

INSTITUT AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE HASSAN II
COMPLEXE HORTICOLE D'AGADIR
DEPRTEMENT DE PROTECTION DES PLANTES

**ENFIN LA PHEROMONE D'AGREGATION
EST DISPONIBLE POUR LUTTER CONTRE LE
SCOLYTE DE L'AMANDIER *Ruguloscolytus amygdali***

Abdeslam BENZAOUN
Professeur Entomologiste

Tel: 212 8 240155/241006. Fax: 212.8.242 243:

Email 1: benazoun@iavcha.ac.ma

Email 2: a.benazoun@caramail.com

RESUME

L'étude consiste à tester l'efficacité attractive d'une phéromone d'agrégation spécifique du scolyte de l'amandier *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN : **4 Méthyle 3 heptanol (66,6%) + 4 Méthyle 3 hexanol (33,3%)**. L'essai est suivi sur deux types de pièges , le LCR trap et l'ECO trap, dans quatre sites choisis dans la région de Tafraout entre 1^{er} juillet et fin novembre. Après dénombrement et analyse des échantillons il ressort que la phéromone s'est montrée efficace et plus attractive qu'une branche piège; elle a permis de matérialiser l'existence d'une quatrième génération automnale considérée jusqu'à présent comme une simple ébauche de vol. D'autre part le piège LCR trap s'est montré relativement plus attractif que l'ECO trap dans les conditions de l'essai.

Mots clés: Phéromone d'agrégation - *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* – Tafraout - Amandier
- piège LCR – piège ECO .

TABLE DE MATIERES

RESUME

AVANT PROPOS.....4

INTRODUCTION.....5

OBJECTIF.....5

I/ ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SUR *R AMYGDALI*.....6

II/ CADRE GENERAL DE L'ETUDE.....8

2.1- Présentation de la zone d'étude 8

2.2- Matériel et méthode10

III/ RESULTATS ET DISCUSSION.....14

CONCLUSION.....20

BIBLIOGRAPHIE.....22

ANNEXES.....23

AVANT PROPOS

Le présent travail est réalisé dans le cadre d'un programme de recherche thématique menée dans la région de Tafraout sur demande de **M. Michel Guillon** (ingénieur agronome et directeur scientifique du Groupe Arysta Life et Calliope), sur le test d'efficacité d'une phéromone d'agrégation vis à vis du scolyte de l'amandier *Ruguloscolytuis amygdali* GUERIN. A cette occasion je le remercie vivement pour son soutien et sa confiance.

A contribué à cette étude Monsieur **Oumeskour Mohamed** technicien au Centre de Travaux Agricoles de Tafraout. Qu'il trouve ici l'expression de ma reconnaissance et amitié pour son aide et collaboration.

Je tiens également à remercier le Directeur provincial d'agriculture de Tiznit et son collaborateur M **Jabari Abdelkarim** chef du service de la production agricole, pour les facilités qu'ils m'ont offertes pour préparer cette étude.

Je ne saurais oublier d'adresser mes vifs remerciements à CALI MAROC à travers son directeur M. **Hansali Mustapha** et son technico commercial M.**Rafik Jaddouni** qui ont assuré la bonne coordination de ce programme.

Que M. le Directeur du Centre de Travaux Agricoles et ses collaborateurs trouvent ici l'expression de mon estime et de mon amitié pour leur soutien.

Enfin que **M Abdallah Afria** garçon de laboratoire ayant contribué à la réalisation de ce travail, trouve ici l'expression de nos remerciements les plus sincères pour son aide précieuse et son sérieux.

INTRODUCTION

Les médiateurs chimiques représentent l'un des moyens de communication les plus utilisés chez les Insectes. Parmi ces substances, les phéromones sexuelles sont les mieux connues dans le domaine agricole pour leur emploi comme moyen d'avertissement et de lutte par confusion sexuelle contre certaines espèces de Lépidoptères comme le Carpocapse du pommier, la Teigne de l'olivier et l'Eudémis de la vigne...).

*A ces substances s'ajoute une autre catégorie de phéromones dites " d'agrégation " connues chez certaines espèces de Coléoptères **Scolytides**. Elles ont la faculté d'attirer à la fois les mâles et les femelles d'une même espèce et d'agir sur leur comportement alimentaire. De telles substances sont utilisées de puis quelques années comme moyen pour l'étude biologique, l'avertissement et la lutte par piégeage massif contre les populations de Scolytides forestiers comme des espèces du genre *Tomicus* (*T. piniperda*...), *Ips* (*I. typographus*, *I. acuminatus*, *I. sexdentatus*...), *Dendroctonus* (*D. micans*), *Solytus* (*S. multistriatus* , *S. scolytus*,), *Pityogenes* (*P. chalcographus*...).*

*Sur arbres fruitiers, il existe un certain nombre d'espèces de scolytides: *Ruguloscolytus amygdali*, *R. mediterraneus*, *Anisandrus dispar*, *Scolytus mali*, *Hypoborus ficus*, *Hypothenemes aspiricollis*...dont certaines ont fait l'objet d'études bio écologiques assez détaillées. En revanche, il n'y a que fort peu de travaux sur la synthèse et l'usage des phéromones d'agrégation comme moyen de lutte contre la pullulation de ces Scolytes.*

OBJECTIF

Les arbres fruitiers à noyau, notamment l'amandier, l'abricotier, le pêcher, le nectarinier, le prunier, le cerisier constituent dans certaines régions marocaines de plaine (Saiss, Haouz...) une base de revenu important pour l'agriculteur que ce soit par les rentrées de devises qu'ils apportent et par les opportunités de travail qu'ils procurent. Dans les régions montagneuses au nord (Rif) et au sud (Tafilalet, Tafraout...) l'amandier sert de moyen efficace pour lutter contre l'érosion en tolérant des milieux arides et des sols pauvres. L'essence y reste souvent affaibli sans entretien et sans traitements à cause d'un manque de moyens (faible revenu, éloignement...).

En plus sous l'effet de la sécheresse devenue cyclique, ces essences sont devenues exposées à des facteurs de dépérissement notamment des insectes xylophages dont le plus important est le Scolyte de l'amandier *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali GUERIN* qui prédispose les arbres à des attaques d'une importance économique et écologique très considérable.

L'étude déjà réalisé dans la région de Tafraout sur la bioécologie de l'espèce constitue une base pour lancer un programme de piégeages selon des protocoles standards, visant à repérer les périodes d'essaimage en vue d'une lutte intégrée avant pénétration des femelles. Elle a pris en considération la relation, plante hôte-insecte et démontré que la totalité des arbres fruitiers à noyau est menacée par ce Scolyte si l'on n'intervient pas à temps. Il importe donc pour éviter ce risque de s'orienter vers un programme d'avertissement agricole en lui associant une stratégie de lutte intégrée fondée sur une connaissance meilleure de son **système attractif**. Celui-ci permettra de suivre ses populations et réduire graduellement les interventions chimiques abusives. Dans ce contexte notre choix porte sur une phéromone d'agrégation spécifique de *R. amygdali* non offensive, sélective vis à vis des auxiliaires et qui permettrait de suivre l'activité imaginaire par une méthode de piégeage rapide et efficace .

I/ ETAT ACTUEL DES CONNAISSANCES SUR *R. AMYGDALI*

Le caractère essentiel qui permet de distinguer *R.amygdali*, de 2 espèces voisines à savoir *R.mediterraneus* et *R. rugulosus*, est l'existence d'une carène ou arête frontale, extrêmement marquée, surtout chez la femelle. Son pronotum est noir luisant et ses élytres, brun rouge ou brun acajou. Sa taille est relativement petite: 2 à 2,8 mm.

A l'émergence les adultes se portent sur un nouvel arbre où ils procèdent d'abord à des morsures de nutrition souvent sur rameaux aux aisselles de bourgeons. C'est la femelle qui fore une galerie maternelle souvent longitudinale et plus sinueuse. Sa longueur varie selon la nature de l'espèce - hôte : Elle serait assez longue (jusqu'à 54 mm) sur des espèces à bois relativement tendre (prunier...) et plus courte (5 à 30 mm) sur des espèces à bois dur, telles que l'amandier.

