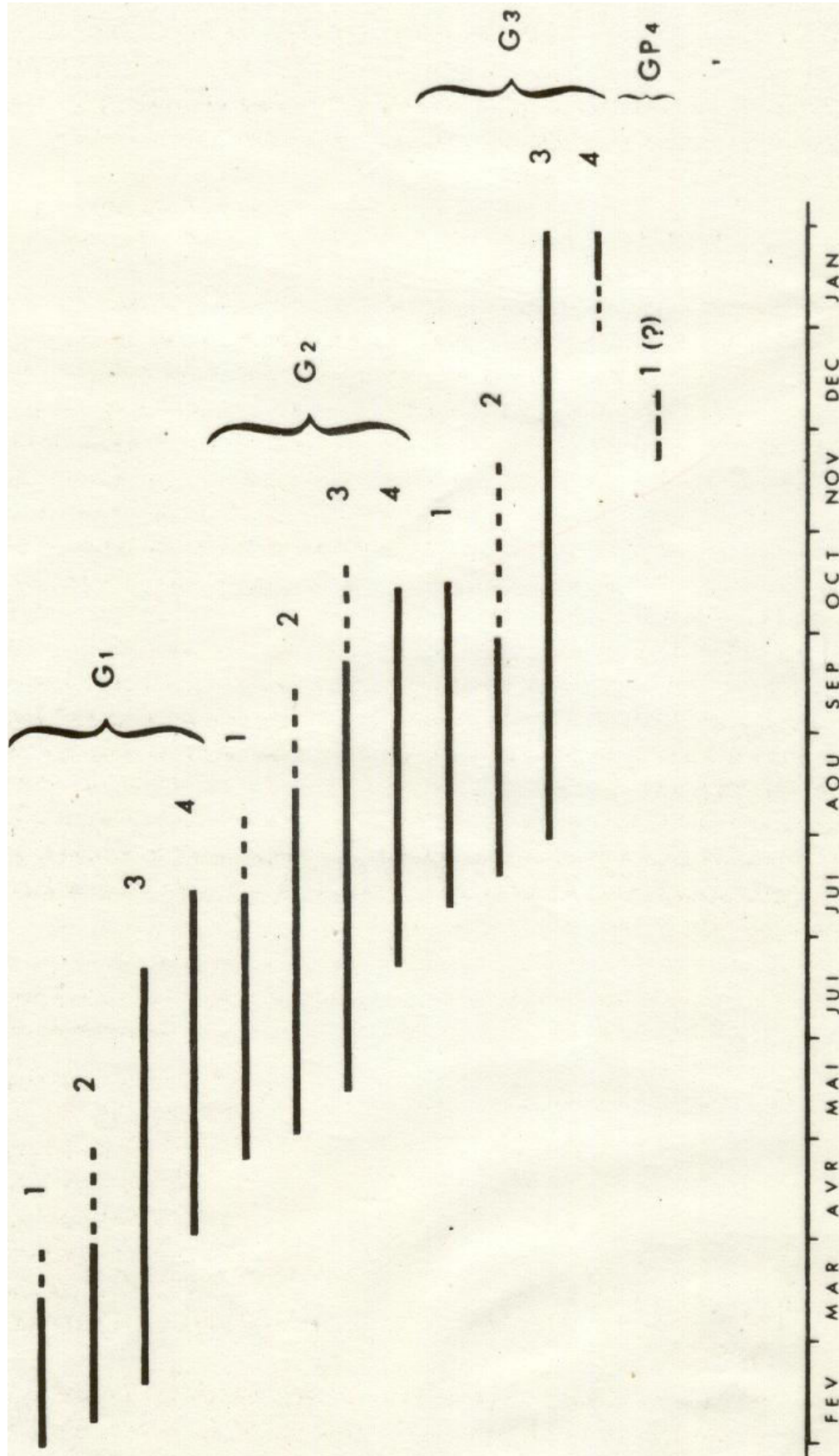
Mais, certaines années au moins (1984, 1986 ?) et d'après les données des relevés démographiques semble se manifester tout en fin de saison l'ébauche d'un quatrième vol. Ces adultes, peu nombreux, seraient issus des premiers insectes du troisième vol. L'hypothèse est plausible si l'on considère les dates d'émergence de ceux-ci (début à mi-juillet selon les années). Une petite partie (parmi la plus précoce) de leur descendance pourrait donc échapper à la diapause, comme d'ailleurs une partie (plus importante) de celle des adultes du deuxième vol. On a vu que des populations de larves présentes dans la nature au début d'octobre, entraient en diapause en totalité, mais nous ne connaissons pas de véritable date limite à partir de laquelle la diapause peut être induite, non plus que le mécanisme qui préside à celle-ci. Cette hypothèse de l'ébauche d'un quatrième vol n'a pu être vérifiée. Mais de toute façon, s'il a vraiment lieu (au moins certaines années) son incidence sur la dynamique des populations peut être considérée comme négligeable. Il se confond pratiquement avec la fin du troisième vol; il ne comporte qu'un petit nombre d'insectes, et ces adultes tardifs finissent par disparaître au cours de la saison hivernale.

Un schéma d'ensemble du cycle est donné à la figure 14. Il fait bien ressortir l'une des principales caractéristiques de ce cycle, qui est le très long échelonnement, pour une même génération, des diverses phases du développement. Ce phénomène a certainement des incidences sur la dynamique des populations, dans la mesure où cet échelonnement, ainsi que la vitesse du développement sont régis par la température. Si on considère par exemple la question de l'hivernage, on peut admettre, même si ce n'est pratiquement guère évaluable que, toutes choses égales par ailleurs, toute aggravation de l'échelonnement et de la durée individuelle de développement se traduit par une augmentation de la proportion des insectes incapables d'arriver en fin de développement larvaire, phase qui apparaît assez nettement comme celle qui permet d'assurer l'hivernage dans de bonnes conditions.

La question du déterminisme de la diapause reste posée. Le phénomène de diapause semble être assez général chez les Scolytides. Mais il est assez surprenant que peu d'auteurs en fassent mention. La diapause intervient à l'état adulte chez *Anisandrus dispar*, dans la sous-famille des *Xyleborinae* (SCHVESTER 1954); pour les *Ipinae* ABGRALL et SCHVESTER (1987), sur les résultats de campagnes de piégeage d'*Ips typographus*, émettent l'hypothèse de l'intervention d'une diapause chez les adultes également, à partir de début à mi-août. Chez les Scolytides, selon les exemples connus, la diapause se produit en fin de développement larvaire. Sur la base de ce que l'on sait actuellement, notamment le travail de SIEBER et BENZ (op.cit.) il semble qu'il faudrait s'orienter sur le rôle des variations de température dans le déterminisme de cette diapause, si une recherche devait être entreprise sur ce point, chez les *Scolytinae*.

Sur le plan pratique, la connaissance du cycle et du développement permet de rationaliser les éventuelles interventions par traitements insecticides. Le début de prénymphose vers début-mi janvier est un fait constant, et une surveillance, peu contraignante, sur ce point peut permettre d'évaluer à l'avance l'époque de l'intervention. Plus simplement, la mise en éclosiers en nature d'échantillons infestés permet aussi d'exercer et de compléter cette surveillance. Il apparaît important d'autre part que ces interventions aient lieu dès le premier vol sans cependant que soient entièrement à négliger des interventions ultérieures. Mais il est clair qu'un traitement efficace contre le premier vol abaisse considérablement les risques d'attaques et leur intensité au cours du vol d'été. Les résultats de premiers essais que nous avons entrepris sur les bases ainsi acquises sont détaillés en annexe, et sont probants.

Nous indiquons aussi que les méthodes, ici exposées, notamment les relevés de composition démographique sont actuellement appliquées à l'étude de *Phloetribus scarabeoides* sur Olivier. Les premiers résultats montrent que cette espèce présente également plusieurs générations annuelles chevauchantes.



- 1 émergence
 - 2 durée totale de ponte
 - 3 développement larvaire
 - 4 développement nymphal
- G génération
 GP génération partielle(?)

Fig.14: Schéma général du cycle biologique de *R. amygdali* d'après les observations faites au Maroc

TROISIEME PARTIE

ESSAI D'ANALYSE DES FACTEURS DE LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE *RUGULOSCOLYTUS AMYGDALI*

- : - : -

Les variations des populations animales ont été observées il ya fort longtemps, et ont été interprétées de façon souvent irrationnelle par l'intervention de facteurs ou de forces surnaturels. Mais à partir de la fin du dix neuvième siècle la dynamique .des populations animales et végétales a fait l'objet d'études qui ont contribué à la définition d'un certain nombre de conceptions dont certaines mettent en avant le rôle primordial des relations biotiques (NICHOLSON et BAILEY 1935, SOLOMON 1949 et 1935 ; et CHAPMAN 1928 (in DAJOZ 1974), alors que d'autres comme celles d'UVAROV (1931) et de BODENHEIMER (1938) (in DAJOZ 1974) dénie un rôle important à ces relations dans la régulation des populations.

Les progrès dans ce domaine ont été réalisés grâce à de nombreuses études sur diverses espèces animales qui ont amené à percevoir que les fluctuations des populations sont régies à la fois par l'intervention de facteurs climatiques et de facteurs liés à l'espèce en cause et à son mode de vie. CHAPMAN en 1931 (in SCHVESTER 1957) développe les notions de "potentiel biotique" et de "résistance du milieu". Il définit le premier comme une "somme algébrique" d'un certain nombre de caractéristiques biologiques qui représentent le "pouvoir dynamique" de l'espèce. Ainsi, le rapport numérique des sexes et la fécondité constituent le potentiel reproductif, principale composante du potentiel biotique.

A l'opposé la résistance du milieu est la résultante des effets d'un certain nombre de facteurs dont chacun limite dans une mesure variable la multiplication de l'espèce. On distingue très généralement deux catégories de facteurs :

- Les facteurs abiotiques: (essentiellement climatiques) température, humidité, lumière, pluie et autres ;
- les facteurs biotiques dont les principaux sont la compétition intraspécifique, l'action des ennemis naturels (prédation et parasitisme), et les caractères de la plante-hôte.

Nous avons d'autre part effectué un certain nombre d'observations sur les ennemis naturels et un essai d'estimation de leur incidence sur les populations de Scolytes. Enfin nous avons examiné les relations entre l'insecte et la plante-hôte, ceci sous divers aspects qui sont détaillés en tête du chapitre III.

I. LE POTENTIEL REPRODUCTIF DE *R AMYGDALI*

Nous tentons dans ce qui suit, une approche de la définition des éléments principaux du potentiel biotique à savoir le rapport numérique des sexes, et la fécondité. Par confrontation avec les taux de multiplication effectifs, ces données peuvent permettre d'examiner l'action de divers facteurs et d'en donner une mesure au moins relative.

Les résultats de nos études sur ces points revêtent en fait deux aspects :

- un essai d'évaluation proprement dit;
- un aspect méthodologique.

I.1. Le rapport numérique des sexes

I.1.1 Méthode d'étude

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 les insectes à dimorphisme sexuel très prononcé il est facile à déterminer. Chez *R. amygdali* BALACHOWSKY (1949) indique un dimorphisme relativement accusé: en effet les femelles, généralement de grande taille, ont un front faiblement pubescent, affaissé et pourvu en son milieu d'une arête réduite ou partiellement cachée par la pilosité frontale (fig. 4).

Nous avons tenté une détermination des sexes d'abord sur la base du seul critère de taille, estimée à vue, sans mesure précise, les insectes étant seulement classés en "grande" et "petite" taille. Plusieurs échantillons d'insectes émergés lors de nos observations sur la chronologie des émergences en 1981, 82, 83, 84, 85 ont fait l'objet de ce classement.

Nous avons d'autre part cherché à vérifier la validité du critère de taille, en procédant à la dilacération rapide sous binoculaire pour identification du sexe d'après les organes génitaux sur quelques échantillons arbitrairement limités à 200 insectes. (100 classés "petite taille" et 100 classés "grande taille").

Enfin, sur deux échantillons de populations naturelles nous avons confronté le critère de taille à celui, d'une part de l'examen de la carène frontale, observant si elle était bien (femelles) ou peu (mâles) importante, observation suivie d'autre part de la dilacération pour vérifier le sexe.

Nous n'avions précédemment retenu que deux catégories d'individus: ceux de grande et de petite taille. Mais en raison d'une assez forte marge d'imprécision due essentiellement aux difficultés de classer a priori un certain nombre d'insectes de taille intermédiaire, nous avons constitué une troisième catégorie de taille "moyenne".

I.1.1 Résultats et discussion

Le tableau 15 résume les résultats des tentatives d'identification des sexes selon le seul critère de taille, pour différents vols en différents sites.

D'après ces résultats, on pourrait admettre que le rapport numérique des sexes chez *R. amygdali* est voisin de 1. Il s'est montré toutefois assez inférieur (jusqu'à 0,7) dans quelques cas, surtout lorsque les effectifs examinés sont peu importants.

La confrontation du critère de la taille avec la dilacération montre que ce critère est relativement assez précis.

Si l'on considère d'une part le rapport numérique des sexes réel de cet ensemble d'échantillons (1,24) et d'autre part le rapport des sexes tel qu'il résulterait du critère de taille (1,14) l'erreur d'appréciation par le critère de taille serait de l'ordre moyen de 9 à 10 %.

Originaire de l'échantillon	Classement Selon la taille	Sexe selon dilacération	
		Mâles	femelles
Tafraout 1 ^{er} vol 83	Petite taille	87	13
	grande taille	24	76
Tafraout 2 ^{ème} vol 83	Petite taille	89	11
	grande taille	19	81
Beni Mellal 1 ^{er} vol 83	Petite taille	83	17
	grande taille	31	69
Beni Mellal 2 ^{ème} vol 83	Petite taille	71	29
	grande taille	39	61

Les résultats de la triple confrontation des critères de taille, de la carène frontale et de dilacération sont donnés au tableau 16.

Il en ressort d'une part que les insectes classés en taille moyenne, sont en grande majorité des femelles, d'autre part, que le critère de la carène frontale permet un sexage assez précis. Pour les échantillons que nous avons observés, l'exactitude dans la détermination des sexes par ce moyen est de l'ordre de 99%.

Selon les échantillons, le rapport des sexes paraît quelquefois assez variable. (Il est même de 0,54 seulement pour l'échantillon n°1 du tableau 16). Il oscille cependant bien autour de 1 pour la plupart d'entre eux. Moyennant quelques réserves nous pensons pouvoir considérer cependant que le rapport numérique des sexes chez *R.amygdali* est de l'ordre de 1, comme celui des espèces les plus proches *R.rugulosi* et *R.mediterraneusi*. Ceci concorde d'ailleurs avec le fait que l'espèce est monogame.

Du point de vue méthodologique, la distinction des sexes sur la base de la taille des insectes, peut, malgré son imprécision, conserver un certain intérêt, pour les échantillons relativement importants. Mais dans les cas où la dissection qui est destructive n'est pas possible, si l'on désire garder les insectes vivants à l'occasion de mise en élevages par exemple, l'observation de la carène frontale sous binoculaire constitue probablement un critère plus fiable que la taille.

I.2. La fécondité

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 pondreuse, 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 puis fixés par une substance "ciment" sécrétée par la femelle et mélangée à des débris de moulure. Les galeries peuvent ainsi être déblayées par la femelle mère (aidée par le mâle chez certaines espèces) sans que les œufs soient expulsés à l'extérieur. Selon les espèces les œufs sont plus ou moins rapprochés les uns des autres.

TABLEAU 15 – SEXAGE DE R.AMYGDALI SELON LE CRITERE DE TAILLE

Origine de l'échantillon	Nombre d'insectes		Rapport numérique
	Petite taille (Mâles)	Grande taille (Femelles)	
Tafraout 1 ^{er} vol 1981	3380	3370	1,00
Tafraout 2 ^{ème} vol 1981	2060	1938	1,06
Tafraout 1 ^{er} vol 1982	1802	1785	1,01
Tafraout 2 ^{ème} vol 1982	162	189	0,86
Tafraout 3 ^{ème} vol 1982	159	227	0,70
Beni Mellal 1 ^{er} vol 1982	1228	1262	0,97
Beni Mellal 2 ^{ème} vol 1982	207	164	1,26
Beni Mellal 3 ^{ème} vol 1982	90	93	0,97
Tafraout 1 ^{er} vol 1983	1519	1482	1,02
Tafraout 2 ^{ème} vol 1983	696	683	1,01
Tafraout 3 ^{ème} vol 1983	287	354	0,81
Beni Mellal 1 ^{er} vol 1983	199	251	0,79
Tafraout 1 ^{er} vol 1984	633	627	1,01
Tafraout 2 ^{ème} vol 1984	503	625	0,80
Tafraout 1 ^{er} vol 1985	614	754	0,81
Tafraout 2 ^{ème} vol 1985	471	653	0,90

**TABLEAU 16 : SEXAGE DE R. AMYGDALI SELON LE CRITERE
DE LA CARENE FRONTALE**

<u>ORIGINE DE L'ECHANTILLON</u>	<u>TAILLE</u>	<u>EFFECTIFS</u>	<u>SEXE</u>		<u>SEXE</u>	
			<u>SELON CARENE FRONTALE</u>		<u>SELON DILACERATION</u>	
			<u>MALES</u>	<u>FEMELLES</u>	<u>MALES</u>	<u>FEMELLE</u>
TAFRAOUT 1 ^{er} VOL 1984	Petite	142	139	3	124	18
	Moyenne	96	14	82	18	78
	Grande	215	14	201	23	192
		453	167	286	165	288
TAFRAOUT 2 ^{ème} VOL 1984	Petite	271	264	7	247	24
	Moyenne	110	18	92	20	90
	Grande	195	0	195	13	182
		576	282	294	208	296

Or, de nombreux facteurs, peuvent conditionner la ponte. 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 (degré d'humidité, ou comme l'a mis en évidence CHODJAI pour *R. mediterraneus* dureté du bois) etc., et aussi facteurs liés à l'état physiologique des individus.

Le nombre d'œufs pondus par femelle varie considérablement non seulement d'une espèce à l'autre, mais aussi entre individus de la même espèce. Les données ci-après sur la fécondité des espèces les plus proches de *R. amygdali* l'indiquent bien.

Espèce	Fécondité moyenne	
<i>R. rugulosus</i>	26 à 92 oeufs	sur cerisier (Schvester 1957)
<i>R. mediterraneus</i>	14 à 66 oeufs	sur prunier (Gurevitz 1976)
<i>R. mediterraneus</i>	20 à 103 oeufs	sur plusieurs espèces (Chodjaï 1963)

On ne dispose actuellement que de très peu d'informations sur la fécondité de *R. amygdali*. Seul BALACHOWSKY (1949) indique 'avoir observé 30 à 50 couloirs larvaires par galerie de ponte lors de ses prospections au Maroc.

On ne peut évaluer la fécondité par comptage direct des oeufs contenus dans les ovaires, ceux-ci étant de type acrotrophique avec maturation graduelle des ovocytes CHODJAI (1963) pour *R. mediterraneus* observe que les dissections ne laissent jamais apparaître que 1 à 5 ovocytes par ovariole. Nous avons d'ailleurs constaté la même chose pour *R. amygdali*.

Il est d'autre part impossible, chez les Scolytides, d'obtenir le dépôt des œufs ailleurs que dans une galerie forée dans une branche ou un tronc. Nos essais d'élevage sur milieu artificiel ont échoué, comme ceux de nombreux autres auteurs. Ce milieu était de composition semblable de celle donnée par CARLE (1969) pour l'élevage des larves de *Pissodes notatus* L. et par TEURLAY (1979) pour celui des larves de *Ips acuminatus* Gyll., mais en substituant du liber moulu d'amandier à celui de pin et coulé en boîtes de Pétri. Les essais ont été tentés avec deux formules de compacité différente.

Quelques tentatives de pénétration ont lieu surtout sur le milieu le plus compact, mais les insectes meurent assez rapidement sans avoir pondu.

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 femelle, ce que nous avons tenté par dénombrement des encoches de ponte.

1.2.1. Méthode d'étude

Nos observations portent sur 10 lots de branches (138 tronçons au total) choisies arbitrairement parmi celles que nous avons utilisé pour l'étude de la composition démographique, celle de la chronologie des émergences. et celle de l'hivernage. L'ensemble a totalisé 1.062 galeries maternelles.

Après écorçage soigneux on a procédé pour chacune de ces 1.062 galeries à un comptage minutieux sous binoculaire des encoches de ponte. On a pris 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 long et contraignant.

1.2.1. Résultats et discussion

Le tableau 17 montre que le nombre d'œufs pondus par *R.amygdali* est effectivement très variable selon la génération, l'année, la région et les conditions de ponte. Les extrêmes que nous avons relevés sont respectivement de 20 et 75 œufs par femelle. La moyenne estimée avec un intervalle de confiance de 95 % est d'environ 30 (moyenne estimée, en éliminant les lots 4 sur abricotier - et 5- données d'élevage - afin d'obtenir une estimation sur amandier seulement et dans les conditions de la nature). Une autre estimation portant sur les lots des tableaux 12 et 12 bis de branches soumises aux expériences d'hivernage donne une moyenne de 30, avec intervalle de confiance de 95 %.

A Taфраout, la fécondité moyenne paraît nettement plus élevée entre 1980 à 1983, qu'en 1984 et 1985. Ceci est dû probablement à la bonne répartition des pluies enregistrées dans la région en 1984 et 1985. Elles auraient permis aux arbres de reprendre leur vigueur, et perturber en conséquence le comportement de nutrition et de ponte chez le scolyte.

Les femelles du dernier vol se montrent généralement plus fécondes que celles du premier et du deuxième vol. A Beni Mellal elles sont capables de pondre 50 à 60 œufs par femelle, tandis qu'à Taфраout, elles ne dépassent pas 40 œufs par femelle.

Les histogrammes de distribution selon la fréquence 5 des femelles de *R.amygdalii* selon l'intensité de la ponte semblent indiquer que cette distribution est normale. La figure 15 en donne des exemples.

Par ailleurs, nous avons procédé au calcul du coefficient de corrélation "r" entre le nombre d'encoches de ponte et la longueur de la galerie maternelle pour 9 des lots, puis nous avons testé sa conformité selon la formule indiquée au tableau 17. Il semble effectivement exister une corrélation entre le nombre d'encoches de ponte et la longueur de la galerie maternelle, toutefois le coefficient de corrélation est extrêmement variable, selon les lots, et même assez faible, (lots 2 et 10 par exemple) ou non significatif pour certains d'entre eux. (Lot 13).

Il en résulte du point de vue méthodologique que la longueur de la galerie maternelle n'est guère utilisable pratiquement pour une estimation précise et fidèle de la fécondité. Les variations de la forme de cette galerie : en S, en fer à cheval, en accolade, faucille etc., peuvent être à l'origine d'erreurs dans le calcul de la longueur, même avec la précaution que nous avons prise dans les cas de galeries non absolument rectilignes d'en déterminer préalablement la longueur réelle au moyen d'un fil épousant les sinuosités

II. LES ENNEMIS NATURELS

Par le nombre d'espèces et la variété de leurs adaptations, les ennemis naturels des Scolytides constituent une faune particulièrement intéressante.

