

A. POLLET

N. VAN ROON

**LES RAVAGEURS DU MAÏS EN CÔTE D'IVOIRE  
DONNEES PRELIMINAIRES POUR LA BASSE  
CÔTE D'IVOIRE  
RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE**



**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

**CENTRE D'ADIPODOUMÉ - CÔTE D'IVOIRE**

**B.P.V 51 - ABIDJAN**



**Novembre 1973**

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
CENTRE D'ADIOPODOUME

Laboratoire d'Entomologie Agricole

LES RAVAGEURS DU MAÏS EN COTE D'IVOIRE

I - DONNEES PRELIMINAIRES POUR LA BASSE COTE D'IVOIRE,  
RECHERCHE D'UNE METHODOLOGIE

par

André POLLET et Nick Van ROON

## PRELIMINAIRE

Le maïs (Zea mays L.), occupe comme culture vivrière, une place importante en Côte d'Ivoire. Il apparaît par ailleurs que cette position se renforce d'année en année. La production globale qui était en 1965 de 200.000 tonnes, a atteint en 1972, 280.000 tonnes. En 1972, 336.500 hectares furent consacrés à cette culture.

Or lacune sans doute regrettable, pour la Côte d'Ivoire ainsi que pour la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, les ravageurs et les maladies diverses de cette plante, restent actuellement très mal connus.

Les travaux entomologiques réalisés, relativement peu nombreux pour cette partie du continent, portent essentiellement sur l'établissement d'inventaires qualitatifs, complétés de quelques informations écologiques. En fait les seuls travaux vraiment notables sont ceux de RISBEC (1950) et de APPERT (1957) pour le Soudan Français et le Sénégal, de BOWDEN (1956) pour le Ghana, de SUTHERLAND (1954) et HARRIS (1962) pour le Nigeria. Les travaux effectués au Ghana et au Nigeria, montrent en particulier que les espèces les plus dangereuses sont Busseola fusca (Fuller) et diverses espèces du genre Sesamia. Les recherches les plus complètes se situent en Afrique du Sud : MALLY (1921) et RIPLEY (1928), et en Afrique de l'Est : WILKINSON (1939), LEPELLEY (1949), INGRAM (1958), NYE (1958), WALKER (1960) et SIDDIG (1967). Des études bibliographiques synthétiques ont été réalisées successivement par JEPSON (1954) et SCHMUTTERER (1969).

Il apparaît ainsi, à partir de ces diverses études, que le maïs est particulièrement sensible aux attaques de divers lépidoptères borers. Ces derniers, représentés par des espèces souvent très cosmopolites, seraient essentiellement : Busseola fusca (Fuller), Sesamia eretica (Led.), Sesamia calamistis (Hemps) et Heliothis armigera (Hb.).

Si ces divers inventaires ont permis de dresser les listes des ravageurs, dans la majorité des cas, les études écologiques restent très insuffisantes. En particulier, les points suivants ne sont pratiquement jamais abordés :

- Dynamique des populations, évolution nycthémerales et saisonnières, échanges entre le champ et les milieux naturels considérés comme sources possibles d'infestations ;

- localisation dans le temps, pour les divers ravageurs, des stades sensibles aux produits insecticides.

Toutes ces données, apparaissent fondamentales, dès l'instant qu'il s'agit de rentabiliser au mieux une culture (économie judicieuse des traitements insecticides, choix des meilleurs produits et des périodes de traitements).

L'importance de la culture du maïs pour la Côte d'Ivoire et les considérations précédentes sont à la base de cette première étude préliminaire.

# PLAN DE L'ETUDE

PRELIMINAIRE (position du problème et justification de l'étude)

## I - INTRODUCTION.

### 1. DONNEES GENERALES SUR LA CULTURE DE MAIS

1.1. Données économiques et culturelles

1.2. Données phénologiques

### 2. LE MILIEU ETUDIE

2.1. Introduction

2.2. Données climatiques

2.3. La parcelle d'expérimentation.

## II - METHODOLOGIE.

### 1. METHODOLOGIE QUALITATIVE

1.1. Sur le terrain

1.2. Au laboratoire

### 2. METHODOLOGIE QUANTITATIVE.

## III - INVENTAIRE DES RAVAGEURS DE LA CULTURE DU MAIS

### A. INTRODUCTION

### B. INVENTAIRE QUALITATIF - INSECTES

#### 1. PHYTOPHAGES.

##### 1.1. Orthoptères

1.1.1. espèce n° 1 (Gryllidae)

1.1.2. espèce n° 2 (Ensifera)

##### 1.2. Coléoptères

1.2.1. *Epilachna* sp.

1.2.2. espèce n° 2 (Chrysomelidae)

1.2.3. espèce n° 3 (Melolonthidae)

##### 1.3. Homoptères

1.3.1. Ropalosiphum (Aphis) maidis (F.)

##### 1.4. Lépidoptères

1.4.1. espèce n° 1 (Pyrale)

1.4.2. espèce n° 2 (Noctuidae)

1.4.3. espèce n° 3 (Hesperidae)

1.4.4. espèce n° 4 (Noctuidae)

1.4.5. espèce n° 5 (Noctuidae)

1.4.6. espèce n° 6 (Noctuidae)

1.4.7. espèce n° 7 (Noctuidae)

1.4.8. espèce n° 8 (Arctiidae)

1.4.9. espèce n° 9 (Arctiidae)

1.4.10 espèce n°10 (Satyridae)

1.4.11 espèce n°11 (Satyridae)

## 2. INSECTES BORERS (foreurs)

### 2.1. Considérations préliminaires

#### 2.1.1. Introduction

#### 2.1.2. Déroulement chronologique des attaques

#### 2.1.3. Description et modalités des attaques

#### 2.1.4. Diversité spécifique des ravageurs

### 2.2. Les Lépidoptères borers

#### 2.2.1; espèce n° 12 (Sesamia sp., Noct.)

#### 2.2.2. espèce n° 13 (Pyralidae)

#### 2.2.3. espèce n° 14 (Cryptophlebia sp.)

## 3. QUELQUES PREDATEURS ET PARASITES

### 3.1. Coléoptères prédateurs

#### 3.1.1. espèce n° 1 (Coccinellidae)

#### 3.1.2. espèce n° 2 (Coccinellidae)

### 3.2. Hyménoptères parasites

#### 3.2.1. espèce n° 1 (Ichneumonoidea)

#### 3.2.2. espèce n° 2 (Chalcidoidea)

## C. INVENTAIRE QUALITATIF - NON INSECTES

### 1. LES ROUILLES ET LES MOISSURES

#### 1.1. Introduction

#### 1.2. Sur feuilles et sur tiges

#### 1.3. Sur inflorescences mâles.

### 2. AUTRES.

## D. INVENTAIRE QUANTITATIF - ESSENTIELLEMENT INSECTES.

## IV - MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE D'ELEVAGE POUR UN INSECTE BORER (Pyrale, espèce n° 13)

### 1. PRINCIPE ET SCHEMA THEORIQUE D'ELEVAGE

### 2. RECHERCHE D'UN MILIEU D'ELEVAGE POUR LES LARVES

#### 2.1. Hypothèses de travail

#### 2.2. Tests de différents milieux possibles (fractions diverses de la plante, solutions fongicides pour milieux lyophilisés).

### 3. SEPARATION PAR SEXE ET MISE EN ECLOSOIR DES NYMPHES.

### 4. ACCOUPLEMENTS ET PONTES DES ADULTES.

V - DONNEES BIOLOGIQUES PRELIMINAIRES POUR DEUX BORERS ET  
UN PHYTOPHAGE

1. PYRALE ET NOCTUELLE (Lépid. borers, espèce n° 13 et 12)

1.1. Introduction

1.2. Les oeufs

1.3. Les stades larvaires

1.3.1. Données générales

1.3.2. Caractéristiques larvaires (morphologiques)  
spécifiques de chacune des espèces.

1.4. Les nymphes

1.4.1. Données générales

1.4.2. Différentiation sexuelle des nymphes  
pour chacune des 2 espèces

1.5. Les adultes

2. ARCTIIDAE (Lépidoptère phytophage, espèce n° 8)

2.1. Introduction

2.2. Les oeufs

2.3. Les stades larvaires

2.4. Les nymphes et les adultes.

VI - CONCLUSIONS

RESUME, REMERCIEMENTS ET BIBLIOGRAPHIE.

## I - INTRODUCTION.

### 1. DONNEES GENERALES SUR LA CULTURE DU MAIS.

#### 1.1. Données économiques et culturelles.

D'une grande souplesse génétique, cette plante se rencontre en Côte d'Ivoire, tant en régions de savanes qu'en zones forestières. La géographie de cette culture indique très nettement une prédominance certaine au nord en régions de savanes. Son importance décroît ensuite selon deux axes préférentiels, orientés pour l'un du nord au sud et pour l'autre d'est en ouest.

L'extension de cette culture procède à la fois de raisons économiques et ethniques.

Les raisons économiques sont évidentes. Cette plante, à croissance très rapide (cycle complet en un peu plus de trois mois), très productive, peut être cultivée sans pratiques culturales spécialement élaborées. Le maïs constitue par ailleurs une source appréciable d'hydrates de carbone pour l'alimentation humaine. Cependant, pauvre en protéines et vitamines, il doit être nécessairement associé à des légumineuses, des viandes et du poisson.

Du point de vue ethnique, nous citerons deux exemples. En pays Baoulé, le maïs, associé à l'igname, est devenu une culture traditionnelle. Le "V" Baoulé est, d'ailleurs, l'une des aires de production de maïs les plus importantes pour la Côte d'Ivoire.

En zones forestières, tout particulièrement en Basse Côte, l'extension de cette culture est particulièrement liée à l'immigration des ethnies du nord qui trouvent avec le maïs, un produit de remplacement du mil et du sorgho, bases traditionnelles de leur alimentation. En basse côte, très souvent, les grandes zones de culture se situent à proximité des axes de pénétrations : les pistes et les routes.

En milieu paysan, pour la culture du maïs, deux options sont possibles :

- cultures pures
- cultures associées à diverses plantes, de nature variable selon les régions. En pays Baoulé, les associations suivantes pourront ainsi être rencontrées :

- igname, maïs,
- igname, maïs, coton
- igname, maïs, manioc,
- igname, maïs, manioc, coton (formule rarement utilisée).

En culture traditionnelle, la densité de semis reste très faible. Elle oscille autour de 10.000 poquets (4 à 5 graines) par hectare, en culture pure maïs, en culture associée tombe à 4200 poquets. Ces chiffres sont évidemment fort éloignés des densités utilisées en cultures semi-industrielles (40 à 50.000 pieds par hectare).

Deux récoltes de maïs par année sont possibles. Les cycles de culture, qui coïncident avec les saisons pluvieuses, se déroulent d'avril-mai à juillet-août pour le premier cycle et de septembre à novembre-décembre pour le second.

En pratique, la culture paysanne utilise très rarement le second cycle. Il est très difficile de pouvoir parler ici d'un assolement, les parcelles sont très mal délimitées et de fait, il n'y a pas de sole proprement dite. Cependant une certaine rotation des cultures est pratiquée. Le schéma suivant peut ainsi être utilisé :

- 1<sup>o</sup> année : jachères,
- 2<sup>o</sup> année : igname,
- 3<sup>o</sup> année - premier cycle : maïs,
- deuxième cycle : riz ou coton ou jachère.

Pour une technique culturale n'utilisant que peu ou pas du tout les engrais, cette "rotation" définie de manière empirique, répond en fait à des impératifs très réels. La culture du maïs se révèle très astreignante pour les sols. Les besoins importants en matières minérales de cette plante, les faibles densités de semis et le port particulier du végétal qui permettent un lessivage intense des sols, se traduisent par un appauvrissement très poussé des zones de culture.

D'un point de vue phytosanitaire, cette "rotation" apparaît également très rationnelle. En effet, la succession de la culture du maïs à elle-même, se traduit en deuxième cycle par des pullulations extrêmes de ravageurs.

La rusticité du maïs (résistance naturelle à divers ennemis) et la pratique traditionnelle de récolter le maïs au stade laiteux, permettent, sans traitements insecticides particuliers, d'obtenir des rendements jugés suffisants par les utilisateurs, quoique très faibles (moyenne de production pour la Côte d'Ivoire en 1972 : 670 kg/ha).

Les ennemis sont cependant multiples et, si une récolte anticipée permet d'éviter la vague la plus importante des borers, les cultures paysannes subissent néanmoins des violentes attaques dont les plus graves sont d'origine entomologique (phytophages et borers). En 1973, l'impact des ravageurs sur cette culture apparaît considérable : les premiers sondages feraient apparaître une baisse globale de la production de l'ordre de 19 % par rapport à 1972 (226.000 tonnes prévues pour 1973).

Actuellement, l'essentiel de la production nationale est encore assuré par le monde paysan. Quelques essais de grandes cultures sont en cours d'études. Un effort particulier est présentement réalisé par les services de l'IRAT, sur la sélection variétale. A ce jour, les régions Centre et Nord possèdent des variétés bien adaptées. En Basse Côte d'Ivoire, où le problème demeure posé, la variété CJB (IRAT) est utilisée faute d'une variété très bien adaptée.

## 1.2. Données phénologiques

Cette plante, à croissance rapide, met en moyenne 100 jours pour accomplir la totalité de son cycle. Ce dernier se déroule sur quatre périodes distinctes, bien individualisées comme le montre le tableau 1. Dans ce tableau sont également indiqués les différentes utilisations possibles du maïs.

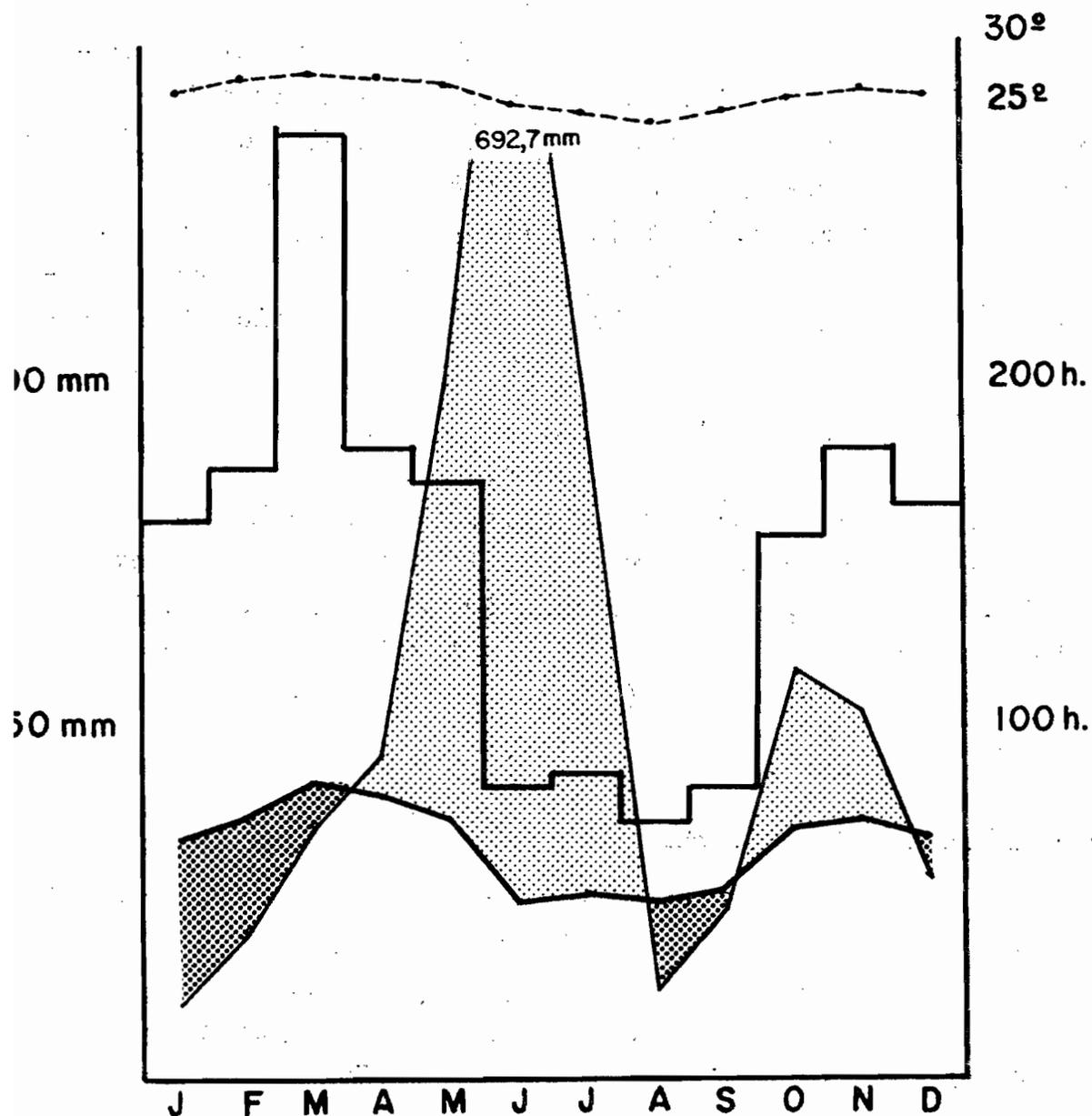


Figure 1. : Quelques données climatiques pour la Station ORSTOM d'Adiopodoumé (5°19' N. et 4°13' W.) ; histogramme, insolation ; graphique traits pointillés, températures moyennes mensuelles ; graph. trait fin, précipitations ; graph. trait épais, E.T.P. calculée ; grisé foncé pour le déficit hydrique et clair pour l'excès hydrique.

