

THESE DE DOCTEUR-INGÉNIEUR

présentée

à l'Université Pierre et Marie CURIE

– Paris 6 –

Spécialité : BIOLOGIE ANIMALE

Mention : ENTOMOLOGIE

par Mohamed Habib DHOUBI

pour obtenir le titre de DOCTEUR-INGÉNIEUR

Sujet de la thèse :

ETUDE BIOÉCOLOGIQUE D'*Ectomyelois ceratoniae* ZELLER (*Lepidoptera, Pyralidae*)  
DANS LES ZONES PRÉSAHARIENNES DE LA TUNISIE

soutenue le 2 juin 1982

devant le jury composé de :

Mme J. RACCAUD	Président
MM. Ch. NOIROT	Examineur
Ch. DESCOINS	"
M. ROTH	"
G. STREBLER	"

INA de Tunis  
Laboratoire de Zoologie  
C.R.G.R.  
Route de la Soukra

Faculté des Sciences de Dijon  
Laboratoire de Zoologie  
Boulevard Gabriel  
21100 Dijon

## AVANT-PROPOS

Ce travail a été effectué au Laboratoire de Zoologie de l'Institut National Agronomique, au Centre de Recherche du Génie Rural (CRGR) à Tunis, et au Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Dijon.

Je remercie vivement Monsieur S. ELAMAMI, Ingénieur Général, Directeur du C.R.G.R. pour m'avoir accepté dans son établissement en tant qu'ingénieur responsable de la protection phytosanitaire d'une station expérimentale.

Je remercie également Monsieur le Professeur A. JARRAYA, Directeur de l'INAT pour m'avoir accueilli dans son laboratoire et pour les encouragements et les conseils qu'il n'a cessés de me prodiguer.

Madame le Professeur RACCAUD a bien voulu accepter de présider mon jury de thèse et à apporter sa contribution à sa correction, je lui exprime ma profonde gratitude.

Que Monsieur le Professeur Ch. NOIROT, Directeur du Laboratoire de Zoologie à la Faculté des Sciences de Dijon, veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour m'avoir accueilli et conseillé au cours d'un stage effectué dans son laboratoire, pour la réalisation de l'étude histologique et ultrastructurale des glandes à phéromones sexuelles. Mes remerciements s'adressent à tout le personnel scientifique et technique de ce laboratoire, particulièrement à Monsieur J.P. FARINE.

Monsieur ROTH, Directeur de Recherche à l'ORSTOM, a suivi mon travail en s'imposant la lecture critique et la correction de mon manuscrit sans cesser de me prodiguer ses encouragements, j'éprouve à son égard une profonde reconnaissance.

Il m'est agréable d'assurer Monsieur DESCOINS, Directeur du Laboratoire des Médiateurs Chimiques (St-Rémy-les-Chevreuse), Monsieur STREBLER, Directeur du Laboratoire de Zoologie de l'INA de Paris-Grignon, de mes sentiments reconnaissants; ils ont bien voulu s'intéresser à ce travail et faire partie de mon jury.

Je tiens à remercier Monsieur BENHAMMOUDA, Maître de Conférence à l'Institut National Agronomique pour ses précieux conseils.

Je remercie également Monsieur BOUAZIZ, chef du Laboratoire de Physiologie Végétale au C.R.G.R. pour les facilités matérielles qu'il m'a accordées avec son constant soutien.

Mes remerciements vont également à Monsieur BEN-ELIFA, Directeur du GID, pour l'aide matérielle qu'il m'a apportée lors de mon séjour à Tozeur.

Il me reste l'agréable devoir de remercier mes collègues : M. DHOUIBI et plus particulièrement BEN M'HAMMED, ingénieur à la direction des forêts, et tout le personnel du Laboratoire de Zoologie et tout particulièrement Mademoiselle ABDELWAHED et Madame Antonio DE LELIS.

## LISTE DES FIGURES

Fig. 1	: Carte de la Tunisie .....	7
Fig. 2	: Climatologie de Ksar Ghriss 1980 .....	8
Fig. 3	: Climatologie de Ksar Ghriss 1981 .....	9
Fig. 4	: Plan de la station expérimentale de Ksar Ghriss .....	12
Fig. 5	: Climatologie de Tozeur 1981 .....	14
Fig. 6	: Evolution de la datte .....	15
Fig. 7	: Manchon de ponte .....	22
Fig. 7b	: Ensachage des fruits .....	24
Fig. 8	: Cage d'accouplement d' <u>E. ceratoniae</u> .....	26
Fig. 9	: Genitalia mâles et femelles d' <u>E. ceratoniae</u> .....	31
Fig. 10	: Appareil génital femelle .....	32
Fig. 11	: Appareil génital mâle .....	33
Fig. 12	: Chétotaxie du dernier stade larvaire .....	35
Fig. 13	: Chrysalides mâle et femelle .....	37
Fig. 14	: Représentation schématique de l'ovipositeur et de l'extrémité abdominale d'un mâle .....	39
Fig. 15	: Morphologie de l'ovipositeur d' <u>E. ceratoniae</u> femelle (microscopie électronique à balayage) .....	40
Fig. 16	: Morphologie de la glande à phéromone sexuelle femelle .....	42
Fig. 17	: Ultrastructure de l'épithélium glandulaire .....	43
Fig. 18	: Histologie de l'appareil glandulaire d' <u>E. ceratoniae</u> mâle .....	47
Fig. 19	: Morphologie de l'appareil glandulaire d' <u>E. ceratoniae</u> mâle (microscopie électronique à balayage) .....	48
Fig. 20	: Représentation schématique d'une cellule glandulaire mâle .....	49
Fig. 21	: Ultrastructure des cellules glandulaires d' <u>E. ceratoniae</u> mâle .....	51
Fig. 22	: Posture d'appel des femelles .....	55
Fig. 23	: Période d'appel des femelles .....	56
Fig. 24	: Vol des adultes à Ksar Ghriss .....	61

Fig. 25	: Vol des adultes à Tozeur .....	63
Fig. 26	: Localisation des différents stades d' <u>E. ceratoniae</u> dans la grenade .....	67
Fig. 27	: Cycle évolutif d' <u>Ectomyelois</u> sur grenadier .....	72
Fig. 28	: Courbe d'émergence des mâles et des femelles .....	74
Fig. 29	: Longévité des femelles .....	75
Fig. 30	: Durée de développement larvaire .....	78
Fig. 31	: Evolution de la diapause d' <u>E. ceratoniae</u> .....	83
Fig. 32	: Courbes de piégeage lumineux, sexuel et vol d'adultes Ksar Ghriss 1980. ....	88
Fig. 33	: Courbes de piégeage lumineux et sexuel: Ksar Ghriss 1981 .....	90
Fig. 34	: Courbes de piégeage lumineux sexuel et vol d'adultes Tozeur 1981 .....	92
Fig. 35	: Structure de la population d' <u>E. ceratoniae</u> à Ksar Ghriss 1980 .....	95
Fig. 36	: Structure de la population d' <u>E. certaoniae</u> à Tozeur 1981 .....	98
Fig. 37	: Evolution des symptômes d'attaque .....	111
Fig. 38	: Evolution du taux d'infestation sur grenadiers 1980 et 1981 .....	114
Fig. 39	: Dispersion d' <u>E. ceratoniae</u> selon les variétés et densités de plantation .....	118
Fig. 40	: Pourcentage cumulé de grenades tombées 1980 et 1981 .....	122
Fig. 41	: Pourcentage de grenades tombées par <u>E. ceratoniae</u> 1980 et 1981 .....	123

# S O M M A I R E

## INTRODUCTION

### 1. CHAPITRE I: MATERIEL ET METHODES

1.1	Considérations générales sur <u>Ectomyelois ceratoniae</u> .....	4
1.1.1	Position systématique .....	4
1.1.2	Distribution géographique .....	4
1.1.3	Position trophique .....	5
1.1.3.1	Plantes-hôtes .....	5
1.2	Présentation des milieux étudiés .....	6
1.2.1	Verger de grenadier .....	6
1.2.1.1	Situation géographique, climat, sol .....	6
1.2.1.2	Données sur les stades phénologiques et les variétés .....	10
1.2.2	Palmeraies .....	11
1.2.2.1	Situation géographique, climat, sol .....	11
1.2.2.2	Données sur le dattier et les variétés .....	13
1.3	Méthodes d'études .....	17
	<u>Etude écologique de l'insecte</u> .....	17
1.3.1	Méthodes de piégeage des adultes .....	17
1.3.1.1	Piégeage sexuel .....	17
1.3.1.2	Piégeage lumineux .....	17
1.3.2	Méthode de contrôle visuel des fruits .....	18
1.3.2.1	Contrôle périodique et observations des pénétrations .....	18
1.3.2.2	Examen des fruits tombés .....	20
1.3.3	Méthodes d'observation en cage .....	20
1.3.3.1	Cage de sortie d'adultes .....	20
1.3.3.2	Manchons de ponte .....	21
1.3.4	Ensachage des grenades .....	23
	<u>Etude au laboratoire</u> .....	23
1.3.5	Elevage du ravageur .....	23
1.3.6	Méthodes histologique et microscopique .....	27

- histologie .....	27
- microscopie électronique à balayage (Scanning) .....	27
- microscopie électronique à transmission (ultrastructure) ...	27

## 2. CHAPITRE II: ETUDE MORPHOLOGIQUE, HISTOLOGIQUE ET ULTRASTRUCTURALE

2.1 Etude morphologique des divers stades de l'insecte .....	29
2.1.1 Adulte .....	29
2.1.1.1 Genitalia mâles et femelles .....	29
2.1.2 Chenilles .....	30
2.1.2.1 Caractères morphométriques des stades .....	30
2.1.3 Nymphes .....	36
2.2 Etude histologique et ultrastructurale des glandes à phéromones sexuelles mâle et femelle .....	38
2.2.1 Morphologie et ultrastructure des glandes à phéromone	
- Morphologie et ultrastructure de la glande à phéromone sexuelle d' <u>E. ceratoniae</u> femelle .....	38
- Tests histochimiques .....	45
- Morphologie et ultrastructure de la glande sexuelle d' <u>E. ceratoniae</u> mâle .....	45
2.2.2 Discussion .....	52
- Morphologie et ultrastructure de la glande à phéromone sexuelle femelle .....	52
- Morphologie et ultrastructure de la glande sexuelle mâle .....	53
2.2.3 Comportement sexuel d' <u>E. ceratoniae</u> .....	54
- Rythme d'émission de la phéromone sexuelle .....	54
- Comportement sexuel de mâle .....	57
2.2.4 Conclusion .....	57

## 3. CHAPITRE III: ETHOLOGIE ET ECOPHYSIOLOGIE D'ECTOMYELOIS CERATONIAE

3.1 Etude du cycle évolutif .....	59
3.1.1 Reprise d'activité et nymphose .....	59
3.1.2 Vol des adultes .....	60
3.1.2.1 Comportement de l'insecte .....	62
3.1.2.2 Comportement de ponte .....	64
3.1.2.2.1 Choix de l'espèce végétale .....	64
3.1.2.2.2 Choix de l'organe végétatif .....	64
3.1.3 Localisation des différents stades larvaires .....	66
3.1.4 Etude de la durée du cycle de développement .....	69
3.1.4.1 Au moyen d'ensachage des fruits .....	69
3.1.4.2 Suivi périodique des stades de développement ..	70

3.2	Etude des caractères écophysiologiques de l'insecte .....	73
3.2.1	Emergence des adultes .....	73
3.2.2	Longévité des adultes .....	73
3.2.3	Fécondité et fertilité des femelles .....	73
3.2.4	Vitesse de développement des différents stades en fonction des facteurs du milieu .....	77
3.2.4.1	Durée des stades larvaires .....	77
3.2.5	Etude de la diapause .....	80
3.2.5.1	Reconnaissance de la diapause .....	80
3.2.5.2	Facteurs écologiques responsables de l'entrée en diapause .....	80
3.2.5.3	Levée de la diapause dans les conditions naturelles .....	82
4.	<b>CHAPITRE IV: DYNAMIQUE DES POPULATIONS D'<u>E. CERATONIAE</u></b>	
4.1	Fluctuations des populations imaginale .....	85
4.1.1	Recensement au moyen du piégeage lumineux .....	85
4.1.2	Dénombrement des adultes à partir des grenades attaquées .....	87
4.1.3	Recensement au moyen du piégeage sexuel .....	87
4.2.	Fluctuations des populations larvaires et nymphales .....	93
4.2.1	Recensement par prélèvement périodique et dissection des fruits .....	93
4.3	Evaluation des facteurs de mortalité affectant les populations larvaires .....	100
4.3.1	Fluctuations de la mortalité naturelle .....	104
4.3.2	Fluctuations du parasitisme .....	106
4.4	Conclusion .....	108
5.	<b>CHAPITRE V: IMPACT AGRONOMIQUE D' <u>ECTOMYELOIS CERATONIAE</u></b>	
5.1	Symptômes d'attaque et dégâts .....	110
5.1.1	Evolution des symptômes .....	110
5.1.2	Evolution des dégâts .....	110
	- selon les variétés .....	112
	- selon les densités de plantation .....	115
5.1.3	Examen des fruits tombés .....	120
5.1.4	Retour de l'insecte sur les fruits attaqués .....	125
5.2	Effets des traitements chimiques sur les populations d' <u>Ectomyeloides ceratoniae</u> sur grenadier.....	131
5.2.1	Méthodes.....	131
	- traitement généralisé .....	131
	- traitement localisé .....	133

5.2.2 Résultats et discussion .....	135
5.2.3 Conclusion .....	137

CONCLUSIONS GENERALES .....	138
-----------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE .....	142
---------------------	-----

## INTRODUCTION

Grâce à ses qualités, le grenadier pourrait rentabiliser beaucoup de régions au sol pauvre et au climat aride. Au cours de ces dernières années, l'extension de la superficie plantée fut remarquable et ce grâce à l'irrigation avec des eaux saumâtres permettant également l'augmentation de la densité de plantation (1666 arbres par hectare).

Il en est de même pour les principales cultures arboricoles telles que: olivier, pistachier, dattier, etc... qui sont relativement tolérantes vis-à-vis des eaux chargées en sels. Le dattier souvent cultivé en association avec des cultures temporaires ou arbustives domine les cultures vivrières du Sud tunisien.

Depuis ces dernières années, dans le périmètre irrigué de Ksar Ghriss, où le grenadier est cultivé en "intensif", et dans les oasis tunisiennes, s'est posé le problème très grave de l'attaque de la récolte par un microlépidoptère, les dégâts pouvant aller jusqu'à l'anéantissement de la récolte, surtout dans le périmètre irrigué. Il s'agit d'une pyrale appelée communément pyrale des caroubes: Ectomyelois ceratoniae Z.

Il convient de signaler que d'autres cultures ne sont pas préservées d'une telle attaque, notamment les pistachiers pour lesquels les dommages atteignaient 68% de la récolte en 1977.

L'utilisation des insecticides demeure très empirique et donne des résultats dérisoires, surtout à cause de la méconnaissance de la biologie du ravageur et du peu d'intérêt qu'on accorde aux faunes de parasites et de prédateurs qui interviennent, vraisemblablement, dans la régulation naturelle des populations de ce ravageur. Les stades larvaires se développent, soit complètement à l'intérieur du fruit (cas du grenadier), soit en

partie (cas du dattier). Ils sont donc plus ou moins protégés contre tout traitement insecticide.

Jusqu'alors on ignore l'importance des populations naturelles et même la biologie de ce ravageur est encore mal connue.

L'orientation généralement donnée à la lutte contre les arthropodes ravageurs et les ennemis des plantes cultivées est devenue très écologique, avec le concept de "la lutte intégrée". Cette dernière vise la régulation des populations de ravageurs par l'utilisation combinée de toutes les méthodes de lutte possibles dont l'action s'associe à celle des facteurs de milieu.

Les solutions concernant la régulation des populations d'Ectomyelois ceratoniae devront donc être conçues dans le cadre d'une lutte intégrée, dans les oasis et en périmètre irrigué.

C'est dans ce contexte que nous avons étudié dans un premier temps la biologie d'Ectomyelois ceratoniae; en raison de la coexistence d'autres phycitines, notamment sur dattes, la nécessité de l'étude des caractéristiques morphologiques des divers stades de l'insecte s'est imposée. Cependant nous avons cherché par ailleurs les phénomènes intervenant dans le rapprochement des deux sexes, nous nous sommes donc efforcé de localiser et d'étudier, par des méthodes histologiques et ultrastructurales, les glandes exocrines mâle et femelle intervenant dans le comportement sexuel de la pyrale des caroubes.

Dans un deuxième temps nous avons étudié l'écologie de ce ravageur en verger de grenadier et dans les oasis, en utilisant diverses méthodes (piégeage lumineux, piégeage sexuel, observations de sortie des adultes, prélèvements et dissections des fruits) systématiquement, durant toute la période d'activité du ravageur nous avons essayé de suivre les fluctuations des populations des divers stades de l'insecte dans les deux localités tout au long de l'évolution des stades phénologiques des plantes-hôtes et en rapport avec les fluctuations de la faune antagoniste essentiellement représentée par Phanerotoma flavitarsis F. et Habrobracon hebetor (Hymenoptera, Braconidae).

L'étude de certains paramètres fondamentaux dans le domaine de l'écologie quantitative, tels que: densité, distribution spatio-temporelle, compétition intra- et interspécifique, est très complexe du fait du chevauchement important des générations (plusieurs stades peuvent coexister dans une seule grenade).

Par contre, l'évolution des dégâts selon les variétés et les densités de plantations ainsi que la chute prématurée des fruits imputée à ce ravageur par rapport à la charge initiale de l'arbre ont été étudiées tout au long de la campagne 1980 et celle de 1981.

L'échec de la lutte chimique durant la dernière décennie peut résulter de la résistance de l'insecte à l'égard des produits chimiques, à cet effet nous avons testé un pyréthrinolide de synthèse: la décaméthrine à l'aide de deux types de traitements:

- traitement généralisé sur l'arbre,
- traitement localisé au niveau de l'oeil de la grenade.

La lutte contre ce ravageur pourrait être réalisée grâce à l'utilisation combinée de toutes les méthodes de lutte possibles; une notion particulière doit être portée sur l'avertissement agricole qui est fort intéressant grâce au piégeage à l'aide des phéromones sexuelles.

# 1. CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODES

## 1.1 Considérations générales sur Ectomyelois ceratoniae

### 1.1.1 Position systématique

Le genre Ectomyelois (Myelois) (sous-famille des Phycitinae), regroupe de nombreuses espèces sauvages à biologie mal connue.

L'identification des Ectomyelois est difficile comme celle des Ephestia, malgré le recours à l'examen des genitalia.

Ectomyelois ceratoniae Z., en raison de son ubiquité, de sa polyphagie et de sa polychromie, a reçu plusieurs dénominations:

- Ectomyelois (Myelois) ceratoniella FISCHER EDLER VON ROSLERS-TAM

pryerella VAUGHAM 1870

oporedestella DYAR 1911

zelleriella SOR HAGEN

phoenicis DURANT 1915

- Spectrobates ceratoniae Z. (in LEPIGRE (1963))

Actuellement, on retient le nom d'Ectomyelois ceratoniae zeller, communément appelé pyrale des caroubes.

### 1.1.2 Distribution géographique

Il s'agit d'une espèce cosmopolite susceptible de se rencontrer partout dans le monde (sauf erreur de détermination). Elle existerait aux Iles Hawaii, en Floride, en Amérique Latine, sur le pourtour méditerranéen, notamment en Tunisie, Algérie, Maroc, Espagne, Italie, en Palestine et en Arabie Saoudite. Son aire de répartition est donc très vaste s'étalant du 50<sup>ème</sup> degré de latitude nord au 30<sup>ème</sup> degré de latitude sud (BALACHOWSKY, 1972).

Notons cependant l'existence d'autres pyrales: Ectomyelois decolor Z. qui semble vivre plus spécialement sur dattes et Paramyelois transitella Walker inféodé aux agrumes en Amérique.

Des confusions se sont produites souvent, surtout avec Ectomyelois decolor Z., seule l'étude du genitalia permet d'établir l'identité exacte.

En Tunisie la présence d' E. ceratoniae est partout signalée depuis le nord jusqu'au sud du pays, sur pistaches (JARRAYA et VINSON, 1979).

### 1.1.3 Position trophique

#### 1.1.3.1 Plantes-hôtes

La pyrale des caroubes et des dattes est inféodée, originellement, à diverses Caesalpinaceae tels que: Dialium, Ceratonia (d'où son nom), Eriobotrya tamarindus, Mimosacées: Acacia farnasiana, Acacia cavenia Papilionacées: Arachide, Robinia, Erythrina. L'espèce est donc très polyphage (et polyvoltine) et la larve frugivore vit aux dépens de fruits très variés tels : que caroubes, coings, oranges, pomelos, figues, raisins, noix, nèfles du Japon, abricots, châtaignes et surtout les dattes (BALACHOWSKY, 1972). Elle vit également dans les fruits séchés en magasins et en entrepôts ou ceux proches de la maturité tels que amandes (COX, 1976) pistaches et fruits de pacanier et même sur des fruits desséchés demeurés accrochés aux arbres tels que les abricots, pommes, pistaches, nèfles du Japon, ou dans les fructifications des plantes ornementales: Sterculia diversifolia, Sterculia acerifolia C., Gleditschia triacanthos L., Retama bovei S., Retama raetam duriaei F., Schotia latifolia J., (in DOUMANDJI, B. 1981).

Dans le sud tunisien les dégâts sont économiquement appréciables sur pistaches, dattes et surtout sur grenades pour lesquelles les dommages sont considérables pouvant aller jusqu'à l'anéantissement de la récolte.

Compte-tenu de la synonymie entre Ectomyelois ceratoniae Z. et les autres Phycitines particulièrement E. decolor Z. établie par certains auteurs, contreversée par d'autres, une sérieuse vérification s'impose; cette idée fut émise notamment par BALACHOWSKY (1972), pour qui ces deux espèces coexistent sur dattes. Afin d'éviter toute confusion possible, nous nous sommes donc astreint à étudier les caractéristiques morphologiques essentielles d'Ectomyelois ceratoniae, qui présentent un intérêt capital pour notre étude, puisque les dattes sont susceptibles d'être attaquées par d'autres phycitines, particulièrement le genre Ephestia (au moins dans le cas des dattes stockées).

## 1.2 Présentation des milieux étudiés

### 1.2.1 Verger de grenadier

#### 1.2.1.1 Situation géographique , climat, sol

La station expérimentale de Ksar Ghriss est située en Tunisie centrale, dans la région de Meknassy-Mezzouna (FIG.1). D'une superficie de 30ha, son activité principale est orientée vers l'intensification des cultures arbustives (oliviers, grenadiers, pistachiers) par irrigation à l'eau saumâtre. Elle est caractérisée par un sol brun steppique, peu évolué, sableux, de 40 à 70cm de profondeur. Le climat est de type steppique, caractérisé par un été chaud et sec et un hiver relativement froid; le vent est fréquent et assez fort avec une vitesse moyenne de 2,4m/s.

Les précipitations oscillent entre 100 et 150mm par an. La température maximale atteint en moyenne 37°C en juillet-août et la minimale ne descend guère au-dessous de 4°C. L'humidité relative moyenne demeure supérieure à 60%.

Les données climatologiques moyennes pour l'année 1980 et 1981 sont représentées sur les figures 2 et 3.

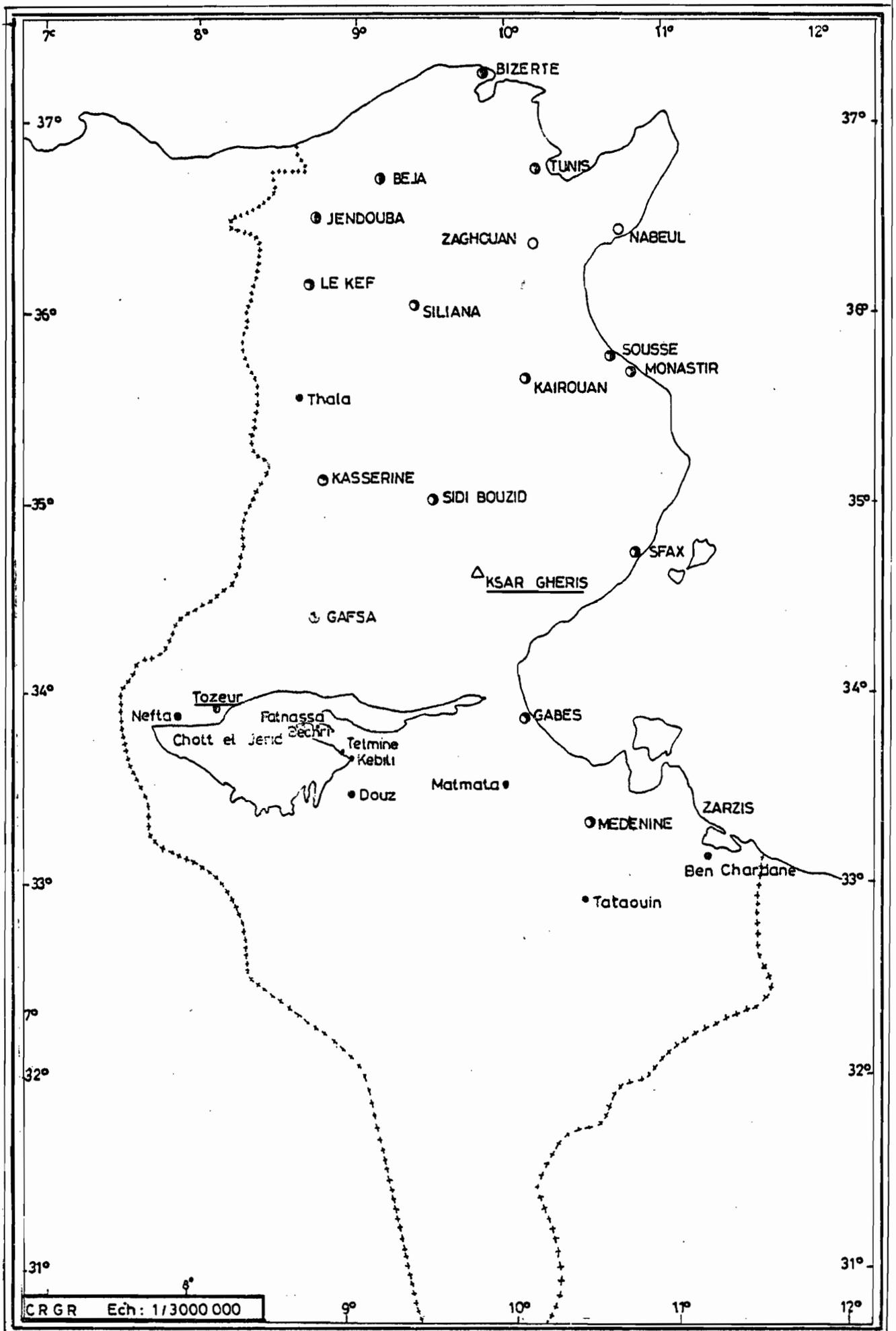
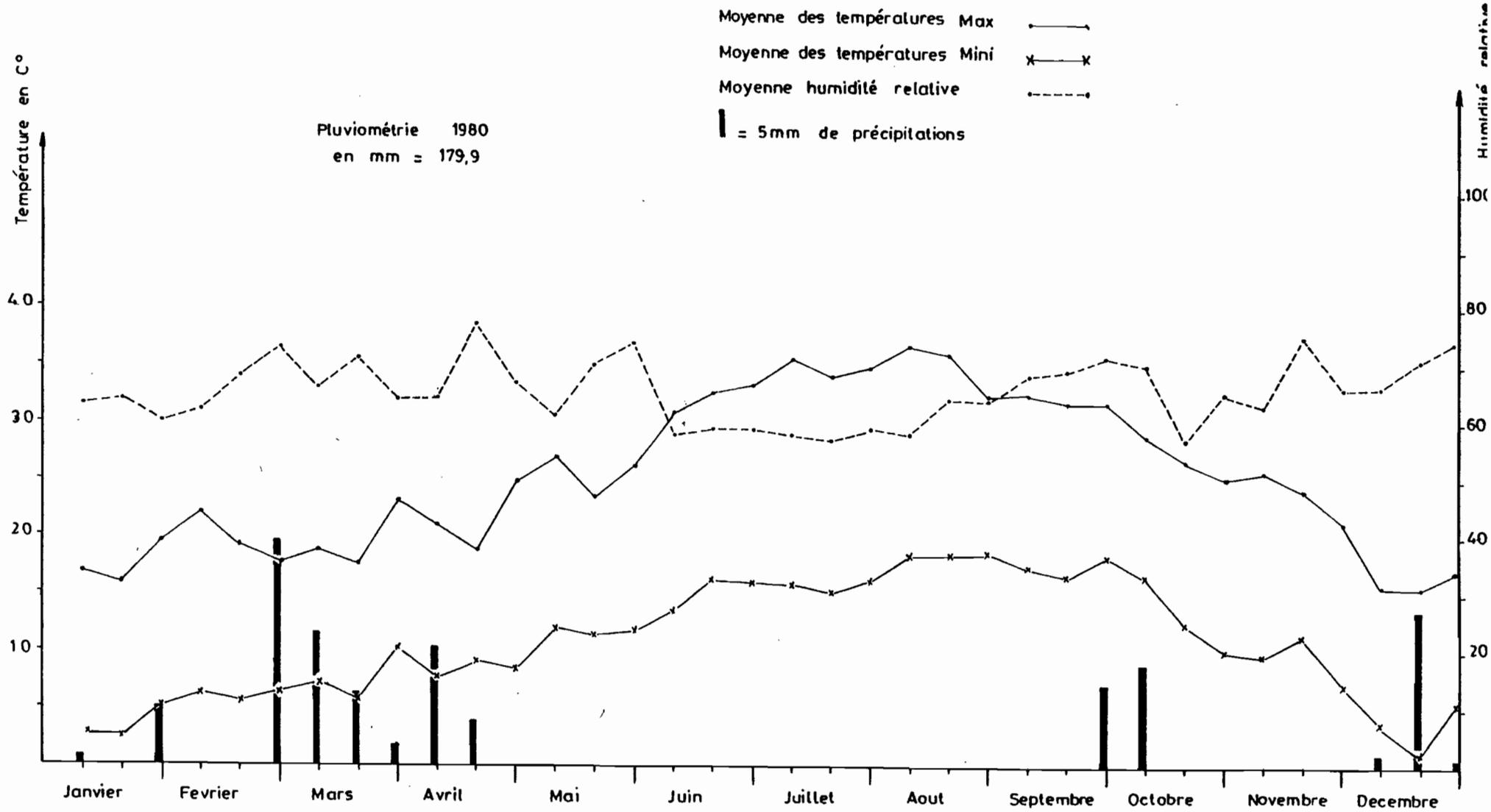
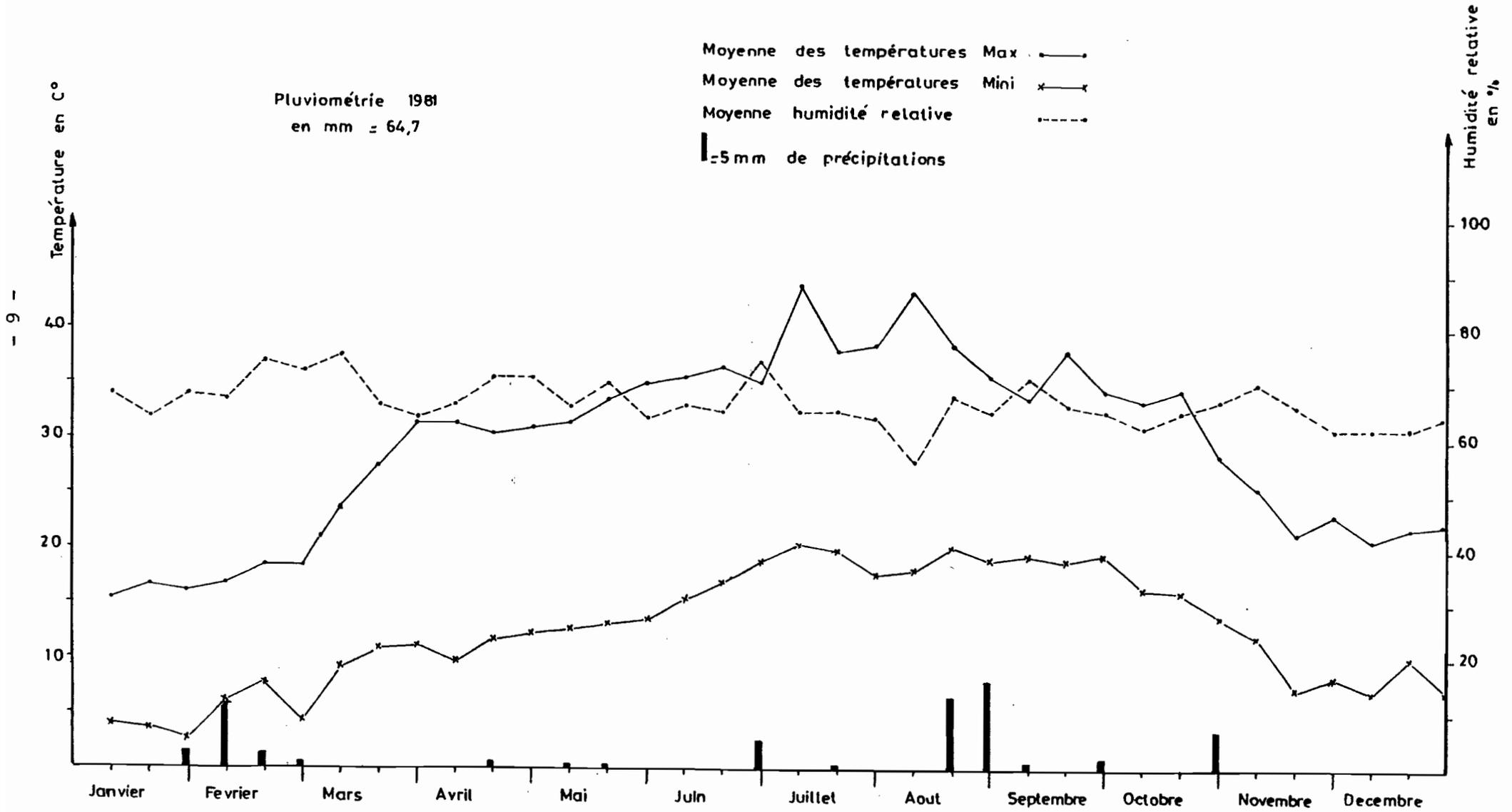


Fig. 1 CARTE DE LA TUNISIE

Fig. 2 : CLIMATOLOGIE DE KSAR GHERIS 1980



**Fig. 3 : CLIMATOLOGIE DE KSAR GHRIS 1981**



### 1.2.1.2 Données sur les stades phénologiques et les variétés du grenadier

Le grenadier (Punica granatum Linné), appartenant à la famille des Punicacées, est un arbre fruitier cultivé sur tous les rivages de la Méditerranée. Il est en effet assez peu exigeant en eau et en qualité de sol; par contre, sa culture est surtout limitée par les basses températures (-15°C).

Les meilleures conditions sont celles où la période de températures élevées correspond à la maturité des fruits (in BOUAZIZ, 1977). C'est donc un arbre fruitier de pays subtropicaux supportant parfaitement les températures élevées et l'irrigation à l'eau saumâtre titrant jusqu'à 4 g de résidu sec par litre. Il présente l'avantage d'être très tôt en production même à partir de la deuxième année et il est très productif. Grâce à ses qualités, le grenadier pourrait rentabiliser les régions arides à sol pauvre, tel est le cas du centre et du sud tunisien où l'irrigation par des eaux saumâtres permet d'augmenter sensiblement la densité de plantation (1666 arbres / ha) ce qui est de nature à améliorer la productivité de cette culture.

En Tunisie centrale, le débourrement du grenadier commence à la dernière décade de février parfois à la mi-mars. La floraison s'étend d'avril à la fin de juillet.

La nouaison commence à partir de mi-mai, une période végétative prolongée est nécessaire pour arriver à la maturité complète. Le fruit, étant une baie à peau coriace, est couronné par le calice, persistant, renfermant plusieurs séries d'étamines.

#### - Les variétés

Les variétés de grenadier sont très nombreuses, souvent classées selon leur pays d'origine. Parmi celles qui sont cultivées en Tunisie, on peut citer (selon BOUAZIZ, 1977) :

- Variété Zehri: fruits de petit calibre, de couleur rouge, pourpre, à grains très petits; variété assez précoce.

- Variété Gabsi: assez précoce; la maturité commence à la mi-septembre; caractérisée par des fruits assez gros à grains rougeâtres.
- Variété Tounsi: de fruits moyens de couleur rouge, à grains rouge foncé, la maturité a lieu en octobre.
- Variété Djebali: assez tardive; donne de gros fruits de couleur pourpre.

Dans la station expérimentale de Ksar Ghriss, il y a lieu de signaler l'existence de trois parcelles correspondant à trois densités de plantation (FIG.4) et renfermant trois variétés dont la plus importante est la variété Gabsi; les deux autres (Tounsi et Djebali) sont peu représentées.

La culture du grenadier "en intensif" tend à se développer ces dernières années, en 1980 la superficie occupée par le grenadier était de l'ordre de 5650ha dont 4277ha en irrigué (d'après la Division des analyses statistiques). Mais le rendement dépend de la variété, de l'âge, de la densité de plantation et surtout des conditions phytosanitaires.

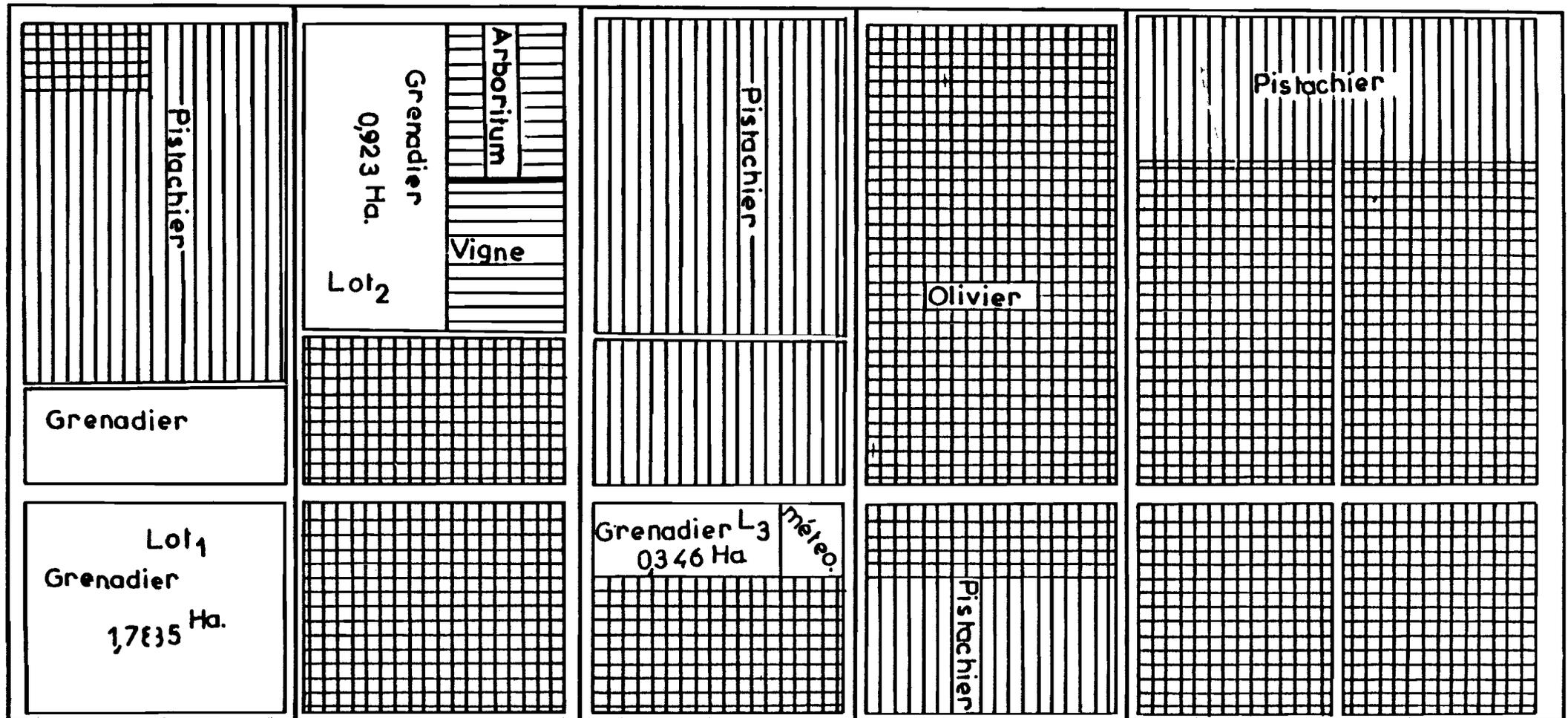
## 1.2.2 Palmeraies

### 1.1.1.1 Situation géographique, climat, sol

Nos essais ont été réalisés dans les oasis du sud tunisien situées sur tout le pourtour du grand chott (chott Djerid). Les palmeraies du Djérid et de Nefzaoua ont été aménagées dans une zone formée de limons sableux ou de sable argileux chargés en gypse et parfois recouverts de sable éolien. Une bonne perméabilité de ces sols est une condition d'autant plus importante que les palmeraies sont irriguées avec des eaux saumâtres.

Le climat est désertique, caractérisé par un été chaud sec et un hiver froid. Le vent est fréquent. La température maximale atteint en moyenne 38°C (en août) et la minimale 3 à 4°C (en janvier).

FIG: 4 : Plan des parcelles de la station expérimentale de Ksar Gheriss



Densité de plantation des parcelles de grenadier

Lot<sub>1</sub>: 625arbres/Ha.

Lot<sub>2</sub> 416 " "

Lot<sub>3</sub> 1666 " "

L'humidité relative moyenne demeure aux alentours de 50 %. Les données climatologiques moyennes de Tozeur, pour l'année 1981, sont portées à la figure 5.

#### 1.2.2.2 Données sur le dattier et ses variétés

Le palmier dattier (Phoenix dactylifera Linné) de la famille des palmiers, sous-famille ou tribu des Coryphinées, est une espèce fruitière peu exigeante mise à contribution pour mettre en valeur des régions défavorisées, arides et semi-désertiques, chaudes, sur des sols de formation désertique et sub-désertique où la plupart des plantes cultivées végètent difficilement.

Le dattier est une espèce dioïque (FIG. 6), la pollinisation naturelle nécessite la présence d'un pied mâle à proximité des plantes femelles. Actuellement on utilise fréquemment la pollinisation artificielle afin de pallier à cet inconvénient.

Le dattier craint les basses températures (-6, - 7°C). Dans le Sud tunisien la floraison débute en avril et s'échelonne sur une période de deux mois environ. La période de fructification débute à la nouaison (mai-juin) et s'achève à la maturation des dattes (octobre). Sa durée est de l'ordre de 6 mois, elle varie sans doute en fonction des cultivars et des conditions climatiques locales.

Pour ce qui est des variétés cultivées, les oasis tunisiennes comptent environ 150 cultivars distincts grâce à leurs fruits. Ces cultivars ne sont en réalité que des races ou phénotypes appelés communément variétés.