TABLEAU 17 : FECONDITE DE R. AMYGDALI. RELATIONS AVEC LA LONGEUR DE LA GALERIE MATERNELLE

N° du lot	Origine des branches	Nbre des branches	Nbre de galeries maternelles	ENCOCHES DE PONTE				GALERIES MATERNELLES			Coeff de Corr "r"	Test de conformité de Coefficient "r" (2)			
				Moy.	Total	Ecart. type	Ecart. Type Corr.	Moy.	Total	Ecart. Type		Ec.type Corr.	tobs	to,975	signif
1	TAZAKA génération hivernante dernier vol 1980	20	56	40,32	2258	9,83	9,92	1,13	63,4	0,29	0,29	0,62	5,85	2	**
2	TAZAKA génération hivernante dernier vol 1981	14	104	32,88	3420	9,94	9,99	1,12	116,59	0,29	0,29	0,32	3,43	1,97	**
3	TAZAKA génération printanière premier vol 1982	10	103	24,95	2570	8,95	8,99	0,898	92,49	0,23	0,23	0,18	1,90	1,97	-
4	BENI AYAT génération hivernante dernier vol 1981	9	113	53,99	5993	11,80	11,86	0,937	103,99	0,24	0,24	0,84	16,03	1,97	**(1)
5	BENI AYAT génération printanière	8	44	75,5	3323	41,9	42,38	1,24	54,62	0,62	0,63	0,86	11,17	2	**
6	TAZAKA génération hivernante dernier vol 1982	43	213	38,26	8151	15,93	15,96	0,85	181,19	0,26	0,26	0,53	9,05	1,96	**
7	BENI AYAT (génération hivernante)	7	39	58,48	2281	8,98	9,1	0,867	33,82	0,25	0,25	0,77	7,34	2,04	**
8	TAZAKA génération printanière 1er vol 1983	3	28	35,1	983	8,56	8,88		Non observé						
9	ADEI AFLAWADEL génération Printanière 1er vol	14	189	20,51	3883	10,09	10,12	1,00	188,51	0,41	0,41	0,54	8,75	1,97	
10	ADEI AFLAWADEL génération estivale dernier vol 1985	10	173	27,4	4739	20,25	20,31	1,25	216,28	1,23	1,52	0,29	3,99	1,97	**

(1) : Observations sur branches d'abricotier. Tous les autres lots sont d'amandier / (2): $t.obs = |r| \sqrt{n-2} / \sqrt{1-r^2}$

nombre d'insectes

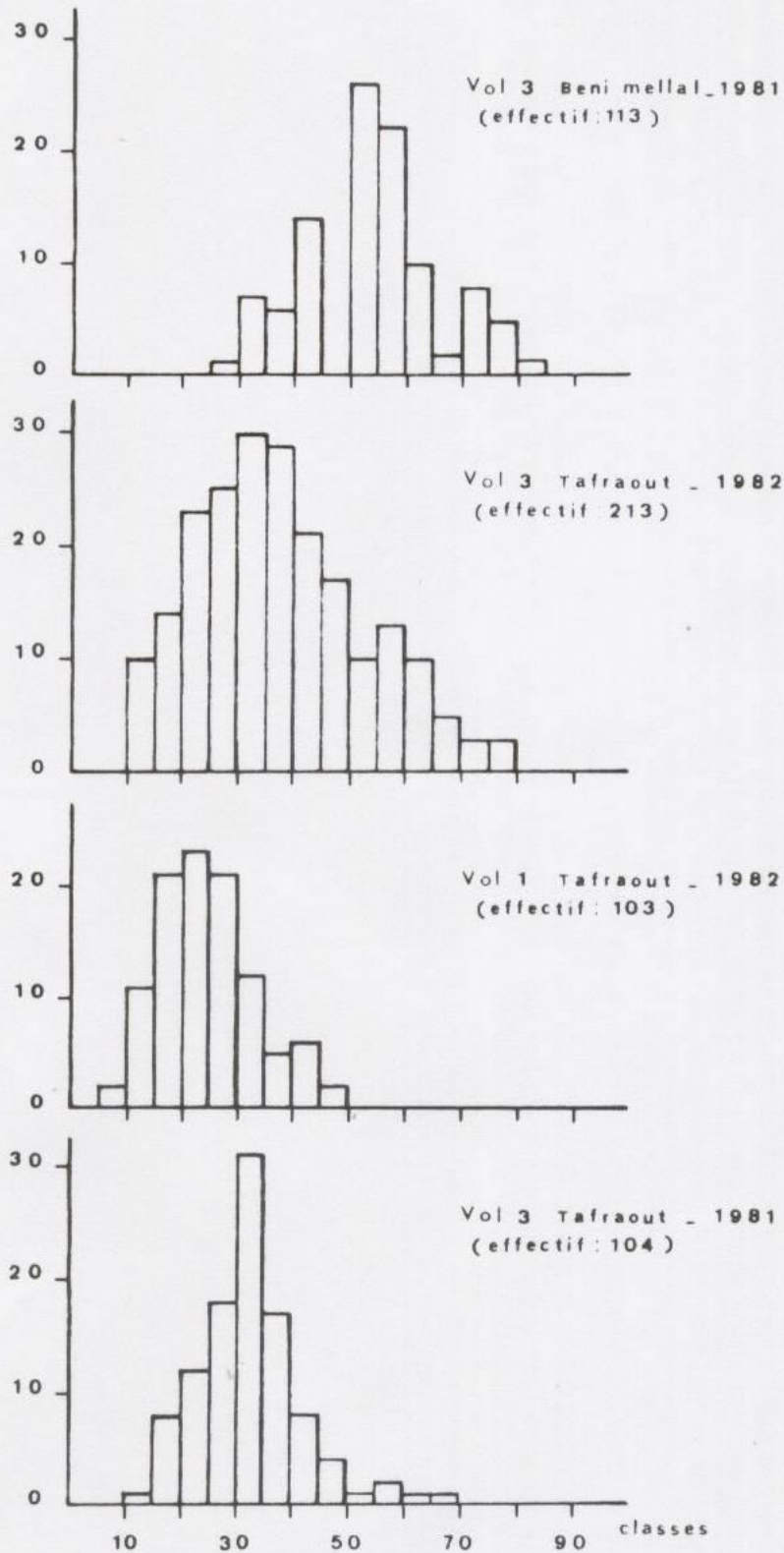


Fig. 15 : Exemples de distribution selon l'intensité de la ponte chez quatre lots de femelles de R. amygdali

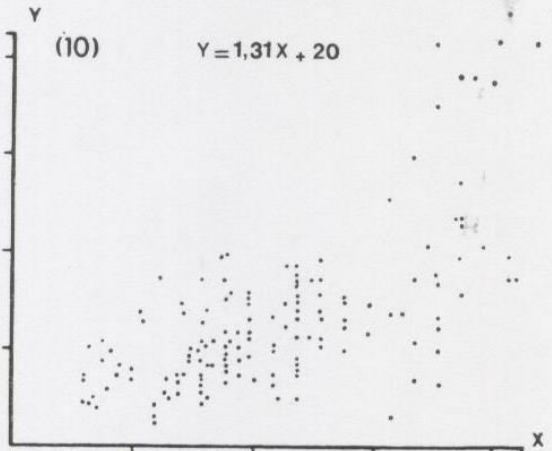
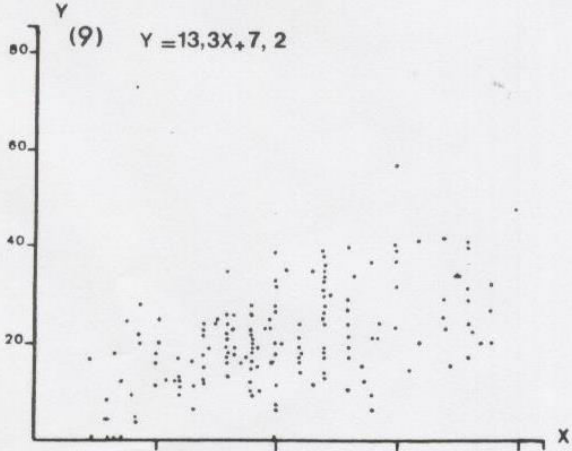
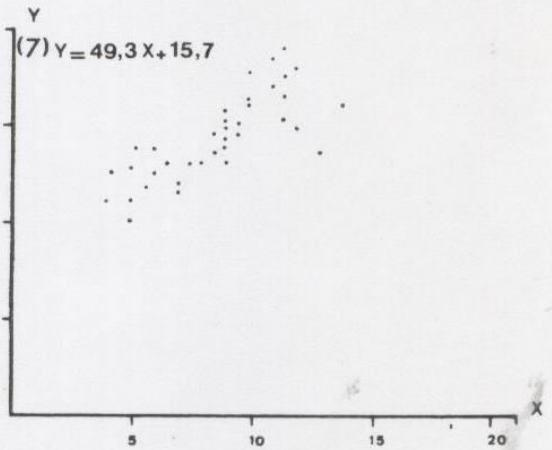
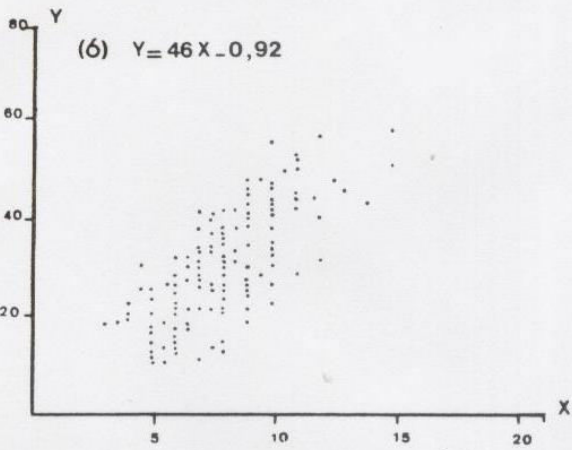
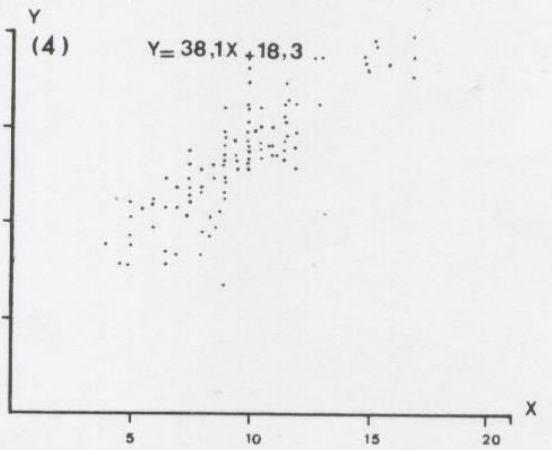
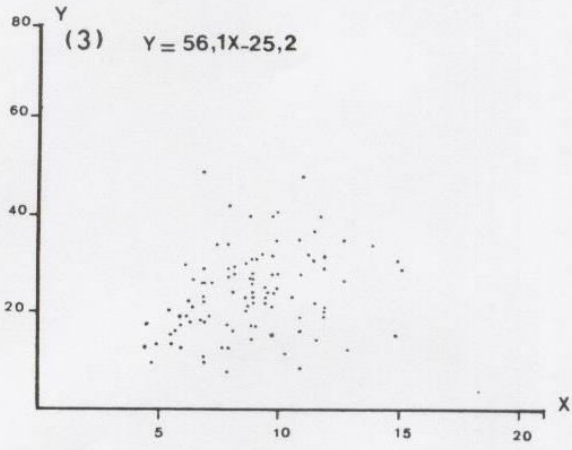
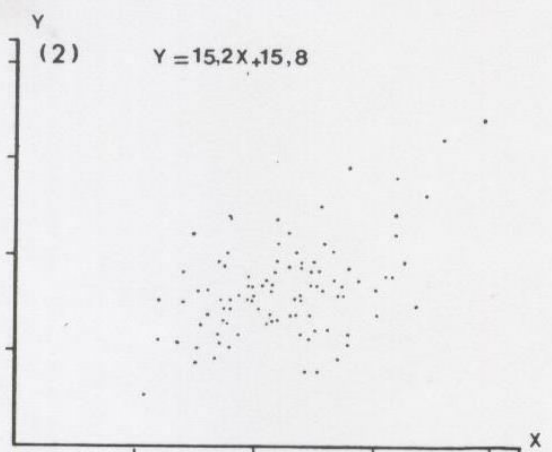
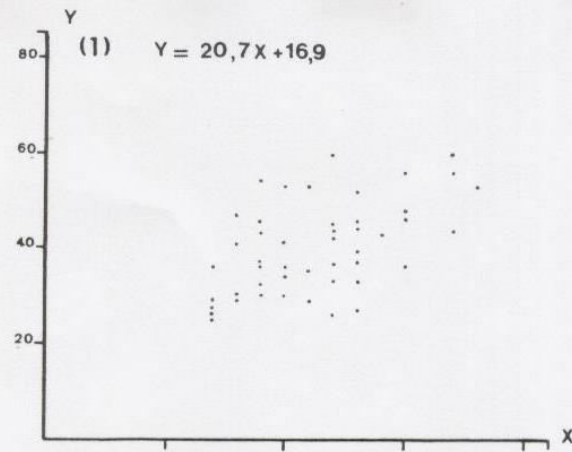


Fig. 16 : Nombre d'encoches de ponte (x) en fonction de la longueur de la galerie maternelle chez *R. amygdali* (y) exprimée en mm. Les chiffres entre parenthèses indiquent les n° des lots signalés au tableau 17.

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 quelques auteurs comme D. SCHVESTER sur *R.rugulosus* (1957), LIEUTIER sur *Ips typographus* et *Ips sexdentatus* (1978, 1979, 1980), BEAVER sur *Scolytus scolytus* (1968) et BERRYMAN sur *Scolytus ventralis* (1967). D'autres auteurs comme GRAHAM, GOIDANICH (in SCHVESTER 1957), RUSSO (1938), PICARD (1921), CHODJAI (1963) NIKOL'SKAYA (1952) et HEDQVIST (1963), n'ont étudié la question que plus succinctement, sous forme d'observations biologiques d'ordre général, ou de descriptions le plus souvent sommaires, mais, pour certains auteurs, assez détaillées (RUSSO par ex.) 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 à *R.amygdali* dans les deux régions d'étude 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 nos observations sur leur constance et sur leur incidence sur *R.amygdali*.

II. 1. Espèces rencontrées

Nous avons observé en de rares occasions des Nématodes qui n'ont pu être déterminés, des Acariens en particulier des Tarsonémides du genre *Pyemotes* et un certain nombre d'insectes dont un Coléoptère Cucujide *Cryptolestes fractipennis* MOTSCHULSKI (1), et plusieurs espèces d'Hyménoptères (1) à savoir :

Parmi les Térébrants

- *Eurytoma arctica* BOHEMAN = *E.euricoma* MAYR (*Eurytomidae*)
- *Eurytoma morio* BOHEMAN (*Eurytomidae*)
- *Raphitelus maculatus* WALKER (*Pteromalidae*)
- *Cheiopachus quadrum* (F) = *C.colon* L (*Pteromalidae*)
- *Cerocephala eccopotogastri* MASI = *C.cornigera* WEST (*Pteromalidae*)

Parmi les Aculéates

- *Cephalonomia hypobori* KIEFFER (*Bethylidae*)

Les Nématodes, les Acariens et *C. fractipennis* en raison de leur caractère très sporadique n'ont pu être l'objet d'observations suivies. Nous avons cependant pu recueillir quelques éléments sur l'incidence des *Pyemotes* et du Cucujide sur l'insecte (cf. II.4).

Les Hyménoptères parasites ont pu être un peu mieux étudiés et ce qui suit leur est pour la plus grande part consacré.

(1) Les déterminations ont été faites par F. HERARD (U.S.D.A. European Parasite Laboratory-SEVRES) pour le Cucujide et par M. BOUCEK (Commonwealth Institute of Entomology-LONDRES) pour les Hyménoptères. Nous les prions tous deux de recevoir tous nos remerciements très sincères pour leur intervention.

II.1.1. Nématodes

Au cours de l'étude, nous avons eu l'occasion d'observer sur des échantillons de populations de *R.amygdali* provenant de Tafraout comme de Beni Mellal, un nombre très faible de larves âgées et prénymphe de couleur brune, paraissant malades ou parasitées par un endoparasite.

La dissection de quelques unes de ces larves a révélé l'existence de Nématodes dans le tube digestif. Mais compte tenu des conditions dans lesquelles se déroulait notre travail il ne nous a pas été possible d'identifier ce Nématode ni d'en pousser l'étude, et nous nous bornons à signaler le fait en rappelant seulement que le parasitisme par Nématodes est assez courant chez les Scolytides, et qu'il a été l'objet de nombreuses études, dont, en particulier celles de RUHM (1956), de D. SCHVESTER (1957), de LIEUTIER (1983), et d'autres auteurs.

Cependant nous pensons que les individus rencontrés ne seraient que des espèces surtout phorétiques capables cependant de causer certains dommages à l'épithélium intestinal comme l'ont constaté RUHM et CHARARAS (1957) pour *Parasitorhbaditis hectographi* chez *Dryocoetes hectographus* Reitt, et NICKLE (1963) pour *Parasitorhbaditis* sp. chez *Ips confusus* (in LIEUTIER 1983). LIEUTIER (1983) considère ce genre de Nématodes comme de véritables parasites mais facultatifs d'*Ips sexdentatus*.

II.1.2. 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 *Phloeotribus scarabeoides* par RUSSO, (1939). D'autres paraissent seulement phorétiques et sont transportés par les imagos sur les élytres, les fémurs ou à la face inférieure de l'abdomen des adultes de Scolytides. (Exemple : cas de certains Acariens non déterminés signalés sur *R. rugulosus*).

En ce qui concerne plus spécialement les Scolytes des arbres fruitiers, de nombreuses formes ont été également observées, mais deux surtout furent décrites par plusieurs auteurs (BRUKER 1900, HERFS 1926, ANDRE 1936, OUDEMANS 1936, VOUKASSOVITCH 1936 in SCHVESTER 1957).

Il s'agit de *Pyemotes* (= *Pediculoïdes*) *ventricosus* (NEWP) et *P. scolyti* (OUD) (*Tarsonemidae*). 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 cinquième article de la paire de pattes antérieures. Indiquons aussi que BEAVER (1967) observe *P. scolyti* sur *Scolytus multistriatus*.

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 cours de nos investigations nous avons observé une espèce du même groupe sans pouvoir exactement la déterminer. 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.

Le cycle de cette espèce semble correspondre à celui décrit par différents auteurs pour *P. scolyti* ou *P. ventricosus* (1).

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 divers auteurs (HERFS in SCHVESTER 1957) certains individus présentent une parhénogenèse arrhénotoque facultative.

P. scolyti ou *P. ventricosus* sont considérés comme polyphages. D'après les essais de SCHVESTER en élevages, ils peuvent attaquer outre des Scolytides (*R. rugulosus*, *A. dispar*, *Scolytus* sp. etc.) des Buprestides, des Cérarnbycides, des Calandres, des Charançons, des Cucujides, des Tenebrionides, des Diptères et même des larves d'Hyménoptères parasites pour *P. ventricosus*.

L'espèce que nous avons observée 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.

II.1.3. Coléoptères

De nombreuses espèces de Coléoptères sont signalées en association avec des Scolytides mais dans la majorité des cas, sauf pour les *Cleridae* et certains *Rhizophagidae* leurs mœurs prédatrices, ne sont pas toujours clairement établies. Il s'agirait plus, pour beaucoup, d'espèces commensales plus ou moins détriticoles. Selon plusieurs auteurs, notamment 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 S, 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 *Laemophilus ferrugineus* STEPH (Cucujidae).

Sur amandier, associé à *R. amygdali* nous n'avons observé que le seul *Cryptolestes fractipennis*. C'est une espèce rare et peu étudiée, qui n'avait pas été signalée sur *R. amygdali* jusqu'à notre première étude au Maroc en 1983.

La larve est de type campodéiforme, de 2 à 5 mm de longueur, d'une couleur blanche ou jaune, et de forme cylindrique. Nous l'avons 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.

(1) Ce qui suit faisant référence à des auteurs antérieurs à la révision de CROSS et MOSER, nous continuons de les appeler ainsi, en dépit de la réserve formulée ci-dessus.

II.1.4. Hyménoptères parasites

C'est dans l'ordre des Hyménoptères (Aculéates et Térébrants) que se trouvent les plus importants des ennemis naturels des Scolytides. Ils comptent parmi les plus constants et les plus abondants et s'attaquent principalement aux larves déjà bien développées, prénymphe et nymphe. Ils sont rarement spécifiques mais peuvent avoir une préférence 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. SCHVESTER (1957) sur *R.rugulosus*, GUEREVITZ (1979) sur *R.mediterraneus*, RUSSO (1939) sur *P.scarabeoides* et autres 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.

Le catalogue de THOMPSON (1950) mentionne 23 espèces réparties en 17 genres pour *R.rugulosus* pour divers pays d'Europe et le Canada et 12 espèces, réparties en 10 genres pour *R. amygdali* (en Europe seulement).

Toutes les espèces mentionnées plus haut sont déjà connues pour être parasites de divers Scolytides.

II.1.4.1. Eurytomidae

La famille des *Eurytomidae* regroupe des Chalcidiens d'une grande diversité comportementale. 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* nous avons observé deux espèces: *Eurytoma arctica* BOHEMAN (Syn *Eurytoma auricoma* MAYR) et *Eurytoma morio* BOHEMAN décrites notamment par HEQVIST en 1963.

- *E.arctica* est une espèce polyphage qui peut s'attaquer outre aux Scolytes, aux Bruches et aux Charançons. Elle est signalée sur *S.murtistriatus*, *Tomicus piniperda*, *Hylesinus crenatus* F, *Hylesinus fraxini* P, *Ips typographus* et *Orthotomicus proximus* E. Elle peut se comporter en hyperparasite.
- *E.morio* est signalée sur *Scolytus mali* BECHST, sur *Pityogenes chalcographus*, *Ips typographus*, *Hylesinus fraxini*, et *R.mediterraneus* ainsi que *R.rugulosus*. Selon CHODJAI (1963) 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 *Coeloides bostrychorum* et *C.melanotus* (Hym. Braconidae parasites d'*Hylesinus fraxini*).

Ces deux espèces se distinguent entre elles par les mandibules relativement moins grandes, et les palpes labiaux moins développés chez *E.arctica* que chez *E.morio*.

Les deux espèces apparaissent très peu abondantes dans les conditions de nos observations. En fait nous n'avons rencontré qu'un seul individu de chacune d'elles, à Tafraout et en 1981 seulement, et aucun autre *Eurytomide* ne s'est jamais manifesté dans nos échantillons, alors que selon différents auteurs certaines espèces peuvent être considérées parmi les plus importantes et les plus efficaces comme c'est le cas d'*Eurytoma mali* RUS, signalée sur les Scolytes de l'Olivier et de l'Amandier, *Eurytoma* sp., parasite commun des Scolytides des arbres fruitiers (PICARD 1921, GUEREVITZ 1975) et des Conifères (CHARARAS 1962).

II.1.4.2. Pteromalidae

- ***Raphitelus maculatus* WALK** : sa morphologie et son anatomie sont détaillées par RUSSO (1938) et HEDQVIST (1963).

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 et parfois même de Charançons (cas de *Pissodes* sp). Signalée en France comme parasite de *R. amygdali*, *R. rugulosus* et *Hypoborus ficus*. En Angleterre sur *Scolytus mali*, en Bulgarie sur *S.mali* et *R. rugulosus* ; en Italie sur *P.scarabeoides*, *H.oleiperda* et *H.fraxini*; en Sicile sur *Ramysdali*, *Hylesinus vestitus*; en Pologne sur *R.rugulosus* et *H.fraxini* ; en Roumanie et en U.R.S.S. sur *R.rugulosus* et enfin en Iran et en Israël sur *R.mediterraneus*.

Nous n'avons jamais trouvé qu'un seul individu de cette espèce (à Tafraout en 1981).

- ***Cheiropachus qudrum* (F)** : la morphologie et l'anatomie de ce parasite sont décrites en détail par RUSSO (1938) et HEDQVIST (1963).

Taille 2 à 4,5 mm. Les adultes présentent une couleur noir-métallique, les ailes antérieures portent deux taches brunes.

Les larves sont plus grandes, plus ou moins étroites, plus allongées, moins élargies au milieu, que celles des autres parasites rencontrés et courbées parfois en arc sans replis latéraux. Leur pilosité est très réduite, elle se compose d'épines courtes. Lorsqu'elles sont très grosses leurs segments abdominaux sont assez distendus et distincts ventralement.

C'est un parasite des larves âgées de différentes espèces de Scolytides comme *P.scarabeoides*, *H.oleiperda* , *R.amygdali* (PICARD 1921, RUSSO 1938, HEDQVIST 1963), *R.rugulosus* (PICARD 1921, SCHVESTER 1957), *R. mediterraneus* (CHODJAI 1963, G-VITZ 1970), *I.typographus*, *Dryocoetes autographus* RATZ et *Phloesinus bicolor* (CHARARAS 1962) .

C'est une espèce protandrique polyvoltine à développement plus rapide que celui de son hôte (2 générations peuvent se succéder sur une même génération du Scolyte), qui se comporte en ectoparasite paralyseur. La répartition de l'espèce est très large, elle a été signalée en Europe, en Turkestan, en Afrique du Nord, aux U.S.A. au Canada et en Amérique latine. Selon GUREVITZ l'effectif des émergents en Israël est très important vers le mois de mars (1^{er} vol) et faible en mai (2^{ème} vol) et en août (3^{ème} vol).

Au Maroc l'espèce a été rencontrée aussi bien à Tafraout qu'à Beni Mellal, dans des proportions qui varient d'une année à l'autre, et d'une génération à l'autre pour la même année.

- ***Cerocephala eccopotogastri* MASI** : C'est l'une des espèces la plus rencontrée sur *R. amygdali* dans les échantillons prélevés à Tafraout et à Beni Mellal

Connue d'Italie sur *R. amygdali* , *Hylesinus oleiperda*, *H fraxini*, *P.scarabeoides*; et de Sicile sur *R. amygdali* et sur *H. vestitus*. C'est un parasite solitaire dont les larves apodes sont trapues, vermiformes, de couleur le plus souvent grise. Celles-ci se comportent également en ectoparasites des larves, des prénymphe et des nymphes du Scolyte.

II.1.4.3. Bethylidae

- *Cephalonomia hypobori* KIEFFER a été décrite par RUSSO en 1938 sur *Phloeotribus scarabeoides*.

C'est une espèce commune à plusieurs Scolytides: 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.

II. 2. Inventaires quantitatifs des Hyménoptères parasites

Nous donnons (tableaux 18 et 18 bis) des relevés quantitatifs des espèces d'Hyménoptères parasites rencontrées à l'occasion des examens d'échantillons prélevés dans la nature dans la première décade de chaque mois.

En sont exclus les *Eurytoma* et *R. maculatus* qui n'ont été observés qu'en un seul exemplaire.

L'importance des échantillons est assez variable (le nombre de systèmes explorés est donné aux tableaux). Il apparaît cependant assez nettement que *C.hypobori* est l'espèce la plus constamment représentée, et, le plus souvent, la plus abondante, même en 1982 à Taфраout en dépit de ce que semble indiquer le tableau 18: les effectifs donnés sont en fait ceux des Scolytes détruits par chacune des espèces.

Pour ce qui concerne *C. quadrum* et *C. eccopotogastris* parasites solitaires, ils correspondent bien à l'effectif réel des hyménoptères.

Mais pour *C.hypobori* dont plusieurs larves peuvent parasiter un même hôte, l'effectif réel observé est sensiblement plus élevé: il était par exemple à Taфраout en 1982 de 615 en février, de 145 en mars, et de 945 en juin tous stades confondus (voir tableau 19). En fait un "sondage" précis effectué en 1982 et portant sur 70 logettes de nymphose profondes du scolyte recélant le parasite, a donné une moyenne de 4 larves du parasite par logette.

C. eccopotogastris s'est révélée moins constante (très peu représentée dans les échantillons de Beni Mellal), de même que *C. quadrum* lequel semblerait toutefois mieux représenté à Beni Mellal qu'à Taфраout.

Le rapport : **Effectif des divers parasites / Nombre de systèmes de galeries examinés**

présente aussi d'importantes variations d'une année sur l'autre, à périodes équivalentes. Ceci peut avoir pour cause dans, certains cas au moins, l'échantillonnage. Il est à remarquer cependant que le phénomène intervient même dans des cas où des nombres importants de systèmes de galeries ont été examinés (comparer par exemple la période mai-juin en 1982 et 1984).

