

## **Biologie et cycle de Scolytus (*Ruguloscolytus*) *amygdali* GUEPIN au Maroc**

A. BEN AZZOUZ<sup>a</sup> & P. SCHYESTER<sup>b</sup>

Downloaded from https://academic.oup.com/imrn/article/2020/11/3863/3236366 by guest on 11 August 2020

1

بر تأثير البيع على دراسة الدورة المائية لقطاع الفوز بمنطقة التحليل الدائم في المجموعات المشتركة ونتيجة تتبع مدخلاتها إليها تعلم منه بروزها وظهورها على الطبيعة باستعمال نظرية طبيعية تحمل الاسم *Regulatory cycles* التي تناولت آليات تأثير قطاع الفوز على المجموعات المشتركة . قيموا أن العوامل الثالثة جزئية، بينما يكمل مع العوامل الأخرى طول مدة منا حل الفوز . العوامل ذاتها أحياناً لها صلة بتطورات بالجهل الشعور حيث تتعارض برؤيتها في مرحلتها الـ 77 بغير توقف في النمو ذاته حسب تجربتنا في المعاشر والطبيعة من معاشرنا .

الكلمات المفتاحية: *Rugulosolites mygdonii* - الموردة العمانية - سينا ١ - اللوز - المغرب

## Résumé

Les observations sur Aranamer dans l'ordre m'ont associé par analyses périodiques de la composition démographique des populations et suivie par piégeages des émergences et des attaques montrent que *Scolytus (Ruguloscolex) aegyptius* GUERKIN, présente trois générations par an, la troisième n'étant que partielle, avec observancement sur la dureté en raison du long développement des essaimages. Une attention particulière a été portée à la génération hivernante dont les larves, en fin de dernier stade, subissent un arrêt du développement, dû probablement, selon les expériences en nature et au laboratoire, à une disperge.

Moto Chis : Scolytidae - Rhytidocleptes avogadrei - Acanthocinus aegyptiacus - Curculio  
Maroc - Cyclo - Dendroctonus - Diapause

## Summary

Observations already in southern Morocco, through periodic analyses of the demographic composition of populations and trap-monitoring of emergence and attack, indicate that *Scolytus (Ragusa)scolytus* Guérin, has three generations a year, the last one being only partial and with overlapping on the second, because of the long time spacing out of the emergences. A particular attention was given to the hibernating generation whose larvae at the end of the last stage are subject to a development arrest, probably due, according to field and laboratory experiment, to a diapause.

**Key Words:** *Stability - Regional conflicts - Migration - Armed  
Groups - Life Cycle - Development - Diaspora.*

\* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département de Zoologie, Complexe of Agadir-B.P. 123, Agadir-Morocco (Morocco).

\*\*\* Institut National de la Recherche Agronomique, Station de Zoologie Forestière, Avenue A. Viret - 91160 Avignon Cedex

◆ A qui tout correspondance doit être adressée

# INTRODUCTION

Trois espèces du sous-genre *Rugalorynus* (G. acolytus) s'attaquent aux Rosacées fruitières en Europe, dans le Bassin Méditerranéen et au Moyen-Orient. *Rugalorynus rugalosus* MULLER a fait en France l'objet d'études très essentiellement sur la connaissance des facteurs de la dynamique des populations (1). Il existe également des études, sur le comportement et la dynamique des populations de *Rugalorynus mediterraneus* HOGGERS par CHODJAI (2) en Iran et par GUREVITZ & ISHAAAYAI (3), GUREVITZ & ASCHERI (4), ASCHERI & GUREVITZ (5) GUREVITZ (6-7) au Moyen-Orient. En revanche, il n'y a que fort peu d'études sur *Rugalorynus amygdali* GUERRIN. Le caractère essentiel qui distingue *R. amygdali* des deux autres espèces est l'existence d'une carie ou arête frontale extrêmement marquée, surtout chez la femelle.

Depuis plusieurs années, les responsables agricoles à divers échelons s'inquiètent des déprédations causées, surtout dans le sud marocain sur les Amandiers, par cette espèce appelée communément le scolyte de l'Amandier. Face à cette inquiétude, justifiée d'ailleurs par l'attachement que portent à l'Amandier les populations locales, fut entreprise à partir de 1981 une étude détaillée de l'espèce (8).

Cette étude fut conduite essentiellement en divers sites de la région de Tafraout (province de Tiznit) zone semi-aride (moyenne annuelle de pluies sur 15 ans: 160 mm essentiellement entre janvier et mars, puis septembre - novembre) et où l'Amandier est cultivé traditionnellement en «sec» et représente pour la région environ 72% des plantations en arboriculture. Quelques observations seules ont aussi été réalisées un peu plus au nord dans la région de Béni-Mellal (200 km de Marrakech). Le présent article rend compte des résultats concernant essentiellement le cycle biologique de l'espèce.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. Analyses de la composition démographique des populations

L'échelonnement considérable des émergences d'adultes se traduit par un chevauchement de générations qui rend impossible la détermination correcte du nombre de générations par l'observation directe. C'est pourquoi

nous avons recours au dénombrement stade par stade de populations-échantillons, ceci périodiquement tout au long de l'année. Ces dénombrements ont intéressé les populations de Tafraout de fin 1981 à début 1987 et celles de Béni-Mellal mais de façon plus fragmentaire (en 1982, 1983 puis 1985) à raison d'un prélèvement au cours de la première décennie de chaque mois. Ils sont aussi mis à profit, pour l'acquisition des données sur les ennemis naturels (dont il ne sera pas question ici).

Le matériel (prélèvements dans la nature de branches infestées), numéroté et étiqueté est rapporté au laboratoire. Chaque tronçon subit les opérations suivantes:  
- incrustation en longueur et en diamètre;  
- 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 (reconnaissables à leur diamètre plus petit que ceux du Scolyte);  
- décarottage soigneusement: 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 de Scolyte sont classés par catégories: jeunes larves, larves âgées en fin de développement en loges nymphales (âches, momifiées, parasites, victimes éventuellement de prédateurs...), préimphys\*, nymphes et adultes. Les ennemis naturels sont dénombrés par espèce.  
- déroulement sur la branche écorcée des galeries-maternelles et des loges nymphales (superficielles ou profondes) qui sont marquées au fer et à mesure du comptage pour éliminer les risques d'erreur. Les loges profondes peuvent être entièrement ouvertes (émergence) ou encore obstruées ou semi-obstruées. Ces dernières correspondent, souvent, soit aux sorties de parasites soit à un début de préparation à l'émergence du Scolyte. On dégagé avec un scalpel le contenu des loges profondes obstruées qui peut consister en différentes stades de Scolyte ou de ses ennemis. Ils sont inclus dans le dénombrement.

### 2. Piégeages

Ils sont destinés à une vérification du nombre de générations dans la nature en même temps qu'à la connaissance de la durée et de l'échelonnement des périodes d'émergences et de pénétration pour les diverses générations.

En l'absence d'attractifs chimiques ou phéromonaux connus, nous avons utilisé le piégeage sur branches comme suit.

\* Il s'agit d'un stade, mais seulement d'une phase de la fin de la vie larvaire caractérisée par l'fragilation de la capsule nymphale et l'apparition d'écoulements de guano.