Du point de vue biologique, Dès que la galerie maternelle atteint 1 cm de longueur ou plus, la femelle interrompt son activité et expose son génitalia vers l'extérieur pour être fécondée sur place par le mâle qui s'enfonce à son tour à la suite de la femelle. L'opération peut durer trois heures ou même plus. Après accouplement, la femelle regagne sa galerie pour y pondre par étapes. Les œufs sont déposés au fur et à mesure du creusement, isolément (parfois, mais rarement, par deux) dans des encoches pratiquées latéralement de part et d'autre de la galerie maternelle. Dès le dépôt, ils sont recouverts par la femelle d'un tampon de moulure fraîche. Les encoches de ponte sont jointives, mais peuvent aussi être relativement éloignées l'une de l'autre. La ponte s'échelonne sur plus d'un mois avec une durée d'incubation de 8 à 10 jours. La fécondité varie considérablement selon la génération, l'année, la région, la plante hôte et les conditions de ponte: 20 à 75 œufs sur amandier, 24 à 45 sur pêcher, 14 à 43 sur prunier, 10 à 26 sur abricotier, 17 à 37 sur cerisier et

A la fin de leur développement les larves se nymphosent dans des logettes ovoïdes colmatées avec de la moulure fraîche. Ces logettes impressionnent peu l'aubier pour les générations d'été, mais elles y sont profondément enfoncées par les larves qui hivernent. Après 20 à 25 jours de nymphose, les adultes demeurent un certain temps dans leurs logettes pour se mélaniser (période ténérale), puis émergent, en général par un orifice foré dans l'écorce au-dessus de la logette nymphale.

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

- ☞ Un premier vol d'adultes de mi-février à fin avril-début mai donne naissance à une première génération printanière dont les adultes (2ème vol) émergent et pondent à partir de mi - fin mai, donnant naissance à une deuxième génération estivale;
- ☞ les adultes issus de cette dernière génération peuvent émerger et pondre à partir de mi - fin juillet (3ème vol);
- ☞ les émergences de ce 3^{ème} vol peuvent se poursuivre assez tard en saison (novembre). D'autre part, une fraction, la plus tardive, du deuxième vol émerge en même temps que la fraction la plus précoce du 3ème vol. Ces adultes, ensemble, donneront naissance à la génération hivernante dont naîtront les adultes du premier vol de l'année suivante;
- ☞ Mais certaines années au moins, tout en fin de saison, semble se manifester l'ébauche d'un quatrième vol dont les adultes peu nombreux seraient issus des premiers insectes du

troisième vol. Une petite partie de leur descendance pourrait donc échapper à la diapause larvaire, comme une partie (plus importante) de celle des adultes du deuxième vol. Cette hypothèse de l'ébauche d'un quatrième vol n'a pu être vérifiée. Mais de toute façon s'il a vraiment lieu son incidence sur la dynamique des populations peut être considérée comme négligeable. Il se confond pratiquement avec la fin du troisième vol ; et ne comporte qu'un petit nombre d'adultes tardifs qui finissent par disparaître au cours de la saison hivernale.

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

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

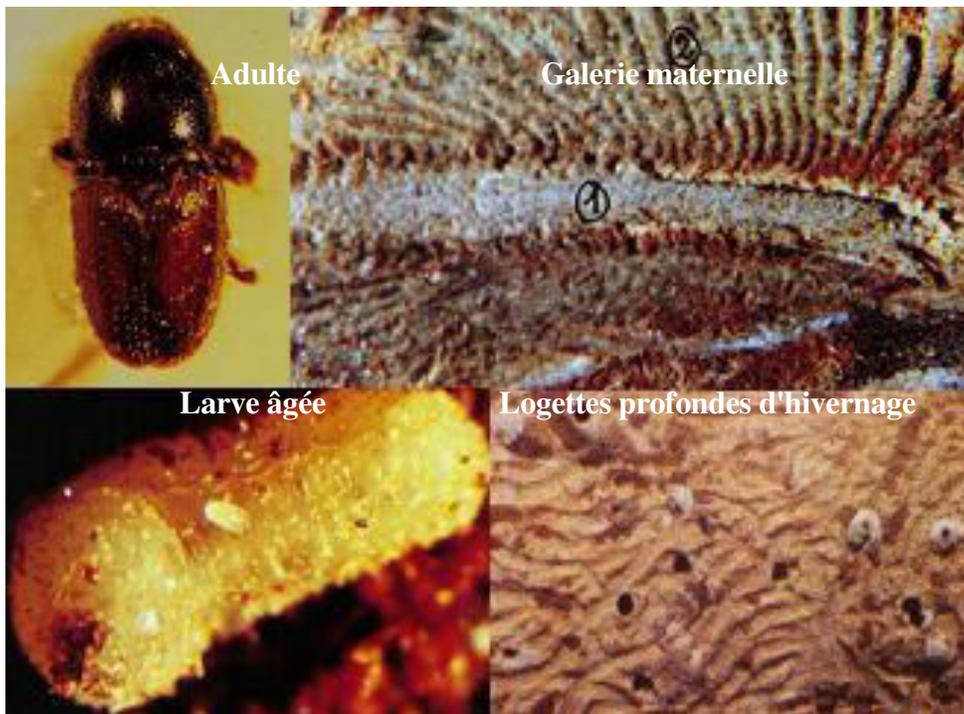


Photo 1: Le Scolyte de l'amandier *Ruguloscolytus amygdali*

II / CADRE DE L'ETUDE

II.1 / PRESENTATION DE LA ZONE D'ACTION

La région de 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. C'est une zone étendue sur le massif montagneux et sillonnée de l'Anti-Atlas, et comporte de hauts plateaux et des vallées. Son climat est aride; la pluviométrie annuelle moyenne est généralement inférieure à 160 mm/an. Elle ne dispose que de peu de ressources en eau limitées à quelques sources et petites retenues n'alimentant qu'une superficie réduite, ne dépassant pas 1000 ha (à peu près 14% de la surface agricole utile). Les sols sont pierreux et pauvres, mais présentent des horizons sableux aptes à permettre un bon enracinement si les conditions de travail, d'écartement et de fertilisation sont respectées.

La région de *Tafraout* est principalement à vocation arboricole (5478 ha). L'Amandier y occupe la première place (72 % des plantations) parmi d'autres plantations (olivier 8%, palmier dattier 14%), et constitue une base de revenu important pour l'agriculteur dans la mesure où les arbres produisent et servent de moyen efficace pour lutter contre l'érosion en tolérant des milieux arides et des sols pauvres. Toutefois cette arboriculture reste sans entretien et sans traitements et mérite d'être dotée de plus de moyens techniques et scientifiques disponibles sur place.

Les critères qui ont présidé au choix de cette zone sont essentiellement les suivants :

- Le climat aride de la région permet de rencontrer des amandiers affaiblis sujets à d'importants dégâts de *R.amygdali*, ce qui laisse la chance de repérer des pénétrations récentes et de disposer de matériel biologique;
- la région a déjà fait l'objet de toute une étude bioécologique détaillée sur *R.amygdali* réalisée par **Benazoun** et ses collaborateurs entre 1981 et 1988. Donc le présent travail est une suite logique qui mettrait à l'épreuve une nouvelle méthode psychique de lutte contre ce scolyte ;
- enfin la proximité de la région, la possibilité d'accès et l'intérêt que porte la Direction Provinciale d'Agriculture de Tiznit - représentée sur place par le Centre de travaux agricoles de Tafraout- permettent de faire des observations régulières.