Périodes phénologiques	durée (jours)	Utilisation	
----- semis -----	----- 0 -----		
<u>Stade Rosette</u> : tige grêle non différentiée	20 - 30 J.	maïs fourrage	récolte au stade gr. laiteux (épis rôtis)
<u>Montaison</u> : différenciation de la tige, étalement des feuilles	20 - 25 J.		
<u>Floraison</u> : différenciation des inflorescences mâles puis femelles (pl. allogame)	10 - 15 J.		
<u>Epiaison</u> : différenciation des épis, évolution du grain	30 - 40 J.		

Tableau 1 - Données phénologiques, utilisation du maïs

D'un point de vue phytosanitaire, ces quatre phases de croissance peuvent être individualisées par des vagues successives d'insectes ou de maladies cryptogamiques.

## 2. LE MILIEU ETUDIÉ.

### 2.1. Introduction

Cette étude préliminaire des ravageurs de la culture du maïs en Côte d'Ivoire, se limite volontairement aux problèmes particuliers posés en région forestière, à proximité d'Abidjan.

La parcelle étudiée se situe sur le domaine de la ferme d'expérimentation du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (5°19' N - 4°13' W).

### 2.2. Données climatiques

Les conditions climatiques qui règnent en Basse Côte d'Ivoire sont très spécifiques de cette région.

La figure 1 représente les variations mensuelles moyennes de divers facteurs climatiques : Insolation, précipitations, évapotranspiration potentielle (ETP) calculée selon la formule de Turc (calculs effectués sur 16 années, données communiquées par le Laboratoire ORSTOM de Bioclimatologie du Centre).

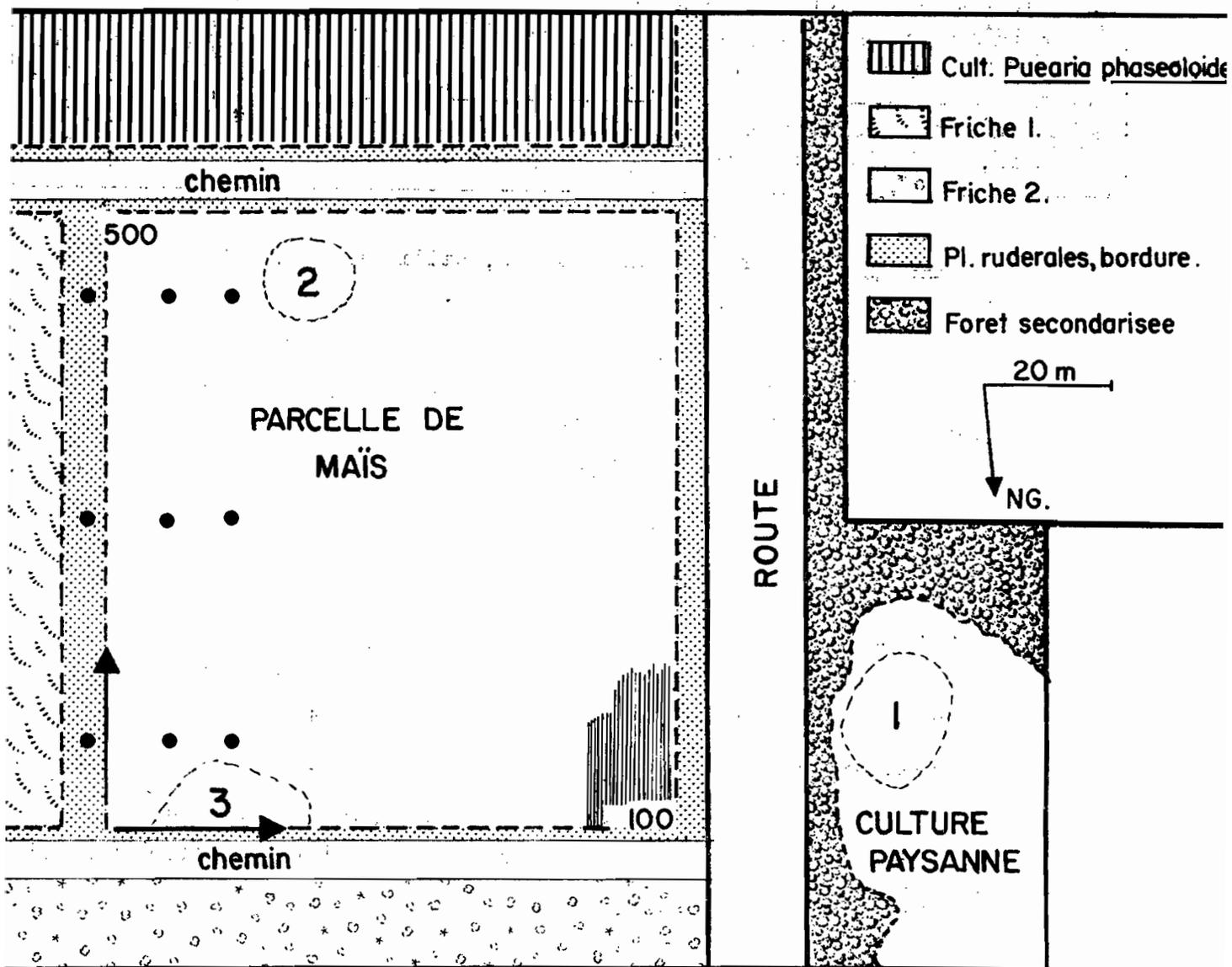


Figure 2. : La parcelle d'expérimentation et son environnement.

Les indications supplémentaires suivantes sont précisées.  
Orientation des lignes de maïs, hachures verticales très fines;  
axes de comptage pour le sondage quantitatif, 1 à 100 pour les lignes et 1 à 500 pour les plants; disposition des 9 portoirs de plateaux colorés, points noirs; apparition chronologique des foyers d'infestation par Lépidoptères borers, 1, 2 et 3.  
 Friche 1: facies savane à *Borassus aethiopum* (rônier), présence de *Penisetum purpureum*. Friche 2.: *Penisetum purpureum* et rudérales.

Les variations différentielles de l'ETP et des précipitations mettent en évidence le cycle saisonnier caractéristique:

- 1. de décembre à fin mars : grande saison sèche, le déficit hydrique est important,
- 2. début avril à fin juillet : grande saison des pluies, l'excès hydrique est particulièrement prononcé,
- 3. août à début septembre : petite saison sèche, le déficit hydrique est assez réduit,
- 4. fin septembre à début décembre : petite saison des pluies, l'excès hydrique est relativement moyen.

Les deux cycles de culture, éventuellement utilisés pour la culture du maïs, recouvrent les deux saisons pluvieuses.

La température moyenne varie très peu tout au long de l'année. Les valeurs extrêmes se situent respectivement en mars (27°7) et en août (24°3). L'humidité relative est également un facteur très peu variable : moyenne annuelle de 70 % et valeurs extrêmes de 62 % en mars et de 83 % en octobre.

### 2.3. La parcelle d'expérimentation

D'une superficie de 1 hectare, cette parcelle, de forme quasiment quadrangulaire, possède un environnement très particulier que précise la figure 2. Cette figure porte également des indications méthodologiques (implantations des plateaux colorés, axes de mesure pour le sondage quantitatif) et écologiques (taches d'infestation par Lépidopètes borers).

Le maïs (variété CJB - IRAT) a été semé courant mai et récolté dans les premiers jours de septembre. La densité de semis se situe aux environs de 50.000 pieds/hectare :

- espacement entre les lignes : 0,80 m
- écartement sur la ligne : 0,25 m

Aucun traitement insecticide n'a été effectué durant le cycle de culture. Les pratiques culturales, assurées par les services responsables de l'ORSTOM, se réduisent à un buttage pratiqué en début de montaison et à trois apports successifs d'engrais :

- au semis
- en début de montaison
- en cours d'épiaison

En cycle normal de culture, les traitements insecticides et fongicides sont fréquents. Pour cette variété particulière, pour mémoire, le calendrier de traitement aurait pu être le suivant (tableau 2).

! Stade phénologique !	! Produits !
! - semis !	! Soldrine !
! - rosette !	! D.D.T. !
! - montaison !	! D.D.T. !
! - floraison !	! Gesidon !
! - epiaison !	! Gesidon !
! !	! Nexion !
! !	! Nexion !

Tableau 2 - Calendrier possible de traitements insecticides.

Par suite de la méconnaissance de l'écologie des principaux ravageurs la définition d'un tel calendrier reste assez empirique. Les résultats pratiques obtenus de la sorte peuvent être parfois assez surprenants.

## II - METHODOLOGIE

### 1. METHODOLOGIE QUALITATIVE

#### 1.1. Sur le terrain

L'approche des phénomènes entomologiques a été tentée ici de deux manières distinctes.

Des pièges à eau de MOERICKE (récipient de couleur jaune contenant de l'eau additionnée d'un liquide mouillant), sont implantés selon trois lignes parallèles à l'un des côtés de la parcelle (fig. 2). Chaque ligne comprend trois portoirs qui permettent de disposer les pièges à 5 niveaux (0, 50, 100, 150 et 200 cm).

Les piégeages, par cycle de 24 heures (mise en eau à 08 h, récolte le lendemain à la même heure), sont effectués deux fois par semaine.

Cette technique a déjà été utilisée par de nombreux auteurs (ROTH 1963, 1966 et 1970, DUVIARD 1968 et 1971, POLLET 1969, 1970 et 1973). Elle permet une approche peu coûteuse, rationnelle et assez satisfaisante d'une fraction importante de la faune ailée, tant "opérationnelle" qu'"actuelle", présente dans un milieu donné (ROTH, 1970). Pour l'étude notamment des homoptères vecteurs de diverses maladies, des parasites ou hyperparasites et des insectes prédateurs, ce type de piège peut apporter maintes informations.

Les résultats obtenus à l'aide de ce procédé seront analysés dans une étude ultérieure.

Recherchant systématiquement les ravageurs, l'observateur parcourt la parcelle deux fois par semaine. Les insectes observés sont prélevés manuellement ou par filet à papillon, tandis que les dégâts correspondants sont soigneusement notés.

#### 1.2. Au laboratoire

Les adultes capturés au champ sont tués, préparés et mis en collection. Les formes larvaires sont placées en observation dans des cages d'élevage.



Figure 3. : Les cages d'élevage, vue générale. Des jeunes pieds de maïs, plantés dans des pots, sont contenus dans des buses en plastique. Un couvercle grillagé recouvre le tout.



Figure 4. : Mêmes légendes que pour la figure 3, les jeunes pieds de maïs sont toutefois remplacés ici par des tiges beaucoup plus anciennes (coupées à 30 ou 40 cm du sol). Ce dispositif est utilisé pour l'élevage des borers (remarquer le ruban adhésif qui maintient en place l'épiderme de la logette renfermant une chenille).

Les formes phytophages qui apparaissent dès le début du cycle sont déposées sur des jeunes pieds de maïs qui proviennent du champ ou de cultures en pots (fig. 3).

Les insectes "foreurs" (ou borers) apparaissent plus tard, au stade de la montaison (borers des tiges) et en début d'épiaison (borers de l'épis). La technique utilisée, également très simple, consiste à prélever au champ un pied de maïs et à la transplanter sous cage d'élevage après l'avoir coupé à 30-40cm du sol. Les larves sont ensuite déposées dans des petites cavités ménagées à intervalles réguliers dans la moelle de cette tige. L'épiderme rabattu sur chaque logette est maintenu en place à l'aide d'un ruban adhésif (Scotch - fig. 4).

Pour les formes phytophages, des observations régulières permettent de situer dans le temps les différents stades larvaires.

Pour les borers, la technique utilisée interdit des observations répétées lesquelles, à la longue, deviendraient traumatisantes pour l'insecte. Cette méthode ne permet que de situer le stade nymphal. Des données sur le développement larvaire des borers, ont pu être obtenues par le biais d'une troisième technique : élevage des larves en boîtes individuelles sur milieu naturel (fraction de tige ou d'épis). De fait, il y a là toute une technologie à mettre au point et cette dernière fera l'objet de l'avant dernier chapitre de ce mémoire.

Les deux méthodes utilisées pour les insectes foreurs sont, en fait, indissociables. La première méthode (insectes placés dans des logettes, le long d'une tige) se rapproche le plus des conditions naturelles et peut donc nous fournir le facteur de correction permettant de rectifier les résultats obtenus par la seconde voie (boîtes individuelles). Pour cette première étude, nos efforts ont portés essentiellement sur le second procédé ; cependant, dans la mesure où l'on désire rapprocher les résultats d'élevages des données écologiques, les considérations précédentes nous apparaissent capitales pour toutes études ultérieures.

## 2. METHODOLOGIE QUANTITATIVE .

Le problème posé est de pouvoir définir une technique d'échantillonnage qui permette d'apprécier de façon statistiquement valable, les taux d'infestation au champ pour divers parasites.

Les prélèvements doivent être suffisamment faibles pour garder un caractère non exhaustif et, par ailleurs, reproductibles aisément.

La méthode retenue correspond à la technique de l'échantillonnage stratifié : choix de X lignes au hasard, puis sur chaque ligne retenue choix au hasard de Y pieds de maïs.

Le champ est constitué par 102 rangées qui portent chacune de 460 à 520 plants. Pour X la valeur choisie est 20, pour Y elle est en moyenne de 25 (1 plant choisi au hasard tous les 20 pieds de maïs, pour chaque ligne retenue). La taille de l'échantillon se situant vers  $n = 500$ , le tirage effectué peut donc être considéré comme non exhaustif.

Les valeurs de rangs pour les lignes et pour les plants échantillonnés sur chaque ligne, ont été tirés successivement de tables de nombres distribués au hasard ; pour ce faire nous avons admis qu'il y avait 100 rangées de 500 plants chacune. L'origine de ces divers comptages est précisée dans la figure 2 (axes 1 à 100 et 1 à 500).

Les infestations de borers se faisant initialement par taches, quelques modifications de détails seront proposées en conclusions, pour cette technique.

### III - INVENTAIRE DES RAVAGEURS DE LA CULTURE DE MAÏS =====

(pour la Basse Côte d'Ivoire, premier cycle de culture)

#### A. Introduction +++++

Les inventaires qualitatifs et quantitatifs, réalisés au cours de cette première étude, portent plus particulièrement sur les ravageurs entomologiques (paragraphe B.1 et B.2.). Toutefois, dans un paragraphe particulier (D.), quelques précisions seront données sur les ravageurs non insectes (champignons, oiseaux, etc...). Nous avons réussi à inclure les prédateurs et les parasites de quelques insectes phytophages. Les rares données obtenues pour ces derniers, sont résumées dans le paragraphe B.3.

Les périodes d'apparition de ces divers insectes, sont résumées dans la figure 33 donnée en conclusion de cette étude (Chapitre VI).

Pour les insectes consommateurs primaires (phytophages et borers, paragraphes B.1 et B.2) ou consommateurs secondaires (prédateurs et parasites, paragraphe B.3), les critères d'abondance suivants sont utilisés :

- espèce principale : espèce abondante, prédominante pendant une grande partie de la période considérée,
- espèce compagne : espèce assez abondante, mais d'importance économique généralement réduite,
- espèce accessoire : espèce très peu abondante ou d'importance économique excessivement réduite.

Les résultats donnés dans ce chapitre, proviennent, dans la majorité des cas, des observations que nous avons effectuées sur le terrain, en élevage ou sous loupe binoculaire. Pour la description des stades de notre seule espèce déterminée (Rhopalosiphum maidis (FITCH), des informations complémentaires ont été recherchées dans "Pests of crops in Northeast and central Africa" de SCHMUTTERER H. (1969). Pour toutes des autres espèces des études systématiques sont actuellement effectuées par divers spécialistes.

## B. INVENTAIRE QUALITATIF - INSECTES

+++++

1. PHYTOPHAGES.1.1. Orthoptères

Ce groupe est représenté dans le champ de maïs par de nombreuses espèces. Les attaques, réparties sur la totalité du cycle de culture, sont généralement faibles mais constantes. Ce groupe, avec certains Gryllides, exercerait cependant une pression importante en début de culture : attaques sur graines et sur jeunes plantules. Deux espèces sont examinées ici.

1.1.1. espèce n°1 (Gryllidae) (espèce principale)

- Période d'apparition : de la floraison à la fin de l'épiaison. (fig. 33)
- Description des adultes : les adultes mesurent 4,5 cm pour les femelles et 3 cm pour les mâles. A l'exception des fémurs des pattes postérieures qui sont rouge-bruns, la coloration des insectes est assez terne et tire vers le brun-noir. Les antennes sont noires.
- Biologie : non déterminée
- Dégats : les attaques se situent sur les feuilles et au pied de la tige.