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 parallèles sur les tranches de coupe afin d'éviter une dessication trop rapide et placées à mi-émbre soit simplement appuyées contre un arbre, soit attachées dans la frondaison, à hauteur de plus d'un mètre. Chaque branche reçoit un numéro et sera individuellement observée.

Il a été noté que ces branches peuvent être attaquées dès les 2 à 3 jours après leur mise en place. Mais dans l'ignorance où l'on était au départ de la durée leur réceptivité, 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, journallement. Ils ont lieu tard le soir (après 18h) pour la journée en cours ou à la rigueur tôt le matin (vers 8h) pour la veille, selon les possibilités. En effet, quelques observations sur le rythme journalier des émergences montrent bien que celles-ci n'ont lieu que dans la journée que ce soit dans la nature ou au laboratoire. Les résultats de ces observations sont donnés ci-après en pourcentages cumulés du total de l'effectif pour 10 journées d'observation consécutives, sur deux sites à Tafraout (altitude 1 000 m), Tazakka (altitude 1 400 m) en 1982 et à Béni-Mellal (Béni-Ayad, altitude 500 m) en 1983 et au laboratoire à 25°C pour 8 journées :

Heure	Tazakka	Iyerd	Béni-Ayad	Laboratoire
8	0	0	0	0
9			0	
10	0,5	0	4,3	3,8
11			39,5	
12	41,7	10,1	72,1	23,3
13			88,1	
14	83,6	36,2	96,6	66,4
15	98,9	99,5	100	88,4
16	100	100		98,7
17			100	
<b>Effectif</b>				
Total	108	108	190	798

Toutefois, dans certains cas (précisés plus loin), les relevés n'ont pu être qu'hébdomadaires. Les forages de pénétration sont à chaque relevé marqués d'un cercle de peinture rouge indélébile; les orifices d'émergence sont marqués de même en jaune.

### 3. Observations sur le développement des diverses phases

Le développement ne peut être suivi à vue en raison du mode de vie subscanal de l'insecte. Nous avons donc procédé par « sondages» périodiques d'échantillons de branches dont la date 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 pénétration en prenant garde de ne pas détruire les insectes et à observer le stade le plus avancé atteint.

Dans la nature, nous avons utilisé certaines des branches «pièges» (voir ci-dessus) dont la date des premières attaques est notée.

Au laboratoire, en vue notamment de suivre le développement selon les conditions de température, nous avons utilisé des élevages: *R. oxygaster* peut en effet se reproduire correctement au laboratoire, sur son milie naturel. Nous avons utilisé des troponcs, 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 pré-émergents et des nymphes. Elles sont périodiquement humectées. Ces élevages sont conduits dans des boîtes soit en bois parallélépipédique munies d'un couvercle à glissière, soit en carton opaque cylindrique à couvercle amovible.

Ces boîtes constituent aussi des éclosoirs où sont placées des branches dont la date d'attaque a été préalablement relevée et sur lesquelles sont effectuées les diverses observations.

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:

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

- durée « individuelle » de ponte: période séparant l'apparition de la première ponte et l'observation de la première femelle pondue morte;
- durée de métamorphose: période séparant la mue imaginaire et la coloration complète des adultes.

Seul le stade nymphal peut se prêter à des expériences plus précises. Le principe consiste à examiner des larves âgées de *R. amygdali* de leurs loges nymphales et de les placer dans des boîtes à compartiments cloisonnés (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 saturation, maintenant une humidité relative d'environ 75%. Les températures d'expérience ont été 20 à 25°C. Les insectes sont observés quotidiennement vers 10 h et on note pour chacun la date de la mue nymphale, puis celle de la mue imaginaire. Ce procédé a été utilisé notamment en vue d'examiner des détails d'entrée en nymphose, selon l'époque de prélevement, en relation avec l'étude des conditions d'hivernage (cf. ci-après).

#### 4. Observations sur l'hivernage

Dès 1981, nous avons observé, en fin de saison à partir du mois de novembre jusqu'au mois de février, que les populations de *R. amygdali* se composaient d'une très large majorité voire, presque exclusivement, de larves (cf. infra).

Afin de tenter de préciser les conditions de l'hivernage, une distinction fut effectuée à partir de septembre 1982, lors des analyses de composition des populations, entre deux catégories dans la population larvaire: d'une part, les larves «jeunes» c'est-à-dire toutes les larves (sans distinction entre stades) non arrivées à un développement complet et d'autre part les larves «âgées» arrivées à la fin du développement et encloses dans leurs loges nymphales.

Nous avons aussi procédé à une étude sur les populations hivernantes de Tafrouyt au cours des hivers de 1982-1983 d'abord, puis de 1984-85, 1985-86 et 1986-87, selon le protocole suivant: des prélevements en quantité suffisante de branches infestées (au moins 10 branches d'un mètre) ont été effectués 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). Ces branches rapportées au laboratoire sont chacune coupées en trois tronçons d'environ 30 cm, de façon à constituer trois sous-échantillons:

- le premier est immédiatement décortiqué pour analyse de la composition démographique;
- le deuxième est aussitôt placé en éclosoirs au laboratoire (25°C environ);
- le troisième est placé en nature, soit en éclosoirs (hiver 1982-1983) soit directement sur Amandier (hiver de 84-85, 85-86 et 86-87).

Pour les deux derniers sous-échantillons, les émergences d'adultes du Scolyte ainsi que celles de parasites, ont été notées quotidiennement dès qu'elles se produisaient (résultats au tableau V).

À la fin des émergences on dénombre sur chaque tronçon, les troncs de sortie d'adultes et de parasites. Le tronçon est ensuite écorcé, pour le dénombrement des galeries maternelles et des escroches de ponte.

Le rapport nombre d'escroches de ponte sur nombre de galeries maternelles permet d'évaluer la fécondité réelle moyenne dans l'échantillon. Le rapport nombre d'orifices de sorties sur nombre de galeries maternelles donne le taux de multiplication réel moyen.

La confrontation de ce taux de multiplication et de la fécondité permet d'évaluer la mortalité réelle globale intervenue de la ponte à l'émergence (M.G.).

On dénombre environ les loges nymphales, en distinguant celles qui sont ouvertes (adultes émergés) et celles encore obturées. La différence entre loges nymphales ouvertes et loges nymphales restées obturées permet d'évaluer la mortalité survenue, quelque soit le stade entre la fin du développement larvaire et l'émergence (M.L.). La différence: M.G. - M.L. donne une évaluation de la mortalité survenue aux stades antérieurs à la fin du développement larvaire (œufs+larves) (M.J.).

## RESULTATS

*R. amygdali* vit exclusivement sur les Amygdalées Amandier, Abricotier, Pêcher, Cerisier. Il est signalé même accidentellement sur le Néflier (*Maquisia*) selon PICARD(9). Comme la plupart des espèces du genre, 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. C'est la femelle seule qui procède au forage de la galerie et à la pente tout en se nourrissant d'une partie au moins des matériaux qui résultent de son travail.