Dans le Sud tunisien, il y a environ 64 variétés classées selon la consistance des fruits mûrs, dont les plus importantes sont:

- Deglet-Nour
- Alig ou Ftimi
- Kentichi ou Mech Degla
- Akhouat
- Horra
- Fermala

Fig. 5 : CLIMATOLOGIE DE TOZEUR 1980\_81

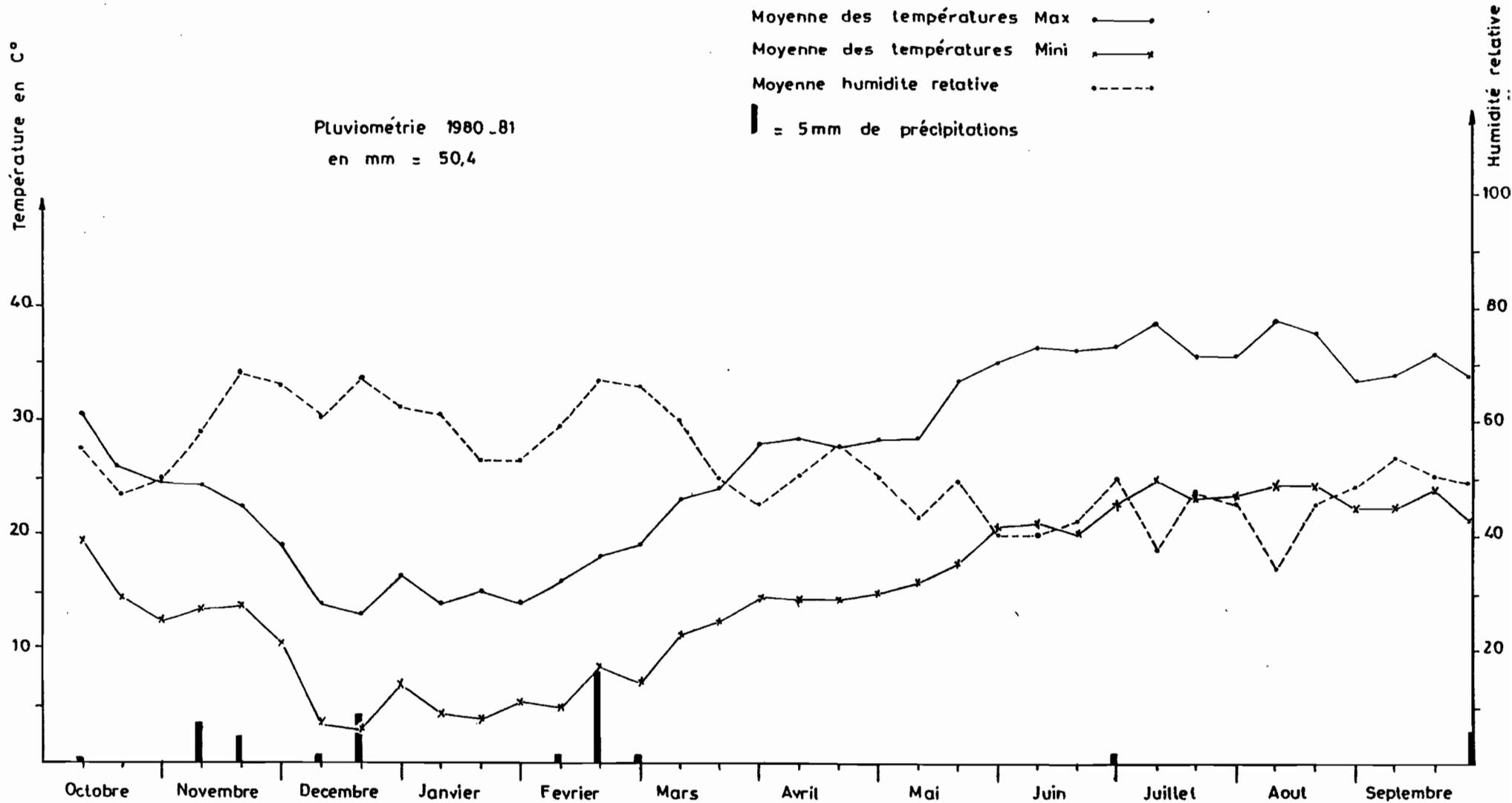
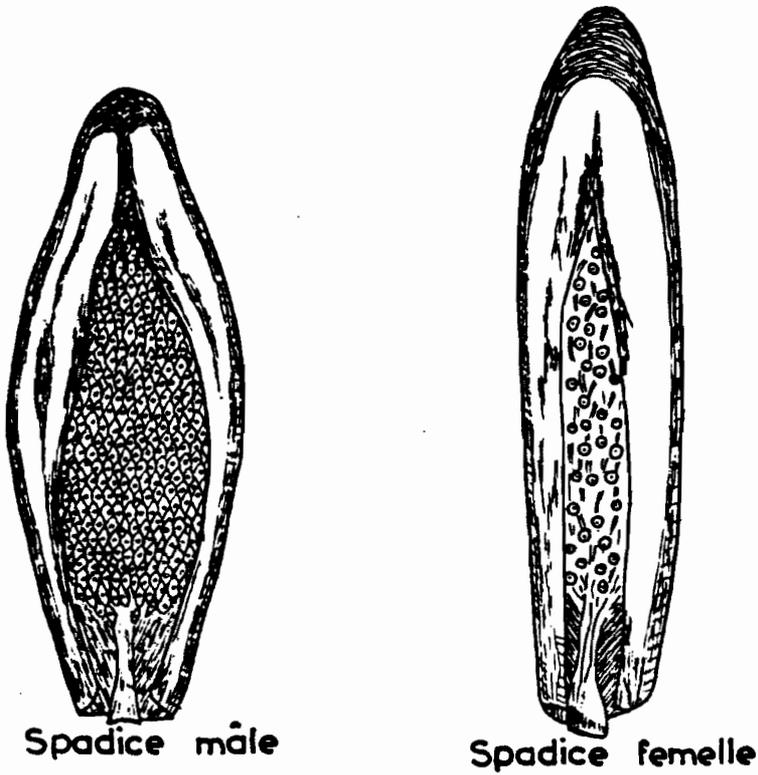


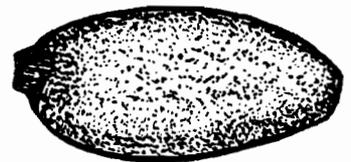
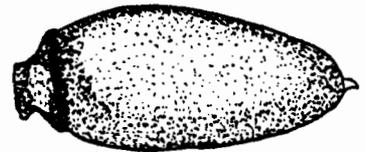
Fig. 6 : Evolution de la datte  
( D'après Munier 73 )



Fleur



Fruit après fécondation



pédicelle

perianthe  
ou calice

Le palmier dattier est cultivé souvent en association. La monoculture, assez rare, s'observe surtout pour les jeunes plantations.

Nous indiquons ci-dessous les superficies occupées par le palmier dattier issues de "l'enquête oasis 1976" (direction de la planification et des analyses statistiques).

### TABLEAU I

#### Superficie des palmeraies en 1976

(unité = 1 ha)

oasis regroupées par Gouvernorat	monoculture	En association		total
		avec cultures temporaires	arbres fruitiers et cultures temp- oraires	
GAFSA	2.830	7.80	2.890	6.500
GABES	2.380	3.000	5.200	10.580
MEDENINE	250	360	230	840
TOTAL	5.460	4.140	8.320	17.920

### 1.3 Méthodes d'étude

#### Méthodes d'étude de l'écologie de l'insecte.

Les techniques que nous avons utilisées pour l'étude d'Ectomyelois sont classées en 4 groupes de méthodes: le piégeage, le contrôle visuel, les cages d'observations et l'ensachage des fruits (pour les grenades).

#### 1.3.1 Méthodes de piégeage des adultes

##### 1.3.1.1 Piégeage sexuel

Le modèle utilisé est constitué d'un cylindre à charpente métallique, recouvert de plastique. L'intérieur est enduit de glu. Une cagette rectangulaire, de 15 x 8 x 7cm, recouverte d'un grillage moustiquaire, renferme un abreuvoir constamment alimenté en eau sucrée.

La cagette est destinée à recevoir les femelles vierges, elle est suspendue à l'intérieur du piège, dans sa partie médiane. Le piège est accroché horizontalement dans l'arbre, à hauteur d'homme.

Nos observations ont généralement été conduites dans des parcelles de 1 ha d'environ. Les pièges sont distants de 30 à 40m et disposés selon un axe perpendiculaire au vent dominant.

Les unités de piégeage sont conduites selon les normes utilisées pour le carpocapse par Audermard 1976 (4 pièges par hectare).

##### 1.3.1.2 Piégeage lumineux

Bien que les pièges lumineux n'attirent qu'une proportion indéterminée des insectes qui se déplacent dans leur voisinage, nous les avons utilisés pour étudier les fluctuations des populations d'Ectomyelois au cours de deux années consécutives.

Notre modèle est constitué par un entonnoir en métal mesurant 30cm de diamètre et 25cm de hauteur, reposant sur un flacon teinté en noir, contenant une solution insecticide (renouvelée toutes les 2 semaines). Le flacon repose sur un support en bois, à 0,70m au dessus du sol. Une lampe à fluorescence de 200W est placée au-dessus de l'entonnoir; l'ensemble est protégé de la pluie par une feuille en matière plastique.

Pour les deux modes de piégeage, un contrôle journalier est effectué par comptage des adultes capturés et avec renouvellement des femelles vierges dans le cas du piégeage sexuel.

### 1.3.2 Méthodes de contrôle visuel des fruits

Le comportement d'Ectomyelois dans le fruit dépend du type de fruit (grenades, dattes, pistaches). Dans la grenade, la pyrale effectue tout son développement à l'intérieur du fruit, excepté la première génération, par contre sur les dattes, les deux premiers stades se passent à l'extérieur.

Dans tous les cas et en début d'infestation, les symptômes d'attaque sont identiques et se traduisent par l'enchevêtrement des étamines à l'aide des filaments soyeux, dans l'oeil de la grenade, et par l'obturation du trou de pénétration par de la soie, chez une datte "véreuse".

Pour suivre l'évolution de l'infestation au cours des années 80 et 1981, sur grenadier et palmier, et étudier la structure de la population d'Ectomyelois dans les deux localités, nous avons pratiqué deux méthodes d'examen détaillé des fruits:

- contrôle périodique et observations des pénétrations larvaires
- examen détaillé des fruits tombés

#### 1.3.2.1 Contrôle périodique et observations des pénétrations

En 1980 et 1981, selon que l'on a affaire au grenadier ou au palmier dattier, l'échantillonnage diffère légèrement.

Sur grenadier, en moyenne, 400 fruits, prélevés au hasard dans une parcelle à raison de 4 à 5 fruits par arbre (pour éviter qu'il ne soit dégarni) sont périodiquement examinés à la loupe binoculaire.

Pour le dattier, l'échantillonnage s'est effectué bien évidemment sur une superficie déterminée, le prélèvement concerne quelques palmiers pris au hasard sur lesquels quelques régimes et branchettes sont pris également au hasard. La "charge" d'un dattier peut aller jusqu'à 13 régimes. L'échantillonnage s'effectue comme suit: 2-3 branchettes par régime sont prélevées et 3 à 4 régimes par palmier selon la charge de l'arbre.

Nous indiquons ci dessous un exemple d'échantillonnage, pour la variété Deglet-Nour.

TABLEAU II: MODALITE D'ECHANTILLONNAGE

Oasis de Tozeur  
Variété Deglet-Nour

Date de prélèvement	Superficie ou effectif de dattiers	Nombre de palmiers atteints	Nombre de régimes atteints	Nombre de branchettes prélevées	Nombre de fruits examinés
22 - 9	110	16	36	72	1042
24 - 9	126	20	47	121	387
1 - 10	1ha	16	47	97	1341
20 - 10	1ha	20	50	119	1596
22 - 10	1ha	20	39	72	882
23 - 10	1ha	16	31	93	1361
2 - 11	1ha	15	36	77	1304

Dans les deux cas, les fruits échantillonnés sont disséqués et examinés à la loupe binoculaire, pour obtenir les informations nécessaires sur la population (différents stades de l'insecte, nombre de larves mortes, de larves parasitées, pénétration des chenilles à l'intérieur du fruit et évolution de l'infestation).

#### 1.3.2.2 Examen des fruits tombés

Au cours de la période de chute des fruits, un examen périodique des grenades ou des dattes, ramassés sous certain nombre de pieds pris au hasard, est réalisé. Ces fruits sont examinés à la loupe; comme précédemment, dans le but d'évaluer l'incidence d'Ectomyelois ceratoniae par rapport à la chute globale de fruits.

Sur dattes, nous avons également procédé à un examen par sondage dans les silos de stockage où se posent également des problèmes dus à d'autres Phycitinés.

Sur grenadier, nous avons suivi la destinée de la production de 144 arbres dans une parcelle non traitée par dénombrement de tous les fruits tombés qui sont examinés depuis la nouaison (correspondant au début d'attaque) jusqu'à la récolte des fruits.

Afin d'éviter la disparition prématurée des fruits à terre par pourriture plusieurs contrôles sont effectués.

#### 1.3.3 Méthode d'observation en cage

##### 1.3.3.1 Cage de sortie d'adultes

Pour surveiller les sorties d'adultes issus des larves diapausantes en cage, dans les conditions naturelles, il existe de nombreux modèles de cage bien adaptés à cet usage (AUDEMARD, 1976).

Dans le cas d'Ectomyelois nous avons fabriqué une cage de grandes dimensions (300 x 150 x 200cm), en bois et recouverte

entièrement de tulle. Elle est utilisée à 2 fins; d'abord, placée dans une parcelle de grenadier, elle est remplie avec un grand nombre de grenades attaquées par la dernière génération qui passe l'hiver en diapause. Ce n'est que dans le courant de février ou avril que les adultes commencent à sortir. Un contrôle journalier est réalisé.

Au cours de la nouvelle campagne (et après la sortie totale des adultes) la cage sera de nouveau remplie de fruits présentant des symptômes d'attaque, les femelles adultes issues de ces fruits ont servi à faire l'étude de la fertilité.

Dans les palmeraies du Djèrid, un autre type de cage a été utilisé.

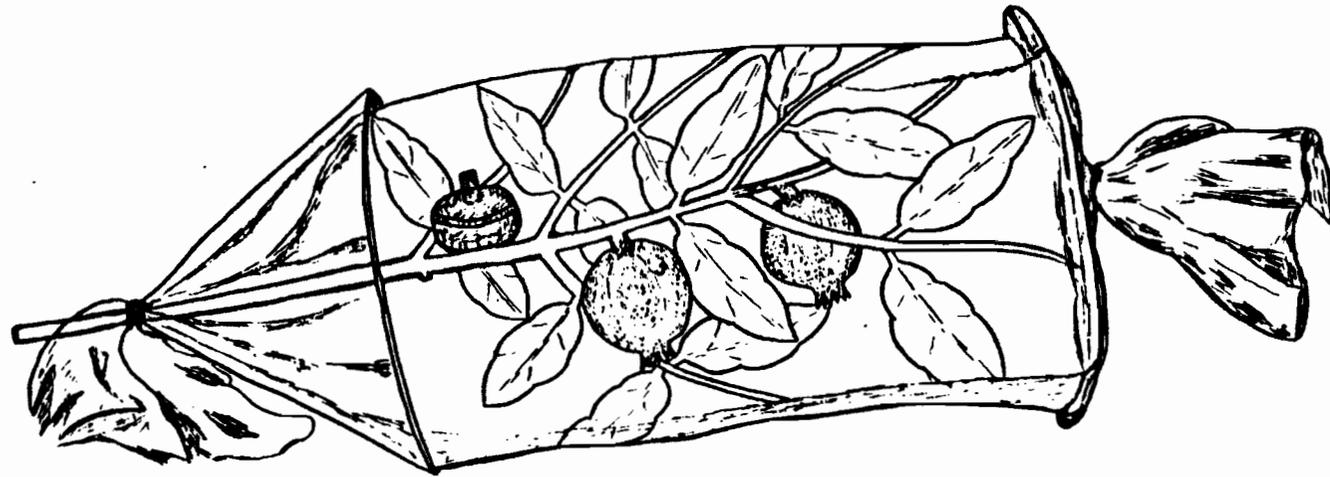
Elle est cylindrique, de 100cm de diamètre et 150cm de long, recouverte également de tulle, bien aérée et transparente, et remplie à moitié de dattes "véreuses".

#### 1.3.3.2 Manchons de ponte (FIG.7)

Nous avons utilisé, pour déterminer la capacité de ponte d'Ectomyelois dans la nature, la localisation de ses oeufs sur les divers organes végétatifs du grenadier et le choix de la qualité du fruit attaqué, un manchon ou cylindre de ponte en voile, analogue à celui décrit par AUDEMARD(1976). Les manchons utilisés ont 30cm de diamètre et 60cm de long, dimensions assez grandes afin de pouvoir entourer les diverses parties végétatives du grenadier et de favoriser l'accouplement des femelles.

Les papillons issus des larves récoltées à Ksar Ghriss, à partir des fruits examinés, sont placés, dès leur sortie, par couple, dans le manchon. L'alimentation est assurée sous forme d'une solution sucrée placée dans un abreuvoir à mèche de coton. Après la mort de la femelle, la branche portant le ou les fruits, est sectionnée et examinée à la loupe, pour dénombrer et relever la localisation des oeufs.

Fig. 7 : Manchon de ponte entourant les diverses parties végétatives du grenadier (y compris 2 fruits (sain et attaqué) et renfermant un abreuvoir )



#### 1.3.4 Ensachage des grenades (FIG. 7b)

Afin de suivre le développement complet des divers stades de l'insecte en nature, nous avons procédé à l'ensachage d'un certain nombre de fruits; opération que nous avons entreprise le 22 Mai 1980.

Cette méthode assure une protection parfaite du fruit mais nous avons remarqué, qu'à cette date, il y a déjà un début d'infestation, nous aurions donc dû intervenir plus tôt mais, à cette période, la chute naturelle des fruits est encore importante, ce qui nous a obligé à retenir cette date du 22 Mai.

Ainsi 800 fruits à peine noués sont ensachés à l'aide de sacs en matière synthétique, de 15 x 20cm, et perforés afin d'assurer à la fois une aération suffisante de la grenade et la protection de celle-ci contre toute infestation ultérieure.

C'est au cours de l'envol de la deuxième génération, vers le 15 Juillet, que ces fruits sont exposés pendant 5 jours pour infestation et sont ensuite réensachés jusqu'à la sortie des adultes.

Le contrôle est effectué chaque jour pour dénombrer les adultes sortant dans les sachets.

Un autre lot de 1200 fruits ensachés a servi pour l'étude de la sensibilité des divers stades de l'insecte vis-à-vis de la décaméthrine.

#### ETUDE AU LABORATOIRE

#### 1.3.5 Elevage d'*E. ceratoniae*

Malgré les difficultés que pose cette pyrale, GOTHILF (1968 et 1969), COX (1976) ont déjà tenté de mettre au point une méthode d'élevage au laboratoire. Nous nous sommes inspiré de leur méthodologie pour conduire un élevage permanent, permettant l'étude de cette phycitine au laboratoire.

FIGURE 7.b

---

ENSACHAGE DES FRUITS

- a - Eclosoir d'émergence, rempli de grenades attaquées.
- b et c - Un certain nombre de fruit est ensaché, théoriquement avant le début d'infestation. Ces fruits ont servi d'une part à l'étude de la durée de développement d'E. ceratoniae dans les conditions naturelles et d'autre part aux tests insecticides.



Ainsi, les adultes de moeurs nocturne, aussitôt après l'émergence, sont placés dans une cage d'accouplement; la majorité des femelles s'accouplent et pondent de façon satisfaisante dans des cages cylindriques en plexiglass de 3mm d'épaisseur, ayant 120cm de hauteur et 45cm de diamètre. Les cages sont placées sur une petite table, de 40cm de hauteur, sous laquelle est installée une conduite cylindrique en aluminium, de 18cm de diamètre, servant à la ventilation (FIG.8). La ventilation est "forcée" à travers la cage de bas en haut, durant la période d'obscurité et la vitesse du courant d'air au milieu de la cage est de l'ordre de 0,25m/s. Des morceaux de coton dentaire, imbibés d'une solution sucrée à 5%, sont placés dans une boîte en plastique à l'extrémité supérieure de la cage.

La photopériode est de 16 heures de lumière (de 5 à 21heures) et 8 heures d'obscurité, avec un maximum d'intensité lumineuse à 13 heures.

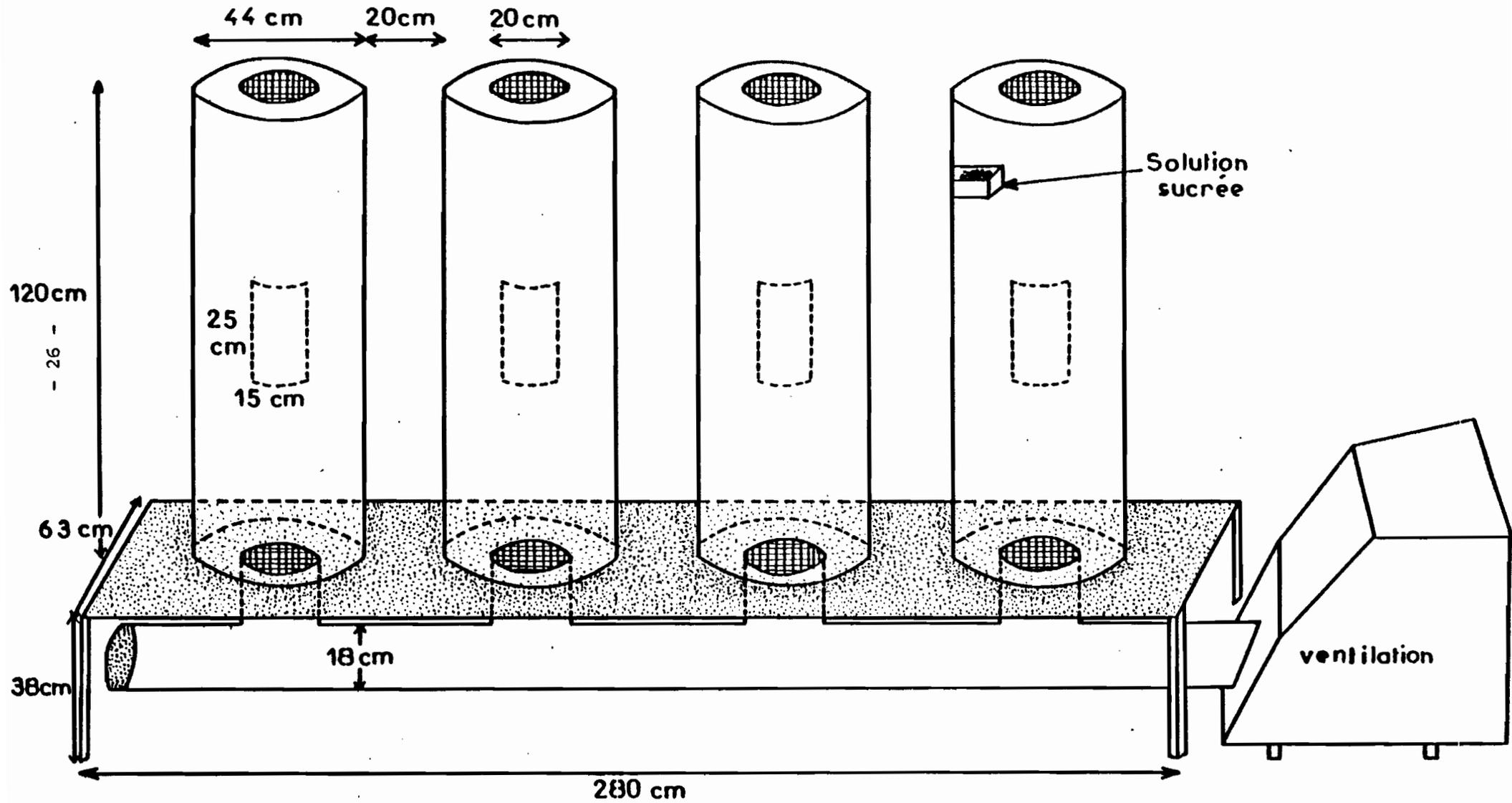
La température varie de 25 à 30°C et l'humidité relative de 60 à 85%, ceci pour imiter les fluctuations des conditions naturelles estivales des milieux étudiés.

Après un séjour de 48 heures dans les cages les femelles sont reprises une à une et placées dans des boîtes en polyéthylène posées à l'envers sur un papier filtre rugueux servant de support de ponte. Les oeufs fertiles, pondus sur papier filtre, sont ensuite placés dans des petites boîtes rondes, en plastique, jusqu'à l'éclosion. Après quoi, les jeunes larves néonates sont mises en élevage individuel, dans des petits tubes, sur pistaches, caroubes ou sur milieu artificiel à base de farine de soja (43%), sucrose (43%), eau distillée (14%) et ceci jusqu'à la nymphose.

Cette procédure d'élevage individuel nous a permis d'étudier les durées des divers stades de l'insecte en fonction de la nourriture.

L'élevage de masse a toutefois été le plus souvent utilisé pour des raisons pratiques malgré la fréquence importante de cannibalisme.

Fig.8 : Cages d'accouplement d'E. ceratoniae



### 1.3.6 Méthodes d'étude histologique et ultrastructurale

#### - HISTOLOGIE

Après dissection, les pièces anatomiques (extrémités abdominales mâle et femelle, ailes mâles), fixées au Bouin alcoolique 48 heures (liquide de Duboscq-Brasil), sont déshydratées par une série de bains d'alcool à 95° et 100°, puis par le butanol; elles sont alors incluses dans de la paraffine (4 bains de 12 heures à 56°C) puis coupées à 7µm.

Les colorations utilisées sont (MARTOJA et al. 1967):

- le trichrome de Masson, variante du Goldner
- Azan de Heidenhain
- Acide Periodique Schiff
- Gallocyanine

Les coupes sont alors montées entre lame et lamelle dans du baume du Canada, après déshydratation (Alcool 100° et toluène)

#### - MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE (SCANNING)

(microscope stereoscan de type Mark II)

Les pièces disséquées, sont déshydratées dans plusieurs bains d'alcool (70, 95 puis 100°) puis séchées à l'étuve à 37°C. Elles sont collées sur un support d'aluminium, puis métallisées sous vide et recouvertes d'une fine couche d'or.

#### - MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A TRANSMISSION (ULTRASTRUCTURE)

Les glandes sont fixées durant une nuit, à 4°C, dans une solution de glutaraldéhyde à 5% dans un tampon cacodylate 0,05M (pH: 7,2 à 7,3) contenant 2% de sucrose M et 0,01M de chlorure de calcium. Un rinçage (2 bains de 15 minutes) est effectué dans le même tampon, et suivi d'une post-fixation d'une heure dans le mélange tetroxyde d'osmium à 2% et le tampon cacodylate.

Les pièces sont ensuite déshydratées par des bains successifs d'alcool éthylique (à 70, 95 puis 100°) puis par l'oxyde de propylène (2 bains de 30 minutes). Les inclusions sont ensuite réalisées avec un mélange de résine épon-araldite.

Les coupes sont effectuées à l'aide d'un ultramicrotome (Reichert OMU<sub>2</sub>) muni d'un rasoir en verre; elles sont alors recueillies sur des grilles en cuivre recouvertes d'une mince couche de collodion et carbonées sous vide. La coloration des grilles se fait à l'obscurité à l'aide d'acétate d'uranyle en solution saturée dans l'alcool à 50°, pendant une heure, puis par l'acétate de plomb (7 à 8 minutes). Les coupes sont ensuite observées au microscope électronique Hitachi HU 11E sous 75KV.

Pour la mise en évidence de la présence de glycogène dans les cellules glandulaires, nous avons utilisé le test THIERY(1967); les coupes recueillies sur grille d'or sont oxydées par l'acide periodique (1%) pendant 40 minutes, rinçées à l'eau bidistillée, traitées à la thiocarbohydrazide en solution acétique pendant 1 heure, rinçées à l'acide acétique à 10% puis à l'eau bidistillée, puis colorées au protéinate d'argent pendant 30 minutes, à l'obscurité, et rinçées à l'eau bidistillée.

## 2. CHAPITRE II : ETUDE MORPHOLOGIQUE, HISTOLOGIQUE ET ULTRASTRUCTURALE

### 2.1. Etude morphologique des divers stades de l'insecte

#### 2.1.1 Adulte

L'adulte est de couleur gris-clair, la longueur du corps est de 6 à 12mm, l'envergure de 16 à 22mm. Les ailes antérieures, relativement étroites, sont de couleur grise avec des dessins plus ou moins bien marqués; les ailes postérieures sont plus claires, bordées d'une frange soyeuse blanchâtre. La couleur de l'espèce n'est pas uniforme et varie selon sa répartition géographique, c'est ainsi que PINTUREAU et J. DAUMAL (1979) distinguent des morphes que nous avons rencontrés:

- morphe claire des oasis (Tozeur, Nefta, Kebili), et morphe grise du littoral (Meknassy par exemple), grâce à l'étude des genitalia mâle des imagos, des caractères nymphaux (présence de crochets et d'épines) et des caractères larvaires (dimensions de la capsule céphalique, chetotaxie du dernier stade larvaire). Mise à part la couleur des adultes, les genitalia, les caractères nymphaux et larvaires des deux morphes sont identiques.

La nervation alaire est semblable à celle des autres phycitines; elle n'est donc utilisable qu'au niveau des superfamilles et des familles.

#### 2.1.1.1 Genitalia mâles et femelles

Un dimorphisme sexuel s'observe à l'extrémité abdominale, qui facilite la reconnaissance des sexes à l'oeil nu. En effet, la femelle présente à la partie postérieure de l'abdomen une petite dépression circulaire de laquelle sort, par intermittence, un organe sclérifié et rétractile qui est l'ovipositeur; il est fusiforme et terminé par un appendice velu de couleur claire au

bout duquel s'ouvre l'orifice de ponte; c'est l'ostium oviductus décrit par BOURGOGNE in GRASSÉ (1951) (FIG.9), chez le mâle, au niveau de l'armature génitale, deux valves sont visibles extérieurement. L'examen microscopique des genitalia montre que le penis est flanqué de deux appendices digitiformes hérissés de soies courtes et épaisses, ils sont reliés entre eux par deux membranes formant étui dans lequel le penis peut coulisser librement d'avant en arrière. A l'extrémité postérieure de l'armature génitale, s'observe une apophyse massive et sclérifiée correspondant vraisemblablement à l'uncus, et une languette saillante à extrémité bilobée, redressée, très effilée correspondant au gnathus (décrit par HERBULOT en 1979), et la transtilla, pièce présentant la forme d'un Y renversé chez Ectomyeloides ceratoniae se trouvant placée au-dessus du gnathus. Elle est sous la forme de V, renversé également, chez E. decolor (in DOUMANDJI 1981).

L'appareil génital mâle et l'appareil génital femelle d'E. ceratoniae adultes, sont du type classique (FIG.10 et 11).

## 2.1.2 Chenille

### 2.1.2.1 Caractères morphométriques des stades larvaires

Il est nécessaire de rechercher les caractéristiques morphologiques des divers stades larvaires, indispensables de la détermination de leur durée respective.

Les 5 stades larvaires sont caractérisés par le nombre et la taille des crochets des fausses pattes ainsi que par les dimensions des capsules céphaliques.

La chenille du dernier stade larvaire est caractérisée, outre la dimension de la capsule céphalique et de son écusson prothoracique, par sa chetotaxie.

Fig. 9

Genitalia mâle et femelle

d' *Ectomyelois ceratoniae*

- A. : Anus
- An. : Anelus
- B.C. : Bourse capultrice
- Gn. : Gnathus
- Ov. : Ovipositeur
- P. : Penis
- S. : Signum
- Tr. : Transtilla
- U. : Uncus
- Va. : Valve
- Val. : Valvifère
- B.S. : Baguettes squelettiques

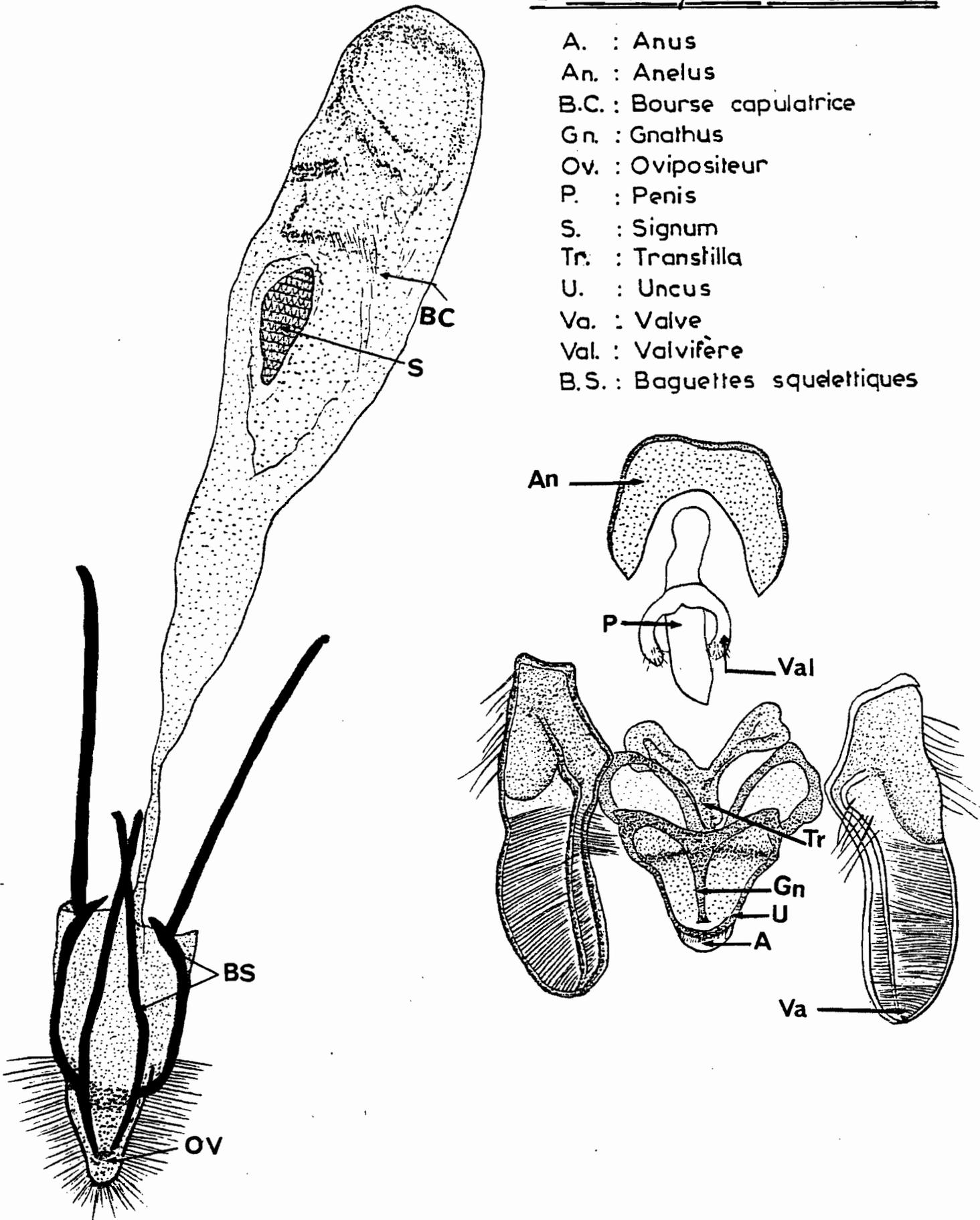


FIGURE 10

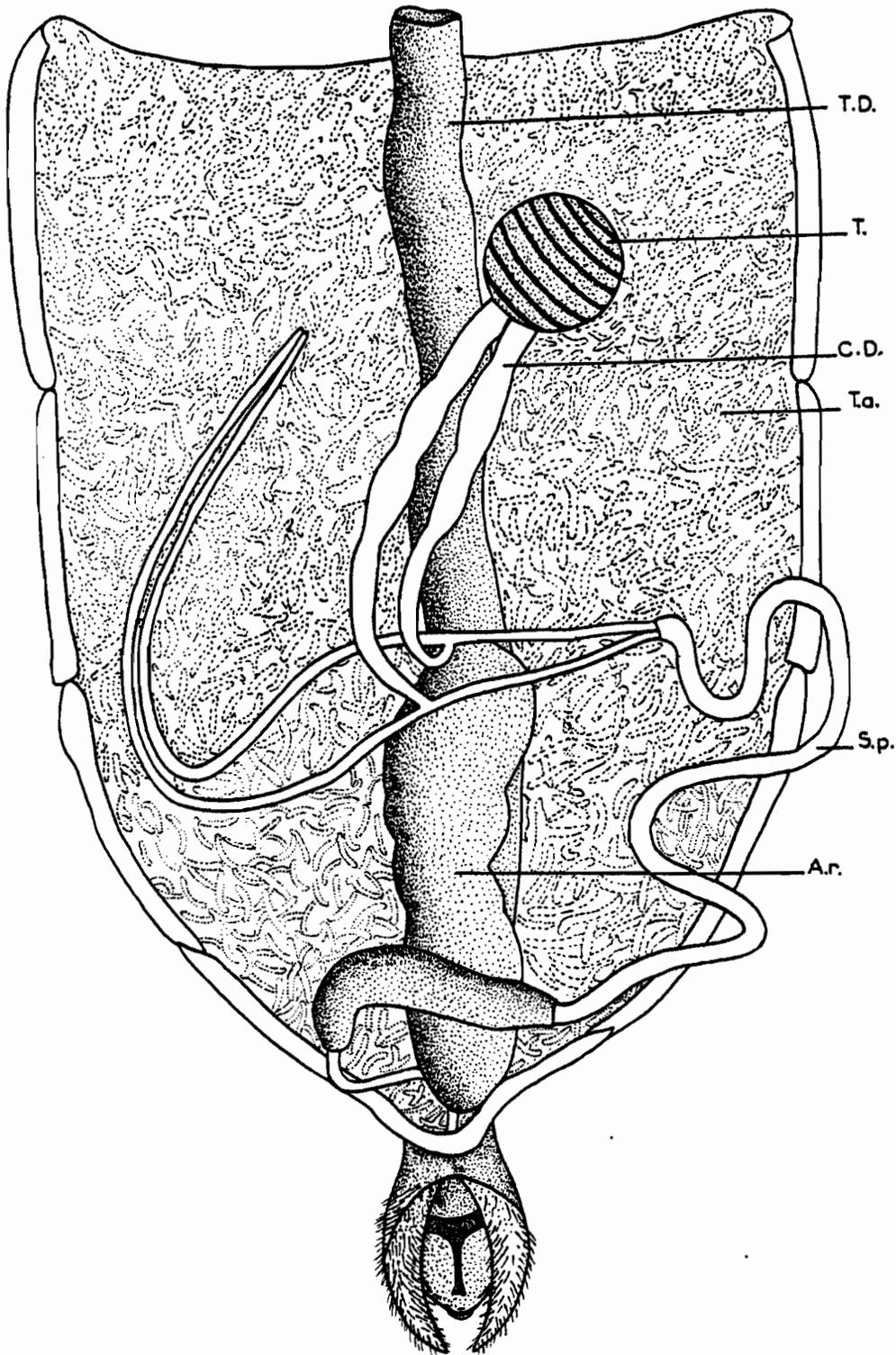
---

APPAREIL GENITAL D'E. CERATONIAE FEMELLE

B.C.	:	Bouchon cellulaire
B.c.p.	:	Bourse copulatrice
C.	:	Calice de l'ovaire
C.r.sem.	:	Canal du réceptacle séminal
G.col.	:	Glande collétérique
O	:	Ovaire
Ov.	:	Ovariolo
Ovd.c	:	Oviducte commun
Ovd.p	:	Oviducte pair
P	:	Pédicelle de l'ovariolo
Rg.col	:	Réservoirs des glandes collétériques
R.sem.	:	Réceptacle séminal
Sgn	:	Signum
Utr.spm	:	Utricule de la spermathèque

Fig.11

Appareil genital mâle  
d'*Ectomyelois ceratoniae*



- Ar. : Ampoule rectale
- C.D. : Canaux déférents
- T : Testicules
- T.a. : Tissu adipeux
- T.D. : Tube digestif
- S.p. : Spermiducte

Fig. 10  
Appareil génital femelle d'*Ectomyelois ceratoniae*: Adulte

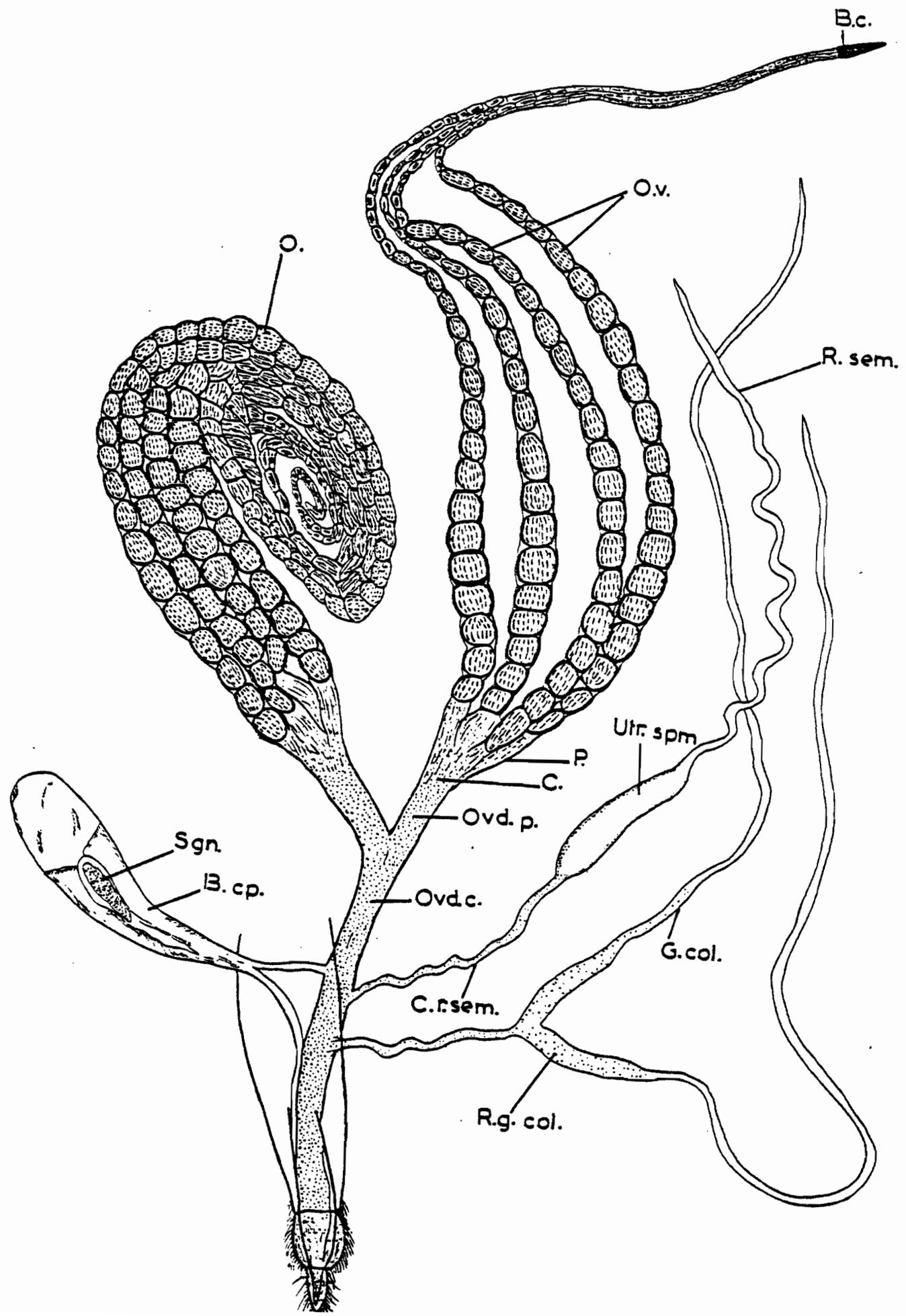


TABLEAU III

Caractéristiques morphométriques de chaque stade larvaire  
(moyenne sur 30 chenilles)

	S T A D E S				
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
Longueur totale en mm.	1,1-2	2-3,2	3,3-5-6	6,9-12,4	12,3-14,6
Nombre des crochets des fausses pattes	6-9	11-14	14-17	30-34	34-36
Longueur des cap-sules céphaliques en 1/10mm	2,98	4,46	6,35	10,25	15,43

D'après AUDREY (1963); les chenilles des phycitines se distinguent bien par rapport à celles des Pyralinae par la présence d'une zone sclérifiée autour de la soie a du mésothorax (qui s'observe difficilement), mais également par le fait que (tous jours chez la chenille du dernier stade larvaire d'E. ceratoniae):

- il n'y a pas de suture coronale (FIG.12)
- les segments abdominaux 3 à 6 ont des soies b situées à une distance de soies c 1,5 fois plus grande que celle qui sépare les soies c des soies d
- les 7 premiers segments abdominaux portent un petit croissant sclérifié autour de la soie a; sur le 8<sup>ème</sup> segment ce croissant devient un anneau nettement sclérifié, à la base de cette soie, et une micro-soie est placée devant le stigmat et sur le même plan que a
- le 10<sup>ème</sup> segment présente un écusson anal sclérifié mal délimité.

Par ailleurs, toujours chez les chenilles du dernier stade, un dimorphisme sexuel est visible; si l'on examine l'insecte par transparence, on observe les gonades mâles, sur la face dorsale,

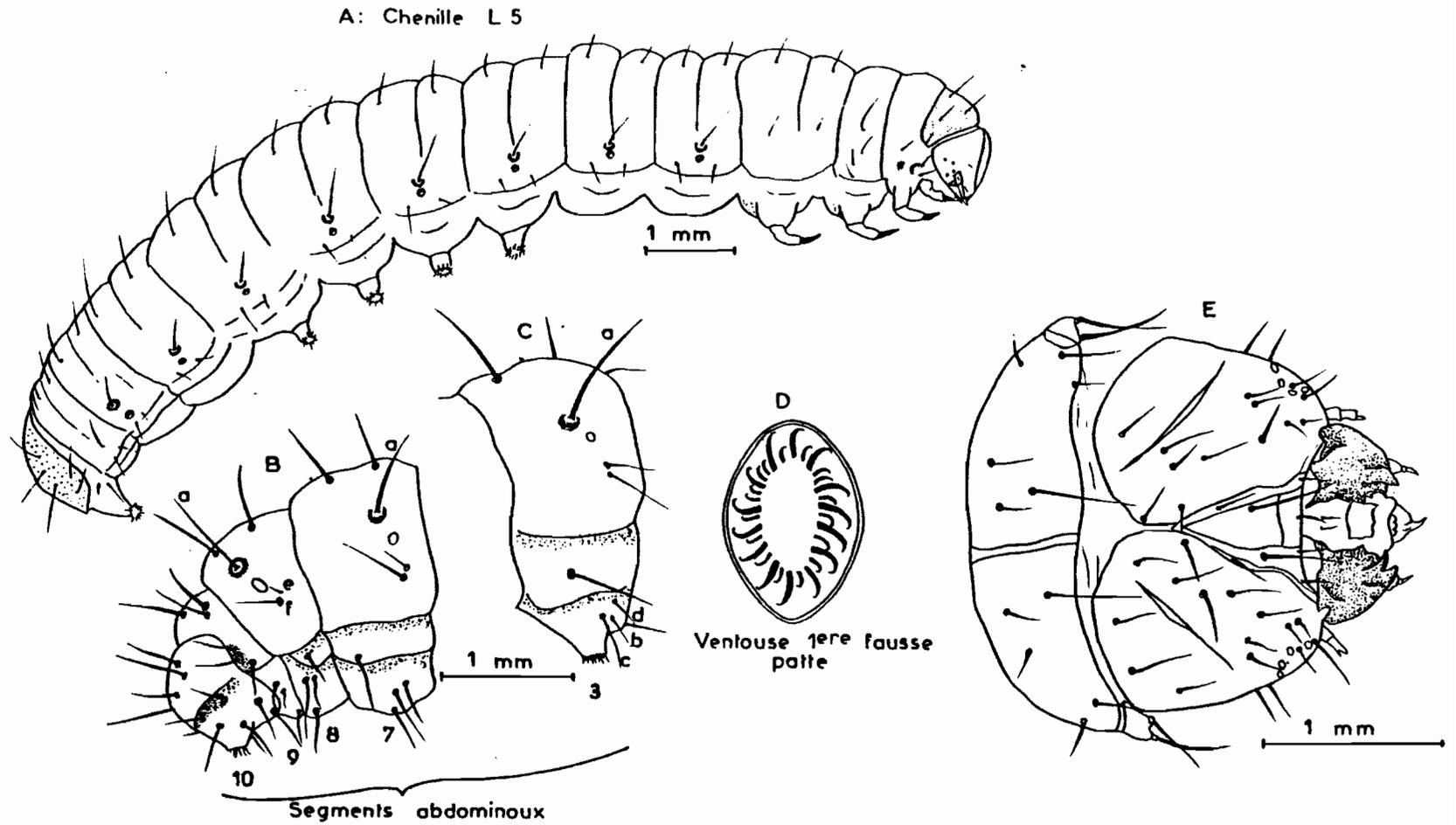


Fig. 12 : Chetotaxie du dernier stade larvaire

alors que les gonades femelles ne sont qu'à l'état d'ébauches contrairement à ce qu'il en est chez Ephestia kuhniella Z. dont les larves femelles du dernier stade ont des gonades visibles par transparence (BAROUGHI, 1965).