1.1.2. espèce n° 2 (Orthoptera, Ensifera : sauterelle).  
(espèce compagne)

- Périodes d'apparition : du stade rosette (première feuille formée) au stade grain laiteux de l'épiaison (fig. 33).
- Description des adultes : la taille des mâles est de 4,5 cm. L'abdomen porte sur chaque segment une bande jaune et une bande brune transversale. Les yeux sont bruns, la tête et le thorax rouge-bruns et les antennes jaune-brûnes. Les ailes sont jaunes et portent des taches brunâtres. La coloration des pattes varie du brun-jaune au jaune; les fémurs des pattes postérieures portent une tâche brune d'aspect assez particulier.
- Biologie : non déterminée.
- Dégats : les attaques sont essentiellement portées sur les feuilles.



Figure 5. : Disposition des pontes du Coléoptère phytophage Epilachna sp., sur une feuille desséchée.

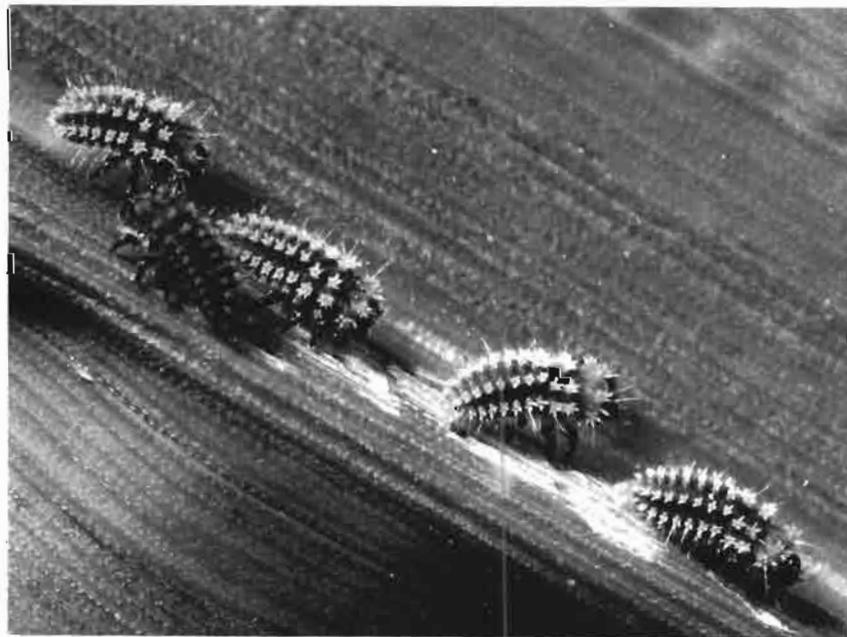


Figure 6. : Larves d'Epilachna sp. (3e ou 4e stade).

## 1.2. Coléoptères

Les Coléoptères, représentés ici par une *Epilachna*, une *Chrysomèle* et un melolonthide, exercent une pression moyenne sur la culture.

### 1.2.1. Epilachna sp. (espèce principale)

- Période d'apparition : du stade rosette jusqu'à la période de formation des fleurs mâles. (fig. 33).
- Description des stades :
  - a. les oeufs : les oeufs sont de forme oblongue et de couleur orange à jaune. Les pontes peuvent être effectuées sur des feuilles desséchées de maïs (fig. 5) mais également sur d'autres plantes voisines (pontes observées sur Scoparia dulcis, Scrophulariacée et Paspalum scrobiculatum, graminée).
  - b. les stades larvaires : 5 stades larvaires ont pu être observés. Les larves L1, L2 et L3 (fig. 6) portent dorsalement une coloration gris-noir et une pilosité de teinte plus claire, le ventre est jaune blanc. Les L4 et les L5 ont un ventre blanc, une face dorsale grise avec des poils jaunes répartis régulièrement sur le thorax et sur l'abdomen.
  - c. les nymphes : la taille des nymphes est d'environ 0,7 cm. Elles sont de couleur jaune-pâle et portent des bandes transversales brunes.
  - d. les adultes : les jeunes imagos sont de couleur jaune orange. La coloration fonce ensuite et varie de l'orange-brun au rouge-brun. Chaque élytre porte 8 taches noires. La tête est noire. La taille des adultes oscille autour de 0,8 cm.
- Biologie : cet insecte s'élève très facilement en laboratoire sur jeune plant de maïs en pot. Les plants doivent cependant être renouvelés assez fréquemment, d'autant plus si les colonies sont abondantes. Des larves élevées individuellement nous ont permis d'obtenir quelques données numériques que précisent le tableau 3. La durée d'incubation des oeufs a également pu être estimée.

Stade	Largeur de la tête	Durée du stade
(oeuf)	taille environ 1 mm	3 - 4 jours
L1	1,9 ± 0,2 mm	3 - 5 jours
L.2	2,7 ± 0,2 mm	3 - 5 jours
L.3	3,6 ± 0,2 mm	3 - 5 jours
L.4	4,7 ± 0,2 mm	3 - 5 jours
L.5	7,0 ± 0,2 mm	?
Nymphe	7,0 ± 0,2 mm	?

Tableau 3 - Quelques données biologiques pour les oeufs, larves et nymphes d'Epilachna sp.

- Dégats : les larves et les adultes dévorent l'épiderme inférieur et le parenchyme des feuilles. L'épiderme supérieur n'est jamais affecté. En cas d'attaques graves, les feuilles se dessèchent et se fâchent.

#### 1.2.2. espèce n° 2 (Chrysomelidae) (espèce principale)

- Période d'apparition : du début de la floraison (formation des fleurs mâles) au début de l'épiaison (différentiation des grains) (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les larves : longues de 1 à 1,5 cm, les larves sont de couleur blanc jaune et portent des grandes mandibules brunes.
  - b. les adultes : les imagos sont de coloration générale brun noire. Toutefois au niveau des élytres, des pattes et du ventre, des légers reflets lustrés, oscillant du vert foncé au violet, modifient la couleur générale. Les élytres sont par ailleurs côtelées et supportent, de même que la tête et le thorax, une très légère pilosité.
- Biologie : non déterminée.
- Dégats : les dégats des adultes sont comparables à ceux des Epilachna. Dans ce cas également, l'épiderme supérieur de la feuille reste intact. Les larves, habituellement phytophages, vivent dans les tiges de maïs, dont elles dévorent le parenchyme médullaire (moelle). Accessoirement, le régime peut devenir carné: les très petits insectes (imagos et larves) rencontrés au cours des fréquents déplacements, sont dévorés. L'importance économique des dégats, difficilement estimable, n'est probablement pas à négliger en cas d'infestations massives.

### 1.2.3. espèce n° 3 (Melolonthidae) (espèce accessoire)

- Période d'apparition : pendant la première partie de l'épiaison (jusqu'à la formation des épis) (fig. 33).
- Description des stades observés : les larves et les nymphes, non observées, sont très certainement endogées. Les adultes ont une longueur moyenne de 1,5 cm. La pigmentation du corps, jaune foncée pour les élytres et le thorax, devient plus sombre pour la tête et la face ventrale de l'abdomen. Les pattes sont également de couleur brune, à l'exception des fémurs qui sont ocrés. Les yeux sont gris.
- Biologie : non déterminée.
- Dégâts : les adultes attaquent les styles des épis femelles (communément appelés "la barbe de l'épis"), qu'ils détruisent souvent totalement. Ces dégâts qui surviennent après la pollinisation des fleurs femelles n'ont en eux-mêmes, aucune incidence économique. Le danger est autre : création d'une "porte d'entrée" qui favorise les attaques des ravageurs secondaires (Staphylinidae, Forficuloidea, etc...).

### 1.3. Homoptères

Ils ne sont représentés ici que par une seule espèce d'Aphides, pour laquelle des fortes pullulations d'insectes ont été enregistrées sur les pieds de maïs. Des études plus poussées feraient vraisemblablement ressortir d'autres groupes taxonomiques, tels que les Aleurodes, les Psylles et les Jassides. Ces trois groupes d'insectes, avec les Aphides, possèdent en effet les caractères suivants :

- extrême abondance numérique des populations,
- grande diversité spécifique,
- importance économique non négligeable, en tant que vecteurs potentiels de viroses (Pucerons, Aleurodes, Psylles) et de mycoplasmoses (Jassides). (POLLET 1970 et 1973 ).



Figure 7. : Colonie de Ropalosiphum (Aphis) maidis (F.), en place sur un épis de maïs. Remarquer la larve prédatrice de Coccinelle.

1.3.1. Ropalosiphum (Aphis) maidis (FITCH) (espèce compagne)  
(Détermination Dr. DURR H.J.R.)

- Période d'apparition : floraison et épiaison. (fig. 33).
- Description des stades : (fig. 7).
  - a. femelles aptères : la reproduction se fait par parthénogénèse. Les femelles sont de forme ovale et mesurent en moyenne de 1,5 à 2,2 mm de long. La coloration du corps varie du vert pâle au vert bleuté foncé ; les variations de pigmentation seraient dues à l'existence de lignées différentes. Les antennes sont souvent aussi longues que la moitié du corps. La couleur des yeux varie du rouge-brun au noir et celle des pattes du brun-noir au noir de même que pour la cauda et les siphons. Le rostre atteint la seconde paire de coxa.
  - b. femelles ailées : les femelles ailées, également parthénogénétiques, sont plus petites (1,3 à 1,8 mm). Les autres caractères morphologiques sont très proches des ceux des formes aptères, toutefois ici la couleur de l'abdomen est beaucoup plus claire (jaune pâle à vert). Les siphons sont réduits et les ailes non colorées. (observations personnelles, complétées par celles de SCHMUTTERER, 1969).
- Biologie : non déterminée ici. Pour cette espèce SCHMUTTERER, donne les précisions suivantes. Les pullulations se produisent en périodes humides. Les colonies se constituent à la face inférieure des feuilles proches du sommet. Le cycle de vie serait excessivement court, au Soudan il se ferait en moins d'une semaine. Les plus importantes colonies que nous ayons observées, quant à nous, se situaient sur des épis (fig. 7).
- Prédateurs et parasites : en Basse Côte d'Ivoire, une coccinelle (non déterminée actuellement) joue, apparemment, en tant que prédateur, un rôle non négligeable (voir paragraphe 3.1.2.). Au Soudan, l'ennemi le plus important de cette espèce de puceron, est Coccinella undecimpunctata L.
- Dégats : de même que maints Homoptères, les pucerons peuvent intervenir à trois niveaux différents :
  - a. Salive toxique : en cas de fortes pullulations, l'assimilation de la plante est perturbée, la croissance se fait alors très difficilement.

- b. moisissures induites par le dépôt des excréments : ces derniers, appelés encore miellat ou "honey dew" (pour les Anglo-saxons) sont sucrés et de fait, créent un milieu favorable pour diverses moisissures dont le développement s'avère très nuisible pour les plantes,
- c. vecteurs potentiels de virus : quelques exemples de transmission de maladies virales par cette espèce sont connus.

Cette espèce peut également être rencontrés sur d'autres plantes cultivées en régions tropicales : sorgho, canne à sucre, etc....

#### 1.4. Lépidoptères

La plupart des phytophages rencontrés dans le champ de maïs appartiennent à ce groupe : 11 espèces recensées. L'action sur la plante est généralement faible. Quelques espèces cependant, ont un impact économique important.

##### 1.4.1. espèce n° 1 (Pyralidae) (espèce principale)

- Période d'apparition : rosette, montaison et floraison (formation des fleurs mâles incluse) (fig. 33)

- Description des stades observés :

- a. Les chenilles : elles mesurent approximativement 2,5 cm au dernier stade larvaire. Le corps, jaune vert, porte des petits poils et des taches brunes. La couleur de la tête varie du brun-jaune au brun-foncé.
- b. les nymphes : longues de 1 à 1,5 cm, jaunes brunes, elles sont enveloppées dans des cocons, constitués par l'agglomération de feuilles sèches et de débris végétaux divers.
- c. 1 Les papillons femelles : la longueur du corps avoisine 0,7 cm et l'envergure 1,5 cm. La tête, le thorax, l'abdomen et les différents appendices à l'exception des ailes, sont de couleur jaune-brun pâle. La coloration des ailes est légèrement plus foncée. L'aile antérieure porte trois minces bandes brunes transversales. L'aile postérieure n'en possède plus que deux, situées au bord costal supérieur et à l'apex, ce dernier est également prolongé par une frange de poils blanchâtres.

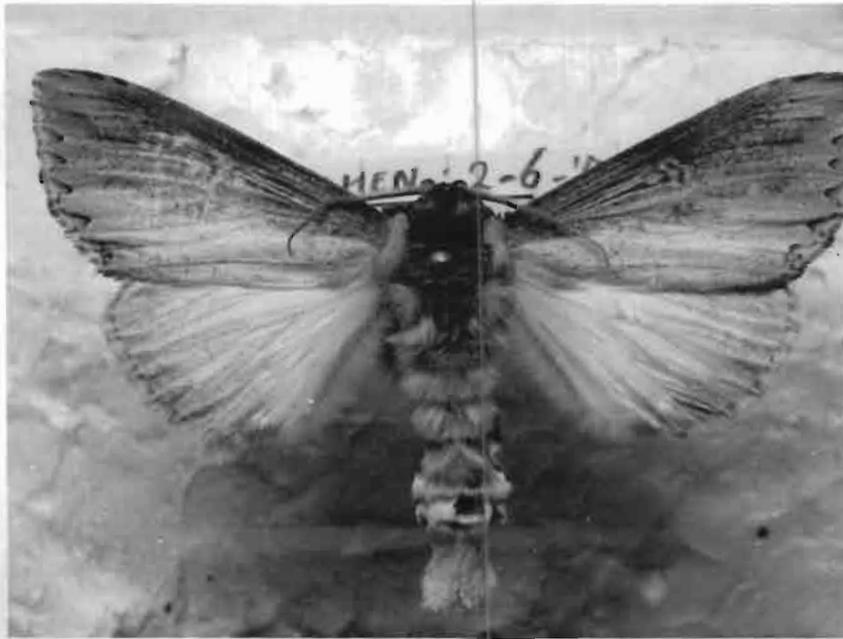


Figure 8. : Imago de l'espèce n° 2.

c.2. Les papillons mâles : plus petits (longueur du corps de 0,6 cm et envergure de 1,4 cm - valeurs moyennes), ils sont également plus sombres d'aspect (pigmentation jaune-foncée). Les ailes antérieures sont jaunes (variations possibles vers le rouge-brun). Elles portent une bande transversale noire vers l'apex et une tache noire vers le centre. Le bord de l'aile est frangé de poils gris. La pigmentation des ailes postérieures varie du jaune clair au gris clair. Ces dernières qui ont des nervures très brunes, sont frangées à l'apex de poils blancs.

- Biologie : non déterminée.
- Parasites et prédateurs : l'élevage nous a permis d'isoler une Hyménoptère Ichneumonidae (voir paragraphe 3.2.1.)
- Dégâts : les chenilles attaquent les feuilles et les tiges des jeunes plantes. Sur les plantes âgées, les dégâts ne sont visibles que sur les feuilles.

#### 1.4.2. espèce n° 2 (Noctuidae) (espèce accessoire, fig. 8)

- Période d'apparition : n'a été rencontrée que sur des plantes jeunes cultivée en pots (stade montaison) (fig. 33).

#### - Description des stades observés :

a.1. Les jeunes chenilles : l'abdomen est, dorsalement de couleur vert-pâle et ventralement brun jaune. Une bande longitudinale jaune avec un liseré noir central s'observe sur la face dorsale de l'abdomen. La tête et le Prothorax sont bruns clairs.

a.2. Les derniers stades larvaires : la longueur du corps atteint au cinquième stade, 5 cm. A l'exception du ventre qui est jaune blanc, la pigmentation du corps apparaît plus foncée. Au dernier stade larvaire, l'abdomen porte trois bandes longitudinales : une bande dorsale rouge-claire et deux latérales qui sont de teintes noires. La tête de couleur brun-jaune, comporte un certain nombre de petites taches plus foncées.

- b. Les nymphes : la nymphose se fait dans la terre, au pied du maïs. La taille des nymphes avoisine les 2,5 cm. Leur couleur est brun-rouge.
- c. Les papillons : la longueur du corps, pour les deux sexes est en moyenne de 2,5 cm et l'envergure de 1,5 cm. L'abdomen, de couleur jaune (teinte plus claire vers l'extrémité postérieure) porte latéralement, sur chaque segment, une tache noire. La tête et le thorax, bruns noirs, sont revêtus d'une très légère pilosité (poils cependant assez longs). Les antennes sont de couleur brun-rouge. Les pattes sont noires pour les antérieures et brunes pour la paire de pattes postérieures. Les ailes antérieures, qui portent une nervation apparente de couleur brune, sont jaunes à l'exception du bord supéro-externe qui est brun, parfois noir et de l'apex, le long duquel court une bande noire en "zig-zag". Les ailes postérieures sont de teinte plus claire, légèrement renforcée de brun vers l'apex.

- Biologie : non déterminée.
- Prédateur et parasite : un parasite de cette espèce a été trouvé en élevage, il s'agit d'un Chalcidien (voir paragraphe 3.2.2.).
- Dégats : attaques des feuilles.