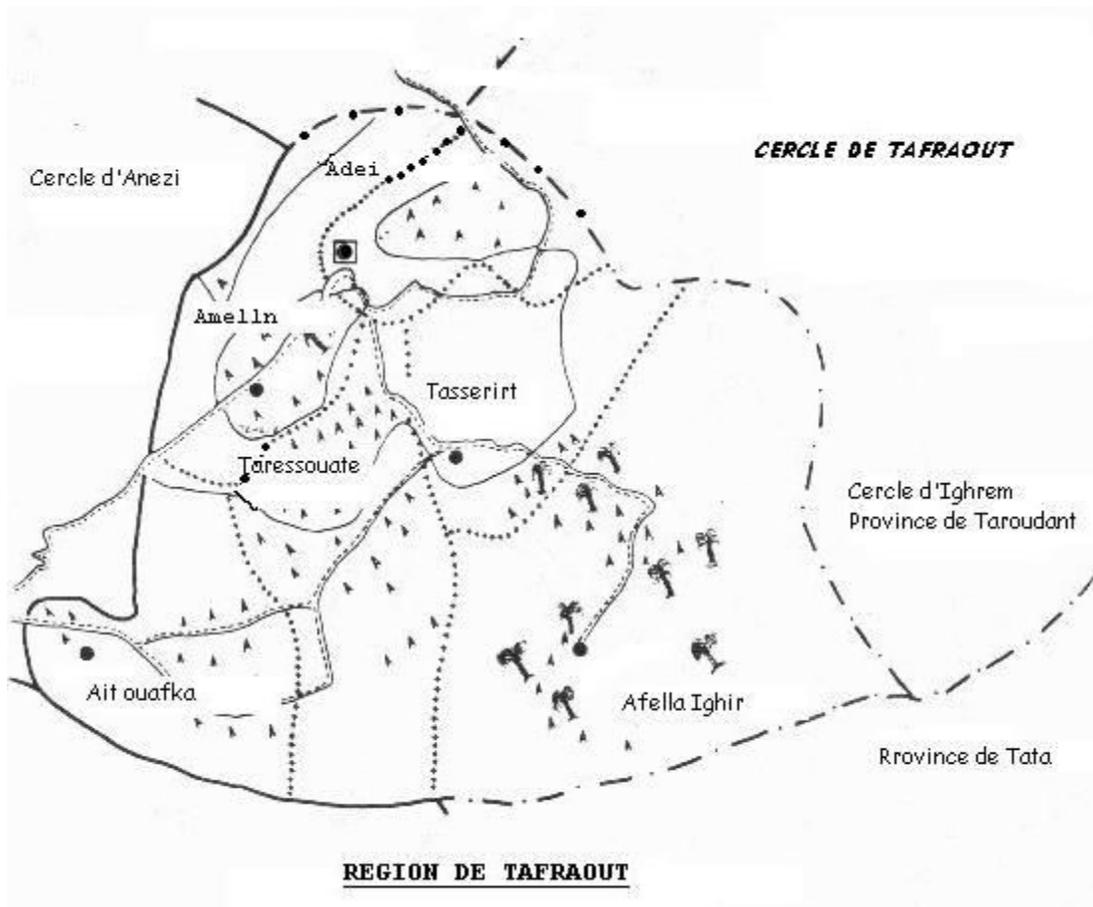


Photo 2: Exemple de verger d'amandiers

II.2/ MATERIEL ET MEHODES

L'expérience consiste à tester une phéromone spécifique de *R.amygdali*: **4 Méthyle 3 heptanol (66,6%) + 4 Méthyle 3 hexanol (33,3%)**. Le diffuseur retenu est un *Cream dispenser* calibré pour une émission à 0,3 mg/jour pendant 2 mois. Sont testés 2 types de pièges artificiels:

Le premier piège «ECO trap» est en forme de tube (fig. 1) dont l'étanchéité et la solidité sont assurées par un support constitué de deux plaques noires décroisées (2 et 3). A leur extrémité supérieure est fixé un couvercle protecteur (1). L'autre extrémité (inférieure) est reliée à un entonnoir (4) dans lequel est emboîté un flacon collecteur (6) amovible où sont récupérés les insectes (scolytes, parasites, prédateurs et autres) ayant pénétré à travers les trous d'une plaque perforée placée (5) sur l'entonnoir.

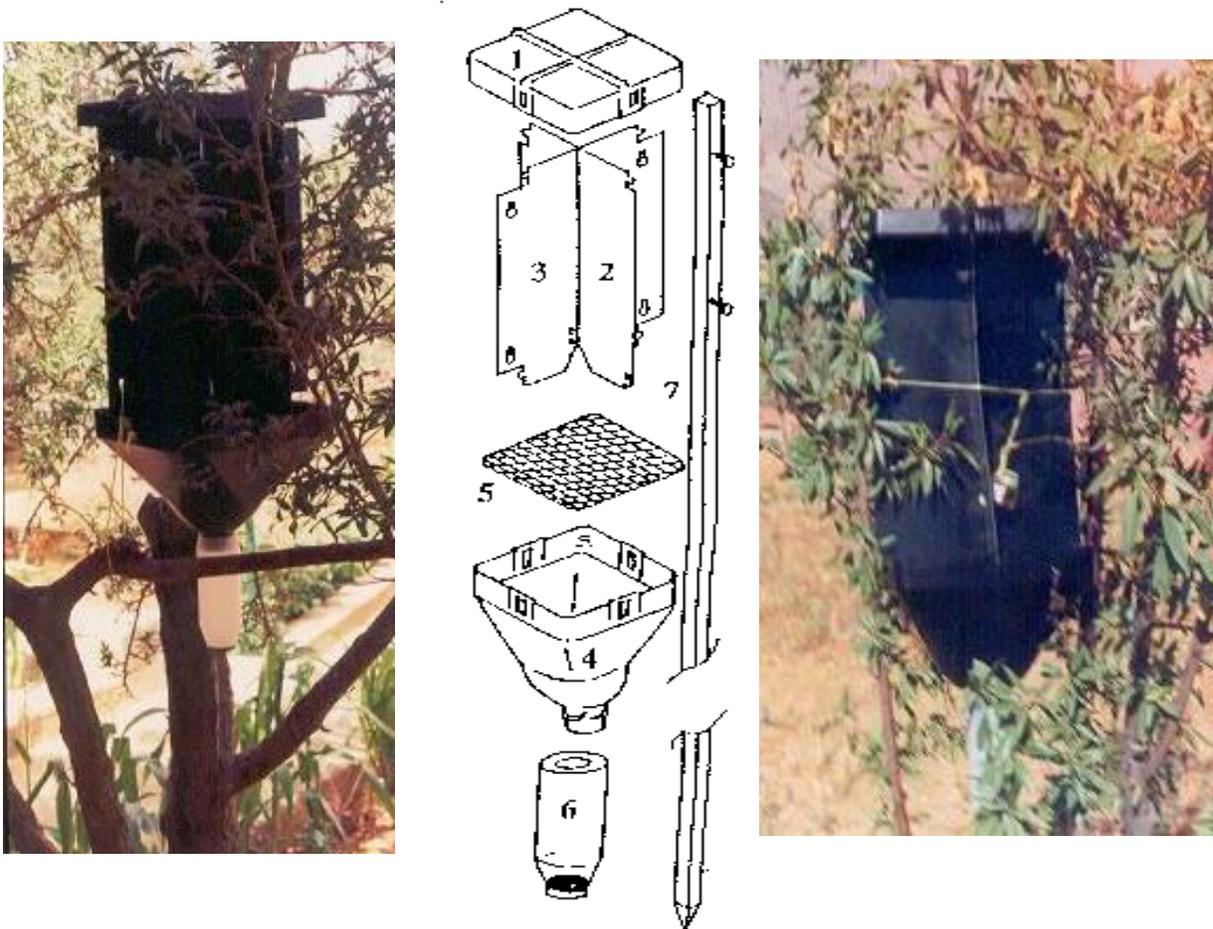


Fig.1: Piège ECO trap

Le deuxième piège « LCR trap » (fig. 2) ou « Barrière de vol » apparaît sous forme d'un panneau perforé que les insectes viennent percuter pour tomber dans une double gouttière : la première étant percée par des ouïes qui permettent de récupérer les adultes de *R.amygdali* dans la deuxième placée en dessous de la première.

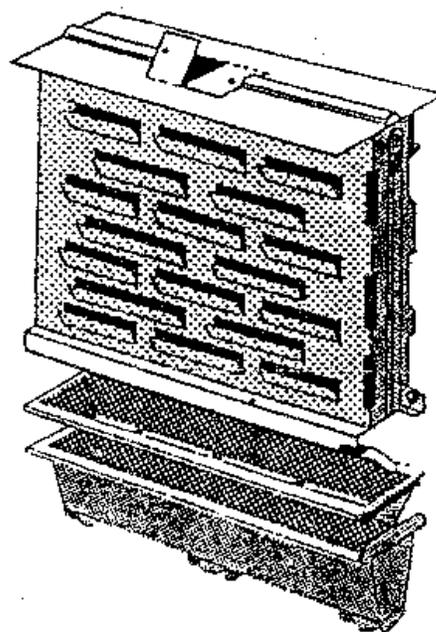


Fig.2: Piège LCR trap

Il était prévu initialement de commencer l'expérimentation à partir de la première décade du mois de février 2002 coïncidant avec la sortie des premiers adultes de *R.amygdali* issus de la génération hivernante (**Benazoun &Schvester 1990**), mais à cause des pluies enregistrées à cette période à travers tout le Maroc, il était raisonnable de reporter l'étude car elle aurait pu être douée à l'échec à cause de la mortalité qu'aurait subi l'espèce après la reprise de la vigueur des amandiers se traduisant ainsi par une sécrétion de gomme intense qui repousse l'installation et provoque la noyade des adultes. Donc le protocole n'a été suivi qu'en été à partir du 3^{ème} vol de juillet - août dont les adultes donnent naissance à la génération hivernante qui semble la plus dangereuse.