### 2.1.3. Nymphe

Comme la plupart des lépidoptères ditrysiens, la distinction des chrysalides mâles et femelles se fait grâce à la situation du pore génital virtuel nettement plus antérieur chez la femelle que chez le mâle; chez la femelle l'orifice de copulation se trouve sur le 8<sup>ème</sup> segment et l'orifice de ponte sur le 9<sup>ème</sup> segment (FIG. 13).

La nymphe d'E. ceratoniae est caractérisée par la présence d'une crête dentelée entourant le thorax, l'existence, à l'extrémité postérieure de deux petits crochets caractéristiques ainsi que d'épines fortement sclérifiées sur les 7 premiers segments abdominaux.

Quoi qu'il en soit, le genre Ectomyeloides est essentiellement caractérisé par rapport aux autres phycitines par la taille et la forme du gnathus, du transtilla et de l'anelus, et l'espèce E. ceratoniae se distingue des autres espèces du même genre seulement par la forme du transtilla qui est en forme de Y renversé.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'examiner des spécimens d'E. decolor, mais nous pouvons affirmer qu'en Tunisie, la seule espèce qui existe est bien Ectomyeloides ceratoniae.

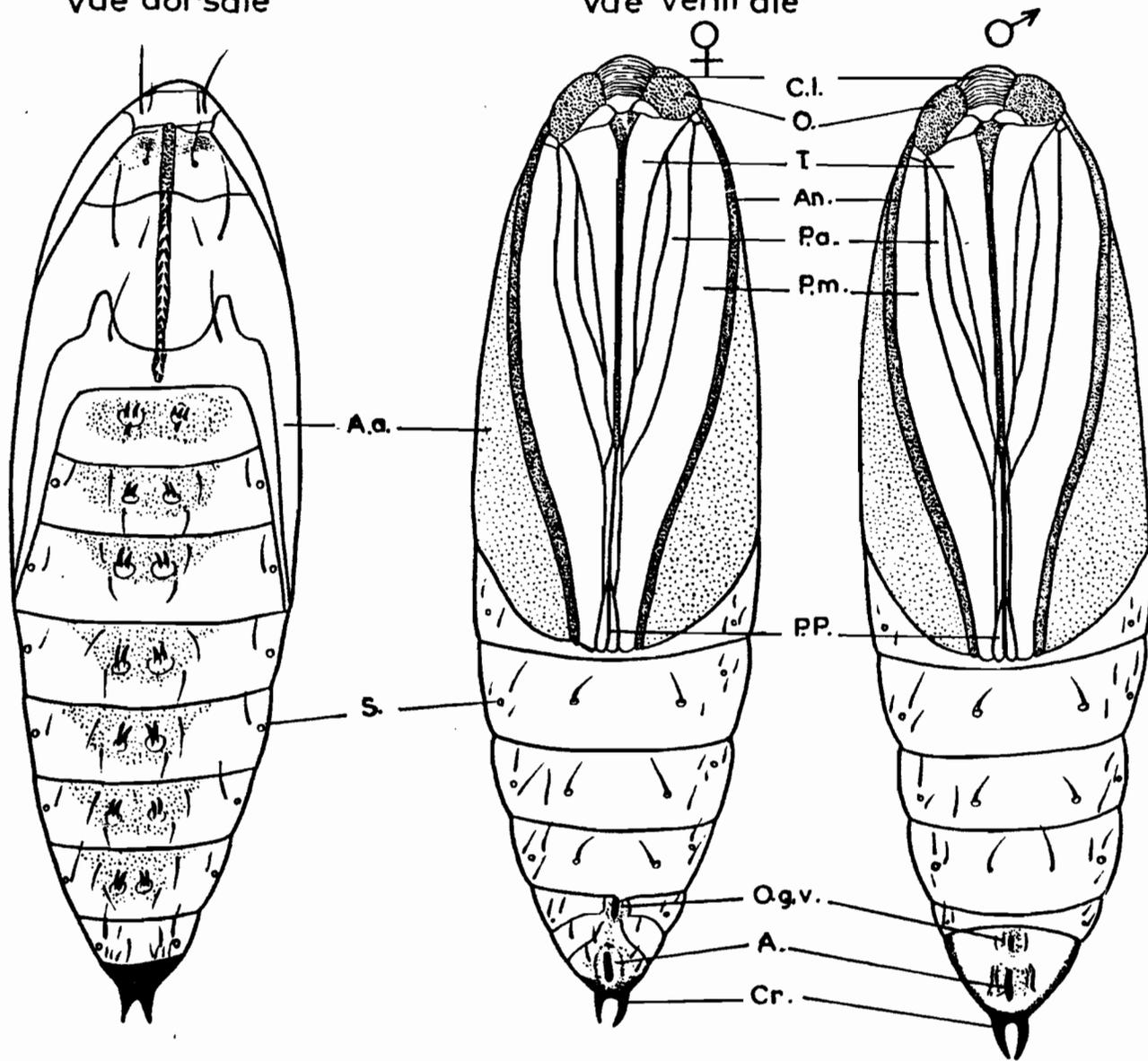
Fig. 13

Chrysalides d'*Ectomyeloidis ceratoniae*

Vue dorsale

Vue ventrale

- A. : Anus
- Aa. : Ailes antérieures
- An. : Antenne
- C.l. : Clypeus
- Cr. : Cremaster
- O. : Oeil
- Og.v. : Orifice genital virtuel
- Pa. : Patte antérieure (P1)
- Pm. : Patte médiane (P2)
- P.P. : Patte postérieure (P3)
- S. : Stigmates
- T. : Trompe



## 2.2 Etude histologique et ultrastructurale des glandes à phéromones sexuelles mâle et femelle.

Au cours de l'étude écologique de la pyrale des caroubes et des dattes nous avons eu recours au piégeage sexuel à l'aide des femelles vierges.

Ce piégeage a permis de détecter la présence de l'insecte et de délimiter les zones d'infestations. Cette méthode de capture des mâles montre l'existence quasi-certaine d'une substance attractive émise par la femelle. Il semble que, comme chez la plupart des espèces étudiées (Noctuidae, Tortricidae, Phycitinae) la glande sécrétrice de la phéromone, chez la femelle, soit localisée au niveau de la membrane intersegmentaire entre le 8<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> segment abdominal.

Alors que chez les phycitins mâles les aphrodisiaques caractérisés par leur action à courte distance, intervenant dans la séquence finale du comportement sexuel, sont produits par des glandes alaires et (ou) abdominales.

Diverses méthodes ont donc été utilisées afin de mettre en évidence la morphologie et la physiologie des glandes exocrines mâle et femelle intervenant dans le comportement sexuel.

### 2.2.1 Morphologie et ultrastructure des glandes à phéromones

#### - Morphologie et ultrastructure de la glande à phéromone sexuelle d'*E. ceratoniae* femelle.

Chez *E. ceratoniae*, la glande sécrétrice de la phéromone sexuelle résulte, comme chez la plupart des lépidoptères nocturnes et plus particulièrement les noctuelles, tortricides et les phycitines (FATZINGER 1972) de la modification de la membrane intersegmentaire entre les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> segments abdominaux. Normalement les derniers segments abdominaux sont télescopés, dans le 7<sup>ème</sup> segment mais, en position d'appel de la femelle, il y a une dévagination des 8<sup>ème</sup>, 9<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> segments due à la pression de l'hémolymphe.

FIGURE 14

---

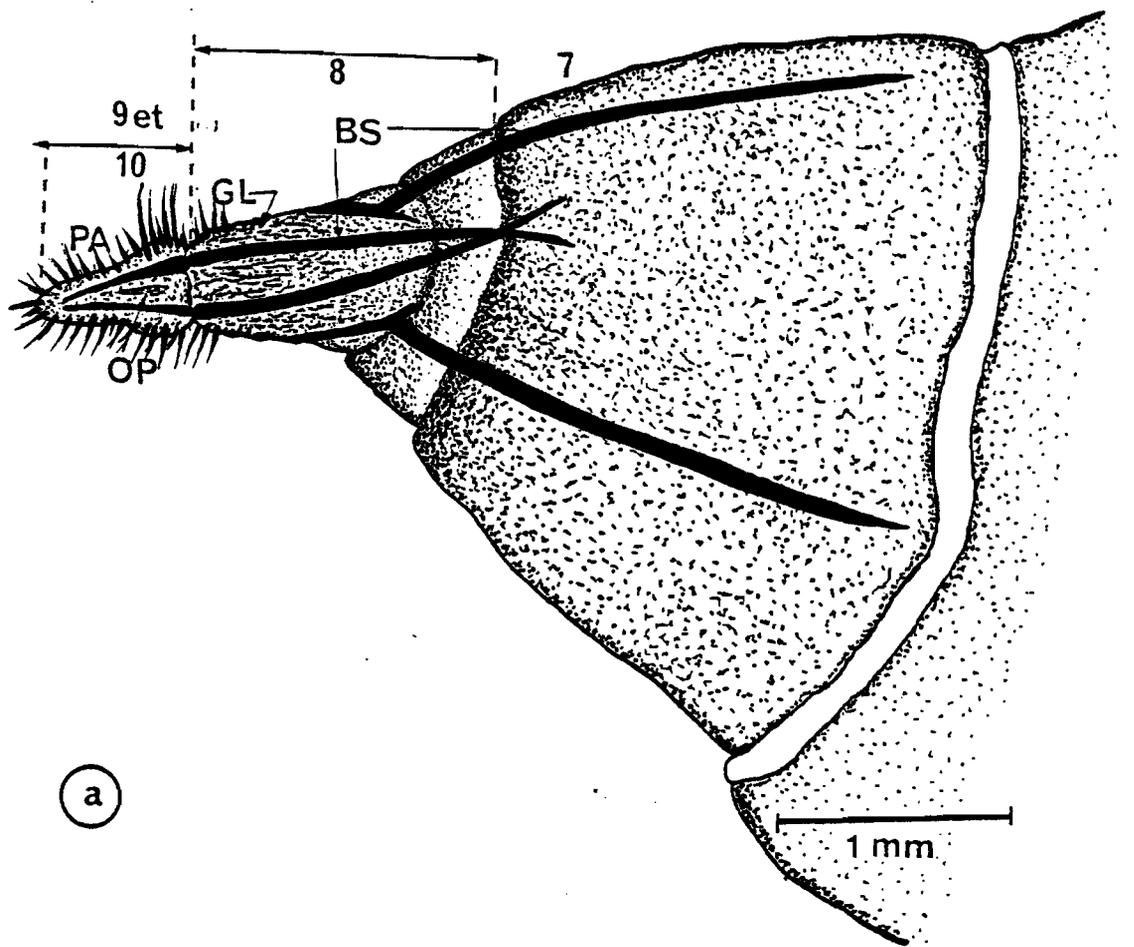
REPRESENTATION SCHEMATIQUE

A - Ovipositeur d'E. ceratoniae femelle:

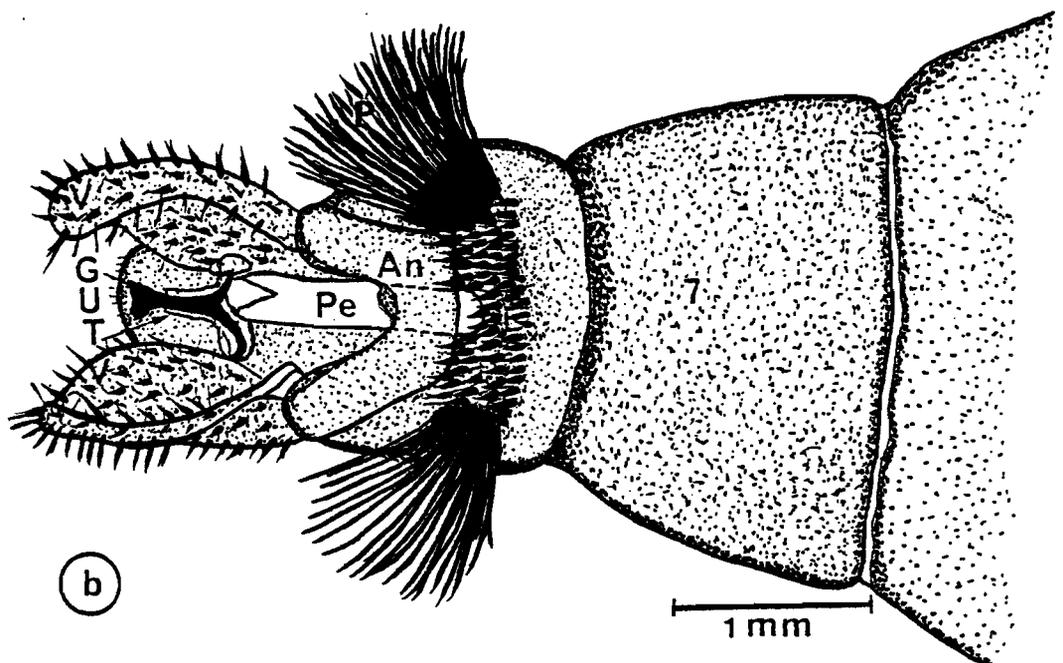
- 7<sup>ème</sup> , 8<sup>ème</sup> , 9<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> : Segments abdominaux  
B.S. : Baguettes squelettiques  
G.I. : Zone glandulaire  
O.P. : Orifice de ponte  
P.A. : Papilles anales

B - Extrémité abdominale d'un mâle:

- 7 : 7<sup>ème</sup> Segment abdominal  
An.: Anellus  
E : Ecailles parsemées entre les 2 touffes de pinceaux  
G. : Gnathos  
P. : Pinceaux androconiaux  
Pe.: Pénis  
T. : Transtilla  
U. : Uncus  
V. : Valves



a



b

FIGURE 15

---

MORPHOLOGIE DE L'OVIPOSITEUR D'ECTOMYELOIS CERATONIAE  
FEMELLE EN MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE

a : Vue ventrale de l'ovipositeur

P.A : Papilles anales

G.L : Zone glandulaire

St8 : Sternite 8

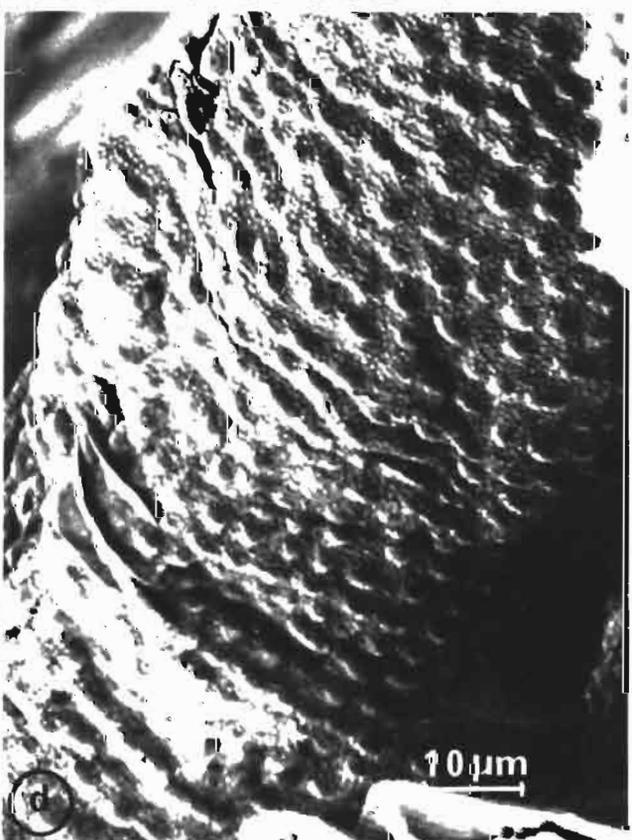
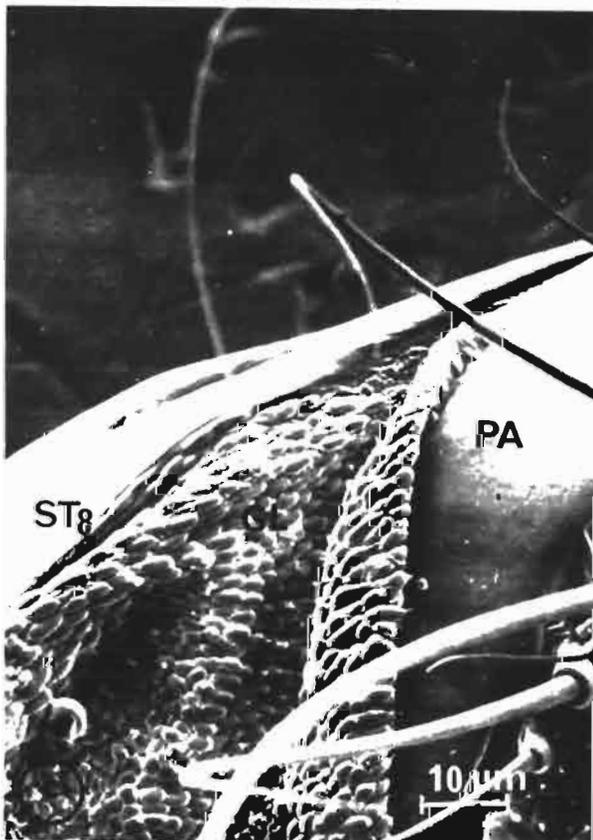
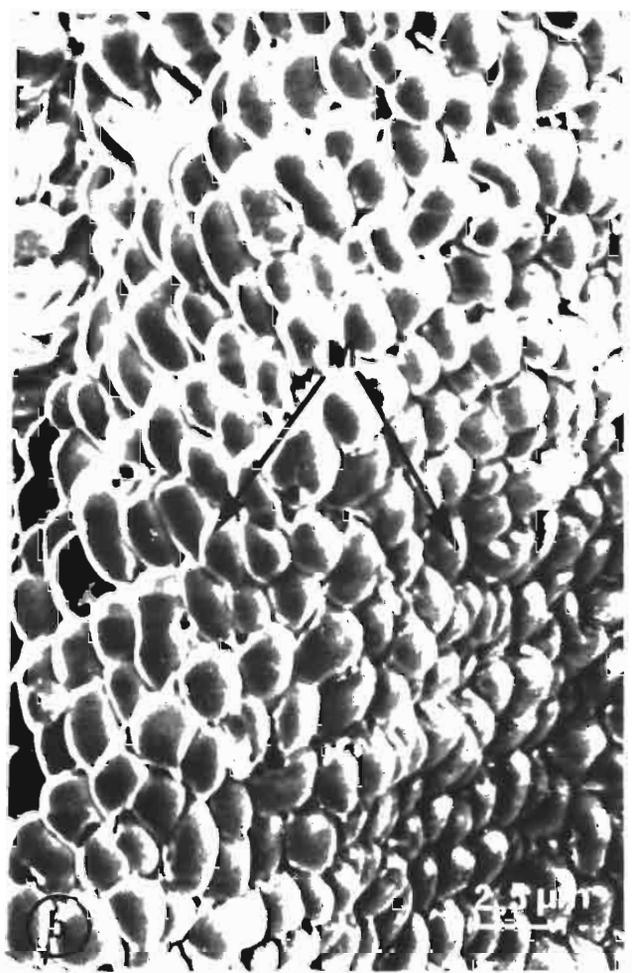
x 200

b : Détail de la zone glandulaire ventrale: de nombreux mamelons (M) recouvrent toute la zone glandulaire.  
x 4000

c : Détail de la zone glandulaire latérale.

La membrane intersegmentaire différenciée en zone glandulaire se réduit sur les côtés latéraux pour disparaître dorsalement. x 1000

d : Détail de la membrane intersegmentaire non modifiée entre les 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> segments abdominaux. x 1000



Chez cette phycitine, la glande à phéromone est située ventro-latéralement entre les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> sternites, la zone ventrale étant plus développée que les latérales (FIG. 14 et 15); contrairement à ce qui a été montré chez d'autres phycitines, comme Vitula edmandae (WEATHERSTON et PERCY, 1968), Ephestia kuehniella et Plodia interpunctella (JEFFERSTON, 1968) chez lesquelles la glande sécrétrice forme un anneau complet autour de l'ovipositeur.

L'épithélium glandulaire est typiquement formé d'une seule couche de cellules columnaires ou cuboïdales plus hautes que larges d'environ 15 à 25 µm de hauteur (FIG. 16). Cet épithélium glandulaire se distingue facilement des cellules épidermiques voisines.

La cuticule peu épaisse (3 à 5 µm) présente de nombreux replis.

Les cellules contiennent un cytoplasme d'aspect granuleux. Le noyau, ovoïde, situé médialement, présente de nombreux amas de chromatine dispersés à l'intérieur du nucléoplasme.

En microscopie électronique à balayage, la zone glandulaire se distingue très nettement d'une membrane intersegmentaire non modifiée. La surface de la zone glandulaire présente de nombreux replis ayant la forme de petits mamelons, aussi bien sur la face ventrale que sur les faces latérales (FIG. 15).

Au niveau des plaques anales existent des soies de diverse taille qui sont probablement des soies mécanoréceptrices (FIG. 15 a).

L'étude histologique et ultrastructurale montre que ces cellules glandulaires sont de type 1 (NOIROT et QUENNEDEY, 1974), ces cellules sont directement en contact avec la cuticule qu'elles ont sécrété et sont disposées en une seule couche (FIG. 16).

La membrane plasmique est bordée du côté interne par une fine lame basale conjonctive et présente très peu d'invaginations plus ou moins profondes.

FIGURE 16

MORPHOLOGIE DE LA GLANDE A PHEROMONE SEXUELLE FEMELLE

D' E. CERATONIAE

- a : Coupe transversale de l'ovipositeur entre le 8<sup>ème</sup> et le 9<sup>ème</sup> segment abdominal (coloration à l'azan).

Cette coupe montre que la glande GL est localisée uniquement ventro-latéralement.

E.P.: Epithélium

O. : Orifice de ponte

R. : Rectum

X 500

- b : Coupe semi-fine de l'épithélium glandulaire (coloration au bleu de méthylène)

L'épithélium est formé d'une couche unistratifiée de cellules columnaires à cuboïdales. Le noyau (N) est bien visible. La cuticule (CU) peu épaisse présente de nombreux replis, elle est en contact direct avec le cytoplasme (Cy) présentant un aspect granuleux.

h: Hémolymphe

X 2000

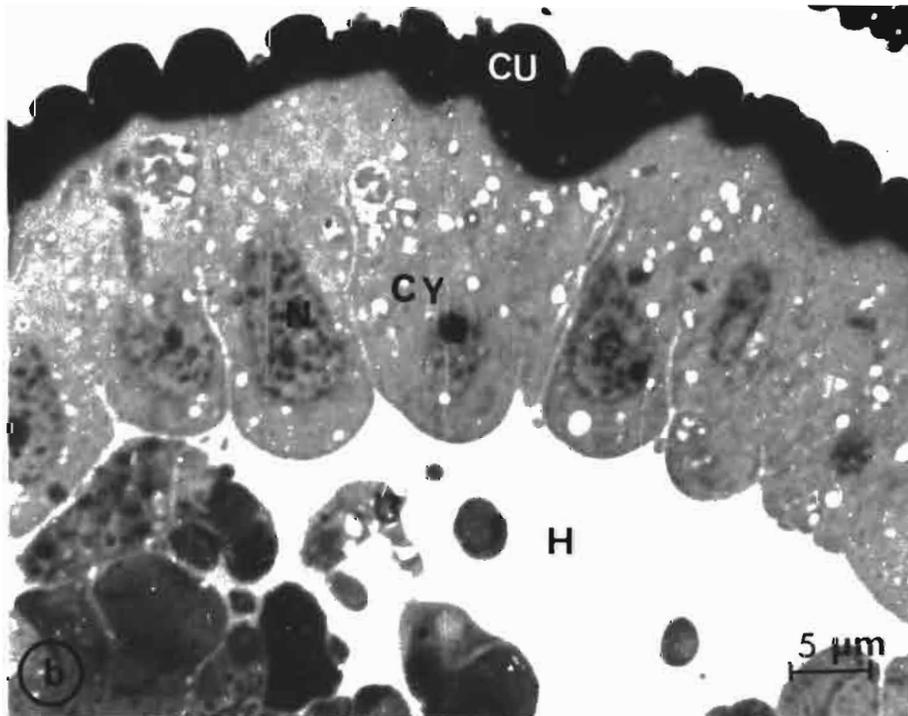


FIGURE 17

---

ULTRASTRUCTURE DE L'EPITHELIUM GLANDULAIRE

a : Vue d'ensemble d'une cellule glandulaire (C2)

Les cellules glandulaires, du type 1, formant une couche unistratifiée sont en contact avec la cuticule (CU). Le cytoplasme renferme en abondance des mitochondries (m) et des corps myéloïdes (figures myéliniques) (CM). Le noyau (N) est en position basale à médiale. Apicalement la membrane plasmique présente de nombreuses microvillosités (MV), basalement elle est recouverte par une fine lame basale (LB) conjonctive.

X 6.000

b : Détail de la zone apicale d'une cellule glandulaire

La cuticule comprend une épicuticule externe (EPE), une épicuticule interne (EPI) et une endocuticule (END) la région apicale renferme de nombreuses microvillosités (MV), les limites intercellulaires présentent des jonctions septées (JS)

X 10.000

c : Détail de la zone apicale.

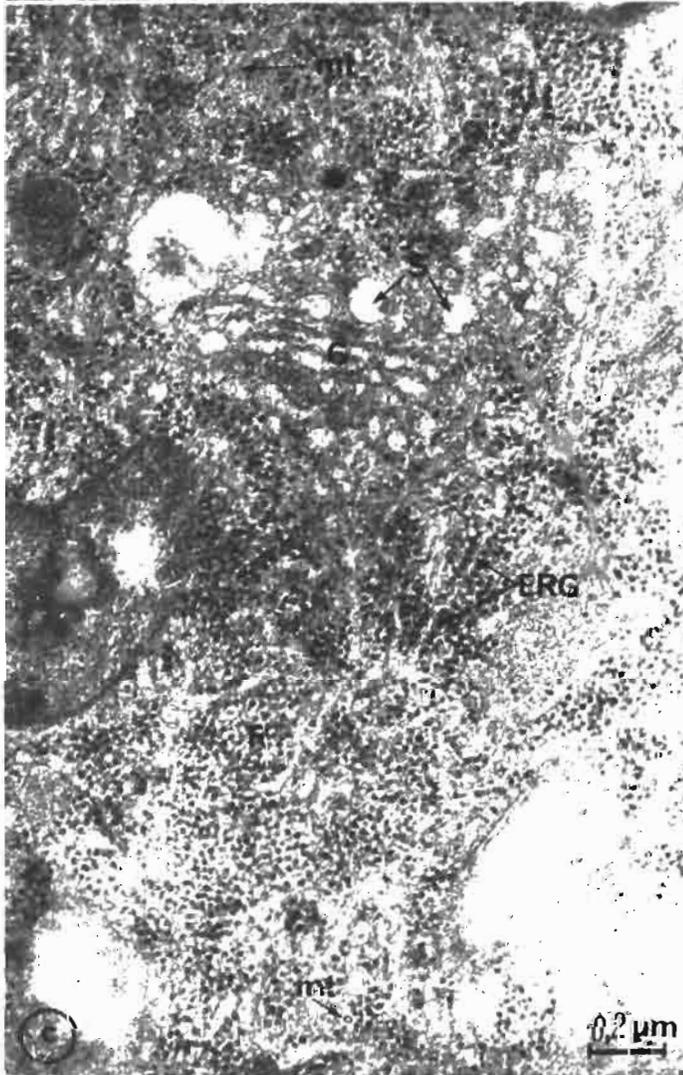
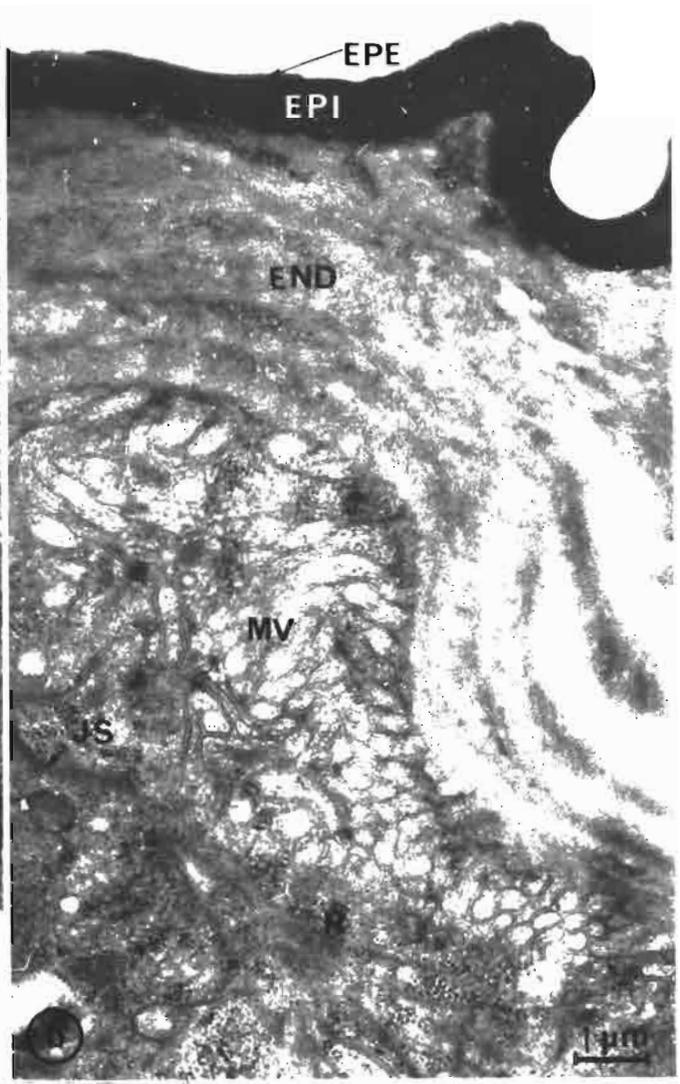
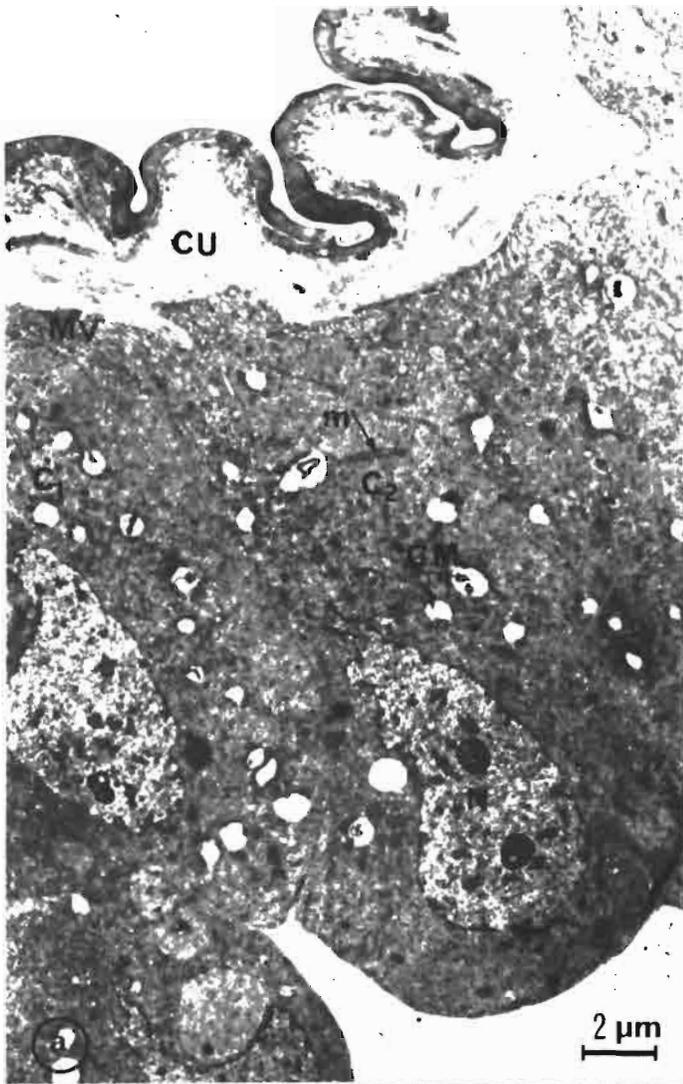
Le cytoplasme renferme des corps de Golgi (G), des ribosomes libres (R) ainsi que des microtubules (mt) qui sont reliés à la base des microvillosités, de l'ergastoplasme (ERG) et des figures de sécrétions (s).

X 40.000

d : Détail de la cuticule au niveau des mamelons

La cuticule glandulaire est formée d'épicuticule externe (EPE), d'épicuticule interne (EPI) et d'endocuticule (END). L'épicuticule interne est traversée par des canaux cuticulaires (C.C) renfermant de nombreux filaments (MF) permettant l'évacuation de la sécrétion vers l'extérieur.

X 24.000



Apicalement, sous la cuticule, la membrane plasmique est différenciée en une bordure en brosse, constituée de microvillosités (2 à 4 $\mu$ m) courtes et serrées, qui hérissent la surface apicale de la cellule glandulaire, ces microvillosités augmentent la surface de la membrane plasmique permettant l'échange des substances avec le milieu extracellulaire (FIG.17 a,b).

Latéralement les limites intercellulaires présentent des jonctions septées.

Dans le cytoplasme s'observent de nombreuses mitochondries plus ou moins allongées, généralement plus nombreuses dans la région supra-nucléaire, on observe également des corps de Golgi, des ribosomes libres en abondance, ou éventuellement du glycogène, de l'ergastoplasme: signes d'une intense activité sécrétrice. Des microtubules reliés à la membrane plasmique basale et apicalement à la base des microvillosités, des figures myéliniques (structure lamellaire résultant d'un processus d'autophagie) sont fréquents.

La cuticule glandulaire offre des modifications par rapport à la cuticule recouvrant l'épiderme. Elle comprend une épicuticule (1 à 2 $\mu$ m d'épaisseur) et une endocuticule interne (3 à 4 $\mu$ m d'épaisseur). L'épicuticule se subdivise en une épicuticule externe très fine et une épicuticule interne plus épaisse.

L'épicuticule et l'endocuticule sont traversées par des canaux cuticulaires (FIG.17d). Dans ces canaux poraires s'observent des filaments (sur nos coupes ces canaux ne sont bien visibles qu'au niveau de l'épicuticule).

Les filaments épicuticulaires sont plus petits et plus fins que ceux endocuticulaires. Les canaux poraires débouchent à l'extérieur des expansions cuticulaires (mamelons), qui serait ainsi un moyen important d'évacuation des sécrétions de l'intérieur de la cellule glandulaire vers l'extérieur.

Dans les cellules glandulaires l'abondance des ribosomes libres nous paraît assez surprenante, il est donc nécessaire de

vérifier qu'il ne s'agit pas de glycogène en particules  $\gamma$ , mais bien de ribosomes (ARN), d'où la nécessité de certains tests histo-chimiques (APS, galloxyanine et le test de Thiéry en microscopie électronique).

#### TESTS HISTOCHIMIQUES

Nous avons cherché à mettre en évidence la présence du glycogène dans les cellules glandulaires.

L'acide periodique Schiff donnant une coloration rose au cytoplasme montre la présence de glycogène mais en quantité modérée. Après digestion à l'amylase salivaire (dégradation du glycogène) cette coloration disparaît effectivement.

Un traitement à la galloxyanine permet une coloration en bleu violet du noyau et du cytoplasme colorant ainsi les acides nucléiques, si l'on fait agir une solution de ribonucléase (élimination des seules ARN) cette coloration diminue alors qu'après élimination des ARN et des ADN par la solution aqueuse à 5% d'acide trichloracétique, il n'y a plus aucune coloration. Ces deux tests réalisés sur des coupes histologiques montrent bien l'existence de nombreux ribosomes dans la cellule, le glycogène étant présent en faible quantité.

Afin de vérifier ces résultats nous avons réalisé sur des coupes fines un test de Thiéry, mettant en évidence la présence d'amas de glycogène, peu nombreux et dispersés dans le cytoplasme.

#### MORPHOLOGIE ET ULTRASTRUCTURE DE LA GLANDE SEXUELLE D'E. CERATONIAE MÂLE.

L'existence fréquente des glandes alaires chez les phycitines, nous a amené à rechercher s'il existait une telle différenciation au niveau du pli costal des ailes antérieures d'E. ceratoniae mâle.

Généralement, des coupes histologiques transversales et longitudinales de l'aile antérieure de certaines Phycitines (Plodia interpunctella Hub., Vitula edmandsae Packard, Cadra cautella Walker: GRANT, 1978) mettent en évidence un épaississement de la base de la nervure costale ainsi que l'existence de cellules glandulaires à ce niveau.

Mais, chez E. ceratoniae nous n'avons pu observer de telles formations. Nous avons donc cherché à mettre en évidence l'existence probable d'un autre site de production des aphrodisiaques.

Généralement, les mâles des Lépidoptères présentent des organes phéromonaux se décomposant en deux zones bien distinctes: d'une part un épithélium glandulaire (= aire sécrétrice) et d'autre part un dispositif assurant la diffusion des odeurs (dispositif émetteur).

La localisation de ces organes varie beaucoup, ils peuvent se rencontrer sur toutes les parties du corps de l'insecte. Ainsi concernant les organes abdominaux, chez Pseudaletia unipuncta (FARINE, 1981), l'appareil glandulaire se trouve localisé dans une poche aux niveau des sternites abdominaux 2 à 5. Alors que chez Eldana saccharina (ZAGATTI, 1981) les soies androconiales sont portées par le corema et les cellules sécrétrices sont localisées aussi bien à la base des androconies que sur la face externe des valves génitales.

Chez le mâle d'E. ceratoniae, l'appareil glandulaire est situé ventralement au niveau du 8<sup>ème</sup> segment abdominal (FIG.16). Il est formé d'une paire de pinceaux androconiaux de 2 à 3mm de longueur qui ne sont visibles qu'au moment de l'accouplement pendant lequel il y a dévagination des derniers segments abdominaux.

L'étude histologique montre l'inexistence de cellules glandulaires habituelles à la base des androconies. Ventralement au contact des pinceaux androconiaux existe l'aire sécrétrice formée de petites écailles à la base desquelles se trouvent des cellules glandulaires de 13 à 15µm (FIG.18).

FIGURE 18

---

HISTOLOGIE DE L'APPAREIL GLANDULAIRE D'E. CERATONIAE MÂLE

a : Coupe longitudinale au niveau de l'extrémité abdominale

Les pinceaux androconiaux (P) sont localisés ventralement entre les 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> sternites.

T7, T8: Tergites 7,8

St7, St8: Sternites 7,8

X 25

b : Détail de la zone glandulaire (coupe longitudinale: coloration à l'Azan): sous les 2 pinceaux androconiaux (P) existent de petites écailles (E) à la base desquelles se trouvent les cellules glandulaires (flèches).

X 350

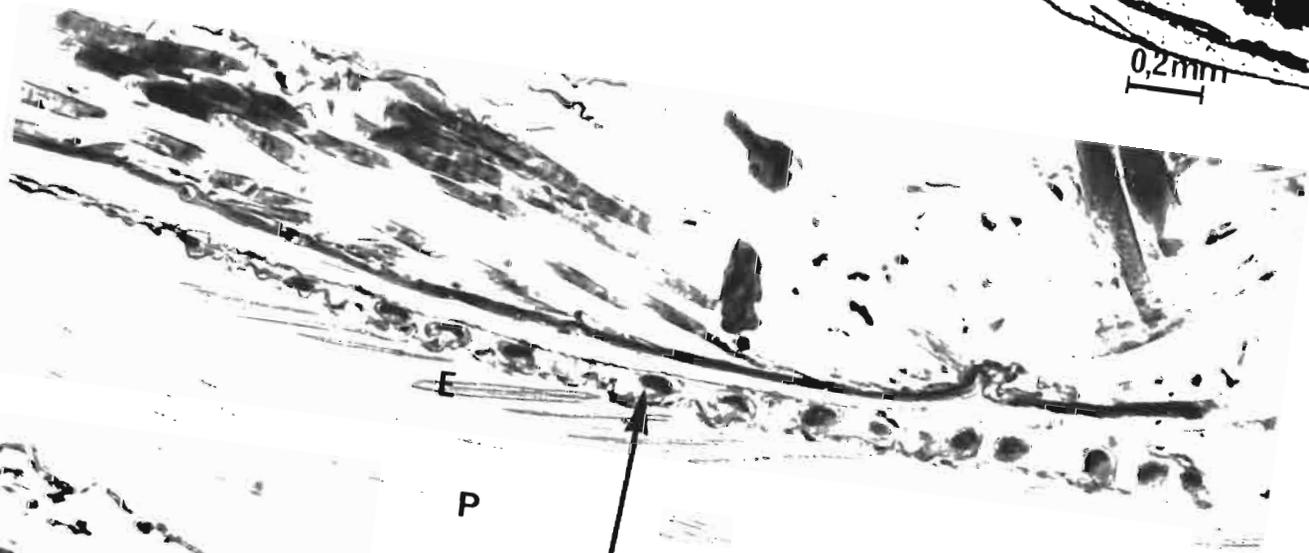
c : Détail de la zone glandulaire, l'épithélium glandulaire est unistratifié, les cellules cuboïdales sont caractérisées par la présence de réservoirs (r) à la base des écailles (E). Le noyau (N) occupe une position basale dans un cytoplasme (Cy) ayant un aspect granuleux.

X 1000



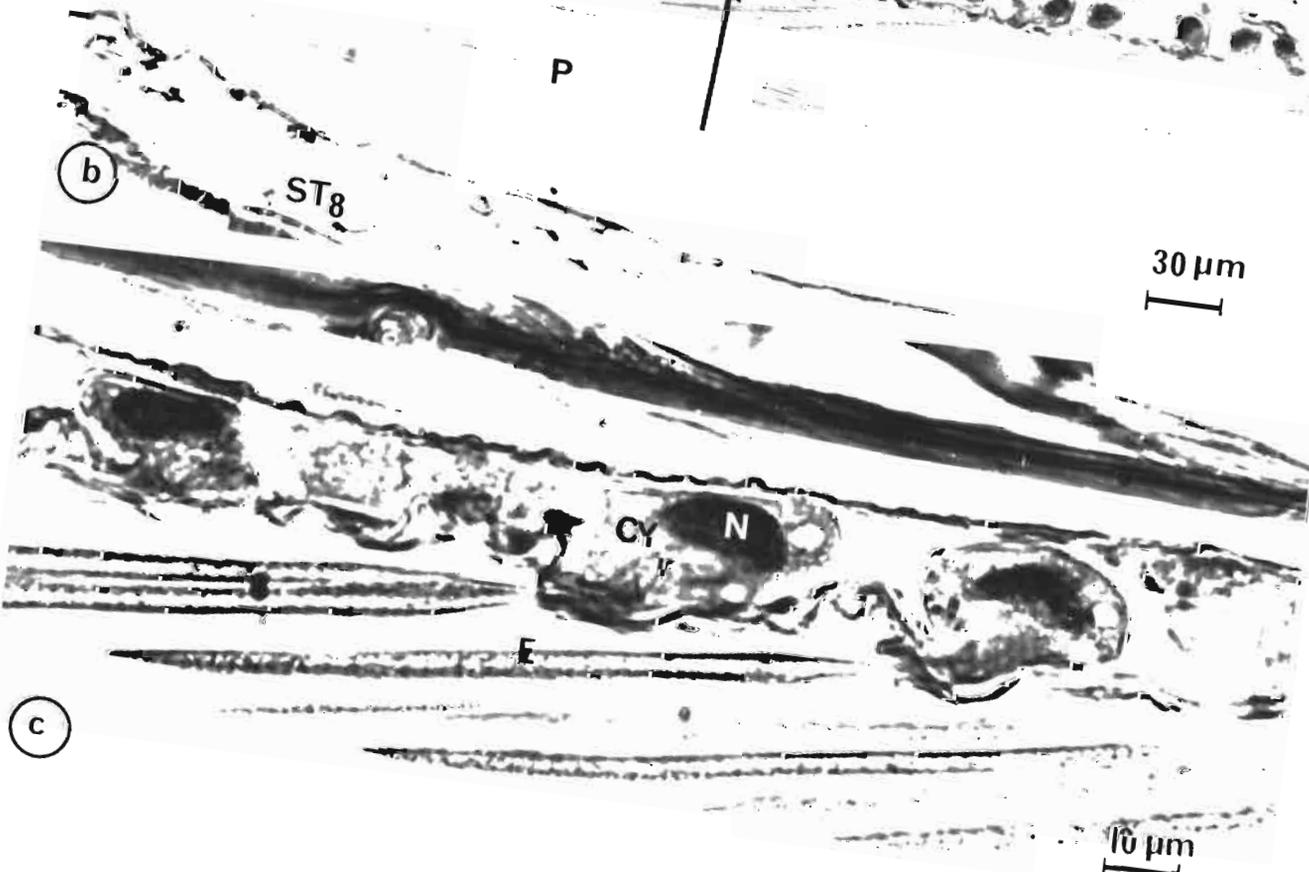
(a)

0.2mm



(b)

30µm



(c)

10µm

FIGURE 19

---

MORPHOLOGIE DE L'APPAREIL GLANDULAIRE D'E. CERATONIAE MÂLE  
MICROSCOPIE ELECTRONIQUE A BALAYAGE

a : Vue générale du pinceau d'androconies

Les androconies formées par des écailles présentant de nombreuses côtes (c), sont réunies en deux touffes localisées latéro-ventralement.