#### 1.4.3. espèce n° 3 (Hesperidae) (espèce principale, fig.9)

- Période d'apparition : Rosette, montaison, floraison, première partie de l'épiaison (formation des épis) (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les larves : les larves du 5e stade, mesurent de 3,5 à 4 cm de long. L'abdomen, de couleur verte, porte dorsalement une mince bande jaune. Le pothorax est jaune avec une bande noirâtre et transversale à proximité de l'abdomen. La tête est noire et de forme plus ou moins sphérique.
  - b. Les nymphes : elles sont, en moyenne, longues de 2,5 cm et d'une couleur brune tirant vers le vert.



Figure 10.: Imago de l'espèce n° 4.

c. Les adultes : la longueur du corps varie de 1,5 à 2 cm et l'envergure de 3 à 3,5 cm. La couleur générale du corps de l'insecte est brun-foncée avec des légers reflets lustrés olivâtres, toutefois, ventralement la coloration s'éclaircit quelque peu. Le corps porte des poils longs. Les ailes de même couleur que le corps, deviennent plus claires vers l'apex où une sorte de frange s'individualise. L'aile antérieure porte 8 taches blanches et l'aile postérieure 3. Les antennes, épaissies vers la partie distale, se terminent par une sorte de petit crochet, caractéristique de la famille. Elles sont de couleur brune, très foncée, avec cependant existence sur toute leur longueur d'un très fin liseré jaune-clair.

- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donnés aucuns résultats.
- Dégats : les dégats sont très caractéristiques. Les feuilles sont enroulées longitudinalement et les bords maintenus joints à l'aide d'un fil de soie. Les chenilles évoluent à l'intérieur du tube ainsi constitué et dévorent l'épiderme supérieur et le parenchyme foliaires.

#### 1.4.4. espèce n°4 (Noctuidae) (espèce compagne, fig. 10)

- Période d'apparition : pendant la floraison et le début de l'épiaison (jusqu'à la formation des jeunes épis) (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les chenilles : au cinquième stade, la longueur du corps se situe autour de 4 cm. Des bandes de colorations variables (brun-foncée, brun-jaune, blanche) sont visibles le long de l'abdomen, dont la teinte est jaunâtre. Un brun assez clair, pigmente la tête.
  - b. Les nymphes : la nymphose a lieu dans le sol, au pied de la tige de maïs. La coloration des nymphes est rouge-brûne et leur taille varie de 1,5 à 2,5 cm.



Figure 11.: Imago de l'espèce n° 5.

c. Les adultes : la longueur du corps oscille de 1,5 à 2 cm et l'envergure de 3,5 à 4,5 cm. La pigmentation générale du corps varie du jaune-blanc très clair (abdomen) à l'ocre foncé (pattes et antennes) en passant par l'ocre clair (thorax). Les ailes antérieures sont également de teinte ocrée, avec cependant des tâches plus foncées, disséminées sur toute la surface et vers l'apex (taches de formes très diffuses). A l'apex, l'aile est frangée de jaune pâle. Les ailes postérieures sont gris-blanches avec une nervation bien contrastée. Leur couleur est dans l'ensemble assez uniforme, toutefois vers l'apex, elles se frangent de jaune pâle.

- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucun résultat.
- Dégâts : les chenilles attaquent les feuilles et parfois les spathes des épis. En cas de fortes attaques, elles peuvent atteindre les grains et les dévorer en partie.

#### 1.4.5. espèce n° 5 (Noctuidae) (espèce compagne, fig. 11)

- Période d'apparition : pendant la floraison et le début de l'épiaison (jusqu'à la formation des jeunes épis) (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les larves : au cinquième stade larvaire, la longueur du corps atteint sensiblement 4 cm. Les chenilles, qui sont de couleur gris-noir, portent sur l'abdomen des bandes longitudinales, minces, de teintes variées (blanche à jaune-blanche). La tête est brun noir.
  - b. Les nymphes : la nymphose se fait dans le sol, au pied de la plante. La nymphe mesure en moyenne 2 cm de long. Sa coloration est rouge brique.
  - c. Les adultes : la longueur du corps varie de 1,5 à 2 cm et l'envergure de 2,5 à 3,5 cm. La pigmentation de l'abdomen, variable, peut aller du jaune pâle au brun. Une identique variation s'observe au niveau des pattes. Le thorax de coloration brun-foncée s'éclaircit au niveau de bandes transversales. Les antennes sont brunes. Les ailes antérieures



Figure 12.: Imago de l'espèce n° 6.

sont de teinte jaune-brune. La pigmentation est toutefois assez hétérogène. L'aile est parsemée de taches plus foncées aux limites parfois diffusées. Une tache noire et une tache blanche associée sont visibles au centre de la surface alaire. A l'apex que soulignent deux bandes transversales noirâtres, le fond de l'aile est brun-rouge. Les ailes postérieures sont de couleur jaune-pâle. Vers l'apex, la teinte devient grise puis au niveau d'une frange, de nouveau jaune très clair.

- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucun résultats.
- Dégâts : dégâts comparables à ceux de l'espèce n° 4 (attaques des jeunes feuilles, des spathes de l'épis et parfois des grains).

#### 1.4.6. espèce n° 6 (Noctuidae) (espèce accessoire, fig.12)

- Période d'apparition : de la fin de la montaison à début du stade phénologique de la floraison (formation des fleurs mâles incluse). (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. et b. Les chenilles et les nymphes : non observées.
  - c. Les adultes : la longueur moyenne du corps est proche de 1,5 cm et l'envergure de 3 cm. La couleur de l'abdomen qui est grise sur la face dorsale, devient ventralement plus claire. Le thorax, qui est de teinte plus foncée, est parcouru par des lignes brunes. Une ponctuation de taches gris-blanches est également visible. Les pattes et les antennes sont grises. Les ailes antérieures, gris-noires, sont parsemées de taches brunâtres. Vers l'apex, une frange plus claire peut être observée. Les ailes postérieures, blanches, sont soulignées par une nervation très brune.
- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucun résultats.
- Dégâts : les dégâts sont assez mal précisés ; il est probable que les chenilles attaquent essentiellement les feuilles.

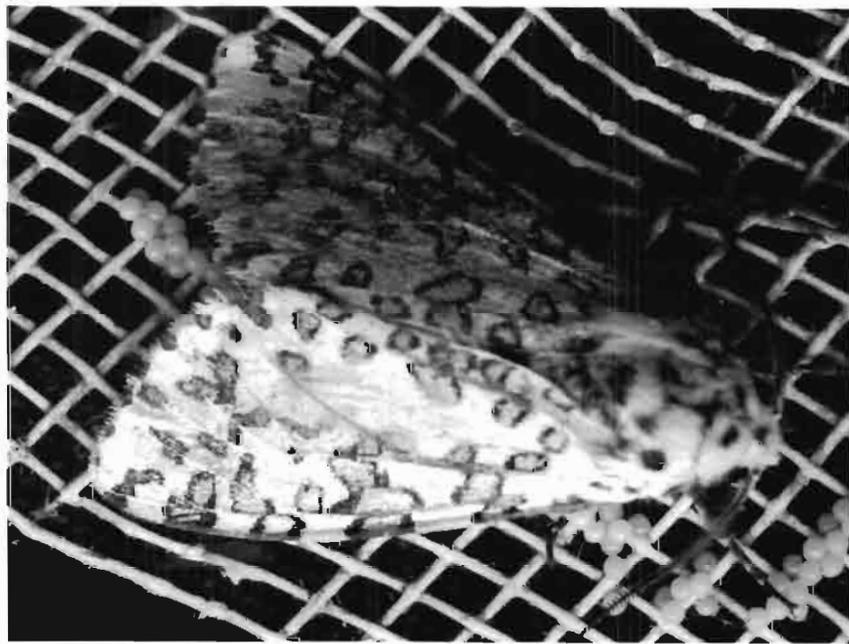


Figure 13.: Imago de l'espèce n° 8.

1.4.7. espèce n° 7 (Noctuidae) (espèce accessoire)

- Période d'apparition : identique à celle de l'espèce n° 6 (de la fin de la montaison du maïs au premier stade de la floraison : formation des fleurs mâles) (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. et b. Les larves et les nymphes : non observées.
  - c. Les adultes : la longueur du corps varie de 1 à 1,5 cm et l'envergure de 2,5 à 3 cm. L'abdomen, de couleur grise, est ponctué de taches jaune-pâles. Le thorax et les pattes sont gris. Les antennes sont de coloration gris-brun. Les ailes antérieures ont une pigmentation assez hétérogène. Le fond qui est de teinte grise, est parsemé de taches jaune-pâles pour la majeure partie de l'aile. A proximité de l'insertion avec le thorax, la surface alaire porte des ornements particuliers : à partir du thorax, se remarquent successivement, une bande transversale assez diffuse, de couleur sombre, une tache blanche et enfin une tache noire. Les ailes postérieures sont de teinte blanche et possèdent une nervation très apparente. Vers l'apex, l'aile se frange de jaune-pâle.
- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucuns résultats.
- Dégats : observables sur feuilles.

1.4.8. espèce n° 8 (Arctiidae) (espèce principale , fig.13)

- Période d'apparition : fin du stade rosette, montaison, floraison et début de l'épiaison (jusqu'à la formation des grains, incluse) (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les oeufs et les pontes : les pontes sont dispersées sur sur l'ensemble du système foliaire de la plante. Dans chaque groupe les oeufs, distants les uns des autres, sont en très petits nombres. Ces derniers de forme sphérique, sont initialement de couleur blanche ; des petites taches brunes apparaissent peu de temps avant l'éclosion. Le chorion porte une décoration lozangique.

- b.1. Les jeunes stades larvaires : l'abdomen, jaune, porte sur chaque segment, à l'intérieur d'une bande transverse, des tâches brunes. Sur ces dernières se différentient des poils assez longs. La tête et le prothorax sont de teintes brunes.
- b.2. Le cinquième stade larvaire : au dernier stade larvaire, la longueur de la chenille est de 3 à 3,5 cm. La couleur de l'abdomen est devenue beaucoup plus jaune. Sur la bande brune de chaque segment, les taches sont soulignées par des petites bosses, sur lesquelles sont implantés des très longs poils. La tête et le prothorax sont de teintes plus foncées que pour les premiers stades.
- b. Les nymphes : les nymphes, de couleur rouge très foncée, font en moyenne 1,5 cm de longueur. La cocongrisâtre, mesure 2 cm de long. Constitué par l'agglomération de poils et de soie (filée par le cinquième stade), il peut être trouvé, fixé sur les feuilles ou sur les tiges.
- c. Les adultes : la longueur du corps varie de 1,5 à 2 cm et l'envergure de 4 à 5 cm. La couleur de l'abdomen, qui est jaune sur la face dorsale, devient ventralement beaucoup plus claire. A ce même niveau une ligne longitudinale noire parcourt l'abdomen. Les segments abdominaux sont soulignés dorsalement par une ligne transversale noire et latéralement par des taches de même couleur. Le thorax d'aspect blanchâtre, porte des longs poils et de 2 à 4 taches noires. Les pattes sont de coloration gris claire. Les antennes sont noires. Les ailes antérieures et postérieures, sont de couleur blanche. Toutefois, l'aile antérieure porte une décoration particulière, constituée par des taches grisâtres, bordées de noir, régulièrement réparties sur toute la surface de l'aile. La nervation est de teinte blanche.
- Biologie : l'élevage de cet insecte est relativement facile. Nous avons de cette manière pu obtenir un certain nombre de données biologiques, qui concernent plus particulièrement les stades larvaires et antérieurement les pontes (se référer au paragraphe 2 du chapitre V).

- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucuns résultats.
- Dégats : les attaques sont portées essentiellement au niveau des feuilles. Cet insecte serait, selon toute apparence, le ravageur phytophage le plus nuisible pour le maïs. L'incidence économique des attaques est difficile à apprécier. La précocité ou non des attaques, la nature des organes atteints - seraient en définitive les facteurs déterminants.

1.4.9. espèce n° 9 (Artiidae) (espèce compagne, fig. 14)

- Période d'apparition : quasiment identique à celle de l'espèce précédente (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les chenilles : les chenilles sont très comparables à celles de l'espèce précédente, toutefois la pigmentation générale du corps est ici orange au lieu d'être jaune.
  - b. Les nymphes : caractéristiques des nymphes et des cocons, semblables à celles de l'espèce n° 8.
  - c. Les adultes : les adultes de cette espèce diffèrent par quelques points de détails des adultes de la précédente espèce. Les ailes sont de teinte plus jaune et les ailes antérieures ne portent pas de taches grises. La nervation des ailes est jaune au lieu d'être blanche. Les pattes sont de teinte jaune claire (au lieu de gris claire) et le thorax est démuné de taches noires. Enfin, la ligne longitudinale noire de l'abdomen, n'existe pas pour cette espèce.
- Biologie : non déterminée pour cette espèce.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucuns résultats.
- Dégats : très comparables à ceux de l'espèce n° 8.



Figure 15.: Imago de l'espèce n°10.

1.4.10. espèce n° 10 (Satyridae) (espèce accessoire, fig.15)

- Période d'apparition : uniquement pendant la période de la formation des fleurs mâles (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les chenilles : les chenilles du dernier stade larvaire, mesurent sensiblement 3,5 cm de longueur. L'abdomen de couleur générale verte, porte dorsalement un certain nombre de lignes longitudinales très fines, de petites bosses jaunâtres. La tête qui est de teinte noire, se caractérise également par l'existence d'une petite tache verte en forme de carreau, située entre les yeux et entourée de quelques poils. L'occiput de la capsule céphallique, porte deux appendices rigides et dressés, de couleur noire et revêtus de petits poils. Ces derniers donnent à la tête de la chenille, un aspect très particulier. L'abdomen se prolonge par deux appendices très courts, semblables à des cerques.
  - b. Les Nymphes : d'une longueur moyenne de 11,5 cm, les nymphes sont d'aspect très ramassé : aspect pirriforme.
  - c. Les adultes : la longueur du corps n'est que de 2 cm pour une envergure de plus de 6 cm. La pigmentation générale de l'insecte (abdomen, thorax, tête, pattes et fond des ailes) se situe vers un brun assez foncé, renforcé par des reflets lustrés olivâtres. Les antennes sont également de même couleur, mais distalement deviennent plus jaunes. Les ailes antérieures et postérieures sont marquées dorsalement respectivement par deux grandes taches sur les premières et deux petites sur les secondes. Ces taches en forme de "yeux" possèdent une structure très particulière : une plage centrale de couleur blanche est entourée par une bande circulaire noire, concentrique dans une autre bande circulaire de teinte orange. Un fin liseré noir souligne finalement l'extérieur de la tache. Ce dernier est cependant assez diffus au niveau des ailes antérieures. Les ailes sont sur la face ventrale, brun-noires et légèrement moirées. L'aile antérieure porte quatre petites taches en forme de yeux et l'aile postérieure en possède 6.
- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucun résultat.
- Dégâts : attaques essentiellement portées au niveau des feuilles.

1.3.11. espèce n° 11 (Satyridae) (espèce accessoire)

- Période d'apparition : uniquement pendant la période de la formation des fleurs mâles (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les chenilles : les chenilles de cette espèce, sont très semblables à celles de l'espèce n° 10. Toutefois elles sont en moyenne plus petites (environ 3 cm pour la longueur du corps). L'ensemble buccal (bouche), également plus petit, est ici bordé de rouge.
  - b. Les nymphes : très comparables (taille et forme) à celle de l'espèce n° 10.
  - c. Les adultes : les imagos ont une longueur moyenne de 1,8 cm pour une envergure de 5,5 cm. La couleur générale des insectes de cette espèce (abdomen, thorax, tête, fond des ailes) est plus foncée que celle de l'espèce précédente. Les antennes de couleur brun-foncée, distalement là encore deviennent plus jaunes. De même que pour l'espèce précédente, des reflets moirés renforce la couleur de base. Des taches en forme de yeux pontuent les deux faces de chaque aile :
    - aile antérieure : deux taches sur la face dorsale et cinq sur la face ventrale,
    - aile postérieure : deux taches sur la face dorsale et six sur la face ventrale,
 Pour cette espèce les taches ont une structure un peu différente. D'aspect moins circulaire, elles se caractérisent encore par une plage centrale blanche disposée au centre d'une aire de couleur noire. La bande la plus périphérique, précédemment orange, devient pour cette espèce rouge-brune. Les taches sont groupées et dans la plupart des cas les aires rouge-brunes se confondent.
- Biologie : non déterminée.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucuns résultats.
- Dégats : les attaques se portent surtout au niveau des feuilles.

## 2. INSECTES BORERS.

### 2.1. Considérations préliminaires.

#### 2.1.1. Introduction

Les borers représentent, en fait, le seul groupe d'insectes vraiment important d'un point de vue économique. Que les attaques soient faibles ou massives, dans tous les cas, une partie plus ou moins importante de la récolte se trouve irrémédiablement hypothéquée. Par ailleurs, contre ces insectes, qui dans ce cas précis sont tous des lépidoptères, la lutte apparaît assez difficile. Les insecticides classiques ne sont efficaces que pour le premier stade larvaire de chaque espèce (seul stade itinérant du développement larvaire). Pour l'éradication des autres stades, le recours à des insecticides systémiques est impérativement nécessaire.