Nous disposions d'une dizaine de pièges LCR et seulement de 5 pièges ECO, raison pour laquelle on s'est proposé d'installer 3 pièges par verger (1 ECO + 2 LCR) dans 5 sites répartis sur 5 communes dans le cercle de Tafraout en vue de comparer la capacité de capture de chacun des deux pièges. Mais après une série de prospections nous n'avons pu repérer (en collaboration avec les responsables du Centre de Travaux agricoles que 4 sites répartis comme suit :

- ☞ Le 1^{er} site au village d'Ait-Daoud : Exploitation Hadj Omar. Commune Taressouat ;
- ☞ Le 2^{ème} au village Ait Oumgas: Exploitation Hadj Brahim Bougarne. Commune Amelln;
- ☞ Le 3^{ème} au village Azerouadou: Exploitation M.Zouhair. Commune Taressouat;
- ☞ Le 4^{ème} au centre de Tafraout: exploitation Brahim Ikch. Commune Tafraout

Ces vergers ont été retenus selon les critères suivants :

- accueil de l'exploitant ;
- présence d'un gardien pour surveiller les pièges ;
- facilité d'accès ;
- et disponibilité de matériel biologique végétal et animal.

Ainsi à partir de la dernière semaine de juin, 3 pièges (1 ECO + 2 LCR) munis chacun d'un diffuseur de la phéromone, ont été placés par site à environ 1 mètre de hauteur entre deux arbres. Ils étaient fixés par des fils étanches pour éviter tout risque de perte ou d'altération sous l'effet du vent ou d'autres facteurs. Les observations hebdomadaires ont commencé à partir du 1^{er} juillet 2002. Elles consistent à recueillir tous les insectes capturés dans le flacon (piège ECO) ou dans la gouttière (piège LCR) pour être mis dans un tube à alcool (70°) avec une étiquette indiquant la date de collecte, le nom du site et le type de piège avec son numéro correspondant. Ramenés au laboratoire, les tubes sont vidés pour procéder sous binoculaire au tri, et au comptage de tous les insectes (Scolyte et ses ennemis naturels et autres). Après comptage tous les adultes de *R. amygdali* ont été sexés en distinguant entre les mâles et les femelles selon la taille (**Benazoun 1988**).



Photo 3: Exemple de tubes utilisés pour récupérer les adultes capturés de *R. amygdali*



Photos 4: Dénombrement et sexage des adultes de *R.amygdali* sous binoculaire

II.3/ RESULTATS ET DISCUSSION

D'après notre expérience dans la région de Tafraout depuis 1981, on peut considérer, que le piégeage de *R.amygdali* peut donner - comme moyen de lutte- des résultats positifs. Actuellement, il est possible de définir pour son application une stratégie selon qu'il est question de détection et de surveillance ou de lutte proprement dite, laquelle peut être :

- ☞ à caractère "préventif "; le but recherché étant en cas de menace caractérisée (période de sécheresse, épanchements de gomme sur arbres stressés....) de freiner et limiter la pullulation du scolyte ;
- ☞ à caractère "curatif " en cas de pullulation déclarée. Il s'agit dans ce cas de détruire le maximum d'insectes dans le foyer repéré et autour de la zone environnante en vue de d'éviter ou de restreindre son extension.

Aux années 80 *R.amygdali* n'avait jamais fait l'objet d'études sur les médiateurs chimiques , qui auraient conduit à la synthèse d'une phéromone comme dans le cas des Scolytes des Conifères (*Ips typographus*, *Trypodendron lineatum*, *Scolytus multistriatus*, *Scolytus ventralis*). Nous avons donc eu recours au piégeage " naturel" pour l'étude de l'activité imaginale de *R.amygdali* par l'observation directe, sur branches saines d'amandier, paraffinées qu'on plaçait à mi- ombre dans les vergers d'étude à diverses orientations de l'arbre. Les relevés des pénétrations, puis, plus tard, des émergences ont permis d'acquérir des données sur l'échelonnement des attaques et sur la durée du développement en nature. Il ressort de cette expérience que la méthode est intéressante, mais elle demeure assez peu précise :

- ☞ sa mise en œuvre est plus longue, coûteuse et de réalisation moins aisée ;
- ☞ peu convaincante dans la mesure où certains agriculteurs refusent de couper des branches ou arracher des arbres pour piégeage ;
- ☞ risque de perte des branches et des arbres;
- ☞ elle présente le risque de créer des foyers si les pièges ne sont pas incinérés ou détruits immédiatement après étude ;
- ☞ le laps du temps écoulé entre 2 contrôles ne concerne qu'un nombre limité d'adultes ;
- ☞ elle ne permet pas de distinguer et de dénombrer les mâles et femelles émergés;

C'est dans ce sens que nous avons tenté de tester pour la première fois au Maroc (région de Tafraout) une phéromone d'agrégation spécifique du scolyte de l'amandier selon le protocole décrit ci dessus. Il s'agit de la **4 Méthyle 3 heptanol (66,6%) + 4 Méthyle 3 hexanol (33,3%)**.

Le tableau 1 récapitule les observations effectuées à Tafraout sur l'échelonnement des captures d'adultes de *R.amygdali* par site et par type de piège artificiel. Les observations ont été hebdomadaires, elles nous ont amené à constater que la phéromone à la concentration de 0,3 mg permet de capturer entre 240 et 1330 adultes par piège. La durée de sa "réceptivité" peut dépasser 60 jours, alors que celle d'une branche piège naturelle ne dépasse guère 40 jours (**Benazoun 1988**). Ceci ouvre donc la voie vers un nouveau moyen de prospection et de lutte efficace et pratique.

Tableau 1: Echelonnement des captures d'adultes de *R.amygdali* par phéromone d'agrégation

| Date | Site1 | | | Site2 | | | Site3 | | | Site4 | | | Global | | | Total général |
|-------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | LCR1 | LCR2 | ECO | LCR1 | LCR2 | ECO | LCR1 | LCR2 | ECO | LCR1 | LCR2 | ECO | LCR1 | LCR2 | ECO | |
| 02/07/2002 | 14 | 5 | 12 | 113 | 26 | 37 | 11 | 13 | 19 | 29 | 22 | 28 | 167 | 66 | 96 | 329 |
| 09/07/2002 | 22 | 6 | 22 | 94 | 2 | 12 | 8 | 3 | 0 | 3 | 16 | 29 | 127 | 27 | 63 | 217 |
| 16/07/2002 | 10 | 1 | 17 | 229 | 13 | 17 | 9 | 12 | 16 | 36 | 5 | 32 | 284 | 31 | 82 | 397 |
| 23/07/2002 | 21 | 2 | 12 | 197 | 6 | 19 | 2 | 33 | 6 | 12 | 34 | 40 | 232 | 75 | 77 | 384 |
| 30/07/2002 | 6 | 3 | 6 | 75 | 8 | 46 | 6 | 48 | 10 | 44 | 38 | 34 | 131 | 97 | 96 | 324 |
| 06/08/2002 | 8 | 3 | 10 | 43 | 2 | 52 | 1 | 3 | 40 | 8 | 12 | 12 | 60 | 20 | 114 | 194 |
| 13/08/2002 | 14 | 10 | 13 | 139 | 86 | 84 | 35 | 4 | 38 | 58 | 42 | 18 | 246 | 142 | 153 | 541 |
| 20/08/2002 | 20 | 5 | 13 | 52 | 55 | 41 | 19 | 3 | 26 | 52 | 24 | 31 | 143 | 87 | 111 | 341 |
| 27/08/2002 | 13 | 10 | 7 | 79 | 40 | 27 | 5 | 1 | 20 | 21 | 8 | 17 | 118 | 59 | 71 | 248 |
| 03/09/2002 | 2 | 5 | 11 | 96 | 7 | 75 | 3 | 9 | 10 | 21 | 30 | 20 | 122 | 51 | 116 | 289 |
| 10/9/2002* | 18 | 17 | 10 | 63 | 14 | 55 | 1 | 34 | 52 | 3 | 9 | 11 | 85 | 74 | 128 | 287 |
| 17/09/2002 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 14 | 3 | 4 | 5 | 3 | 33 | 4 | 7 | 37 | 23 | 67 |
| 24/09/2002 | 1 | 1 | 1 | 6 | 1 | 1 | 7 | 0 | 8 | 7 | 37 | 1 | 21 | 39 | 11 | 71 |
| 1/10/2002* | 0 | 4 | 4 | 9 | 13 | 2 | 0 | 36 | 2 | 6 | 96 | 13 | 15 | 149 | 21 | 185 |
| 08/10/2002 | 29 | 18 | 32 | 10 | 3 | 11 | 7 | 7 | 64 | 191 | 54 | 47 | 237 | 82 | 154 | 473 |
| 15/10/2002 | 36 | 28 | 26 | 14 | 0 | 19 | 8 | 10 | 28 | 271 | 49 | 20 | 329 | 87 | 93 | 509 |
| 22/10/2002 | 44 | 21 | 25 | 18 | 3 | 13 | 4 | 59 | 1 | 239 | 42 | 22 | 305 | 125 | 61 | 491 |
| 29/10/2002 | 12 | 41 | 29 | 28 | 3 | 26 | 1 | 5 | 24 | 158 | 30 | 14 | 199 | 79 | 93 | 371 |
| 05/11/2002 | 42 | 7 | 22 | 50 | 6 | 37 | 6 | 1 | 25 | 42 | 81 | 16 | 140 | 95 | 100 | 335 |
| 12/11/2002 | 31 | 54 | 14 | 12 | 0 | 5 | 10 | 16 | 31 | 17 | 19 | 4 | 70 | 89 | 54 | 213 |
| 19/11/2002 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 8 | 7 | 2 | 17 |
| 26/11/2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 03/12/2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 347 | 242 | 286 | 1329 | 288 | 593 | 147 | 304 | 427 | 1223 | 684 | 413 | 3046 | 1518 | 1719 | 6283 |