TABLEAU 18 : INVENTAIRE QUANTITATIF DES HYMENOPTERES PARASITES DE R. AMYGDALI (TAFRAOUT)

Dates (mois)	Nbre Syst.	Nbre de larves de Scolyte parasitées			Dates (mois)	Nbre Syst.	Nbre de larves de Scolyte parasitées			Dates (mois)	Nbre Syst.	Nbre de larves de Scolyte parasitées		
		C.H	C.E	C.Q			C.H.	C.E.	C.Q			C.H.	C.E.	C.Q
02.82	374	296	431	11	01.84	50	140	0	0	01.86	23	17	3	2
03.	132	148	322	22	02.	45	3	1	3	02.	41	18	2	13
04.	131	0	0	0	03.	117	25	50	54	03.	21	2	0	0
05.	121	68	71	0	04.	124	0	0	0	04.	30	0	0	0
06.	216	423	349	6	05.	139	15	12	11	05.	18	6	6	3
07.		Non observé			06.	124	2	8	9	06.	9	5	2	1
08.	146	39	8	0	07.	37	5	2	2	07.	16	3	3	2
09.	140	8	61	0	08.	54	30	3	9	08.	38	7	0	0
10.	112	2	17	0	09.	76	17	7	8	09.	50	11	5	0
11.	85	50	6	0	10.	75	7	1	4	10.	49	5	5	0
12.	73	0	13	6	11.	44	23	7	12	11.	15	4	3	0
01.83	110	1	0	0	12.	79	8	0	0	12.	24	7	1	0
02.	89	16	0	18	01.85	79	73	48	28	01.87	31	91	49	29
03.	35	23	0	4	02.	46	32	35	13	02.	22	20	6	1
04.	55	0	0	0	03.	73	19	7	8	03.	41	4	0	0
05.	39	4	0	0	04.	89	0	0	0	Nbre : Nombre de système de galeries Inventoriées C.H. : <i>Cephalonomia hypobori</i> (en ce qui concerne cette espèce les effectifs sont en fait ceux des scolytes parasités et non ceux réels de l'Hymenoptère (voir texte) CE : <i>Cerocephala eccoptogastri</i> C.Q. : <i>Cheiropachus quadrum</i>				
06.	50	52	0	10	05.	91	8	0	0					
07.	95	4	47	0	06.	101	10	0	6					
08.	36	3	0	0	07.	53	17	4	1					
09.	6	11	0	0	08.	42	4	0	0					
10.	42	19	37	44	09.	27	1	9	0					
11.	87	227	0	0	10.	50	0	0	0					
12.	77	10	3	2	11.	21	31	7	0					
					12.	58	35	31	24					

TABLEAU 18 BIS : INVENTAIRE QUANTITARIF DES HYMENOPTERES PARASITES DE R. AMYGDALI (BENI MELLAL)

<u>Dates</u> (Mois)	<u>Nbre</u> <u>Syst.</u>	<u>Nbre de Larves</u> <u>De Scolyte parasités</u>			<u>Dates</u> (Mois)	<u>Nbre</u> <u>Syt.</u>	<u>Nbre de Larves</u> <u>De scolytes parasités</u>		
		<u>C.H</u>	<u>C.E</u>	<u>C.Q</u>			<u>C.H</u>	<u>C.E</u>	<u>C.Q</u>
01.83	103	16	0	0	18 .85	90	61	0	29
02.	111	181	0	57	02.	116	45	4	67
03.	50	0	0	13	03.	86	45	11	30
04.	167	0	0	0	04.	3	3	0	0
05.	50	0	0	0	05.	58	30	7	21
06.	58	21	0	7	06.	50	31	2	17
07.	60	114	0	29	07.	27	23	0	14
08.	62	46	0	57	08.	40	25	0	15
09.	37	27	0	9	09.	25	15	0	10
					10.	14	8	0	6
					11.	33	15	0	18

LEGENDES IDENTIQUES A CELLES DU TABLEAU 18

TABLEAU 19 : COMPOSITION DES POPULATION DE CEPHALONOMIA HYPOBORI
(EN % DE L'EFFECTIF TOTAL)

Mois Par Année	<u>TAFRAOUT</u>																				<u>BENI-MELLAL</u>							
	<u>1982</u>				<u>1983</u>				<u>1984</u>				<u>1985</u>				<u>1986</u>				<u>1987</u>				<u>1985</u>			
	E	L	N	A	E	L	N	A	E	L	N	A	E	L	N	A	E	L	N	A	E	L	N	A	E	L	N	A
Janvier	-	-	-	-	4	-	-	-	487	45,2	30,6	24,1	245	26,1	33,1	45,3	89	32,6	21,3	41,6	352	51,4	26,1	22,5	216	87	7	6
Février	615	82,9	9,4	7,6	34	32,4	0	67,5	14	-	-	-	125	54,4	16,8	28,8	104	29,8	26,9	43,3	99	45,5	23,2	31,3	180	78,3	17,8	3,9
Mars	145	15,9	24,1	60	75	32	0	68	112	26,8	70,5	2,7	77	29,9	14,3	55,8	10	-	-	-	19	-	-	-	181	41,8	39,8	12,1
Avril	120	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					11	-	-	-
Mai	157	10,2	62,4	27,4	11	-	-	-	50	46	20	34	40	47,5	0	52,5	24	25	29,2	45,8					145	77,9	12,4	9,7
Juin	945	74,2	8,7	17,1	127	-	-	100	4	-	-	-	41	31,7	0	68,3	14	-	-	-					145	73,8	17,2	9
Juillet	0	0	0	0	11	-	-	-	91	809	19,1	0	49	20,4	20,4	59,2	13	-	-	-					80	5	50	45
Août	105	84,8	15,2	0	3	-	-	-	101	44,6	14,8	40,6	13	-	-	-	23	54,5	34,6	9,1					100	14	26	60
Septembre	27	0	0	100	26	50	0	50	60	45	23,3	31,7	5	-	-	-	40	32,5	37,5	30					63	33,3	52,4	14,3
Octobre	6	-	-	-	108	25,9	28,7	45,4	25	20	8	72	0	0	0	0	25	40	28	32					30	56,7	36,7	6,6
Novembre	50	20	24	56	232	53,5	19,8	26,7	85	60	20,7	15,3	122	64,8	25,4	9,8	16	-	-	-					81	53,1	25,9	21
Décembre	30	0	0	100	45	33,3	35,6	31,1	27	0	0	100	157	33,1	33,7	31,2	27	29,6	63	7,4					-			

E : effectif (effectif réel, différent de celui donné au tableau 18 qui est celui des larves parasitées, plusieurs parasites pouvant attaquer une même larve—cf. texte).

L : Larves / **N** : Nymphes / **A** : Adultes (les pourcentages n'ont pas été calculés pour les effectifs inférieurs à 20)

II. 3. Eléments de bionomie des Hyménoptères parasites

II.3. 1 Méthodes

Il ne nous a pas été possible étant donné le mode de vie des parasites, d'évaluer avec exactitude la durée de leur développement. Quelques observations indiquent cependant que ce développement est assez rapide chez *C. hypobori* et *C. eccopotogastri*. Ces observations ont consisté à extraire des larves encore très jeunes, avec précautions sans les détacher de leurs larves-hôtes, et à replacer le tout isolément dans une anfruosité d'un fragment d'écorce. Nous avons constaté, à 25° environ de température que la fin du développement larvaire s'accomplissait rapidement (16 jours pour *C. hypobori*, 10 jours pour *C. eccopotogastri*) et que la durée de nymphose était respectivement de 11 et 14 jours environ.

L'analyse des structures d'âge nous a donné, pour certaines espèces au moins, des indications sur le déroulement du cycle et le nombre annuel de générations. Ces analyses ont été faites systématiquement à l'occasion des observations sur échantillons prélevés dans la nature pour analyses de la structure d'âge de l'hôte. Nous avons distingué 3 phases: larves. nymphes. adultes.

Enfin, nous avons procédé à des observations sur l'émergence des Hyménoptères, conjointement avec les observations sur celles de l'hôte. Les orifices d'émergence des parasites sont aisément reconnaissables à leur diamètre plus petit. Ces observations toutefois ne peuvent être que globales, sans possibilité de distinction des espèces entre elles.

II.3. 2 Résultats

II.3.2.1. Analyse des structures d'âge

Les résultats concernant *C. hypobori* apparaissent au tableau 19. Les effectifs pris en compte dans ces tableaux peuvent dans certains cas différer pour une même espèce et une même date de ceux indiqués aux tableaux d'inventaires quantitatifs pour la raison suivante :

Comme indiqué plus haut, les effectifs indiqués aux tableaux d'inventaires sont en fait ceux des larves de Scolytes effectivement et reconnues comme telles. (Ce sont ces effectifs qui sont repris au tableau pour l'évaluation de l'incidence des ennemis naturels). Les effectifs des tableaux de structure d'âge sont ceux des parasites effectivement observés.

Les différences procèdent de deux causes.

- d'une part le fait que, dans les inventaires quantitatifs nous avons pris en compte, le cas échéant, des insectes parasités, bien reconnaissables comme tels, (présence de déjections ou d'un cocon) mais desquels le parasite, son développement terminé, s'était séparé;
- d'autre part le fait que, dans l'analyse de structure d'âge, nous avons pris en compte tous les adultes de parasites rencontrés à certaines époques lors des décortications parmi la vermoulure (par ex. Taфраout, avril 1982) même s'il n'était pas possible de les rapporter directement à un hôte parasité.

Les deux causes se combinent d'ailleurs dans certains cas, et s'y ajoute, comme indiqué plus haut l'incidence du multi parasitisme de *C. hypobori*

Nous tentons ci-après une interprétation des données de ce tableau.

Cette espèce apparaît en mesure d'hiverner à tous les stades et peut-être même de poursuivre son développement en hiver (profitant d'adoucissements de température), comme semble l'indiquer l'évolution des populations au moins certaines années.

Une première génération se termine en avril comme le montrent :

- d'une part le relevé d'avril 1982 à Tafraout, lequel a été effectué sur des échantillons de la génération hivernante finissante du Scolyte (99,9% d'insectes à l'état adulte) : cet échantillon recèle *C.hypobori* adulte à 100% de l'effectif;
- d'autre part les relevés d'avril des autres années qui intéressaient, eux, des échantillons attaqués par la nouvelle génération du Scolyte, avec un taux très élevé de larves encore jeunes ou très jeunes. Ces populations ne sont pas encore parasitées par *C.hypobori* (ni d'ailleurs par d'autres espèces) sauf un début d'attaque à Beni Mellal, dont les populations de Scolyte sont un peu en avance par rapport à celles de Tafraout.

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 apparaît 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.mediterraneus*) 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.

Pour *Cerocephala eccopotogastri*, seul le relevé de 1982 à Tafraout a fourni des effectifs suffisamment nombreux pour donner quelques indications sur le cycle. La structure d'âge en était la suivante :

	Effectif	% Larves	% Nymphes	% Adultes
Février	431	94,4	0	5,6
Mars	316	38,3	21,8	39,9
Avril	479	0	0	100
Mai	71	76,1	1,4	22,5
Juin	349	90,5	6,0	3,4
Juillet		Pas de parasites observés		
Août	8	-	-	-
Septembre	61	0	19,7	80,3
Octobre	17	-	-	-
Novembre	6	-	-	-
Décembre	0	-	-	-

Sur cette base on observe un hivernage essentiellement à l'état larvaire. Ces insectes sont adultes 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.

Il est encore moins possible de donner d'indications sur le cycle, dans la région, de Tafraout de *Cheropachus quadrum*, étant donné l'irrégularité de sa présence et la faiblesse des effectifs.

II.3.2.2. Périodes d'émergence

Le tableau 20 donne les dates limites d'émergences des Hyménoptères en comparaison avec celles des Scolytes pour différents échantillons de divers vols du Scolyte, en différentes conditions d'observation lesquelles sont précisées en légende. Quelques exemples sont d'autre part figurés aux figures 17 et 17 bis.

On observe une coïncidence assez remarquable dans les époques d'émergence de l'hôte et des parasites. Il sera revenu sur ce point en discussion.

TABLEAU 20 : PERIODES D'EMERGENCE DES HYMENOPTERES PARASITES – COMPOSITIONS AVEC CELLES DE *R. amygdali*

			<u>HYMENOPTERES PARASITES</u>		<u>R. AMYGDALI</u>	
			<u>Effectifs</u>	<u>Dates d'émergence</u>	<u>Effectifs</u>	<u>Dates d'émergence</u>
1982	BENI-MELLAL Vol 1					
	- BENI AYAT	(BNE)	198	12.03 - 17.04	727	12.03 - 13.04
	- TALAT	(BNE)	130	12.03 - 17.04	1048	18.03 - 17.04
1983	TAFRAOUT – TAZAKA	Vol 1 (BNE)	77	09.03 - 23.04	1323	02.03 - 25.04
	” – “	Vol 2 (BNE)	57	28.05 - 18.06	456	27.05 - 20.06
	BENI-MELLAL – BENI AYAT	Vol 1 (BNE)	298	01.02 - 31.04	1670	02.02 - 02.04
	BENI-MELLAL – BENI AYAT	Vol 2 (BNE)	28	04.06 - 09.07	945	31.05 - 17.07
1984	TAFRAOUT – TAZAKA	Vol 1 (BNE)	145	18.02 - 17.04	1260	15.02 - 23.04
	TAFRAOUT – TAZAKA	Vol 3 (BNE)	49	26.07 - 18.10	380	19.07 - 11.10
1985	TAFRAOUT – ADEI – AFLAW - ADEI	Vol 3 (BP)	86	05.07 - 07.11	2250	05.07 - 14.11
	BENI-MELLAL – BENI AYAT	Vol 2 (BP)	249	02.06 - 10.07	4970	29.05 - 20.07
1986	TAFRAOUT – ADEI – AFLAWADEL					
	” ” ”	Vol 1 (BNN)	31	10.03 - 08.05	1526	27.02 - 15.05
	” ” ”	Vol 3 (BP)	78	11.07 - 31.10	830	04.07 - 07.11
	” ” ”	Vol 3 (BNN)	47	29.08 - 26.09	380	29.08 - 03.10

BNE : Branches Naturelles mises en éclosoir dans la nature

BNN : Branches Naturelles soumises aux conditions naturelles (comptage des trous de sortie)

BP : Branches utilisées comme pièges.

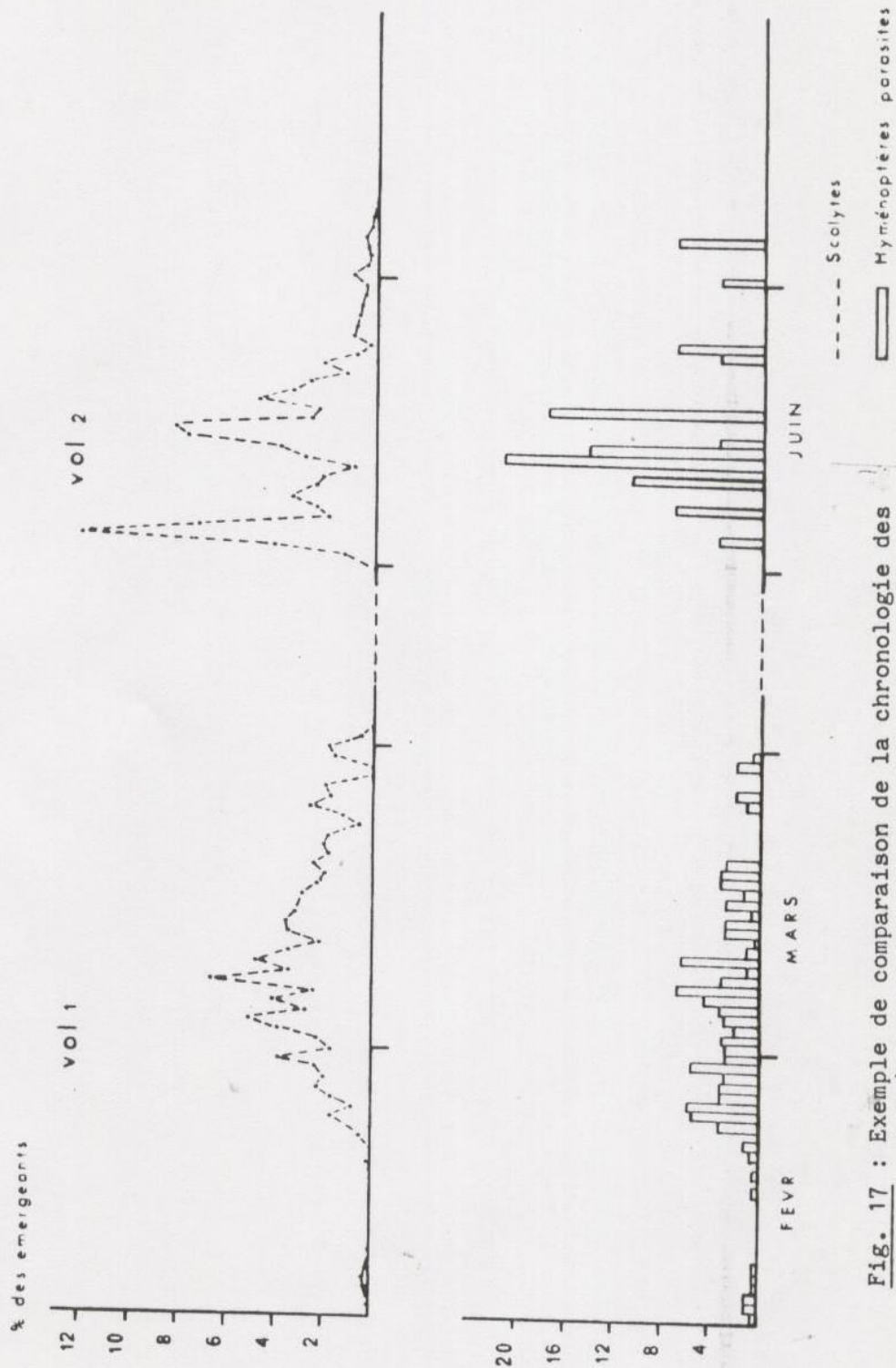


Fig. 17 : Exemple de comparaison de la chronologie des émergences de *R. amygdali* et de celles de ses parasites Hyménoptères Beni Mellal 1983

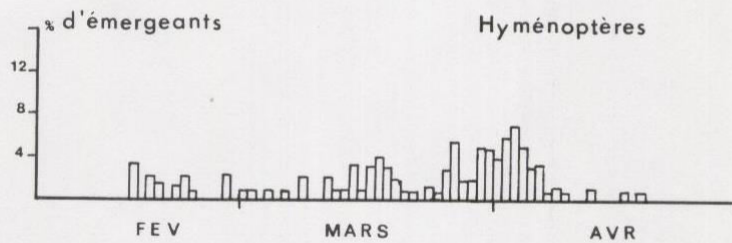
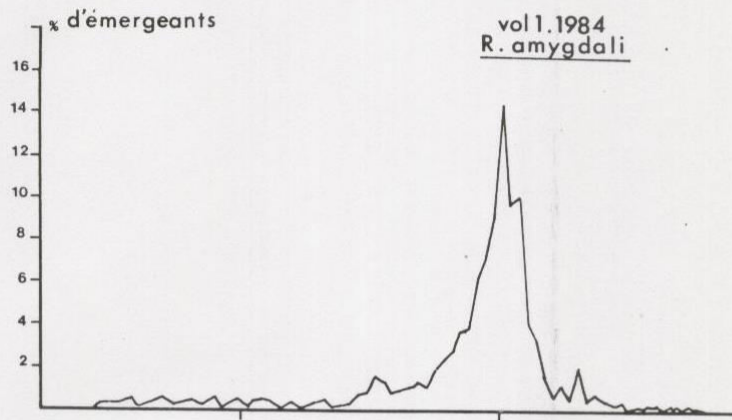


Fig.17 bis : Exemple de comparaison de la chronologie des émergences de R. amygdali et de celles de ses parasites Hyménoptères Taфраout 1984

III. RELATIONS INSECTE-HÔTE

Cette question a été examinée sous différents aspects.

- Effets de l'espèce hôte sur le développement de l'insecte. Il s'agit uniquement d'observations en élevage au laboratoire. En effet, l'amandier est seul représenté à Tafraout, région principale de nos investigations et des observations de terrain sur ce point n'y sont donc pas possibles. Il nous a semblé intéressant toutefois de l'examiner.
- Un examen, au niveau du verger de l'intensité de l'infestation des arbres et des relations éventuelles de cette infestation avec certains caractères phénologiques de l'amandier. Cette démarche est d'ordre essentiellement pratique et vise à définir des critères permettant d'évaluer la menace d'infestation.
- Une étude, au niveau de l'arbre, de la répartition des attaques. En effet, la population des Scolytides sur un arbre n'est pas réparties selon un modèle simple et bien défini. Les trous de pénétration ou de sortie peuvent se trouver aussi bien à la base du tronc qu'au sommet de l'arbre, sur des branches de dimensions variables. Nous avons essayé de définir le mode de distribution des attaques de *R.amygdali* pour orienter dans l'avenir une méthode d'échantillonnage qui permettrait un prélèvement plus représentatif pour une étude de la dynamique des populations de cette espèce. Parmi les données susceptibles d'être liées à une variation de l'intensité de l'attaque sur l'arbre, nous avons retenu la hauteur des branches au-dessus du sol, ("strate"), leur circonférence, leur orientation en examinant les éventuels rapports avec le nombre d'insectes infestants.
- D'autre part l'intensité de l'attaque peut être à l'origine d'une mortalité par compétition intraspécifique, dans les cas où la population larvaire se trouve trop importante par rapport à la quantité de nourriture disponible. De tels cas ont été observés par exemple par SCHVESTER 1957 pour *R. rugulosus* et SCHYLER et al. (1984) pour *Ips typographus*. C'est pourquoi le matériel utilisé pour l'étude du mode de distribution des attaques sur l'arbre a également servi à l'examen du rôle éventuel de la densité de population.

III.1. Effets de l'espèce-hôte sur le développement de *R. amygdali*.

Au Maroc et surtout dans les régions de Beni-Mellal, Rabat, Marrakech et Meknès, ont été constatées d'importantes infestations de *R. amygdali* sur des Rosacées fruitières autres que l'Amandier notamment le Nectarinier qui a fait l'objet d'une attaque extrêmement intense dans le domaine de la S.O.D.E.A. à Beni-mellal en 1982-1983 ainsi que l'Abricotier, le Pêcher et le Prunier (Rabat). Dans certains cas même le Pommier a été attaqué mais à moindre degré. Pour cette raison nous avons tenté d'apprécier le rôle de la nature de l'hôte sur les possibilités de développement de l'insecte. Nous avons, dans ce but mené des expériences d'élevage sur diverses Rosacées fruitières, en 1982, 1983 et 1984.

III.1.1. Méthode d'étude

Nous avons utilisé pour la première expérience (n°1) de 1982 un ensemble de 40 branches saines de 30 à 40 cm de long : 9 d'Abricotier, 6 de Pêcher, 5 de Prunier, 10 de Nectarinier, 5 de Pommier, et 5 d'Amandier prélevées dans les vergers à Beni-Mellal. Le tout ramené au laboratoire, fut réparti en quatre lots constitués, selon les possibilités, de 7 à 12 branches : 3 lots, étaient constitués d'un assortiment de chaque espèce, le quatrième d'Abricotier et de Nectarinier seulement selon la répartition ci-après :

	Boite n°	1	2	3	4
Amandier		2	2	1	-
Pêcher		2	2	2	-
Nectarinier		2	2	2	4
Abricotier		2	2	2	3
Prunier		2	2	1	-
Pommier		2	2	1	-

Ces lots furent mis en élevage, chaque branche affectée d'un numéro d'ordre, avec 10 individus (5 de petite taille et 5 de grande taille afin d'avoir le maximum de probabilité d'avoir ainsi 5 couples) de *R.amygdali* par branche.

Cet élevage fut conduit en boîtes de bois selon le procédé décrit au paragraphe - Elevages.

Le nombre d'adultes qui en sont issus, a été compté d'après le nombre de logettes de nymphose trouvées ouvertes après décortication des échantillons.

Pour la deuxième expérience (n°2), réalisée en 1983, nous avons prélevé 5 branches saines de Pêcher, d'Abricotier, de Poirier, de Pommier et d'Amandier, dans la région de Taroudant (à 70 km vers le sud-est d'Agadir) pour les 3 premières espèces, à Biougra (30 km vers le sud d'Agadir) sur la route de Taфраout par Ait Baha) pour la quatrième, et à Taфраout pour la cinquième.

Chaque tronçon, préalablement numéroté, fut isolé dans un éclosoir maintenu obscur dans lequel furent introduits 10 individus (5 de petite taille et 5 de grande taille) de *R. amygdali*. Quelques jours avant la date présumée des émergences, l'éclosoir recevait un pilulier amovible, en vue de suivre celles-ci et de dénombrer les adultes.

Enfin pour la 3^{ème} expérience (n°3) de mai et juin 1984 nous avons prélevé un total de 25 branches d'un mètre de longueur, d'Amandier (Taфраout), d'Abricotier (Marrakech), de Pêcher (Meknès), de Prunier (Rabat) et de Cerisier (Sefrou) à raison de 5 branches par espèce.

Elles furent coupées en tronçons de 50 cm de long soit 50 tronçons en tout qui furent répartis en 10 lots de 5 : les 5 premiers constitués chacun d'un mélange des 5 espèces ; les 5 autres formés chacun de 5 branches de la même essence.

Comme pour les deux autres expériences tous les tronçons furent numérotés et repérés, puis placés dans des boîtes d'élevage avec des branches d'amandier contenant des stades avancés proches de l'émergence (larves âgées, prénymphe, nymphe ou adulte). Les émergences ont été observées et dénombrées.

Pour toutes ces expériences, tous les échantillons ont été soigneusement décortiqués à la fin des émergences, le nombre de galeries maternelles et le nombre d'encoches de pontes ont été dénombrés pour acquérir des données sur la fécondité et le taux de multiplication.

A l'occasion de cette troisième expérience nous avons d'autre part procédé à des observations quotidiennes sur un certain nombre de pénétrations sur Amandier, Pêcher, Abricotier en vue d'évaluer, par le contrôle des dégagements de vermoulure, les différences éventuelles dans la durée du forage.

III. 1.2. Résultats

Nous n'avons relevé aucune différence significative dans l'intensité de l'attaque (telle qu'elle peut être traduite par le nombre de galeries maternelles) sur les différentes espèces végétales selon les boîtes d'élevage, qu'il s'agisse de celles contenant une seule espèce (expérience n°2) ou de celles contenant un mélange de plusieurs espèces (n°1 et 3). Il n'apparaît pas vraiment dans les conditions des expériences de 1982 et 1984, où diverses espèces furent mises en "concurrence", de préférence nette de l'insecte, en ce qui concerne le nombre des attaques, pour telle espèce fruitière à noyaux. (Les cas du Pommier et du Poirier sont discutés plus loin).

Pour cette raison les résultats concernant la fécondité et le taux de multiplication observés sont par conséquent donnés globalement par espèce (tableau 21).

Sauf pour le Pommier et le Poirier, les pénétrations ont été pratiquement immédiates dès la mise en élevage (tableau 22).

Nous donnons aussi, ci-après les résultats des observations sur la durée du forage pour les trois espèces en cause.

Durée de forage de ponte par contrôle quotidien de la vermoulure dégagée

Espèce végétale	Effectif des trous de pénétration observés	Durée moyenne de forage (en jours)	Nombre moyen de jours de forage (2)
Amandier	13	20,5	11,5
Abricotier	11	19,8	9
Pêcher	8	13,6	6,6

Toutes les données recueillies tant ce qui concerne la fécondité et le taux de multiplication que les durées du développement concordent pour désigner l'amandier comme l'espèce la plus favorable au développement de *R. amygdali* aussi bien par le nombre des galeries maternelles qui s'y sont développées, que par la fécondité des femelles et le taux de multiplication des insectes.

Le pêcher semblerait également favorable, par le nombre des attaques dont il a été l'objet ; il prévaut sur les espèces suivantes par la fécondité des femelles qui s'y attaquent et par le taux de multiplication.

Le Nectarinier paraît relativement moins favorable en moyenne, que le Pêcher, mais se caractérise par une grande irrégularité : certains échantillons n'ont pas été attaqués du tout, et la fécondité ainsi que les taux de multiplication sont extrêmement variables selon l'échantillon.

(2) Nombre de jours d'activité de forage.