X 3000

b : Détail d'une écaille androconiale

Comme toute écaille, l'écaille androconiale présente de nombreuses côtes (c) entre lesquelles s'ouvrent une multitude de pores ou orifices (OR), une telle structure semble favoriser l'évacuation de la substance aphrodisiaque vers l'extérieur.

X 12.000

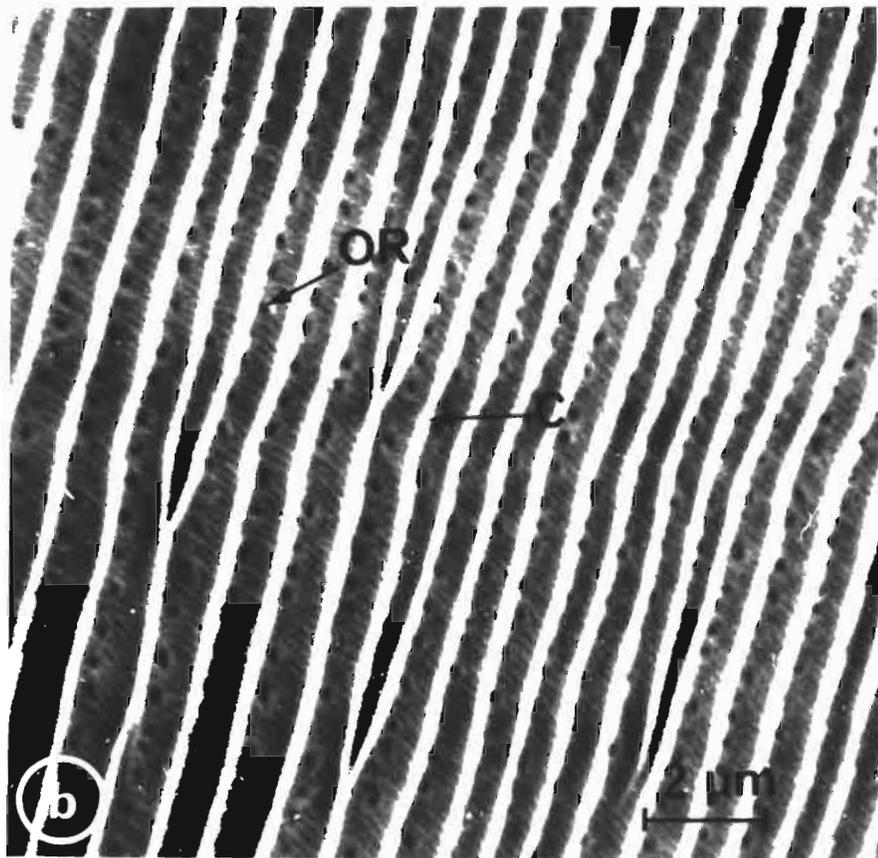
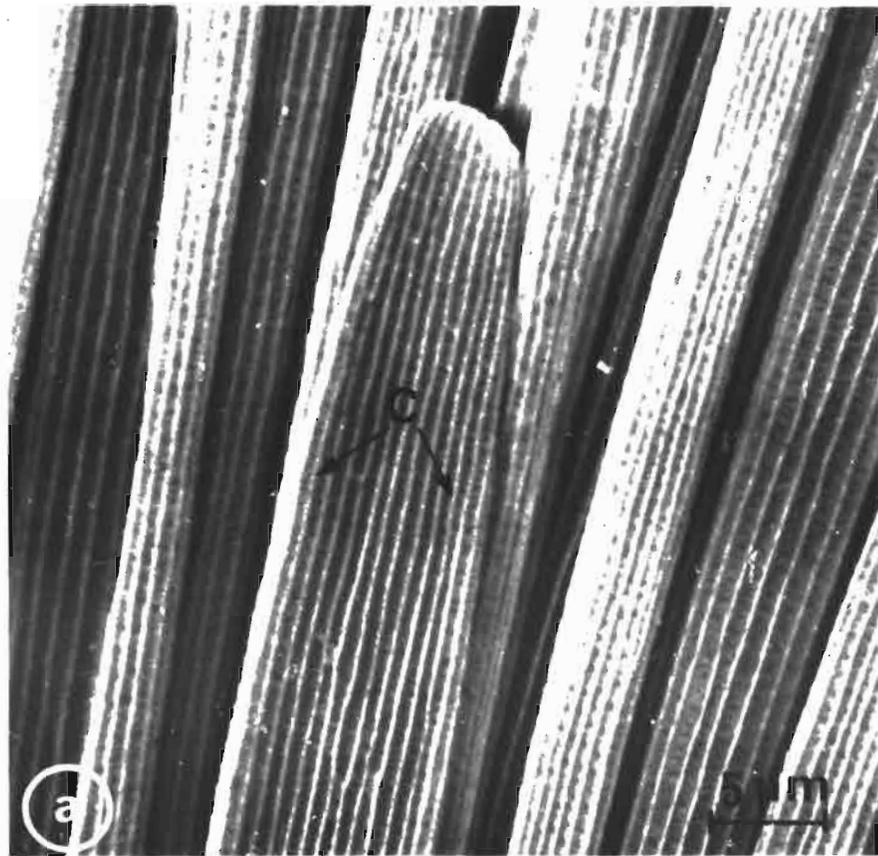
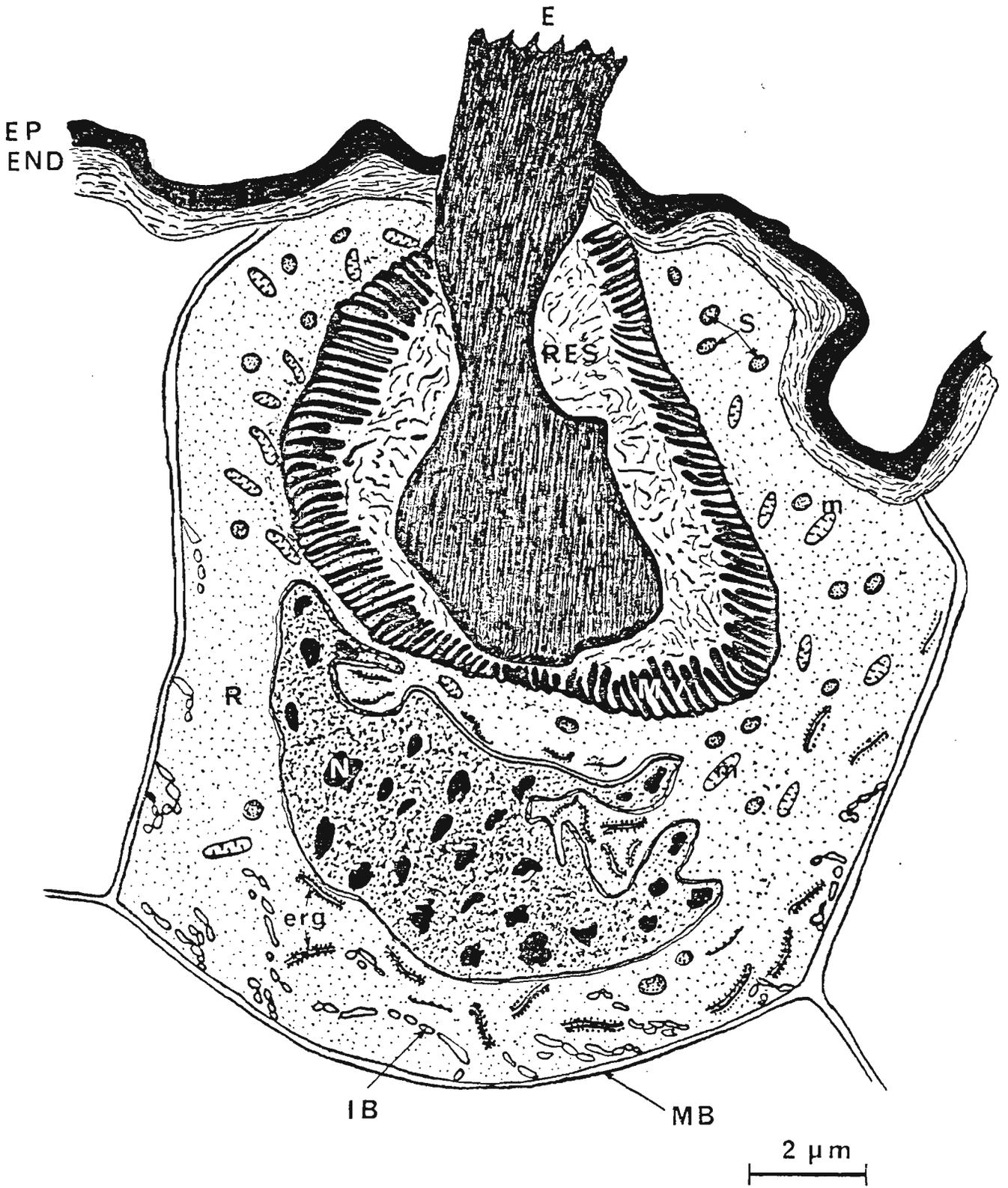


FIGURE 20

REPRESENTATION SCHEMATIQUE D'UNE CELLULE  
GLANDULAIRE D'E. CERATONIAE MALE

- E : Ecaille
- EP : Epicuticule
- END : Endocuticule
- ERG : Ergastoplasme
- IB : Invagination basale
- M : Mitochondrie
- HB : Membrane basale
- M.V. : Microvillosité
- N : Noyau
- R : Ribosomes
- RES : Réservoir
- S : Sécrétion



Les écailles et les cellules glandulaires tapissent une poche où les pinceaux androconiaux sont invaginés au repos.

En microscopie électronique à balayage le dispositif émetteur apparaît formé de 2 pinceaux androconiaux constitué chacun d'une touffe d'androconies. La structure des androconies et des écailles associées aux cellules glandulaires semble être la même; en effet, chaque androconie ou écaille présente plusieurs côtes longitudinales entre lesquelles s'ouvrent de nombreux orifices (FIG.19). Elles sont creuses, de section ovale.

En microscopie électronique à transmission, la zone glandulaire apparaît formée d'une couche de cellules cuboïdales. Elles sont caractérisées par la présence d'un réservoir situé à la base de l'écaille et bordé de microvillosités courtes et serrées (FIG. 20).

La membrane plasmique présente, à la partie basale, des invaginations de 1 à 4 $\mu$ m de longueur. Le cytoplasme d'aspect granulaire renferme, basalement, un noyau ovoïde, parfois plurilobé, présentant de nombreux amas de chromatine. Dans le cytoplasme et autour des microvillosités, on peut observer des figures de sécrétion, de nombreux mitochondries de l'ergastoplasme et des ribosomes libres en abondance (FIG.21).

Ainsi ces cellules glandulaires assurant la sécrétion aphrodisiaque des mâles présentent une différenciation particulière résultant dans la présence du réservoir à la base de l'écaille creuse, une telle structure favorise l'accumulation de la substance secrétée.

Il est vraisemblable que la sécrétion stockée dans le réservoir sera évacuée à travers l'écaille glandulaire et la multitude de pores situées entre les côtes longitudinales de l'écaille favorise l'évaporation des substances volatiles et l'imprégnation des pinceaux androconiaux grâce au contact écailles - pinceaux au repos.

FIGURE 21

---

ULTRASTRUCTURE DES CELLULES GLANDULAIRES  
D' E. CERATONIAE MÂLE

a : Vue d'ensemble d'une cellule glandulaire mâle

La cellule de type 1 est en contact direct avec la cuticule (CU); elle est caractérisée par la présence d'un réservoir (RES) situé à la base de l'écaille, bordé de microvillosités, (MV); autour de ces dernières existent de nombreuses figures de sécrétion (S). Le noyau (N) est situé basalement. La membrane plasmique basale (MB) présente quelques invaginations (IB).

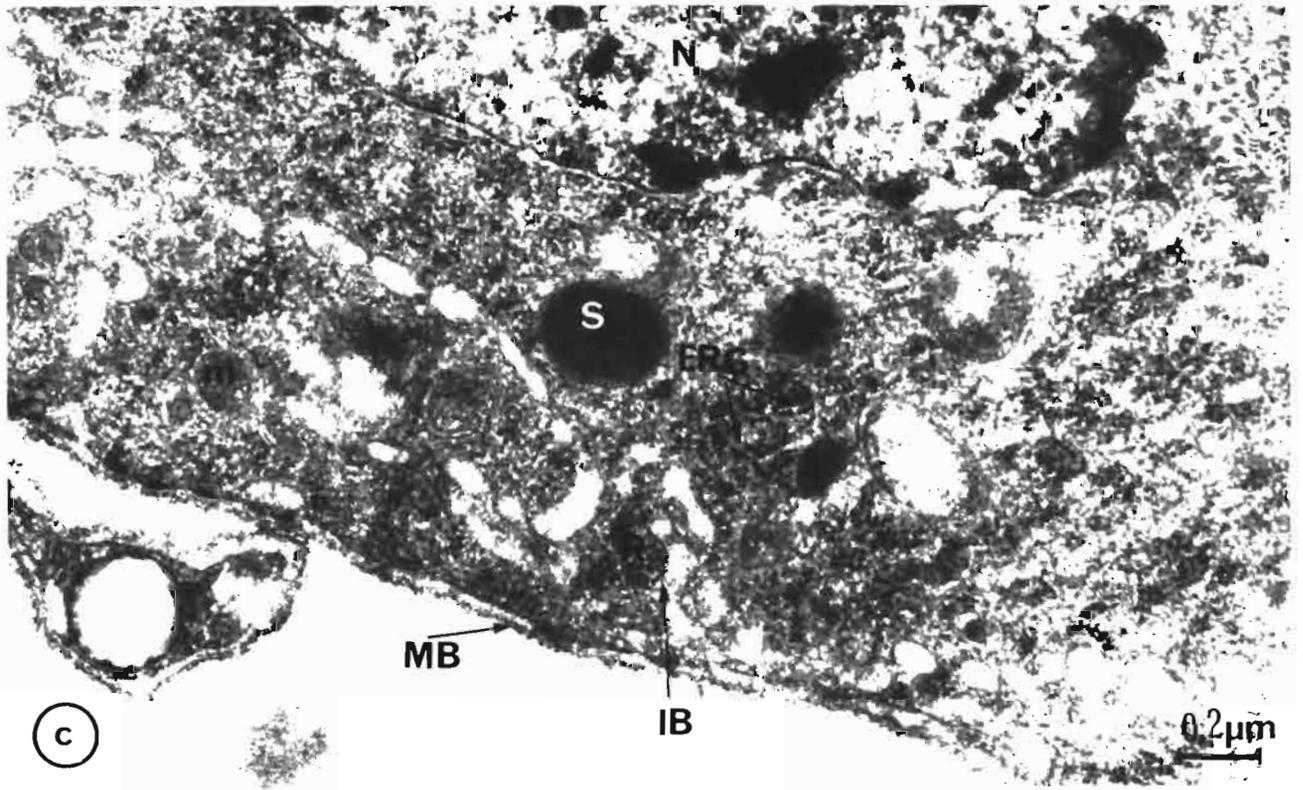
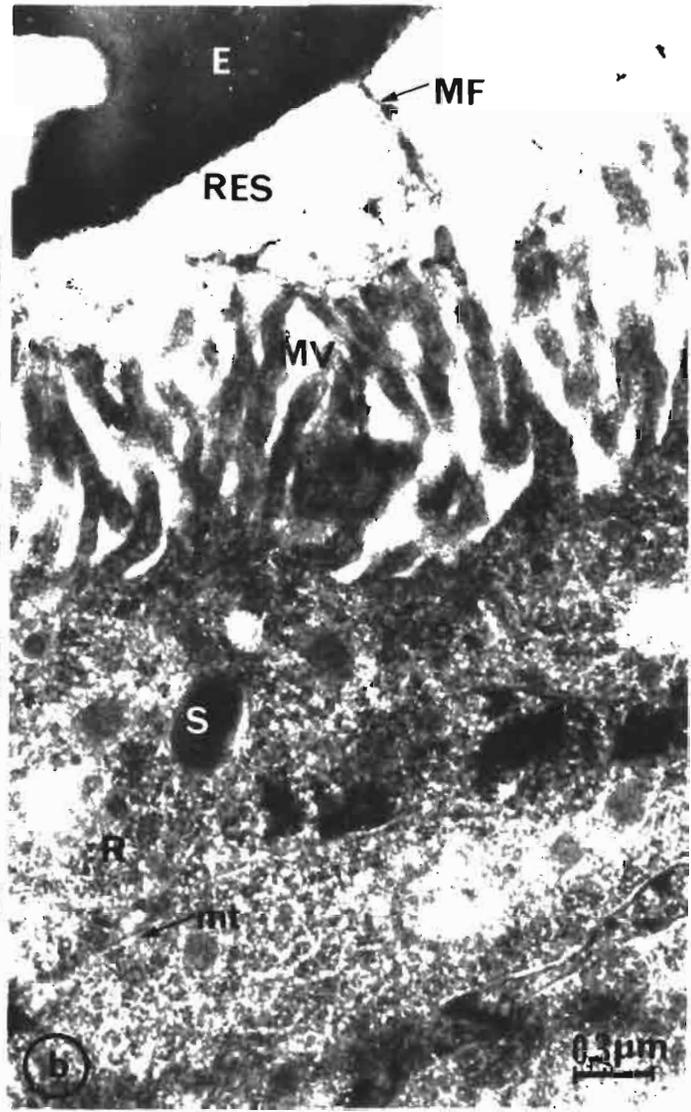
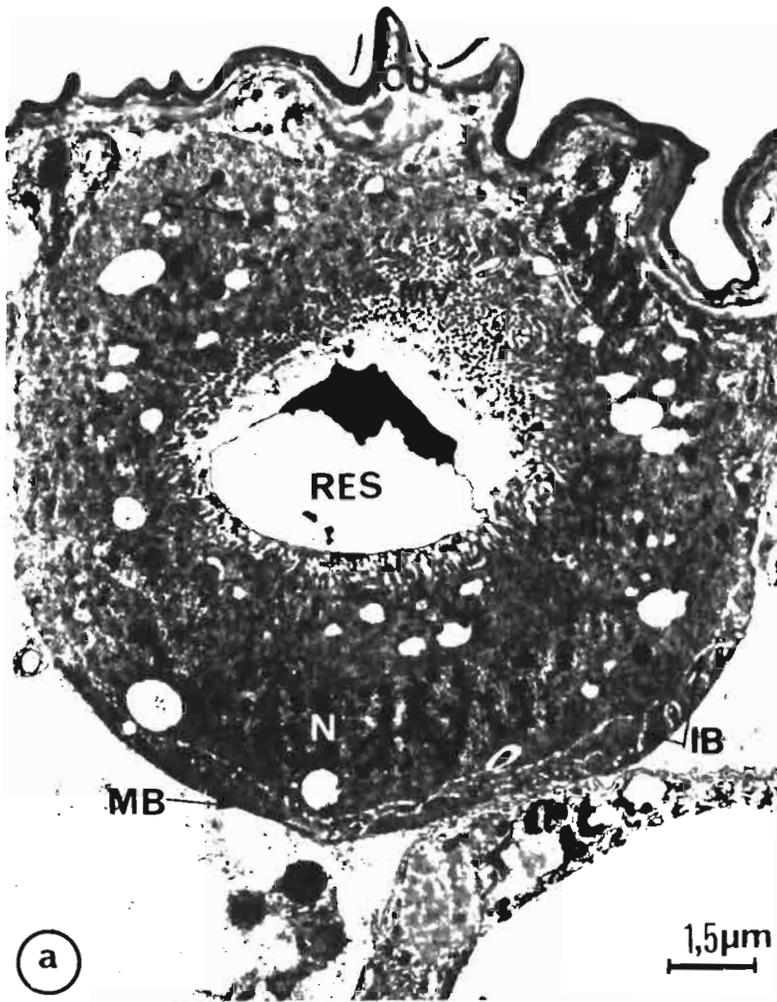
X 6000

b : Détail de la zone supra-nucléaire: A l'apex, la cellule présente des "filaments" (MF) reliant l'écaille (E) aux microvillosités (MV) à la base desquelles se trouvent des figures de sécrétion (S), des microtubules (mt) et des ribosomes libres en abondance (R).

X 34.000

c : Détail de la zone infra-nucléaire: Cette zone renferme des sécrétions (S), de l'ergastoplasme (ERG), des mitochondries (m), des ribosomes (R) libres en abondance. A la base, la membrane plasmique (MB) présente quelques invaginations (IB).

X 40.000



### 2.2.2 Discussion

#### - Morphologie et ultrastructure de la glande à phéromone sexuelle femelle.

Chez les lépidoptères étudiés jusqu'alors, les glandes qui produisent des phéromones sont constituées par une différenciation épidermique de la membrane intersegmentaire située entre les 8 et 9 segments abdominaux, la seule exception décrite à ce jour concerne Estigmene acrea D. pour lequel l'épithélium glandulaire se situe à la face interne des papilles anales entre les segments 9 et 10 (ZAGATTI, 1981).

Chez la plupart des noctuelles Tortricides (FATZINGER, 1972) et chez certaines Phycitines particulièrement Vitula edmandsae (WEATHERSTON et PERCY, 1968), Ephestia kuehniella et Plodia interpunctella (JEFFERSTON et al., 1968), la glande forme un anneau complet autour de l'ovipositeur. Par contre, chez d'autres Noctuelles, la glande peut être située dorsalement (Autographa californica, Pseudoplusia includens) ou ventralement (Spodoptera exigua) sur la membrane intersegmentaire des segments abdominaux 8 et 9).

D'après nos observations, la position de la zone glandulaire sécrétant la phéromone sexuelle, chez E. ceratoniae est donc comparable à celle observée chez Spodoptera exigua.

Les nombreux replis et mamelons que nous avons observés à la surface de l'aire glandulaire, en microscopie électronique à balayage semblent être très courants chez les Lépidoptères nocturnes possédant ce type de glande (WEATHERSTON et PERCY, 1969), par contre nous notons l'absence de soies ou d'épines à la surface glandulaire chez E. ceratoniae. La phéromone est emmagasinée dans les replis qui lors de l'éversion de la glande, servent de plaque d'évaporation.

L'ultrastructure des cellules glandulaires d'E. ceratoniae est comparable à celle des Tortricides (PERCY, 1974) et des Noctuelles (PERCY, 1979, FARINE, 1981). Dans le cytoplasme, la pré-

sence d'un ergastoplasme relativement abondant suggère l'existence d'une composante protéique entrant dans la composition du mélange phéromonal d'E. ceratoniae, non déterminée au cours de nos expériences. Mais aucune corrélation précise n'a pu être faite entre l'évolution de ces organites et le rythme de sécrétion phéromonale (PERCY, 1974).

La présence des canaux poraires dans l'épicuticule se trouve pratiquement dans tous les cas de cellules de type 1 des glandes à phéromones sexuelles des Lépidoptères femelles.

#### - Morphologie et ultrastructure de l'appareil glandulaire mâle

Les aphrodisiaques sont produits par les mâles au cours du comportement précopulatoire. Les organes qui les produisent peuvent se rencontrer sur toutes les parties du corps de l'insecte. Chez de nombreux Lépidoptères nocturnes les androconies sont réunies en deux touffes localisées dans des poches peu profondes qui s'ouvrent dans les sternites 2 à 5. Chez les Tortricides et certaines Phycitines, l'appareil odorant se trouve dans un repli des ailes antérieures (GRANT, 1978). Les organes phéromonaux peuvent être portés par les palpes labiaux (cas de la noctuelle Trotosema sordium B.) ou sur le thorax (Spodoptera frugiperda Sm.) (in ZAGATTI, 1981); chez certaines pyrales, il y a à la fois des glandes alaires et des glandes abdominales (Eldana saccharina). Nos observations ont montré que, dans le cas d'E. ceratoniae, l'appareil odorant se trouve non pas au niveau des ailes antérieures mais ventralement entre les 7<sup>ème</sup> et 8<sup>ème</sup> segments abdominaux.

En microscopie électronique à balayage, les androconies formant les pinceaux et les écailles associées aux cellules sécrétrices d'E. ceratoniae sont recouvertes de côtes longitudinales entre lesquelles s'ouvrent une multitude de pores. Cette structure est comparable à celle observée chez Manduca sexta (GRANT et EATON, 1973) et Pseudaletia unipuncta (FARINE, 1981). Chez cette dernière, la soie androconiale apparaît constituée d'alvéoles caractéristiques en "nid d'abeilles"; chez les Rhopalocères, SELLIER (1971) observe le même type de structure que celle que nous avons rencontrée au niveau des androconies et des écailles glandulaires.

A notre connaissance il n'existait aucune étude ultrastructurale complète des cellules glandulaires associées aux pinceaux androconiaux. Nos résultats confirment les hypothèses émises par GRANT (1971), THIBOUT (1972), WEATHERSTON et PERCY (1969, 1977) dans le cas de Tortricides et des Phycitines étudiés.

### 2.2.3 Comportement sexuel d'*E. ceratoniae*

#### - Cycle d'émission de la phéromone sexuelle

Comme chez la plupart des Lépidoptères crépusculaires ou nocturnes l'émission de la phéromone sexuelle est liée à un cycle journalier qui varie avec les conditions extérieures et physiologiques. La connaissance de ce cycle est donc indispensable à la réalisation des diverses analyses.

La détermination du rythme d'émission de la phéromone a été réalisée à l'aide d'observations sur les femelles installées en cages d'élevage car celles qui sont isolées dans des petites boîtes ne réagissent plus.

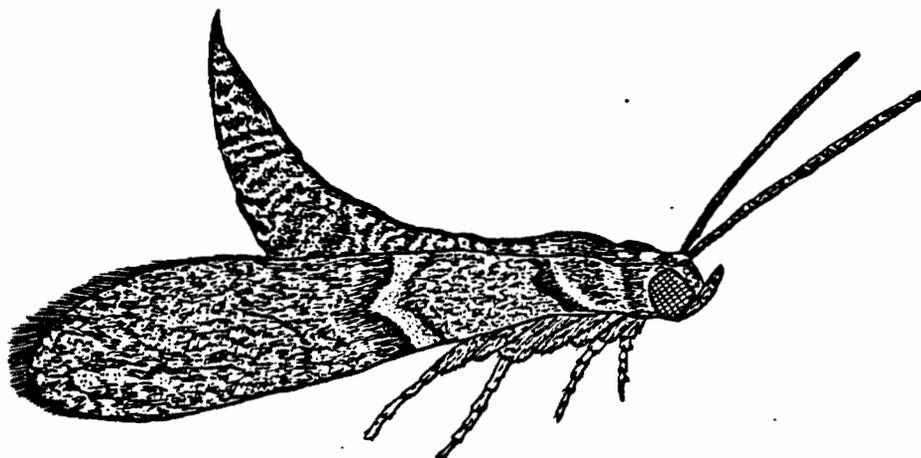
Ainsi, pour définir précisément la période d'activité sexuelle de cette espèce, nous avons observé 39 femelles âgées de 3 jours pendant toute la durée de la scotophase (8 heures en lumière rouge). Le but de ces observations était de préciser la période optimale de l'activité sexuelle afin d'effectuer les prélèvements des glandes pour l'extraction de la phéromone.

On constate en effet que la femelle qui émet la phéromone, présente une posture caractéristique dite "posture d'appel". Cette position est caractérisée par l'étalement des ailes et l'extension de l'ovipositeur, tandis que l'abdomen est recourbé vers le haut. Des mouvements d'antennes sont fréquents pendant lesquels la tête est relevée (FIG. 22). Il semble que ce soit la posture adoptée par d'autres phycitines: *Dioryctria abietella* Denis, *Ephestia elutella* H., *Plodia interpunctella* H. (FATZINGER et al., 1971) où la femelle, se posant sur un support vertical ou horizontal, adopte cette position.

FIG. 22 : POSTURE D'APPEL DES FEMELLES

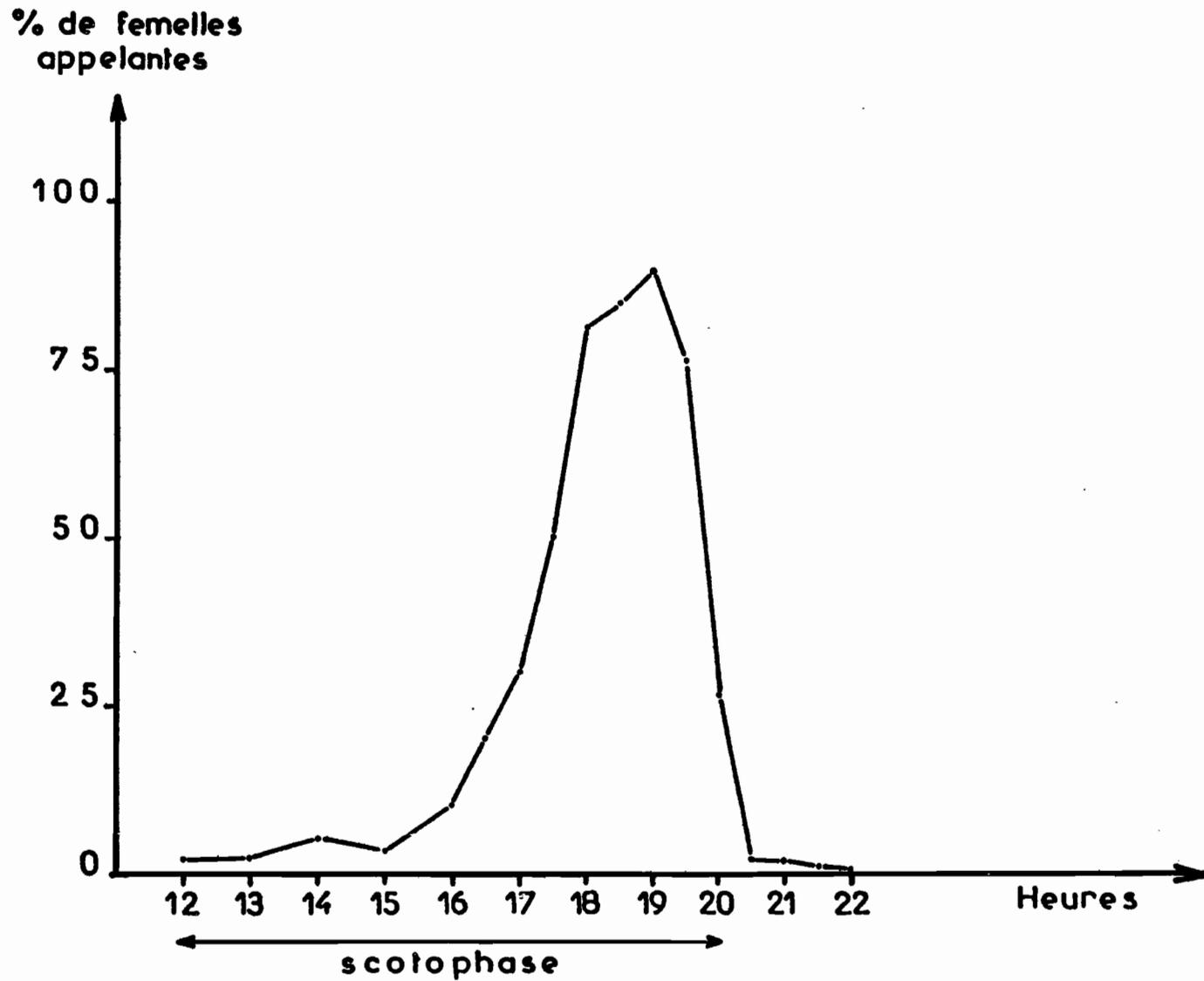


Femelle d'E. ceratoniae en position de repos  
( X 10 )



Femelle d'E. ceratoniae en position d'appel  
( X 10 )

Fig. 23 : Periode d'appel des femelles  
de 3 jours



La courbe de la figure 23 montre que plus de 5 % des femelles entrent en appel 4 heures avant la fin de la scotophase, ce pourcentage atteint son maximum une heure avant le lever du jour et diminue brusquement durant la première demi-heure de la photophase.

L'observation des femelles dès l'émergence, permet de conclure qu'une femelle âgée d'un jour peut produire un appel sexuel mais le maximum d'activité est observé chez les femelles vierges de deux à trois jours.

#### - Comportement du mâle

Les observations en cage d'accouplement montrent que l'âge des mâles intervient dans le comportement sexuel, ainsi des mâles âgés de 2 à 3 jours entrent en activité sexuelle.

Malgré la petite taille des insectes et les grandes dimensions de la cage d'accouplement, nous avons pu noter que les mâles volent au hasard au début de l'activité sexuelle, puis tendent à s'orienter vers la source d'émission de la substance attractive, en sortant les pinceaux androconiaux.

A proximité d'une femelle en position d'appel, le mâle sort ses genitalia puis touche l'abdomen et les ailes de sa partenaire par ses antennes, puis survient l'accouplement.

#### 2.2.4 Conclusion

Les études ultrastructurales sur les glandes à phéromones des Lépidoptères, malgré leur faible nombre, montrent cependant que leur morphologie est très constante et la structure de la glande produisant la phéromone sexuelle chez E. ceratoniae n'y fait pas exception. Ce travail nous a permis également de constater que, comme chez beaucoup d'insectes, il est presque impossible d'établir un lien entre la structure des cellules glandulaires, leur inclusion et les produits qu'elles secrètent lorsqu'il

s'agit de composés volatils (NOIROT et QUENNEDEY, 1974).

Les premières analyses de la phéromone d'E. ceratoniae qui sont en cours montrent qu'il s'agirait d'un mélange très complexe qui semble vraisemblablement être de même importance que chez les autres Phycitines comme Ephestia cautella (BRADY, 1971; KUWAHARA et al., 1971; READ et BEEVOR, 1976) ou Plodia interpunctella (SOWER et al., 1973 et 1974); ces auteurs isolaient 2 composés: tétradécadienyl-acétate et tétradécadienol ( $Z_9E_{12}^{TDA}$  et  $Z_9E_{12}^{TDO1}$ ).

Il serait de première importance de déterminer avec exactitude les différents composés phéromonaux afin de proposer un attractif de synthèse efficace et spécifique, dans le but d'utiliser ces résultats comme moyen d'avertissement agricole s'intégrant dans le cadre d'une stratégie de lutte intégrée.

### 3. CHAPITRE III : ETHOLOGIE ET ECOPHYSIOLOGIE D'E.CERATONIAE

#### 3.1 Etude du cycle évolutif d'E. ceratoniae (FIG. 27)

Selon BALACHOWSKY (1972), le nombre de génération d'E.ceratoniae varie du nord au sud. A la limite nord de son aire de répartition, il n'y a qu'une génération pendant l'été, plus au sud, deux générations peuvent exister dont la deuxième comportant un vol massif et souvent prolongé (août-septembre). En Afrique du Nord, les générations sont chevauchantes et sont au moins au nombre de 3. Dans le sud Tunisien (Meknassy), nous avons pu dénombrer 4 générations successives se déroulant de mai à novembre. Le nombre de génération varie d'un pays à l'autre et d'une plante-hôte à une autre dans le même endroit (DOUMANDJI, S.1981).

Pour l'étude du cycle, il nous a paru plus commode de commencer par le stade dont la durée est la plus longue; il s'agit du stade larve âgée qui débute en décembre et finit en avril de l'année suivante. C'est en fait l'état de diapause au cours duquel les chenilles âgées d'E. ceratoniae peuvent passer l'hiver et le début du printemps.

##### 3.1.1 Reprise d'activité et nymphose

Vers le mois de décembre, correspondant à la fois à la fin de la récolte et aux conditions défavorables au développement; les larves du dernier stade, issues de la dernière génération, entrent en état de diapause. C'est un caractère d'adaptation de l'insecte au climat qui lui permet de résister aux mauvaises conditions climatiques. C'est toutefois une diapause facultative qui ne se manifeste que sous l'influence des facteurs du milieu.

Le fruit desséché et les débris de grenades ou de pistaches jouent le rôle d'hibernaculum pour les chenilles hivernantes et d'abri contre les intempéries. Le fruit peut rester accroché à l'arbre ou tomber au sol, c'est le cas le plus fréquent.

Dans ces débris, la larve, reste allongée, au milieu des grains et des fragments deséchés de l'endocarpe et des granules ~~excrémentitiels~~ rarement enchevêtrés par des filaments soyeux, c'est au courant d'avril que la larve entre en nymphose avec éventuellement la possibilité d'une reprise préalable d'une activité nutritionnelle aux dépens des fragments de grenades secs.

Au terme de sa croissance et à l'approche de la nymphose, la chenille du dernier stade larvaire rejette du méconium et s'immobilise après avoir aménagé une logette le plus souvent dans le fruit desséché dont elle s'est nourrie auparavant, dans des débris agglomérés par de la soie mêlés à des granules ~~excrémentitiels~~. Le stade prénymphe dure en moyenne deux jours et l'insecte se transforme progressivement en nymphe vraie avec deux crochets à l'extrémité postérieure et 7 épines fortement sclérifiées au niveau des 7 premiers segments abdominaux.

Au moment de la nymphose, la larve après avoir tissé un cocon à structure lâche, prépare la sortie du futur adulte en aménageant un passage ou tunnel au bout duquel ne subsistent que quelques fils de soie faciles à trancher pour le futur papillon. La chrysalide a toujours la tête tournée vers l'orifice de sortie. A la nymphose la chrysalide a une coloration brun clair qui devient marron foncé avant la sortie de l'imago. La durée nymphale, calculée sur 186 individus, dans les conditions naturelles, est en moyenne de  $7,69 \pm 0,16$  jours.

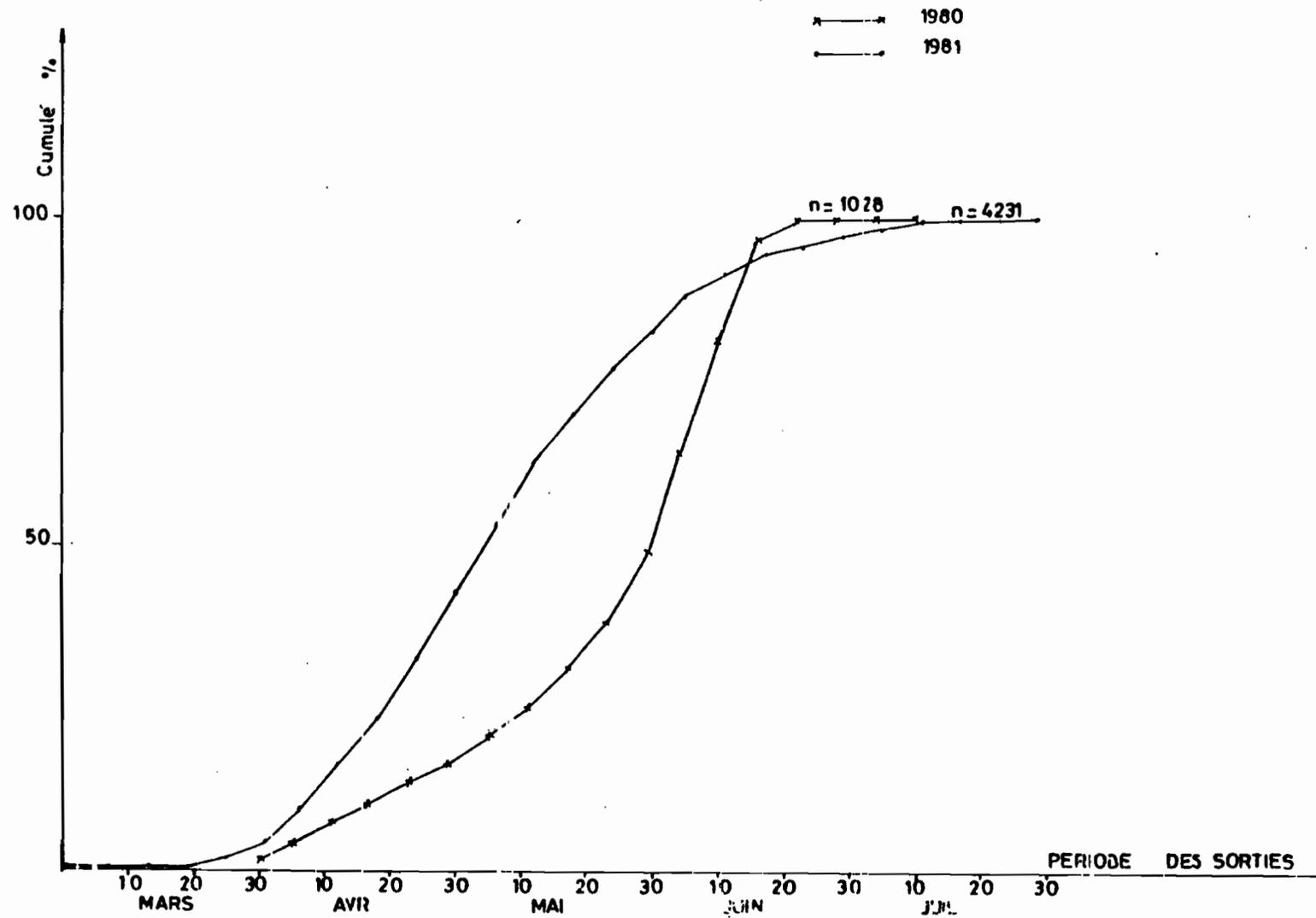
### 3.1.2 Vol des adultes

En raison de son importance sur le plan pratique, l'étude de la période de vol est indispensable, c'est par elle que l'on détermine l'époque des traitements.

Immédiatement après la récolte, des fruits manifestement attaqués sont gardés soit en cage, soit en éclosoirs de sortie, qui sont exposés directement aux facteurs climatiques ambiants.

Dans ces conditions l'émergence des adultes débute en mars à Meknassy (Ksar Ghriss). Plus de 50p. cent des adultes sont sortis

Fig.24 : Vol des adultes d'E. cératoniae  
KSAR GHERIS



vers la fin mai, en 1980, et pendant la première semaine de mai, en 1981 (FIG.24). Dans les oasis, l'apparition des premiers adultes est plus précoce mais l'émergence s'étend sur une période plus longue et les 50 pour cent d'émergence sont atteints pendant la dernière semaine d'avril (FIG.25). Le facteur responsable de ce décalage d'apparition d'adultes serait la température, dans la mesure où les basses températures ont un effet favorable sur le déroulement de la diapause (puisque'en hiver il fait plus froid dans les oasis qu'à Ksar Ghriss).

Les périodes de début, de fin et de pointes d'émergence varient beaucoup d'une année à l'autre et selon les localités. Le pic des sorties se produit au cours du mois de mai à la station de Ksar Ghriss où le décalage d'émergence peut d'ailleurs aller jusqu'à 20 jours, selon les années. Par contre à Tozeur, le maximum de sortie s'observe à la mi-avril pour l'année 1981.