*10/9/02: changement de la phéromone calibrée pour une émission à 0,3 mg/jour (2 mois) par celle calibrée pour une émission de 8g pendant 8 semaines dans les 4 sites.

* 8/10/02: changement de la phéromone 8g/8 semaines par celle à 0,3mg /j (2 mois) dans les LCR1 des sites 3 et 4

Toutefois, sous l'effet de la chaleur parfois excessive dans la région de Tafraout (> 40°C), le liquide phéromonal peut s'épuiser au bout de 20 à 30 jours, raison pour laquelle nous étions obligés de changer les diffuseurs :

- Le 23/7/2002 dans les pièges ECO et LCR₂ du 1^{er} site et dans le LCR₁ du 2^{ème} site;
- le 31/7/2002, dans les pièges LCR₁ et LCR₂ du 3^{ème} site ;
- et le 13/8/2002 dans le piège LCR₂ du 2^{ème} site.

Pour palier à la difficulté d'épuisement du liquide phéromonal nous avons commandé d'autres diffuseurs; nous en avons reçu 24 dont la concentration de la phéromone était cette fois de [0,8mg].

A partir du 9 septembre, nous avons remarqué que les diffuseurs étaient vides dans tous les sites. On ne pouvait pas les remplacer tous puisqu'il ne restait à notre disposition que 6 diffuseurs [0,3mg/j-2mois]. Pour combler à ce manque et pour maintenir une certaine homogénéité dans l'observation, tous les diffuseurs [0,3mg/j] ont été remplacés donc par ceux à calibrés pour [8g/8semaines]. Or lors de nos prospections du 1/10/2002 dans le 4^{ème} site, nous avons constaté un taux de captures assez faible dans le piège LCR₁, bien que le diffuseur n'était pas vide, alors que des adultes de *R.amygdali* circulaient sur un arbre d'à côté récemment infesté. Nous avons supposé que cette diminution peut être attribuée à la concentration de la phéromone et à une certaine synergie entre l'attractif phéromonal artificiel et les attractifs primaires émis par l'arbre frais, émission qui cesse généralement avec le vieillissement (**Schvester 1957**). Pour cela nous avons remplacé le diffuseur de [8g/8sem] par celui de [0,3mg/j], et nous avons déplacé le piège pour l'installer à proximité de l'arbre infesté. Une semaine plus tard les captures enregistrées sont passées de 6 à 191 pour atteindre ultérieurement jusqu'à 271 adultes.

Cette situation montre bien que les arbres affaiblis peuvent parfois être plus prenants que les pièges artificiels. Selon différents auteurs (**Lanier 1978, Chararas 1980, Raffa & Berrymann 1983**) un scolyte attiré par une phéromone d'agrégation peut s'orienter directement vers la source émettrice ou s'arrêter lorsqu'il est très proche de celle-ci. En effet il existe à côté des signaux issus des phéromones, des signaux provenant des composés volatils des arbres infestés qui attirent les adultes (morsures ou trous de pénétration). Ces composés ne perturbent pas l'action des phéromones et ne provoquent pas de confusion au niveau des récepteurs olfactifs du Scolyte; au contraire, ils agissent souvent en synergie et rendent la stimulation efficace et une colonisation rapide et massive des arbres, lesquels doivent être immédiatement repérés pour:

- soit, être enlevés et éliminés pour éviter toute extension risquée du scolyte;
- ou servir de pièges complémentaires et d'y attirer au moyen de la phéromone les adultes.

On ne peut pas se fier pour ce repérage seulement à l'aspect général de l'arbre, au jaunissement, au brunissement ou la dessiccation. Ces phénomènes peuvent intervenir tardivement après l'attaque et même après le complet développement et l'émergence des insectes. Les indices d'attaques à rechercher pour *R. amygdali* sont la sécrétion de gomme, les trous de pénétration récente par écorçage et la vermoulure dans les galeries maternelles.

En tout état de cause, la phéromone s'est montrée ***efficace et utile*** dans la mesure où elle a permis de capturer entre 240 et 1330 adultes par piège entre le 2 juillet et le 3 décembre 2002.

Comparée aux pièges naturels utilisés par **Benazoun (1988)** à la même période en 1986 (23 juillet - 7 novembre), la moyenne de captures par branche piège ne dépassait guère 32 adultes. Le tableau 2 et la figure 3 donnent une idée sur l'effectif total de ces captures et montrent que c'est le piège LCR (en moyenne **569** adultes) qui semble relativement plus attractif que le piège ECO (en moyenne **429** adultes). Il en ressort de même que dans le 2^{ème} et 4^{ème} site, le nombre d'adultes de *R.amygdali*, piégés est environ 3 fois plus important que celui enregistré dans le 1^{er} et 3^{ème} site. Ces deux derniers sites furent moins infestés que les deux autres et les pièges y étaient installés au hasard puisqu'il était difficile de repérer des arbres infestés alors que dans les sites 2 et 4 c'était le contraire ; les pièges y étaient installés parfois sur des sujets prédisposés à l'infestation; chose qui s'est confirmée dans le 4^{ème} site où l'on a enregistré en 4 semaines (du 8 au 29 octobre) la capture de **859** adultes dans le piège LCR₁ installé aux alentours d'un arbre affaibli (sécrétion de gomme + tentatives de pénétration). Cette augmentation importante du nombre des captures à cette période, indique une intense multiplication du scolyte et incite à la vigilance ainsi qu'à une recherche des causes et des sources de cette multiplication en vue de tenter leur élimination.

Quoi qu'il en soit ce piégeage artificiel a eu pour effet une diminution de la population de *R amygdali* qui a permis de protéger un bon nombre d'amandiers contre le risque d'infestation dans les sites suivis. Nous pensons que l'efficacité de la phéromone serait encore meilleure dans des vergers modernes bien entretenus (pêcher, abricotier, amandier) que dans des vergers si dispersés et abandonnés.

Sur le plan biologique, la figure 4 montre que les captures des vols de l'été s'étalent sur une durée de 4 mois, donc assez longue, jusqu'à fin novembre en raison probablement, des conditions de sécheresse qu'a connu la région en 2001/2002. Mais les précipitations enregistrées entre le 14 et le 24 novembre (90mm) ont réduit la cadence des captures, sans toutefois affecter l'attractivité de la phéromone ou épuiser le liquide dans le diffuseur.