TABLEAU 21 : RESULTATS D'ELEVAGE DE R. AMYGDALI SUR DIVERSES ESPECES FRUITIERES

1	2	3	4	5	6	7
ESPECES	NBRE BRANCHES	NBRE GALERIES MATERNELLES	NBRE TOTAL ENCOCHES DE PONTE	NBRE TOTAL ADULTES EMERGES	FECONDITE MOYENNE 4/3	TAUX DE MULTIPLICATION 5/3
<u>1982</u>	5	47 (5 - 12)*	1902	1522	40,5 (37-45,4)**	32 (26,5-38,5)**
AMANDIER	6	21 (2 - 5)	744	448	35 (31-43,5)	21,3 (16,0-32,6)
PECHER	5	10 (1 - 4)	234	161	23,4 (18,5-29,0)	16,1 (11,0-24,0)
PRUNIER	10	20 (0 - 7)	545	311	27,3 (16,8-51,0)	15,6 (7,4-31,0)
NECTARINIER	10	32 (0 - 13)	531	381	16,6 (13,0-27,0)	11,9 (6,2-22,0)
ABRICOTIER	5	9 (1 - 3)	149	65	16,5 (9,5-26,0)	7,2 (2,5-14,0)
POMMIER						
<u>1983</u>						
AMANDIER	5	23 (3 - 5)	784	596	34,1 (27,6-42,3)	25,9 (20-30)
PECHER	5	9 (0 - 5)	352	279	39,1 (24,6-44,5)	28,7 (22,4-34,5)
ABRICOTIER	5	5 (0 - 3)	74	34	18,4 (10,3-21,5)	6,8 (1,3-15,0)
POMMIER	5	7 (0 - 4)	65	56	9,3 (3,5-17,0)	8,0 (3-14,66)
POIRIER	5	0	0	0	-	-
<u>1984</u>						
AMANDIER	10	30 (0 - 8)	1089	890	36,3 (24,5-58)	29,7 (15,5-40,3)
PECHER	10	26 (0- 6)	818	615	31,5 (27-35,5)	23,6 (11,7-28,5)
ABRICOTIER	10	21 (0 - 5)	431	205	20,5 (17-26,3)	9,8 (8,5-13)
PRUNIER	10	27 (0 - 8)	520	296	19,3 (14-43)	11 (8,2-17)
CERISIER	10	33 (0 - 6)	708	384	21,4 (17,3-37)	11,6 (7,6-21)

(*) entre parenthèses : nombres extrêmes de galeries trouvées par tronçon de l'espèce en causes

(**) entre parenthèses : valeurs extrêmes de la fécondité moyenne et du taux de multiplication moyen observés par branche

TABLEAU 22 : DEVELOPPEMENT DE R. AMYGDALI SUR DIVERSES ESPECES FRUITIERES (Elevages de laboratoire)

ESPECE VEGETALE	DATE D'INFESTATION	DATE DE LA PREMIERE PENETRATION	DATE DE LA PREMIERE EMERGENCE	DUREE MINIMALE DU DEVELOPPEMENT	DUREE TOTALE DES MERGENCES
AMANDIER	18.03.83	19.03.83	24.04.83	37 j	48 j
	20.05.84	20.05.84	21.06.84	31 j	---
PECHER	01.03.83	02.03.83	19.04.83	48 j	48 j
	20.05.84	20.05.84	24.06.84	35 j	---
ABRICOTIER	06.03.83	07.03.83	29.04.83	53 j	29 j
	20.05.84	20.05.84	01.07.83	42 j	-
PRUNIER	20.05.84	20.05.84	06.07.83	49 j	---
CERISIER	20.05.84	20.05.84	26.06.83	38 j	---
POMMIER	12.03.83	17.03.83	21.05.83	65 j	21 j
POIRIER	08.03.83	20.03.83		Pas de développement	

Le Prunier et le Cerisier, bien qu'attaqués, et assez régulièrement, ne semblent permettre qu'une fécondité et un taux de multiplication très sensiblement réduits par rapport à l'Amandier, il en est de même de l'Abricotier, bien que de très fortes attaques aient pu être observées sur cette espèce comme sur le Nectarinier dans la nature (1). Les attaques sur Abricotier paraissent d'autre part très irrégulières et très variables en intensité.

Le Pommier permet le développement complet du Scolyte, mais très sensiblement plus lent et à des taux très réduits. Il n'a été d'ailleurs vraiment attaqué qu'après un délai de cinq jours après sa mise en présence des insectes et, dans les conditions de l'expérience (n°2) à un degré très nettement moindre que l'Amandier en tout cas. Quant au Poirier, dans la deuxième expérience, il n'a fait l'objet et après 12 jours seulement, que d'une seule tentative de pénétration, mais qui n'a pas été suivie de ponte.

On constate par ailleurs que les premières attaques sont observées sur pommier quatre jours seulement après la mise en présence des insectes avec les branches, alors qu'elles sont relevées dès le lendemain sur les autres espèces (poirier excepté).

	Date infestation	Date de la 1^{ère} pénétration	Date de la 1^{ère} émergence	Durée du développ^t	Durée totale des émergences
Amandier	18.03	19.03	24.04	37 j.	48 j.
Pêcher	01.03	02.03	19.04	48 j.	48 j.
Abricotier	06.03	07.03	29.04	53 j.	29 j.
Pommier	12.03	17.03	21.05	65 j.	21 j.
Poirier	08.03	20.03	Pas de développement		

III.1.3. Discussion

Il semble ressortir nettement, des résultats ci-dessus exposés que l'amandier constitue bien l'hôte de prédilection de *R. amygdali*.

Faute d'études précises, il ne nous est pas possible de discerner les raisons réelles des différences observées. Nous pouvons cependant tenter une approche à la lumière de certains résultats obtenus par d'autres auteurs, sur des espèces voisines.

Selon CHARARAS 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 et NORRIS (1968) confirment l'action stimulante de la Taxifoline (et d'autres substances extraites de l'abricotier) sur des adultes de *R. mediterraneus* et *S. multistriatus*.

(1) Rappelons que sur un échantillon de branches d'Abricotier attaquées dans la nature, à Beni Mellal nous avons observé une moyenne de 53,9 encoches de ponte par femelle.

Cependant 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).

Il conviendrait cependant de distinguer l'effet d'attraction de l'effet nutritionnel : en effet GUREVITZ et ASCHEER (1973) indiquent que selon le dénombrement des trous de pénétration sur disques de "Styropor" imprégnés que les composés phénoliques (C.P.) des essences fruitières préférés par *R.mediterraneus* se présentent dans l'ordre suivant :

C.P. de l'abricotier > C.P. de l'amandier > C.P. du prunier > C.P. du pommier

Et cependant, après analyse de quelques données biologiques de ce Scolyte, il apparaît que le taux de multiplication est plus faible sur abricotier que sur amandier (24,5) ; pêcher (16,4) ; et prunier (10,6) (GUREVITZ et LADOUX 1981).

Certains des résultats exposés ci-dessus sembleraient aller dans le même sens : par exemple, la grande disparité des niveaux d'attaque observés dans nos expériences, sur nectarinier, associée à une disparité des fécondités et des taux de multiplication selon les branches. Une disparité de même ordre apparaît sur abricotier entre les résultats de nos expériences et certaines infestations dans la nature (Beni-mellal), voir (ci-dessus).

Il apparaîtrait aussi que certaines espèces "normalement" moins réceptives au Scolyte et moins propices à la multiplication, que l'amandier se trouveraient devenir 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.

III.2. Caractères de la plante hôte, l'amandier, et attaques du Scolyte

Ruguloscolytus amygdali, comme beaucoup de Scolytides est considéré comme surtout un déprédateur "de faiblesse" ou "secondaire". La réceptivité des arbres à ses 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, surtout s'il s'agit, comme c'est le cas dans nos régions d'étude, Tafraout notamment, de populations génétiquement très hétérogènes car issues essentiellement de semis, ainsi qu'il a été dit dans la première partie.

Nous avons voulu examiner s'il était possible de relier ces différences à divers caractères externes des amandiers. 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 de relations avec les informations qu'après plusieurs années. Les observations dont nous donnons le résultat ne portent que sur deux années.

III.2.1. Dispositifs et méthodes

Une première tentative avait eu lieu en mars 1982, période qui correspond au départ de l'activité de la végétation dans le sud marocain. Nous avons alors procédé à une série d'observations sur les vergers de Tazaka (Tafraout) soit sur 322 arbres, de Beni Ayat (Beni-mellal) sur 115 arbres, et Talat (Beni Mellal) sur 160 arbres (BEN AZOUN 1984).

Nous en rappellerons le résultat. Toutefois il ne s'agit que d'observations ponctuelles dans le temps, qui ne répondent pas entièrement à la démarche telle qu'elle est définie ci-dessus. Nous avons été dans l'impossibilité de les répéter en raison de l'éloignement pour Beni-mellal, et pour Tafraout, en raison de la reprise du site de Tazaka par la commune (cf. p. 23).

C'est pourquoi nous avons mis en place à Tafraout, en début 1985 un nouveau dispositif sur le site d'Adeï-Aflawadeï. Ce dispositif consiste en un transect d'un peu plus d'un km traversant une série de vergers qui font partie de la zone d'action de l'A.P.A. De part et d'autre de la ligne de transect ont été repérés et numérotés 2082 arbres en tout, pris au hasard. La hauteur des arbres et la circonférence des troncs ont été mesurées à toutes fins utiles.

Les relevés sur les infestations sont effectués aux époques suivantes correspondant aux trois vols annuels.

- Février, pour le troisième vol de l'année précédente ;
- Fin avril, (fin du premier vol de l'année) ;
- Juillet, (fin du second vol de l'année).

En 1985 toutefois ils n'ont commencé qu'en avril à Adeï-Aflawadeï et nous rappelons qu'ils n'avaient eu lieu que très ponctuellement, en mars 1982 seulement pour les observations de cette année là à Tazaka et Beni-mellal.

Chaque arbre suivi individuellement, reçoit à chaque fois une note concernant :

- d'une part, le degré des dégâts de *R. amygdali* 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 ;
- d'autre part, l'intensité des épanchements de gomme, l'échelle de notation utilisée est la suivante :
 - 0- absence.
 - 1- attaques (et ou gomme) sur moins d'une branche (quelques brindilles).
 - 2- attaques (et ou gomme) sur branche charpentière entière.
 - 3- attaques (et ou gomme) sur plus d'une branche et moins des deux tiers de l'arbre.
 - 4- attaques (et ou gomme) sur plus des 2/3, mais moins de la totalité de l'arbre.
 - 5- attaques (et ou gomme) sur la totalité.

Ces données ont été confrontées avec l'état du feuillage et ceux de la floraison et de la fructification relevés en même temps selon le code de la notation suivant :

- 0- pas de feuillage ni de fleurs.
- 1- quelques brindilles feuillées (et ou fleuries).
- 2- une seule branche feuillée (et ou fleurie).
- 3- moins des deux tiers de l'arbre en feuilles.
- 4- feuilles (et ou fleurs) sur plus des deux tiers, mais non la totalité de l'arbre.
- 5- totalité de l'arbre en feuilles (et ou fleuri).

Nous avons également noté :

- La couleur des feuilles (vert clair-vert foncé-vert jaune);
- 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; les plus importants étant:
 - Les Pucerons;
 - Le faux tigre : *Monosteira unicolor*;
 - Le Bupreste vert : *Aurigena unicolor*;
 - Les Acariens : *Bryobia.sp* et *Tetranychus.sp*;
 - La maladie à tâches rouges : *Polystigma ochraceum*.

L'interprétation des premières observations de 1982 avait été faite par calcul du coefficient de corrélation (1).

Pour le transect d'Adeï-Alfawadeï nous avons procédé de la façon suivante :

Pour chacun des relevés ont été dressés, en termes d'effectif des arbres dans chaque catégorie, des tableaux de contingence générale entre d'une part, l'indice d'infestation "i" et d'autre part l'indice "j" de chacun des caractères retenus (indice d'épanchement de gomme, état du feuillage, de la fructification, etc.).

A titre d'exemple, nous donnerons l'une de ces séries de tableaux, qui concerne, la mise en relation de l'indice d'attaque avec l'indice d'épanchement de gomme (tableau 23).

Pour l'interprétation nous avons procédé au test d'indépendance par calcul de la quantité χ^2 observée (1).

Nous avons d'autre part cherché à évaluer l'évolution l'infestation et de quelques uns des caractères, sur la base de l'évolution des indices globaux d'attaque.

Nous précisons pour ce dernier point que ces indices globaux sont calculés comme suit :
S'agissant de notation non paramétriques, ces indices sont exprimés, non pas en moyennes du total des notes, mais en termes de pourcentages du total des notes relevées, par rapport à la note maximale possible, selon la formule :

$$M = \frac{T}{E \times 5} = 100$$

Où : **T**= Total des notes, **E** = Effectif des arbres pris en compte. 5 = Note maximale dans l'échelle.

TABLEAU 23 : RELATION ENTRE LES DEGATS DE *R. AMYGDALI* ET LES EXUDATIONS DE GOMME SUR AMANDIER A TAFRAOUT

	INDICE D'INFESTATION	INDICE DE GOMME	0	1	2	3	4	5	E.a (1)	TOT.N (2)	% (3)
AVRIL 1985	0		943	24	12	7	6	1	993	98	0,9
	1		96	70	49	-	0	0	219	180	1,7
	2		83	49	89	21	4	2	248	316	3,0
	3		72	43	90	93	8	3	309	549	5,3
	4		49	12	38	66	61	9	235	575	5,5
	5		17	3	3	6	14	35	78	258	2,5
	Eff. a (1)		1260	201	281	197	93	50	2082	-	-
	Tot.N (2)		759	360	664	619	346	224	-	-	-
	% (3)		7,3	3,4	6,4	5,9	3,3	2,1	-	-	-
JUILLET 1985	0		793	7	15	6	2	0	823	63	0,6
	1		84	31	4	2	0	0	121	45	0,4
	2		216	53	50	9	0	0	328	180	1,7
	3		229	61	110	73	2	0	475	508	4,9
	4		103	36	50	63	20	1	273	410	3,9
	5		22	4	14	15	6	1	62	106	1,0
	Eff. a (1)		1447	192	243	168	30	2	2082	-	-
	Tot.N (2)		1267	484	704	566	116	9	-	-	-
	% (3)		12,1	4,6	6,8	5,4	1,1	0,08	-	-	-
FEVRIER 1986	0		722	19	14	3	1	0	759	56	0,5
	1		100	31	7	4	0	0	142	57	0,6
	2		184	55	42	19	4	0	304	212	2
	3		220	80	125	55	5	1	486	520	5
	4		87	38	56	58	13	4	256	396	3,8
	5		46	12	18	38	12	9	135	255	2,4
	Eff. a (1)		1359	235	262	177	35	14	2082	-	-
	Tot.N (2)		1706	593	780	629	135	64	-	-	-
	% (3)		16,4	5,7	7,5	6	1,3	0,6	-	-	-
AVRIL 1986	0		734	24	14	3	1	0	776	65	0,6
	1		73	21	5	5	0	0	104	46	0,4
	2		216	72	76	19	5	1	389	306	2,9
	3		227	65	130	42	9	1	474	492	4,7
	4		95	39	55	44	6	0	239	305	2,9
	5		34	17	30	17	2	0	100	136	1,3
	Eff. a (1)		1379	238	310	130	23	2	2082	-	-
	Tot.N (2)		1736	601	917	430	71	5	-	-	-
	% (3)		16,7	5,8	8,8	4,1	0,7	0,05	-	-	-
JUILLET 1986	0		721	14	16	5	9	0	765	97	0,9
	1		80	18	5	2	1	0	106	38	0,4
	2		204	72	61	17	15	1	370	310	3
	3		204	49	113	48	16	4	434	503	4,8
	4		95	27	55	55	20	4	256	402	3,9
	5		55	17	20	29	17	13	151	277	2,7
	Eff. a (1)		1359	197	270	156	78	22	2082	-	-
	Tot.N (2)		1755	502	786	545	244	95	-	-	-
	% (3)		16,8	4,8	7,5	5,2	2,3	0,9	-	-	-

(1) : Effectif d'arbres/ (2) : Total des notes/ % : Pourcentage du total des notes par rapport à la note maximale de la totalité des arbres (2082 x 5 = 10410)

III.2.2. Résultats actuels et leur discussion

Nous reprenons ci-après les résultats des premières observations de 1982, ainsi que les conclusions que nous en avons alors tirées.

Une interprétation statistique avait fourni les coefficients de corrélation suivants :

Dégâts du Scolyte - Etat du feuillage

Beni Ayat	$r = - 0, 79$
Tazaka	$r = - 0, 466$

Dégâts du Scolyte - Etat de la floraison

Beni Ayat	$r = - 0, 53$
Tazaka	$r = - 0, 57$

Dégâts du Scolyte - Epanchements de gomme

Beni Ayat	$r = - 0, 01$
Tazaka	$r = 0, 28$

Les résultats des tests d'indépendance relatifs aux observations de Tafraout en 1985 et 1986 sont résumés au tableau 24.

Nos constatations sont discutées ci-après :

- Relation dégâts du Scolyte - Epanchement de gomme -

L'absence de corrélation à Beni Ayat et la très faible corrélation relevée à Tazaka en 1982 entre attaques du Scolyte et épanchements de gomme, peuvent paraître surprenantes. En fait, les épanchements de gomme traduiraient une réaction à l'attaque, empêchant dans une certaine mesure, les Scolytes de s'installer. Mais à Tazaka où la xéricité est importante, les épanchements de gomme apparaissent rapidement cristallisés reflétant probablement des possibilités de réaction des arbres, à l'attaque, moindres qu'à Beni Ayat où la gomme reste plus longtemps à l'état pâteux.

Les tests d'indépendance de 85 et 86 à Tafraout témoignent cependant d'une dépendance entre l'indice d'attaque et l'indice d'exsudation de gomme. Ceci semble a priori logique. Cependant, l'indice global de gomme se montre constamment inférieur à celui d'attaque.

La figure 18 représente, en abscisse les indices d'attaque et de gomme (échelle de 0 à 5 ci-dessus). En ordonnée ont été, le pourcentage par rapport à l'effectif total, d'arbres affectés de chaque note.

On constate effectivement que les attaques ne déclenchent pas nécessairement une réaction gommeuse. Inversement on observe aussi un certain nombre d'arbres présentant des réactions gommeuses sans que les attaques aient réussi. D'ailleurs certaines réactions de gomme peuvent aussi provenir d'attaques ou de tentatives d'autres espèces (par exemple *Aurigina unicolor*).

**TABLEAU 24 : RELATION DES DEGATS DE R. AMYGDALI AVEC DIVERS
CARACTERES DE L'ARBRE**

(Résultats du test d'indépendance par calcul de χ^2 Tafraout)

<u>CARACTERE DE L'ARBRE</u>	<u>Date</u> (mois, année)	<u>χ^2 Calculé</u>	<u>χ^2 théo.</u> <u>0,995</u>	<u>INDEPENDANCE</u>
Epanchement de gomme (1)	Avril 1985	2 136,9	46,9	rejetée
	Juillet 1985	775,2	''	''
	Février 1985	796,6	''	''
	Avril 1986	568,9	''	''
	Juillet 1986	724,3	''	''
Etat du feuillage (1)	Avril 1985	531,9	46,9	rejetée
	Juillet 1985	239,2	''	''
	Avril 1986	202,7	''	''
	Juillet 1986	97,2	''	''
Etat de fructification (1)	Avril 1985	127,5	46,9	rejetée
	Juillet 1985	139,5	''	''
	Avril 1986	55,5	''	''
	Juillet 1986	62,3	''	''
Couleur du feuillage (2)	Avril 1985	29,8	25,2	rejetée
	Juillet 1985	55,6	''	''
	Avril 1986	18,3	''	non rejetée
	Juillet 1986	19	''	'' ''
Couleur des branches (2)	Avril 1985	602,1	25,2	rejetée
	Juillet 1985	714,2	''	''
	Avril 1986	391,4	''	''
	Juillet 1986	528,7	''	''
Coût des fruits (3)	Avril 1985	18,4	25,2	non rejetée
	Juillet 1985	7,5	''	'' ''
	Février 1986	2,1	''	'' ''
	Avril 1986	6,4	''	'' ''
	Juillet 1986	1,6	''	'' ''
Couleur des fleurs (3)	Avril 1985	36,8	16,1	rejetée
	Juillet 1985	23,2	''	''
	Février 1986	62,8	''	''
	Avril 1986	5,6	''	non rejetée
	Juillet 1986	4,6	''	'' ''

Le χ^2 de contingence : (1) à 25 degrés de liberté (DL) / (2) : à 10 DL/ (3) à 5 DL

- Relation dégâts du Scolyte - Etat de la végétation -

La dépendance apparaît clairement à Tafraout entre l'indice de dégâts, la densité du feuillage et l'importance de la fructification.

De même en 1982, avait été observée une corrélation négative entre dégâts du Scolyte d'une part et l'état du feuillage et celui de la floraison d'autre part. Ceci apparaît normal, mais il peut paraître surprenant que ces corrélations ne soient pas plus nettes. A Adeï-Aflawadeï, des arbres à faible feuillage semblent les plus infestés, mais ceci n'épargne pas des arbres à feuillage dense qui peuvent être sujets d'une attaque et de dégâts non négligeables. Ceci suggérerait que d'autres facteurs que le Scolyte interviennent pour conditionner ces caractères et confirmerait l'état sanitaire général assez médiocre de ces vergers. Une observation sur ce point fut effectuée en juillet 86 sur notre dispositif d'Adeï-Aflawadeï. Le tableau ci-dessous donne les pourcentages d'arbres infestés par différents déprédateurs ou parasites à différents degrés d'une échelle de 0 à 5 :

Degré	Faux Tigre	Pucerons	Acariens	Bupreste	Polystigma
0	12,1	71,3	26,8	86,5	19,1
1	13,1	13,4	19,6	5,3	27,1
2	28,9	9,9	25,7	4,7	21,5
3	21,6	2,6	16,8	3,2	13,9
4	13,9	1,8	8	0,3	9,6
5	10,4	0,9	3	0	8,8

La couleur des feuilles ainsi que celle des fleurs semblent être sans rapports avec l'attaque. Quant à la coloration des branches nous avons constaté qu'elle peut changer précisément avec l'attaque. Les branches attaquées peuvent foncer, pour devenir complètement noires lorsqu'elles sont totalement infestées. Elle ne peut donc constituer un critère fiable.

Pour le goût des amandes, aucune différence non plus n'apparaît alors que quelques observateurs suggèrent que les arbres à amandes amères pourraient être moins sensibles à certains déprédateurs (BARBAULT et EL BOUAMI 1980).

En résumé, et en l'état actuel des observations, il n'est guère possible de définir un ou plusieurs caractères des arbres indicateurs(s) d'une prédisposition à l'attaque.

Nous ne disposons cependant que de deux saisons d'observation et l'intérêt pratique que pourrait présenter un tel critère, incite à les poursuivre quelque temps encore.

D'autre part, la méthode d'observation utilisée permet d'assurer un suivi de l'évolution des infestations.

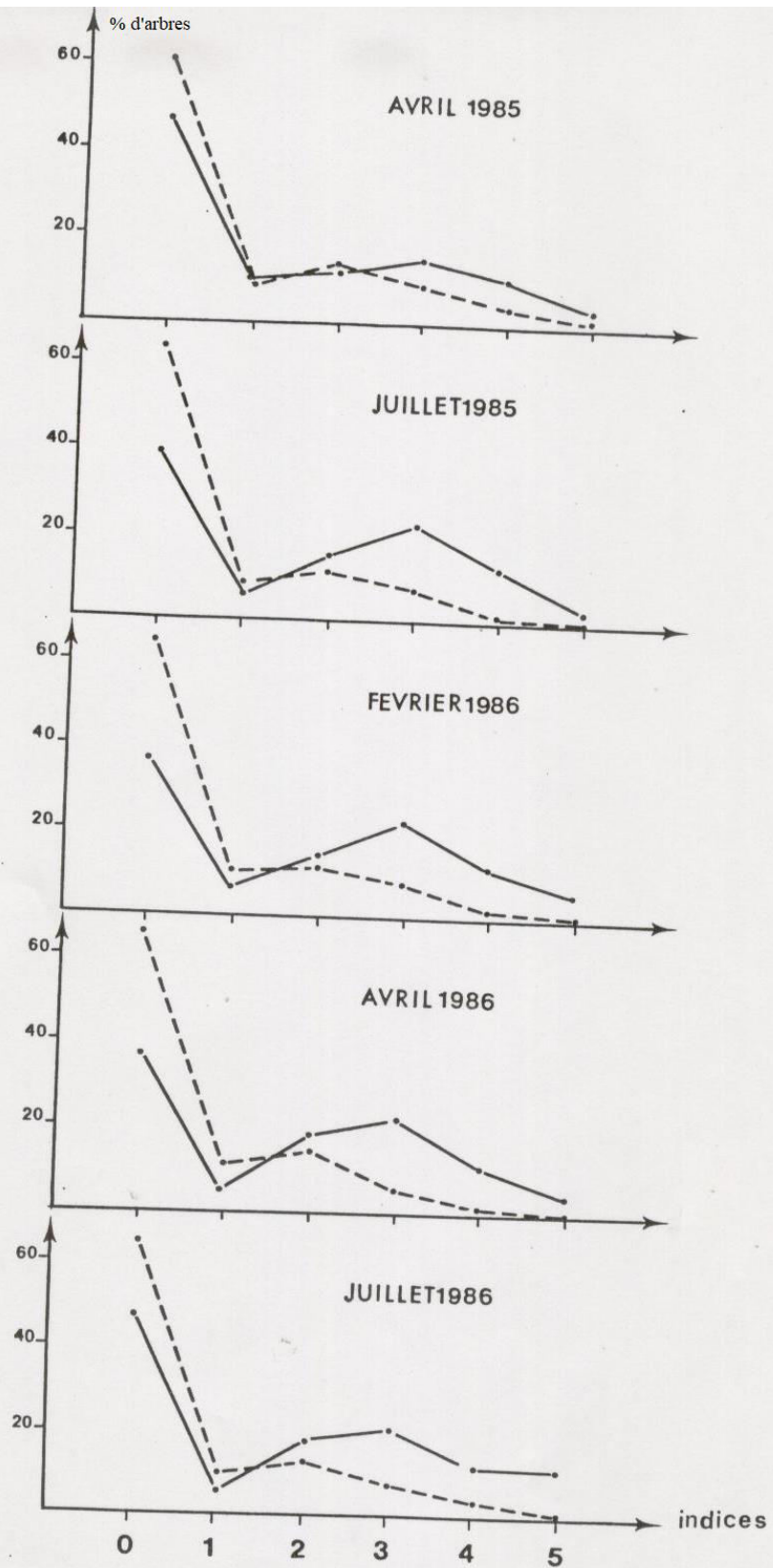


Figure.18 : Comparaison des indices d'attaques (trait plein) et de gomme (trait tireté). Transect d'Adei-Aflawadei.

III.3. Répartition des attaques sur l'arbre

III.3.1. Méthode d'étude

Cette étude a intéressé d'une part un certain nombre des branches pièges installées en 1984, 85 et 86 à Adeï-Aflawadeï et qui avaient été placées dans les arbres à différentes hauteurs et à différentes orientations.

Elle a d'autre part concerné un ensemble de sept arbres attaqués répartis dans le site d'Adeï-Aflawadeï plus l'arbre A1 du tableau ci-dessous examiné à Tazaka en 1982 : ils ne présentent pas nécessairement les mêmes caractéristiques que les arbres environnants. Certains de ceux-ci sont attaqués d'autre relativement sains, certains plus hauts, d'autres plus courts, etc. Nous considérons cependant que les amandiers en question semblent présenter les caractéristiques "moyennes" par rapport à leurs voisins a l'ensemble des données fournies nous avons joint celles d'un arbre examiné en 1982 à Tazaka. (La méthode de recueil des données est identique). Le tableau ci-après donne quelques indications sur les caractéristiques de ces arbres.