#### 2.1.2. Déroulement chronologique des attaques.

Les premières attaques surviennent alors que les plants, en pleine montaison, se situent vers une hauteur de 1,0 à 1,2 m. Localisées dans un premier temps sur les jeunes tiges, elles s'étendent ensuite rapidement aux épis.

La chronologie du déroulement de l'infestation, est particulière. Avant de s'étendre à l'ensemble du champ, les attaques se localisent préalablement dans quelques tâches de taille réduite. Dans le cas particulier de notre parcelle d'expérimentation, l'infestation a progressé de la manière suivante :

1. Le premier foyer de borers, décelé, se situe en 1 dans une culture paysanne proche du champ, sur du maïs plus âgé (voir fig. 2, 1).
2. Peu de temps après, une première tâche d'infestation apparaît dans le champ en 2. (voir fig. 2, 2).
3. Après quelques jours, l'apparition d'un deuxième foyer est décelé en 3. (voir fig. 2, 3).
4. En une ou deux semaines, les attaques de ravageurs s'étendent à tout le champ.

Ce processus, dans son ensemble, s'est déroulé en moins de trois semaines.



Figure 16.: Dégats de Lépidoptères borers sur une tige de maïs.  
La cassure de la tige visible dans cet exemple d'observe très  
couramment dans le champ.



Figure 17.: Dégats de Lépidoptères borers sur épis. Le trou d'en-  
trée des chenilles est très visible.

### 2.1.3. Description et modalités des attaques.

Les attaques sur tige et sur épis, se déroulent selon des modalités légèrement différentes.

Sur tige : les chenilles (dès le 2<sup>e</sup> stade larvaire) percent un trou d'entrée dans l'épiderme (fig. 16) puis forent la tige dans le sens de la longueur, dans une direction ascendante par rapport à l'orifice d'entrée. Le parenchyme médullaire est alors dévoré. Les chenilles terminent leur développement larvaire à l'intérieur de la tige. A l'approche de la nymphose, l'insecte se rapproche du trou d'entrée. La nymphose s'effectue à proximité de ce trou d'entrée, dans une logette ménagée à l'intérieur de la tige, dans les excréments et débris divers. Le long d'une même tige, il n'est pas rare de rencontrer, régulièrement espacées, plusieurs chenilles appartenant ou non à la même espèce.

Sur épis : le trou d'entrée se situe à la base de l'épis (fig. 17). Les larves progressent dans l'épis dévorant d'abord le centre puis la périphérie (les grains). Au stade ultime de l'attaque, il peut arriver que sous une structure extérieure apparemment indemne (enveloppe de spathes), la structure de l'épis ait complètement disparue (fig. 18). Le développement larvaire s'achève dans le végétal et les nymphes se forment sur place (fig. 19).

La résistance mécanique des tiges attaquées, diminue considérablement. Très souvent, sous le poids des épis, elles finissent par se casser (fig. 16), entraînant de fait la perte de ces derniers. Derrière les borers installés dans les épis, des moisissures et des ravageurs secondaires s'implantent très rapidement. Les attaques sont par conséquent aggravées. Les épis atteints, le plus généralement, sont détruits en totalité. (fig. 18).

### 2.1.4. Diversité spécifique des ravageurs.

Dans le cas précis de ce premier cycle de culture, l'appellation "Borers" recouvre en fait, trois espèces différentes, dont les biologiques apparemment très semblables (surtout pour la Noctuelle et la Pyrale), ne différencieraient que par les périodes d'apparition. La première vague de ravageurs, essentiellement constituée par une Noctuelle (Sesamia sp.), serait suivie très peu de temps après par une Pyrale puis une espèce du genre Cryptophlebia.



Figure 18.: Larves de borers en place dans un épis. L'importance des dégâts peut être appréciée ici : larves nombreuses, structure interne de l'épis totalement disparue.

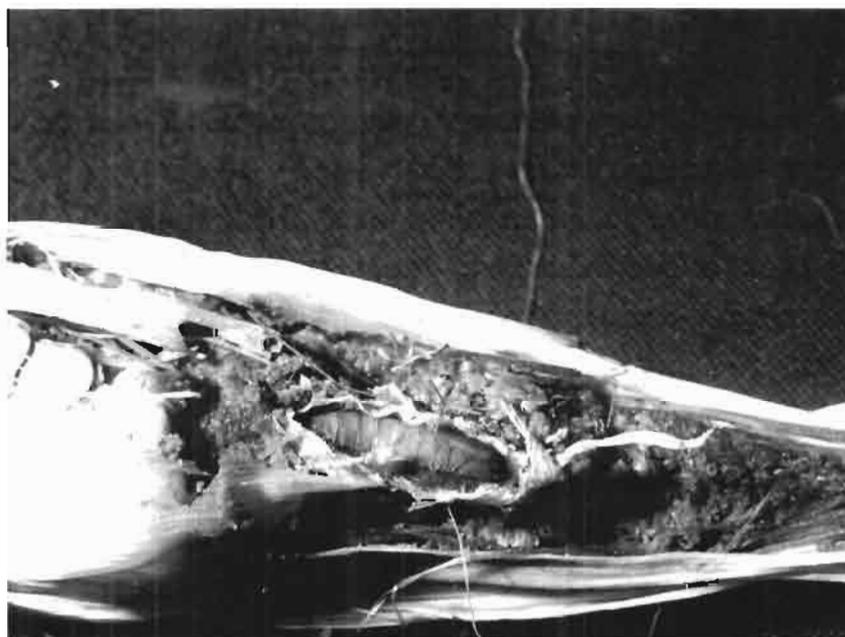


Figure 19.: Nymphe de borer en place dans un épis. La nymphe qui s'est formée sur place, possède un cocon (très certainement nymphe de la Pyrale, espèce n° 13).

Les hypothèses précédentes s'appuient en fait sur trois résultats précis et une proposition théorique, base fondamentale de l'Ecologie.

- 1. Proposition théorique : deux espèces, qui ont des exigences semblables et des biologies comparables, ne peuvent pas avoir la même niche écologique.
- 2. Premier résultat : nous avons vu que le déroulement chronologique des attaques (paragraphe 2.1.2.) se faisait selon des modalités particulières. Détaillé au niveau des espèces rencontrées, il nous donne les résultats suivants : la tache d'infestation, localisée en I (fig. 2) ne contenait que des sésamies ; dans le foyer II, la Pyrale et la Sésamie ont été rencontrées associées, avec cependant une légère prédominance de la Sésamie ; en III, l'association précédente se maintient, les infestations sont toutefois plus fortes. La *Cryptophlebia* apparaît ultérieurement quand les attaques se généralisent dans l'ensemble du champ. Elle se rencontre en association avec les deux premières espèces, dans les tiges mais surtout dans les épis.
- 3. Deuxième résultat : l'unique sondage quantitatif, qui fut réalisé en fin de cycle de culture, montre que le taux d'infestation des tiges et des épis par la Pyrale est supérieur à celui de la Sésamie, lequel (dans le cas des épis uniquement) est lui-même supérieur à celui de la troisième espèce (voir paragraphe D., chapitre III.).
- 4. Troisième résultat : les variations des poids moyens des nymphes formées durant le dernier mois du cycle de culture (du 24-7-1973 au 31-8, voir paragraphe 1.3.1., chapitre IV), sont d'aspects différents pour la Sésamie et la Pyrale. La décroissance apparaît plus précocement pour la première espèce : les pics maximum de population serait décalés de façon identique.

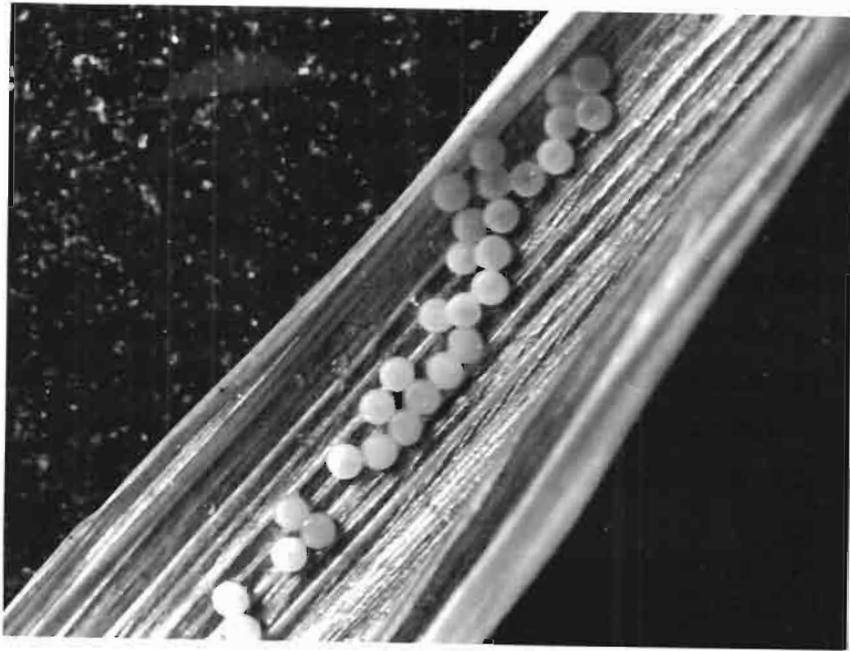


Figure 20. : Disposition des pontes de l'espèce n° 12 (Noctuelle) sur une feuille non desséchée. Remarquer par rapport à la figure 22, la disposition différente des oeufs spécifique de cette espèce (oeufs peu jointifs).

## 2.2. Les Lépidoptères Borers.

### 2.2.1. espèce n° 12 (Noctuidae) (Scsamia calamistis ?) (espèce principale)

- Période d'apparition : durant les stades phénologiques suivants, montaison (essentiellement durant la deuxième partie), floraison et épiaison (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les oeufs et les pontes : les oeufs sont déposés groupés, à l'aisselle des feuilles non sèches, situées au pied de la tige (fig. 20). Ces oeufs sont de forme sphérique (diamètre moyen 1 mm) et portent sur leur chorion une décoration caractéristique : lignes ondulées allant d'un pôle à l'autre. La couleur initiale blanche devient brune quelques heures avant l'éclosion.
  - b. Les larves : au cinquième stade larvaire, la longueur moyenne de la chenille atteint 2,5 à 3 cm. La pigmentation de l'abdomen, dorsalement rose-claire, s'éclaircit fortement sur la face ventrale. La tête est brune et le prothorax jaune clair. Les figures 30 et 31 précisent l'aspect de la larve premier stade.
  - c. Les nymphes : de couleur brune, de taille moyenne 1,5 à 2 cm, elles se forment, sans cocon, dans la tige ou dans l'épis.
  - d. Les adultes : les adultes ont une longueur moyenne de 1,5 à 2 cm pour une envergure proche de 3 cm. La pigmentation de l'abdomen varie d'un brun assez clair (face dorsale) à un brun plus foncé (face ventrale). La teinte devient encore plus foncée au niveau du thorax et de la tête. Le thorax et l'abdomen portent par ailleurs quelques poils gris. Les antennes sont de couleur jaune-brune, tandis que les pattes sont très brunes. Les ailes antérieures ont une pigmentation assez hétérogène : variations d'une jaune-ocre assez clair vers un brun plus ou moins foncé. L'aile, qui se frange à l'apex de jaune-pâle, porte trois taches noirâtres : deux vers l'apex et une au centre de l'aile. Les ailes postérieures sont de teinte blanche et possèdent une nervation bien marquée de couleur jaune-pâle.

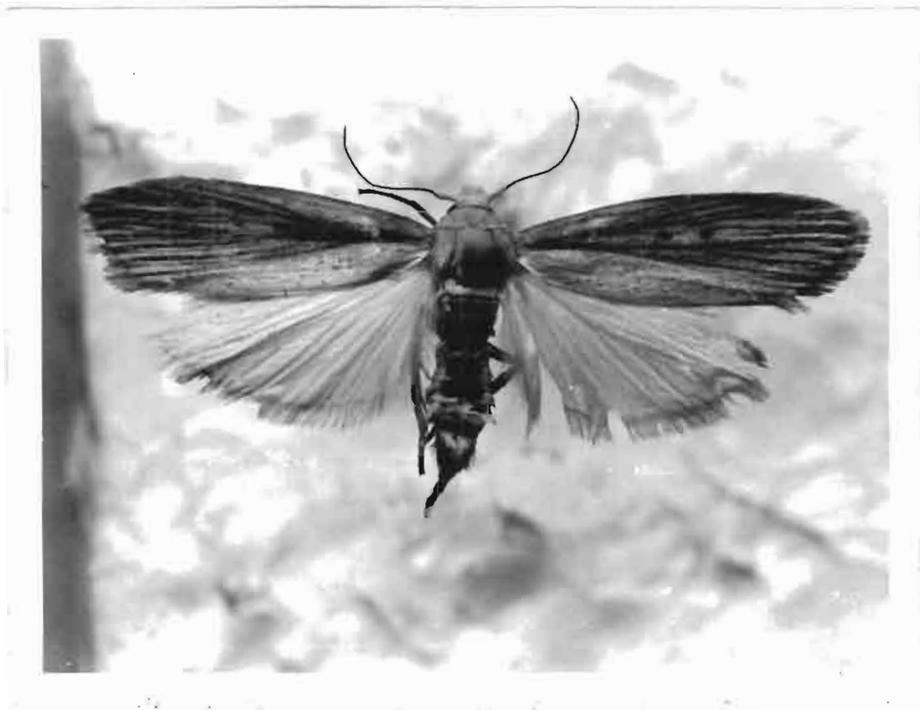


Figure 21. : Imago de l'espèce n° 13 (Lépidoptère borer).

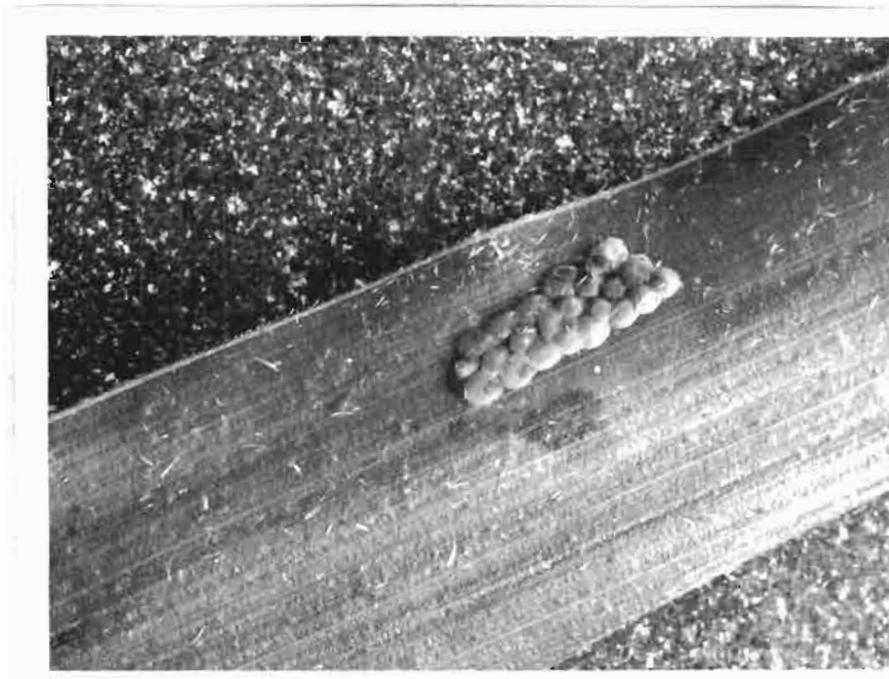


Figure 22. : Disposition des pontes de l'espèce n° 13 sur une feuille desséchée.

- Biologie : les élevages nous ont permis d'obtenir pour cette espèce des données biologiques précises qui concernent plus particulièrement les oeufs (durée d'incubation), les larves (caractéristiques des stades larvaires, durée de chaque stade) et les nymphes (mesures moyennes de la longueur et de largeur, poids moyens, etc....) (se référer au paragraphe 1. du chapitre V.).
- Prédateurs et prarasites : les élevages n'ont donné aucuns résultats.
- Dégats : le premier stade larvaire est un stade itinérant, les larves se déplacent sur les tiges de maïs et dévorent les feuilles. La chenille pénètre dans la tige (ou dans l'épis) au deuxième stade larvaire par un trou foré à la base de l'épis ou perpendiculairement à l'axe de la tige, les modalités de l'attaque, valables pour les trois espèces de borers, sont indiquées dans le paragraphe 2.1.3. de ce chapitre. D'un point de vue économique l'impact de cette Noctuelle apparaît considérable.

#### 2.2.2. espèce n° 13 (Pyralidae) (espèce principale, fig. 21)

- Période d'apparition : les premières attaques qui se manifestent à la fin de la montaison, sont décalées dans le temps par rapport à celles de l'espèce précédente (voir paragraphe 2.1.4). Les infestations s'intensifient durant la floraison et l'épison (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les oeufs : les oeufs sont déposés, par petits groupes, sur la face inférieure des feuilles desséchées, situées au pied de la plante. De forme normalement sphérique (diamètre moyen, 1 mm), ils prennent dans les groupes de ponte un aspect ovoïde caractéristique (fig. 22). Ce dernier point est dû à l'aspect très particulier des pontes : les oeufs sont serrés très étroitement les uns contre les autres. Le chorion de ces oeufs porte une décoration ponctuée assez remarquable. Ces derniers qui initialement sont de couleur blanche, sous l'effet des phénomènes d'incubation, deviennent oranges.