Il apparaît donc que *R.amygdali* évolue à cette période en 2 générations chevauchantes. En effet, à la durée de la période d'attaque par les insectes du troisième vol (juillet – août) s'ajoutent la durée de leur ponte et celle du développement de leurs descendants. Ce cumul aggrave l'échelonnement des vols d'automne qui se matérialisent à partir de la première décennie de septembre, traduisant ainsi l'apparition d'une quatrième génération complète, et non plus d'une ébauche de 4^{ème} vol comme l'a rapporté **Benazoun** en 1988. Dans l'état actuel de nos observations, il n'est plus douteux que les derniers attaquants du 3^{ème} vol, et ceux du 4^{ème} vol puissent donner naissance à une descendance viable nombreuse. Il en résulte que l'on puisse observer jusqu'à décembre, des adultes non encore émergés, bien qu'en très faible proportion par rapport à l'ensemble des populations en présence. Ces adultes souvent non mélanisés finissent d'ailleurs par périr. A la fin de la période automnale les populations de *R amygdali* auront tendance à se regrouper pour se préparer à une diapause larvaire hivernale qui n'est généralement levée qu'à partir de fin février.

En plus des adultes de *R.amygdali*, les 2 types de pièges ont permis de capturer d'autres insectes dont les principaux groupes inventoriés sont les suivants :

1/ Le faux tigre de l'amandier : *Monosteira unicostata* (Hétéroptère, Tingidae)

C'est une espèce très nuisible à l'amandier. Sa présence est constatée surtout dans les zones les plus chaudes de son aire d'extension. Son activité débute au printemps, mais en été elle se multiplie très rapidement et pullule à tel point que les arbres attaqués perdent leurs feuilles. L'espèce était rencontrée dans les 4 sites, mais c'est surtout dans le 1^{er} et le 4^{ème} site où l'on a enregistré le plus de captures, soit respectivement 494 et 262 individus.

Tableau 2 : Total des captures d'adultes de *R.amygdali* par piège et par site

| | LCR1 | LCR2 | ECO | Total | % |
|---------|------|------|------|-------------|-------|
| Site1 | 347 | 242 | 286 | 875 | 13,93 |
| Site2 | 1329 | 288 | 593 | 2210 | 35,17 |
| Site3 | 147 | 304 | 427 | 878 | 13,97 |
| Site4 | 1223 | 684 | 413 | 2320 | 36,93 |
| Total | 3046 | 1518 | 1719 | 6283 | |
| Moyenne | 569 | | 429 | | |

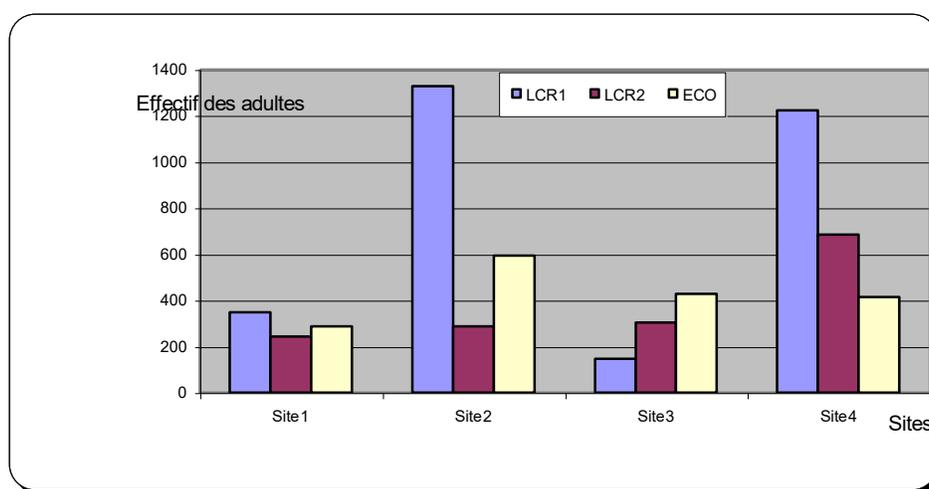


fig. 3: Captures de *R.amygdali* par type de piège dans les 4 sites d'étude

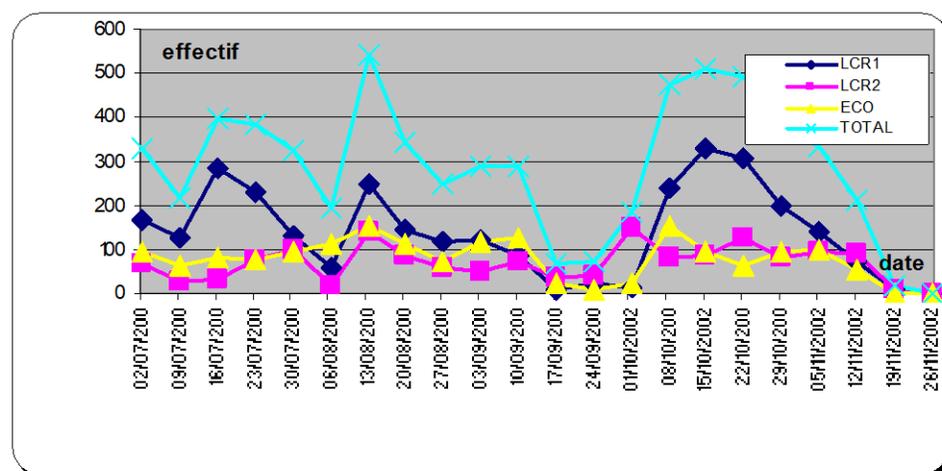


fig. 4: Evolution des captures de *R.amygdali* par type de piège dans la région de *Tafraout*

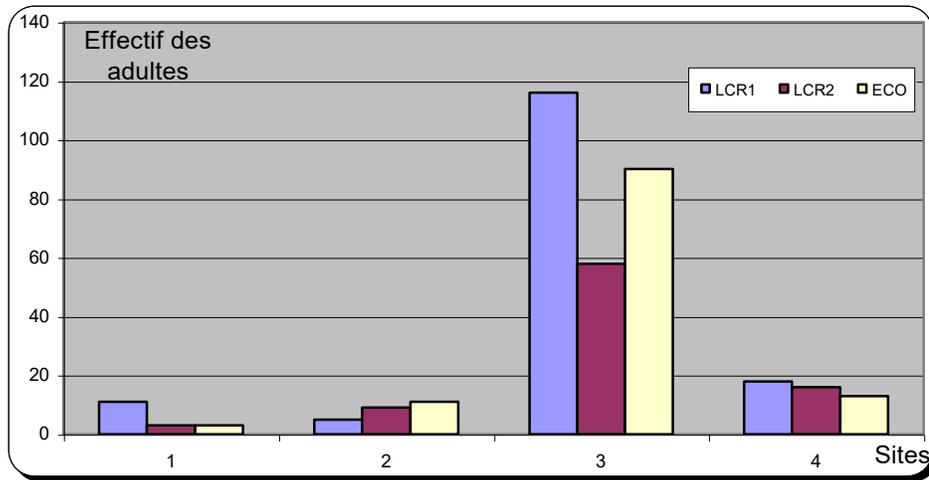


fig.5: Evolution des captures d'*Anisandrus dispar* par type de piège dans les 4 sites

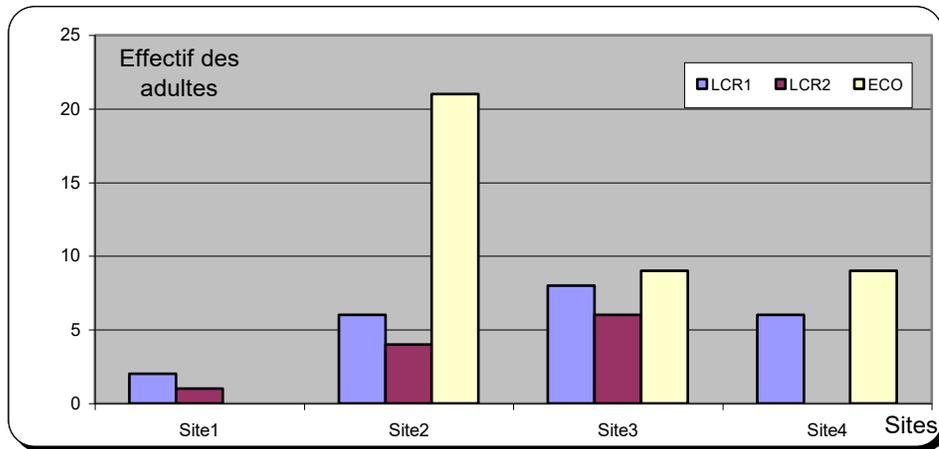


fig.6: Evolution des captures de *Cryptolestes. fractipennis* par type de piège dans les 4 sites