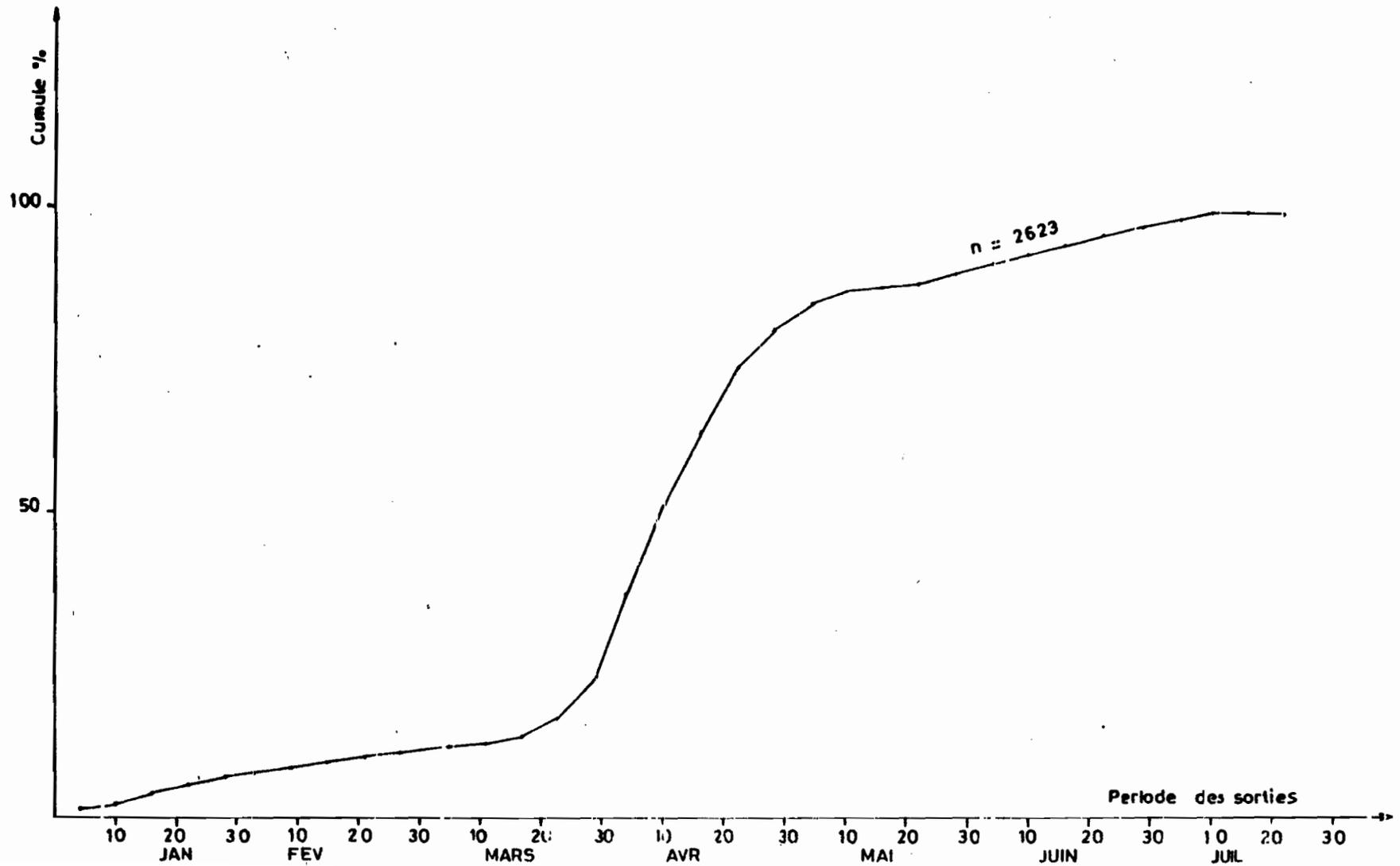
Le décalage de sortie d'adultes est encore plus accentué (FIG. 24 et 25). Ceci est certainement imputable aux conditions climatiques du milieu du fait que les éclosiers à Tozeur étaient abrités en début d'année afin d'éviter leur "disparition".

Il convient de noter que cette période de reprise d'activité coïncide avec les stades phénologiques réceptifs du grenadier (nouaison). Ainsi grâce aux prélèvements systématiques effectués à partir de mai, pour les deux années consécutives (c'est-à-dire depuis la nouaison jusqu'à la maturité des grenades) nous avons pu étudier le comportement de l'insecte à ses différents stades.

### 3.1.2.1 Comportement de l'insecte

Les adultes de moeurs crépusculaire sont difficiles à découvrir pendant le jour. L'activité de vol se manifeste dès les premières heures de la nuit. Le tableau XIV montre que le maximum de sortie d'adultes obtenus à partir des larves ramassées au cours des divers prélèvements et placées dans les conditions naturelles, a lieu vers la 3<sup>ème</sup> heure de la nuit (= 20 heures). Dès la première nuit qui suit l'émergence l'accouplement peut avoir lieu et la ponte débute aussitôt après.

Fig. 25 : Vol des adultes d'E. cératoniae  
TOZEUR (1981)



### 3.1.2.2 Comportement de ponte

#### - Choix de l'espèce végétale

Dans le sud Tunisien les plantes-hôtes susceptibles d'abriter les larves de la pyrale des caroubes sont les grenadiers, pistachiers, palmiers dattiers, caroubiers, acacias, amandiers.

Lors de nos observations dans la région de Meknassy, nous n'avons jamais trouvé d'attaque d'Ectomyelois sur Acacia situé à proximité des parcelles de grenadiers et de pistachiers.

Dans les parcelles de pistachiers de variété Mateur et Elguetar, les premières attaques n'ont été relevées que vers la deuxième quinzaine d'août, période correspondant à la 3<sup>ème</sup> génération sur grenadiers. D'après nos observations, le grenadier est donc l'espèce végétale préférée et la plus attaquée par Ectomyelois. Les parcelles de grenadiers bien entretenues peuvent être, le cas échéant, envahies par des arrivées extérieures de papillons en provenance de grenadiers abandonnés situés à proximité. C'est d'ailleurs ce que nous avons observé lors de visites dans les petites et moyennes exploitations concernant des pieds de grenadiers abandonnés et qui sont attaqués à 100 p. cent.

#### - Choix de l'organe végétatif

Les femelles d'Ectomyelois déposent leurs oeufs sur les fruits et les feuilles de grenadier qui sont situées au voisinage des fruits.

Au laboratoire la présence du végétal n'est pas indispensable pour l'obtention d'une ponte convenable comme c'est le cas pour le carpocapse (AUDEMARD, 1976). Ectomyelois préfère pondre sur des supports rugueux; la femelle palpe avec son ovipositeur le support de ponte qui constitue un stimulus pour l'oviposition.

Nous avons comparé les proportions d'oeufs déposés dans les diverses localisations, lors des expériences effectuées dans les parcelles de grenadiers, variété Gabsi. Le manchon de ponte

(FIG.7) contenant un couple et entourant les diverses parties végétatives du grenadier, offre ainsi à la femelle la possibilité de choisir parmi des organes variés: feuilles, fruits, jeunes rameaux.

### TABLEAU IV

Localisation des oeufs d'Ectomyelois sur grenadiers à Ksar Ghriss (2<sup>ème</sup> vol: juillet-août 1980).

Nombre total d'oeufs pondus	LOCALISATION DES OEUFS FERTILES				Nombre de Couples	Femelles n'ayant pas pondu
	Feuille	Pédoncule	Corps du fruit	Calice du fruit		
540	46	29	175	290	168	54
pourcentage	8,51	5,37	32,40	53,70		

Il ressort du tableau IV que c'est le calice qui s'avère le site privilégié pour le dépôt de l'oeuf. Ceci confirme les observations réalisées sur fruits dans la nature. Les oeufs sont présents uniquement dans le calice, isolément, soit sur la paroi interne du calice, soit sur les étamines et le pistil. Dans tous les cas, les larves issues des oeufs déposés sur les divers organes végétatifs se regroupent, tôt outard, dans le calice.

Il convient de signaler que la majorité des femelles placées en manchons n'a pas pondu; ceci peut être dû au fait que l'accouplement ne se manifeste que lorsque les conjoints disposent d'assez d'espace, et même l'effet des facteurs écologiques n'est pas à exclure puisqu'au laboratoire, des femelles vierges peuvent pondre. Il faut signaler que quelques femelles stériles ont pondu sur la tulle du manchon.

Par ailleurs, au cours des prélèvements effectués sur dattes, la majorité des oeufs se trouve localisée sur l'enveloppe ou pulpe de la datte (cf. Tableau V).

TABLEAU V

Localisation des oeufs d'E. ceratoniae sur datte

	Pédicelle	Périanthe (calice)	Enveloppe de la datte	TOTAL
Nombre d'oeufs	44	113	1118	1275
%	3,45	8,86	87,68	

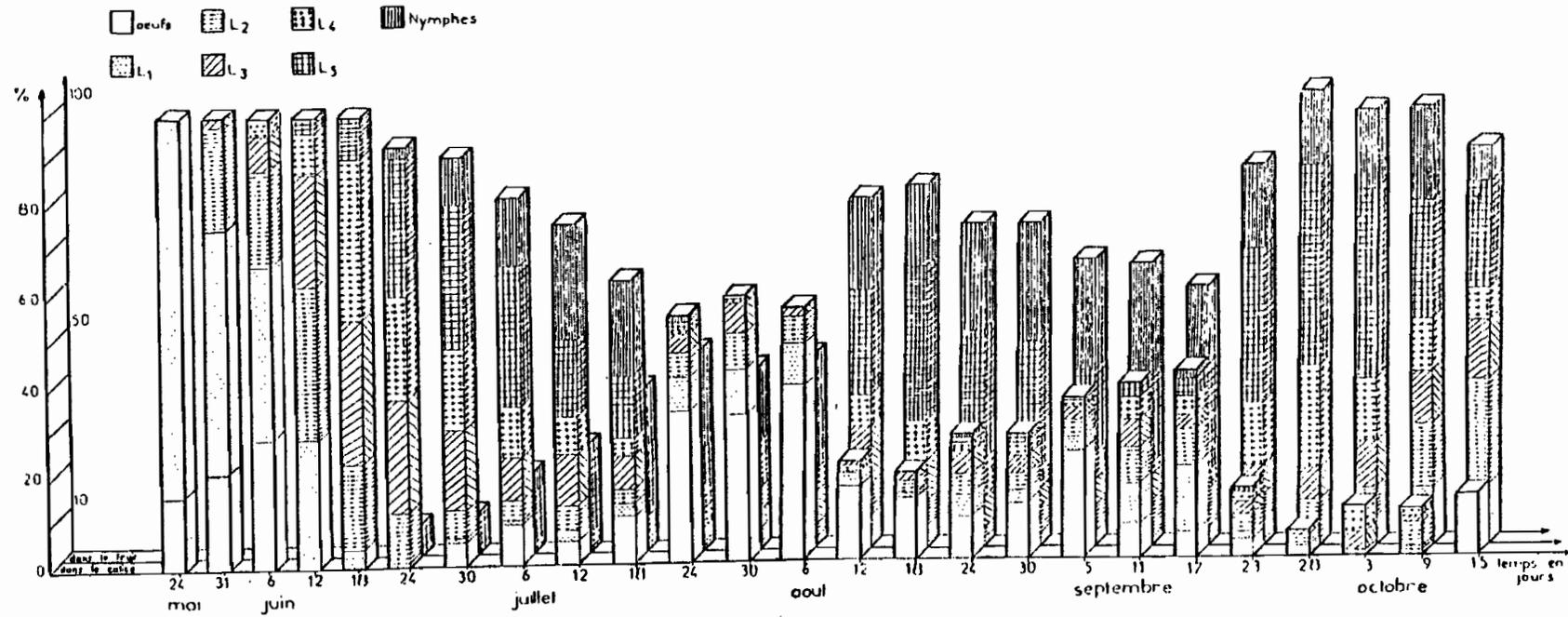
### 3.1.3 Localisation des différents stades larvaires

Il résulte de ce qui précède que la plupart des oeufs sont déposés dans "l'oeil" de la grenade, ou sur datte. L'oeuf fraîchement pondu est blanc, luisant, de forme ovale; il présente de fins dessins géométriques et mesure 0,56mm selon le grand diamètre. Dans tous les cas, les pontes décelées sur grenades ou sur dattes on été fertiles; quelques heures après la ponte les oeufs virent alors au rose; une durée d'incubation de 3 à 4 jours dans les conditions climatiques ambiantes est nécessaire. Après l'éclosion, les jeunes larves néonates, issues des oeufs pondus à l'extérieur du fruit, gagnent l'intérieur du fruit, là où elles trouvent leur nourriture et sont bien également abritées contre les intempéries.

La localisation des divers stades a été, entre autres, étudiée sur grenades.

Se trouvant dans le calice, les chenilles s'alimentent des reliquats d'étamines et de pistil, puis, en fonction de l'âge, elles se nourrissent, un certain temps, en rongant superficiellement l'épiderme du calice. Ce ne sont que les stades âgés qui forent la base du calice pour pénétrer à l'intérieur du fruit. L'oeil de la grenade est alors rempli par les déjections et les exuvies.

Fig.26: LOCALISATION DES DIFFERENTS STADES D'ECTOMYELOIS  
CERATONIAE Z, DANS LA GRENADE (KSAR GHRIS 1980)



**TABLEAU : VI**  
**LOCALISATION DES STADES D'E. CERATONIAE DANS LE FRUIT**  
 (examen de fruits présentant des symptômes d'attaque - Ksar Ghriess 1980)  
 (grenades)

Date de prélèvement	Dans l'œil de la grenade							A l'intérieur du fruit						Total	
	W	L1	L2	L3	L4	L5	N	L1	L2	L3	L4	L5	N		
24/5/80	6	31	-	-	-	-	-								37
31/5	11	28	12	1	-	-	-								52
6/6	31	42	23	9	4	-	-								109
12/6	-	21	25	18	7	3	-								74
16/6	-	8	38	63	70	19	-								198
24/6	-	3	48	115	101	140	16						30		453
30/6	58	13	71	202	200	358	122						104		1128
6/7	84	12	51	104	123	341	178				21	132	49		1095
12/7	29	14	34	72	52	105	168			7	20	107	17		625
18/7	59	15	16	42	19	75	133	1	1	9	28	90	74		562
24/7	392	89	64	46	12	29	31	1	15	40	42	154	241		1156
30/7	460	139	112	97	21	10	13	18	40	56	72	145	224		1407
6/8	326	75	48	29	11	5	2	17	22	61	39	116	83		834
12/8	58	10	7	5	1	-	-	26	24	45	25	82	71		354
18/8	122	11	22	11	3	1	-	45	48	81	79	298	163		884
24-8	54	27	26	28	15	9	5	10	11	41	46	162	132		566
30-8	75	19	21	24	17	10	3	18	34	23	26	168	151		589
5/9	113	15	19	17	7	-	3	15	29	27	27	88	117		477
11/9	16	20	17	14	10	6	-	3	18	13	4	41	55		217
17/9	13	35	19	8	9	11	6	10	21	1	7	57	41		238
23/9	10	4	9	7	5	3	-	13	15	14	33	81	44		238
28/9	-	4	4	2	-	-	-	-	13	16	40	63	29		171
3/10	1	-	4	7	-	-	-	7	7	11	15	34	19		105
9/10	2	2	11	3	4	-	-	26	29	22	24	38	43		204
15/10	32	1	-	-	-	-	-	31	55	31	17	47	18		232
<b>Total</b>	<b>1952</b>	<b>638</b>	<b>701</b>	<b>924</b>	<b>691</b>	<b>1125</b>	<b>680</b>	<b>241</b>	<b>382</b>	<b>498</b>	<b>565</b>	<b>2037</b>	<b>1571</b>		<b>12.005</b>

Au terme de leur croissance, les chenilles forent, autour du pistil, des trous d'entrée à raison d'un à deux trous par fruit. Ce sont donc les larves âgées qui assurent le processus de pénétration, surtout lorsqu'il s'agit d'un fruit attaqué pour la première fois. Les jeunes stades larvaires, issues de la deuxième et surtout de la troisième génération, se trouvent au contact de fruits déjà perforés (c'est ce qui ressort bien à la figure 26, sur laquelle nous avons porté le pourcentage des divers stades existant dans le calice et le fruit) et ces jeunes stades larvaires peuvent cette fois pénétrer aisément à l'intérieur du fruit. La pénétration est donc d'autant plus importante que les générations se succèdent; en effet vers la période de la récolte, tous les stades, à l'exception des oeufs, se trouvent à l'intérieur du fruit. C'est donc uniquement au cours de la première génération que la plus grande partie du développement larvaire et nymphal se passe dans "l'oeil" de la grenade.

#### 3.1.4 Etude de la durée du cycle de développement

L'étude de la durée du cycle d'E. ceratoniae, dans les conditions naturelles a été réalisée à l'aide de deux procédés expérimentaux:

- l'ensachage des fruits
- le suivi et le contrôle périodique des stades

##### 3.1.4.1 Ensachage des fruits

Un certain nombre de fruits sont ensachés, en principe avant le début d'attaque, afin d'éviter toute infestation ultérieure ; ce n'est qu'au cours de la deuxième génération, qu'ils sont remis à nu pendant 5 jours, pour infestation (du 15 au 20/7) correspondant ainsi à un taux d'attaque de 33% dans la parcelle.

Le contrôle est alors effectué journallement, à partir du 20 Juillet 1980, en notant les fruits attaqués et la sortie d'adultes.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau VII. Le cycle de développement complet varie de 44 à 49 jours en fonction

de la date du dépôt des oeufs sur les fruits durant la période d'exposition de ces derniers.

TABLEAU VII

Etude du cycle de développement d'E. certoniae dans les conditions naturelles (au moyen des fruits ensachés et exposés du 15 au 20/7/80)

DATE DE SORTIE	27/8	28	29	30	31	1/9	2	3	4	5	6	7	MOYENNE EN JOURS
NOMBRE D'ADULTES SORTANT	7	13	9	11	18	26	31	29	37	46	22	7	
DUREE DU CYCLE CALCULEE A PARTIR DU 15/7	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
	301	572	405	506	846	1248	1519	1450	1887	2392	1166	378	49,50
DUREE DU CYCLE A PARTIR DU 20/7	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	
	266	507	360	451	756	1118	1364	1305	1702	2162	1056	343	44,49

3.1.4.2 Suivi périodique des stades de développement

Parallèlement à l'ensachage des fruits et pour déterminer les durées exactes de développement larvaire et nymphal dans les conditions naturelles, des oeufs pondus par des femelles de la deuxième génération, début août, sont placés en éclosoirs disposés dans la nature. Nous avons noté les dates d'éclosion, de nymphose et d'émergence des adultes, les résultats sont reportés au tableau VIII.

Dans les conditions naturelles et favorables, avec une température oscillant de 25 à 35°C et une hygrométrie de 50 à 90% ,

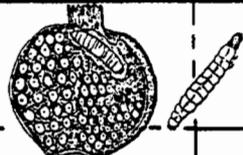
**Tableau: VIII**

**CYCLE DE DEVELOPPEMENT D'E. CERATONIAE DANS LES CONDITIONS NATURELLES  
KSAR GHRISS**

Durée d'incubation	Durée de développement larvaire (en jours)	Nombre des chenilles	Durée de la Nymphose en jours	Nombre des Nymphes	Durée du cycle complet en jours	Nombre des chenilles
3 j	35	1	5	7		
	36	20	6	15	43	1
	37	20	7	51	44	1
	38	32	8	79	45	9
	39	32	9	25	46	11
	40	21	10	7	47	23
	41	15	11	2	48	35
	42	7			49	33
	43	16			50	20
	44	7			51	18
	45	4			52	5
	46	6			53	14
	47	2			54	5
	48	3			55	5
				56	3	
				57	2	
<b>Total</b>	<b>7398</b>	<b>186</b>	<b>1431</b>	<b>186</b>	<b>9123</b>	<b>185</b>
<b>Moyenne</b>	<b>39,77 ± 0,43</b>		<b>7,694 ± 0,16</b>		<b>49,31 ± 0,41</b>	

FIG. :27

CYCLE EVOLUTIF D'ECTOMYELOIS CERATONIAE ZEL. ET DES STADES PHENOLOGIQUES DU GRENADIER EN TUNISIE, 1980

dec.	janv.	fev.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.
				stade de débournement							
			fleurs longistylées 			la floraison s'étend de mars à juin					
			fleurs brévistylées 								
				nouaison et grossissement des fruits 							
				chenilles en diapause ayant hiverné à l'intérieur des déchets de grenades et de pistaches desséchées							
						nymphe issues des chenilles hivernantes					
	sortie des adultes						dépôt des œufs à l'intérieur de l'œil du jeune fruit				
	le développement larvaire et nymphal s'effectue uniquement dans l'œil de la grenade										
	sortie d'adultes issus de la 1ère génération: activité de ponte						→				
	pénétration des stades larvaires à travers le calice			2 <sup>e</sup> et 3 <sup>e</sup> Génération							
	développement larvaire et nymphal à l'intérieur de la grenade										
	sortie des adultes										

les oeufs éclosent en 3 jours; le développement larvaire, s'échelonnant sur 5 stades larvaires, dure au total 39 jours et la nymphose de 8 jours. La durée de vie des adultes est en moyenne de 9 jours. Au total, une génération demande donc globalement environ deux mois.

### 3.2 Etude des caractères écophysiologiques de l'insecte

#### 3.2.1 Emergence des adultes

L'émergence des adultes s'effectue pendant les premières heures de la nuit. 390 chrysalides, de même âge provenant d'élevage sur milieu artificiel ont été suivies jusqu'à la fin de l'émergence.

La courbe représentative (FIG.28) montre clairement que les mâles apparaissent les premiers (protandrie) pendant 3 à 4 jours, le maximum de sorties se situant vers le 7<sup>ème</sup> jour pour les deux sexes. La durée globale des sorties peut dépasser 15 jours.

#### 3.2.2 Longévité des adultes

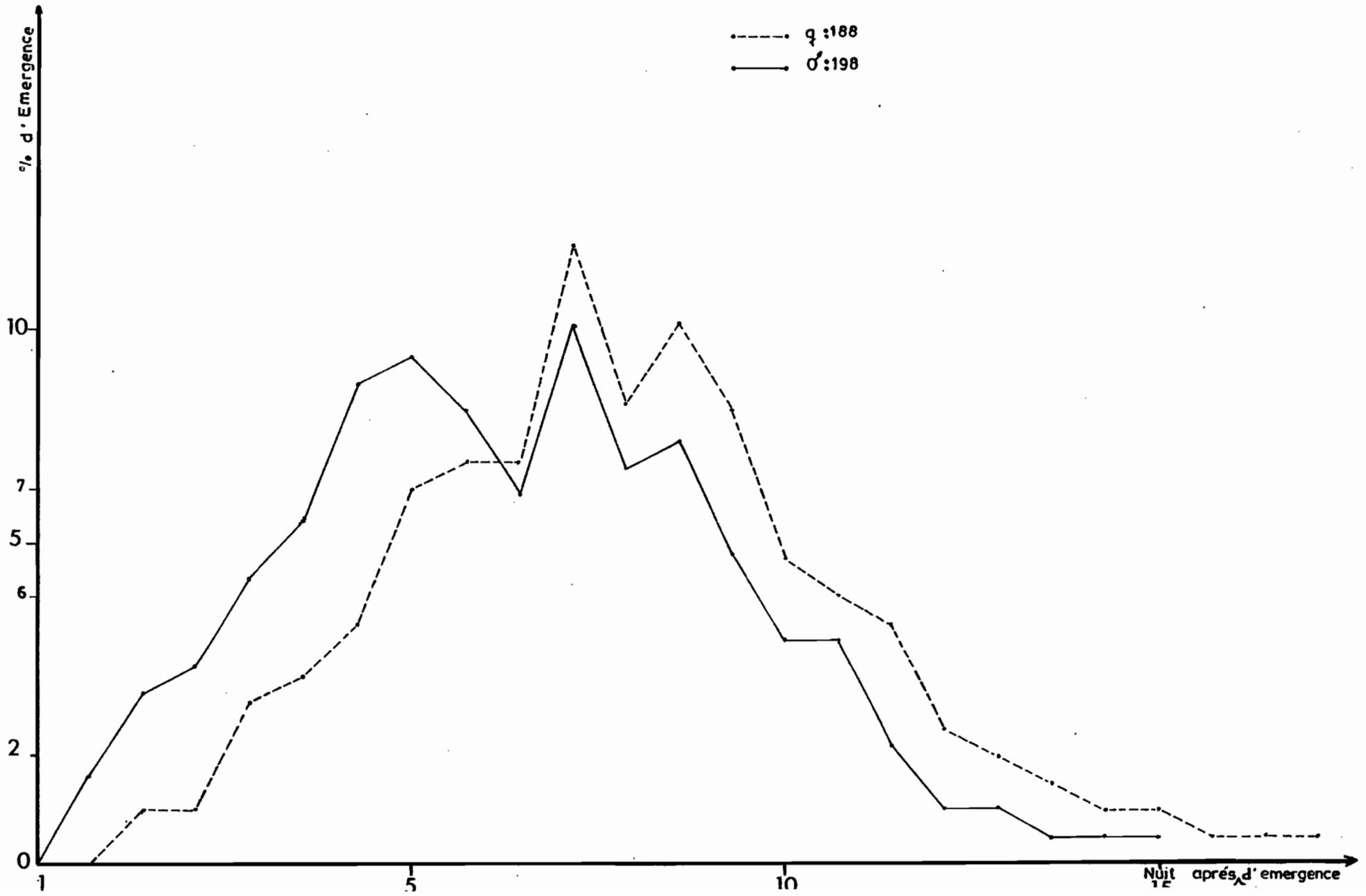
Lors des essais réalisés, en 1980, à Ksar Ghriss, en verger de grenadiers, pour étudier la localisation de la ponte, nous avons observé des durées de vie moyenne de 8 à 9 jours. La longévité des femelles était plus grande, d'environ deux jours. La longévité semble être liée aux conditions climatiques et dans une certaine mesure à la rapidité avec laquelle la femelle pond ses oeufs. C'est vraisemblablement la raison pour laquelle, au laboratoire, la longévité des femelles ne dure que de 5 à 7 jours (FIG.29).

La longévité moyenne des femelles nourries avec une solution sucrée est de  $7,05 \pm 0,42$ , alors que celle des femelles privées de nourriture est de  $6,51 \pm 0,47$ . Par contre GOTHILF (1969) signale que la longévité moyenne des femelles nourries avec une solution miellée à 30% varie de 4 à 7 jours.

#### 3.2.3 Fécondité et fertilité des femelles

La capacité de reproduction de la femelle d'Ectomyeloides dé-

Fig.28 : Courbe d'urgence des  $\sigma'$  et des  $q$ .  
Elevage sur milieu artificiel au laboratoire



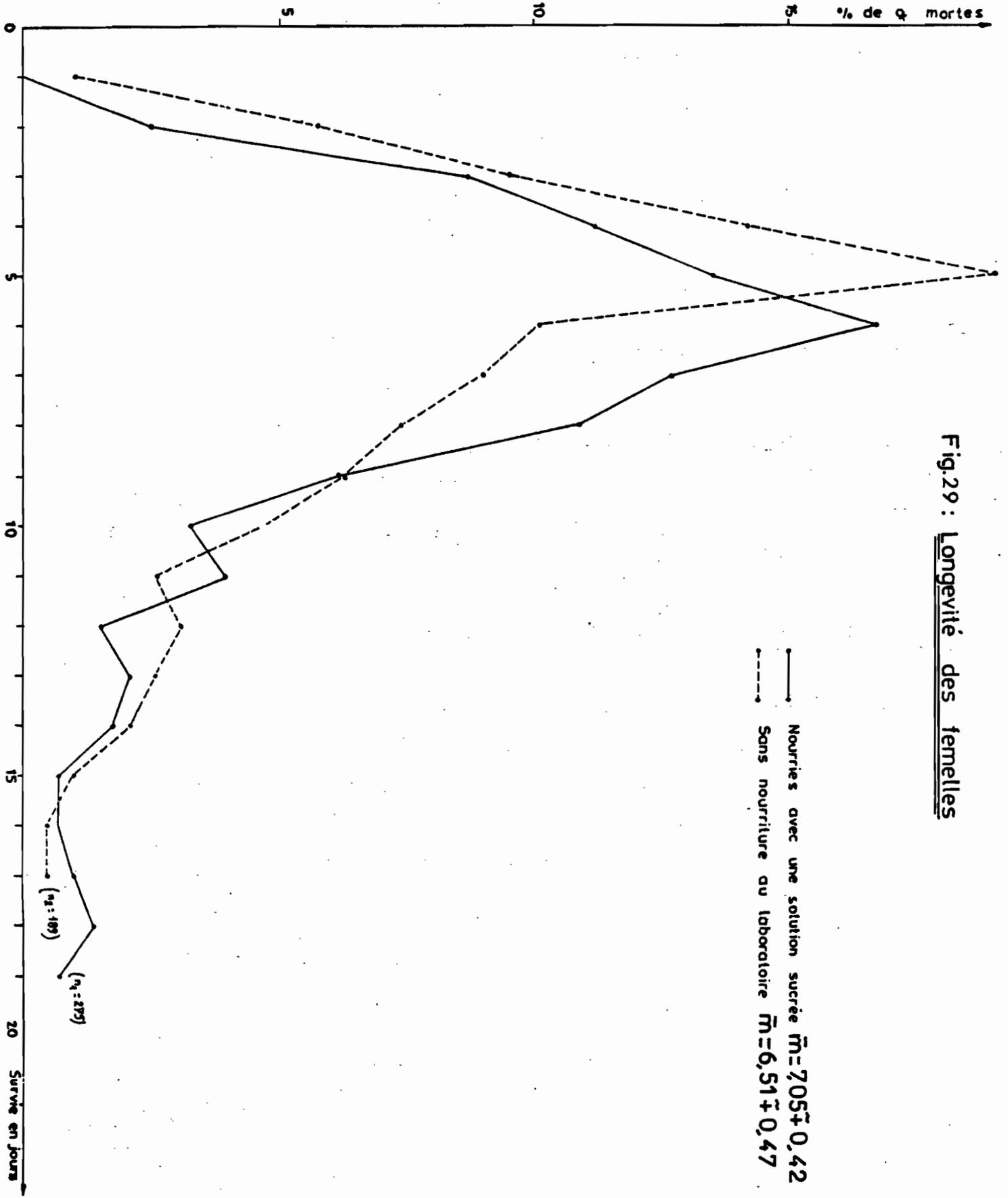


Fig.29 : Longévité des femelles

pend de certains facteurs, particulièrement de la possibilité de s'accoupler, de la longévité et de la nature des substrats de ponte. Nous avons remarqué, au laboratoire, que l'accouplement exige certaines conditions, un espace assez important avec une ventilation (comme nous l'avons indiquée précédemment). Dans des conditions bien contrôlées, une femelle peut pondre jusqu'à 215 oeufs. La ponte est maximale le 3<sup>ème</sup> jour.

Quelques heures après l'émergence, la ponte des femelles qui sont encore en éclosiers, en présence de mâles, est toujours stérile. Il s'agit en effet d'une espèce chez laquelle l'accouplement n'a lieu que lorsque les deux partenaires disposent d'assez d'espace (GOTHILF, 1968).

Nous avons également étudié la fertilité des femelles placées dans des conditions climatiques naturelles à l'aide d'une cage de grandes dimensions (3 x 1,5 x 2m) et celle de femelles placées au laboratoire dans une cage dite d'accouplement (voir plus haut FIG.8).

### TABLEAU IX

Fertilité des femelles dans la nature  
(au cours du 2<sup>ème</sup> vol., Ksar Ghriss, 1981)

		NOMBRE	%	TOTAL D'OEUFS PONDUS	MOYENNE	EXTREMES
Nombre de femelles suivies 45	femelles fertiles	30	75	1607	53,56	13-186
	femelles stériles	10	25	406	40,6	14-108

TABLEAU X

Fertilité des femelles au laboratoire

		NOMBRE	%	TOTAL D'OEUF'S PONDUS	MOYENNE	EXTREMES
Nombre de femelles suivies 96	femelles fertiles	44	45,83	1609	36,56	4-214
	femelles stériles	52	54,16	1814	34,88	6-179

Il ressort de ce qui précède que la fertilité des femelles, autrement dit l'accouplement, dépend étroitement de l'espace vital dans lequel se trouvent les adultes, ce que montre les tableaux IX et X. D'autre part ce phénomène a été confirmé par l'utilisation des manchons de ponte dans lesquels une proportion considérable de femelles ne s'est pas accouplée, et où les femelles vierges peuvent pondre mais la fécondité est relativement faible.

Par ailleurs, on note une faible proportion d'oeufs "fertiles" non éclos aussi bien dans la nature qu'au laboratoire.

C'est ainsi que la fécondité et la fertilité d'Ectomyelois sont stimulées par les fluctuations des conditions climatiques et des facteurs agissant sur l'adulte, espace vital, absorption de nourriture (CHAUVIN, 1971); la présence d'un support de ponte favorable (donc la possibilité de déposer les oeufs).

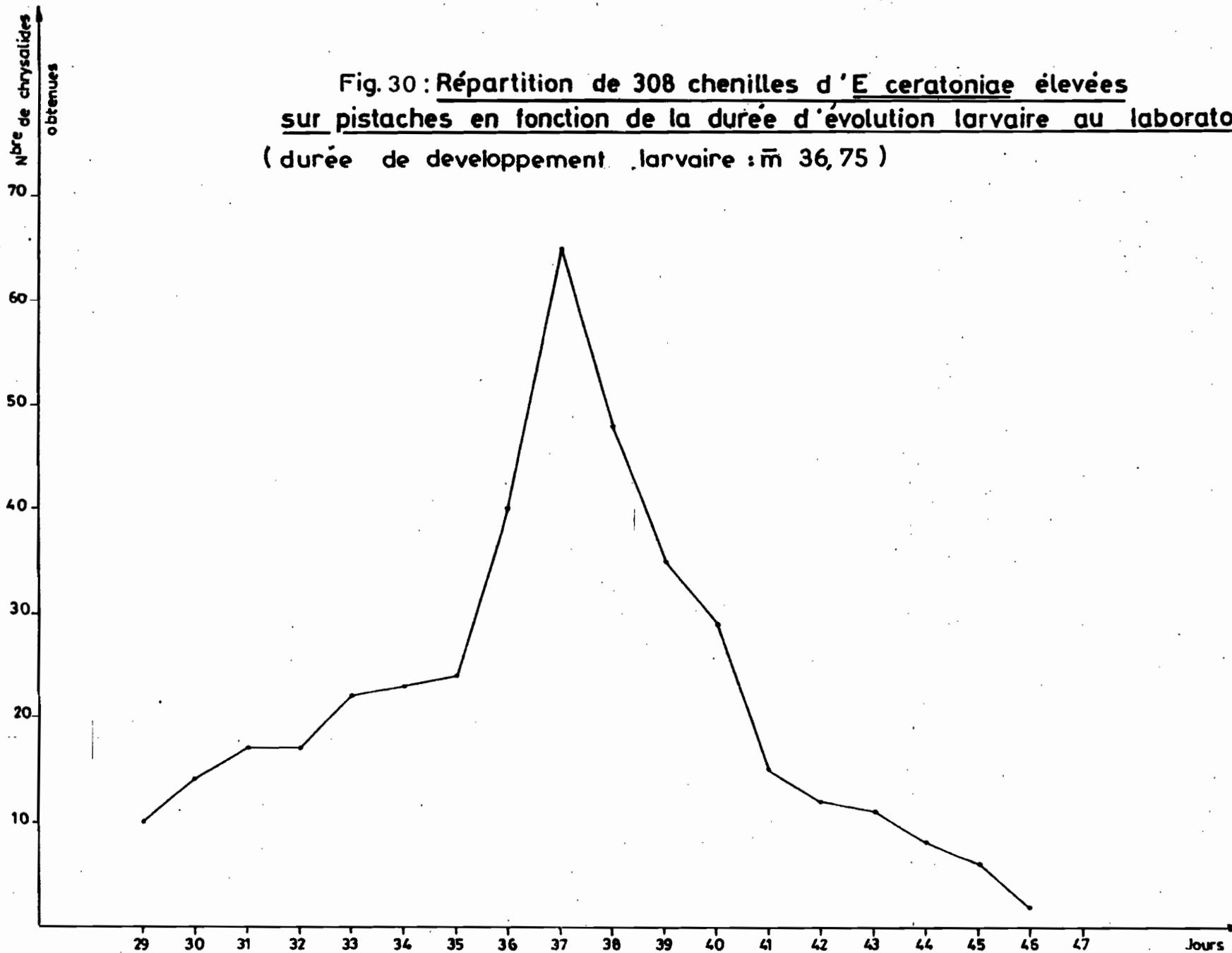
3.2.4 Vitesse de développement des différents stades en fonction des facteurs du milieu.

3.2.4.1 Durée des stades larvaires

Les durées des stades post-embryonnaires d'Ectomyelois ont été étudiées par GOTHILF (1968 et 1969) en fonction de la plante-

Fig. 30 : Répartition de 308 chenilles d'*E. ceratoniae* élevées  
sur pistaches en fonction de la durée d'évolution larvaire au laboratoire  
(durée de développement larvaire :  $\bar{m}$  36,75)

- 78 -



**TABLEAU : XI**  
**DUREE DES DIFFERENTS STADES AU LABORATOIRE (élevage sur pistaches)**

Durée d'incubat.	Nbre de chenilles	Durée de L1 (j)	Nbre de chenilles	Durée de L2 (j)	Nbre de chenilles	Durée de L3 (j)	Nbre de chenilles	Durée de L4 (j)	Nbre de chenilles	Durée de L5 (j)	Nbre de chenilles	Durée de la Nymphose	Nbre de Nymphé	Total
3	126													
4	84													
		5	62	5	17	5	68	5	24	5	13	5	10	
		6	55	6	103	6	39	6	49	6	28	6	12	
		7	44	7	68	7	33	7	45	7	35	7	42	
		8	35	8	4	8	19	8	38	8	28	8	38	
		9	3	9	4	9	18	9	29	9	19	9	32	
						10	9	10	7	10	17	10	15	
						11	10	11	4	11	16	11	9	
										12	10	12	12	
										13	11			
<b>Total</b>	<b>210</b>		<b>199</b>		<b>196</b>		<b>196</b>		<b>196</b>		<b>177</b>		<b>170</b>	<b>46,58</b>
<b>Moyenne</b>	<b>3,4</b>		<b>6,30</b>		<b>6,36</b>		<b>6,73</b>		<b>7,183</b>		<b>8,37</b>		<b>8,24</b>	

hôte et des facteurs du milieu, surtout la température. Il montre que la survie et la durée des stades dépendent étroitement de la température et de la nature de l'alimentation (gousses de caroubes, gousses d'Acacia et du milieu à base de farine de soja et de sucrose). Sur caroube la durée de vie larvaire et nymphale varie de 45 à 31 jours quand la température passe de 20 à 34°C, sur gousses d'Acacia de 32 à 25 jours quand la température passe de 25 à 34°C. La durée larvaire et nymphale est de 32 jours sur milieu artificiel à 26°C. Au laboratoire, en conditions contrôlées (27°C, HR.80% et 16 heures de photopériode) nous avons étudié la durée des différents stades, en élevage individuel, sur pistaches broyées.

Il ressort du tableau XI que la durée de vie larvaire avoisine 35 jours et le cycle de développement est de 46 jours.

Ces données se rapprochent assez de celles obtenues dans la nature dans des conditions estivales similaires.

### 3.2.5 Etude de la diapause

#### 3.2.5.1 Reconnaissance de la diapause

Il n'existe pas de critères morphologiques pour reconnaître une larve en état de diapause chez E. ceratoniae; le retard de la nymphose est le seul signe de la diapause. Généralement la période est courte entre la fin de la prise de nourriture et le début de la nymphose. COX (1979) signale que si la durée de développement, depuis l'éclosion jusqu'à l'émergence des adultes dépasse 80 jours à 20°C, ou 50 jours à 30°C, pour une photopériode de 12L/12D et une humidité relative de 70%, il y a bien eu diapause.

#### 3.2.5.2 Facteurs écologiques responsables de l'entrée en diapause

La diapause est essentiellement induite par des photopériodes courtes et par des températures basses. Le développement de l'insecte est continu tant que les jours sont longs. En effet pour COX (1979), la photopériode et la température sont les

seuls facteurs qui induisent le ralentissement ou l'arrêt du développement du dernier stade larvaire d'E. ceratoniae. Ainsi pour le même auteur la photopériode critique se situe entre 12 et 13 heures de lumière. D'après ses expériences, pour une humidité relative de 70%, à une température de 30°C, il n'a observé la diapause qu'à une obscurité continue, et à 20°C, il l'a observée à partir de 12<sup>h</sup>L/12<sup>h</sup>O.

Ces facteurs responsables de l'entrée en diapause agissent vraisemblablement sur les stades qui précèdent le 5<sup>ème</sup> stade, celui qui entre en diapause. En effet l'élevage individuel des chenilles à 20°C et à une obscurité continue et une humidité relative de 60 à 80% montre que le développement larvaire des jeunes stades est pratiquement normal et varie de 26 à 34 jours; la durée moyenne de développement des L<sub>5</sub> est nettement plus longue et varie de 79 à 97 jours. Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant (XII).

Dans la nature, le développement des larves s'effectue dans les fruits, théoriquement à l'abri de la lumière, l'effet alors de la photopériode sur la diapause ne peut se justifier que si elle agit sur les jeunes stades larvaires en voie de pénétration et surtout dans le cas des dattes. Par contre l'effet des basses températures se traduit par le ralentissement du développement larvaire pendant l'automne.

TABLEAU XII

Durée des stades larvaires en rapport avec la diapause

DATE D'ECLOSION	EFFECTIF DES CHENILLES	DUREE MOYENNE DE DEVELOPPEMENT JUSQU'A L <sub>5</sub> (EN JOURS)	DUREE MOYENNE DE DEVELOPPEMENT DE L <sub>5</sub> (EN JOURS)
19/11	32	34,53 ± 3,81	97,0 ± 4,06
26/11	33	30,88 ± 3,26	94,0 ± 2,12
27/11	28	29,5 ± 1,3	89,7 ± 1,86
2/12	52	26,06 ± 0,68	86,5 ± 2,67
4/12	57	26,48 ± 0,96	87,06 ± 1,86
5/12	55	27,0 ± 0,98	79,87 ± 1,97

L'état de diapause n'est pratiquement jamais observé au laboratoire à une température de 25 à 30°C avec une photopériode de 16L/8D et une humidité relative de 75 ± 5%.

### 3.2.5.3 Levée de la diapause dans la nature

Après la récolte, des chenilles prélevées dans un verger de grenadiers, à partir des fruits desséchés, parvenues au 5<sup>ème</sup> stade larvaire, ont été placées en conditions naturelles le 30 décembre 1980. A partir de cette date et tous les 15 jours, 50 chenilles ont été ramenées au laboratoire (25 à 30°C, 16H de lumière et 75 ± 5% d'humidité relative).

Les résultats, reportés au tableaux XIII et à la figure 31, montrent que la diapause d'Ectomyelois ceratoniae, dans la nature, à Ksar Ghriss, s'est instaurée au moins dès le mois de décembre, son "intensité" (importance) diminue progressivement pour s'éliminer vers le mois de mars.