- b. Les larves : les chenilles du cinquième stade ont une longueur moyenne de 2 à 2,5 cm. L'abdomen, dorsalement de couleur gris noire devient plus clair pour la face ventrale. La tête et le prothorax ont une pigmentation brune, assez foncée (pour le stade L1, voir fig. 30 et 31).
- c. Les nymphes : de couleur brune, les nymphes ont une longueur moyenne de 1 à 1,5 cm. Elles se forment, à l'intérieur d'un cocon blanc, dans la tige (ou dans l'épis) (fig. 19).
- d. Les adultes : pour une longueur moyenne de 1,5 cm, les adultes ont une envergure de 3 cm. La pigmentation du corps qui varie du jaune au brun foncé au niveau de l'abdomen, s'éclaircit au niveau du thorax, de la tête, des pattes et des antennes. Les palpes labiaux sont très longs. Groupés, ils donnent l'aspect d'un bec. La pigmentation de l'aile antérieure, oscille d'un jaune ocre assez foncé à un jaune très pâle. Sur ce fond de couleur se surimpose un réseau ramifié de lignes qui donnent un aspect de plume et des taches noires, situées centralement dans la surface alaire. A l'apex l'aile se frange de jaune ocre. Les ailes postérieures, blanches, possèdent une nervation apparente dont la coloration varie d'un bout à l'autre de l'aile (jaune pâle à jaune ocre). A l'apex, l'aile se frange d'un jaune très clair.
- Biologie : des données biologiques intéressantes ont également été obtenues pour cette espèce (caractéristiques des oeufs, des larves et des nymphes - paragraphe 1 du chapitre V). Notons encore que cette même espèce a servi de base pour des essais de mise au point d'une technique d'élevage valable pour l'ensemble des borers (chapitre IV).
- Parasites et prédateurs : aucuns résultats d'élevage.
- Dégats : les dégats sont en tous points comparables à ceux de l'espèce précédente. Ces deux espèces qui paraissent avoir un impact économique semblable, seraient les ravageurs les plus dangereux pour la culture du maïs.

### 2.2.3. espèce n°14 Cryptophlebia sp.

(espèce compagne)

- Période d'apparition : stade de l'épiaison. (fig. 33).
- Description des stades observés :
  - a. Les larves : les chenilles sont d'une teinte rougeâtre, beaucoup plus foncée que celle de la Sésamie. Ventralement cependant, la pigmentation est plus claire. La tête et le prothorax sont rouge-bruns. Au cinquième stade, les chenilles une longueur de 1 à 1,5 cm.
  - b. Les nymphes : très petites (0,7 cm de longueur en moyenne), elles ont une pigmentation jaune-ocre assez claire.
  - c. Les adultes : les imagos sont de petite taille : longueur moyenne 1 cm, envergure moyenne 2,5 cm. La pigmentation du corps qui se situe pour l'abdomen entre un brun foncé et un gris clair, s'assombrit fortement au niveau du thorax, de la tête, des antennes et des pattes. Les palpes labiaux sont très longs. Les ailes antérieures, qui sont grisâtres, se frangent à l'apex et le long du bord supéro-externe de l'aile, d'une teinte grise uniforme. Les ailes postérieures sont blanches ; à l'apex, elles se frangent de gris blanc. La nervation très apparente, est de teinte grise.
- Biologie : non déterminée pour cette espèce.
- Prédateurs et parasites : les élevages n'ont donné aucun résultat.
- Dégats : cette espèce qui appartient à la troisième vague des borers s'efface en quelque sorte devant les deux premières espèces. Ses dégats, de faible importance, sont en fait difficilement appréciables. Les attaques sur tiges sont excessivement rares. Dans les épis, les larves dévorent le parenchyme central et tout ou partie des grains.

### 3. QUELQUES PREDATEURS ET PARASITES.

#### 3.1. Coléoptères prédateurs

##### 3.1.1. espèce n° 1 (Coccinellidae) (espèce principale)

- Période d'apparition : Du stade rosette au début du stade de l'épiaison (formation des épis incluse).
- Description des stades observés :
  - a. Les larves : les larves de cette espèce n'ont pas été déterminées avec précision. Cependant des formes larvaires carnivores, qui pullulent dans le champ à certains moments, paraissent pouvoir être corrélées aux adultes de cette espèce : alternance des phases d'apparition. Ces larves ont une longueur moyenne de 1 cm. La pigmentation générale du corps est rouge brune. L'abdomen porte, surimposées sur ce fond des bandes transversales et des tâches colorées avec répétition régulière de trois couleurs : blanche, noire et brun-foncée (voir fig. 7 ? ).
  - b. Les nymphes : inconnues.
  - c. Les adultes : les dimensions moyennes des imagos sont 6 à 7 mm pour la longueur du corps et sensiblement 5 mm pour la largeur. Les élytres, sur un fond rouge-orange, portent chacune 1 bande longitudinale légèrement arquée et épaissie dans la partie médiane. La pigmentation, brun-jaune pour le ventre et les pattes, devient jaune ocre pour la tête et le thorax. Ces derniers sont de surcroît, très faiblement tachetés de noir.
- Biologie : non précisée.
- Prédation : les insectes sont carnivores et se nourrissent aux dépens des pucerons (Rhopalosiphum maidis (FITCH), paragraphe B. 1.3.1.) et des larves d'Epilachna sp. (paragraphe B. 1.2.1).

##### 3.1.2. espèce n° 2 (Coccinellidae) (espèce compagne)

- Période d'apparition : les insectes adultes ont été capturés dans le champ du stade phénologique de la rosette jusqu'au début de la floraison (formation des fleurs mâles incluse).
- Description des stades observés :
  - a et b. Les larves et les nymphes sont inconnues.

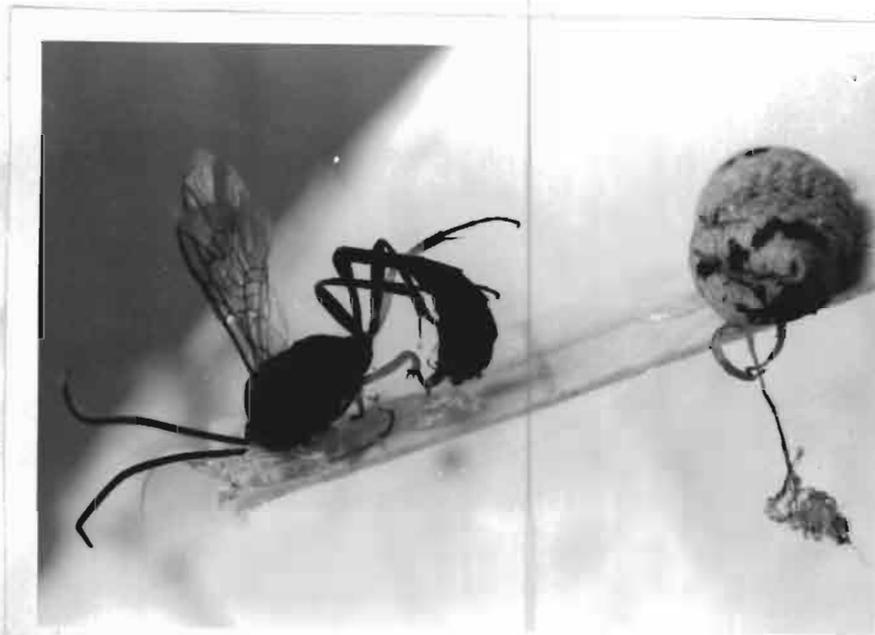


Figure 23. : Adulte et pupa nymphale de l'Ichneumonidae, parasite du Lépidoptère espèce n° 1. Remarquer l'aspect très particulier de la pupa nymphale (forme, ponctuation et filament d'attache).

c. Les adultes : les individus de cette espèce se partagent en fait selon deux groupes très peu différenciés. Les différences se marquent essentiellement au niveau des mesures moyennes de la longueur du corps et de la décoration des élytres. Les caractéristiques de chacun de ces groupes peuvent être résumées de la manière suivante :

- Groupe 1. - longueur moyenne 7 à 9 mm,
  - la pigmentation jaune-brune au niveau du ventre et des pattes, devient noire pour le thorax et la tête,
  - l'élytre, sur un fond orange-rouge, porte des bandes transversales noires, à contours mal délimités ; ces dernières qui s'interrompent vers le bord externe de l'élytre, se fusionnent vers le bord interne.
- Groupe 2. - longueur moyenne 6 à 7 mm,
  - la pigmentation qui est identique à celle du groupe I. pour les pattes et le ventre, devient rouge-ocre foncée pour la tête et le thorax,
  - les seules différences avec le groupe précédent, portent sur les bandes transversales qui apparaissent fortement amincies et souvent brisées.

- Biologie : non précisée.

- Prédation : l'alimentation de ces insectes se ferait essentiellement aux dépens des pucerons.

### 3.2. Hyménoptères parasites.

#### 3.2.1. espèce n° 1 (Ichneumonidae) (espèce compagne, fig.23)

- Période d'apparition et insecte hôte : ces insectes qui parasitent une Pyrale phytophage (espèce n° 1, paragraphe 1.3.1.), n'apparaissent sur leur hôte que pendant la première partie du stade rosette.
- Description des adultes : les adultes possèdent toutes les caractéristiques (antennes et ailes) de la famille des Ichneumonoïdes. L'abdomen qui apparaît comprimé latéralement, est porté par un long "pédicelle". A l'exception des yeux et des pattes qui sont de teinte jaune, le reste du corps est de couleur noire. La taille moyenne des adultes est 1 cm.



Figure 24. : Chalcidien parasite du Lépidoptère espèce n° 2  
(voir figure 8).

- Biologie et parasitisme : les données biologiques que nous possédons pour cette espèce, sont assez réduites. Les chenilles parasitées, meurent au cinquième stade larvaire. Le dernier stade larvaire du parasite, sort du cadavre de l'hôte et se nymphose à l'intérieur d'un petit cocon qui est accroché par un fin filament sous la face inférieure d'une feuille. Ce cocon, de teinte grisâtre, porte deux bandes transversales ponctuées (fig. 23).

### 3.2.2. espèce n°2 (Chalcidoidea) (espèce compagne, fig. 24)

- Période d'apparition et insecte hôte : ces insectes, parasitent une Noctuelle phytophage (espèce n° 2, paragraphe 1.3.2.) et apparaissent au début du stade phénologique de la montaison.
- Description des adultes : les adultes possèdent les caractéristiques des chalcidiens : nervation alaire réduite à une nervure à l'aile antérieure et inexistante à l'aile postérieure, antenne coudée, etc... L'abdomen, qui est comprimé dorso-ventralement, porte des bandes brunes (dorsales, latérales et ventrales). Le thorax est robuste et de teinte noire. La tête est noire. Les yeux sont rouge-foncés et les antennes brun-jaunes. Les pattes sont de couleur jaune-pâle. La taille des adultes est d'environ 2 à 3 mm.
- Biologie et parasitisme : les données acquises pour cette espèce, sont très peu nombreuses. Les larves du parasite vivent dans le corps de l'hôte, parfois en très grands nombres. Les chenilles parasitées, meurent au troisième ou au quatrième stade larvaire. Les adultes sortent du cadavre de l'hôte dans les deux jours qui suivent.



Figure 25. : Symptomologie d'une attaque de champignons sur une tige de maïs (Helminthosporium turcicum ?).



Figure 26. : Attaques de Helminthosporium turcicum (?), sur une inflorescence mâle : taches noirâtres très caractéristiques.

## C. INVENTAIRE QUALITATIF - NON INSECTES.

+++++

### 1. LES ROUILLES ET LES MOISSURES.

(analyse réalisée par LOURD du Laboratoire de Phytopathologie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé).

Les symptômes d'attaques par champignons se rencontrent très couramment sur les maïs. Cependant, de manière générale, les variétés utilisées possèdent une bonne résistance naturelle et n'en souffrent que très moyennement.

#### 1.2. Sur feuilles et sur tiges.

Un premier type de symptômes, s'observent très fréquemment sur l'ensemble du système foliaire. Des tâches nombreuses, dont la couleur varie du jaune au brun, ponctuent les feuilles et parfois aussi les tiges (fig. 25). Petites et circulaires sur les jeunes feuilles, ces tâches tendent à s'allonger dans le sens du limbe sur les feuilles plus âgées. A l'extrême, elles peuvent devenir coallescentes et se marquent dans ce cas par un dessèchement presque généralisé de l'organe atteint. Les conidies très nombreuses, qui se rencontrent au niveau de ces taches, appartiendraient à l'espèce : Helminthosporium turcicum.

Toutefois des taches plus petites pourraient être dûes à une autre espèce : Helminthosporium maydis, cependant la présence de rares conidies desséchées, ne permet pas de localiser la présence de cette espèce avec certitude.

Un deuxième type de symptômes a été observé sur quelques feuilles, il s'agit de pustules allongées, de petites dimensions et de couleur brune. A maturité, l'épiderme foliaire se rompt et laisse apparaître les sores à urédospores de la rouille commune : Puccinia maydis.

#### 1.3. Sur inflorescences mâles.

La moisissure noirâtre qui recouvre de nombreuses inflorescences mâles, est due à une accumulation de conidies sur les glumes (fig. 26). L'espèce responsable apparaît être très vraisemblablement : Helminthosporium turcicum.

2. AUTRES .....

Des dégâts importants peuvent être causés par des oiseaux (communément appelés "Gendarmes", fig. 27), d'autres plus faibles sont dus à des Acathines.

Les attaques d'oiseaux sont caractéristiques. Les épis sont en quelque sorte épluchés. Les spathes une fois écartés, les oiseaux dévorent les grains. Des dégâts analogues pourraient être dûs à des rongeurs.

Les Acathines ont surtout été observées sur l'un des côtés du champ (côté parallèle à la route, voir figure 2). Les feuilles sont dévorées dans le sens du limbe. Des excréments d'aspect particulier sont déposés sur les feuilles.

D. INVENTAIRE QUANTITATIF - INSECTES.  
+++++

La méthode utilisée, pour ce sondage quantitatif, est détaillée dans le chapitre II (paragraphe 2). Rappelons, qu'il se situe dans le temps à une semaine de la récolte.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 4. L'échantillonnage porte sur 466 plants. Les moyennes calculées sont indiquées.

Les données moyennes obtenues, peuvent être présentées de la manière suivante (tableau 5) :

	attaques totales (tiges et épis)	attaques sur tiges	attaques sur épis	autres
ravageurs : P.	37,3 %	26,8 %	23,1 %	tiges tombées :
: N.	24,6 %	17,5 %	13,7 %	24,9 %
: C.	5,1 %	/	5,1 %	dégâts oiseaux :
borers absents	22,7 % (par différence)	35,2 %	27,7 %	16,6 %
Total calculé	89,7 %	79,5 %	69,5 %	tiges sans épis :
Total mesure (échantillon)	/	80,9 %	69,5 %	8,7 %

Tableau 5 - Autre présentation des données moyennes contenues dans le tableau 4. (en pourcentages des pieds échantillonnés).



Le tableau 4, nous montre que les attaques se distribuent dans le champ selon un certain gradient. A proximité du champ de panicum (voir fig. 2) les pieds sont pratiquement attaqués à 100 % (pour les rangées échantillonnées). Le pourcentage des pieds attaqués diminue ensuite, quoique faiblement : le pourcentage moyen des pieds attaqués se situe vers 89,7 %.