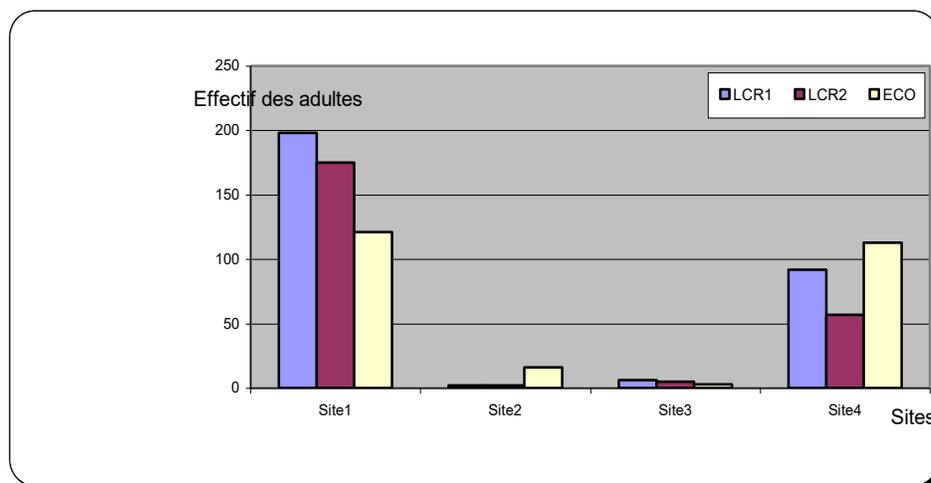


fig.7: Evolution des captures de *Monosteira unicastat* par type de piège dans les 4 sites

2/ Le Xylébore disparate : *Anisandrus dispar* (Coléoptère Scolytidae)

Il s'agit d'un autre scolyte qui attaque exclusivement les *Pommacées* et les *Amygdalées*. Il a été rencontré dans les 4 sites, mais c'est dans le 3^{ème} site où l'on a dénombré le plus d'individus. Il s'agit de **264** femelles nouvellement émergées - après accouplement - des pommiers assez abondants et en pleine production dans le verger. Les mâles étant de petite taille et incapables de voler, sont obligés de rester sur place jusqu'à leur mort. Donc, seules les femelles quittent le système et sortent à la recherche de nouveaux hôtes parfaitement sains et en pleine sève pour y pénétrer et s'y développer avec une préférence bien marquée pour le Pommier parmi les *Pommacées* et l'Abricotier parmi les *Amygdalées*.

3/ *Cryptolestes fractipennis* (Coléoptère, Cucujidae)

C'est une espèce prédatrice de *R. amygdali*. La larve est de type compodeiforme, de forme cylindrique, de 2 à 5 mm de longueur et d'une couleur blanche ou jaune. L'adulte est de couleur brun noir et a 2 à 3 mm de longueur ; Il a été collecté dans les 3 pièges des 4 sites dans des effectifs variant entre 5 et 31 individus.

4/ Autres insectes rencontrés dans les pièges

- *Cephalonolmia hypobori* (Hyménoptère, Bethyridae), ectoparasite de *R. amygdali* ;
- *Cheiopachus quadrum* (Hyménoptère, Pteromalidae), endoparasite de *R. amygdali* ;
- *Xylomedes sp* (Coléoptère Bostrychidae), ravageur xylophage.
- des Coléoptères *Chrysomelidae*, *Coccinellidae*, *Cucurionidae* *Silphidae*, *Tenebrionida*;

Parmi ces insectes, nous pensons que le faux tigre et les quelques Coléoptères inventoriés provenaient exclusivement des feuilles qui tombaient dans les pièges, alors que le Scolyte *Xylébore*, et les ennemis naturels de *R. amygdali* (*Cryptolestes fractipennis*, *Cephalonolmia hypobori* et *Cheiopachus quadrum*) auraient été attirés par la phéromone testée. Ainsi selon certains auteurs comme **Rudinsky** (1972), **Chararas** (1980), **Wood** (1982) et **Ryker** (1984), les phéromones d'agrégation peuvent avoir un champ d'action assez large et agir sur d'autres espèces d'insectes en provoquant des excitations au niveau de leurs récepteurs sensoriels. C'est le cas par exemple de quelques Scolytides des *Conifères* comme : *Ips typographus*, *Pityogenes chatcographus* et *polygraphus*, *Hylurgops palliatus* *Hylastes ater*, *Dryocetes autographus* ou *Crypturgus pusillus* et *Dendroctonus pseudotsugae*)

CONCLUSION

Les attaques d'un Scolyte revêtent un caractère massif, dont les causes sont restées inconnues jusqu'à l'apparition des notions d'attraction primaire et secondaire procédant de systèmes de communication chimique en plusieurs étapes que nous résumons très brièvement:

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

Il apparaît dans le cas des arbres fruitiers à noyau (*Amygdalées*) que ces facteurs jouent un rôle capital, ce qui, d'un point de vue pratique est extrêmement important. Il est certain que *R.amygdali* s'attaque à des sujets déficients, quelle que soit d'ailleurs la cause de cette déficience. Dans une région comme Taфраout, il paraît difficile de lutter contre leur cause principale, la sécheresse. Ainsi se créent des "foyers", qui dans certains cas constituent des "réservoirs" d'où le scolyte peut s'étendre et attaquer même des arbres apparemment en bonne condition. Pour cela il apparaît que *R.amygdali*, bien que "secondaire", à considérer comme un ravageur effectif, contre lequel il convient d'engager la lutte.

Cette lutte, de nature "intégrée" devrait comporter une méthode facile et pratique de surveillance qu'il faudrait compléter par des mesures prophylactiques et chimiques. Les phéromones d'agrégation répondent à cette attente et constituent une arme de choix bien adaptée aux contraintes liées à toute intervention dans le milieu fruitier (spécificité, efficacité, respect de l'environnement, prix de revient abordable...).

En effet l'utilisation de la phéromone spécifique de *R.amygdali*: (66,6% de 4 Méthyle 3 heptanol + 33,3% de 4 Méthyle 3 hexanol) dans la région de Taфраout a servi comme moyen de lutte et de contrôle; elle a permis de capturer entre 875 et 2330 adultes par site dont 53% sont des femelles en mesure de forer des galeries maternelles. Parmi les 2 types de pièges testés le type LCR (569 adultes) semble avoir été plus attractif que l'ECO (429 adultes).

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

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

faudrait prendre avec vigilance dans le verger ciblé, si non une population dangereuse de *R.amygdali* peut se reconstituer rapidement:

- garder les pièges dans des lieux sûrs et surveillés, sinon ils risquent d'être volés ou démolis;
- installer chaque piège dans la mesure de possible en terrain dégagé à mi-ombre plutôt qu'à l'ombre ou en plein soleil;
- maintenir une distance d'au moins 10 mètres entre le piège et l'arbre le plus proche ;
- veiller au nettoyage et à la propreté du piège. Etant étanches et solides les 2 types de pièges LCR ou ECO peuvent servir plusieurs années;
- la base du piège doit être à au moins un mètre du sol ;
- ne pas utiliser dans le même site la phéromone à 2 concentrations différentes; elle risque de désorienter le scolyte et rendre les résultats difficilement interprétables;
- observer chaque piège une fois par semaine afin d'éviter le dégagement par les insectes capturés d'odeurs de pourriture susceptibles d'avoir un effet répulsif ;
- à chaque relevé hebdomadaire, la quantité de la phéromone dans le diffuseur doit être vérifiée pour éviter la dessiccation du liquide ;

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

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

- Un essai de piégeage de masse élargi à d'autres vergers modernes de pêcher, d'abricotier et de pêcher comme moyen de protection;
- la détermination du rayon d'attractivité de la phéromone par marquage et lâcher de nouveaux adultes émergents à différentes distances du piège artificiel (50, 70, 100 mètres ou plus.) ;

un test synergique qui prévoit d'utiliser dans le piège le plus performant la phéromone d'agrégation avec des substances synergiques volatiles extraites de la plante hôte

BIBLIOGRAPHIE

Benazoun A., (1988), Etudes Bioécologiques sur le scolyte de l'amandier: *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN (Col.Scolytidae) au Maroc. Thèse Doctotat d'Etat. Univ. Paris VI. 171 p.