Arbre	Date de prélèvement	Hauteur Estimée en m	Circonférence du tronc en cm (1)	Indice Sécrétion de gomme	Indice d'attaque
A ₁	10.03.82	5	158	0	5
A ₂	11.04.85	6	70	3	4
A ₃	12.04.85	4,5	51	4	4
A ₄	04.07.85	3	38	2	4
A ₅	05.07.85	4	84	3	3
A ₆	29.04.86	3	37,8	0	3
A ₇	30.04.86	3	27	2	3
A ₈	16.07.86	3	23	1	5

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

Nous avons considéré quatre orientations, N. E. S. W., correspondant chacune à un secteur de l'arbre. Sur les troncs, ou tronçons de fort calibre, les quatre orientations ont été repérées dans chaque secteur par des traits de couleur.

(1) mesurée à environ 25 cm au-dessus du sol.

Nous avons distingué d'autre part 6 "strates" selon la hauteur par rapport au sol.

Strate 1 : 0 - 1 m

Strate 2 : 1 - 2 m

Strate 3 : 2 - 3 m

Strate 4 : 3 - 4 m

Strate 5 : 4 - 5 m

Strate 6 : > 5 m

L'ensemble était ramené au laboratoire, et chaque tronçon était mesuré en longueur et en diamètre, puis écorcé. Nous avons noté 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 était inventorié en vue de déterminer s'il s'agissait d'insectes vivants, dont l'effectif était alors ajouté aux précédents. LE rapport du nombre d'insectes vivants à celui des galeries maternelles donne un taux apparent de multiplication de l'insecte.

Pour l'interprétation des résultats sur les pénétrations nous avons procédé 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 2 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 (TAOUSSE comm. personn.), dans la mesure où nous avons choisi au hasard quelques populations appartenant à "p" variantes de la strate et à "q" variantes de l'orientation.

III.3.2. Résultats et discussions

Le tableau 25 donne pour chaque arbre d'une part, pour l'ensemble des branches pièges d'autre part, de pénétrations selon strate et orientation.

La première phase d'analyse est illustrée aux tableaux C et D respectivement pour les relevés des 8 arbres et pour les relevés des pièges (ANNEXE II). Ils réunissent un ensemble de calculs pour des échantillons de branches (répétitions) d'effectifs inégaux ; on en déduit la somme des carrés des écarts : total et résiduel.

**TABLEAU 25 : VARIATION DES PENETRATIONS (NOMBRE TOTAL) DE R. AMYGDALI
SELON LA STRATE ET L'ORIENTATION (sur 8 Arbres)**

ARBRES	STRATE I				STRATE II				STRATE III				STRATE IV				STRATE V				STRATE VI			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
1	17	10	10	12	30	59	27	35	29	24	23	27	11	8	5	5	6	9	11	26	-	-	-	-
2	69	46	34	31	56	33	84	54	55	36	101	16	52	11	58	41	133	96	171	5	36	5	63	38
3	21	39	41	30	39	48	37	61	68	51	33	42	8	6	63	12	-	-	-	81	-	-	-	-
4	157	170	210	152	136	151	174	170	19	20	41	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	13	7	27	8	26	17	45	10	12	7	11	18	18	26	28	17	17	-	-	-	-	-	-	-
6	15	6	13	7	23	12	20	7	30	13	26	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	18	6	15	7	26	8	20	9	21	8	26	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	126	121	101	129	127	108	145	208	17	0	63	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x/B	12,4	109	12,2	10,7	11	10,4	134	13,9	6,1	4	7	3,7	4	2,3	7	3,4	5,3	4	7	3,3	7,2	9,2	7,9	5,4
x/S	-----11,6-----				-----12,1-----				-----5,3-----				-----4,2---				-----4,9---				-----7,3---			
<u>BRANCHES</u>	<u>PIEGES</u>																							
TOTAL	136	640	238	489	406	648	948	697	188	374	340	274	13	57	16	21								
X/B	22,7	71,1	29,8	48,9	22,6	30,8	35,1	31,7	31,3	28,8	26,1	27,4	3,3	9,5	3,2	5,2								
x/S	-----45,5-----				-----30,7-----				-----28-----				-----5,6---											

La deuxième phase des calculs a pour objet (tableaux 26 et 27) l'évaluation de la somme des carrés moyens et du **F de SNEDECOR**, correspondant à la strate, à l'orientation à l'interaction entre les 2 facteurs et à la variation résiduelle.

Il n'apparaît aucune différence notable entre les orientations ni pour les arbres, ni pour les branches pièges. L'analyse indique nettement que *R.amygdali* ne semble pas présenter après émergence un préférendum particulier pour une orientation donnée.

Par contre pour la strate, la différence est significative, dans les 2 cas (arbres et branches pièges). Il apparaît que ce sont les 2 premières strates (ou même parfois la troisième) qui sont les plus colonisées après émergence.

Sur arbres l'examen du nombre moyen de pénétrations par strate montre par exemple que ce sont les deux premières strates suivies par la 6^{ème} qui semblent les plus exposés aux pénétrations.

Les autres constituent un groupe homogène qui présente approximativement la même moyenne des pénétrations. Comme le montre le classement ci-dessous (1):

strate 2	strate 1	strate 6		strate 3	strate 5	strate 4
<u>12,3</u>	<u>11,56</u>	<u>7,38</u>		<u>5,27</u>	<u>4,92</u>	<u>4,19</u>
Premier groupe				deuxième groupe		

En ce qui concerne les branches pièges on note également que c'est la première strate et la deuxième suivie par la troisième qui semblent plus attaquées par *R.amygdali*.

(1) Les comparaisons entre les différentes moyennes par la méthode de la PPDS fait appel au test de STUDENT donné selon DAGNELI (1975) par la formule suivante

$$t_{obs} = \frac{|\bar{x}_i - \bar{x}_j|}{\sqrt{\frac{SCE_i + SCE_j}{n_i + n_j - 2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}}$$

TABLEAU 26 : RESULTATS d'ANALYSE DE LA VARIANCE A 2 CRITERES DE CLASSIFICATION : LA STRATE ET L'ORIENTATION. VARIATION DES PENETRATIONS DE R. AMYGDALI SUR 8 AMANDIERS A TAFRAOUT

SOURCES DE VARIATION	DEGRES DE LIBERTE			SOMME DES CARRES DES ECARTS			CARRES MOYENS		F. CALCULES	FO, 95
SRATES DES ARBRES	6 - 1 = 5			SCEa = 8164,2			CMa = 1632,84		Fa = 14,62	2,21
ORIENTATIONS	4 - 1 = 3			SCEb = 658,66			CMb = 219,55		Fb = 1,97	2,6
INTERACTION	3 x 5 = 15			SCEab = 75528,26			CMab = 5035,2		Fab = 45,1	1,67
VARIATION	K2 = 671			SCEr = 74898,9			CMr = 111,62			
TOTAUX	694			SCEI = 84350,92						
	Nord	Sud	Est	Ouest	Xi	Ni	Moyennes			
Strate I	433	405	451	376	1665	144	11,6			
Strate II	463	437	548	554	2002	165	12,1			
Strate III	251	159	323	152	885	168	5,3			
Strate IV	89	51	154	75	369	88	4,2			
Strate V	139	105	182	86	512	104	4,9			
Strate Vi	36	55	63	38	192	26	7,3			
Xj	1411	1212	1721	1281	5625	695	-			
Nj	171	173	180	171	695	-	-			
Moyenne	8,2	7	9,6	7,5	-	-	-			

TABLEAU 27 : RESULTATS d'ANALYSE DE LA VARIANCE A 2 CRITERES DE CLASSIFICATION : LA STRATE ET L'ORIENTATION. VARIATION DES PENETRATIONS DE R. AMYGDALI SUR BRANCHES PIEGES

SOURCES DE VARIATION	DEGRES DE LIBERTE	SOMME DES CARRES DES ECARTS	CARRES MOYENS	F. CALCULES	FO, 95
SRATES	4 - 1 = 3	SCEa = 19461,52	CMa = 6487,2	Fa = 3,63	2,65
ORIENTATIONS	4 - 1 = 3	SCEb = 3783,9	CMb = 1261,3	Fb = 0,71	2,65
INTERACTION	3 x 3 = 9	SCEab = 305848,2	CMab = 3398,1	Fab = 19	1,93
VARIATION	K2 = 166	SCEr = 296494,6	CMr = 1786,1		

	Nord	Sud	Est	Ouest	Xi	Ni	Moyennes
Strate I	136	640	238	489	1503	33	45,5
Strate II	406	648	948	697	2699	88	30,7
Strate III	188	374	340	274	1176	42	28
Strate IV	13	57	16	21	107	19	5,6
Xj	743	1719	1542	1481	5485	182	-
Nj	34	49	53	46	182		
Moyenne	21,9	35,1	29,1	32,2			

Ces résultats concernent la totalité des pénétrations, réelles ou tentatives. Nous avons appliqué la même démarche aux pénétrations réussies seulement (donc à des effectifs assez inférieurs), moyennant dénombrement des galeries maternelles par branche, après écorçage. Ceci seulement pour les arbres, non pour les branches pièges (1).

Les résultats de ces dénombrements sont donnés au tableau 28. La première phase d'analyse sur ce point est donnée en annexe II tableau C, la seconde phase au tableau 29 ci-après.

Bien que les effectifs en cause soient inférieurs, les conclusions à tirer de cette analyse paraissent identiques à celles de la précédente.

Toutefois, ce préférendum pour certaines strates ne traduit pas nécessairement l'existence d'un caractère du milieu favorable à la multiplication de l'insecte.

Les taux de multiplication moyens recueillis après décortication des branches analysées figurent au tableau 30.

Bien que les strates supérieures soient moins prospectées par les femelles, elles semblent présenter de meilleures conditions pour le développement de *R. amygdali*.

Ceci est illustré par la figure 19 : les taux de multiplication se sont montrés relativement plus élevés dans les strates supérieures que dans les strates basses. En fait, il est probable que les propriétés intrinsèques des diverses parties de l'arbre, en ce qui concerne notamment la qualité de la nourriture offerte aux larves, peuvent contribuer à déterminer le devenir de la descendance.

Nous ajoutons que le parasitisme par Hyménoptères, n'a pratiquement pas d'incidence sur ces chiffres. Nous avons pu précédemment, (BEN AZOUN 1984) sur la base d'observations sur un arbre unique, émettre l'hypothèse que les Hyménoptères présenteraient un certain préférendum pour les strates inférieures. Cette hypothèse n'a pas pu être vérifiée par les observations ultérieures sur les autres arbres, dont le taux de parasitisme (autour de 1 parasite par galerie maternelle) s'est révélé extrêmement faible.

Nous avons procédé par ailleurs à un examen détaillé tronçon par tronçon des relations éventuelles, d'une part, entre la circonférence (ou diamètre) et la densité de peuplement, et d'autre part, entre le taux de multiplication et la surface disponible par "famille" de l'Insecte (ou densité de peuplement).

Pour ce qui concerne la relation circonférence-densité de peuplement par les femelles-mères, nous avons pris en compte non seulement les arbres d'une part, mais aussi d'autre part les branches ayant servi aux expériences sur l'hivernage (cf. p. 67 et 68). Pour la relation densité de peuplement taux de multiplication nous avons également pris en compte des branches ayant servi aux expériences sur l'hivernage, mais dans ce cas, uniquement les sous-échantillons n°3 qui varient, seuls été maintenus dans la nature.

(1) Et sur sept arbres seulement. Les résultats après quelques écorçages du huitième n'ont pas été relevés, en raison d'une mortalité presque totale survenue aux stades larvaires probablement sous l'effet de très fortes chaleurs. (Arbre A₈ du tableau de la page 125).

TABLEAU 28 : VARIATION DU NOMBRE DE GALERIES MATERNELLES DE R. AMYGDALI SELON LA STRATE ET L'ORIENTATION SUR 7 AMANDIERS A TAFRAOUT

ARBRES	STRATE I				STRATE II				STRATE III				STRATE IV				STRATE V				STRATE VI			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
1	17	10	10	12	30	49	27	35	29	24	23	19	11	8	5	5	6	9	5	5				
2	43	21	21	21	18	24	24	26	21	33	28	15	23	11	30	28	12	31	14	19	14	25	31	18
3	11	11	10	6	21	25	26	19	7	6	2	5	2	1	5	1								
4	8	4	14	6	16	15	13	10	3	5	4	4	-	-	-	-								
5	4	3	4	2	18	3	18	10	5	5	8	11	7	9	18	7								
6	1	0	1	0	1	0	1	0	11	6	9	6												
7	8	3	8	3	13	3	13	5	8	3	5	2												
X / B	2,9 6	1,4 5	2,1 9	1,6	3,5 4	3,9 1	3,7	3,1 8	2,15	2,1	2,02	1,79	1,9	1,45	2,63	1,86	0,7	1,54	0,96	0,92	2,8	4,17	3,87	2,57
X / S	----- 2,1 -----				----- 3,6 -----				----- 2 -----				----- 1,9 -----				----- 1 -----				----- 3,4 -----			

X / B = Nombre moyen de galeries maternelles par branche /

X / S = Nombre moyen de galeries maternelles par Strate

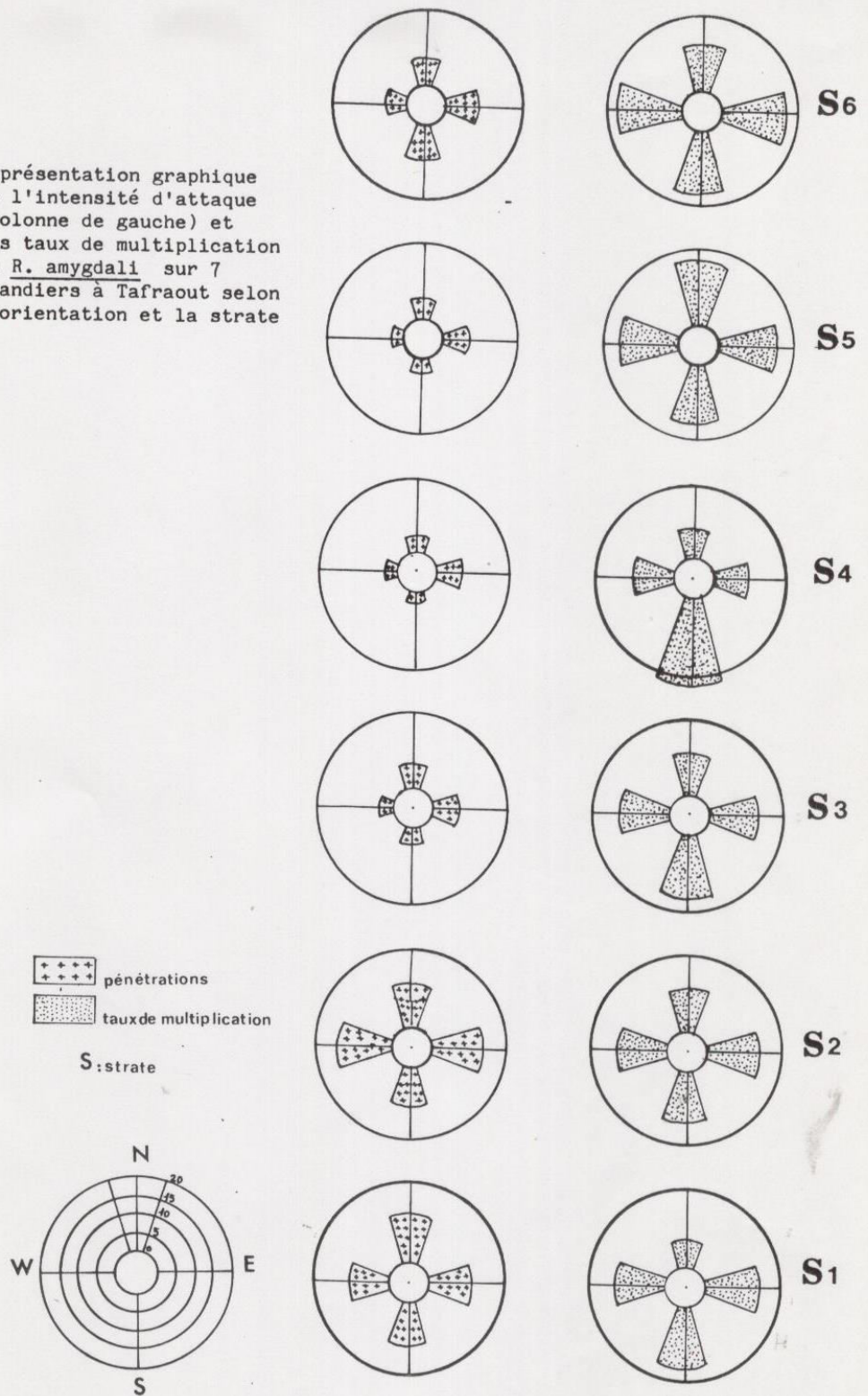
TABLEAU 29 : RESULTATS d'ANALYSE DE LA VARIANCE A 2 CRITERES DE CLASSIFICATION : LA STRATE ET L'ORIENTATION. VRIDATION DU NOMBRE DE GALERIES MATERNELLES DE R. AMYGDALI SUR 7 AMANDIERS A TAFRAOUT

SOURCES DE VARIATION	DEGRES DE LIBERTE	SOMME DES CARRES DES ECARTS	CARRES MOYENS	F.CALCULE	FO, 95		
SRATES DES ARBRES	6-1 + 5	SCEa = 442,5	CNa = 88,5	7,1	2,21		
ORIENTATIONS	4-1 + 3	SCEb = 20,1	CNb = 6,7	0,54	2,6		
INTERACTION	3X5 = 15	SCEab = 7642,7	CNab = 509,5	41,7	1,67		
VARIATION	606	SCEr = 7569,1	CNr = 12,5				
	Nord	Sud	Est	Ouest	Xi	Ni	Moyennes
Strate I	92	45	68	50	255	124	2,1
Strate II	117	129	122	105	473	132	3,6
Strate III	84	82	79	70	315	156	2
Strate IV	43	32	58	41	147	88	1,9
Strate V	18	40	25	24	107	104	1
Strate VI	14	25	31	18	88	26	3,4
Xj	368	353	383	308	1412	630	
Nj	156	157	159	158	630		
Moyenne	2,4	2,2	2,4	1,9			

TABLEAU 30 : VARIATION DU TAUX DE MULTIPLICATION APPARENT DE R ; AMYGDALI SELON L'ORIENTATION ET LA STRATE

Répétitions (Arbres)	STRATE I				STRATE II				STRATE III				STRATE IV				STRATE V				STRATE VI			
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	Z	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W
1	3,2	11,3	20,5	12,5	19,3	15,9	2,9	14,9	15,4	20,9	21	24,8	7,5	10,2	9,4	18,6	19,2	10,1	29	23				
2	6,8	20,3	23,4	11,2	14,7	17,4	12,6	11,6	8,2	13,2	9,8	8,5	7,4	10,9	10,9	9,6	16	16	16,3	12,1	13,3	15,6	16,5	16,9
3	5,8	4,4	3,2	9,8	9,4	25	12,8	9,6	6,7	7,5	21,5	7,4	5,5	18	5,8	21								
4	12,6	16,3	7,5	20,2	12,4	13,6	20,4	27	7,3	3,4	7,8	4,8												
5	2,2	2,7	5,5	2,5	6,1	1,7	5,7	3,6	5,2	12	4,4	7	6,1	11,3	7,7	5,6								
6	2	-	-	-	6	-	2	-	6,6	7	7	8,5												
7	12,6	-	33	10,5	37,7	3,7	24	9,7	20,4	9,8	34,7	19,6	11											
Taux de X par strate	-----11,6-----				-----13,1-----				-----13,2-----				-----11,5-----				-----15,1-----				-----15,8-----			

Figure 19 : Représentation graphique de l'intensité d'attaque (colonne de gauche) et des taux de multiplication de *R. amygdali* sur 7 amandiers à Tafraout selon l'orientation et la strate



Comme indiqué plus haut, chaque tronçon a été mesuré, et sa population dénombrée, isolément. Nous avons calculé le coefficient de corrélation. Il n'est pas possible de donner ici le détail de toutes ces mesures et comptages. Mais les coefficients de corrélation "r", apparaissent aux tableaux 31 et 32 (1).

Pour la relation circonférence-densité de peuplement, la corrélation se montre négative sauf pour deux lots pour laquelle elle apparaît pratiquement nulle. On en déduirait que *R. amygdali* s'implante proportionnellement mieux sur des branches de relativement faible circonférence. Il reste possible cependant qu'en cas de très forte pullulation généralisée à un arbre, ce caractère soit plus ou moins masqué.

Pour la relation taux de multiplication-densité de peuplement, il n'apparaît pas de corrélation nette. Les coefficients calculés se montrent très disparates.

La densité de peuplement ne semble pas constituer dans les échantillons analysés, un facteur limitant de la multiplication de l'espèce : par exemple pour certaines strates le taux de multiplication est inférieur à ce qu'il est dans d'autres strates pour des surfaces disponibles par "famille" très supérieures. De même, à surfaces par "famille" comparables pour certaines strates, le taux de multiplication est 2 à 3 fois moins important pour certaines par rapport à ce qu'il est pour d'autres.

Les surfaces minimales par "familles" observées sont de l'ordre que 20 cm² (et en grande majorité supérieures et très supérieures) ce qui paraît très suffisant si l'on se réfère par exemple aux données de SCHVESTER (1957) sur *R. rugulosus* en élevage, espèce d'ailleurs de taille relativement plus grande que celle de *R. amygdali*, et pour laquelle une surface par famille de l'ordre de 15 cm² suffit à assurer une multiplication optimale.

Il apparaît donc dans les conditions de notre étude, qu'une densité de peuplement critique ne semble que très rarement atteinte. Les branches, ou tronçons analysés depuis 1983 ne seraient pas surpeuplés dans leur majorité.

Il existe très probablement des interférences entre les influences respectives de la strate et du calibre des branches attaquées sur la distribution des attaques dans l'arbre et sur les conséquences de celle-ci (c'est-à-dire sur les taux de multiplication). Ceci indique bien qu'un échantillonnage que l'on voudrait représentatif devrait être distribué sur l'ensemble de la hauteur de l'arbre, et en prenant d'autre part la précaution de prélever des branches de calibres différents. D'autre part, à l'échelle du verger, les prélèvements seraient à effectuer sur plusieurs arbres car, ainsi que le suggère BERRYMAN (1968) à propos de *Scolytus ventralis*, en raison de la grande variabilité entre arbres dans les densités d'attaque et dans la survie des descendants, chaque arbre serait à traiter comme une unité écologique séparée, indépendante d'autres unités semblables.

(1) Les nombres des branches soumises à l'hivernage et prises en compte dans les tableaux 31 et 32, paraissent présenter quelques anomalies : d'après le schéma expérimental, les effectifs figurant au tableau 31 devraient être représentés par des nombres pairs et ceux figurant au tableau 32 devraient être exactement de la moitié de ceux du tableau 31. Les anomalies proviennent de ce que, au cours de l'hivernage dans la nature des sous-échantillons n°3, un certain nombre d'entre eux ont "disparu", très probablement du fait de "prélèvements" en vue d'utilisation du bois comme combustible.

TABLEAU 31 : VARIATION DE LA DENSITE DE PEUPEMENT PAR LES FEMELLES MERES DE R. AMYGDALI EN FONCTION DE LA CIRCONFERENCE DES BRANCHES ET TRONCONS D'AMANDIER

	Matériel Végétal	Effectif des Branches	Y = Densité d'attaque/1000cm		X = Circonf.branches		Corrélation	
			yi	yi ²	xi	xi ²	xiyi	r
Branches Hivernages	82/83	57	154,7	810,27	368,23	2836,1	797,34	-0,5
	84/85	24	71	308,3	210,06	1933,42	611,19	-0,12
	85/86	42	90,5	297,47	324,13	2696,36	662,70	-0,25
	86/87	25	81,4	349,66	212,9	2274,19	629,93	-0,32
Arbres	A1	27	30,05	66,8	1014,55	68183,75	768,43	-0,36
	A2	23	111,7	978,75	544,16	14981,34	2159,98	-0,34
	A3	14	39,96	226,67	204,96	3624,67	597,12	-0,004
	A4	10	18,05	37,76	200,16	4567,7	335,16	-0,484
	A5	11	23,47	70,16	164,35	3077,1	261,56	-0,797
	A6	7	6,11	11,16	122,38	2467,03	79,43	-0,605
	A7	7	8,93	13,19	127,92	2388,81	163,78	-0,061

TABLEAU 32 : VARIATION DU TAUX DE MULTIPLICATION DE R. AMYGDALI EN FONCTION DE LA DENSITE D'ATTAQUE(OU SURFACE DISPONIBLE)

Matériel végétal	Effectif des lots	Y = Taux de Multiplication		Densité d'attaques par 100 cm ²					Surface disponible par galerie maternelle				
	n	Yi	Yi ²	Xi	Xi ²	X	XiYi	xy	Xi	Xi ²	X	XiYi	xy
Arbre n° 1	27	424,82	8803,05	32,27	74,91	1,195	528,90	0,076	76296,34	8433210,5	282,6	181846,48	0,54
Arbre n° 2	23	29977	4379,25	108,7	969,75	4,726	1378,86	0,082	703,93	28954,2	30,6	9067,37	0,04
Arbre n° 3	14	111,7	1049,89	39,96	226,67	2,85	386,30	0,504	1123,89	175886,82	80,3	8329,39	0,137
Arbre n° 4	10	123,5	1901,5	18,05	37,76	1,8	235,21	0,28	642,22	47185,85	64,2	7760,25	0,114
Arbre n° 5	11	59,4	380,12	23,47	70,16	6,4	153	0,77	958,7	156492,23	87,2	3838,56	0,64
Arbre n° 6	7	41,8	432,6	6,11	11,61	0,87	42,48	0,177	4181,3	4530493,53	597,3	18170,48	0,353
Arbre n° 7	7	129,67	3495,75	8,93	13,19	1,27	126,85	0,869	695,6	89625,64	99,4	17423,61	0,985
Global	99	1190,66	20442,16	237,49	1404,05		2853,09	0	15934,98	13461848,77		246435,84	0,212
Branches hivernage													
1982 / 83	26	379,2	6616,88	48,4	122,48	1,86	729,51	0,41	2012,25	210328,1	77,39	27981,64	0,18
1982 / 85	10	130,4	2167,2	26,9	97,23	2,69	359,79	0,084	559,95	45957,4	56	6828,81	0,18
1982 / 86	19	151,2	1793,3	45,3	178,85	2,38	471,67	0,54	1856,6	417346,2	97,7	9535,34	0,44
1982 / 87	11	121,5	1427,33	31,9	142,81	2,9	381,55	0,45	792,2	113631	72	8440,17	0,14
Global	66	782,3	12004,7	152,5	541,37	2,9	1942,52	0,2	5221	787262,7	79,1	52785,96	0,28

IV. INCIDENCE DES DIFFERENTS FACTEURS SUR LA DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE *R. AMYGDALI*

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 qui (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 pondreuse 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 attaquant 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. Nous avons vu (III.2. p. 102 et suivantes) que sur certains arbres, le nombre d'attaques se traduisant par des exsudations de gommes 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 attaquant 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 attaquant. Ce phénomène n'est pas démontré pour les *Ruguloscolytus*, mais est plausible si l'on se réfère à ce qui est connu d'espèces voisines, comme *S. multistriatus*.

Il y a plus de possibilités d'évaluer la mortalité au cours de la phase subcorticale.

Nous avons utilisé deux catégories d'observations pour la détermination de cette mortalité.