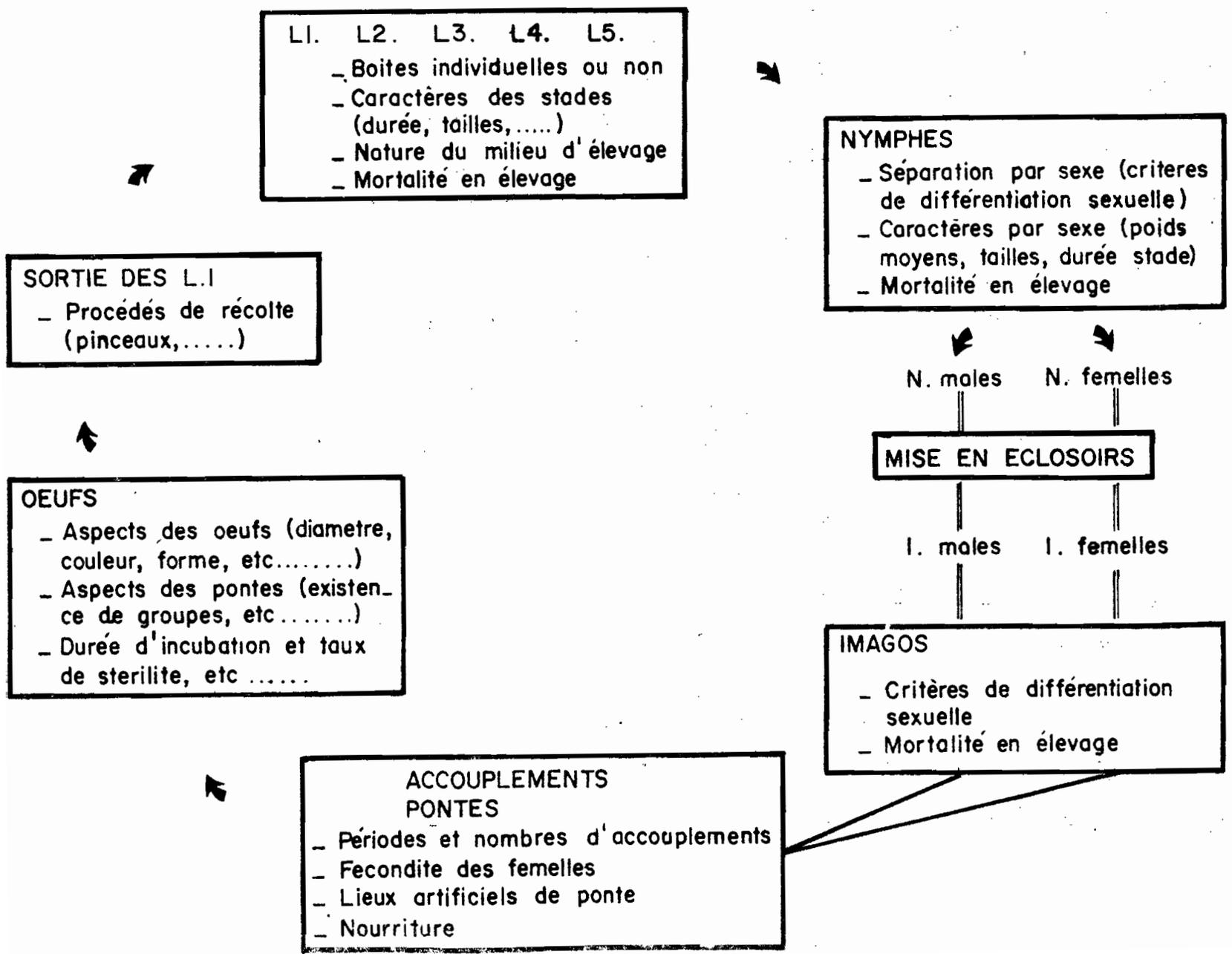
Le tableau 5, nous permet les remarques suivantes :

- 1. Les attaques des borers sur le maïs, peuvent se faire simultanément sur les tiges et sur les épis (attaques totales : 89,7 % des pieds échantillonnés, attaques sur tiges 79,5 %, attaques sur épis 69,5 %). Les hauts pourcentages observés dénotent également la grande importance économique de ces ravageurs.

- 2. Le taux d'infestation le plus élevé est obtenu pour la Pyrale (26,8 % des pieds échantillonnés portent des attaques sur tiges et 23,1 % sur épis). Viennent ensuite, dans l'ordre, la Noctuelle (17,5 % et 13,7 %) puis la Cryptophlebia (0 et 5,1 %). Les attaques globales dues à ces trois espèces sont respectivement de 37,3 %, 24,6 % et 5,1 %.

- 3. Dans ce sondage, la possibilité d'attaques sur tige par la troisième espèce n'apparaît pas. Dans la réalité, ces attaques sont possibles mais excessivement rares.

- 4. Les différences relatives des pourcentages d'attaques dues aux trois espèces démontrent qu'elles peuvent coexister au sein d'un même organe. Ce phénomène est surtout très net pour la Pyrale et la Noctuelle.



L1. L2. L3. L4. L5.

- Boîtes individuelles ou non
- Caractères des stades (durée, tailles,.....)
- Nature du milieu d'élevage
- Mortalité en élevage

Figure 28. : Schéma théorique d'élevage. La mise au point pour toute espèce d'un élevage, suppose la résolution de 7 problèmes importants. Ces derniers sont individualisés dans ce schéma sous forme de cadres. Les diverses questions à résoudre pour chacun d'eux sont également précisées.

#### IV - MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE D'ELEVAGE POUR UN INSECTE BORER

(Pyrale, espèce n°13 - paragraphe 2.2.2. chapitre III)

Cette espèce correspond à l'un des plus dangereux ravageurs que nous ayons rencontrés sur le maïs, durant le premier cycle de culture.

Nous nous sommes efforcés de mettre au point une technique d'élevage permettant, compte tenues des conditions locales, de créer une cellule de production. Le but final de cet élevage est l'étude des caractéristiques biologiques de cette espèce.

##### 1. PRINCIPES - SCHEMA THEORIQUE D'ELEVAGE.

Le schéma d'étude que nous pouvons adopter, peut être résumé comme suit (fig. 28).

##### 2. RECHERCHE D'UN MILIEU D'ELEVAGE POUR LES LARVES.

###### 2.1. Hypothèses de travail

Le milieu retenu, devra nécessairement posséder les caractéristiques suivantes :

- composition simple
- réalisable rapidement toute l'année
- qualités nutritives intéressantes.

Les données biologiques obtenues, doivent pouvoir être rapportées aux valeurs écologiques réelles. Par hypothèses, nous admettrons que les résultats obtenus en laboratoire, les plus proches des valeurs naturelles, proviennent de larves déposées dans des tiges selon la technique proposée plus haut (fig. 4).

###### 2.2. Test des différents milieux possibles

Les différents milieux que nous devons tester, peuvent être résumés de la manière suivante :

- milieux naturels (fragments d'organes, tige, épis, grains etc...)
  - matériel frais, provenant du champ ou de cultures sur pots,
  - matériel frais conservé en congélateur,
  - matériel lyophilisé.
- milieux synthétiques. Ces derniers de mise au point laborieuse et longue, sortent du cadre de cette étude préliminaire. Il est certain que des recherches dans cette direction pourraient donner des résultats intéressants. Pour mémoire, nous n'avons testé ici que le milieu créé pour les Noctuelles (GUENNELON, 1970). Les résultats obtenus pour la Pyrale sont négatifs.

L'utilisation du matériel lyophilisé est très séduisante au prime abord. La nécessité de le réhydrater avant utilisation induit de multiples proliférations de moisissures dont la nuisance pour les larves apparaît considérable. Notre première démarche fut donc de rechercher une solution fongicide compatible avec les objectifs à atteindre.

Les essais ont été menés pour 6 substances fongicides. Chaque test de produit se fait sur un lot de 10 boîtes qui contiennent chacune un cube de moelle lyophilisée, humidifié au moyen d'une goutte de la solution à tester. Le devenir d'une larve 2e stade, déposée ultérieurement sur le milieu, sert de base d'observation. La nature des tests effectués, les résultats obtenus après trois semaines sont précisés dans le tableau 6.

Produit utilisé	Numéros des boîtes utilisées										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. Streptomycine sulfate, 2 gr/l.	+ m L2	++ m L2	++ m L2	- m L3	= m L3	= m L4	- m L2	= m L2	- m L2	+ m L3	
2. Streptomycine sulfate, 1 gr/l.	= m L2	++ m L3	+ m L3	++ m L3	++ m L2	+ m L2	++ m L2	++ m L2	= ? L3	++ m L2	
3. Formaldéhyde sol. 35%, 3 gr/l.	- m L3	- m L2	- m L4'	- m L2	- m L2	- m L3	- m L2	- m L3	- m L3	- m L4	
4. Acide benzoïque 3 gr/l.	- m L4	- L4	+ L4	- L4	- L5	- L4	- L4	- L4	++ L4	- L3	- L4
5. Acide sorbique 2,5 gr/l.	++ m L2	= m L4	++ m L3	++ m L3	- L4	++ L2	++ L4	++ m L4	- L4	- L2	
6. Nipagine 6 gr/l.	+ m L2	+ m L4	+ m L2	++ m L2	- m L4	- m L4	++ L2	= m L2	+ m L2	+ m L2	

Tableau 6 - Milieu lyophilisé et solutions fongicides. Situation observée après trois semaines.

détails des notations utilisées :

- moisissures : ++, proliférations importantes, structure du milieu fortement modifiée,  
+, proliférations moyennes, structure du milieu modifié,  
=, proliférations très peu importantes, structure du milieu très peu transformé,  
-, pas de moisissures.

- larves : m, larve morte

L2, L3, L4, stades de développement larvaire à la mort de l'insecte ou observé après trois semaines.

Les résultats obtenus après trois semaines démontrent qu'apparemment la solution d'acide benzoïque est la seule, utilisable. Par opposition aux autres solutions, les points remarquables suivants peuvent être notés :

- très faible mortalité larvaire (1 seule larve morte),
- moisissures pratiquement inhibées (2 boîtes sur 10),
- développement larvaire non retardé.

Après 5 semaines, ne subsistent que deux chenilles dans le test acide benzoïque (chenilles n° 2 et 10, stade L4). Au bout de 7 semaines la chenille n° 2 est la seule encore en vie. Un retard dans le développement larvaire se manifeste en fin de test pour la solution d'acide benzoïque : la majorité des chenilles disparaissent sans avoir atteint le 5e stade. Cette dernière constatation nous conduit à plusieurs hypothèses :

1. concentration trop forte de la solution en acide benzoïque ?
2. milieu non renouvelé assez fréquemment (ne furent remplacés que les milieux totalement dévorés par les larves),
3. quantité trop importante de solution utilisée pour hydrater le matériel lyophilisé (les apports successifs de gouttes de solution pour maintenir le degré d'humidité voulu, pourraient être incriminés éventuellement).

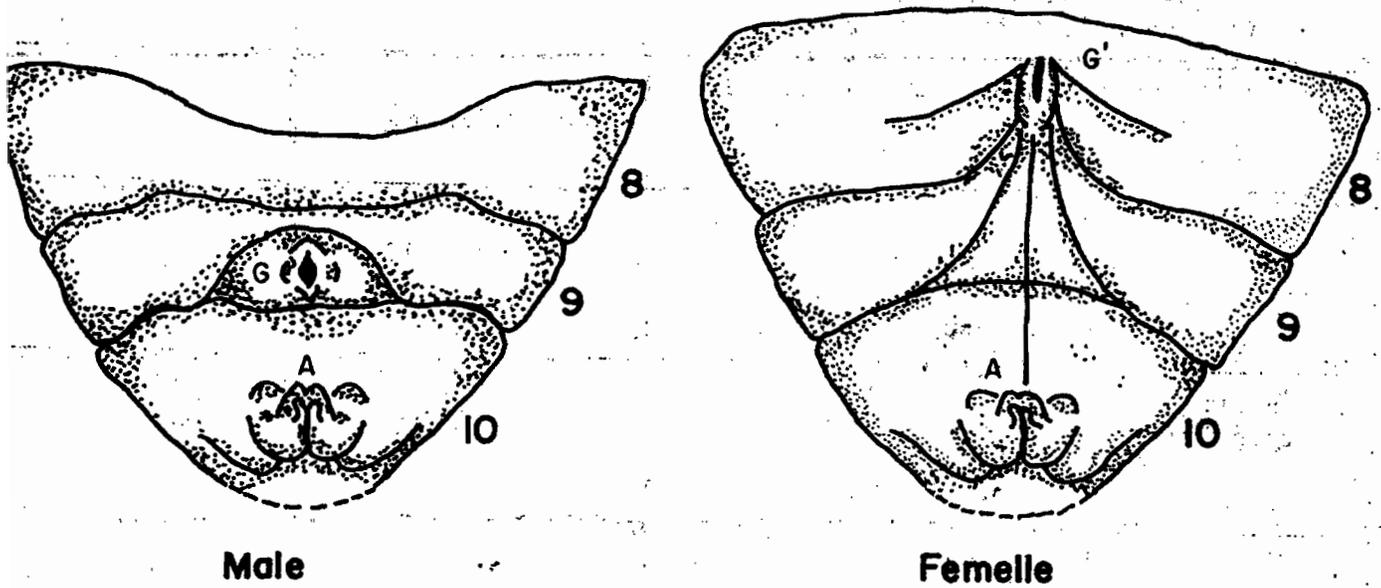
De toute évidence, ces tests devront être repris et approfondis dans des études ultérieures. Il n'est pas exclu que le formol utilisé avec une concentration appropriée, apparaisse alors comme le produit le mieux adapté. Une remarque personnelle nous permet de le penser : l'utilisation de la solution de Formaldéhyde dans la composition du milieu d'élevage pour Héliothis armigera (Noctuidae), se révèle particulièrement bénéfique (suppression quasi totale des moisissures, croissance plus importante des larves avec production de nymphes plus grosses).

Dans une deuxième étape, 14 milieux différents ont été étudiés comparativement. Ils correspondent à des fractions diverses de la plante. Le tableau 7 précise la nature et le stade de développement du matériel utilisé et les résultats et remarques respectives.

Milieu utilisé	Remarques sur les qualités du milieu	Durée développement larvaire
Fraction fraîche de jeune tige (stade phénol. début montaison)	bon	32 J.
Fraction fraîche de parenchyme médullaire ancien (moelle) (stade phénol. début épiaison)	bon	35-40 J.
Fraction de parenchyme médullaire très ancien (stade phénol. fin épiaison)	non utilisable	
Fraction complète de tige lyophilisée (parenchyme et épiderme) avec solution d'acide benzoïque (stade phénol. début montaison)	non utilisable (§)	
Fraction de parenchyme médullaire lyophilisé avec solution d'acide benzoïque (3 gr./l.) (stade phénol. début montaison)	médiocre (§)	
Fraction fraîche d'épis complet (stade phénol. grain laiteux)	bon	35-45 J.
Grain sec et dur	médiocre (§)	
Grain mou (stade phénologique, grains laiteux - pâteux)	médiocre (§)	43 J.
Grain germé	non utilisable	
0. Feuilles sèches (prélevées au bas des pieds de maïs)	non utilisable	
1. Feuilles fraîches	bon	42-48 J.
2. Grain mou et fraction de tige très ancienne (stade phénologique, fin épiaison)	médiocre	
3. Grain mou et fraction de parenchyme lyophilisé (type 5)	médiocre	
4. Feuilles fraîches et grains mous	bon	non déterminée

Tableau 7 - Résultats comparatifs obtenus avec 14 milieux différents

(le symbole (§) précise les milieux pour lesquels un certain retard de développement a pu être observé). Toutes les larves utilisées étaient au 2e. stade en début de test.



**Figure 29.** : Différentiation sexuelle des nymphes de la Pyrale (espèce n° 13, Lépidoptère borer). Les symboles suivants sont utilisés, 8, 9 et 10 numérotation des segments abdominaux ; A, anus ; G, sillon génital mâle ; G', sillon génital femelle (interprétation d'après GRASSET - 1951).

Un contrôle réalisé simultanément, à l'aide de larves déposées dans des tiges (fig. 4), donne 30 jours comme estimation de la durée moyenne du développement larvaire. Cette valeur est prise comme base de comparaison pour les résultats figurant dans le tableau 7.

Il apparaît que de manière générale, les milieux les plus favorables sont constitués par du matériel frais et non trop ancien. Le meilleur milieu est un fragment frais de jeune tige (tableau 7, milieu 1, durée de développement 32 jours). Viennent ensuite, dans l'ordre, la fraction fraîche de moelle ancienne (2), l'épis au stade phénologique grain laiteux (6), les grains mous (8) et enfin les feuilles fraîches (11). Le dernier point est assez particulier et, à vrai dire, n'offre guère d'intérêt pour l'élevage de cet insecte borer de tige ou d'épis. Le matériel par trop ancien (très vieilles tiges, grains durs) ou dessèché n'est pas utilisable.

Les résultats obtenus avec des fractions lyophilisées de la plante, sont assez peu concluants. Cependant du fait de l'intérêt pratique de ce matériel, il serait nécessaire de reprendre ultérieurement, de manière plus approfondie, cette dernière étude.

### 3. SEPARATION PAR SEXE ET MISE EN ECLOSOIR DES NYMPHES.

Il est évident que la séparation des nymphes par sexes, avant éclosion, est la seule condition qui permette de rester maître des accouplements.

La figure 29 précise la morphologie extérieure des extrémités abdominales des nymphes mâles et femelles de cette Pyrale. Ces résultats ont pu être obtenus en corrélant les observations de nymphes, réalisées sous la loupe binoculaire avec les dissections d'adultes de chacun des deux types.

Les nymphes sexées, sont ensuite distribuées par sexe, dans des éclosoirs. Ces derniers peuvent être simplement constitués par des boîtes en plastique ou tout autre récipient sec et transparent (pour l'observation). Pendant la période de nymphose, il est recommandé de mettre un cache semi-opaque sur les éclosoirs, ceci afin de reproduire artificiellement les conditions d'obscurité partielle qui règnent dans une tige ou dans un épis.

#### 4. ACCOUPLLEMENTS ET PONTES DES ADULTES.

Nous avons pu observer dans la nature que les femelles de cette espèce pondaient de préférence leurs oeufs à la face inférieure de feuilles, desséchées, situées au pied des tiges de maïs. 3 éléments sur quatre du test donné ci-après, découlent de cette constatation.