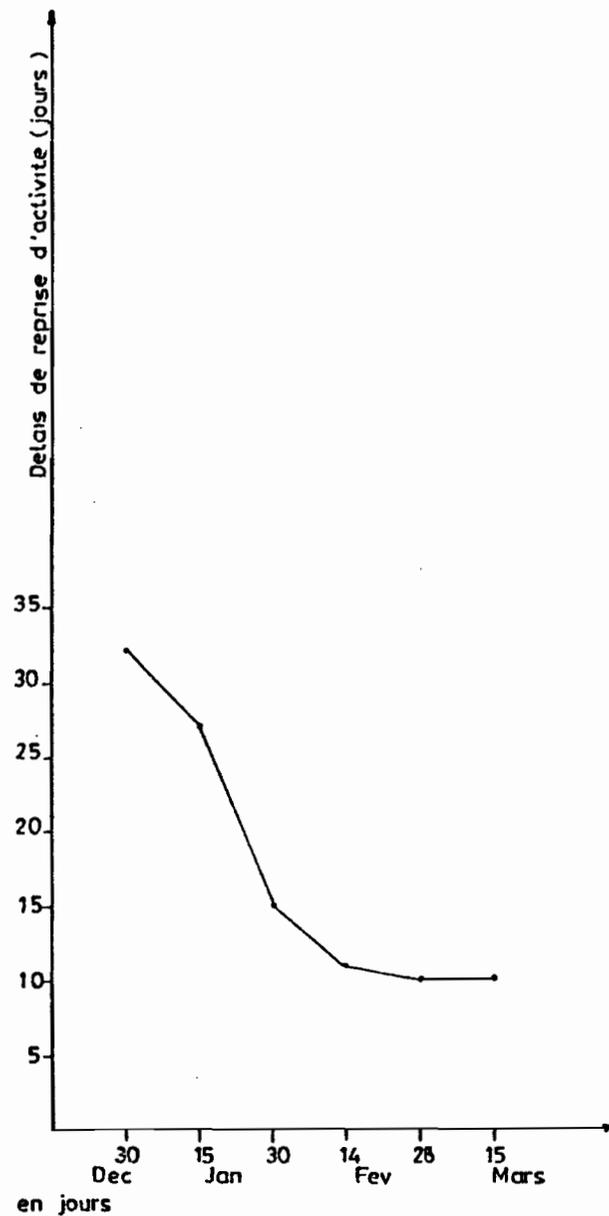
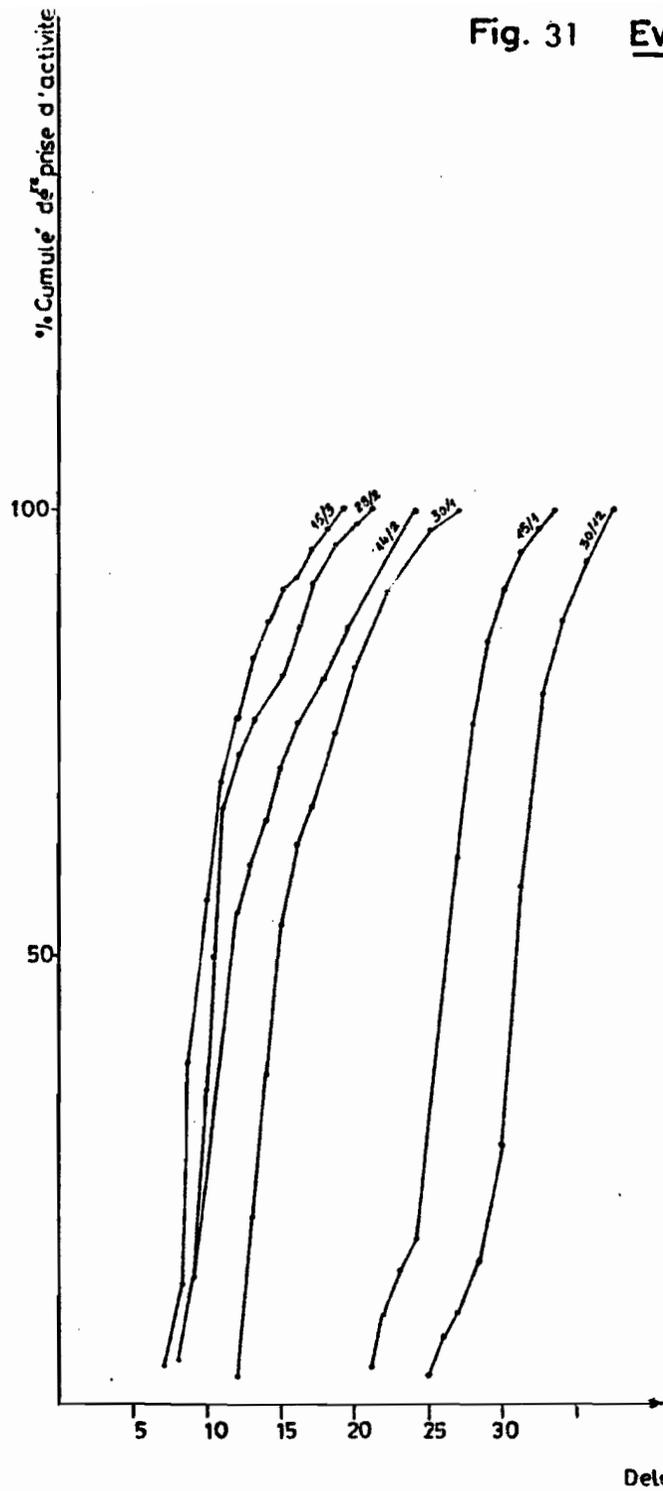
## TABLEAU XIII

### Moyennes des délais de reprise d'activité

(délai = durée en jours depuis la mise en élevage jusqu'à la nymphose)

DATE DE MISE EN ELEVAGE AU LABORATOIRE	30/12/80	15/1/81	30/1/81	14/2/81	28/2/81	15/3/81
DELAI MOYEN (EN JOURS) SUR 50 CHENILLES	32	27,5	15	12	10	10

Fig. 31 Evolution de la diapause d'Ectomyelois ceratoniae Z



En conclusion, le développement des chenilles élevées au laboratoire sur pistaches ou sur milieu artificiel est presque identique à celui des chenilles vivant sur grenades dans la nature au cours de la période estivale. Dans les deux cas, on constate l'existence de 5 stades larvaires. Par ailleurs, DOUMANDJI, S. (1981) signale qu'au laboratoire à 25°C, sur fragment de dattes, le nombre des stades larvaires varie suivant les sujets entre 5 et 8 et que la vitesse de développement des chenilles hivernantes se fait différemment selon le type de fruit-hôte se traduisant ainsi par des émergences imaginaires plus ou moins précoces.

Parmi les plantes-hôtes existant dans la station expérimentale, le grenadier s'avère l'espèce végétale préférée par Ectomyelois, et les femelles de cette pyrale présentent un préférence net de ponte pour le calice de la grenade.

En début d'infestation, le développement larvaire et nymphal se passe dans l'oeil du fruit, et en fonction de la succession des générations les larves pénètrent à l'intérieur de la grenade.

Le développement de la descendance de la 4<sup>ème</sup> génération est entravé par l'hiver, si bien qu'à Ksar Ghriss, les chenilles du dernier stade entrent en diapause vraisemblablement à partir de décembre. Cette diapause s'estompe quand les conditions climatiques redeviennent favorables et ceci au printemps suivant.

#### 4. CHAPITRE IV : DYNAMIQUE DES POPULATIONS D'ECTOMYELOIS CERATONIAE.

##### 4.1 Fluctuations des populations imaginales

Les imagos d'E. ceratoniae sont de moeurs crépusculaires , leur émergence s'effectue au cours des premières heures de la nuit, ils s'accouplent et pondent tard (cf. Tableau XIV).

Les variations des populations d'adultes dans deux biotopes différents, à Tozeur et dans le verger de grenadiers de Méknassy, ont été étudiées par piégeages lumineux et sexuels et par dénombrement des adultes à partir des grenades attaquées, au cours de la campagne 1980 et 1981 (à l'aide des deux types de piège).

##### 4.1.1 Recensement au moyen du piégeage lumineux

Les piégeages lumineux ont été effectués à partir du mois de mai jusqu'à la fin de la campagne (octobre), en verger de grenadiers et à partir de mi-juillet dans les oasis. Chaque séance de piégeage lumineux a duré de 18<sup>h</sup> à 24<sup>h</sup>, les captures des mâles et des femelles étant notées chaque jour.

L'examen des résultats établis, tous les 5 à 6 jours, en 1980, à Ksar Ghriss, montre que le vol de ces papillons est continu durant la campagne. La courbe représentative du nombre d'adultes capturés présente quatre pics (FIG. 32) dont le premier, correspondant au maximum de vol des adultes issus des larves hivernantes, se situe vers la fin de mai; le second correspond au début de la deuxième génération, vers le 20 juillet. Le 3<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> pics se situant respectivement vers mi-septembre et 20 octobre correspondent aux générations suivantes.

En 1981, dans la même parcelle, le piégeage lumineux a été effectué depuis le 18 mai jusqu'à la mi-septembre et la courbe représentative montre la présence de 3 pics avec un décalage relativement important par rapport à l'année 1980 (FIG.33).

**TABLEAU : XIV**  
**EMERGENCE DES ADULTES DANS LES CONDITIONS NATURELLES**  
**NOMBRE D'ADULTES RECOLTES A DIVERSES HEURES DE LA NUIT**

DATE DE CAPTURE	Heure	18 H	19 H	20 H	21 H	22 H	23 H	24 H	Total
16/7/80	♂	4	12	50	18	13	6	5	108
	♀	-	2	38	7	8	3	-	58
18/7/80	♂	7	23	35	21	-	-	-	86
	♀	3	14	24	17	13	2	4	77
20/7/80	♂	5	13	22	7	8	-	-	55
	♀	4	11	29	4	4	4	5	61
22/7/80	♂	4	17	25	15	9	11	4	85
	♀	8	13	28	17	21	6	-	93
24/7/80	♂	10	19	30	12	6	3	1	81
	♀	12	21	30	25	12	-	5	105
26/7/80	♂	12	21	24	20	13	-	3	93
	♀	13	17	25	22	11	6	2	96
20/7/80	♂	9	24	26	27	19	1	-	106
	♀	10	21	32	19	21	11	3	117
4/8/80	♂	10	17	29	21	15	-	2	94
	♀	8	21	37	19	10	8	-	103
8/8/80	♂	13	14	20	12	-	3	-	62
	♀	11	30	28	25	9	5	7	115
10/8/80	♂	10	31	25	7	5	3	1	82
	♀	-	35	33	16	5	3	-	96
14/8/80	♂	-	36	28	16	5	3	-	88
	♀	4	42	32	22	8	9	4	121
16/8/80	♂	13	12	26	15	10	4	6	86
	♀	8	10	21	17	14	9	7	86
18/8/80	♂	4	21	34	26	11	1	-	97
	♀	1	15	22	32	9	-	2	81
Total	♂	101	260	374	217	114	35	22	1123
	♀	82	252	379	254	138	63	39	1209
	sex-ratio	0,45	0,49	0,50	0,53	0,54	0,64	0,64	0,52

Il est difficile de comparer les populations adultes observées chaque année. En effet, les effectifs capturés sont fonction lors de chaque séance de piégeage des conditions climatiques du moment.

Il convient de signaler que le sex-ratio général s'établit à 0,51 (soit 51% de femelles).

En 1981 dans une palmeraie de l'INRA située à Tozeur, le piégeage lumineux a été effectué du 20 Juillet au 30 Octobre. Le nombre d'insectes capturés (FIG.34) présente un maximum le 19 août et le 18 octobre, ceci correspondrait à 2 vols dont le premier est issu certainement des grenadiers existant dans les palmeraies et qui sont d'ailleurs attaqués à 100p. cent.

#### 4.1.2 Dénombrement des adultes à partir des grenades attaquées

Dès l'apparition des symptômes d'attaque, en juin 1980, les fruits supposés infestés sur l'arbre ont été récoltés périodiquement et placés dans les éclosiers d'émergence à Ksar Ghriss. L'effectif des mâles et des femelles sortant fut noté journellement.

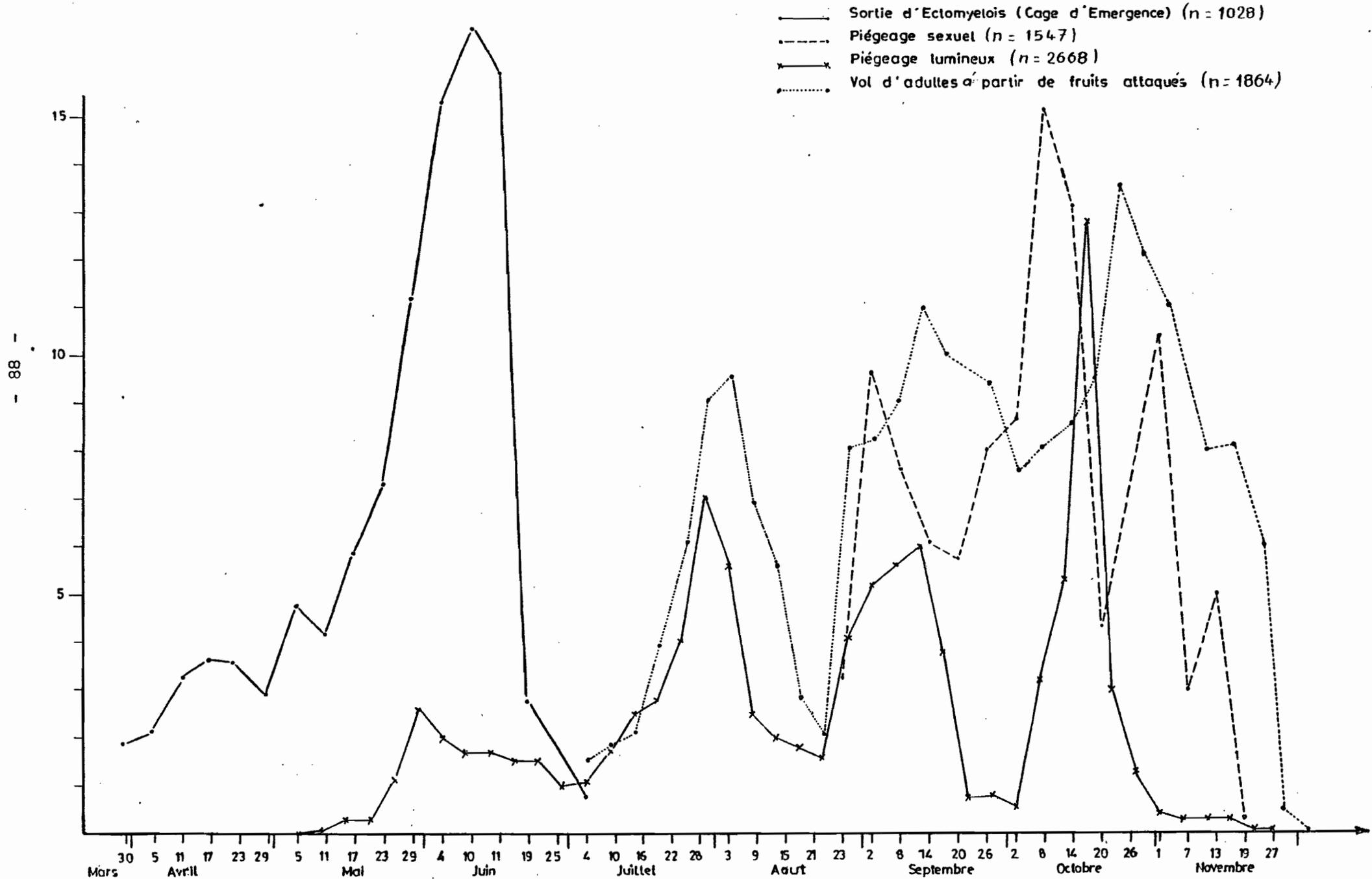
Rappelons que le maximum d'émergence des papillons est observable durant les premières heures de la nuit (Tableau XIV). Le sex-ratio moyen est de 0,52 (52% de femelles) de 18 à 24<sup>h</sup>, il varie selon les heures de 0,45 à 0,64.

L'allure générale de la courbe représentative de la fréquence d'émergence des adultes coïncide avec celle du piégeage lumineux de la même année et montre également la présence de 3 vols importants s'étalant de Juillet à Novembre.

#### 4.1.3 Recensement au moyen du piégeage sexuel

D'après AUDEMARD et al. (1976) l'utilisation de piégeage des mâles à l'aide des femelles vierges revient à PATTERSON et ARMSTRONG (1962); ils ont ouvert la voie à l'emploi de ce mode de piégeage comme moyen d'avertissement pour Grapholita molesta B. (AUDEMARD, 1976) Prays oleae B. (PRALAVORIO et al., 1975). Nous

Fig. 32 : KSAR GHERIS 1980



avons également pratiqué ce type de piégeage malgré les inconvénients déjà signalés: difficultés d'approvisionnement en femelles, irrégularités dans les captures liées à la température.

Le piégeage sexuel a été réalisé comme il est indiqué précédemment, en utilisant des pièges appâtés avec des femelles vierges placées à l'ombre afin d'éviter une élévation de température préjudiciable à la longévité des femelles.

Dans un premier temps nous avons testé quels devraient être l'âge et le nombre des femelles placées dans la caquette pour une bonne attractivité des mâles.

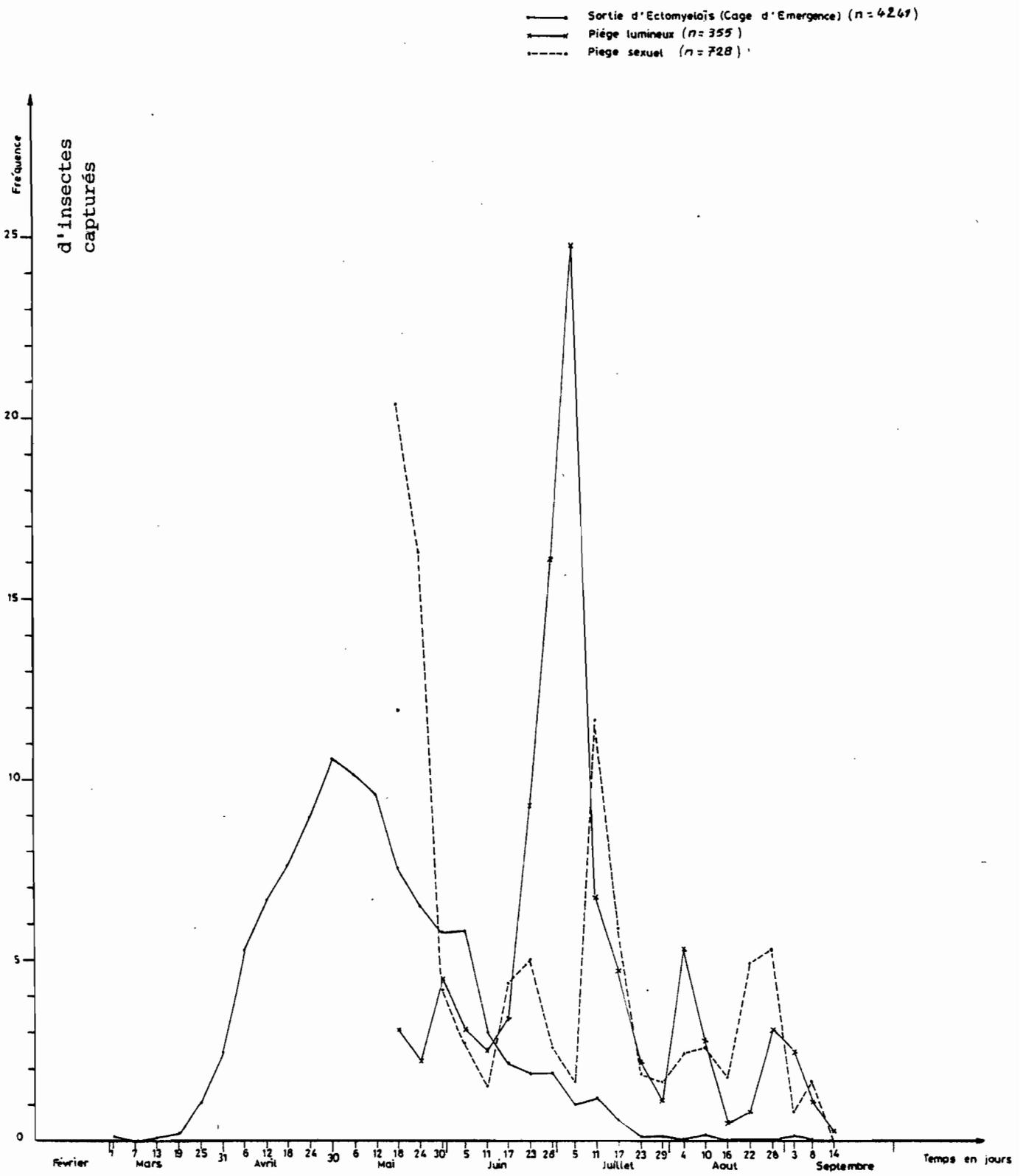
Ainsi, en 1980, à Ksar Ghriss, au cours du début de la première génération, nous avons utilisé des femelles vierges âgées d'1 à 4 jours et le nombre varie de 1 à 8. Les moyennes des mâles capturés reportées au tableau XV montrent clairement que l'âge et le nombre des femelles interviennent sensiblement dans l'importance des captures.

TABLEAU XV

Moyenne du nombre de mâles capturés selon l'âge et le nombre de femelles vierges servant d'appât

âge des femelles	1 JOUR		2 JOURS		3 JOURS		4 JOURS	
	MOYENNE	Nombre de répétition						
1	1,24	66	1,75	93	1,77	62	0,34	34
2	2,63	118	3,40	81	3,58	49	0,40	28
3	3,29	113	3,82	77	6,91	57	1,22	22
4	3,07	97	5,75	77	4,97	46	0,22	31
5	3,61	38	4,45	36	2,79	24	0,13	13
6	2,78	23	3,63	24	1,27	19	-	-
7	2,21	8	1,73	15	0,69	11	-	-
8	1,93	19	1,17	19	-	-	-	-

Fig. 33 : KSAR GHRIS 1981



Le maximum d'attractivité (= moyenne du nombre de mâles capturés) a été obtenu avec 2 à 5 femelles vierges âgées de 2 à 3 jours par cagette.

C'est sur cette base que nous avons utilisé le piégeage sexuel pour suivre les fluctuations des populations d'adultes dans les deux biotopes.

En 1980, à Ksar Ghriess, le piégeage sexuel fut mis en place à partir du 23 août correspondant ainsi au 3<sup>ème</sup> vol. Le dénombrement des mâles fut effectué chaque jour. La courbe représentant l'importance des captures en fonction du temps (tous les 6 jours) présente une allure générale similaire à celle du piégeage lumineux.

En 1981, dans la même parcelle que l'année précédente, ce piégeage a été réalisé à partir de 18 mai et jusqu'à la mi-septembre.

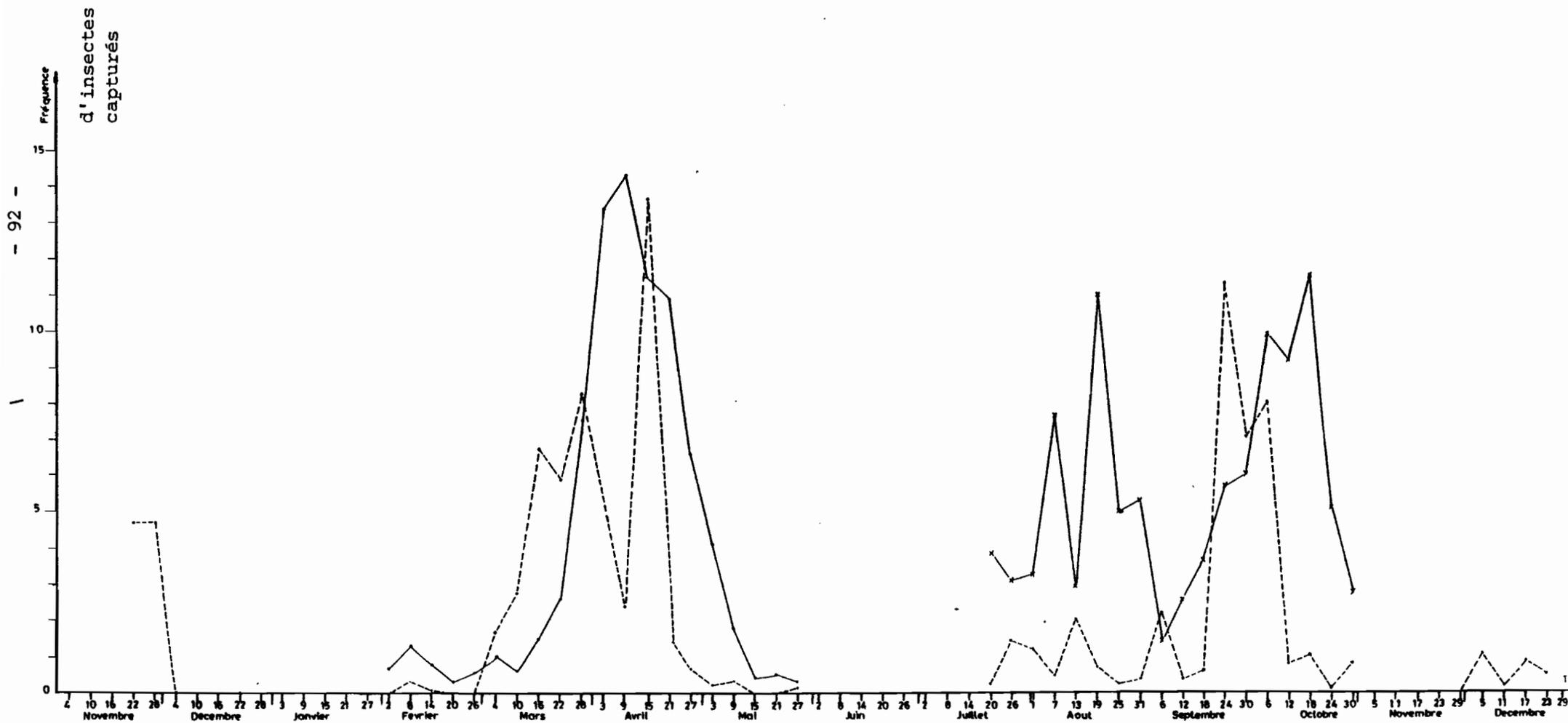
Les résultats obtenus confirment ceux de l'année 1980 (c'est-à-dire concordance des données issues des 2 sortes de piégeage).

Par ailleurs, dans l'oasis de Tozeur, en 1981, les essais réalisés ont décelé la présence de l'insecte depuis février jusqu'à la fin décembre, avec un envol massif en avril d'adultes issus des chenilles hivernantes (qui sans doute s'attaquent aux grenadiers existant dans les palmeraies) et ce n'est qu'en fin d'août début septembre qu'on observe les attaques sur dattes à peine mûres. C'est ainsi que depuis le début de maturité des dattes jusqu'à la récolte, deux générations peuvent se succéder (FIG.34).

Chez Ectomyelois on assiste donc à des fluctuations brutales de populations qui rendent difficile la possibilité d'une évaluation rapide du risque d'infestation. Il faudrait disposer d'une technique simple d'estimation des populations d'adultes. Une possibilité intéressante serait l'utilisation du piégeage sexuel à l'aide d'une substance attractive de synthèse.

Fig. 34 : TOZEUR 1961  
( sur dattes )

—●— Serbie Ectomyeloides (Cage d'Emergence) (n = 2623)  
 - - - - Piège sexuel (n = 830)  
 —x— Piège lumineux (n = 546)



#### 4.2 Fluctuations des populations larvaires et nymphales

Nous avons souligné plus haut que la plupart des oeufs sont déposés fréquemment dans l'oeil de la grenade, ou sur l'enveloppe des dattes. Dans le dernier cas, les larves qui éclosent doivent gagner la datte par leurs propres moyens et elles ne tardent pas à y pénétrer probablement à travers le périanthe. Selon le site de ponte, la larve doit donc parcourir une certaine distance. Dans cette recherche, il est vraisemblable que la larve soit guidée par des stimuli olfactifs provenant du périanthe et (ou) du noyau, comme c'est le cas d'Eurytoma plotnikovi Nik sur pistaches (JARRAYA, 1977). Ce n'est plus évidemment le cas sur grenades où l'oeuf est déposé à l'intérieur même du calice; aussitôt après l'éclosion la larve se trouve au contact des étamines qui constituent sa nourriture.

##### 4.2.1 Recensement par prélèvement périodique et dissection des fruits.

Tout au long de la campagne 1980, pour le grenadier, nous avons prélevé systématiquement des fruits présentant des symptômes d'attaques donc susceptibles d'héberger l'un des stades de l'insecte. Ces prélèvements effectués une fois tous les 6 jours, durant la campagne, permettent d'étudier la localisation des divers stades post-embryonnaires de l'insecte (Cf. Tableau V).

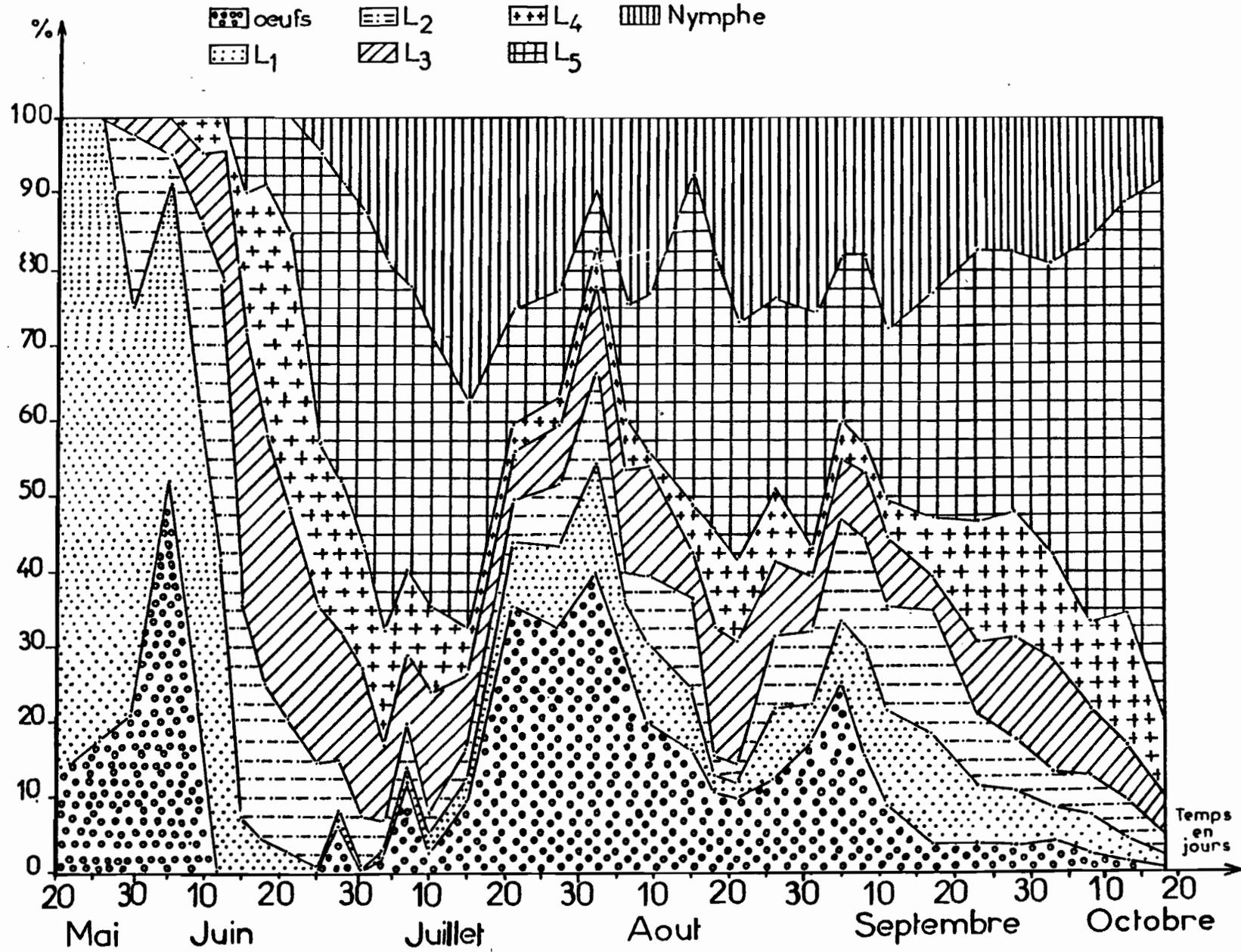
Pour éviter de sous-estimer les pontes en ne s'intéressant qu'aux fruits présentant des symptômes apparents d'attaque, une étude de l'évolution quantitative et structurale des stades a été réalisée à partir d'échantillonnages périodiques durant la campagne 1980 pour le grenadier et 1981 pour le dattier. La taille de l'échantillon doit être relativement importante surtout sur dattes ou le taux d'infestation reste faible.

L'analyse des résultats est reportée aux tableaux XVI et XVII et figures 35 et 36. Ils montrent clairement le chevauchement important des générations sur grenadier (exception faite de la première, issue des larves hivernantes et chez laquelle on note uniquement vers la fin une interruption momentanée de la ponte).

TABLEAU : XVI  
 EVOLUTION QUANTITATIVE ET STRUCTURALE DES STADES  
 POST-EMBRYONNAIRES D'ECTOMYELOIS (Ksar Ghriss 1980)  
 (Echantillonnage sur grenades)

DATE DE PRELEVEMENT	NOMBRES D'INDIVIDUS							TOTAL
	œuf	L1	L2	L3	L4	L5	N	
22/5/80	2	12						14
25/5/80	4	19						23
28/5/80	11	28	12	1				52
4/6/80	12	9	1	1				23
7/6/80	19	33	22	8	4			86
10/6/80	-	19	17	8	2			46
13/6/80	-	2	8	10	5	3		28
16/6/80	-	6	27	43	44	11		131
19/6/80	-	2	11	20	26	8		67
22/6/80	-	1	29	51	36	31	1	149
25/6/80	-	2	19	64	65	139	15	304
28/6/80	35	10	35	90	104	206	45	525
1/7/80	23	3	36	112	96	256	77	603
4/7/80	233	4	23	63	93	303	124	643
7/7/80	51	8	28	41	51	170	103	452
10/7/80	20	9	22	64	60	185	161	521
13/7/80	9	5	12	15	12	27	25	105
16/7/80	37	9	8	34	27	130	161	406
19/7/80	22	7	9	17	20	35	46	156
22/7/80	279	69	52	57	33	158	244	406
25/7/80	113	21	27	29	21	25	28	264
28/7/80	92	29	23	20	24	64	114	366
31/7/80	368	128	129	133	69	91	123	1041
3/8/80	213	75	50	37	25	22	24	446
6/8/80	113	17	20	53	25	99	61	388
9/8/80	58	36	31	50	26	82	71	354
15/8/80	84	40	61	31	33	171	92	512
18/8/80	38	16	9	61	49	128	71	372
21/8/80	25	5	5	40	27	79	71	252
24/8/80	29	32	32	29	34	92	66	314
27/8/80	29	17	17	17	24	51	65	220
30/8/80	46	20	38	30	19	127	86	366
2/9/80	71	17	26	21	17	52	89	293
5/9/80	42	13	22	23	17	36	31	184
8/9/80	3	12	12	13	4	21	15	80
11/9/80	13	11	23	14	10	26	40	137
14/9/80	5	17	12	3	-	44	24	105
17/9/80	8	28	28	6	16	24	23	133
20/9/80	1	12	1	13	13	16	13	69
23/9/80	9	5	23	8	25	68	31	169
28/9/80	7	16	21	29	37	71	39	220
3/10/80	8	11	15	22	31	63	35	185
8/10/80	4	10	14	16	18	92	31	185
13/10/80	2	4	7	9	16	85	19	142
18/10/80	-	3	4	7	13	112	13	152
<b>Total</b>	<b>1938</b>	<b>852</b>	<b>1021</b>	<b>1413</b>	<b>1271</b>	<b>3403</b>	<b>2277</b>	<b>12175</b>

Fig 35: Structure de la population d'*Ectomyeloides ceratoniae*  
 exprimée en % ksar Ghris 1980



Malgré l'examen minutieux d'un grand nombre d'échantillons, les oeufs et les premiers stades larvaires se trouvent en partie sous-estimés, en raison sans doute de leur petite taille mais aussi, vers la fin de la campagne, parce que les fruits attaqués sont gâtés et complètement envahis de moisissures.

Si l'on compare les données consignées dans le tableau XVI relatives au vergers de grenadiers de Ksar Ghriss, aux relevés des vols obtenus à partir des grenades et aux captures à l'aide des pièges lumineux et sexuels pour l'année 1980 (FIG.32), on remarque qu'au début d'octobre, il y a un vol important d'imagos dont la ponte n'est relativement pas bien recensée, d'ailleurs c'est le moment de la récolte (par conséquent raréfaction de l'hôte).

Par ailleurs, l'examen du tableau V portant les résultats des fruits attaqués, malgré leur envahissement par les moisissures, montre que vers le 15 octobre la proportion des oeufs par rapport à la population larvaire est de l'ordre de 13,8%.

Quoi qu'il en soit la ponte issue du dernier vol peut s'effectuer soit sur des fruits accrochés sur arbres ou tombés à ras du sol et même sur des pistaches desséchées, et donnera naissance à des larves hivernantes.

Il en est autrement sur dattes où deux générations seulement peuvent se succéder à partir de fin août jusqu'en décembre. Ce n'est qu'à partir de septembre que les attaques d'Ectomyelois apparaissent avec une certaine fréquence. La ponte se poursuit jusqu'en octobre, après une interruption, elle reprend en novembre (FIG.36). La chenille néonate doit forer un trou d'entrée à la base du fruit. La plus forte pénétration des chenilles dans les dattes n'a lieu qu'en octobre, peu de temps avant la récolte. Avant cette époque, elles subsistent sur les autres plantes-hôtes particulièrement le grenadier, dans les oasis.

Il est fort possible que le développement larvaire de la dernière génération soit entravé par l'hiver si bien que nous trouvons

**TABLEAU : XVII**  
**EVOLUTION QUANTITATIVE ET STRUCTURALE DES**  
**STADES POST-EMBRYONNAIRES DE E. CERATONIAE (oasis Tozeur 1981)**  
 (échantillonnage sur dattes)

Date de prélèvement	EFFECTIF DES STADES							Total
	œuf	L1	L2	L3	L4	L5	N	
25-9	34	1	1	2	1	3	2	44
29-9	6	3	58	111	83	281	29	571
2-10	17	2	6	37	41	82	9	194
16-10	1	18	104	76	115	237	22	573
20-10	1	6	11	35	65	159	26	318
23-10	2	4	6	9	8	20	1	50
27-10	4	27	33	37	32	52	-	185
30-10	2	8	58	59	70	247	12	456
3-11	-	7	14	19	17	16	1	74
8-11	-	5	28	63	66	167	1	330
17-11	-	1	1	5	5	12	1	25
19-11	11	4	32	37	38	79	1	202
22-11	1	4	11	25	34	97	2	174
26-11	14	6	61	142	211	555	70	1058
30-11	1	-	1	4	2	1	1	10
5-12	2	1	2	3	6	9	1	24
14-12	13	2	54	164	232	398	2	865
20-12	-	1	1	9	17	20	4	52
<b>Total</b>	<b>124</b>	<b>100</b>	<b>482</b>	<b>837</b>	<b>1043</b>	<b>2435</b>	<b>185</b>	<b>5206</b>

des larves de toutes tailles; cela a été signalé pour Ectomyelois decolor Z. (BALACHOWSKY, 1972). Par ailleurs on note la continuité de développement dans les dattes stockées dans les silos c'est ce qui montre partiellement le tableau suivant.

TABLEAU XVIII

Examen des dattes stockées (Deglet-Nour)

Date de Prélèvement	Nombre de fruits examinés	Nombre de fruits sains	NOMBRE DE FRUITS ATTAQUES			
			ECTOMYELOIS			AUTRES RAVAGEURS
			Lj	La	N. vide	
2/12/81	2000	1203	115	363	36	285
15/12/81	1776	971	36	403	111	255
20/01/82	2632	1678	27	566	116	245
15/02/82	1761	561	8	538	43	610

Lj: larves jeunes:  $L_1 + L_2 + L_3$

La: larves âgées :  $L_4 + L_5 +$  nymphes

N. vide : nymphes vides

Il semble que les chenilles dont le développement est tardif demeurent donc au stade âgé ( $L_5$ ) tout l'hiver et ce n'est qu'à partir d'avril qu'on assiste au maximum de vol issu de ces chenilles. A cette période, dans les oasis, les papillons ne trouvent que le grenadier comme plante-relais ce qui leur permet de développer leurs premières générations jusqu'à ce que les dattes parviennent à maturité.

#### 4.3 Evaluation des facteurs de mortalité affectant les populations larvaires.

Notre intérêt a porté surtout sur le complexe parasites-prédateurs d'Ectomyelois qui limite son extension sur le terrain.

Il est donc important de rappeler l'inventaire des ennemis naturels d'E. ceratoniae.

La liste générale dressée par GOTHILF (1969) à partir d'échantillonnage sur caroubier et agrumes en Israël et celle de BILLIOTTI et al. (1969) et DOUMANDJI B. (1981) à partir des graines et des gousses de diverses plantes-hôtes (caroube, acacia, citrus et dattes) comporte les espèces suivantes:

<u>Parasites</u>	<u>Hyménoptères</u>
	<u>Braconidae</u> - <i>Phanerotoma flavitestacea</i> FISCHER ( <u>Cheloninae</u> )
	- <i>Phanerotoma dentata</i> PANZ
	- <i>Phanerotoma</i> sp.
	- <i>Habrobracon hebetor</i> SAY ( <u>Braconinae</u> )
	- <i>Microbracon pembertoni</i> BRIDW
	- <i>Apanteles lacteus</i> NEES ( <u>Microgasterinae</u> )
	- <i>Apanteles myeloenta</i> WILKN "
	- <i>Apanteles</i> sp. "
	- <i>Hypomicrogaster suffolciensis</i> " MORLY
	- <i>Rhogas testaceus</i> REINCH
	<u>Pteromalidae</u> - <i>Anisopteromalus mollis</i> RUSCHKA
	<u>Bethylidae</u> - <i>Perisierola gallicola</i> KIEFF
	- <i>Perisierola emigrata</i> ROHW

Ichneumonidae

- *Peristomerus vulnerator* PANZ
- *Horogenes* sp.
- *Nemeritis (Devorgilla) canescens* GRAVENHORST
- *Gelis* sp.
- *Herpestomus arridens* FRAV.

Chalcididae

- *Brachymeris aegyptiaca* Ms.
- *Antrocephalus mitys* WALK.

Perilampidae

- *Perilampus tristis* MAYR.

Trichogrammatidae

- *Trichogramma embryophagum*

Eulophidae

- *Pedobius* sp.

Diptères

Tachinidae

- *Clausicella suturata* RONDANI

Prédateurs Acariens

Pyemotidae

- *Pyemotes (Pediculoides) ventricosus* NEWP.

Aceosejidae

- *Melichares tarsalis* BERLESE (oophage)

Coléoptères

Cleridae (sur chenilles)

Hemiptères

Anthocoridae

- *Cardiasthetus nazarens* REUTER oophage
- *Cardiasthetus fasciiventris* GARB. "
- *Buchananiella continua* B. "

L'examen détaillé et périodique des fruits nous a permis d'évaluer la mortalité naturelle et d'observer la présence, fréquente, de deux parasites d'E. ceratoniae dont l'importance varie selon la plante-hôte.

- Sur grenadier, les parasites entomophages que nous avons trouvés sont :

Hyménoptères

- Braconidae : *Habrobracon hebetor* SAY
- Trichogrammatidae: *Trichogramma* sp.

Diptère

- Tachinidae: *Clausicella* sp.

- Sur dattes, nous avons rencontré deux insectes parasites et un acarien prédateur

- Braconidae: *Phanerotoma flavitestacea* FIS.  
*Habrobracon hebetor* SAY
- Pyemotidae: *Pyemote* sp.

Parmi ces parasites ce sont Habrobracon hebetor et Phanerotoma flavitestacea qui sont les plus fréquemment rencontrés.

La biologie de P. flavitestacea, déjà connue de Tozeur, a été bien étudiée par BILLIOTTI et al. (1969) pour la mise au point d'un élevage permanent en vue d'une lutte biologique contre E. ceratoniae.

Il s'agit d'un endoparasite, vraisemblablement un parasite ovo-larvaire, caractérisé par la bonne corrélation écologique existant entre l'hôte et le parasite. Ce même parasite ovo-larvaire a été étudié sur une autre pyrale, Anagasta (Ephestia) kuehniella, par HAWLITZKY (1970 et 1972).

Habrobracon hebetor est un ectoparasite caractérisé également par une bonne coïncidence existant dans le développement des deux insectes.

Il s'agit d'un petit Hyménoptère (Braconinae) de 3mm de long, de couleur jaunâtre avec des plages noires sur le prothorax; les ailes antérieures ont 3 cellules cuboïdales.

#### 4.3.1 Fluctuations de la mortalité naturelle

On entend par mortalité naturelle, toute mortalité causée par des facteurs autres que le parasitisme (cannibalisme, maladies ...). Elle intervient aux différents âges de la vie de l'insecte, à des degrés divers. Elle est très rare aux stades oeuf et larves jeunes (due probablement à la petite taille de ces derniers). Le taux de mortalité est exprimé par le rapport du nombre de larves mortes au nombre total des larves récoltées au champ.

Il peut atteindre 30% (Tableau XX) au fur et à mesure que les générations se succèdent.

Le cannibalisme est important chez cette espèce, nous l'avons évalué à 44,88% au laboratoire à partir d'un échantillon de 254 chenilles élevées à raison de 5 larves par boîte d'élevage. C'est certainement aussi la règle au champ. Sur datte, on ne trouve, dans la majorité des cas qu'une larve par fruit, contrairement à la grenade où l'existence de plusieurs larves dans le même fruit n'est pas rare; la différence réside probablement dans la taille différente des fruits.

La compétition intraspécifique joue donc une importance prépondérante dans la régulation des populations.

**TABLEAU : XIX**  
**EVOLUTION DE LA MORTALITE NATURELLE**  
**ET PARASITISME PAR HABROBRACON HEBETOR**  
**SUR CHENILLES D'ECTOMYELOIS (Ksar Ghriess 1980)**

DATE	Nombre de larves vivantes	Nombre de larves mortes	%	Nombre de larves parasitées	%	TOTAL
22-30/5	37	—		—		37
1-10/6	161	—		—		161
11-20/6	258	2	0,77	—		260
21-30/6	1323	16	1,19	—		1339
1-10/7	2058	47	2,23	9	0,43	2114
11-20/7	1032	45	4,12	15	1,37	1092
21-31/7	1233	98	7,25	20	1,48	1351
1-10/8	1558	63	3,84	19	1,16	1640
11-20/8	925	23	2,39	12	1,25	960
21-31/8	627	34	5,0	19	2,79	680
1-10/9	346	38	9,20	29	7,02	413
11-20/9	302	38	10,44	24	6,60	364
21-30/9	467	41	7,70	24	4,51	532
1-10/10	442	32	6,27	36	7,05	510
11-20/10	428	26	5,62	8	1,73	462
<b>Total</b>	<b>11 197</b>	<b>503</b>		<b>215</b>		<b>11 915</b>
<b>Moyenne</b>			<b>4,22</b>		<b>1,80</b>	

**TABEAU : XX**  
**EVOLUTION DE LA MORTALITE NATURELLE**  
**ET PARASITISME <sup>par</sup> HABROBRACON HEBETOR SUR CHENILLES D'ECTOMYELOIS (Ksar Ghriiss 1981)**

TRAITE								TEMOIN							
DATE	Nbre des larves vivants		Nbre des larves mortes		Nbre des larves parasitées		Total	DATE	Nbre des larves vivants		Nbre des larves mortes		Nbre des larves parasitées		Total
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%			Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	
21-31/5/81	19	100	-	-	-	-	19	21-31/5/81	21	100	-	-	-	-	21
1-10/6/81	16	88,89	2	11,11	-	-	18	1-10/6/81	66	90,41	7	9,59	-	-	73
11-20/6/81	50	90,91	4	7,27	1	1,82	55	11-20/6/81	57	95,00	3	5	-	-	60
21-30/6/81	64	94,12	3	4,41	1	1,47	68	21-30/6/81	60	90,91	3	4,55	3	4,55	66
1-10/7/81	98	69,01	35	24,65	9	6,34	142	1-10/7/81	42	72,41	15	25,86	1	1,72	58
11-20/7/81	97	52,15	38	20,43	51	27,42	186	11-20/7/81	31	50,00	14	22,58	17	27,42	62
21-31/7/81	85	61,15	32	23,02	22	15,83	139	21-31/7/81	31	73,81	5	11,90	6	14,29	42
1-10/8/81	50	69,44	19	26,39	3	4,17	72	1-10/8/81	26	50,00	16	30,77	10	19,23	52
11-20/8/81	108	69,68	40	25,81	7	4,52	155	11-20/8/81	69	60,00	33	28,70	13	11,30	115
21-31/8/81	67	76,14	18	20,45	3	3,41	88	21-31/8/81	37	59,68	19	30,65	6	9,68	62
1-10/9/81	106	68,39	43	27,74	6	3,87	155	1-10/9/81	89	58,55	48	31,58	15	9,87	152
								11-20/9/81	21	67,74	6	19,35	4	12,90	31
<b>Total</b>	<b>760</b>		<b>234</b>		<b>103</b>		<b>1097</b>	<b>Total</b>	<b>550</b>		<b>169</b>		<b>75</b>		<b>794</b>
<b>Moyenne</b>		<b>69,28</b>		<b>21,33</b>		<b>9,39</b>				<b>69,26</b>		<b>21,28</b>		<b>9,44</b>	

L'évolution de la mortalité naturelle varie selon les années. La moyenne calculée sur toute la campagne est passée de 4,22% (503 larves mortes sur 11.915), en 1980, à 21,33% (234 sur 1.097), en 1981, sur grenadier. Elle était de 7,43% (166 sur 2.235), en 1981, sur dattes.