L'Amandier érigé souvent aux morsures nutritives, comme aux forages pour la ponte, par des écralements de

gomme. Il est certain que lorsque ces attaques, même non suivies de nécrose, sont nombreuses, elles contribuent à affaiblir l'arbre. La galerie maternelle, de longueur variable, est forcée dans le Cambium et impressionne l'aubier. Elle est de type longitudinal simple ou 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. Alors que chez *R. rugulorum*, elle est rectiligne dans le tessuto fibroso du bois, elle est chez *R. oxygyiali* souvent plus sinuosa jusqu'à présenter des formes en S ou en accolade ou terminée en crochet. Les œufs sont déposés à mesure du creusement isolément dans des encoches pratiquées longitudinalement de part et d'autre de la galerie maternelle. Dès leur dépôt ils sont recouverts, par la femelle, d'un tampon de mousse fraîche.

Les larves éclosent, de façon échelonnée, à raison même de l'échelonnement de la pose. Dès l'éclosion, elles se nourrissent d'abord de la mousse tissée par la femelle, sur l'encoche de ponte, puis forcent 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'enrouler lorsqu'à la densité d'attaque est élevée. En fin de développement, la nymphose a lieu dans une logette ovotique, cohabitante avec de la mousse fraîche. Selon nos observations, cette logette imprime peu l'aubier pour les générations d'été, mais elle y est profondément enfoncee par les larves qui hivernent.

La nymphose terminée, les adultes demeurent un certain temps dans la logette pour se métamorphoser et émerger, en général par un orifice forcé dans l'écorce au-dessus de la logette nymphale.

## 1. Nombre annuel de générations

Les tableaux I et II traduisent l'évolution des populations de *R. oxygyiali* à Taftaout et Béni-Mellal. Établis d'après les données des relevés de la composition démographique, ils donnent, pour chaque relevé de la première décennie de chaque mois, les pourcentages de l'effectif total vivant observé pour chacun des stades suivants:

- juvéniles larves;
- larves âgées (distinction faite à partir de septembre 1982 seulement);
- prénymphes;
- adultes; les trous de sortie étant considérés comme des adultes récemment émergés.

La figure 1 schématisse ces compositions pour les années 1982, 83, 84, 85, 86 et début 87 à Taftaout, le lieu d'exemple. Il en ressort nettement l'existence de trois

Tableau I. Composition des populations de *R. oxygyiali* à Taftaout (en pourcentage de chaque stade de développement)

Mois (mois)	T	LJ	LP	N	A
12.82	1,4		100	0	0
01.83	1,0		98,9	0,1	0
02.	2,0		95,9	1,1	0,1
03.	2,0		93,1	0,4	2,4
04.	2,0		93,9	0,1	0,1
05.	2,0		93,9	0,1	4,2
06.	2,0		93,9	0,1	4,1
07.	1,0		97,9	0	0,0
08.	0,0		100	0	0
09.	0,0	76,0	23	10,0	0
10.	0,0	21,5	26,5	1,5	0
11.	0,0	46,5	50,1	0	0,0
12.	0,0	5,7	94,3	0	0
01.83	0,0	52,0	47,9	0	0,0
02.	0,0	7,4	92,6	0,0	0,0
03.	0,0	0	100	0,0	0,0
04.	0,0	0	100	0	0,0
05.	0,0	74,4	25,4	0	0,0
06.	0,0	0	100	0	0,0
07.	0,0	67,0	32,0	0	0,0
08.	0,0	49,5	50,5	0	0,0
09.	0,0	18,0	81,0	0,0	0,0
10.	0,0	21,0	78,7	0,3	0,0
11.	0,0	34,0	65,2	0,8	0,0
12.	0,0	46,4	53,5	0,1	0,0
01.84	0,0	54,5	45,5	0	0,0
02.	0,0	0	100	0	0,0
03.	0,0	16,0	83,9	0	0,0
04.	0,0	0	100	0	0,0
05.	0,0	50,0	49,0	0	0,0
06.	0,0	0	100	0	0,0
07.	0,0	2,0	98,0	0,0	0,0
08.	0,0	20,0	79,0	0,0	0,0
09.	0,0	31,0	68,0	0,0	0,0
10.	0,0	37,0	62,0	0,0	0,0
11.	0,0	52,0	47,0	0,0	0,0
12.	0,0	63,0	36,7	0,3	0,0
01.	0,0	79,0	20,0	0,0	0,0
02.	0,0	0	100	0	0,0
03.	0,0	16,0	83,9	0	0,0
04.	0,0	0	100	0	0,0
05.	0,0	50,0	49,0	0	0,0
06.	0,0	0	100	0	0,0
07.	0,0	2,0	98,0	0,0	0,0
08.	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0
09.	0,0	36,0	62,0	0,0	0,0
10.	0,0	42,0	57,0	0,0	0,0
11.	0,0	56,0	43,0	0,0	0,0
12.	0,0	67,0	32,0	0,0	0,0
01.85	0,0	79,0	20,0	0,0	0,0
02.	0,0	0	100	0	0,0
03.	0,0	16,0	83,9	0	0,0
04.	0,0	0	100	0	0,0
05.	0,0	50,0	49,0	0	0,0
06.	0,0	0	100	0	0,0
07.	0,0	2,0	98,0	0,0	0,0
08.	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0
09.	0,0	36,0	62,0	0,0	0,0
10.	0,0	42,0	57,0	0,0	0,0
11.	0,0	56,0	43,0	0,0	0,0
12.	0,0	67,0	32,0	0,0	0,0
01.86	0,0	79,0	20,0	0,0	0,0
02.	0,0	0	100	0	0,0
03.	0,0	16,0	83,9	0	0,0
04.	0,0	0	100	0	0,0
05.	0,0	50,0	49,0	0	0,0
06.	0,0	0	100	0	0,0
07.	0,0	2,0	98,0	0,0	0,0
08.	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0
09.	0,0	36,0	62,0	0,0	0,0
10.	0,0	42,0	57,0	0,0	0,0
11.	0,0	56,0	43,0	0,0	0,0
12.	0,0	67,0	32,0	0,0	0,0
01.87	0,0	79,0	20,0	0,0	0,0
02.	0,0	0	100	0	0,0
03.	0,0	16,0	83,9	0	0,0
04.	0,0	0	100	0	0,0
05.	0,0	50,0	49,0	0	0,0
06.	0,0	0	100	0	0,0
07.	0,0	2,0	98,0	0,0	0,0
08.	0,0	25,0	75,0	0,0	0,0
09.	0,0	36,0	62,0	0,0	0,0
10.	0,0	42,0	57,0	0,0	0,0
11.	0,0	56,0	43,0	0,0	0,0
12.	0,0	67,0	32,0	0,0	0,0

T.E. = Effectif total de la population; L.J. = larves juvéniles; L.A. = Larves âgées en logettes; N = Nymphes; P.N. = Pré-nymphes; A = Adultes; T.S. = Trou de sortie (la distinction entre L.J. et L.A. n'a été faite qu'à partir de septembre 1982).