IV.1. Méthodes d'observation et d'interprétation

Le premier type d'observations consiste à dénombrer après la fin des émergences, (qui sont elles même dénombrées) les traces laissées par les parents (galeries maternelles et encoches de ponte) et par la progéniture (logettes nymphales et leur état : ouvertes - "semi ouvertes" ce qui indique l'intervention d'un parasite - fermées - et dans ce cas, leur 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'oeufs 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'oeuf 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'encoques de ponte) auxquelles sont confrontées les données sur les divers stades ou ensembles de stade que l'on peut discriminer. Des taux de mortalité peuvent être calculés par rapport à la fécondité. Des taux de multiplication sont représentés par le rapport du nombre d'insectes émergés 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 sait pas si toutes les encoques de ponte ont effectivement reçu un œuf.

Un deuxième d'observations est constitué 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.

Mais 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 persiste avant leur complet développement, par concurrence interspécifique par exemple, 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 tendons 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.

IV.2. L'incidence des ennemis naturels

Les tableaux 33 et 34 récapitulent les données sur l'incidence des ennemis naturels telle qu'elle a pu être observée à l'occasion des relevés de composition démographique des populations de Tafraout et de Béni-mellal.

Pour chaque relevé nous avons établi d'une part (colonnes 6 et 7) les pourcentages de Scolytes identifiés comme morts du fait des ennemis naturels par rapport au nombre total d'individus observés, et d'autre part (colonne 8) la moyenne du nombre de Scolytes par "famille" (galerie maternelle) détruits de ce même fait.

Les données des colonnes 7 et 8 ne peuvent être considérées comme représentatives d'un taux réel de parasitisme ou de prédatisme car elles sont fondées sur des observations ponctuelles, échelonnées dans le temps, s'appliquant à des populations qui n'ont pas terminé leur évolution. D'autre part le nombre total de morts observés à un moment donné (colonne 3) ne reflète certainement qu'une partie de la mortalité globale. Ces données permettent cependant une évaluation de l'importance relative des divers ennemis, les uns par rapport aux autres. Elles permettent d'autre part de constater que l'activité des Hyménoptères parasites paraît s'exercer surtout sur la génération hivernante, puis au moins certaines années, en juin-juillet.

Sauf quelques exceptions, c'est bien *Cephalonomia hypobori* qui apparaît comme l'espèce la plus active. Les prédateurs, et notamment *Pyemotes* se montrent parfois assez actifs, mais de façon très sporadique.

Les moyennes figurant dans les colonnes 8 permettent une évaluation plus objective de l'incidence des ennemis naturels. 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 30 oeufs 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'oeufs pondus permettent d'évaluer un taux "réel" (1) de mortalité parasitaire à comparer avec un taux "réel" (1) de mortalité globale du Scolyte. Il s'agit d'observations faites sur branches prélevées dans la nature en fin des générations et qui ont fait l'objet de comptage de trous d'émergence suivis d'écorçage et d'examen des logettes nymphales encore fermées ou, éventuellement, des larves encore restantes, puis de dénombrement des encoches de ponte. Nous indiquons cependant que ce dénombrement des pontes n'a pu être effectué sur certains prélèvements, (ceux marqués d'un astérisque au tableau 35) et que nous leur avons fictivement attribué une fécondité de 30 oeufs par galerie maternelle, correspondant au chiffre moyen que nous avons déterminé (p. 77). Les résultats de ces observations figurent au tableau 35.

L'incidence des ennemis naturels apparaît donc très faible par rapport aux autres causes de mortalité ; elle est de plus extrêmement irrégulière. Encore relativement représentés à Tafraout en 1982, leur action est apparue nettement plus faible les années suivantes, et même pratiquement insignifiante en 1983. Si les Hyménoptères sont à peu près constamment représentés, il n'en est pas de même des prédateurs.

En ce qui concerne particulièrement 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 de l'ordre du 18% dans notre échantillon de la génération hivernante 84 85, mais se trouve 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 (p. 92) une coïncidence remarquable dans les périodes d'émergence des Scolytes adultes et des Hyménoptères adultes, notamment au printemps lors du premier 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.

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 la proie à recevoir la ponte. Ceci constitue un frein à la multiplication des Hyménoptères parasites.

(1) Terme mis ici entre guillemets en raison de la persistance d'une certaine marge d'approximation

TABLEAU 33 : INCIDENCE DES ENNEMIS NATURELS A TAFRAOUT D'APRES RELEVES DE COMPOSITION DE MOGRAHIQUE

MOIS	Nb G.M. 1	Nbre individus 2	Total Morts 3	% Morts 4	5 % Morts parasités				6 % Morts par prédation			7 Nombre d'individus par système		
					C.H	C.E	C.Q	Total	C.F.	Pyem.	Total	Vivants 2-3/1	Morts parasités	Morts prédation
1982														
Février	374	4266	1367	32	6,9	10,1	0,3	17,3	0,6	6,5	7,1	7,8	1,97	0,81
Mars	132	2778	817	29,4	5,3	11,6	0,8	17,7	0,3	3,7	4	14,9	3,73	0,85
Avril	131	3025	1	0,03	-	-	-	-	-	-	-	23,1	0	0
Mai	121	2676	320	11,9	2,5	2,7	-	5,2	-	-	-	19,5	1,15	0
Juin	216	3316	981	29,6	12,7	10,5	0,3	23,5	0,06	0,06	0,1	10,8	3,6	0,02
Juillet	98	146	0	0	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0	0
Août	146	946	61	6,4	4,1	0,9	-	5	-	-	-	6,1	0,32	0
Septembre	140	460	83	18,1	1,7	13,3	-	15	2,6	-	2,6	2,7	0,49	0,08
Octobre	112	261	19	7,3	0,8	6,5	-	7,3	-	-	-	2,2	0,17	0
Novembre	85	977	26	2,7	2	0,7	-	2,7	-	-	-	11,2	0,31	0
Décembre	73	554	7	1,3	0	0,8	0,5	1,3	-	-	-	7,2	0,1	0
1983														
Janvier	110	2778	2	0,07	0	-	-	0	-	-	-	24,8	0	0
Février	89	1530	27	1,8	0,0	-	0,9	1,8	-	-	-	16,9	0,3	0
Mars	35	480	33	6,9	2,7	-	0,8	3,5	1,2	-	1,2	12,8	0,48	0,17
Avril	55	240	0	0	-	-	-	0	-	-	-	4,4	0	0
Mai	39	519	4	0,8	0,8	-	-	0,8	-	-	-	13,2	0,1	0
Juin	50	656	159	24,2	7,9	1,6	3	9,5	-	11,6	11,6	9,9	1,24	1,52
Juillet	95	1925	75	3,9	0,2	2,4	-	2,5	-	-	-	19,5	0,54	0
Août	36	462	6	1,3	1,3	-	-	1,3	-	-	-	12,7	0,17	0
Septembre	16	489	18	3,7	2,2	-	-	2,2	-	-	-	29,4	1,83	0
Octobre	42	1427	186	13	1,3	2,6	3,1	7	0	4,4	4,4	29,5	2,38	1,5
Novembre	87	2694	293	10,9	8,4	-	-	8,4	0,9	-	0,9	27,6	2,61	0,29
Décembre	77	2176	92	4,2	0,5	0,1	0,1	0,7	0	2,2	2,2	27,1	0,19	0,62
1984														
Janvier	50	2187	211	9,6	6,4	-	-	6,4	-	2,5	2,5	39,5	2,80	1,12
Février	47	550	37	6,7	0,5	0,3	0,5	1,3	1,6	1,7	3,3	11,4	0,16	0,40
Mars	117	1083	193	17,8	2,3	4,6	5	11,9	0,1	2	2,1	7,6	1,10	0,20
Avril	124	1191	0	0	-	-	-	-	-	0,4	0	9,6	0	0
Mai	139	1440	49	3,4	1	0,8	0,8	2,6	0,4	2,3	0,8	10	0,27	0,08
Juin	124	1351	101	7,5	0,1	0,8	0,5	1,4	0,4	3,9	5,5	10,0	0,15	0,60
Juillet	37	408	38	9,3	1,2	0,6	0,4	2,2	3,2	2,2	7,1	9,2	0,24	0,78
Aout	54	1097	82	7,5	2,7	0,3	0,8	3,8	0,8	0,3	3	17,6	0,78	0,59
Septembre	76	720	75	10,4	2,3	1	1,2	4,5	1,7	4,1	2	7,4	0,42	0,18
Octobre	75	702	55	7,8	1	0,1	0,6	1,7	0,2	2,1	4,3	8,3	0,16	0,40
Novembre	44	1468	191	8,2	1,6	0,5	0,8	2,9	1,4	0,1	3,5	29,5	0,95	1,18
Décembre	79	1098	209	19	0,7	-	-	0,7	0	-	0,1	10,9	0,10	0,01

TABLEAU 33 BIS : INCIDENCE DE S ENNEMIS NATURELS A TAFRAOUT D'APRES RELEVES DE COMPOSITION DEMOGRAHIQUE

MOIS	Nb G.M. 1	Nbre individus 2	Total Morts 3	% Morts 4	5 % Morts parasités				6 % Morts par prédation			7 Nombre d'individus par système		
					C.H	C.E	C.Q	Total	C.F.	Pyem.	Total	Vivants 2-3/1	Morts parasités	Morts prédation
1985														
Janvier	79	1216	289	23,8	6	3,9	2,3	12,2	1,1	4,2	5,3	9,7	1,87	0,81
Février	46	1724	192	11,1	1,9	2	0,7	4,6	0,5	0,7	1,2	33,3	1,74	0,46
Mars	73	1464	80	5,5	1,3	0,5	0,5	2,3	-	-	-	18,9	0,46	0
Avril	89	835	7	0,8	-	-	-	-	-	-	-	9,3	0	0
Mai	91	1108	26	2,3	0,7	-	-	0,7	-	-	-	11,8	0,9	0
Juin	101	752	34	4,5	1,3	-	-	1,3	-	-	-	7,1	0,1	0
Juillet	53	583	33	5,7	2,9	0,7	0,2	3,8	-	0,7	0,7	10,1	0,41	0,08
Août	42	247	8	3,2	1,6	-	-	1,6	-	-	-	5,1	0,09	0
Septembre	27	190	16	8,4	0,5	4,7	-	5,2	-	-	-	6,4	0,37	0
Octobre	50	368	24	6,5	-	-	-	-	-	-	-	4,3	0	0
Novembre	21	441	78	17,7	7	1,6	-	8,6	0,2	2,7	2,9	16,6	1,8	0,62
Décembre	58	823	98	11,9	4,2	3,8	2,9	10,9	-	1	1	12,5	1,55	0,14
1986														
Janvier	23	361	31	8,6	4,7	0,8	0,6	6,1	-	2,5	2,5	13,7	0,96	0,39
Février	41	743	88	11,8	2,4	0,3	1,8	4,5	-	2	2	15,8	0,80	0,37
Mars	21	273	23	8,4	0,7	-	-	0,7	0,7	-	0,7	11,9	0,09	0,09
Avril	30	359	0	0	-	-	-	-	-	-	-	10,7	0	0
Mai	18	310	24	7,7	1,9	1,9	1	4,8	-	1,3	1,3	15,2	0,83	0,22
Juin	9	179	15	8,4	2,8	1,1	0,6	4,5	0,6	2,2	2,8	17,4	0,89	0,55
Juillet	16	296	20	6,7	1	1	0,7	2,7	1	2,7	3,7	15,0	0,5	0,69
Août	38	504	10	2	1,4	-	-	1,4	-	-	-	8,3	0,18	0
Septembre	50	431	49	11,4	2,6	1,1	-	3,7	-	5,1	5,1	5,9	0,32	0,44
Octobre	49	363	24	6,6	1,4	1,4	-	2,8	0,5	2,5	3	6,3	0,20	0,22
Novembre	15	176	20	11,4	2,3	1,7	-	4	-	6,3	6,3	10,1	0,47	0,73
Décembre	24	693	28	4	1	0,1	-	1,1	0,3	2,3	2,6	24,5	0,33	0,75
1987														
Janvier	31	785	212	27	11,6	6,2	3,7	21,5	1,4	3	4,4	18,5	5,45	1,10
Février	22	718	107	17,3	4,8	1	0,2	6	0,7	7,7	8,4	22,8	1,68	2,36
Mars	41	712	112	15,7	0,6	-	-	0,6	-	3,6	3,6	14,6	0,09	0,63

C.E : *Cerocephala eccoptogastri* C.E : *Cerocephala eccoptogastri*
C.Q: *Cheipopochus quadrum* C.F: *Cryptolestes fractipennis*

TABLEAU 34 : INCIDENCE DES ENNEMIS NATURELS A BENI MELLAL

Mois	Nb G.M. 1	Nb d'individus 2	Total Morts 3	% Morts 4	5% morts parasités							6% morts par prédation					7 Nombre individus par système		
					C.H		C.E.		C.O		Total	C.H		Pym.		Total	Vivants 2-3/1	Morts Paras.	Mort Préda.
					Eff.	%	Eff.	%	Eff.	%		Eff.	%	Eff.	%				
01.83	103	1436	157	10,9	16	1,1	0	0	0	0	1,1	2	0,1	0	0,1	0,1	1,5	0,16	0,02
02.	111	1185	369	31,1	181	15,3	0	0	57	4,8	20,1	37	3,1	27	5,4	5,4	7,4	2,14	0,57
03.	50	253	33	13	0	0	0	0	13	5,1	5,1	5	2	0	2	2	4,4	0,26	0,1
04.	167	355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	0
05.	70	857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,2	0	0
06.	58	664	77	11,6	21	3,1	0	0	7	1,1	4,2	13	2	24	5,6	5,6	10,1	0,48	0,63
07.	60	899	138	26,5	114	12,7	0	0	29	3,2	15,9	9	1	26	3,9	3,9	11	2,38	0,58
08	62	1443	281	19,4	46	3,2	0	0	57	3,9	7,1	24	1,7	41	4,5	4,5	18,7	1,66	1,05
09	37	771	54	7	27	3,5	0	0	9	1,2	4,7	0	0	0	0	0	19,4	0,97	0
01.85	103	5600	633	11,3	61	61	0	0	29	0,5	1,6	28	0,5	214	4,3	4,3	48,2	0,87	2,35
02.	99	2785	337	12,2	45	45	4	0,2	67	2,4	4,2	16	0,6	36	1,9	1,9	24,7	1,17	0,52
03.	90	2455	200	8,2	45	45	11	0,5	30	1,2	3,5	15	0,6	21	1,5	1,5	25	0,96	0,40
04.	214	2998	10	0,3	3	3	0	0	0	0	0,1	0	0	1	0	0	13,9	0,01	0,01
05.	138	2391	220	9,2	30	30	7	0,3	21	0,9	2,4	15	0,6	35	2,1	2,1	11,8	0,32	0,27
06.	254	3276	244	7,4	31	31	2	0,1	17	0,5	1,5	29	0,9	27	1,7	1,7	11,9	0,20	0,22
07.	97	819	61	7,5	23	23	0	0	4	0,5	3,3	0	0	13	1,6	1,6	7,8	0,28	0,13
08.	121	1215	111	9,3	25	25	0	0	15	1,2	3,3	8	0,8	15	2	2	9,1	0,33	0,19
09.	87	713	73	10,2	15	15	0	0	10	1,4	3,5	6	0,85	6	1,7	1,7	7,4	0,29	0,14
10.	49	309	27	8,7	8	8	0	0	6	1,9	4,5	0	0	8	2,6	2,6	5,7	0,28	0,16
11.	65	418	41	9,8	15	15	0	0	18	4,3	7,9	3	0,7	3	1,4	1,4	5,8	0,51	0,10

C.H. : *Cephalonomia hypobori*

C.E. : *Cerocephala eccopotogastri*

C.Q : *Cheiopachus quadrum*

TABLEAU 35 : MORTALITE SUBCORTICALE ET TAUX DE MULTIPLICATION DE R. AMYGDALI (TAFRAOUT)

Génération	1 Nombre GM	2 Nombre EP	3 Scolytes Sortis	4=2 3/2 Mortalité Globale %	5 Nombre Parasites	6= 5/2 Mortalité Enn. Nat. %	7= 3/1 Nbre Scolytes Vivants par G.M	8= 5/1 Nombre parasites Par G.M
Hivernante 82/83	81	2686	1270	52,7	66	2,5	15,7	0,8
Printanière 83	28	983	456	53,6	69	7,0	16,3	2,5
Estivale 83	76	2280(*)	641	71,9	Non relevé	Non relevé	8,4	Non relevé
Hivernante 83/84	86	2580(*)	1260	51,0	Non relevé	Non relevé	14,6	Non relevé
Printanière 84	504	15120(*)	1916	77,4	668	44	3,8	1,1
Estivale 84	51	1045	380	63,6	75	7,2	7,4	1,5
Hivernante 84/85	101	2493	1368	41,5	187	7,5	13,5	1,9
Printanière 85	189	3883	553	85,8	259	6,7	2,9	1,4
Estivale 85	173	4739	2055	56,6	125	2,6	11,9	0,7
Hivernante 85/86	133	3328	1346	59,7	164	4,9	10,1	1,2
Printanière 86	18	540(*)	258	52,2	3	0,6	14,3	0,03
Estivale 86	67	2010(*)	739	63,2	83	4,1	11,0	1,2
Hivernante 86/87	67	2095	768	63,3	168	8,0	11,5	2,5

Cette cause de freinage a tendance à disparaître par la suite : même si l'on observe en 2^e vol (juin fig. 17) une coïncidence assez étroite entre les essors des Scolytes et des parasites, les populations du premier sont à cette époque en raison de leur échelonnement, proportionnellement beaucoup plus riches en stades aptes à recevoir la ponte des parasites (voir graphiques de composition démographique, p. 40 et 41), et de ce fait, on constate en fin de saison, et sur la génération hivernante, une tendance à 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° de température constante dans des conditions expérimentales, la mort de *Cheirpachus* adulte intervient en 48 heures au plus.

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

IV.3. Incidence des autres facteurs (1)

Ainsi qu'il est dit 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 part (température et humidité) et le facteur "état physiologique" du végétal d'autre part.

Le tableau 35 montre déjà que, estimée par rapport à la fécondité, la mortalité au cours du développement subcortical est importante et que, par rapport à la mortalité attribuable aux ennemis naturels, celle due aux autres facteurs est considérablement plus élevée.

Le tableau 36, établi selon la méthode indiquée plus haut (IV. 1) sur les données relevées après écorçages montre que cette mortalité intéresse surtout les états oeufs, larvaires et nymphal, avec le plus souvent, dominance pour les états oeufs + larves "jeunes" (qu'il ne nous est pas possible de discriminer). A une exception près (sur la génération printanière, 1983 et pour des raisons de que nous n'avons pu déceler, le taux de mortalité d'adultes en période ténérale, avant émergence est généralement faible.

La figure 20 reprend ces mêmes données. Le demi-cercle représente 100% de la fécondité estimée. Les secteurs représentent respectivement les taux de mortalité (avec distinction de celle due aux ennemis naturels et celles due globalement aux autres causes) et les taux de survie.

Il paraît assez nettement que, le taux de survie de la génération hivernante est souvent sensiblement plus important que celui de la génération printanière ou que celui de la génération estival. Ceci est traduit également à la figure 21 en termes de taux de multiplication (c'est-à-dire nombre de Scolytes éclos par galerie maternelle). Pour la deuxième génération notamment, 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. Ainsi en 1984 puis en 1985 les températures maximales journalières sous abri ont atteint ou dépassé 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 (cf. figure 14). Ceci sans aucune précipitation autre que sous forme de traces (au sens météorologique du terme) à raison de trois journées, en 1985 seulement.

(1) L'essai d'interprétation tenté ici ne concerne que Tafraout, lieu principal de notre activité et où les observations ont été continues.

Parallèlement, on observe des taux de multiplication 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 40°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 létale 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, des 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 *Phloesipus cedri* et *Scolytus 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'*Ips 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 début septembre, les températures maximales sous abri à Tafraout n'ont atteint ou dépassé au cours de la période d'étude qu'exceptionnellement les 30°C, (avec quelques rares pointes au-delà jusqu'à 35°C au maximum) et restant comprises jusqu'à fin octobre (voire mi-novembre comme en 1982) entre 25 (parfois moins) et 30°C après quoi celles s'abaissent encore.

La mortalité de la génération hivernante reste cependant importante. Nous en avons analysé les modalités au paragraphe III.3 et 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 *Ips typographus* (D. SCHVESTER, communication personnelle) ne se trouve jamais réalisée au cours de l'hiver à 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 maxima d'humidité relative de l'air relevés à Tafraout en période d'hiver (moyennes décadaires) plafonnent autour de 65-70% accompagnés de minima qui peuvent s'étagier de 20% environ à 50-60%.

Les températures hivernales semblent ne pas constituer non plus un facteur de mortalité direct : elles ne descendent qu'assez rarement sous 0°C. Les minima enregistrés au cours de la période d'étude ont été, en décembre 1982 de l'ordre de -0,5°C à -1°C (moyennes décadaires) accompagnés de maxima de 17 à 21°C, et d'environ -2°C en deuxième décade de février 83 (avec 3 jours à -4°C) et -1°C en première décade de février 85 (avec un jour à -4°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 (1) les totaux annuels ayant été les suivants :

1981	86,8 mm
1982	103 " en 21 jours de pluie
1983	71,5 " " 20 " "
1984	114,5 " " 10 " "
1985	210,7 " " 23 " "
1986	135 " " 18 " "

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 nous a pas permis d'établir de relation véritable, ni favorable ni défavorable.

IV.4. Discussion

Il ressort de nos observations que le facteur "ennemis naturels" ne peut être considéré comme un facteur déterminant dans la dynamique des populations du Scolyte de l'amandier. 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. Exprimée en termes de nombres d'insectes détruits par famille, l'incidence des ennemis naturels au cours de notre période d'étude s'est élevée au plus à 6,5 environ sur un seul relevé (Tafraout, janvier 87), et en termes de pourcentage par rapport à la fécondité à 8% (sur la génération hivernante 86-87). Mais ces valeurs sont, dans de nombreux cas observées, beaucoup plus faibles encore.

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 un rapport des sexes de 1).

Or, si l'on examine l'évolution des attaques (sur le transect d'Adei-Aflawadei décrit p. 103) d'avril 1985 à juillet 1986, on observe que ces attaques sont demeurées à un niveau qui n'a progressé que lentement. Nous rappelons ci-après le total des indices d'attaques relevés ainsi que l'indice global établi selon la formule indiquée (p. 104).

Il semblerait donc bien que la progression des attaques ne soit pas en rapport réel avec la multiplication du Scolyte telle qu'elle a pu être estimée. La troisième colonne du tableau ci-dessus (T.M.) rappelle le taux de multiplication observé pour les générations à l'origine des attaques (1) qui ont fait l'objet des observations.

(1) l'hiver 83-84 a été particulièrement sec (aucune pluie de septembre à février inclus).

TABLEAU 36 : MORTALITE SUBCORTICALE DE R. AMYGDALI SELON STADES

Génération	Nb GM	Mortalité Globale %	Mortalité Parasitaire %	Mortalité par autres causes			Total Autres causes %
				Œufs+LJ %	LA+ N %	A %	
Hivernante 82/83	81	52,7	2,4	17,7	24,7	7,8	50,2
Printanière 83	28	53,6	7,0	12,7	11,4	23,0	46,5
Printanière 84	504	87,4	4,4	64,3	-- 18,6 ---		82,9
Estivale 84	51	63,6	7,2	40,3	-- 16,2 ---		56,5
Hivernante 84/85	101	41,5	7,5	22,8	13,8	1,4	38,0
Printanière 85	189	85,8	6,7	55,5	20,6	2,9	79,0
Estivale 85	173	56,6	2,6	34,6	15,1	4,3	54,0
Hivernante 85/86	133	59,7	4,9	31,8	21,1	1,8	54,7
Printanière 86	18	52,2	0,6	31,3	-- 20,4 ---		51,7
Estivale 86	67	63,2	4,1	32,8	23,5	2,7	59,0
Hivernante 86/87	-	63,3	8,0	32,0	20,1	3,2	55,3

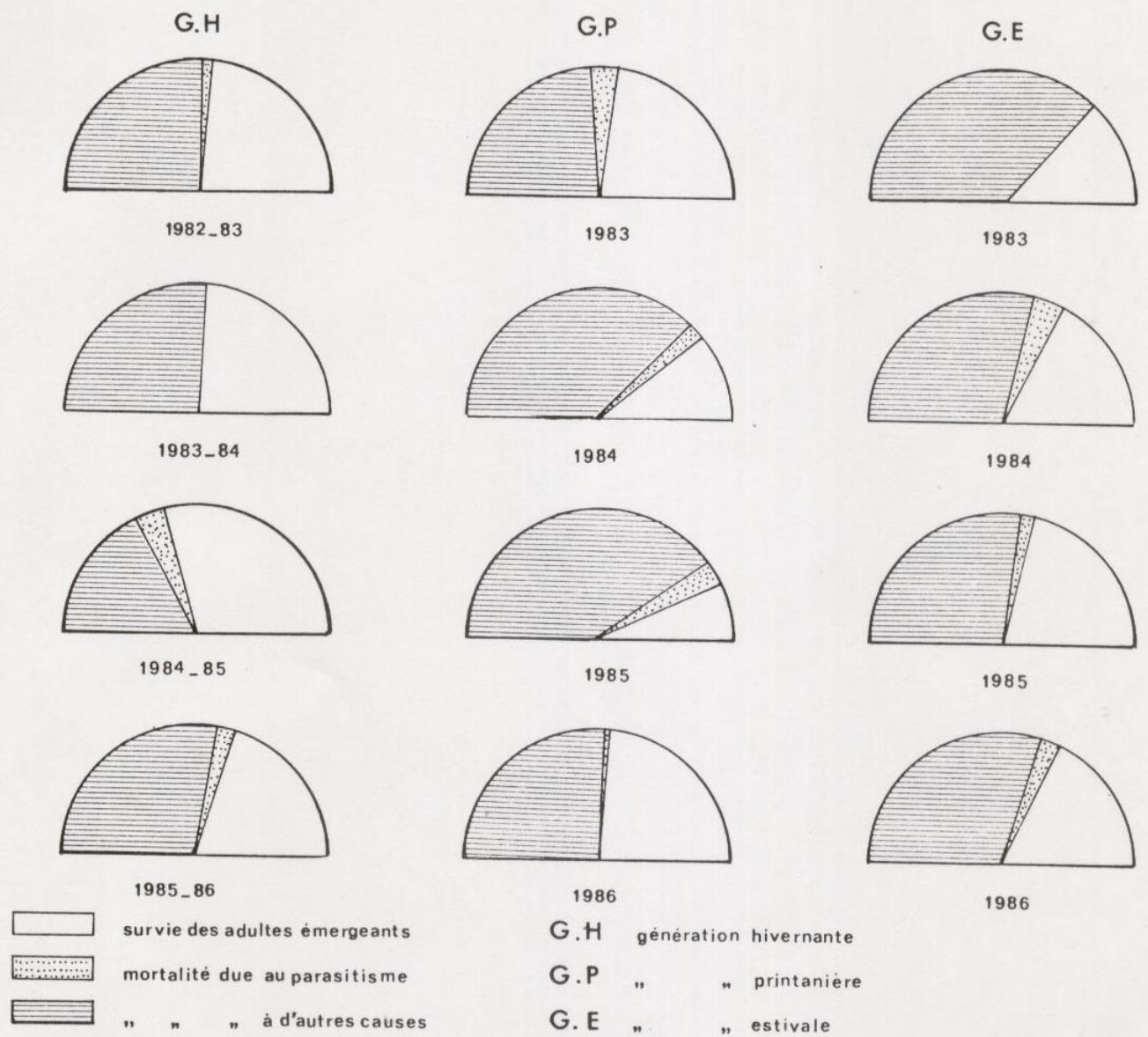


Figure 20 : Représentation graphique des facteurs de mortalité de *R. amygdali* (Tafraout)