#### 4.3.2 Fluctuations du parasitisme

Sur grenadier, l'examen détaillé des fruits nous a permis de déceler la présence fréquente de l'ectoparasite Habrobracon hebetor dont nous avons suivi les fluctuations au cours des deux campagnes 1980 et 1981.

Au laboratoire, nous avons constaté, dans un élevage d'H.hebetor sur chenilles d'E. ceratoniae, qu'avant l'accouplement, le parasite mâle faisait vibrer ses ailes sans arrêt, jusqu'à ce qu'il rencontre une femelle réceptive. Aussitôt après l'accouplement, la femelle recourbe ventralement l'extrémité de son abdomen, entre ses pattes; l'aiguillon est alors pointé vers l'avant. C'est dans cette attitude que la femelle s'immobilise pour piquer une chenille. Quelques minutes plus tard la chenille est immobile, comme morte. Les oeufs de forme allongée, blanchâtre, sont déposés isolément ou en amas entre les soies de la chenille préalablement paralysée et sur laquelle les larves néonates se fixent pour se nourrir. Dans la plupart des cas, les larves du dernier stade abandonnent l'hôte momifié pour aller construire un cocon soyeux, blanchâtre afin de s'y nymphoser.

Signalons que DOUMANDJI, B. (1977) avait étudié le comportement de ce parasite sur Ephestia calidella, hôte de choix pour l'élevage de masse d'H. hebetor.

Les fluctuations de populations de ce parasite varient d'une année à l'autre; la moyenne du taux de parasitisme est passée de 1,8% en 1980, à 9,44% en 1981 (ce taux est quasiment nul sur grenades tombées à terre).

Sur datte, le taux de parasitisme est moins important, mais il y a intervention de l'endoparasite Phanerotoma flavitestacea

**TABLEAU : XXI**  
**MORTALITE NATURELLE ET TAUX DE PARASITISME DES CHENILLES**  
**PAR HABROBRACON HEBETOR SUR DATTES 1981**

Nature de fruits	Nombre de Larves vivantes	Larves mortes	%	Larves parasitées	%	Total
Dattes sur arbre	715	26	3,50	1	0,13	742
Dattes chutées	768	82	9,50	13	1,50	868
Dattes stockées	572	58	9,20	—		630
<b>Total</b>	<b>2055</b>	<b>166</b>		<b>14</b>		<b>2235</b>
Moyenne			7,43		0,63	

**TAUX DE PARASITISME DES CHENILLES PAR**  
**PHANEROTOMA FLAVITESTACEA F. SUR DATTES**

Nombre de chenilles suivies	Nombre de chenilles parasitées	Taux de parasitisme
300	46	15,33

qui prend alors le relais d'H. hebetor (Tableau XXI). Une chenille d'Ectomyelois parasitée, parvenue à son avant dernier stade, cesse de s'alimenter et tisse un cocon semblable à celui qui est édifié au moment de la nymphose, contrairement aux chenilles non parasitées qui font simplement un léger fourreau de soie pour y effectuer leur mue.

Compte-tenu du développement interne du parasite, l'étude de l'évolution du parasitisme est rendue difficile, car elle exige le maintien des chenilles récoltées, en élevage individuel, jusqu'à la nymphose, ou la dissection périodique d'un grand nombre de larves. Ainsi nous nous sommes contentés de la détermination du taux moyen, sur 300 chenilles. Il atteint 15,33%, ce qui est relativement important par rapport à celui d'Habrobracon hebetor dans le même biotope oasis.

Rappelons, qu'en 1981, un certain nombre de traitements furent effectués à l'aide du Decis, dans deux parcelles de grenadiers. Les résultats consignés dans le tableau XX montrent une différence peu significative de la variation de la faune parasitaire dans la parcelle traitée et la parcelle témoin; la mortalité des larves d'E. ceratoniae ne diffère presque pas.

#### 4.4 Conclusion

La faiblesse des populations d'E. ceratoniae inféodé au dattier rend l'étude des fluctuations des populations difficile, en effet, l'étude menée dans les oasis, fut réalisée chez de petits paysans et les échantillonnages ne pouvaient être trop importants afin de ne pas trop réduire la récolte. De plus, ainsi que nous l'avons mentionné précédemment, l'échantillonnage est un "sondage en grappe"; autrement dit, sur une superficie déterminée on choisit quelques palmiers dattiers d'une variété donnée, sur ceux-ci le prélèvement de quelques branchettes, prises au hasard, ne doit porter que sur quelques régimes par pied. Comme la hauteur du palmier peut dépasser 30 mètres, la nécessité d'un opérateur qualifié s'impose.

Néanmoins, les résultats obtenus montrent que la pyrale des caroubes se développe parfaitement sur grenades depuis la nouaison jusqu'à la maturité des fruits; sur dattes, son développement ne commence que si les fruits parviennent à la maturité complète.

Les populations sont souvent limitées dans le périmètre irrigué de Ksar Ghriss, d'abord par la faune parasitaire ensuite par l'effet dépressif exercé par les facteurs de milieu sur ces populations, puisqu'au cours de la période estivale ( et surtout entre juillet-août) la température peut excéder 37°C, ce qui a un effet défavorable à la survie des populations larvaires. C'est pourquoi durant cette période estivale nous notons une augmentation de la mortalité naturelle, qui est sans intérêt agronomique, en effet l'installation des moisissures est déjà faite.

## 5. CHAPITRE V : IMPACT AGRONOMIQUE D'ECTOMYELOIS CERATONIAE

### 5.1 Symptômes d'attaque et dégâts

#### 5.1.1 Evolution des symptômes

Juste après la reprise d'activité des adultes issus des larves hivernantes, on observe des symptômes d'attaque caractéristiques de la pyrale des caroubes qui se traduisent par la formation d'un amas de filaments soyeux regroupant les étamines dans le calice de la grenade ou bouchant le trou de pénétration situé sous le périanthe de la datte mûre.

Au fur et à mesure que la larve pénètre à l'intérieur de la grenade, le fruit réagit en formant des taches, autour de l'oeil, de contour irrégulier. A la suite de la pénétration des larves, de nombreux champignons saprophytes s'installent tels que: Botrytis, Alternaria, Penicellium, Phomopsis qui contribuent alors à la pourriture complète des fruits attaqués ainsi qu'à leur éclatement.

Chez les dattes, la chenille néonate doit forer un trou d'entrée à la base du fruit, au terme de sa croissance elle élargit son habitacle en agrandissant l'orifice de sortie fermé par un opercule de soie. Le trou de pénétration est situé presque toujours au point d'insertion du fruit sur le périanthe, il n'y a pas par conséquent de symptômes visibles extérieurement, c'est uniquement le ratatinement de la pulpe, fortement attaquée, qui constitue le signe d'infestation; toutefois des symptômes apparents se manifestent au niveau des fruits tombés chez lesquels, le plus souvent, le périanthe se détache; le trou de pénétration se montre alors bouché par un enchevêtrement de filaments soyeux.

#### 5.1.2 Evolution des dégâts

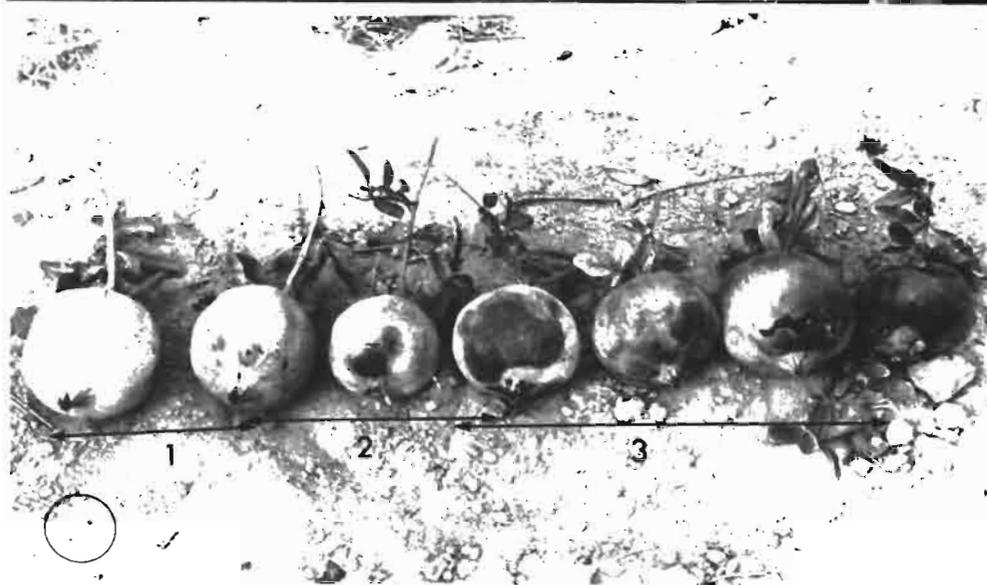
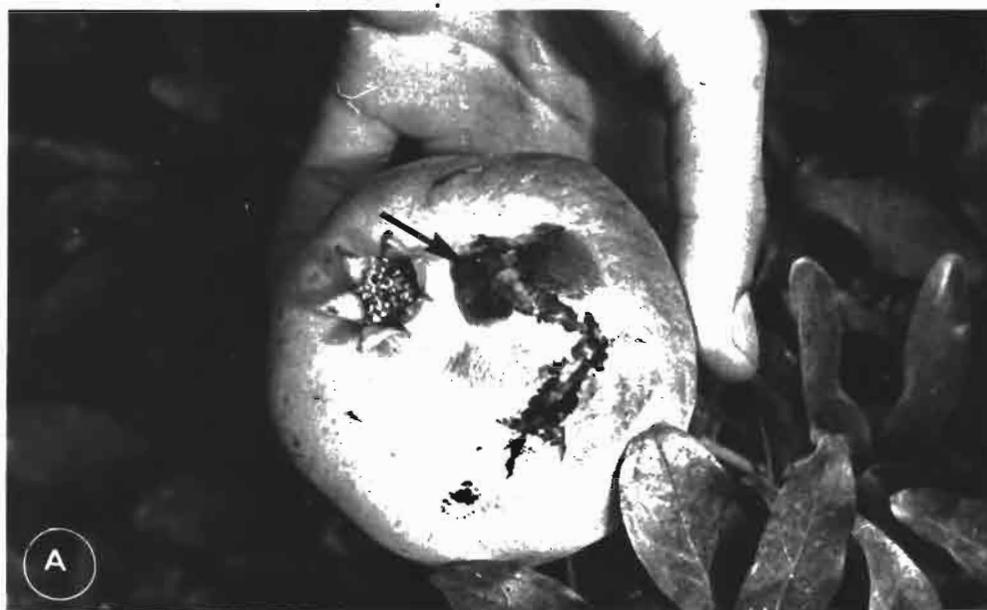
Les dégâts d'Ectomyelois ceratoniae passent souvent inaperçus en culture traditionnelle de type familial; alors qu'ils prennent un aspect catastrophique dans les plantations "en intensif",

FIGURE 37

---

EVOLUTION DES SYMPTÔMES D'ATTAQUE DES GRENADES

- a : Fruit attaqué, présentant une tache de contour irrégulier.
- b : L'attaque est plus importante (la flèche montre le trou de pénétration constituant une porte d'entrée à une foule de champignons), au moment de la récolte; le fruit déjà attaqué, parfois éclaté, est complètement noir, du fait du développement des moisissures.
- c : Une série de grenades attaquées au cours des 3 premières générations.  
- En début d'infestation (1<sup>ère</sup> génération) on note un enchevêtrement des étamines par des filaments soyeux et ce n'est qu'au moment de la pénétration des larves âgées (au cours des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> générations) que commence à apparaître les taches de contour irrégulier.
- d : Piègeage sexuel.



lesquelles sont soumises à des traitements répétés ce qui aurait pour effet probablement la destruction des entomophages.

Il convient de rappeler les dégâts causés par E. ceratoniae sur grenadiers à Ksar Ghriss (Tableau XXII), tout en signalant qu'au cours de la campagne 1981, une douzaine de traitements chimiques avec une pyréthri-noïde de synthèse (décaméthrine) a été dirigée contre cette pyrale; les résultats de ces traitements sont toujours aléatoires.

### TABLEAU XXII

Importance des dégâts d'E. ceratoniae  
sur grenadiers à la récolte (Ksar Ghriss)

ANNEES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
dégâts en %	52	32	51	35	75	83	78,3	61,08

Au cours de ces dernières années, nous avons suivi l'évolution du taux d'infestation grâce aux prélèvements périodiques des fruits. Les résultats portés au tableau XXIII (et figure 38) montrent qu'à chaque envol d'une génération, correspond une augmentation relativement sensible du taux de fruits attaqués.

#### 5.1.2.1 Importance des dégâts selon les variétés

Nous avons étudié les dégâts dus à E. ceratoniae selon les variétés et les densités de plantation dans la station expérimentale de Ksar Ghriss. Pour cela, à la récolte, un dénombrement des fruits sains et attaqués fut effectué pour chaque arbre, pour toutes les variétés et pour diverses densités de plantation; ceci nous a permis de déterminer le taux d'infestation pied par pied puis de calculer la fréquence de l'attaque pour la totalité des arbres examinés.

TABLEAU : XXIII  
EVOLUTION DU TAUX D'INFESTATION D'E. CERATONIAE SUR  
GRENADES (KSAR GHRIS)

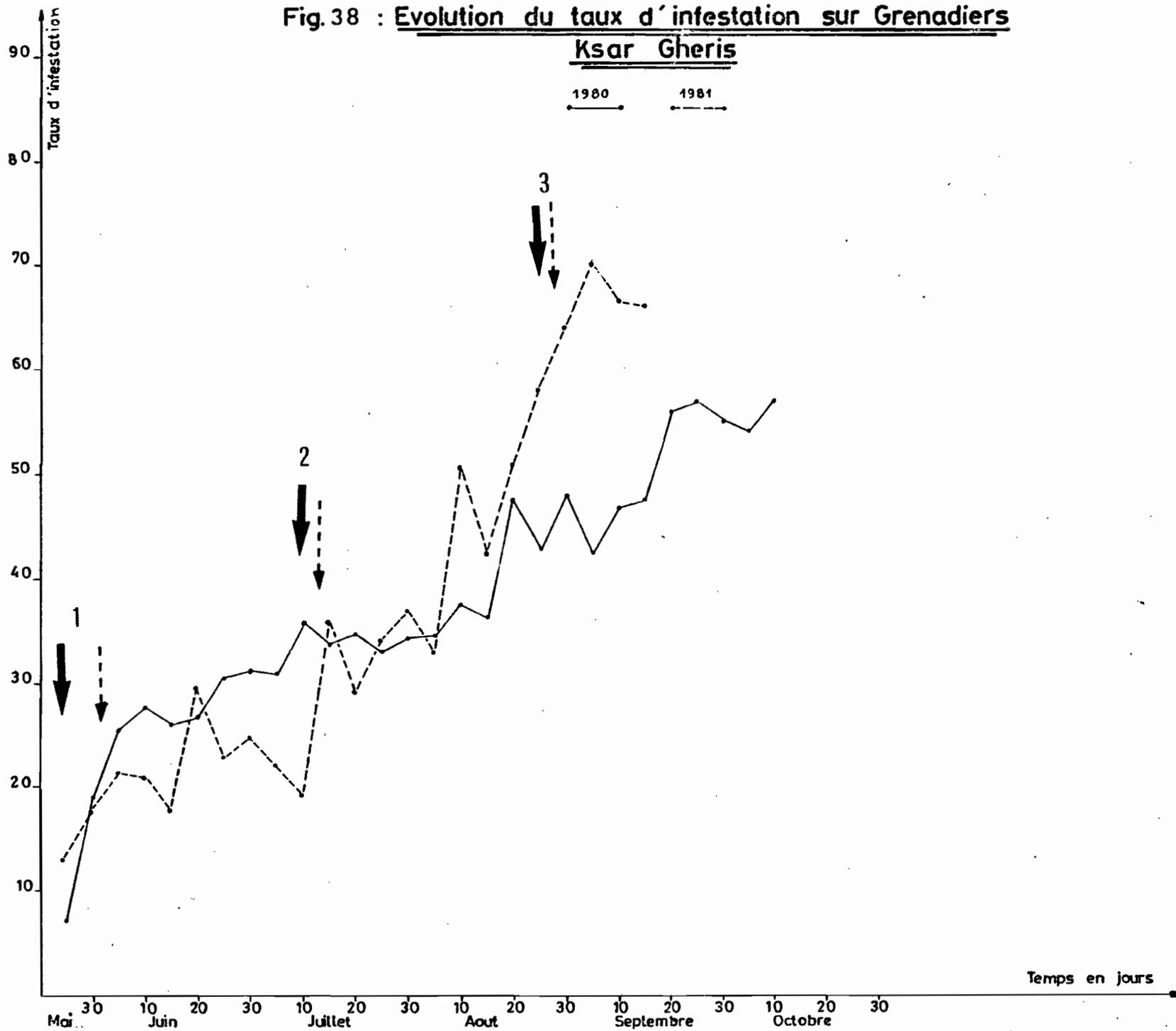
1980					1981				
Date de prélèvement	Nbre de fruits examinés	Nbre de fruits sains	Nbre de fruits attaqués	Taux d'infestation	Date de prélèvement	Nbre de fruits examinés	Nbre de fruits sains	Nbre de fruits attaqués	Taux d'infestation
25/ 5/80	484	449	35	7,23	25/5	110	96	14	12,72
30/ 5/80	143	116	27	18,88	30/5	315	260	55	17,46
5/ 6/80	226	168	58	25,66	5/6	355	281	74	20,84
15/ 6/80	277	201	76	27,43	10/6	350	278	72	20,57
20/ 6/80	604	443	161	26,65	15/6	300	248	52	17,34
25/ 6/80	582	405	177	30,41	25/6	323	251	72	22,30
30/ 6/80	311	214	97	31,18	30/6	333	252	81	24,33
5/ 7/80	781	539	242	30,98	5/7	442	344	98	22,17
10/ 7/80	430	276	154	35,81	10/7	442	358	84	19,0
15/ 7/80	419	278	141	33,65	15/7	703	454	249	35,42
20/ 7/80	497	325	172	34,60	20/7	579	411	168	29,01
25/ 7/80	606	404	200	33	25/7	19	342	177	34,10
30/ 7/80	965	635	330	34,19	30/7	120	76	44	36,66
31/ 7/80	619	411	208	34,32	31/7	124	83	41	33,06
5/ 8/80	848	592	356	37,55	5/8	230	114	116	50,43
10/ 8/80	858	548	310	36,13	10/8	482	280	202	41,91
25/ 8/80	474	249	225	47,46	15/8	602	296	306	50,83
30/ 8/80	471	258	213	45,22	20/8	688	289	399	57,99
5/ 9/80	704	370	337	47,86	25/8	481	175	306	63,62
10/ 9/80	632	365	267	42,24	5/9	564	169	395	70,03
15/ 9/80	326	174	152	46,63	10/9	565	190	375	66,37
20/ 9/80	587	318	279	47,52	15/9	228	8	150	65,78
25/ 9/80	714	400	314	56,02					
30/ 9/80	486	210	276	56,79					
5/10/80	563	255	308	54,7					
11/10/80	481	223	258	54					
17/10/80	549	236	313	57,0					

Fig.38 : Evolution du taux d'infestation sur Grenadiers

Ksar Gheris

1980

1981



Selon les 3 années étudiées (Figures 39 a.b), il s'avère que la variété Gabsi ( $V_1$ ), d'ailleurs la plus répandue en Tunisie (originaire de Gabés), est probablement la plus sensible à l'attaque puisque la courbe représentant la fréquence d'infestation est toujours ascendante, particulièrement en 1979 et 1980; en 1981, les attaques furent moindres (aux dépens de la variété Djebali;  $V_3$ ), ceci grâce aux traitements répétés dirigés contre le ravageur, au cours de l'année 1981, dans le verger étudié, où la variété Gabsi est la plus représentée.

Par ailleurs, sur dattes, nous nous sommes limités à la détermination du taux d'infestation au moment de la récolte, pour 1980, selon les variétés et les localités. D'autre part nous avons tenté de suivre cette évolution au cours de l'année 1981, sur diverses variétés et dans diverses localités.

Il ressort alors des tableaux XXIV et XXV que la variété Deglet-Nour s'avère la plus attaquée, en raison sans doute de la structure molle du fruit par rapport par exemple à la variété Kentichi dont les fruits sont plus secs (chez laquelle le taux d'attaque reste toujours faible).

#### 5.1.2.2 Importance des dégâts selon les densités de plantation des grenadiers

Il semble que le degré d'attaque croît avec la densité de plantation; une parcelle dense constitue un microclimat favorable au développement de l'insecte. Le graphique des fréquences d'attaque en fonction des densités de plantation montre une différence très nette entre les trois grenaderaies, pendant les 3 années. Ainsi pour le lot de densité élevée ( $L_3$ ), la fréquence maximale des arbres se situe toujours à un taux d'infestation, supérieur à 90p. cent, il en est de même pour le lot de densité moyenne ( $L_1$ ) (à l'exception de 1981). Mais pour une faible densité de plantation ( $L_2$ ), la plus forte proportion des arbres attaqués s'est située à 80p. cent d'attaques pour 1979 et 1980 (elle était fortement réduite en 1981 à 65%) (FIG. 39 a et b).

**TABLEAU : XXIV**  
**IMPORTANCE DES DEGATS D'ECTOMYELOIS SUR DATTES**  
**A LA RECOLTE EN 1980**

Localité Variété		Tozeur	Nefta	Kébili	Telmine	Dzira	Bichri	Fatnassa
Deglet-Nour	F. examinés	1438	1499	901	740	1030	532	
	F. sains	716	707	291	270	448	245	
	F. attaqués par Ectomyelois	224	156	110	86	140	55	
	% d'infest.	15,58	10,40	12,21	11,62	13,60	10,34	
Aïg - Ftimi	F. examinés	1379		632	402			857
	F. sains	692		271	137			462
	F. attaqués par Ectomyelois	117		66	58			36
	%	8,50		10,40	14,4			420
Kentichi	F. examinés	1558						
	F. sains	841						
	F. attaqués par Ectomyelois	122						
	%	7,83						
Akhouat	F. examinés	927						
	F. sains	429						
	F. attaqués par Ectomyelois	76						
	%	8,20						

TABLEAU XXV  
EVOLUTION DE L'INFESTATION DUE A E. CERATONIAE SUR  
DATTES EN 1981

Palmarais	Variété	Date de Contrôle	Nombre de fruits examinés	Nombre de fruits sains	Fruits attaqués (Ectomyelois)	% d'infestation
TOZEUR	Deglet-Nour	25/9	1765	878	44	2,49
		28/9	164	91	5	3,05
		2/10	1341	1011	31	2,32
		21/10	1596	1077	122	7,64
		23/10	882	607	50	5,67
		27/10	1361	935	188	13,81
		5/11	1304	1000	206	15,79
	Alig -	2/11	841	629	35	4,16
		17/11	681	436	40	5,87
	Ftimi	27/11	576	428	56	9,72
		20/12	1910	1184	144	7,54
	Kentichi	7/11	738	616	17	2,31
		18/11	1359	1122	41	3,02
	Akhout	30/11	727	535	19	2,61
NEFTA	Deglet-Nour	5/11	864	611	84	9,72
	Alig	5/12	911	536	36	3,95
	Akhout	7/12	780	563	21	2,7
KEBILI	Deglet-Nour	14/10	464	343	25	5,39
HEMMA	Deglet-Nour	18/11	840	545	73	8,70
	Akhout	20/11	963	626	136	14,12

Fig. 39 : Dispersion d'*Ectomyelois ceratoniae* ZELL. dans un verger de grenadier selon :

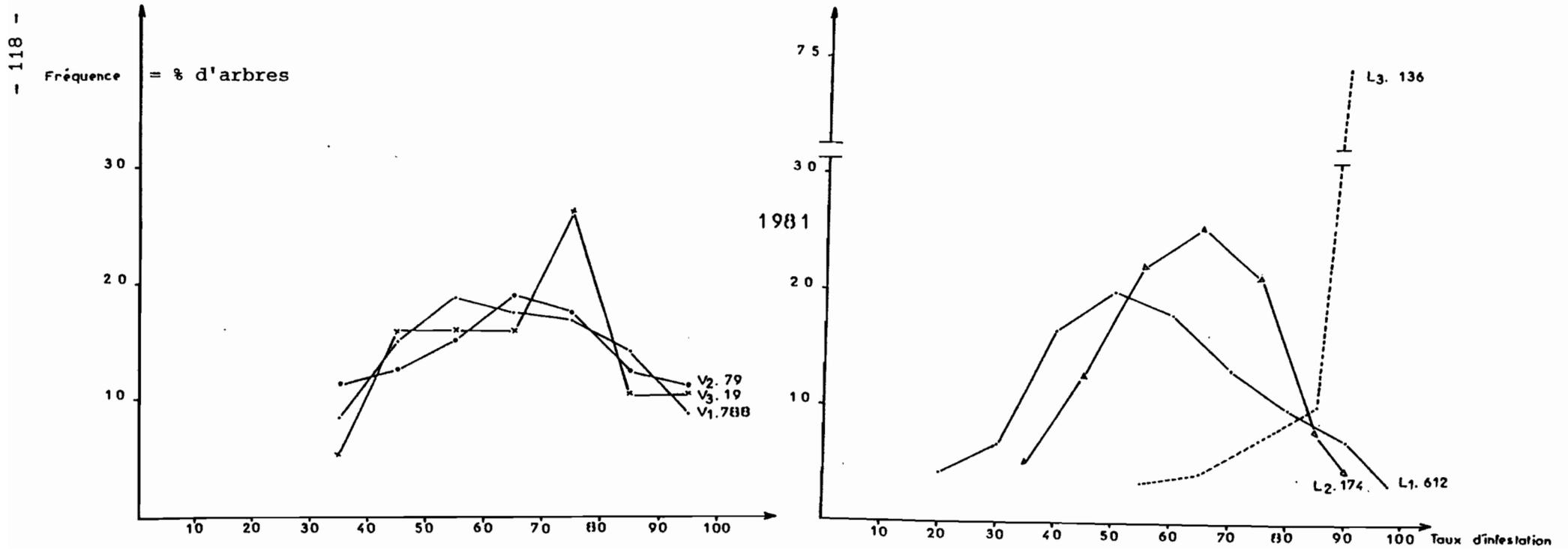
Ⓐ les variétés

V1: variété Gabsi  
 V2: variété Tounsi  
 V3: variété Djebali

les densités de plantation

L1: 625 arbres / ha  
 L2: 416 arbres / ha  
 L3: 1666 arbres / ha

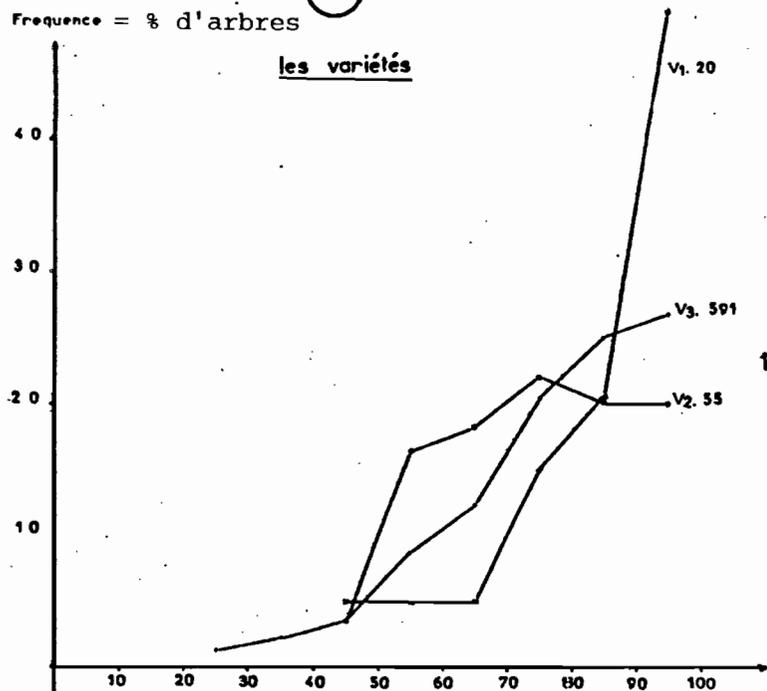
( Les chiffres indiquent le nombre d'arbres examinés )



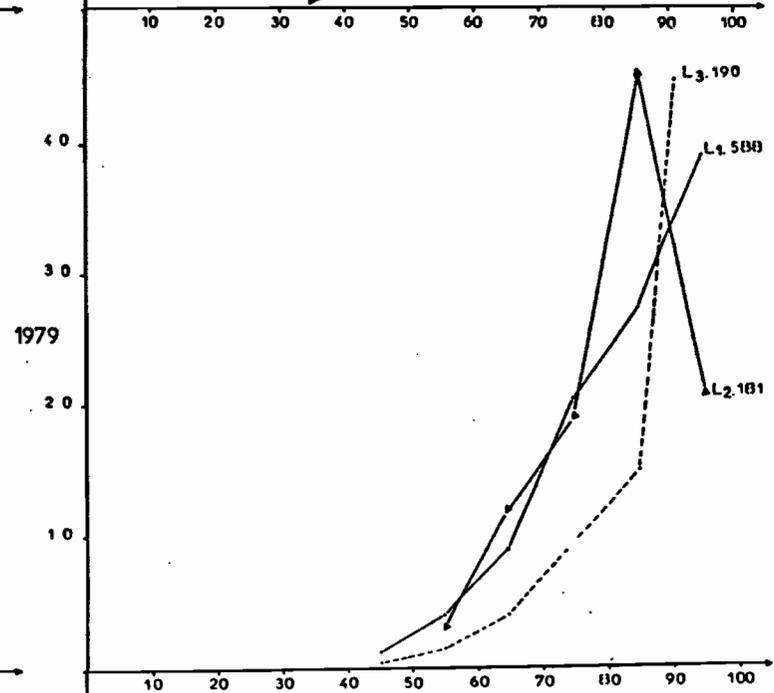
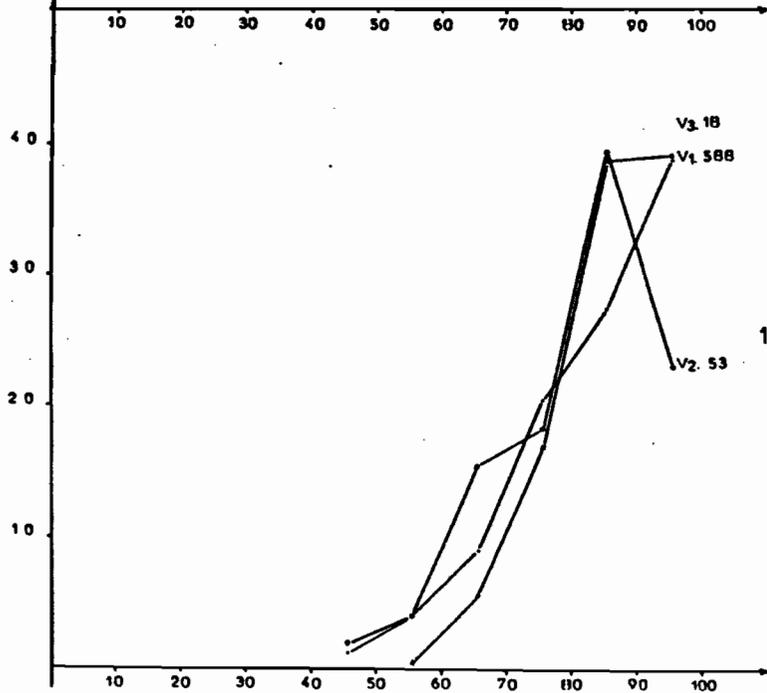
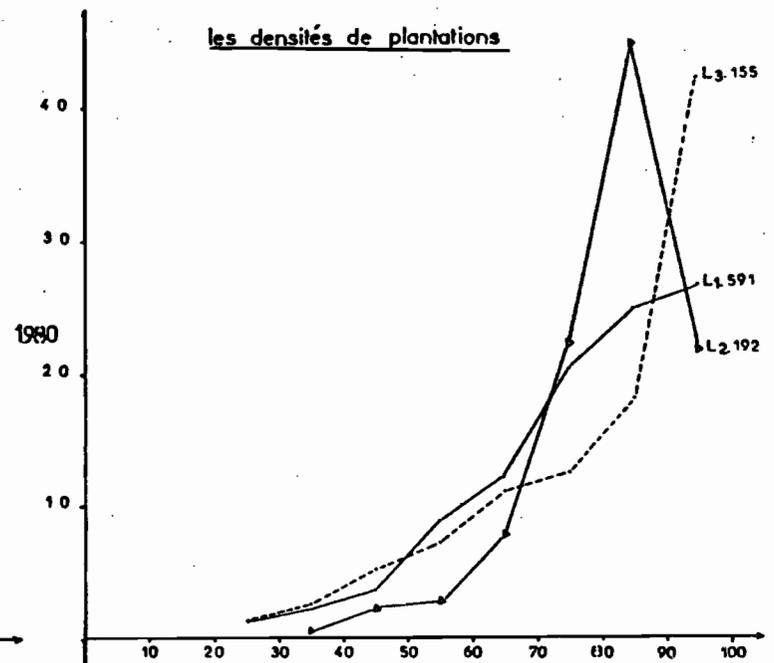
(b) Dispersión d'ectomyeas ceratoniae dans un verger de grenadier selon:

Frequence = % d'arbres

les variétés



les densités de plantations



Il résulte de ce qui précède que la densité de plantation joue un rôle important dans la multiplication d'E. ceratoniae et certainement, en outre, l'effet des traitements n'est vraiment efficace que si la densité d'arbres est faible.

### 5.1.3 Examen des fruits tombés

La coulure des fleurs peut être due à une déficience physiologique de l'arbre et (ou) à une mauvaise pollinisation, c'est ce que nous qualifions de chute "naturelle". Il semble qu'il en soit de même pour la chute des fruits mais s'y ajoute, bien entendu, la chute d'origine parasitaire.

Pour suivre dans le temps le processus de chute des fruits et avoir une idée du nombre des grenades tombées, nous avons effectué un dénombrement, sur 144 grenadiers, depuis la nouaison jusqu'à la récolte et ceci pour les deux années 1980 et 1981. Les fruits sont ramassés et examinés. En comptant les fruits sur arbre à la récolte, on en déduit la proportion globale de fruits ou charge initiale de l'arbre (les totaux sont reportés sur le tableau XXVI), ceci permet de calculer l'importance relative de la chute par rapport à la charge initiale. Généralement la coulure des fleurs, spectaculaire, se manifeste dès la floraison et dure jusqu'au mois de mai. Elle était évaluée à 72,4% en 1980 et 74,05 en 1981. L'importance de cette chute est due au taux élevé des fleurs brévistylées sur l'arbre.

Ensuite, l'origine de la chute des fruits doit être déterminée par examen direct. Ainsi la chute naturelle ou physiologique est assez importante (cf. FIG. 40, 41) durant la nouaison, puisqu'elle est de l'ordre de 20 à 30% par rapport au nombre total des grenades tombées, puis elle décroît rapidement et elle est relayée par la chute provoquée par l'attaque d'Ectomyeloides ceratoniae. Par ailleurs les courbes représentatives de la chute naturelle et celle due à Ectomyeloides exprimées en pourcentage cumulé, par rapport à la chute totale des fruits, montrent également que la chute d'origine parasitaire n'est importante qu'à partir d'août, ce qui coïncide avec le développement de la deuxième génération de l'insecte, à l'intérieur du fruit.

**TABLEAU : XXVI**  
**DEGATS D'E. CERATONIAE EXPRIMES EN % PAR RAPPORT A LACHARGE**  
**INITIALE DE 144 GRENADIERS**

	1980		1981	
	Nombre	%	Nombre	%
Chute naturelle de jeunes fruits au moment de la nouaison	32.345	—	27.130	—
Charge initiale après la chute	12.289	—	9.504	—
Total de grenades tombées depuis le grossissement jusqu'à la maturité (récolte)	4.321	35,16	3.955	41,62
Total de grenades récoltées	7.968	64,83	5.549	58,38
Grenades attaquées par Ectomyeloides	7.627	62,06	6.887	72,46

FIG.40 - NOMBRE DE FRUITS TOMBES PAR SUITE DE LA PRESENCE D'ECTOMYELOIS  
 EXPRIMÉ EN % (KSAR GHRISS) 1980-81

▨ Chute naturelle  
 □ Chute due à Ectomyeolis ceraloniae

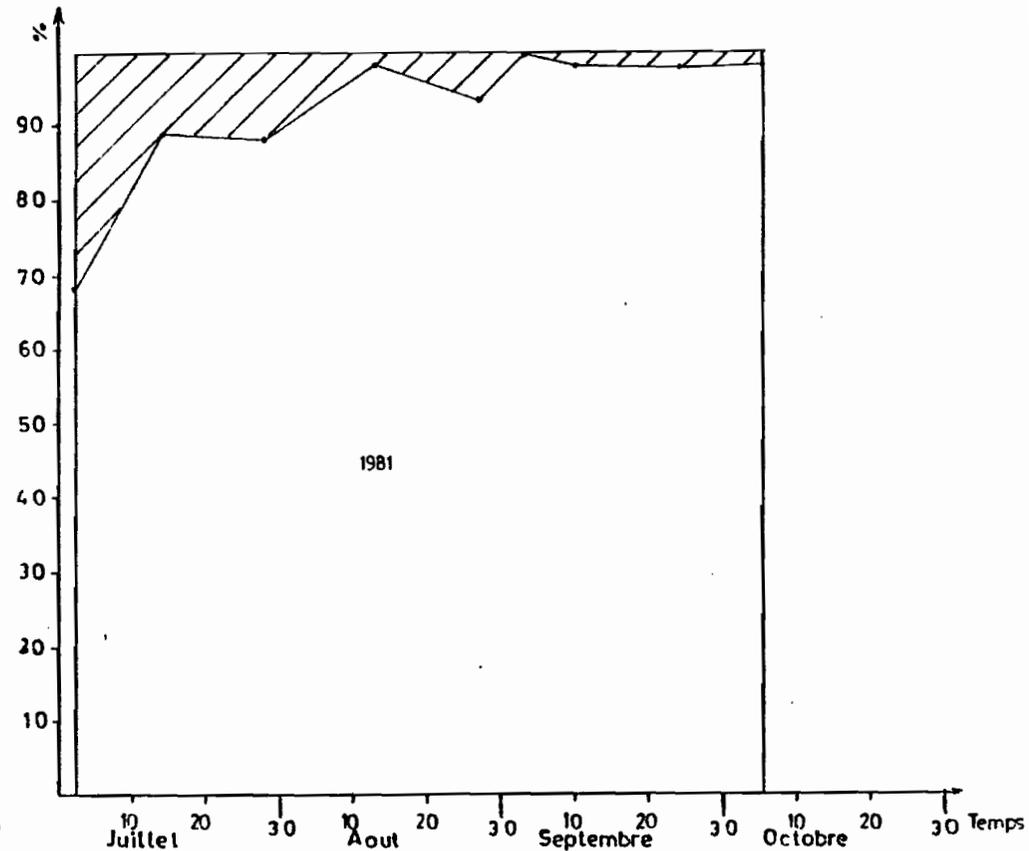
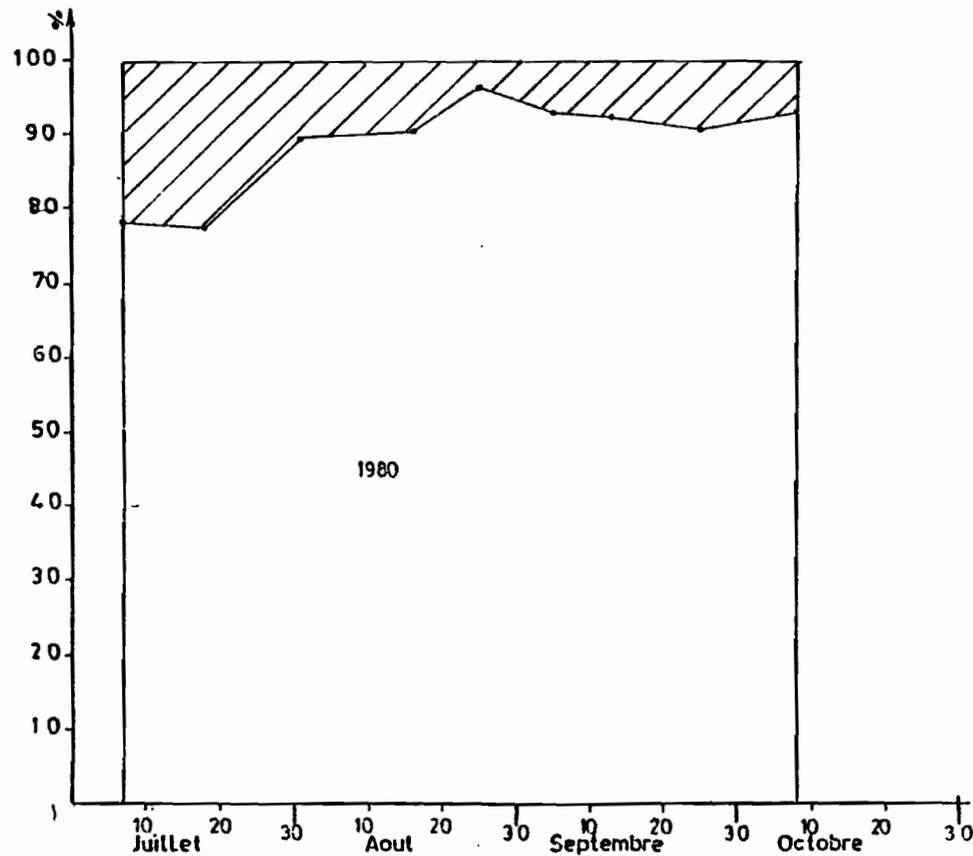
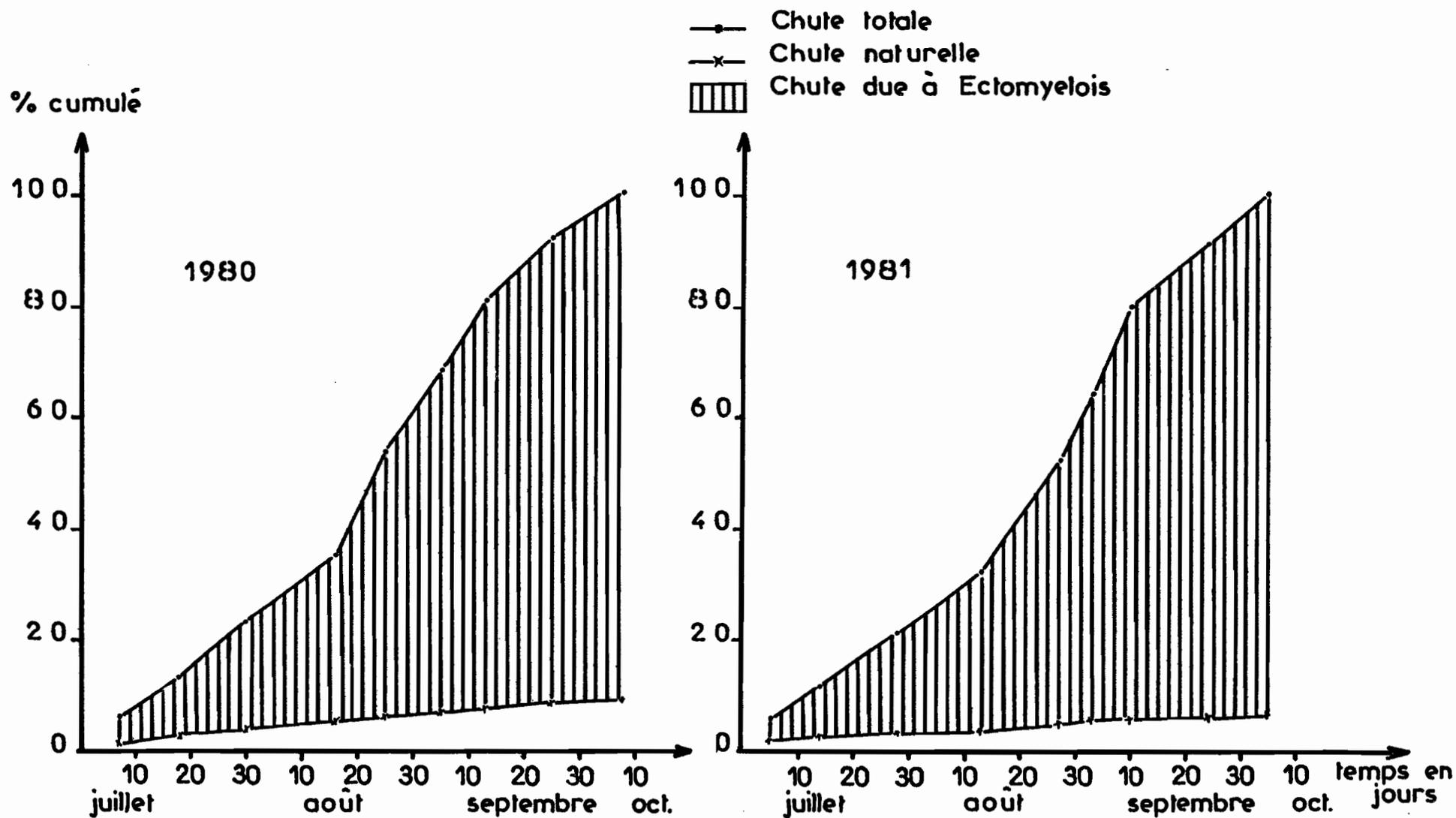


Fig.41 : Pourcentage cumulé de grenades tombées  
Ksar\_Ghris 1980 et 1981



**TABLEAU : XXVII**  
**CHUTE DES DATTES D'ORIGINE PARASITAIRE**  
**Tozeur 1981 (variété Deglet-Nour)**

Date de contrôle	Nbre de fruits examinés	FRUITS ATTAQUES								Fruits sains
		Ectomyelois						Autres parasites		
		Nombre	W	Lj	LA	Nym. vides	%	Nombre	%	
28-30/9	1619	610	2	171	393	44	37,68	321	19,82	688
1/10	624	170		38	128	4	27,25	228	36,54	226
16-19/10	1911	803	1	215	561	26	42,01	640	33,49	468
30-31/10	1137	481	2	125	335	19	42,30	386	33,95	270
10/11	828	332		88	222	22	40,09	184	22,22	312
21-28/11	2792	1262	4	245	906	107	45,20	506	18,12	1024
12-17/12	18-13	901		220	645	36	49,20	413	22,55	517

W : œuf

Lj : larves jeunes (L1, L2, L3)

LA : larves âgées (L4, L5, N)

N: Nymphes

Nym vides : Nymphes vides

Il importe de noter par ailleurs qu'il n'en est pas de même sur dattes: dans ce cas la chute naturelle est relativement importante par rapport à celle provoquée par divers insectes parasites (coléoptères, des cochenilles et des pyrales).