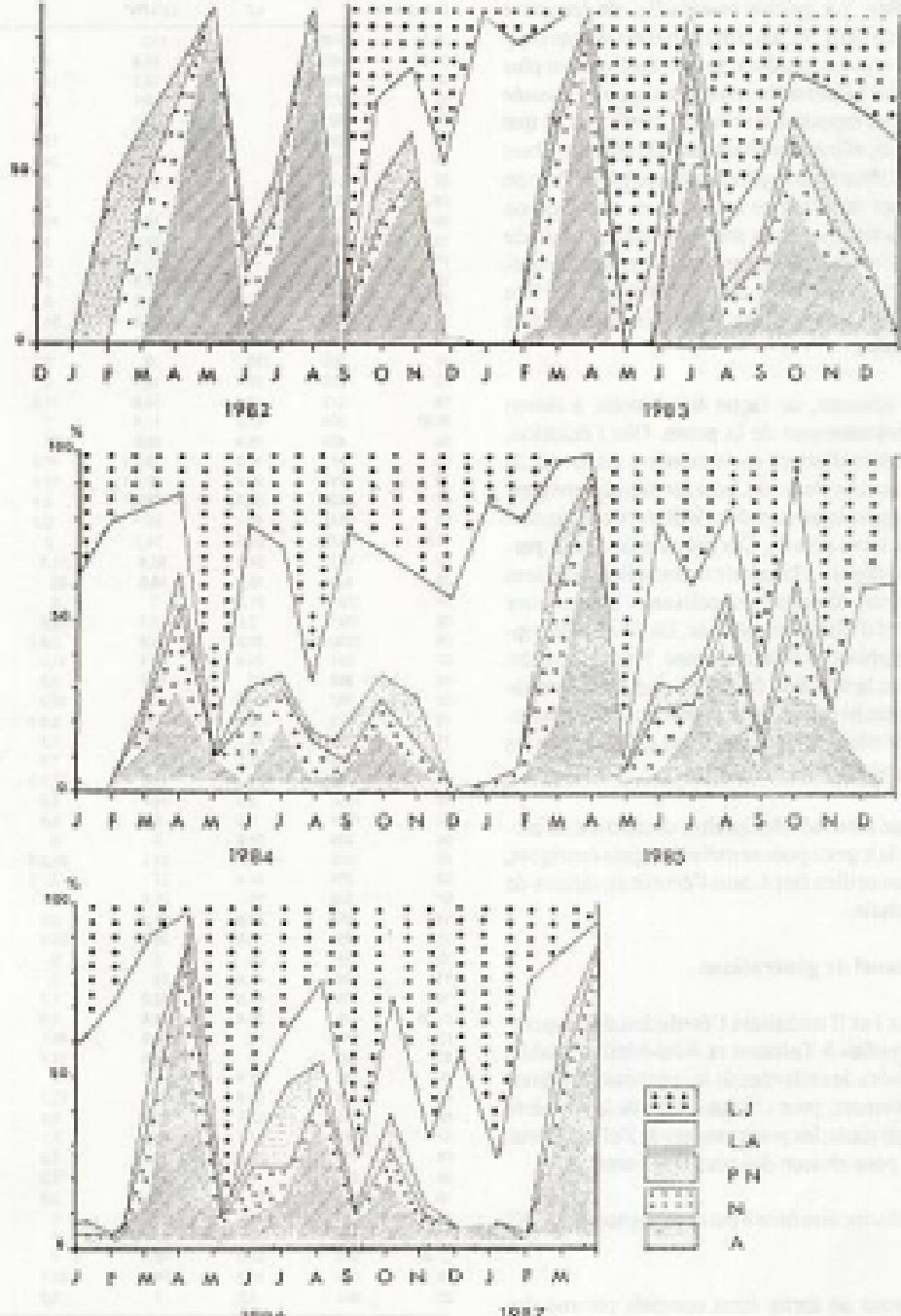


Figure 1. Composition démographique des populations de *R. Amygdalivora* Tafraoui.

Abréviations: voir tableau III et IV.

La distribution entre LJ et LA n'a lieu qu'à partir de septembre 1983.

Tableau II. Composition des populations de *R. amegillae* à Béni-Mellal (en pourcentage de chacune des phases de développement)

âge (semaines)	0+	L.I. <sup>a</sup>	L.A.+P.N. <sup>a</sup>	N <sup>a</sup>	A+T.R. <sup>a</sup>
02.82	27%	55,3	11,4	33,3	
03	24%	63,8	20,5	15,7	
04	40%	0,3	21,8	71,7	
05	76%	99,8	0	1,2	
06	31%	14,5	24,1	61,4	
07	62%	18	28,6	33,4	
08	24%	28,2	38,4	33,4	
09	42%	21,8	27,4	50,8	
10	24%	38,6	3,3	58,1	
11	38%	100	0	0	
12	39%	100	0	0	
01.83	127%	15	61,2	27,1	6,7
02.83	81%	5,6	71,2	1,3	21,4
03	23%	8,2	18,2	0	71,6
04	33%	28,9	0	0	70,1
05	35%	63,9	0	0	25,5
06	58%	49,9	29,6	20,5	
07	46%	78,5	10,1	1,4	
08	114%	59,6	18,3	21,8	
09	71%	18,1	21,2	56,7	
01.85	496%	2,8	95,2	2	0
02	244%	2,1	30,2	34	33,6
03	223%	0,7	2,9	7,7	88,7
04	298%	99,3	0	0	0,7
05	271%	39	62,6	4,3	0,1
06	200%	2,5	28,5	25,6	40,6
07	238%	45	15,3	32,8	5,4
08	100%	39	34,8	19,1	15,4
09	640%	6,9	21,5	21,4	49,3
10	282%	12	58,8	11	17,7
11	377%	3,4	87,8	2,6	7,2

<sup>a</sup> voir tableau I

Tableau III. Périodes d'activité des adultes de *R. amegillae* en piéges

1	2	3	4	5	6	7	8				
Vol	Dates de mise en place des piéges	Dates d'observation des piéges	Répartition des piéges (Zone)	Effetif	Dates d'apparition des descendants	Dates totale d'apparition	Effetif				
1. Tébessa	(Jan) 1982	15.02 au 16.04	29.03	22.04	52	1858	34.05	81.87	50	31.03	(Ju. vol. 84)
2. Tébessa	(Ju. vol. 84)	11.05 au 22.06	11.05	29.06	48	436	19.07	11.09	84	240	(Ju. vol. 84)
3. Tébessa	(Ju. vol. 84)*	09.07 au 18.10	29.07	12.11	119	286			non observé		
4. Tébessa	(Ju. vol. 84)	15.02 au 08.04	21.02	25.04	63	879	31.05	30.06	40	333	(Ju. vol. 83)
5. Tébessa	(Ju. vol. 85)	16.05 au 21.06	12.05	01.06	47	794	31.07	34.01	192	2156	(Ju. vol. 83)
6. Tébessa	(Ju. vol. 85)	09.07 au 23.10	18.07	21.10	128	811	21.01	28.03	98	976	(Ju. vol. 84)
7. Tébessa	(Ju. vol. 86)	21.02 au 18.06	06.03	08.05	60	266	31.06	28.09	53	258	(Ju. vol. 84)
8. Tébessa	(Ju. vol. 86)	22.05 au 26.06	26.05	08.06	64	136	34.07	01.11	128	1218	(Ju. vol. 84)
9. Tébessa	(Ju. vol. 86)	17.07 au 08.08	23.07	05.11	105	879			non observé		
10. Béni-Mellal	(Ju. vol. 85)	15.02 au 17.04	26.02**	19.04	57*	167			non observé		
11. Tafraoute	(Ju. vol. 85)	19.03 au 24.04	-	17.05	67	1233	28.05	28.09	52	4800	(Ju. vol. 85)

\* Observations non faites sur piéges mais sur branches naturellement attaquées, de date d'usage connue

\*\* Premières piégeations observées dès le 11.03, mais étant donné la date assez tardive d'installation des piéges, cette date est très probablement postérieure aux premières piégeations ayant effectivement eu lieu dans la nature.