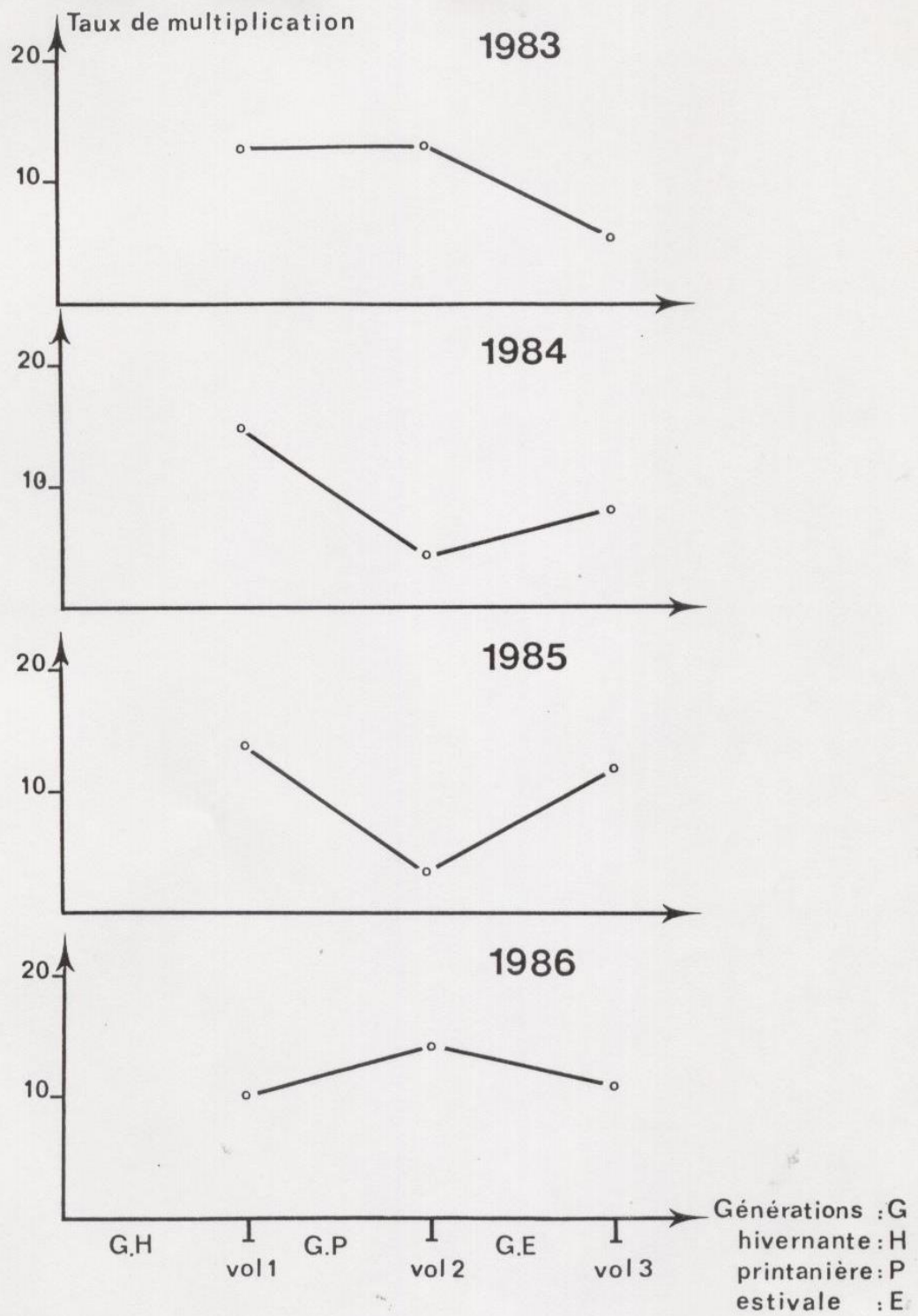


Figure.21 : Variation des taux de multiplication de *R. amygdali* (Tafraout)

Période		Total indices	Indice global	Taux de multiplication	
Avril	1985	2972	28,55	Hiv. 84-85	13,5
Juillet	1985	3604	34,62	Print. 85	2,9
Février	1986	3907	37,53	Estiv. 85	13,5
Avril	1986	3760	36,12	Hiv. 85-86	10,1
Juillet	1986	3927	37,72	Print. 86	14,3

Ceci appelle quelques remarques. 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, ainsi que l'on bien indiqué STARK et BORDEN (1965) ou BERRYMAN (1968). Nous avons tenté de le faire, partant d'une estimation de la fécondité.

Mais ces tables ne concernent précisément que la phase subcorticale, c'est-à-dire de l'implantation réussie des femelles à l'émergence de ses descendants. 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, c'est-à-dire par exemple d'un verger considéré dans son ensemble. Nous avons tenté (III.3.2.) d'établir les bases d'un échantillonnage qui serait plus représentatif à ce niveau de perception. Mais sa réalisation pratique se heurte à bien des contraintes, d'ordre matériel, et aussi d'ordre social.

Nous demeurons donc dans l'ignorance à peu près totale de l'indice de 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 "état 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.

(1) Signification des abréviations : Hiv. = Génération hivernante; Print. = Génération printanière ; Est. = Génération estivale.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS GENERALES

La présente étude sur *Ruguloscolytus .amygdali* développe et complète notre précédent travail, présenté en 1984 et qui ne portait alors que sur l'année 1982 et une partie de 1983.

Du point de vue biologique, elle confirme entièrement, les résultats alors acquis sur le cycle d'une espèce jusqu'à présent fort peu étudiée. Nos observations sur maintenant un peu plus de six années montrent que ce cycle se déroule à peu près régulièrement sur le même schéma, à trois générations par an, une printanière, issue des hivernants dont l'essor commence en février, une estivale, et une estivo automnale, laquelle chevauche avec la précédente. L'hivernage intervient à l'état larvaire sur les insectes de cette troisième génération, qui n'est que partielle, ainsi que sur une fraction relativement tardive de la génération estivale. Les données des observations périodiques sur la composition démographique des populations (méthode mise en oeuvre depuis 1982 et que nous avons continué d'appliquer en les affinant par des observations à périodicité plus faible) et les résultats de la méthode de piégeage mise en oeuvre ultérieurement se confirment pleinement. Toutefois, certaines années au moins, semble apparaître, tout en fin de saison, l'ébauche d'un quatrième vol d'adultes. Mais, si tel est bien le cas, ce phénomène est à considérer comme sans incidence sur la dynamique des populations. Ces adultes d'ailleurs en proportion peu importante meurent au cours de l'hiver, très probablement sans avoir pu donner naissance à une descendance viable.

Nos expériences sur les conditions de l'hivernage poursuivies sur trois hivers successifs confirment également pleinement les résultats de l'hiver 82-83: il intervient bien en fin de saison, un phénomène de diapause qui frappe les larves en fin de développement larvaire, et qui a entre autres pour effets de réduire considérablement l'échelonnement des sorties d'insectes de la génération hivernante par rapport à l'échelonnement des générations d'été précédent, lequel, en raison des chevauchements s'étend couramment et sans solution de continuité, de juin à novembre inclus. Il ne nous est pas possible de déterminer les facteurs qui induisent cette diapause, non plus que les conditions de sa levée. Ceci n'entraîne d'ailleurs pas dans notre propos, et la constatation du phénomène (qui se retrouve d'ailleurs chez d'autres espèces) revêt par elle-même quelque importance, étant donné son incidence sur la dynamique de l'espèce.

Du point de vue de la dynamique des populations, nous rappellerons d'abord une citation de l'entomologiste américain COULSON (1979) qui écrit "un écologiste prudent, intéressé à contribuer à la théorie de la dynamique des populations, ne choisirait pas normalement une espèce de Scolytide comme animal d'expérience",

Il en énumère les raisons suivantes:

- Les Scolytes interviennent comme membres de communautés diverses, qui intègrent des interactions simultanées de nombreux organismes associés ;
- Ils sont, du point de vue logistique, difficiles à échantillonner ;
- Ils présentent des systèmes de populations caractérisés par une extrême complexité et des variations inhérentes énormes ;
- Ils infestent de nombreuses espèces-hôtes différentes ;
- Ils interviennent sur des aires géographiques larges et de types physiographiques variés ;
- La dynamique des populations de Scolytides s'exerce dans un cadre spatial et temporel dont la gamme s'étale de quelques centimètres carrés à des kilomètres carrés, et de quelques minutes à des années.

Nous retrouvons beaucoup de ces difficultés pour l'étude de *R.amygdali*. Certaines d'entre elles sont peut-être moindres que pour l'étude des Scolytides forestiers, auxquels COULSON fait surtout référence.

Par exemple :

- Du point de vue purement "logistique", les échantillonnages en vergers sont probablement moins difficiles qu'en forêt. Nous avons tenté d'établir les bases d'un échantillonnage applicable à un biotope dans son ensemble, c'est-à-dire par exemple à une plantation ou un groupe de plantations. Le procédé qui en découlerait ("stratification", prélèvements, pour un même échantillon de branches de diamètres variés, et sur plusieurs individus-arbres) reste probablement à affiner et sa validité à démontrer. Et malgré tout, sa mise en application demeure soumise à certaines contraintes matérielles ou sociales.
- Le "système de population" chez *R.amygdali* est probablement, moins compliqué que celui d'autres espèces en particulier parce que la ponte a lieu en une seule séquence, après laquelle la femelle meurt. A l'inverse, chez de nombreuses espèces forestières (*Ips. sp.*, *Dendroctonus* américains, *Tomicus piniperda*, *Orthotomicus erosus*, etc.) la ponte a lieu (et souvent pour une fraction seulement, d'ailleurs variable, des femelles) en plusieurs séquences successives, sur des individus-hôtes le plus souvent différents, séparées par une rematuration et une réémergence des adultes. Une même femelle peut donner ainsi naissance à des "générations sœurs" successives qui se chevauchent entre elles, ou même avec les générations "vraies" .

Il reste cependant que, même chez *R.amygdali*, le phénomène de chevauchement des générations dont nous parlons ci-dessus, génère un certain nombre de difficultés pour une étude de la dynamique. A cela, s'ajoute un fait commun à tous les Coléoptères xylophages: leur cycle se déroule en deux phases: une

phase de vie et de développement subcortical, de la ponte à l'émergence des adultes, et une phase "aérienne", de l'émergence des adultes à la pénétration sur un nouvel-hôte.

Or, il est peut-être relativement possible d'acquérir des éléments pour la compréhension de la dynamique au cours de la phase de développement subcortical il est beaucoup plus difficile de saisir ce qui peut intervenir au cours de la phase "aérienne", dans un milieu, et à une échelle spatiale tout à fait différents.

Mais notre but n'était pas de "contribuer à la théorie de la dynamique des populations". Il était seulement, compte tenu de l'importance des pullulations des Scolytides (*R.amygdali* en particulier) au Maroc, d'apporter un certain nombre de précisions sur la biologie, avec des éléments de dynamique pouvant permettre d'évaluer la menace présentée par l'espèce et d'orienter la lutte.

Dans ce domaine, nous avons pu préciser les éléments du potentiel biotique. Pour le rapport des sexes, il apparaît que la carène frontale constitue un indicateur assez précis du sexe des insectes. Pour la fécondité les tentatives que nous avons poursuivies d'évaluation par mesures de la longueur des galeries maternelles ont montré que cette méthode paraissait peu fiable (sauf peut-être sur de très grands nombres, ce qui ne semble guère réalisable). Le comptage des encoches de ponte en dépit de quelques réserves que nous avons indiquées fournit une base pour l'établissement d'une table de vie (ou de mortalité) laquelle, cependant, ne peut être absolument détaillée stade par stade. Nous avons dans notre précédent travail émis l'hypothèse qu'un affinement des comptages de structure d'âge des populations pourrait en cette matière apporter un certain nombre de précisions. Il est apparu en fait que l'on observe lors de chaque relevé, un nombre d'insectes morts seulement, mais qui ne peut être considéré comme reflétant fidèlement. La mortalité réelle (notamment aux divers stades larvaires) au moment du comptage, très probablement parce qu'un nombre important de larves mortes, desséchées, échappent aux tris que nous avons faits.

Nous avons pu cependant apporter quelques précisions, noter par exemple que l'essentiel de la mortalité en phase subcorticale frappe le plus souvent les stades larvaires avant fin du développement. Ceci apparaît d'ailleurs assez logique, s'agissant de la phase la plus longue du développement subcortical, comme l'ont indiqué nos observations sur ce point.

L'évaluation des taux de multiplication par le rapport

Nombre d'adultes émergés (1) / Nombre de galeries maternelles

ou des taux de mortalité par le rapport :

Nombre d'adultes émergés / Nombre d'encoches de ponte

(1) ou selon le cas le nombre d'insectes parvenus à fin de développement larvaire.

ne donne en fait qu'une appréciation globale sur la mortalité survenue au cours de la phase subcorticale. Mais l'une et l'autre méthode amènent à des conclusions cohérentes entre elles.

En dépit d'une mortalité toujours importante en phase subcorticale considérée par rapport à la fécondité, les taux de multiplication, même s'ils varient dans des limites assez larges selon les années et les générations, sont apparus le plus souvent supérieurs et même parfois très supérieurs à l'unité, ce qui indique bien que l'espèce constitue une menace.

La part respective de différents facteurs dans la mortalité en phase subcorticale ne peut être distinguée pour tous ces facteurs. Il est net que les ennemis naturels n'interviennent que pour une très faible part. Nous l'avons déjà observé pour 1982 et les observations ultérieures le confirment absolument, car les taux de mortalité attribuables aux ennemis naturels se sont montrés de 1983 à 1986, encore nettement inférieurs. L'une des causes de cette inefficacité réside dans un défaut de coïncidence "phénologique" entre parasites Hyménoptères et stades du Scolyte (cf. IV.2. Tableau.34).

La concurrence intraspécifique par surpopulation, phénomène qui intervient dans certaines conditions chez divers Scolytides (SCHVESTER -1957- sur *R.rugulosus* THALENHORST, 1958 et sur *Ips typographus* par ex.) et même si elle reste certainement possible dans le cas de *R.amygdali*, n'est apparue dans aucun des échantillons que nous avons observés comme un facteur possible de mortalité.

L'influence des facteurs climatiques est difficile à discerner parmi les causes de la mortalité subcorticale considérée globalement. Cependant, les chaleurs excessives d'été qui règnent certaines années à Tafraout, pourraient être cause d'une importante mortalité au cours de la génération estivale. Il n'a pas été possible d'établir valablement de parallèle entre les autres éléments du climat (pluies, humidité) et la mortalité ou la multiplication du Scolyte. Le climat à Tafraout, même avec certaines variations dont nous avons discuté, conserve cependant chaque année, un caractère de semi-aridité accentué et il ne semblerait pas que ces variations puissent avoir une influence importante sur le devenir du Scolyte, en phase subcorticale au moins.

Mais l'examen de l'évolution des infestations sur le transect de Adei-Aflawadei indiquerait que cette évolution n'est pas à la mesure de la multiplication du Scolyte au cours de sa phase de vie subcorticale. Ces observations, que nous comptons poursuivre, ne s'étendent encore que sur une assez courte période. Elles nous amènent cependant à émettre l'hypothèse que se produit une importante mortalité d'adultes entre les émergences et la réussite des implantations de l'insecte, et que l'essentiel de cette mortalité pourrait être lié à l'état physiologique du végétal, dans la mesure où il peut conditionner une certaine résistance à l'infestation non seulement par les sécrétions de gomme, mais aussi, par la qualité de l'alimentation qu'il offre à l'insecte ou même par les caractères "mécaniques" (dureté du bois) jugées par

certain auteurs (CHODJAI op.cit.) comme pouvant empêcher ou diminuer la ponte même une fois l'insecte implanté. De ce fait, on observe assez souvent des galeries maternelles bien amorcées mais avec pontes réduites ou presque nulles. Sur ce point nous indiquons que nos relevés de populations n'ont pris en compte que des systèmes de galeries "normaux".

Cette notion du rôle de l'état du végétal conditionnant le succès des attaques n'est certainement pas nouvelle, mais il semble, dans le cas qui nous occupe de Tafraout, que ce facteur joue un rôle capital, ce qui, d'un point de vue pratique est extrêmement important. Il est certain que *R. amygdali* est à considérer comme "secondaire", c'est-à-dire s'attaquant-à des arbres déficients, quelle que soit d'ailleurs la cause de cette déficience.

Mais, il peut souvent s'agir de déficiences passagères, qui seraient réversibles sans l'intervention de l'insecte, et au Maroc, dans certaines régions, comme Tafraout, au moins, 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. (cas des abricotiers et des nectariniers à Beni-mellal).

Pour ces raisons il apparaît que le Scolyte est, bien que "secondaire", à considérer comme un ravageur effectif, contre lequel il convient d'engager la lutte.

Cette lutte, de nature "intégrée" devrait comporter d'abord un certain nombre de mesures d'ordre prophylactique.

- Le maintien d'un bon état sanitaire général, vis à vis de diverses maladies ou ravageurs. Nous avons indiqué plus haut (p. 122) que cet état pouvait laisser à désirer ;
- L'enlèvement et l'incinération immédiate (ou tout au moins un bon "chauffage") de tous les bois attaqués, ceci avant les émergences donc avant fin janvier pour la génération hivernante. Proscrire le bûcheronnage anarchique sur les amandiers et veiller à ne pas laisser au dehors, qu'ils soient attaqués ou non, les bois coupés, ce qui amène trop souvent la constitution de foyers de Scolyte.

Eventuellement des interventions chimiques. Les données biologiques que nous avons acquises permettent d'évaluer la menace, et donc, l'opportunité de telles interventions, ainsi que de mettre en oeuvre une surveillance qui permet et 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 apparue, dans nos observations, régulièrement importante. Il est donc des plus nécessaires de faire ces interventions dès l'émergence de ces hivernants.

Le très long échelonnement et le chevauchement des vols d'été (2^{ème} et 3^{ème} vols) que nous avons mis en évidence, amènent à penser qu'il est peu réaliste, sauf nécessité urgente, d'envisager des interventions chimiques au cours de cette période. La répétition de traitements nécessaires pour un bon résultat à cette époque, risque d'être très onéreuse. Il conviendrait par conséquent de rechercher au maximum la réduction des "foyers" au cours de l'hiver et au printemps, par tous les moyens possibles.

Les essais d'intervention chimique que nous avons effectués sur les bases indiquées ci-dessus, ont eu des résultats très positifs (Annexe I).

A ces mesures pourraient s'en joindre d'autres, d'ordre cultural telles que

- Des labours légers et répétés ameublissant le sol;
- pour les plantations en milieu xérique des apports périodiques de terre qui permettent à l'arbre de résister contre la sécheresse ;
- les apports de fumier décomposé, d'engrais azotés, potassiques et phosphoriques (beaucoup plus nécessaires à Tafraout qu'à Beni Mellal pour assurer une bonne nutrition de l'arbre, et équilibrer le pH du sol) ;
- des sélections génétiques d'hybrides comme *Tilwine x Tilwine 6* et *Tizouugaphine* pourraient améliorer la résistance de l'amandier à certains agents de maladies ou ravageurs (BARBEAU et EL BOUAMI 1980).

BIBLIOGRAPHIE

Abgrall J.F., Schvester D., 1987 - Observations sur le piégeage d'*Ips typographus* L. après chablis. *R.F.F.* 39 (4): 359-377.

Ait Bassou M., 1981 - Etude agro-technique et économique de l'amandier dans la zone de Skoura (Région de Ouarzazate). *Mémoire d'Ingénieur Horticole. I.A.V HASSAN II, Complexe Horticole d'Agadir, Département d'Horticulture.*

Anonyme., 1969 - L'amandier, fiche technique n°4-12-1. *Maroc. Direction de la Recherche Agronomique.*, 9p.

Anonyme., 1981 - Quelques considérations sur la culture de l'amandier à la S.O.D.E.A. (Société de Développement Agricole). *Séminaire A.N.A.P.A.V, Meknès (Maroc), S.O.D.E.A.*, 34p.

Anonyme., 1972 - Les techniques relatives à l'amélioration de la production d'amandier. Fiche technique: *Office Régional de Mise en Valeur Agricole de Tadla Fkih ben Salah.* 10p.

Anonyme., 1984 - Ebauche pour une description du secteur agricole de la zone de Tafraout. Fiche technique: *Semaine Agricole et touristique de Tafraout (1984), D.P.A Tiznit. C.T.A. de Tafraout n°14-09 (Maroc).* 15p.

Anonyme., 1984- Opérations de lutte chimique entreprises contre le Neiroun dans la région de Taroudant. Fiche technique: *Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Souss Massa. Labo-Phytiatrie . C.M.V 802. Ait Melloul.*

Arambourg Y., 1964 - Caractéristiques du peuplement entomologique de l'olivier dans le Sahel de Sfax. *Ann. I.N.R.A.T.* 37.1-140.

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.

Atik A., 1984- Etude préliminaire de la dynamique des populations du scolyte de l'amandier *Ruguloscolytus .amygdali* GUERIN dans la région de Tafraout. *Mémoire d'Ingénieur Phytiatre . I.A.V.Hassan II. Complexe d'Agadir. Département de Zoologie.* Septembre 1984. 43 p.

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.* n°61, pp. 1248-1255.

Bakrlm A., 1987- Contribution à l'étude de quelques caractéristiques biologiques du scolyte de l'olivier *Phloetribus scarabeoides* BERN au laboratoire. *Mémoire d'Ingénieur Phytiatre . I.A.V.Hassan II. Complexe d'Agadir. Département de Zoologie..* Janvier 1987. 92 p.

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* 1 (1), 59 p.

Balachowsky A.S., 1963 - Entomologie appliquée en agriculture. Les *Coléoptères*. *Ed. Masson et Cie Parie.* I (2), 1237 p.

Barbeau G., El Bouami., 1979- Prospections de tardiveté des floraisons de l'amandier dans le sud marocain. *Fruits*, 34 (2): 131-137.

Barbeau G., El Bouami., 1980 - Les hybrides "amandier x pêcher" naturels du sud marocain. *Fruits*, 35. (3): 171-176.

Barbeau G., El Bouami., 1980- Prospections "Amandier" dans le sud marocain. *Fruits*, 35. (1): 39-49.

Beaver R.A., 1964- Some mortality factors affecting a population of *Scolytus scolytus* (F.) (Coleoptera, Scolytidae), *Proceeding of the XIIth International Congress of Entomology*. London p. 1.

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- Nataly, mortality and control of the elm bark *Scolytus scolytus* (F.) (Coleoptera, Scolytidae). *Bull. ent. Res.* 59, 537-540.

Benazoun A., 1980- Contribution à l'étude des scolytes du pin sylvestre en forêt d'Orléans. *D.E.A. d'Entomologie. Univ Paris VI , Labo 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 de physiologie des insectes*, 9 janvier 1984, 132p.

Berisford C.W., Franklin R.T., 1969 - Attack sequence of *Ips grandicollis* (Coleoptera, Scolytidae). and some associated Hymenopterous parasites. *J.Georgia. Ent.Soc.* 4 (3): 93-96.

Berisford C.W., Kulman H.M., Pienkowski R.L., and Heikkinen H.J., 1971 - Factors affecting distribution and abundance of Hymenopterous parasites of *Ips spp* bark beetles in Virginia (*Coleoptera, Scolytidae*). *Can. Ent.* 103, 235-239.

Berryman A., 1968 - Development of sampling techniques and life tables for the fir engraver *Scolytus ventralis* (*Coleoptera:Scolytidae*). *Can Ent.* 100, 1138-1147.

Bodenheimer F.S., 1930 - Uber die Grundlagen einer allgemeinen. Epidemiologie der Insektkalamitaten. *Z. Ang. Ent.* 16, 433-450.

Breny R., 1946 - Trois scolytes du cerisier. *Bull Hortic., N.S.* 1, 32-54.

Carle P.R., Schvester D., 1983- Pyrethroides and integrated pest Control against xylophagous 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., 1979. Ecophysiologie des insectes parasites de forêts. *ed Chararas, Paris.* 297p.

Chararas C., Katoulas M., Koutroumpas A., 1982. Préférendum alimentaire de *Ruguloscolytus rugulosus* (*Coléoptère Scolytidae*) des arbres fruitiers. *C.R. Acad. Sci. Paris.* 294, 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 beetles. *Ann.Rev.Ent.* 24, 417-447.

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.

Dagneli P., 1975 - Théorie et méthodes statistiques, Vol II : *Ed. Presses Agronomiques Gembloux (Belgique)*, 463 p,

Dajoz R., 1970 - Précis d'écologie. *Ed. Dunod. Paris.* 357 p.

Dajoz R., 1974 - Dynamique des populations. *Ed. Masson. Paris.* 301 p.

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 formicarius* (Coleoptera, Scolytidae). *Ann. Sci. Forest.* 16, 305-312.

David V., 1974- L'amandier, un arbre à planter en Provence et en Corse. Fiche technique n° 613, *Section Agronomie C.N.A.R.B.R.L.* 2 p.

El Jadd E., 1979- Biologie et dynamique des populations des Lépidoptères ravageurs du cotonnier au Maroc, et étude auto écologique de l'une des espèces : *Spodoptera littoralis* (BOISD) (*Lep. Noctuidae*). *Thèse Docteur Ingénieur. Univ Aix Marseille 3.* 161p.

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.

Fernald H.T., 1935 - Applied entomology. (I) vol., *McGraw-Hill-N.Y.ed.*

Gagnard J.M., 1954- Recherches sur les caractères systématiques et sur la stérilité des variétés d'amandier cultivées en Algérie. *Ann. Instit. Agric. Algérien*, 8 (2): 1-163.

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'île de Corse. *Thèse de Doctorat ès Sciences. Univ Paris sud*. 12 décembre 1980. 249 p.

Goidanich A., 1938 - I rapporti fitopatologici dei Coleotteri Scolitidi Con li altri parassiti delle piante legnose e Con le Condizioni di vegetazione di queste. *Boll.Inst. Ent. Univ. Bologna*, (6): 127-167.

Grasseley G., Crossa-Reynaud P., 1980 - L'amandier. Ed. G-P. *Maisonneuve et Larose ed. Paris*. 446 p.

Gurevitz E., Ishaaya I., 1972 - Behavioural response of the fruit tree bark beetle, *Scolytus mediterraneus*, to host and non host plants. *Ent. exp. appl.* (12): 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.* 5 (80): 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 I- 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.