Benazoun A., Schvester D., (1990), Biologie et cycle de *Scolytus (Ruguloscolytus) amygdali* GUERIN au Marocs. Actes. Inst. Agron. Vét. 10 (2), 21-34.

Chararas C., (1980) , Ecophysiologie des insectes parasites de forêts . ed Chararas, Paris 297p

Chararas C., (1980) , Etudes écophysiologique des *Scolytides* parasites des Conifères au Maroc. Ann. Rech..For. **Tome II** , 207-267

Lanier G.N., (1978) , Behaviour, modyfing chemicals as a basis for managing bark beetles of urban importance. In perspectives in urban Entomology. Ed CM Frankie & CS Kohler. 295-310 Academic Press

Raffa K.F., & Berrymann A.A (1983), The role of plant resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (*Col. Scolytidae*). *Ecological Monographs.*, **53** (1), 27- 49.

Rudinsky J.A., (1972), Ecology of *Scolytidae*. *Ann. Rev. Entom.* **7** , 327-348

Ryker L.C.,(1984), Acoustic and chemical signals in the life cycle of bark beetles. Scientific American. Vol **250**, (n°6), June1984.

Wood D.L., (1982), The role of pheromones, kairomones and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. *Ann.Rev.Ent* **27** , 411- 416.

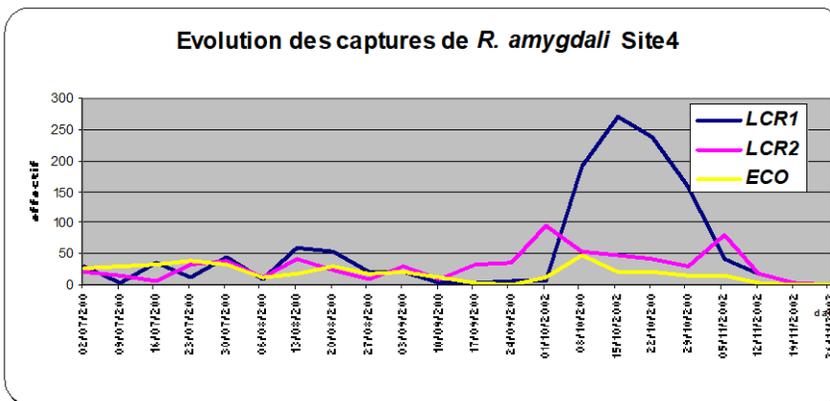
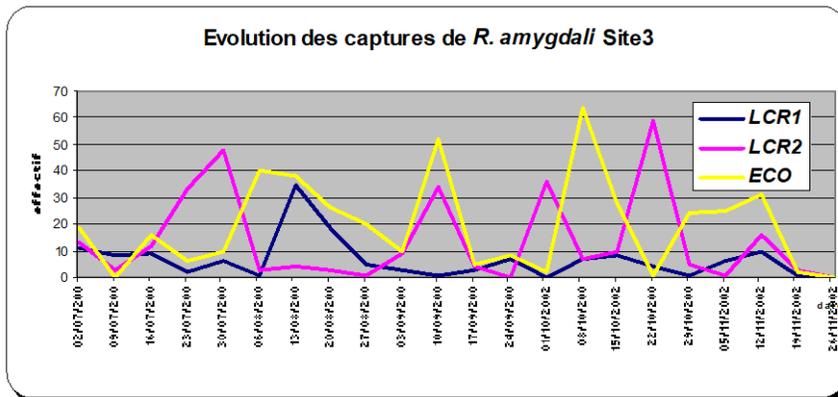
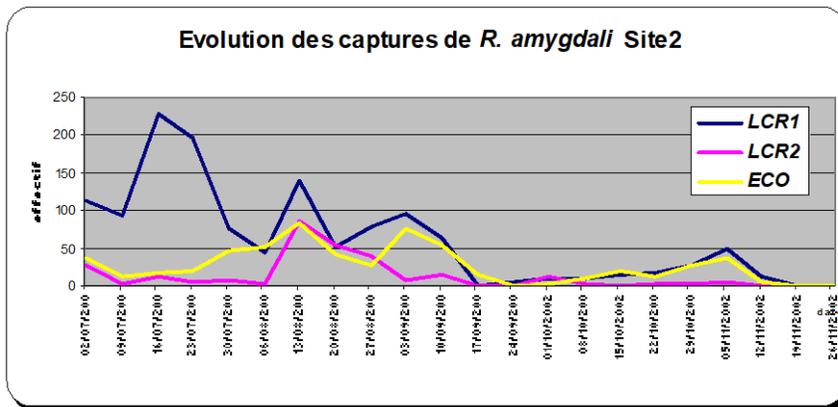
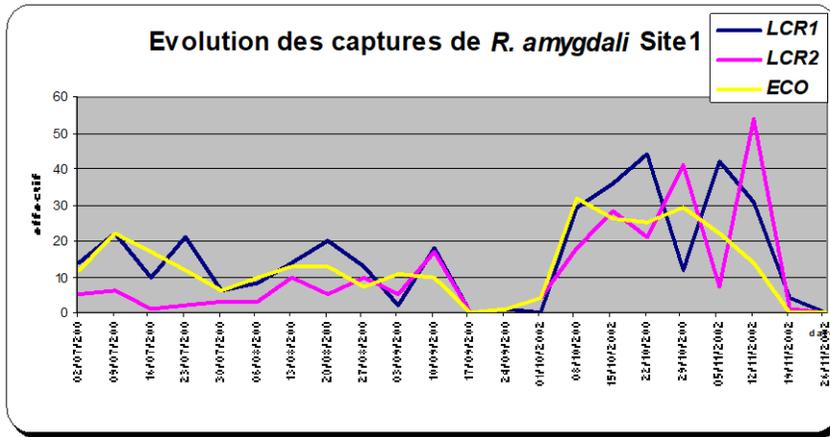
Schvester D., (1957), Les divers modes d'intervention des facteurs climatiques dans la limitation

des populations des Scolytides xylophages d'après des études sur *Scolytus (Ruguloscolytus)*

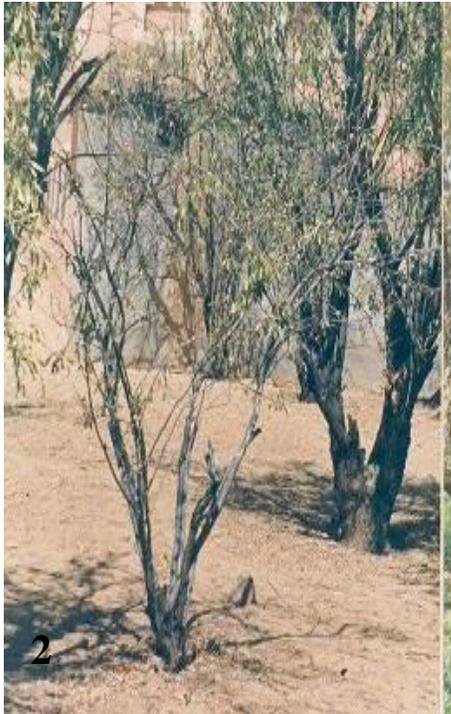
Rugulosus MULLER 1918.. Compte rendu IVe Congrès International de lutte contre les ennemis

des plantes , Braunshweig, col, 1, 769-772.

Annexe1: Evolution des captures de *R. amygdali* par site



Annexe 2 :Exemples de sitesà Tafraout



Annexe 3 : Position des pièges et des diffuseurs



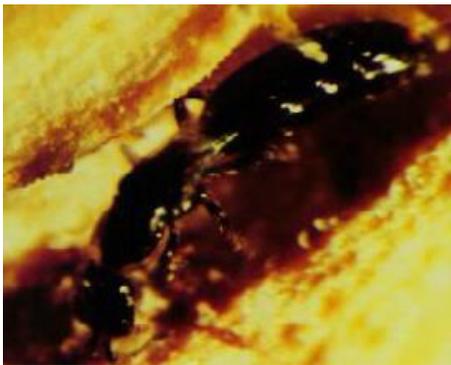
Annexe 4 : Quelques espèces capturées dans les 2 types de pièges



Anisandrus dispar



Ctyptolestes fractipennis



Cephalonmia hypobori



Cheiropachus quadrum