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

générations par an matérialisées par trois «pics» successifs qui représentent la population d'adultes :

- une génération « hivernante » dont les adultes (1er vol) apparaissent dans le milieu sub cortical à partir du début à mi-février et peuvent émerger à partir de fin février;
- une génération printanière dont les adultes (2ème vol) sortent à partir de mi à fin juin et jusqu'à fin août;
- une génération estiv-automnale (3ème vol) issue de la précédente; les sorties d'adultes s'échelonnent à compter de mi à 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.

Cependant, certaines années, (1986 par exemple) en fin de saison un quatrième petit «pic» de peu d'importance qui pourrait matérialiser l'ébauche d'un quatrième vol est apparu. Cette hypothèse est discutée plus loin de. 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; un «regroupement» des populations à certains stades se produit au cours de l'hivernage alors que les populations suivantes, du fait de leur échelonnement dans le temps, présentent des proportions plus élevées d'autres stades.

Les observations qui ont été quotidiennes sur les piéges installés lors des deux premiers vols en 1984 et 1985 mais qui n'ont pu être qu'hébdomadaires pour les autres sur branches-piéges, confirment bien ces conclusions. Le tableau III récapitule pour Tafraoute et pour Béni-Mellal les résultats sur l'échelonnement des piégeations

et sur l'émergence de la descendance des insectes ayant attaqué les pièges. Ils montrent que la réceptivité d'une branche-piège peut atteindre une quarantaine de jours et même un peu plus. Elles évoquent surtout d'un échelonnement considérable des attaques.

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 cette saison. Cette durée apparaît déjà longue mais très sensiblement plus brève que celle de l'échelonnement des attaques par les adultes parents, lesquelles s'étendent évidemment sur 119 jours en 1984, 126 jours en 1985, 103 jours en 1986 (cf.colonne 4, lignes 3,6 et 9 du tableau III). 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.

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. Toutefois, cette réduction de l'échelonnement des attaques en deuxième

vol ne s'est produite en 1986 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). On avait enregistré à Tafraout 90,2 mm de précipitations de février à mars en 1986 contre 29,9 mm pour la même période en 1985. Antérieurement, en 1984, on avait déjà noté un arrêt des pénétrations entre le 19 et le 22 mars, époque de pluie (21mm) probable de gelées et de neige. Une interruption de même type est survenue en 1985 les 11 et 12 avril (neige et pluie). Cet allongement de la période des attaques du 2ème vol, en 1986, avait pratiquement abouti à un véritable chevauchement d'environ une semaine avec celles des attaques du 3ème vol (Figure 2).

La période des attaques dues au 3ème vol s'étend, quant à elle, sur des durées beaucoup plus longues et jusqu'à mi-fin novembre, si les conditions climatiques demeurent favorables. En effet, 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 agrave l'échelonnement de la génération estive-automnale. Il en résulte même certaines années, 1983 et 1986 en particulier, (voir composition démographique) que l'on observe jusqu'à décembre et même janvier, des adultes non encore émengés, bien qu'en très faible proportion par rapport à l'ensemble des populations en présence. Ces

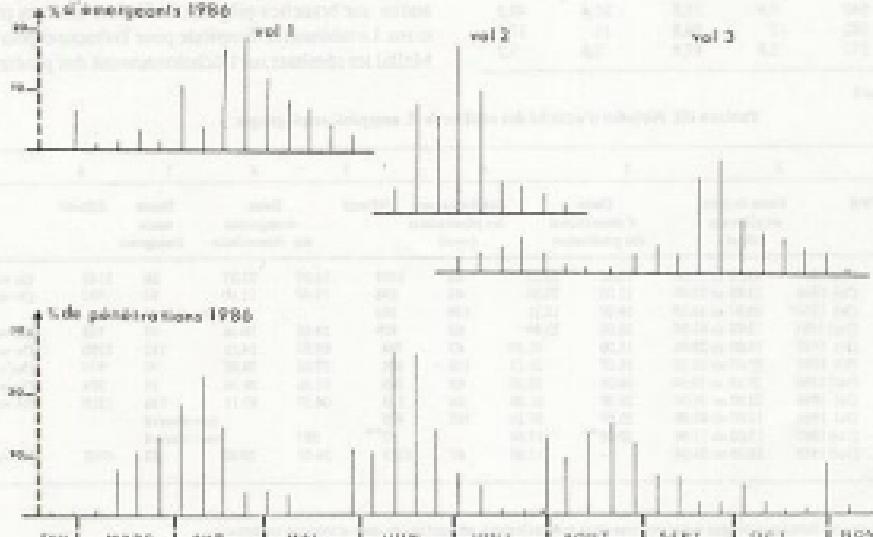


Figure 2. Exemple illustrant la chronologie des émergences et des précipitations. (Tafraout 1986). Rennes, Institut national des sciences appliquées.

adultes souvent non mûrissest finissent d'ailleurs par périr. Il est donc d'autre part que les derniers attaquants du 3ème vol, mais à partir d'une date qu'il n'est guère possible de déterminer en l'état actuel des observations peuvent donner naissance à une descendance viable nombreuse.

## 2. Durée du développement

### Dans la nature

Le tableau III donne, pour les piégages, les durées minimales écolisées entre les premières pénétrations et les premières émergences observées pour plusieurs générations.

Au tableau IV sont données les durées, déterminées par « sondages », des principales phases du développement dans la nature à Tafraout (1982 dans les deux sites de Tazaka-alt. 1000 m - et Ifyerd - alt. 1 400 m - et 1983 à Tazaka seulement) et à Beni-Mellal (1983).

Tableau IV. Durée des différentes phases du développement de *R. amygdali* dans la nature (méthode des sondages) comparée à celles des *R. mediterraneus* et *R. rugulosus*

Etapes de développement	<i>R. rugulosus</i>		<i>R. mediterraneus</i>		
	(1)	(2)	(1)	(2)	
1 Pénétration	2 à 9*	7**	10 à 15***		
2 période de ponte	20 à 30	25 à 35	15 à 40		
3 Incubation	5 à 10	5 à 12	6 à 10		
4 Développement larvaire	30				
+ Préimagoïde		18 à 25			
5 Préimagoïde	2 à 8		8 à 9		
6 Développement nymphal	30	7 à 15			
7 Postnymphose	1 à 8	7			
7 Développement subcortical (1+3+4+5)	50 à 92	35 à 78	81 à 124		
Etapes de Développement	<i>R. amygdali</i> ****				
	Tazaka	Ifyerd	Tazaka	Beni-Mellal	
	1982	1982	1983	1983	
1 Pénétration	10	12	11	6	
2 période de ponte	30	40	30	24	
3 Incubation	10	9	8	9	
4 Développement larvaire	30	42	40	34	
+ Préimagoïde					
5 Développement nymphal	21	25	23	20	
6 Postnymphose	7	7	7	7	
7 Développement subcortical (1+3+4+5)	77	88	82	69	
Température moyenne de la période d'incubation	Maxi	23,9	17,1	26,7	27,4
	Mini	4,6	3,9	3,5	3,5
	Moyen	13,8	10,5	15,1	18

\* France 1982 (98)  
\*\* Moyen-Orient 1972 (16 à 29°C) (8)  
\*\*\* Iran 1963 (2)  
\*\*\*\* Maroc, génération primaire (8)

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

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

### Au laboratoire

Les expériences en élevage montrent que la durée de survie des femelles est sensiblement plus importante que celle des mâles. Sur plusieurs essais à 25°C environ totalisant 298 mâles et 273 femelles, la durée médiane de survie a été de 6 jours pour les premiers, de 19,5 jours pour les seconds. La durée moyenne, pour 43 femelles ayant effectivement pénétré et pondu, a été de 24 à 25 jours. Dans un autre essai totalisant 100 femelles, la 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 SCHWESTER (10,11) et par CHODJAI (2) 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.