Hatim N., 1983 - Contribution à l'étude de quelques facteurs de mortalité du scolyte de l'amandier *Ruguloscolytus .amygdali* GUERIN dans la région de Tafraout. *Mémoire d'Ingénieur Phytiatre . I.A.V.Hassan II. Complexe d'Agadir. Département de Zoologie.* Juillet 1983. 48 p.

Hedqvist K.J., 1963 - Studia forestalia suecica. Die feindre der Borkenhafer in Schweden. I Erzwespen. (*Chalcidoidea*). Ed. *Skogshogskulan Stockholm* 176 p.

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 *Phloeotribus 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.*, (85): 1 - 27.

Joly R., 1975- Les insectes ennemis des pins. *Ed. Louis-Jean Nancy* vol. I et II 222 p.

Kingsolver J.G., Norris D., 1977 - The interaction of the female *Ambrosia* beetle, *Xyleborus ferrugineus* (Coleoptera, Scolytidae) with eggs in relation to thermomorphology of the gallery system. *Ent. Exp. Appl.* 21, 9-13.

Kouta B., 1982- Contribution à l'étude biologique du scolyte de l'amandier *Ruguloscolytus amygdali* GUERIN dans la région de Tafraout. *Mémoire d'Ingénieur Phytiatre . I.A.V.Hassan II. Complexe d'Agadir. Département de Zoologie.* 43 p.

Laraichi M., 1982 - Ravageurs animaux de l'amandier et du pêcher. Journées d'étude sur l'amandier et le pêcher. *Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès.*

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 Nématologique.*, 2 (2): 143 -151

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., Vallet E., 1982 - Observations sur les nématodes parasites et associés aux principaux *Scolytidae* ravageurs du pin sylvestre en forêt d'Orléans et de Sologne. *Oecol. Applic.* 3 (2): 131-148.

Lieutier F., Levieux J., 1985 - Les relations conifères-scolytides: importance et perspectives de recherches. *Ann. Sci. For.* 42 (4): 359-370.

Mara S., 1982 - Etude du débourrement et de la floraison de quelques variétés d'amandiers plantées au Complexe Horticole d'Agadir (Région du Souss). *Mémoire d'Ingénieur Horticole. I.A.V.Hassan II. Complexe d'Agadir.Département d'Horticulture.* 39 p.

Mendel Z., Gurevitz E., 1985 - Hymenopterous parasitoids of the almond bark beetles in Israël. *Alon hanotea* (1985). 39 (12), 1057-1060 (in *Review of Applied Entomology «Series A»* 1987. 75, (2).

Mignot E.C., Anderson R.F., 1969 - Bionomics of the bark beetle predator *Thanasimus dubius* FAB (Coleoptera: Cleridae). *Ent. News* (3): 305-310.

Moser J.C., Cross E.A., Roton L.M., 1971 - Biology of *Pyemotes parviscolyti* (Acarina: Pyemotidae). *Entomophaga*, 16 (4):367-379.

- Moser J.C., Roton L.M., 1972** - Reproductive Compatibility Between two widely Separated populations of *Pyemotes scolyti* (Acarina: Pyemotidae) *Pan-Pacific Ent.* 48 (2):97-99.
- 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*. *A.C.S. Symposium series n°62 Host Plants Resistance to Pests, Ed. Paul A Hedin.* Madison (U.S.A.), 215-230.
- Ossor A., 1982** - Perspectives et voies de développement de l'amandier dans la zone nOU1- de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla. *Mémoire d'Ingénieur Horticole . I.A.V.Hassan II. Complexe d'Agadir. Département d'Horticulture.* 32 p.
- Pavel S., Carlton S.K., 1982** - Attack and Development of *Scolytus multistriatus* in small diameter Elm branches. *Environmental Entomology.* 11, (3): 594-597.
- Picard F., 1921** - Extrait sur deux Scolytides des arbres fruitiers et leurs parasites *Bull. Pathol. Veg. Fr.* 8 (1):16 -19.
- Pfeffer A., 1979** - Einfluss der Borkenkafer auf das Ulmensterben (*Col.Scolytidae*). *Acta entomologica bohemoslovaca,* 76 145-157.
- Prillieux P., Delacroix J., 1889** - Une maladie des pruniers dans l'arrondissement de Villeneuve-sur-Lot. *Bull. Minisy. Agric.* 1, 127-167
- Questienne P., Fraval A., 1977** - Etude des caractéristiques de la population de pontes de *Lymantria dispar* L sur chêne-liège, en forêt de Mamora. *Ann. Rech. For. Maroc.* 17, 125-144.

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.

Rehder., 1921- *Journal of Arnol Arboretum*, 3-24.

Richerson J.V., Borden J.H., 1971 - Sound and vibration are not obligatory host finding stimuli for the bark beetle parasite, *Coeloïdes brunneri* (Hymenoptera : Braconidae). *Entomophaga.* 16 (1) : 95-99.

Richerson J.V., Borden J.H., 1972 - Host finding behaviour of *Coeloïdes brunneri* (Hymenoptera: Braconidae). *Can. Ent.* 104, 1235-1250.

Rickter A.A., 1964 - Results of practical and theoretical work on almond breeding and varieties studies. *Trudy. Gros. Nikit. Bot. Sada.* 37-91.

Rickter A.A., 1969- Objectifs et méthodes de sélection pour l'amandier. *Trudy. Gros. Nikit. Bot. Sada.* 17, 37-91.

Rickter A.A., 1975 - Proteins substance charge in almond seeds as influenced by thermal drying *Byull. Gros. Nikit. Bot. Sada* 22-27.

Roussel Uclaf., 1982-Deltaméthrine monographique. *ed. Roussel Uclaf.* Avignon. 412 p.

Rudinsky J.A., 1962. Ecology of Scolytidae. *Ann. Rev. Entom.* n°7, pp. 327-348.

Russo G., 1926- Contributo alla conoscenza dei coleotteri Scolitidi. Studio morfo biologico del *Chaetoptelius vestitus* (NULS e REY), FUCHS e dei suoi 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.

Schlyter F., Anderbrant O., Harding S., Ravn H.P., 1984- Offspring per emergence hole at different attack densities in the Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* (L.) (*Coleoptera: Scolytidae*) *Z. Ang. Ent.* 97,244-248.

Schneider. 1904- Handbuch des Laubholzkunde, Iéna.

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 (1) : 21-25.

Schvester D., 1951- Méthodes de lutte contre les Scolytides des arbres fruitiers. *Rev. Zool. Agric. Appl.* 50 (1) : 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 paru 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 IV^e congrès international de lutte contre les ennemis des plantes, Braunschweig*. Vol 1, 769-772.

Schvester D., 1960 - Sur divers modes de dénombrement des populations d'insectes. Leur portée. Leurs limites. *Rev. Zool. Agric. Appl.* 58 (4-6) : 44-48.

Schvester D., Moutous G., Bonfils J., Carle P., 1962 – Etude biologique des cicadelles de la vigne dans le sud-ouest de la France. *Ann. Epiphy.* 13 (3):205 -237.

Sekkat A., 1984. Etude biologique des pucerons de l'amandier dans le Saïss. *Actes. Inst. Agro-Vét.*, 4(1):105-111. *Spécial Zoologie*.

Sieber R., Benz G., 1985 - The diapause of the birch engraver, *Scolytus ratzeburgi* Janson (Col. Scolytidae), its termination by chilling, and manipulation with ecdysterone. *Bulletin de la Société entomologique Suisse*, 58, 193-198.

Simidchiev T., 1973- Etude de l'amandier comme plante mellifère. *Gradina Lozars.. Nauka*, 10 (2): 3-14.

Sivapalan P., Shivanandarajah V., 1977- Diets for rearing the ambrosia beetle Tea, *Xyleborus fornicates* (Coleoptera: Scolytidae) invitro. *Ent. Exp. Appl* 21, 1-8.

Sivihra R., Koehler C.S., 1982 - Attack and Development of *Scolytus multistriatus* in small diameter Elm branches. *Environ. Ent.* 3 (11); 594-597.

Spach., 1843- Annales des Sciences Naturelles, vol. 19, p. 106.

Tabuenca M.C., 1977- Evaluacion de la necesidades de fris para sali del reposo de variedades del Almondon An Aula. *Ann. Est. Aula. Dei* (12):208-216.

Thalenhorst W., 1958 - Grundzüge der Populations dynamik des grossem Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. - *Schriftenreihe aus der forstliche Fakultät Gottingen und Mitteilungen der Niedersächsischen forstlichen Versuchsanstalt.* **211-126.**

Talhok A.S., 1978 - Contributions to the know ledge of almond pests in East Mediterranean Countries. III. On biology of wood boring *Coleoptera*. *Z.ang. Ent.* 80 162-169.

Teurlay A., 1979- Contribution à l'étude biologique d'*Ips acuminatus* GYLL (*Col. Scolytidae*) ravageur du pin sylvestre. *Thèse Dr 3^{ème} Cycle, Univ. Bordeaux I*, 90p.

Thiault J., 1980 - Evolution économique de la production d'amandes. *Opt.Medit.* 32 53-59.

Tlemçani C., 1982. Etude agrotechnique de l'amandier dans le cercle de Tafraout. *Mémoire d'Ingénieur Horticole, I.A.V. Hassan II Complexe d'Agadir. Département d'Horticulture.* pp.66

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 3^{ème} Cycle, Univ. Orléans*, 143 p.

Vasseur R., Schvester D., 1957- Biologie et écologie du pou de San José: *Quadraspidiotus perniciosus* COMST en France. *Ann. Epiphy* 1,5-66.

Vasseur R., Schvester D., 1957- Observations sur les traitements en cours de végétation contre le pou de San José: *Quadraspidiotus perniciosus* COMST. *Ann. Epiphy* 1, 101-110.

Vouland G., Giraud M., Schvester D., 1985 - La période ténérale et l'envol chez *Dendroctonus micans* KUG (*Col. Scolytidae*). *Proccedings of a seminarorgnized by the commission of the European Communities and the Université libre de Bruxelles*. Brussels, 3, 4 october 1984. 68-79.

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.

ANNEXES

ANNEXE I

ESSAIS DE TRAITEMENTS CHIMIQUES SUR

AMANDIER CONTRE *RUGULOSCOLYTUS AMYGDALI*

A TAFRAOUT

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.

De nombreux produits permettent d'assurer cette couverture: Organo-chlorés et Organo-phosphorés: 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) proposent l'Endosulfan ou le Phénitrothion contre *Ips typographus*.

L'apparition ces dernières années des Pyrethrinoïdes de synthèse semble cependant apporter 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 Deltaméthrine en particulier a fait l'objet de plusieurs essais contre les Scolytides, espèces forestières, notamment sur arbres ou troncs pièges par exemple: *Ipsacuminatus*, *Ips sexdentatus*, *Tomicus piniperda* sur pin sylvestre en Forêt d'Orléans, (BENAZOUN 1980, VALLET 1981), *Ips typographus* sur épicéa en Chartreuse (ABGRALL et SCHVESTER 1987). CARLE et SCHVESTER (1983) ont fait une revue des possibilités d'utilisation de ce produit contre les xylophages.

Des essais ont eu lieu d'autre part en protection directe d'oliveraies contre *Phloetribus scarabeoides* dans la région de Bougrara en Tunisie (JARRAYA 1981).

Les résultats de ces expériences nous ont incité à retenir la Deltaméthrine pour nos propres essais de lutte contre *R.amygdali*!, en raison de sa faible toxicité (Dose létale 50 (DL50) sur rat par ingestion: 130 mg-Kg. Selon l'index phytosanitaire de l'A.C.T.A) 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*.

I. Dispositifs, matériels et méthodes

Nous avons procédé à deux types d'essais:

- Le premier à titre de test initial sur branches coupées traitées et 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 Deltaméthrine sous la forme commerciale "Decis-flow" (Procida).

1.1. 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 g 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

- à l'époque 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 ;
- à l'époque 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;

- à l'époque 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;
- à l'époque 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.

(1) Les doses de 0,75 et 1,75 g de Matière Active par hectolitre, représentent les doses, minimale et maximale indiquées dans l'Index phytosanitaire de l'ACTA. 1,25 g une dose intermédiaire.

Les résultats de ces essais sont exprimés en nombres d'insectes ayant attaqué les branches.

1.2. Essai en plantation

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 D1 = 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 g 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).

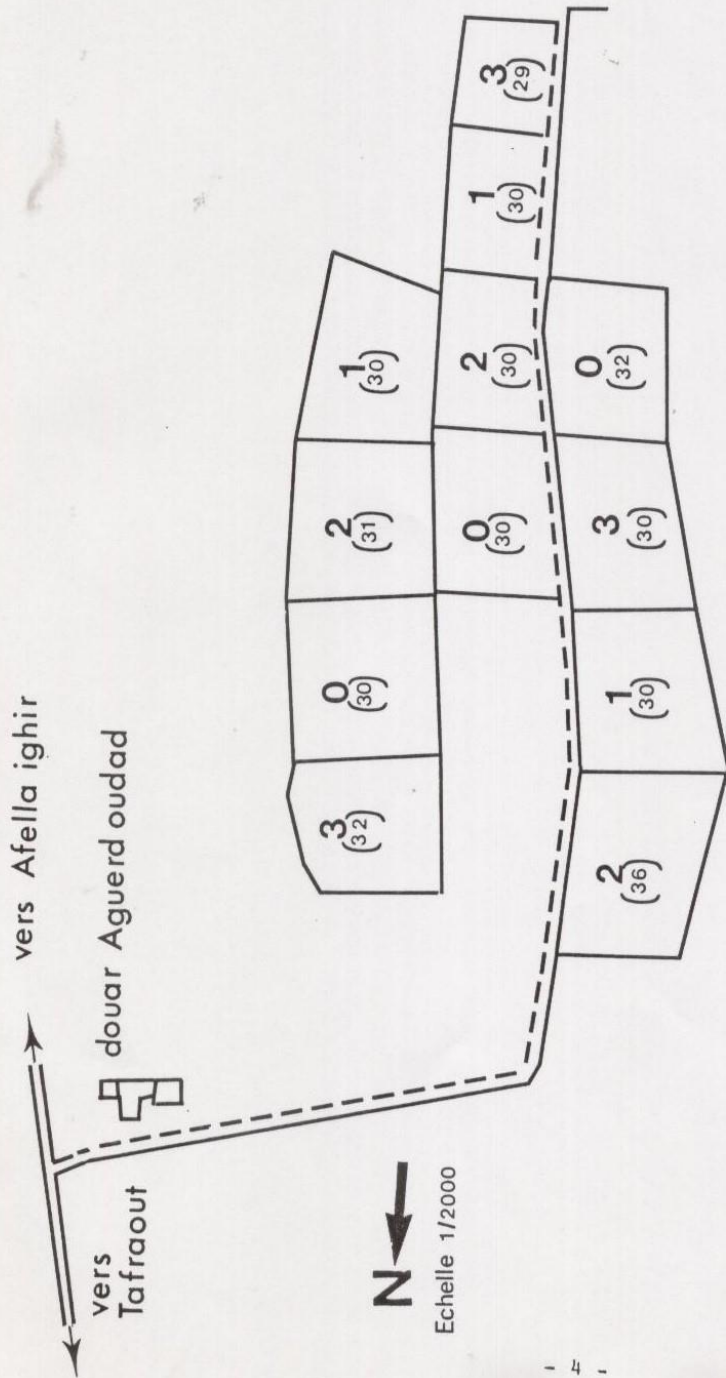
Le traitement a été réalisé le 12 et 13 février 1986 par pulvérisateur à moteur, à pression de 2 à 3 kg, la bouillie étant projetée sur toute la hauteur de l'arbre, jusqu'à ruissellement afin d'assurer une couverture continue. La date du traitement correspondait à la fin de la floraison (quelques rares 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 connaître l'état sanitaire initial de la plantation. On observait alors 22,4% d'arbres attaqués avec succès et 8,8% d'arbres présentant des exsudations de gommages, dues à des attaques non réussies ;
- ♦ le deuxième, le 1^{er} 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 :



Dispositif d'essai de traitement à la deltaméthrine

- 0 - parcelles témoins
- 1 - traitements à 0,75 g. matière active/hl
- 2 - " " à 1,25 g. " "
- 3 - " " à 1,75 g. " "

Entre parenthèses : effectif des arbres de chaque parcelle

- **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.

II. Résultats

2.1. Tests sur branches

Quelle que soit la dose utilisée, et dans les deux essais, aucune pénétration du Scolyte n'a été observée sur les branches traitées. Sur les branches témoins, on observait :

- en 1985 : 819 pénétrations pour le premier vol et 794 pour le deuxième vol;
- en 1986 : 266 pénétrations pour le premier vol 166 pour le deuxième vol.

2.2. Essai en plantation

Les résultats des observations de contrôle apparaissent aux tableaux A, B, C, D. Ils sont exprimés :

- ♦ en ce qui concerne le nombre d'arbres attaqués (A) et le nombre d'arbres présentant des exsudations (B) en pourcentages de l'effectif ;
- ♦ en ce qui concerne les indices d'intensité d'attaques (C) ou d'exsudations de gomme (D), en terme de pourcentage du total des notes par rapport à la note maximale théoriquement possible (5 x Effectif).

Il apparaît très nettement sur chacun des autres tableaux des différences entre témoins et traités, de l'évolution des données prises en compte. A l'exception d'un seul (qui avait reçu la dose D2) aucun des arbres traités n'a été infesté lors du premier vol. Encore cet arbre n'était-il attaqué qu'au degré 1. De même un seul arbre (traité à la dose D3) a présenté de nouvelles exsudations de gomme (indice 1) au 1^{er} 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. Les analyses de variance à deux critères (dose et date d'observation) après transformation angulaire, confirment que les niveaux d'infestation et d'exsudation de gomme sont significativement différents en mai et en juillet, dans les témoins d'une part, les traités de l'autre: le test de DUNETT (P.P.D.S.) indique par ailleurs que la dose D3 (1,75 g de matière active par hl) semble avoir un effet plus prononcé et plus prolongé, pouvant s'exercer sur une partie de la période du 3^{ème} vol.

III. Discussions

Les deux types d'essais ici rapportés confirment bien les possibilités d'utilisation de la déltaméthrine dans la lutte 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 nos 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.

Or, selon TLEMÇANI (1980) 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 marge très suffisante.

Les résultats de l'essai en plantation montrent d'autre part que le traitement contre le premier vol, bien qu'il soit probablement le plus important, ne suffit pas à lui seul à assurer une protection totale pour l'ensemble de l'année. Il faut toutefois observer que les conditions mêmes de notre expérience ont ménagé d'importantes" sources de réinfestation. Des expériences de traitements généralisés à toute une plantation seraient probablement à tenter.

ESSAI DE TRAITEMENT EN PLANTATION CONTRE R. AMYGDALI

TABLEAU A: VARIATION DU POURCENTAGE D'ARBRE ATTAQUES

TRAITEMENT	BLOC1			BLOC2			BLOC3			TOTAL		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Témoin	30	46,7	60	33,3	40	53,3	28,1	34,4	40	30,4	40,2	50
D ₁ : 0,75 g NA/hl	40	40	46,7	6,7	6,7	10	26,7	26,7	30	24,4	24,4	28,9
D ₂ : 1,25 g NA/hl	12,9	12,9	16,1	20	23,3	23,3	33,3	33,3	33,3	22,7	23,7	25,8
D ₃ : 1,75 g NA/hl	12,5	12,5	12,5	6,9	6,9	6,9	16,7	16,7	23,3	12,1	12,1	14,3

**TABLEAU B : VARIATION DES POURCENTAGES D'ARBRES A
EPANCHEMENTS DE GOMME**

TRAITEMENT	BLOC1			BLOC2			BLOC3			TOTAL		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Témoin	13,3	30	40	3,3	16,7	30	12,5	18,8	21,9	9,8	21,7	30,4
D ₁ : 0,75 g NA/hl	3,3	3,3	10	0	0	0	20	20	36,7	7,8	7,8	15,5
D ₂ : 1,25 g NA/hl	12,9	12,9	12,9	13,3	13,3	16,7	13,9	13,9	19,4	13,4	13,4	16,5
D ₃ : 1,75 g NA/hl	9,4	12,5	12,5	3,5	3,5	6,9	0	0	3,3	4,4	5,5	7,7

	1 :	Observation
avant traitement le 10 février 1986		
	2 :	”
après ” le 1er Mai 1986		
	3 :	”
après ” le 5 Juillet 1986		

ESSAI DE TRAITEMENT EN PLANTATION CONTRE R. AMYGDALI

TABLEAU C : VARIATION DE L'INDICE D'INTENSITE D'ATTAQUE

TRAITEMENT	BLOC1			BLOC2			BLOC3			TOTAL		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Témoin	14	19,3	30	13,3	18	20,7	13,8	17,5	18,8	13,7	18,3	23
D₁ : 0,75 g NA/hl	14	14	18,7	2,7	3,3	4,7	12,7	12,7	16	9,8	10	13,1
D₂ : 1,25 g NA/hl	5,8	5,8	9	12,7	13,3	14,7	18,3	18,3	18,9	12,6	12,8	14,4
D₃ : 1,75 g NA/hl	7,5	7,5	8,1	3,4	3,4	3,4	10	10	11,3	7	7	7,7

**TABLEAU D : VARIATION DE L'INDICE D'INTENSITE D'EXSUDATION DE
GOMME**

TRAITEMENT	BLOC1			BLOC2			BLOC3			TOTAL		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Témoin	4	8	13,3	1,3	5,3	9,3	3,8	9,4	11,3	3	7,6	11,3
D₁ : 0,75 g NA/hl	1,3	1,3	2,7	0	0	0	6,7	6,7	12	2,7	2,7	4,9
D₂ : 1,25 g NA/hl	5,2	5,2	6,5	4	4	4,3	5,6	5,6	6,7	4,9	4,9	5,9
D₃ : 1,75 g NA/hl	3,8	4,4	5	1,4	1,4	2,1	0	0	0	1,8	2	3,1

1 : Observation

avant traitement le 10 février 1986

2 : ”

après ” le 1er Mai 1986

3 : ”

après ” le 5 Juillet 1986

**ANNEXEII – TABLEAU A : VARIATION DU NOMBRE DE PENETRATIONS DE R. AMYGDALI
SELON LA STRATE ET L'ORIENTATION SUR 8 AMANDIERS A TAFRAOUT**

CRITERES	STRATE I				STRATE II				STRATE III				STRATE IV				STRATE V				STRATE VI				TOTAUX
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	
Ni	35	37	37	35	42	42	41	40	41	40	46	41	22	22	22	22	26	26	26	26	5	6	8	7	695
Xij	433	405	451	376	463	437	548	554	251	159	323	152	89	51	154	75	139	105	182	86	36	55	63	38	5625
X	12,4	10,9	12,2	10,7	11	10,4	13,4	13,9	6,1	4	7	3,7	4	2,3	7	3,4	5,3	4	7	3,3	7,2	9,2	7,9	5,4	
χ^2_{ij}	12987	10693	12477	13746	11837	10463	15102	21018	2691	1277	5257	1138	1187	509	1992	837	1213	829	2372	454	368	589	675	266	129877
χ^2_{ij}	5356,82	4433,11	5497,32	4039,31	5104,02	4546,88	73324,49	7672,5	1536,61	632,02	2268,02	563,51	360,04	118,23	1078	255,68	743,11	424,04	1274	284,46	259,2	504,17	496,12	206,28	
SCEij	7630,18	6259,85	6979,68	9706,65	6732,98	5916,12	7777,51	13345,5	1154,35	644,98	2988,98	574,45	826,96	390,77	914	581,32	469,89	404,96	1098	169,54	8,8	84,83	178,88	59,72	74898,9

- Xi** Etant l'effectif de pénétrations par strate et par orientation
- Ni** Total des répétitions
- Xij** Total des pénétrations
- X** moyenne
- χ^2_{ij}** Somme des carrés de la variable xi
- SCEij** Somme des carrés des écarts

**ANNEXEII – TABLEAU B : VARIATION DU NOMBRE DE GALERIE MATERNELLES DE R. AMYGDALI
SELON LA STRATE ET L'ORIENTATION SUR 7 AMANDIERS A TAFRAOUT
(JUSTE)**

CRITERES	STRATE I				STRATE II				STRATE III				STRATE IV				STRATE V				STRATE VI				TOTAUX
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	
Ni	31	31	31	31	33	33	33	33	39	39	39	39	22	22	22	22	26	26	26	26	5	6	8	7	630
Xij	92	45	68	50	117	129	122	105	84	82	79	70	43	32	58	41	18	40	25	24	14	25	31	18	1412
X	2,96	1,45	2,19	1,61	3,54	3,91	3,7	3,18	2,15	2,1	2,02	1,79	1,9	1,45	2,63	1,86	0,7	1,54	0,96	0,92	2,8	4,17	3,87	2,57	
x ² ij	790	135	308	218	605	1161	706	745	432	428	343	346	295	144	440	301	158	988	251	370	196	625	961	324	11270
x ² ij	273,03	65,3	149,16	80,6	414,82	504,3	451	344,1	108,9	172,4	160	125,6	84	46,5	152,9	76,4	12,46	61,5	24	22,1	39,2	104	120,1	46,3	
SCEij	517	69,7	158,8	137,4	190,2	656,7	255	410,9	251,1	255,6	183	220,4	211	97,5	237,1	224,6	145,5	926,5	227	347,9	156,8	520,8	840,9	277,7	7569,1

- Xi** Etant l'effectif des Galeries maternelles par strate et par orientation
- Ni** Total des répétitions
- Xij** Total des pénétrations
- X** moyenne
- X² ij** Somme des carrés de la variable xi
- SCEij** Somme des carrés des écarts

**ANNEXEII – TABLEAU C : VARIATION DU NOMBRE DE PENETRATION DE R. AMYGDALI
SELON LA STRATE ET L'ORIENTATION SUR BRANCHES PIEGES**

CRITERES	STRATE I				STRATE II				STRATE III				STRATE IV				TOTAUX
	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	N	S	E	W	
Ni	6	9	8	10	18	21	27	22	6	13	13	10	4	6	5	4	182
Xij	136	640	238	489	406	648	948	6997	188	374	340	274	13	57	16	21	5485
X	22,7	71,1	29,8	48,9	22,6	30,8	35,1	31,7	31,3	28,8	26,2	27,4	3,3	9,5	3,2	5,2	
x ² ij	4528	114716	14482	6346	21044	52304	86730	51751	16750	22644	12164	31298	97	1891	256	281	494397
x ² ij	3082,7	45511,1	7080,5	23912,1	9157,5	19995,4	33285,3	22082,2	5890,7	10759,7	8892,3	7507,6	42,3	541,5	51,2	110,3	
SCEij	1445,5	69204,9	7401,5	39548,9	11886,5	32308,6	53444,7	296668,8	10859,3	11884,3	3271,7	23790,4	54,7	1349,5	204,8	170,7	296494,6

Xi Etant l'effectif des pénétrations par strate et par orientation

Ni Total des répétitions

Xij Total des pénétrations

X moyenne

X² ij Somme des carrés de la variable xi

SCEij Somme des carrés des écarts