Le tableau XXVII montre que la chute des dattes d'origine parasitaire imputée à Ectomyelois croît légèrement en fonction du temps, ceci revient probablement à l'importance de la population des adultes qui sont sortis en octobre.

#### 5.1.4 Retour de l'insecte sur les fruits attaqués

On entend par "retour de l'insecte" la réinfestation des fruits. Un fruit attaqué peut l'être à nouveau même au cours d'une même génération d'E. ceratoniae et cela se traduit par l'existence de plusieurs stades au même moment (oeufs, larves jeunes, larves âgées, nymphes), dans le même fruit. Mais étant donnée la présence possible de quelques stades issus d'une ponte dans un même fruit cela rend difficile l'étude de cette réinfestation.

Au cours de l'examen des grenades, 1980 nous avons constaté une certaine tendance des femelles à pondre sur des fruits déjà attaqués et ceci s'accroît au fur et à mesure que les générations se succèdent. Ce phénomène reste important sur les fruits tombés pour lesquels on note une fréquence relativement élevée de la réinfestation.

Nous avons évalué les divers stades qui peuvent coexister dans les fruits sur arbre ou tombés. Les résultats reportés aux tableaux XXVIII et XXIX, montrent que les femelles adultes de la deuxième et troisième générations peuvent pondre aussi bien sur des fruits sains qu'attaqués, mais la coexistence des stades jeunes et âgés n'est relativement importante que sur grenades tombées. La préférence de ponte à l'égard des fruits déjà attaqués n'est cependant pas très nette.

Sur dattes, la coexistence des stades jeunes et âgés est par contre peu importante. Ce phénomène est certainement dû à la compétition intraspécifique liée aux faibles dimensions de la datte (cf. tableaux XXX et XXXI).

**TABLEAU : XXVIII**  
**REPARTITION DES STADES PAR FRUIT**  
 (à partir d'échantillonnage de grenades)  
 (Ksar Ghris 1980)

DATE		Fruits examinés	Fruits attequés	w			Lj			La			w+Lj		w+La		Lj + La			
				1 w	1 Lj	2 Lj	1 La	2 La	3 La	1 w + 1 Lj	1 w + 1 La	1 w + 2 La	2w + 2 La	1 Lj + 1 La	2 Lj + 1 La	1 Lj + 2 La	2 Lj + 2 La			
25-4/7	Nbre %	881	262	8 3,05	91 34,73		142 54,19	4 1,52		4 1,52	1 0,38		1 0,38	10 3,81	1 0,38					
5-12/7	Nbre %	991	277	18 6,49	51 18,41		166 59,95	4 1,44		1 0,36	14 5,05	3 1,08	3 1,08	15 5,42	1 0,36	1 0,36				
13-22/7	Nbre %	1162	506	22 4,35	88 17,39	1 0,20	318 62,85	16 3,16		1 0,20	15 2,96	3 0,59	2 0,40	32 6,32	2 0,40	5 0,99	1 0,2			
23-8/8	Nbre %	981	388	6 1,55	58 14,95	1 0,26	266 68,56	26 6,70	1 0,26		4 1,03	1 0,26	1 0,26	20 5,15	3 0,77	1 0,26				
9-15/8	Nbre %	650	285	7 2,46	45 15,78		200 70,17	14 4,91	-	1 0,35	3 1,05	-	-	14 4,91	-	1 0,35	-			
16-23/8	Nbre %	934	414	11 2,66	74 17,87		280 67,63	18 4,35	1 0,24	1 0,24	1 0,24	3 0,72	1 0,24	18 4,35	1 0,24	4 0,97	1 0,24			
24-4/9	Nbre %	809	372	9 2,42	39 10,48		280 75,27	19 5,11	2 0,54		2 0,54	1 0,27		20 5,38						
5-12/9	Nbre %	852	427	14 3,28	40 9,36	1 0,23	308 72,13	27 6,32	1 0,23	1 0,23	8 1,87		2 0,47	13 3,0	1 0,23	7 1,64	4 0,94			

w : Oeuf

Lj : larves jeunes (L1, L2, L3)

La : larves âgées (L4, L5, N)

**TABLEAU : XXIX**  
**EXAMEN DES GRENADES TOMBEES(1980)**  
 (Répartition des stades par fruit)

10/8/80										
Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%
0	116	14,5	95	11,87	2	0,25	-	-	-	-
1 lag	420	52,2	40	5,00	2	0,25	-	-	1	0,12
2 lag	42	5,25	19	2,37	2	0,25	-	-	-	-
3 lag	18	2,25	6	0,75	5	0,62	-	-	-	-
4 lag	15	1,88	5	0,62	10	1,25	2	0,25	-	-
Nombre total de fruits attaqués : 800										
25/8/80										
Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%
0	52	4,06	140	10,93	1	0,07	-	-	-	-
1 lag	882	68,90	31	2,42	1	0,07	-	-	-	-
2 lag	51	3,98	19	1,48	6	0,47	1	0,07	-	-
3 lag	32	2,50	9	0,70	2	0,15	4	0,31	1	0,07
4 lag	28	2,18	8	0,62	6	0,47	6	0,47	-	-
Total de fruits attaqués : 1 280										
10/9/80										
Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%
0	56	4,03	135	9,72	-	-	-	-	-	-
1 lag	996	71,75	26	1,87	5	0,36	-	-	-	-
2 lag	63	4,53	17	1,22	3	0,21	-	-	-	-
3 lag	22	1,58	6	0,43	1	0,07	1	0,07	-	-
4 lag	34	2,44	14	1,00	7	0,5	2	0,14	2	0,14
Total de fruits attaqués : 1 388										

O : fruit sain

1Lj, 2Lj, 3Lj, 4Lj : 1, 2, 3, 4 - larves jeunes

1lag, 2lag, 3lag, 4lag : 1, 2, 3, 4 - larves âgées  
 (y compris les nymphes)

**TABLEAU : XXX**  
**REPARTITION DE STADES PAR FRUIT**  
**(échantillonnage de dattes 1981)**

DATE		Fruits Examinés	Fruits Sains	Fruits attaqués	w		Lj		Lag		w + lag		Lj + Lag	
					1 w	2 w	1 Lj	2 Lj	1 lag	2 lag	1 w + lag	2 w + lag	1 Lj + 1 Lag	2 Lj + 1 Lag
23-3/10/81	Nbre %	3124	1980	85	56 65,88	12 14,11	—	—	13 15,29	1 1,17	2 2,35	1 1,17	—	—
14-26/10/81	Nbre %	2942	2027	197	19 9,64	54 27,41	—	—	103 52,28	7 3,55	2 1,01	12 6,09	—	—
26-3/11/81	Nbre %	2202	1564	234	4 1,70	117 50,0	2 0,85	—	102 43,58	5 2,13	1 0,42	2 0,85	1 0,42	—
4-9/11/81	Nbre %	2663	2122	74	2 2,7	28 37,83	—	—	36 48,64	4 5,40	—	4 5,40	—	—
17-19/11/81	Nbre %	3022	2023	257	12 4,67	80 31,12	—	—	145 56,42	12 4,67	3 1,10	5 1,94	—	—
27-30/11/81	Nbre %	1303	963	22	2 9,09	9 40,9	—	—	8 36,36	1 4,54	—	2 9,09	—	—
4-7/12/81	Nbre %	1681	1099	27	2 7,40	10 37,03	—	—	15 55,55	—	—	—	—	—
18-23/12/81	Nbre %	3458	2142	86	—	18 20,93	—	—	65 75,58	3 3,48	—	—	—	—

**TABLEAU : XXXI**  
**EXAMEN DES DATTES TOMBEES(1981)**

30/9/81											25/10/81										
Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%	Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%
0	912	49,89	209	11,43	3	0,16	—	—	—	—	0	738	33,88	340	15,61	10	0,46	1	0,04	1	0,04
1 La	569	31,13	46	2,52	7	0,38	1	0,05	—	—	1 La	932	42,79	45	2,06	9	0,41	1	0,04	1	0,04
2 La	43	2,35	10	0,54	5	0,27	3	0,16	—	—	2 La	53	2,43	11	0,50	5	0,23	1	0,04	2	0,09
3 La	1	0,05	10	0,54	5	0,27	2	0,1	—	—	3 La	10	0,46	4	0,18	3	0,13	—	—	1	0,04
4 La	1	0,05	1	0,05	—	—	—	—	—	—	4 La	2	0,09	3	0,13	1	0,04	2	0,09	2	0,09
Total de fruits 1828 Total de fruits examinés 2241											Total de fruits 2178 Total de fruits examinés 2688										
20/11/81											15/12/81										
Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%	Stades	0	%	1 Lj	%	2 Lj	%	3 Lj	%	4 Lj	%
0	1340	42,44	333	10,54	14	0,44	2	0,06	2	0,06	0	517	33,83	220	14,39	2	0,13	—	—	—	—
1 La	1246	39,46	75	2,37	9	0,28	1	0,03	1	0,03	1 La	668	43,71	51	3,34	9	0,59	1	0,06	1	0,06
2 La	85	2,69	21	0,66	5	0,16	2	0,06	—	—	2 La	29	1,90	10	0,65	1	0,06	—	—	—	—
3 La	9	0,28	8	0,25	1	0,03	—	—	1	0,03	3 La	16	1,04	—	—	2	0,13	—	—	—	—
4 La	1	0,03	1	0,03	—	—	—	—	—	—	4 La	1	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—
Total de fruits 3157 Total de fruits examinés 3620											Total de fruits 1528 Total de fruits examinés 1835										

Dans un deuxième temps nous avons recherché les préférences des femelles de deuxième génération pour des grenades saines ou attaquées, en procédant par comptage des oeufs.

Ainsi 3 couples (femelles de même âge) sont placés dans un manchon de ponte en présence de deux fruits l'un sain et l'autre attaqué. Le manchon reste sur l'arbre pendant 4 jours, après quoi les fruits sont récupérés et examinés à la loupe.

### TABLEAU XXXII

#### Relevé de ponte de 15 couples

Nature du fruit	Nombre d'oeufs pondus	%	LOCALISATION DES OEUFS			
			Feuille	Pédoncule	Corps	Calice
Fruit attaqué	425	77,13	32	25	134	234
Fruit sain	126	22,87	8	7	43	68

Il ressort des résultats donnés dans le tableau XXXII que les femelles présentent une préférence marquée pour pondre sur des fruits déjà attaqués.

En conclusion, l'insecte présente un comportement de retour, une grenade peut être attaquée une ou plusieurs fois.

Ce phénomène devient important lorsque la densité de population d'Ectomyelois s'élève à la suite des nouvelles émergences d'adultes, de ce fait la chute des fruits d'origine parasitaire n'est importante que sur grenadier.

## 5.2 Effets des traitements chimiques sur les populations d'*Ectomyelois ceratoniae* sur grenadier.

En matière de lutte, depuis 1974, le seul moyen utilisé est la lutte chimique qui semble être inefficace malgré la répétition des traitements (Tableau XXXIII); le Service de la Défense des Cultures a réalisé des essais de traitement dans un verger de grenadiers, à Sidi Bouzid, après l'apparition des dégâts, mais pratiquement sans résultats satisfaisants.

Les déboires de la lutte chimique peuvent s'expliquer par le fait qu'*Ectomyelois ceratoniae* présente un comportement de ponte assez particulier sur grenades dont nous avons fait état précédemment; les oeufs sont déposés au niveau du calice. Ce site préférentiel combiné avec la position pendante du fruit ne facilite guère le contact insecte-produit chimique. Il se peut aussi que l'insecte soit résistant à l'égard des produits classiques. Pour étudier d'une façon précise la réaction de l'insecte vis-à-vis d'une substance chimique, nous avons entrepris des essais de traitement.

Il s'agit de deux types de traitement utilisant la dècaméthrine à raison de 25 grammes de matière active par litre:

- traitement généralisé sur l'arbre
- traitement localisé au niveau de l'oeil du fruit

### 5.2.1 Méthodes

#### Traitement généralisé

Nous avons constitué deux lots pour ces expériences. Un premier lot formé de six lignes de grenadiers, représentant 186 arbres, fut traité au Decis, à la dose de 100cc par hectolitre. Chaque arbre a reçu une quantité moyenne de 7 litres (en réalité elle varie de 6 à 11 selon la taille de l'arbre). Le traitement a été effectué à l'aide d'un pulvérisateur porté et réalisé le 19 juillet 1980, période correspondant à l'envol de la deuxième génération.

TABLEAU : XXXIII  
 TRAITEMENTS CHIMIQUES EFFECTUES CONTRE ECTOMYELOIS CERATONIAE ZELL.  
 SUR GRENADIER (Ksar Ghriss)

ANNEE	PERIODE DE TRAITEMENT	PRODUIT UTILISES	QUANTITE/HA	TAUX D'INFESTATION A LA RECOLTE
1978	Mars début de floraison	Malathion (zithiol liquide)	20 cc/hl 2,12 l/ha	75,35
	AVRIL 18 - 19	Parathion 1 %	Poudrage 91,87 kg/ha	
	26 - 27	Dieldrine	200 cc/hl 2,83 l/ha	
	16 - 20	Azinphos-Methy + Demeton -s- methyl sulfone (Gusathion MS)	200 g/hl 9,95 kg/ha	
	MAI 24 - 29	Roxion	50 cc/hl 4,59 l/ha	
	JUILLET 4 - 6	Malathion (zithiol liquide)	50 cc/hl 2,65 l/ha	
	8 - 12	Dimethoate (Daphène fort)	50 cc/hl 2,74 l/ha	
	19 - 20	Azinphos-Methyl + Demeton -s- Methyl sulfone (Gusathion MS)	800 g/hl 1,6 kg/ha	
AOUT 2 - 3	" " "	800 g/hl 1,6 kg/ha		
1979	JANVIER 30 - 31	Phosphamidon (Dimecro 10)	100 cc/hl 1,59 l/ha	83,0
	AVRIL 12 - 14	Fenthion (Lebaycide liquide)	150 cc/hl 2,71 l/ha	
	30 - 31	" " "	150 cc/hl 2,10 l/ha	
	MAI 21 - 26	Malathion (zithiol liquide)	150 cc/hl 5,22 l/ha	
	JUIN	Fenthion (Lebaycide liquide)	100 cc/hl	
	JUILLET 1ère semaine	Dimethoate (Rogor 50)	100 cc/hl	
	AOUT 3ème semaine	Malathion (zithiol liquide)	100 cc/hl	
1980	MARS 14 - 22	Malathion (zithiol liquide)	150 cc/hl 4,95 l/ha	78,30
	AVRIL 1 - 2	Parathion 1 %	Poudrage 44,16 kg/ha	
	25 - 26	"	" 26,5 kg/ha	
	MAI 5 - 6	"	"	
	JUIN 10 - 17	Dimethoate (Perfekthion BASE)	100 cc/ha 4,45 l/ha	
	JUILLET 11 - 24	" "	" 5,3 l/ha	
	AOUT 3è semaine	" "	" 4,59 l/ha	
1981	MARS 26 - 28	Lebaycide	31/ha	61,08
	AVRIL 8 - 15	"	51 (2 lots)	
	MAI 25 - 30	Decamethrine	70 cc/hl 2,5 l	
	JUIN 10-15	"	" 2,51 (L1 + L2)	
	JUILLET 1 - 3	"	" 2,51	
	13 - 15	"	" 31	
	23 - 27	"	" 2,51	
	AOUT 4 - 7	"	" 31	
	16 - 19	"	" 2,51	
	28 - 31	"	" 2,51	
	9 - 12	"	" 31	
SEPTEMBER 21 - 22	"	" 31		

Le deuxième lot, formé de 93 arbres, a servi de témoin. L'efficacité du traitement a été évaluée par dénombrement des fruits sains et attaqués. Les prélèvements d'échantillons furent effectués comme précédemment, tous les 3 à 4 jours et ceci pendant 15 jours, la rémanence du Decis étant de 20 jours (DHOUIBI 1979).

Traitement localisé sur le calice du fruit

En raison du comportement particulier de la chenille dont nous avons fait état précédemment, nous avons procédé à l'ensachage d'un certain nombre de fruits comme indiqué plus haut.

Les fruits ensachés le 22 mai 1980 furent remis à nu pour infestation du 15 au 20 Juillet, période jugée suffisante pour avoir un taux d'attaque relativement élevé (époque correspondant à 33% d'infestation dans la parcelle). Une première fraction, comportant 573 fruits, fut traitée au Decis, 5, 10 et 15 jours après la fin de l'infestation (à raison de 155 fruits par traitement). Une deuxième fraction, composée de 567 fruits, a servi à l'évaluation des divers stades de l'insecte grâce à des dissections opérées aux mêmes dates que celles des traitements.

TABLEAU XXXIV

Répartition des fruits traités et examinés

	DATE DE PRELEVEMENT ET DE TRAITEMENT DES FRUITS			TEMOIN	TOTAL
	25/7	30/7	4/8		
Nombre de fruits traités	140	146	155	132	573
Nombre de fruits prélevés disséqués	187	190	190		567
TOTAL	327	336	345	132	1140

TABLEAU : XXXV

RELEVÉ DU TRAITEMENT EFFECTUÉ LE 19-7-80 AU DECIS  
A RAISON DE 100 cc/hl (186 arbres)

Date de prélèvement	TRAITE (186 arbres)														Témoin (93 arbres)															
	fruits examinés	fruits sains	Trace † N.V.		œuf		Lj		La		N		Lm		Taux d'infestation	fruits examinés	fruits sains	Trace † N.V.		œuf		LJ		La		N		Lm		Taux d'infestation
			N.1	%	N.2	%	N.3	%	N.4	%	N.5	%	N.6	%				N.1	%	N.2	%	N.3	%	N.4	%	N.5	%	N.6	%	
21/7	460	335	32	24	15	11,3	35	26,3	32	24	19	14,3	12	10,61	27,17	403	291	21	14,7	22	15,4	53	37	33	23	14	9,8	6	4,70	27,79
23/7	396	289	33	25,6	11	8,52	41	31,78	31	23,03	13	10,07	18	15,8	27,02	483	317	32	20,78	28	18,18	51	33,17	31	20,12	12	7,8	7	5,50	34,36
27/7	409	269	48	30,76	13	8,33	36	23,07	40	25,64	19	12,17	24	18,18	34,22	602	383	36	13,58	34	12,83	13	49,05	46	17,35	19	7,16	6	2,60	36,37
3/8	476	303	53	29,28	30	16,57	56	30,94	26	14,36	16	8,84	16	11,11	36,34	576	357	67	26,69	27	10,76	91	36,25	44	17,53	22	8,76	5	2,65	38,08
25/8	434	269	40	21,16	21	11,11	43	22,76	49	25,93	36	19,04	14	8,60	38,01	256	131	18	11,61	13	8,38	45	29,03	51	32,9	28	18,06	4	2,85	48,82
1/9	573	359	69	29,23	46	19,49	69	29,23	31	13,13	21	8,90	8	4,60	37,34	474	243	50	22,04	34	13,87	52	21,22	67	27,34	38	15,51	5	2,55	48,73
Au cours de la récolte 20/10	Total des fruits récoltés		Nombre de fruits attequés				Nombre de fruits sains				64,97	Total des fruits récoltés		Nombre des fruits attequés				Nombre de fruits sains				84,30								
	17,052		11,080				5972					4,650		3,920				730												

Rq: le % des larves mortes est calculé par rapport aux stades vivants (W ---- N).

N.V. : Nymphé vide

N. : Nymphé

L.J. : Larves jeunes (L1 à L3)

La : Larves âgées (L4 † L5)

Lm : Larves mortes

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, N<sub>5</sub>, N<sub>6</sub> : effectif des stades

### 5.2.2 Résultats et discussion

Rappelons que le traitement a eu lieu le 19 juillet, époque à laquelle tous les stades peuvent se rencontrer et particulièrement les larves âgées qui sont en voie de pénétration dans les grenades.

L'examen du Tableau XXXV montre bien qu'il semble y avoir eu un effet des traitements dans la mesure où la mortalité est un peu plus élevée dans le lot traité que dans le témoin. Mais, 37 jours après le traitement, on note une augmentation du niveau de la population dans les deux cas, qui reste légèrement supérieure dans le lot témoin (certainement le Decis, à la fois assez rémanent et répulsif, a bloqué momentanément la réinfestation des fruits traités).

L'existence du taux d'infestation très élevé à la fin de la récolte peut s'expliquer par la chute prématurée des fruits, mais aussi par le peu d'efficacité du traitement en raison sans doute du comportement particulier d'Ectomyelois ceratoniae, en d'autres termes le traitement ne touche que les stades ectophytes (et non ceux endophytes).

Le traitement localisé est possible avec la technique de l'ensachage. Le taux d'infestation au niveau des fruits traités n'a alors pas excédé 1,5% lorsque l'application du produit a coïncidé avec la présence d'une population formée essentiellement de jeunes stades (Cf. Tableau XXXVI). Lorsque ces derniers sont plus âgés ce taux est légèrement supérieur (6,5%) mais reste encore satisfaisant en raison sans doute du fait qu'il s'agissait d'une application ponctuelle pouvant atteindre sans doute les stades en cours de pénétration dans la grenade.

Il s'avère donc qu' E. ceratoniae ne présente pas de résistance aux produits chimiques, les jeunes stades larvaires étant évidemment les plus sensibles; même ceux qui sont en voie de pénétration peuvent être intoxiqués par le Decis et ceci quel que soit leur âge. Toutefois dans les conditions normales de pulvérisation globale sur les arbres, il est difficile d'obtenir des résultats concluants car le produit n'est pas appliqué au point

TABLEAU : XXXVI

STRUCTURE DE LA POPULATION AU MOMENT DU TRAITEMENT ET  
TAUX D'INFESTATION DES FRUITS TRAITES 5j, 10, et 15 jours  
APRES L'EXPOSITION

Période de traitement après l'exposition		5 jours (5 à 10 jours)					10 jours (10 à 15 jours)					15 jours (15 à 20 jours)						
Nombre de fruits dissequés		187					190					190						
Localisation et Nombre des différents stades existants		Dans le calice			à l'int. du fruit		Dans le calice			à l'int. du fruit		Dans le calice			à l'int. du fruit			
		w	Lj	LA	Lj	LA	w	Lj	LA	Lj	LA	w	Lj	LA	Lj	LA		
		17	18	-	-	-	-	37	18	-	-	-	8	11	3	31		
Proportion des divers stades		48,57	51,42				67,27	32,72					15,09	20,75	5,66	58,49		
Taux d'infestation		28,87					28,94					27,89						
Nbre de fruits traités		Témoïn 132		140					146					155				
Taux d'infestation au moment de la récolte	Fruits sains	Fruits attaqués	Fruits sains			Fruits attaqués		Fruits sains			Fruits attaqués		Fruits sains			Fruits attaqués		
	88	44	138			2		137			9		145			10		
Taux d'infestation au moment de la récolte		33,3		1,42					6,12					6,45				

W : œuf  
Lj : Larves jeunes L1 à L3  
LA : Larves âgées L4 à L5

précis qu'il conviendrait d'atteindre.

### 5.2.3 Conclusion

Nous avons vu que le développement post-embryonnaire d' E. ceratoniae peut avoir lieu dans l'oeil, en début de saison, et par la suite à l'intérieur de la grenade. L'insecte ne manifeste pas de résistance particulière au produit chimique utilisé à savoir le Decis, surtout s'il s'agit d'application ponctuelle intéressant seulement "l'oeil" du fruit. Dans ces conditions le taux d'efficacité est de l'ordre de 98,5% mais dans les conditions habituelles des traitements, il est peu vraisemblable que la lutte chimique puisse avoir raison de ce ravageur compte-tenu de son comportement de ponte, lieu où s'effectue le développement ainsi que de la position de la grenade sur l'arbre.

En pratique, on vise le stade le plus vulnérable; par ailleurs, la lutte chimique ne permet pas l'éradication de toute la population adulte, il suffit alors de quelques femelles seulement pour infester des centaines de fruits.

Il serait dès lors plus intéressant de rechercher d'autres méthodes de protection. C'est à ce titre seulement que le grenadier pourra être cultivé "en intensif" dans les zones où il est économiquement en mesure de rentabiliser les dépenses d'irrigation avec l'eau saumâtre.

## CONCLUSIONS GENERALES

---

L'étude bio-écologique d'Ectomyelois ceratoniae, que nous présentons ici, nous a permis de préciser, d'abord, les caractéristiques morphologiques de tous les stades, puis son écophysiologie du comportement, ses fluctuations de populations larvaires et imaginaires et son impact agronomique dans les deux biotopes étudiés.

Ectomyelois ceratoniae est donc caractérisé par rapport aux autres espèces du même genre, à l'état adulte, par ses genitalia mâles dont le transtilla est en forme d'un Y renversé, et à l'état larvaire par la chetotaxie du dernier stade.

L'étude des glandes exocrines mâle et femelle intervenant dans le comportement sexuel; afin d'ouvrir une nouvelle voie de prévision rapide des risques d'infestation, montre que la morphologie et la structure des glandes sécrétrices de produits phéromonaux chez E. ceratoniae est conforme à celle de la plupart des Lépidoptères étudiés; chez la femelle, la zone glandulaire est localisée ventro-latéralement au niveau de la membrane intersegmentaire entre les 8<sup>ème</sup> et 9<sup>ème</sup> segments abdominaux, alors que chez le mâle, l'appareil odorant est situé ventralement au niveau du 8<sup>ème</sup> segment abdominal.

L'étude écologique a été réalisée à l'aide des piégeages lumineux et sexuel, du contrôle en cage d'émergence et des méthodes d'échantillonnage classiques par dissection des organes des plantes attaquées. L'étude comparative de ces méthodes montre que leur efficacité varie selon les plantes-hôtes et leur stades phénologiques et, pour certaines méthodes, selon les facteurs climatiques. Le prélèvement et la dissection des fruits présentant les symptômes d'attaque permettent de suivre l'évolution et la localisation des divers stades dans le fruit.

Par contre l'examen détaillé des fruits échantillonnés périodiquement permet d'estimer aussi l'évolution du taux d'infestation ainsi que la variation quantitative et structurale de divers stades de l'insecte.

L'observation des résultats obtenus montre la succession de 4 générations chevauchantes sur grenadier, et de deux seulement sur dattier.

Il s'agit en effet d'une espèce polyvoltine, le dépôt des oeufs se fait dans le calice de la grenade ou sur l'enveloppe de la datte. En début d'infestation, sur grenadier, le développement et la croissance larvaire s'effectuent aux dépens des reliquats d'étamines; dans l'oeil du fruit, ce ne sont que les stades âgés qui forent la base du pistil pour pénétrer dans le fruit. Au fur et à mesure que les générations se succèdent les pénétrations se multiplient, ce qui favorise l'installation des champignons avec, pour conséquence, la pourriture des fruits qui ne tardent pas alors à tomber. L'insecte présente également un comportement de retour à l'égard des fruits déjà attaqués, qui devient important lorsque la densité des populations s'élève à la suite des nouvelles apparitions d'adultes. Ce phénomène est encore plus important sur fruits tombés. L'évaluation de la chute des fruits par rapport à la charge initiale de l'arbre montre que les grenades tombées à l'époque de la récolte sont attaquées à plus de 90 p. cent par Ectomyelois et que la chute physiologique est insignifiante. Il en est autrement sur dattier, le dépôt d'oeufs n'a lieu qu'au moment où les dattes parviennent à maturité. Les larves néonates doivent gagner le périanthé pour pénétrer dans le fruit; elles évoluent dans la profondeur de la pulpe en laissant au tour du noyau des excreta brunâtes. Ces jeunes larves doivent lutter contre les intempéries pour pénétrer dans les dattes. La chute des dattes imputable à Ectomyelois est peu importante par rapport au cas des grenades.

Dans le périmètre irrigué, on assiste au cours de la 3<sup>ème</sup> génération, sur grenadiers, à un passage de la pyrale des caroubes sur pistaches correspondant alors à la deuxième et à la troisième récolte des pistaches. C'est pourquoi les pistaches restées

accrochées hébergent les larves. Bien qu'il n'y a pas une coïncidence parfaite entre le dernier vol des adultes et le support de ponte qui est à l'origine d'une élimination relativement élevée de la descendance de la 4<sup>ème</sup> génération.

Le dépôt des oeufs et le développement de la génération hivernante ont lieu dans les fruits (grenades, pistaches, dattes) attaqués, accrochés sur arbres ou tombés au sol.

Le ramassage systématique des fruits restant après la cueillette, entrepris en 1979 et 1980 dans le périmètre irrigué, n'étant jamais parfait, ne suffit pas à éliminer le ravageur; d'ailleurs l'hibernation des chenilles peut aussi s'effectuer dans les fissures des écorces des troncs et des rameaux et même dans le sol aux alentours des troncs.

Malgré la connaissance parfaite du cycle de l'insecte, les traitements chimiques appliqués au moment opportun, c'est-à-dire ceux qui coïncident avec le début de chaque génération ne permettent pas une protection satisfaisante de la récolte. Dans le périmètre irrigué, sur grenadier, nous avons testé la sensibilité des divers stades de l'insecte vis-à-vis de la dècaméthrine. Ce ravageur ne manifeste aucun phénomène de résistance; mais le comportement particulier de l'insecte et la position naturellement pendante des fruits sur l'arbre rendent la lutte chimique peu efficace.

Jusqu'alors, sur datte, la lutte est uniquement curative; la désinsectisation est effectuée par fumigation des dattes après récolte souvent en caisse, prêtes à l'expédition. A la station de Tozeur, il est effectué un vide préalable puis on installe du bromure de méthylène. Cette pratique est très efficace, elle tue les oeufs, les chenilles et les adultes, mais elle n'est pas parfaitement satisfaisante car les cadavres, les exuvies et les excréments, restent en place dans les fruits ce qui en déprécie la valeur marchande.

Les analyses de la phéromone sexuelle, qui sont en cours, montrent qu'il s'agit comme c'est le cas pour de nombreuses

espèces d'insectes. d'un mélange très complexe. La détermination exacte des différents composés phéromonaux permettra d'ouvrir des perspectives intéressantes pour la mise en place d'une méthode d'avertissement s'intégrant dans une stratégie de lutte intégrée, évitant alors un emploi abusif des traitements insecticides.

BIBLIOGRAPHIE

AIKEN, A.D. 1963 - A key to the larvae of some species of Phycitinae (Lepidoptera, Pyralidae) associated with stored products and of some related species. Bull. Entomol. Res., 54 : 175-188.

AUDEMARD, H. 1976 - Etude démo-écologique du carpocapse (Laspeyresia pomonella L.) en verger de pommiers de la basse vallée du Rhône. Possibilités d'organisation d'une lutte intégrée. Thèse de Docteur Ingénieur Université François-Rabelais, Tours, 365 pp.

AUDEMARD, H., FREMOND, J.C., MARBOUTIR, G., GENDRIER, J.P. et REBOULET, J.N. 1976 - Etude comparée du piégeage de la tordeuse orientale du pêcher (Grapholita molesta Busk.) avec des femelles vierges et avec une phéromone sexuelle de synthèse. Rev. Zool. Agr. Pathol. Vég., 75 : 117-126.

BALACHOWSKY, A.S. 1972. Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II : Lépidoptères, vol. 2 : 1199-1205.

BAROUGH, B.H. 1965 - Etude du développement post-embryonnaire de l'ovaire chez Ephestia kuhniella Z. (Lepidoptera Pyralidae). Thèse de Docteur ingénieur, Faculté des Sciences Paris VI, 65 pp.

BILIOTTI, E. et DAUMAL, J. 1969 - Biologie de Phanerotoma flavitarsata Fischer (Hymenoptera Braconidae). Mise au point d'un élevage permanent en vue de la lutte biologique contre Ectomyelois ceratoniae Zeller. Ann. Zool. Zool. Anim., 1 (4) : 379-394.

BOUAZIZ, E. 1977 - Comportement des cultures arbustives irriguées à l'eau saumâtre dans les conditions arides de la Tunisie Centrale. 2. Le grenadier. Les Cahiers du C.R.G.R., 10 : 25 pp.

BOURGOGNE, J. 1951 - Ordre des Lépidoptères. In "Traité de Zoologie. Anatomie, systématique, biologie", Grassé P.-P., Ed., Tome X, Fasc. 1 : 175-448, Masson et Cie, Paris.

BRADY, U.E. et NORDLUND, D.A. 1971 - Cis-9-trans-12-tetradecadien-1-yl acétate in the female tobacco moth Ephestia elutella H. and evidence for additional component of the sex pheromone. Life Science, 10 (14) : 797-801.

CHAUVIN, G. 1971 - Facteurs modifiant la fécondité des Lépidoptères. Etude de deux Tineidae. Cas particulier de Tinea pellionella L. Ann. Zool. Ecol. Anim., 3 (4) : 509-515.

COX, P.D. 1975 - The influence of photoperiod on the life cycle of Ephestia calidella (Guenee) and Ephestia figulilella Gregson (Lepidoptera, Phycitidae). J. Stored Prod. Res., 11 : 75-85.

COX, P.D. 1976 - The influence of temperature and humidity on the life cycle of Ectomyelois ceratoniae (Zeller) (Lepidoptera, Phycitidae). J. Stored Prod. Res., 12 : 111-117.

- COX, P.D. 1979 - The influence of the photoperiod on the life cycle of Ectomyelois ceratoniae (Zeller) (Lepidoptera : Pyralidae). J. Stored Prod. Res., 15 : 111-115.
- DHOUBI, M.H. 1979. Toxicité de quelques pyréthrinoides de synthèse (Decis et Perméthrine) sur Schistocerca gregaria. Diplôme d'Etudes Approfondies d'Entomologie, Université Paris VI.
- DOUMANDJI-MITICHE, B. 1977 - II. Bracon hebetor Say. Ectoparasite des pyrales des dattes stockées. Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach, Vol. VII, n° 1 : 59-85.
- DOUMANDJI-MITICHE, B. 1981 - Le complexe parasites - prédateurs d' Ectomyelois ceratoniae Zeller. Bull. Zool. Agric., n° 1, INA El Harrach, 4-6.
- DOUMANDJI, S. 1981 - Biologie et écologie de la pyrale des caroubes dans le nord de l'Algérie, Ectomyelois ceratoniae Z. (Lép. Pyralidae). Thèse d'Etat, Paris VI, 145 pp.
- EVREINOFF, V.A. 1949 - Le grenadier : Punica granatum Linné. Fruits-Outre-Mer, 4 (5) : 161-170.
- EVREINOFF, V.A. 1957 - Contribution à l'étude du grenadier. Fruits et Primeurs de l'Afrique du Nord : 110-116.
- FARINE, J.P. 1981 - La phéromone sexuelle de Pseudaletia unipuncta (Lepidoptera Noctuidae) : composition chimique, rôle des différents constituants dans le comportement sexuel, isolement interspécifique. Thèse de 3ème Cycle, Université de Dijon, 116 pp.
- FATZINGER, C.W. et ASHER, W.C. 1971 - Mating behavior and evidence for a sex pheromone of Dioryctria abietella (Lepidoptera, Pyralidae (Phycitinae)). Ann. Entomol. Soc. Amer., 64 (3) : 612-620.
- FATZINGER, C.W. 1972. Bioassay, morphology and histology of the female sex pheromone gland of Dioryctria abietella (Lepidoptera, Pyralidae (Phycitinae)). Ann. Entomol. Soc. Amer., 65 : 1208-1214.
- GOTHILF, S. 1968 - The biology of the carob moth Ectomyelois ceratoniae Zeller in Israël. I. Mass culture on artificial diet. Israël J. Entomol., III : 109-115.
- GOTHILF, S. 1969 - The biology of the carob moth Ectomyelois ceratoniae Zeller in Israël. II. Effect of food, temperature and humidity on development. Israël J. Entomol., IV : 107-116.
- GOTHILF, S. 1969 - Natural enemies of the carob moth Ectomyelois ceratoniae Zeller. Entomophaga, 14 (3) : 195-202.
- GRANT, G.G. 1971 - Scent apparatus of the male cabbage looper, Trichoplusia ni. Ann. Entomol. Soc. Amer., 64 : 347-352.
- GRANT, G.G. 1978 - Morphology of the presumed male pheromone glands of the forewings of Tortricidae and Phycitidae moths. Ann. Entomol. Soc. Amer., 71 : 423-431.
- GRANT, G.G. et EATON, J.L. 1973 - Scent brushes of the male tobacco hornworm Manduca sexta (Sphingidae). Ann. Entomol. Soc. Amer., 66 : 901-904.
- HAWLITZKY, N. 1970 - Etude expérimentale des relations hôtes-parasites chez les insectes. I. Caractères respiratoires et pondéraux des chenilles d'Anagasta kuehniella Z. (Lepidoptera : Pyralidae) saines ou parasitées par Phanerotoma flavitestacea F. (Hymenoptera : Braconidae). Ann. Zool. Ecol. Anim., 2 (4) : 579-593.

HAWLITZKY, N. 1972 - Mode de pénétration d'un parasite ovo-larvaire Phanerotoma flavitestacea F. (Hymenoptera, Braconidae) dans son hôte embryonnaire Anagasta kuehniella Zell. (Pyralidae). Entomophaga, 17 (4) : 375-389.

HERBULOT, C. 1979 - Dorsifulcrum, nouveau genre de Geometridae africain (Lepidoptera). Ann. Soc. Entomol. Fr., (N.S.), 15 (2) : 357-370.

JARRAYA, A. 1977 - Contribution à l'étude de l'entomofaune du pistachier. Bioécologie de Eurytoma plotnikovi Nik. (Eurytomidae). Ann. Inst. Nat. Rech. Agr. de Tunisie, 50 (1) : 1-79.

JARRAYA, A. et VINSON, G. 1979 - Contribution à l'étude de l'entomofaune du pistachier. IV. Observations biologiques et écologiques sur Ectomyelois ceratoniae Z. (Pyralidae). Ann. INRAT (sous presse).

JEFFERSON, R.N., SHOREY, H.H. et RUBIN, R.E. 1968 - Sex pheromones of noctuid moths. XVI. The morphology of the sex pheromone glands of eight species. Ann. Entomol. Soc. Amer., 61 : 861-865.

KUWAHARA, Y., KITAMURA, C., TAKAHASHI, S., HARA, M., ISHII, S. et FUKAMI, H. 1971 - Sex-pheromone of the almond moth and the indian meal moth : cis-9, trans-12-tetradecadienyl acetate. Science, 171 : 801-802.

LEPIGRE, A. 1963. Essai de lutte sur l'arbre contre la pyrale des dattes, Myelois ceratoniae Zeller (Pyralidae). Ann. Epiphyties, 14 (2) : 85-101.

LISON, L. 1960. Histochimie et cytochimie animales. Principes et méthodes. I et II. Gauthier-Villars, Ed., Paris, 842 pp.

MARTOJA, R. et MARTOJA-PIERSON, M. 1967 - Initiation aux techniques de l'histologie animale. Masson et Cie, Ed., Paris, 345 pp.

MUNIER, P. 1973 - Le palmier dattier : techniques agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Ed., pp. 9-31.

NOIROT, Ch. et QUENNEDEY, A. 1974. Fine structure of insect epidermal glands. Ann. Rev. Entomol., 19 : 61-80.

PERCY, J. 1974 - Ultrastructure of sex pheromone gland cells and cuticle before and during release of pheromone in female eastern spruce budworm, Choristoneura fumiferana (Tortricidae). Can. J. Zool., 52 : 695-705.

PERCY, J. 1979 - Development and ultrastructure of sex pheromone gland cells in females of the cabbage looper moth, Trichoplusia ni (Noctuidae). Can. J. Zool., 57 : 220-236.

PINTUREAU, B. et DAUMAL, J. 1979 - Les Ectomyelois de l'ancien monde (Lepidoptera : Pyralidae). Bull. Soc. Entomol. Fr., 27 : 84-88.

PRALAVORIO, Y., ARAMBOURG, R.G. et CODOU, D. 1975 - Possibilité de piégeage sexuel chez Prays oleae B. (Lepidoptera : Hyponomeutidae). Ann. Zool. Ecol. Anim., 7 (2) : 269-272.

READ, J.S. et BEEVOR, P.S. 1976 - Analytical studies on the sex pheromone complex of Ephestia cautella Walker (Lepidoptera : Phycitidae). J. Stored Prod. Res., 12 : 55-57.

READ, J.S. et HAINES, C.P. 1976 - The functions of the female sex pheromone of Ephestia cautella Walker (Lepidoptera : Phycitinae). J. Stored Prod. Res., 12 : 49-53.

SELLIER, R. 1971 a - Données sur les apports de la microscopie électronique à balayage pour l'étude ultrastructurale des écailles alaires chez les lépidoptères diurnes. C. R. Acad. Sci. Paris, 273 (D) : 2097-2100.

SELLIER, R. 1971 b - Etude morphologique en microscopie électronique à balayage de quelques types d'androconies alaires chez les lépidoptères diurnes. C. R. Acad. Sci. Paris, 273 (D) : 2550-2553.

SOWER, L.L., COFFELT, J.A. et VICK, K.W. 1973 - Sex pheromone : a simple method of obtaining relatively pure material from females of five species of moths. J. Econ. Entomol., 66 : 1220-1222.

SOWER, L.L., VICK, K.W. et TUMLINSON, J.H. 1974 - (Z-E) 9-12-tetradécadien-1-ol : a chemical released by female Plodia interpunctella that inhibits the sex pheromone response of male Cadra cautella. Envir. Entomol., 3 : 120-122.

THIBOUT, E. 1972 - Glandes exocrines mâle et femelle intervenant dans le comportement de parade d'Acrolepia assectella Zeller (Lepidoptera : Plutellidae). Ann. Soc. Entomol. Fr., (N.S.), 8 : 475-480.

THIERY, S.P. 1967 - Mise en évidence de polysaccharides sur coupes fines en microscopie électronique. J. Microscopie, 6 : 987-1018.

WEATHERSTON, J. et PERCY, J. 1968 - Studies of physiologically active arthropod secretions. I. Evidence for sex pheromone in female Vitula edmandsae (Lepidoptera : Phycitidae). Can. Entomol., 100 : 1065-1070.

WEATHERSTON, J. et PERCY, J. 1969 - Studies of physiologically active arthropod secretions. II. Some observations on the scent pencils of male Vitula edmandsae (Lepidoptera : Phycitidae). Can. Entomol., 101 : 280-285.

WEATHERSTON, J. et PERCY, J. 1977 - Sex pheromones of moths. Endeavour, 1 : 83-87.

ZAGATTI, P. 1981 - Microcomportements induits par les phéromones sexuelles chez quelques Lépidoptères ravageurs des cultures en milieu sahélien. Thèse de 3ème Cycle, Université Paris VI, 161 pp.