Les durées des principales phases du développement de *R. amygdali* selon la température au laboratoire telles qu'elles sont déterminées par « sondages » périodiques sont les suivantes:

	Beni-Mellal	Agadir		
	25°C	20°C	15°C	10°C
Etapes de développement:				
pénétration + incubation (de la première pénétration observée à la première éclosion d'un œuf observé)				
1	14	11	8	15
Développement larvaire (de la première éclosion d'un œuf observé à la première nymphe observée)	25	36	28	33
Durée de nympose (de la première nymphe observée au premier adulte observé)	7	15	12	24
Total	142	62	48	73

Autant qu'on puisse en juger, les durées de développement seraient du même ordre de grandeur que celles de *R. mediterraneus*, telles qu'elles ont été définies par GUREVITZ (6,7) en Israël et CHODAJI (2) en Iran. Mais elles apparaissent en conditions sensiblement (à 25°C), assez sensiblement plus importantes que celles de *R. rugulosus* d'après les données de SCHWESTER (10).

Ce dernier point est confirmé par les expériences sur l'observation précise du développement nymphal au laboratoire: la synphose proprement dite (c'est-à-dire de la mue nymphale à la mue imaginaire) de *R. asygydal* 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 SCHWESTER (10) pour *R. rugulosus* indique une durée de synphose (y compris celle de pré-synphose) de l'ordre de 10 jours à la température constante de 25 à 0,5°C.

### 3. Hivernage

La figure 1 et les tableaux I et II soulignent qu'à partir de novembre, la proportion de larves dans les populations tend à augmenter pour atteindre parfois presque 100 % (il s'agit en fait pratiquement de 100 % car les adultes qui persistent en décembre ou en janvier par exemple sont condamnés à disparaître).

En outre, au cours de l'hiver, la proportion de larves «âgées» tendelle même à augmenter pour atteindre en fin décembre et janvier la presque totalité des effectifs, même si ce fait, on observe régulièrement en début décembre une tendance plus ou moins nette (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.

D'autre part, à partir de fin octobre - début novembre, on observe une diminution progressive sous le taux de pré-nymphes et de nymphes alors que même dès octobre, il existe une proportion importante de larves âgées à la fin du développement. Ce n'est qu'à partir de janvier suivant que sont à nouveau observées des «pré-nymphes», indice de la reprise du développement et du passage à la nymphose. Il existerait donc une sorte de «battoir» biologique qui a pour effet d'homogénéiser, dans une certaine mesure, les populations en fin d'hiver. Ce phénomène se rapproche de celui observé notamment par SCHWESTER (10,11) 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. Ceci est confirmé par les résultats des observations dont le protocole indiqué ci-dessous (tableau V) et qui concernent :

Tableau V. Observations sur les populations de *R. asygydal* comparées aux expériences sur l'hivernage (origine : tableau I)

Prélèvement date	Effectif total vivant	Structure d'échantillon prélevé sous-échantillon n° 1						Dates des émergences	
		L.J.*	L.A.*	P.N.*	N.*	A.*	av.-déc. n° 2 (laboratoire)	av.-déc. n° 3 (nature)	
03.11.82	948	48,7	31,3	0	0	0	13.03 - 23.04	09.03 - 10.04	
03.12.82	547	5,7	94,1	0,2	0	0	17.03 - 13.04	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	38,7	6,6	34,4	3,9	06.03 - 12.04	08.03 - 14.04	
03.11.84	1347	46,3	33,1	0	0,3	0,1	19.02 - 23.04	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	920	27,6	62,9	4,5	0	0	28.02 - 23.04	28.02 - 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	311	93,1	0	0	0	6,9	13.02 - 01.05	27.02 - 01.05	
10.11.85	363	46,3	31	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	60,7	0	1,2	2,4	20.02 - 24.04	27.02 - 07.04	
06.02.86	655	7	34,8	0	61,6	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 - non observé	
04.12.86	685	21,8	73,7	0	0	3,5	04.03 - 07.04	05.03 - non observé	
08.01.87	573	30,5	66,5	1,9	0	1,1	28.02 - 08.04	26.02 - non observé	
05.02.87	510	6,1	5,7	2,5	6,5	23,5	01.03 - 11.04	05.03 - non observé	

\*L.J. Larves jeunes, L.A. Larves âgées en logement nymphal, P.N. Pré-nymphes, N. Nymphes, A. Adultes

. pour le premier sous-échantillon, la composition démographique lors du prélèvement (nous n'avons pris en compte que les insectes vivants présents lors de l'observation);  
. pour le deuxième, mis en décloison 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 pu être exactement observée).

Les résultats concernant la mortalité, sur la base des dénombrements effectués après la fin des émergences sur les sous-échantillons 2 et 3 sont donnés au tableau VI et seront discutés plus loin. Ceux exposés au tableau V montrent 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 au plus tôt. Ceci alors que, dès novembre, il existait une proportion déjà importante de larves parvenues à la fin du développement et apparemment prêtes 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».

Tableau VI. Mortalité hivernale de *R. Amygdali*

Date du prélèvement	ss-éch. n° 2 (laboratoire)			ss-éch. n° 3 (nature)		
	1		2	3	4	5
	M.G.*	M.L.*	M.L.*	M.G.*	M.L.*	M.L.*
03.11.82	26	14,5	11,2	60,2	32,8	27,4
03.12.82	45,4	27	18,4	62,6	49,7	39,2
03.01.83	22,8	19,2	3,6	39,9	28,6	11,2
03.10.83	26,2	30,5	15,2	50,8	36	14,3
10.11.84	19,5	10,5	9	13,9	25,6	12,3
03.12.84	26,7	9,4	11,2	41,6	16,9	20,7
12.01.85	38	14,1	23,9	49,2	7,5	40,7
06.02.85	27,5	8,6	11,9	67,3	41,3	26
07.03.85	44,8	23	21,8	46,2	28,5	17,7
12.11.85	48	21,3	26,7	63	32,1	30,9
07.12.85	46,6	30,5	18,1	70,8	36,1	44,5
01.01.86	47,5	17,8	21,3	45,2	36,4	38,8
06.02.86	58,7	17,4	41,3	42,3	27,4	34,7
09.10.86	48,4	20,6	27,8	74,1	33,7	40,4
06.11.86	64,8	30,2	31,6	71,6	37,2	34,1
04.12.86	52,3	32,1	20,2	57,6	27,6	30,3
08.01.87	48,7	22,1	18,6	57,1	34,7	31,4
05.03.87	48,5	20,3	28,2	55,5	23,6	31,9

\*M.G. = Mortalité globale; M.L. = Mortalité aux stades en logette nymphale; M.J. = Mortalité aux stades mûrs + larves jeunes.

Or, d'après les données (cf. plus haut) sur la durée cumulée du développement de prénymphose, nymphose et postnymphose aux températures considérées, les pre-

miers adultes auraient dû apparaître au laboratoire environ 25 jours après la mise en décloison c'est-à-dire:

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

Par contre, les insectes des sous-échantillons en décloison n'émergent en aucun cas avant mi-février.

Les résultats des expériences de mise en nymphose au laboratoire (procédé des boîtes «ELISAs» bien qu'assez fragmentaires à cet égard, vont dans le même sens. Il se produisent effectivement un arrêt de développement qui affecte le dernier stade larvaire, au moins, à partir d'octobre.

## DISCUSSION

La question de l'hivernage retient particulièrement notre attention en raison de regroupements constants au dernier stade larvaire à la fin du développement.

En première analyse, on peut présenter comme explication de cette augmentation de la proportion de larves «âgées» au cours de l'hiver, une mortalité sélective 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 SCHIVESTER (10:11) la règle pour *R. ragwitia* dans la région lyonnaise : les larves non parvenues à la fin du développement en logettes nymphales périssent en quasi-totalité au cours de l'hiver. Cette mortalité, plus que le froid, a pour cause l'humidité qui régne en permanence dans le milieu subcotital tout au long de l'hiver, imprégnant les bois et les vermoulures 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. Cependant, les conditions des hivers du sud marocain sont à l'évidence différentes. Ils sont plus courts et moins humides et nous n'avons que fait rarement observer sur *Anthonomus* de sursaturation en hiver du milieu subcotital et jusqu'à façon permanente.

Mais l'examen des structures d'âge des «énchyphables» V sous-échantillons n° 1) montre que durant tout l'hiver se maintient une population de larves «jeunes-vivantes». Toutefois, malgré deux contradictions apparentes que l'on peut imputer aux hasards de l'échantillonnage (janvier 83 par rapport à décembre 82 et décembre 86) en constate que cette population diminue progressivement en proportion, tandis que la proportion des larves âgées en loges nymphales augmente (l'échantillon analysé le 4 décembre 1986 par sa forte proportion en larves jeunes apparaît de composition démographique aberrante pour la saison). Il s'agit probablement d'une population «retardataire» par rapport à l'ensemble).

D'autre part, l'examen des taux de mortalité constatés dans la nature aux stades larves jeunes + œufs pour les divers prélevements (tableau VI colonne 6) montre que ces taux, assez variables, sont indépendants de la date du prélevement et ne semblent donc pas augmenter à mesure que l'hiver s'avance. Il en est d'ailleurs de même pour les mortalités constatées pour les mêmes phases dans les sous-échantillons n° 2 lors de leur dépouillement après éclosions au laboratoire (tableau VI, colonne 3).

La conclusion serait donc que des larves jeunes encore présentes au début de la saison hivernale sont (au moins dans une certaine proportion) en mesure de poursuivre leur développement probablement ralenti par les conditions climatiques.

Ceci constituerait une différence dans les conditions de l'hivernage des populations de *R. ayyagdai* par rapport à celles de *R. rugulosa* telles qu'elles ont été décrites par SCHVESTER (12). Une autre différence réside dans la constatation, dans de très nombreux cas, et même abstraction faite de la mortalité parasite, d'une importante mortalité aux stades «en loges», larves, «œufsymphys», nymphes confondues (tableau VI, colonne 5). Ce phénomène ne se produit pas chez *R. rugulosa*, en région lyonnaise, où selon SCHVESTER (11;12), la mortalité hivernale aux stades en loges n'excède pas 5%.

Cette mortalité est constatée aussi aux stades postérieurs (adultes compris, dont la mortalité est d'ailleurs faible le plus souvent). Elle est sensiblement plus importante dans les échantillons laissés en nature que dans ceux déclés au laboratoire à deux exceptions près (échantillons de décembre 84 et de novembre 85); ceci provient de ce que, dans la nature, la mortalité (ML) aux stades avancés est plus importante qu'aux stades œufs et larves jeunes (MJ) (tableau VI, colonnes 7 et 8).

Il est possible, sans qu'on puisse actuellement le démontrer, que cette mortalité frappe surtout des larves «retardataires» qui ont pourvu leur développement au cours de l'hiver mais dans des conditions précaires qui ne leur assurent pas la possibilité d'effectuer la nymphose. Ceci expliquerait que, malgré tout, les émergences des adultes du premier vol restent beaucoup moins échelonnées que celles de leurs parents.

En effet, même si elle peut paraître importante (de l'ordre de 60 à 80 jours), la durée des émergences du premier vol n'est probablement pas liée à l'existence de telles larves «retardataires». Le fait se retrouve chez d'autres espèces. SCHVESTER (10;11) en région lyonnaise observe un échelonnement des sorties printanières dans la nature de *R. rugulosa* sur 50 à 60 jours (à partir de début mai) alors que les populations hivernantes sont uniformément au dernier stade larvaire. De même SIEBER & BENZ (13) sur *Scalytus ratzeburgi* JANSON, également avec des populations uniquement au dernier stade en diapause, observent un échelonnement d'émergences sur environ 20 jours à la température constante.

De ce fait, il est probable que si des larves ainsi retardées existent et se développent jusqu'à l'adulte (qui sont probablement peu nombreuses) leurs émergences se confondent avec l'ensemble de celles du premier vol. Elles échapperaient alors à la diapause. Mais, même si tel est le cas, apparaît d'autre part évidente, l'intervention d'un arrêt du développement à partir d'octobre - novembre pour celles des larves arrivant en fin de vie larvaire.

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 causes pourraient d'ailleurs n'être pas exclusives l'une de l'autre.

L'hypothèse d'une diapause larvaire semble fondée chez *R. ayyagdai* comme dans le cas de *R. rugulosa* (11). Il faut aussi indiquer que pour *R. ovicidicrossus*, CHODJAI (3) pense qu'il s'agit plutôt d'une pseudo-diapause étroitement liée à la température ambiante alors que GUERVITZ (7) préfère parler d'une quiescence induite lors de la saison froide. Comparant les deux auteurs, NGUYEN-THANH-XUAY (in GUERVITZ 6) tient qu'il faut croire pour cette espèce à une vraie diapause. Chez une espèce voisine *Scalytus ratzeburgi* JAMS., SIEBER & BENZ (13) observent aussi une diapause en fin de développement larvaire émettant l'hypothèse qu'elle est génétiquement contrôlée. D'autre part, SCHVESTER (4;11;12) indique que la diapause n'intervient pas chez *R. rugulosa* en élevages à température constante de 25°C.

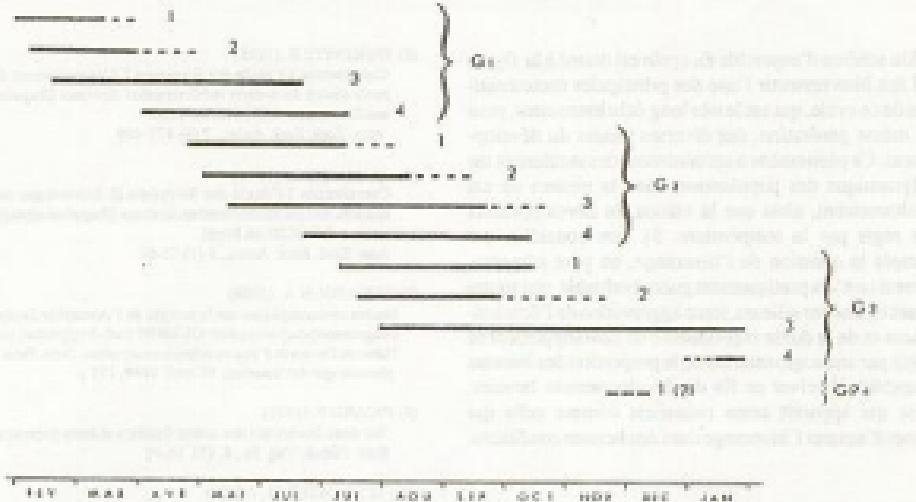


Figure 3. Schéma général du cycle biologique de *R. Argenteum* d'après les observations faites au Maroc.

La question du déterminisme de la diapause reste posée. Le phénomène de diapause semble être assez général chez les Scolyptidae, mais assez peu d'auteurs en font mention. La diapause intervient à l'état adulte chez *Antandrus digua*, dans la sous-famille des Xyleborinae, pour les Ispina ALIGRALL & SCHWESTER (1), sur les résultats de campagnes de piégeage de *Ips typographus*, éliminent l'hypothèse de l'intervention d'une diapause chez les adultes également, à partir de début hiver-saison. Chez les Scolytinae, selon les exemples connus, la diapause se produirait au fin de développement larvaire. Sur la base de ce que l'on sait actuellement, notamment le travail de SIEBER & BENZ (13), il semble qu'il faudrait s'orienter vers le rôle des variations de température dans le déterminisme de cette diapause, si une recherche devait être entreprise sur ce point, chez les Scolytinae.

Les données acquises par les observations sur la composition démographique et sur les périodes d'émergence et d'attaque (expériences de piégeage) sont cohérentes entre elles et par ensemble et indiquent bien que, dans les régions de l'étude, *Hyalophora cecropia* se reproduit à raison de trois générations par an (Figure 3).

Un premier vol d'adultes de mi-juillet à fin aestival donne naissance à une première génération printanière dont les adultes (2ème vol) émergent et pondent à partir de mi-à fin juillet, donnant naissance à une deuxième génération.

Les adultes issus de cette dernière peuvent émerger en pondant à partir de mi-fin juillet (3ème vol) donnant naissance à une troisième génération. 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, donnent naissance aux hivernants dont naissent les adultes du 1er vol de l'année suivante. La troisième génération n'est donc en fait une normale

Mais, certaines années au moins (1984, 1986), semble se manifester tout en fin de saison l'ébauche d'un quatrième vol. Ces adultes, peu nombreux, pourraient être 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, entrent en diapause, mais nous ne connaissons ni la véritable date limite à partir de laquelle cette diapause peut être induite, ni le mécanisme qui préside à celle-ci. Cette hypothèse de l'ébauche d'un quatrième vol n'a pas été 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 3. 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 réglés par la température. Si l'on considère par exemple la question de l'hivernage, on peut admettre, même si ce n'est pratiquement guère évaluabile, 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 du développement larvaire, phénomènes qui apparaît assez nettement comme celle qui permet d'assurer l'hivernage dans des bonnes conditions.

## REFERENCES

- (1) ABRAMALL J.P. & D. SCHIVESTER (1987). Observations sur le pâtage de *Periphyllum L.* après chablis. R.P.F. 59 (4), 359-373
- (2) CIRDAL M (1963). Etude écologique de *Raguluscoelytae mediterraneae* ROGERS (Col. Scolytidae) en Iran. Rev. Pathol. Vég. Ent. Agric. Fr. 42, (2) 139-160
- (3) GUREVITZ E. & I. ISHAIAYA I (1972). Behavioural response of the fruit tree borcheltie, *Scolytus mediterraneus*, to host and non host plants. Ent. Exp. Appl. 15, 173-182
- (4) GUREVITZ E. & K.J.S. ASCHIERI. (1973). The influence of the host plant on which the larvae are reared on the subsequent response of *Scolytus* (*Raguluscoelytae*) *mediterraneus* EG-GIBBS female adults to extracts of various plants. Zeitschr. Pflanzenschutz, 76 (5), 261-264
- (5) ASCHIERI K.J.S. & E. GUREVITZ (1972). A further test of the synapomorphies: evaluating the response of the fruit tree borcheltie, *Scolytus* (*Raguluscoelytae*) *mediterraneus* EG-GIBBS to extracts of its host plants. Z. Pflanzenschutz, 79 (6), 215-222
- (6) GUREVITZ E. (1975). Contribution à l'étude des Scolytidae I. Comportement de différents stades du scolyte méditerranéen *Scolytus* (*Raguluscoelytae*) *mediterraneus* EG-GIBBS en Israël. Ann. Zool. Isrl. Anim., 7 (2) 477-489
- (7) GUREVITZ E. (1976). Contribution à l'étude des Scolytidae II. Dynamique des populations du scolyte méditerranéen *Scolytus* (*Raguluscoelytae*) *mediterraneus* EG-GIBBS en Israël. Ann. Zool. Isrl. Anim., 8 (1) 53-68
- (8) BENAZOUN A. (1988). Etudes toxicologiques sur le scolyte de l'amandier *Scolytus* (*Raguluscoelytae*) *mediterraneus* GUREVITZ (Col. Scolytidae) au Maroc. Thèse De Doctorat d'Etat en sciences naturelles. Univ. Paris VI. La physiologie des insectes, 14 avril 1988, 171 p.
- (9) PICARD F. (1921). Sur deux Scolytides des arbres fruitiers et leurs parasites. Bull. Pathol. Vég. Fr., 8, (1), 34-17
- (10) SCHIVESTER D. (1957). Les effets directs d'interventions dans les séries climatiques dans la limitation des populations des Scolytides xylophages d'après des études sur *Scolytus* (*Raguluscoelytae*) régulairer MULLER 1918. Compte rendu l'Ve Congrès international de lutte contre les ennemis des plantes, Bruxelles 1949, coll. 1, 769-772
- (11) SCHIVESTER D. (1957). Contribution à l'étude écologique des Coléoptères Scolytidae. Thèse De la Sci. Univ. Paris. 1956 In Ann. Epiph. Horvatia. 136p.
- (12) SCHIVESTER D. (1952). La Xylotrechus disparus Arribalzaga dispar. F. en France. Ann. INRA. Série C. (Diptères). 5, 235-258
- (13) SIEFER R. & G. BITZEL. (1987). The dispersal of the bush engraver, *Scolytus rubensbergi* JANSON (Col. Scolytidae) to terminal bud chilling, and migration with diapause. Bulletin de la Société Entomologique Suisse 58, 193-198