Les couples de papillons sont introduits dans des petites cages d'élevage qui contiennent des solutions sucrées (eau et miel). Les matériaux suivants ont été testés comme lieux possibles de ponte :

- 1. feuilles sèche de maïs,
- 2. feuille fraîche,
- 3. toile plastique grillagée (trame 2 x 2 mm),
- 4. feuille de papier filtre enroulée autour d'un tube et découpée de façon à ménager une sorte de feuille artificielle.

Les pontes les plus importantes ont été obtenues avec le dispositif n° 4. Les oeufs sont déposés par groupes, essentiellement sur le papier filtre, à l'aisselle ou non de la feuille artificielle. Le facteur "papier filtre humidifié" serait prédominant dans l'induction de ces pontes artificielles.

A l'aide de ce même dispositif, les pontes de 12 femelles ont été suivies dans le temps. Les résultats obtenus sont donnés dans le tableau 8.

N° femelle	Nombre de jours après l'éclosion des adultes										Total	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1.			9 (3)					70 (2)	m			79
2.					55 (1)			170 (2)		m		225
3.			30 (1)					100 (5)		m		130
4.								100 (5)		m		100
5.		8 (1)							m			8
6.									m			0
7.			60 (2)						m			60
8.			85 (6)		m							85
9.			35 (2)	30 (1)	125 (9)				m			190
10.		8 (1)			25 (1)			20 (1)				53
11.				80 (2)						100 (4)	m	180
12.		75 (3)										75
Total	0	91	219	110	205	0	260	200	100	0		

Tableau 8 - Tableau des pontes de 12 femelles de Pyrales. Pour chaque ponte, le premier chiffre correspond au nombre d'oeufs pondus et le second (chiffre entre parenthèses) au nombre de groupes d'oeufs observés. La lettre m situe temporellement la mort de chaque femelle.

Les femelles observées (tableau 8) ont en moyenne, des taux de fécondité extrêmement faibles. Les oeufs sont ovoïdes, légèrement aplatis et, portent sur leur chorion une ornementation ponctuée. De couleur blanche le premier jour de la ponte, les oeufs deviennent ensuite oranges puis éclosent après une incubation de 4,5 à 6 jours (estimation faite à partir de 7 groupes de ponte).

Pour ces pontes obtenues en élevage à partir de femelles qui, elles mêmes provenaient de chenilles élevées sur milieu, le taux de stérilité des oeufs apparaît être assez important. Diverses causes peuvent être incriminées dont la principale est sans doute une technique d'élevage non parfaitement mise au point (milieux imparfaits, cages d'élevage et lieux de ponte à préciser d'avantage, etc...).

Aussi imparfaite soit-elle encore, cette première technique nous a permis d'obtenir pour cette Pyrale, quelques premières données biologiques préliminaires. Dans son ensemble, ce schéma a également été extrapolé à un autre insecte borer (Sesamia sp., Noctuidae) et à un Arctiide phytophage. Pour ce dernier, comme milieu d'élevage, nous avons utilisé des jeunes feuilles prélevées au champ ou sur plantes en pot.

Les résultats obtenus pour ces trois espèces sont donnés au chapitre suivant.

V - DONNEES BIOLOGIQUES PRELIMINAIRES POUR DEUX BORERS

ET UN PHYTOPHAGE

(déterminations ultérieures)

1. PYRALE ET NOCTUELLE (insectes borers)

1.1. Introduction

Ces deux insectes borers des tiges et des épis, sont la cause des plus fortes infestations sur maïs. Nous avons vu qu'en fin de cycle de culture (chapitre III, D) près de 89,7 % des pieds de maïs portaient des symptômes d'attaques souvent très graves (avec présence ou non des ravageurs) sur tiges et sur épis. Les formes larvaires de ces deux espèces, parfois en très grands nombres, coexistent très souvent au sein de la tige ou dans l'épis.

D'un point de vue pratique les chenilles et les nymphes de ces deux espèces peuvent être séparées assez facilement au moyen de critères simples que nous avons déjà décrits (III, 2.2.1. et 2.2.2).

- Les chenilles de la Noctuelle sont rosâtres et plus grosses que celles de la Pyrale dont la pigmentation tire sur le gris noir.
- Les nymphes de la Pyrale sont petites, assez massives et "non nues". Les nymphes de la deuxième espèce sont beaucoup plus grosses, d'aspect allongé et "nues".

L'étude conjointe de ces deux espèces, permet d'illustrer quantitativement ces différences en même temps qu'elle nous donne des données biologiques intéressantes pour l'une et pour l'autre.

1.2. Les oeufs

Ainsi que le montre le tableau 9, les pontes et les oeufs se différencient d'une espèce à l'autre. En fait ces données ont déjà été précisées ultérieurement (paragraphe 2.2.1.a et 2.2.2. a du chapitre III).

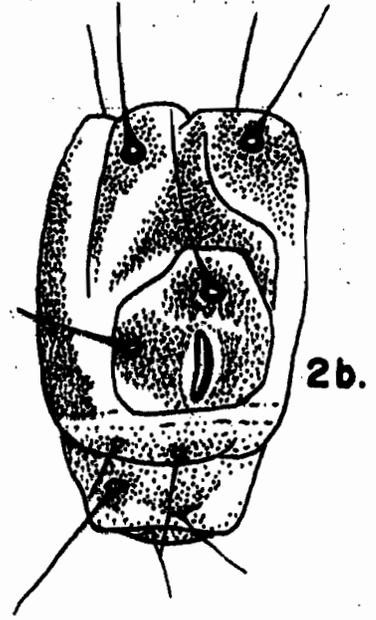
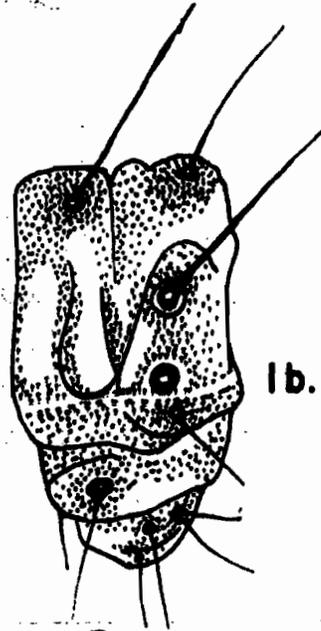
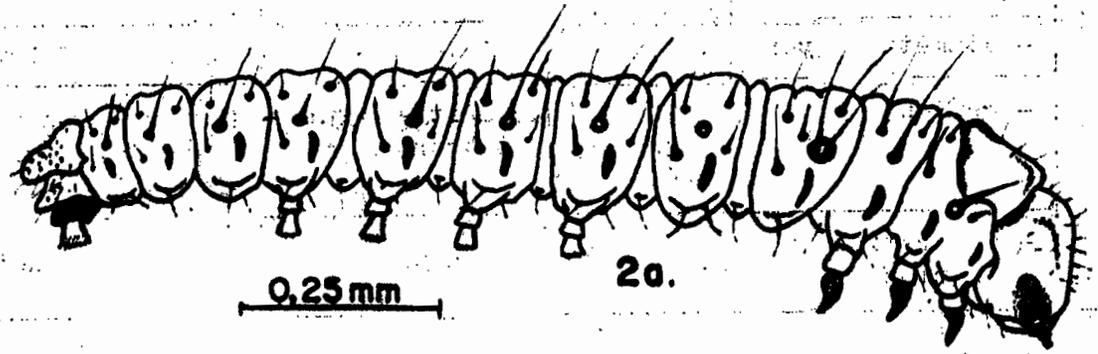
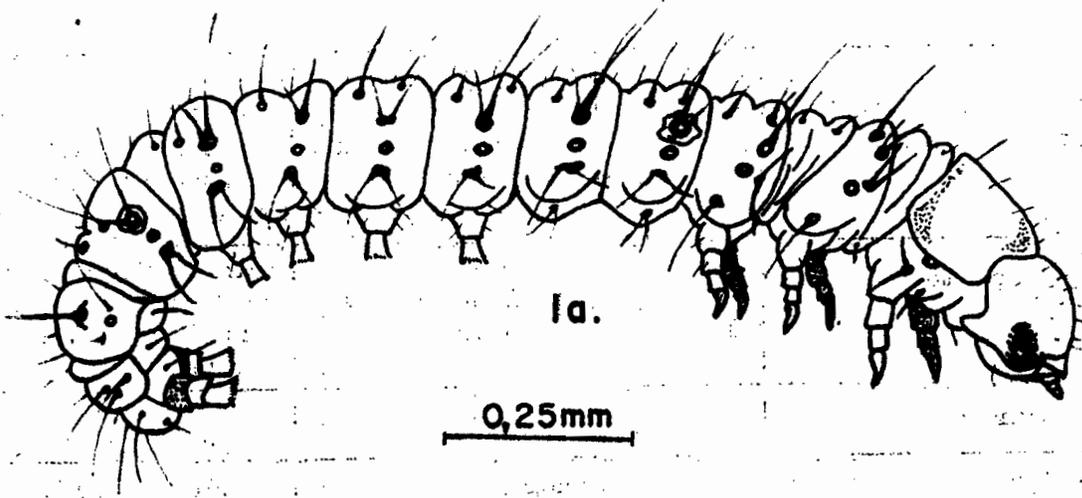


Figure 30. : Morphologies comparées des larves de la Pyralis (espèce n° 13) (1.) et de la Noctuelle (espèce n° 12) (2.)  
 1a et 2a larves du premier stade ; 1b et 2b premier segment abdominal de larves du deuxième stade ; 1c et 2c, fausses pattes abdominales de larves L2. Les différences suivantes sont remarquables, aspects des pronotums, des stigmates thoraciques et abdominaux, des fausses pattes.

	Noctuelle	Pyrale
Aspect des pontes	pontes par groupes d'oeufs faiblement jointifs.	pontes par groupes d'oeufs, fortement serrés les uns contre les autres.
Lieux de ponte	à l'aisselle des feuilles non sèches, situées vers le pied de la tige.	sur la face inférieure des feuilles desséchées situées vers le pied de la tige.
Oeufs, caract.		
- forme	sphérique	sphérique si il est isolé, ovoïde dans les groupes de ponte.
- diamètre moyen	1 mm	1 mm
- couleur	la couleur initiale blanche devient brune avant éclosion.	la couleur initiale blanche devient orange avant éclosion.
- décoration du chorion	lignes ondulées	punctuations

Tableau 9 - Etudes comparées des oeufs et des pontes, pour la Pyrale et la Noctuelle.

### 1.3. Les stades larvaires.

#### 1.3.1. Données générales.

Les tableaux 10 (Pyrale) et 11 (*Samia sp.*), résument les caractéristiques larvaires de ces deux espèces. Les valeurs moyennes de la longueur de la tête et de la longueur du corps sont données avec un intervalle de confiance de 95 %. Les nombres entre parenthèses figurant dans les tableaux correspondent au total de larves pris en considération pour l'estimation de chaque mesure.

Stades larvaires	Longueur tête (mm)	Longueur corps (mm)	Durée développement (jours)
1.	$0,290 \pm 0,012$ (35)	$1,572 \pm 0,431$ (26)	3-4
2.	$0,444 \pm 0,033$ (18)	$2,982 \pm 0,775$ (16)	4-5
3.	$0,737 \pm 0,191$ (10)	$5,421 \pm 2,415$ (10)	5-6
4.	$1,840 \pm 0,789$ (22)	$11,960 \pm 8,080$ (21)	
5.		non estimé	

Tableau 10 - Stades larvaires de la Pyrale.

Stades larvaires	Longueur tête (mm)	Longueur corps (mm)	Durée développement (jours)
1.	$0,328 \pm 0,025$ (10)	$1,693 \pm 0,440$ (11)	4 - 5
2.	$0,442 \pm 0,049$ (10)	$3,105 \pm 0,800$ (10)	4 - 5
3.	non estimé		
4.	$1,915 \pm 0,541$ (14)	$14,560 \pm 4,340$ (10)	non estimé
5.	non estimé		

Tableau 11 - Stades larvaires de la Sésamie.

Les deux tableaux précédents font apparaître une réelle différence de taille entre les stades larvaires des deux espèces considérées, tant au niveau de la largeur de la tête que de la longueur du corps. Il nous faut cependant remarquer que les capsules céphalliques des deuxième stades larvaires sont sensiblement de même taille.

En fait le caractère de crédibilité que l'on peut attribuer à chacun des deux critères utilisés, diffère de l'un à l'autre. L'erreur calculée, faible pour les mesures de la largeur de la tête (intervalle de confiance beaucoup plus petit que la mesure moyenne), devient importante pour les deuxième séries de mesures et plus particulièrement pour les deux derniers stades larvaires. Le dernier point dénote que pour un stade larvaire donné, la longueur du corps peut varier considérablement d'un insecte à l'autre. Les sources possibles de variation pourraient être : potentiel génétique et physiologie de l'insecte, qualité de la nourriture, etc...

Pour différencier les stades larvaires, il apparaît en fait que la largeur de la tête est le seul critère vraiment sûr.

### 1.3.2. Caractéristiques morphologiques larvaires, spécifiques de chacune des espèces.

Outre la taille (largeur des capsules céphalliques, longueur du corps) et pigmentation des téguments, quelques caractères morphologiques particuliers peuvent être utilisés pour séparer les chenilles de Sésamie et de Pyrale. L'aspect morpho-

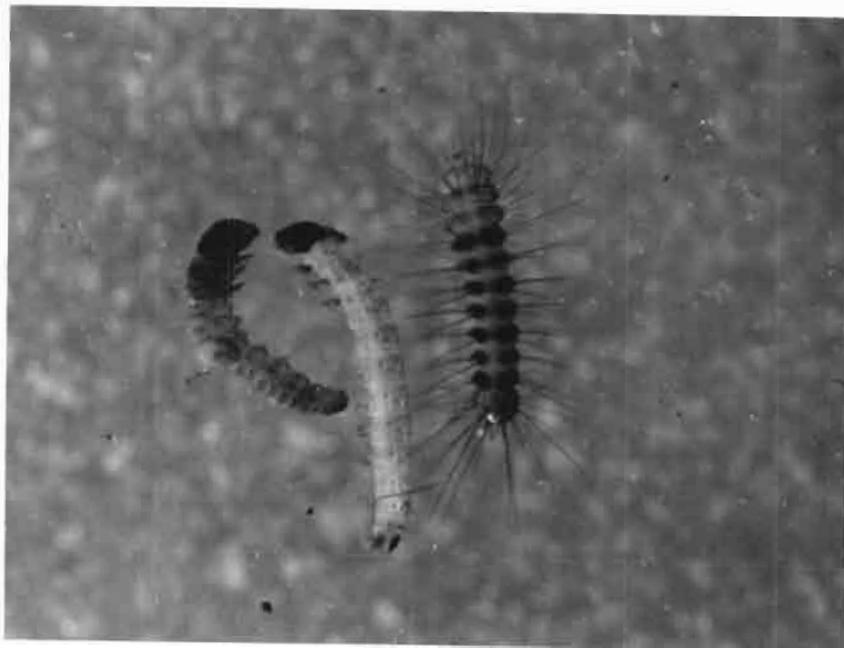


Figure 31. : Larves du premier stade larvaire pour trois espèces de Lépidoptères, Arctiide - espèce n° 8 (forte pilosité, taille réelle :  $2,19 \pm 0,30$  mm) ; Pyrale - espèce n° 13 (pigmentation noirâtre, taille réelle :  $1,57 \pm 0,43$  mm) ; Noctuelle - espèce n° 12 (pigmentation blanche, taille réelle :  $1,69 \pm 0,44$ ).

logique général, la pilosité des téguments, la structure des fausses pattes abdominales stigmates et quelques autres caractères, différent d'une espèce à l'autre (fig. 30 et 31).

#### 1.4. Les nymphes.

##### 1.4.1. Données générales.

Dans les tableaux 12 et 13 sont indiquées les caractéristiques nymphales, propres à chacune des espèces. Les nymphes considérées ici ne proviennent pas des élevages mais de ramassages systématiques effectués au champ.

Sexe	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Poids (mg)	Durée nymph. (jours)
mâle	$11,93 \pm 1,86$ (52)	$2,90 \pm 0,66$ (52)	$64,59 \pm 42,68$ (52)	8 - 11
femelle	$13,62 \pm 2,86$ (45)	$3,29 \pm 0,72$ (45)	$93,77 \pm 49,20$ (45)	7 - 13

Tableau 12 - Caractéristiques des nymphes mâles et femelles de la Pyrale. Les nombres entre parenthèses correspondent aux individus comptés pour chaque estimation. La longueur, la largeur et le poids des nymphes sont donnés avec des intervalles de confiance de 95 %.

Sexe	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Poids (mg)	Durée nymph. (jours)
mâle	$17,33 \pm 3,64$ (12)	$4,06 \pm 1,07$ (12)	$184,00 \pm 112,00$ (12)	10 - 14
femelle	$18,00 \pm 3,21$ (33)	$4,22 \pm 1,33$ (33)	$212,50 \pm 76,70$ (33)	10 - 15

Tableau 13 - Caractéristiques des nymphes mâles et femelles de la Sesamie (mêmes indications que pour le tableau 12)

Les tableaux 12 et 13, permettent de tirer les conclusions suivantes :

1. Pour chaque espèce, les nymphes femelles sont à la fois, plus grandes et plus grosses que les nymphes mâles ;
2. Par rapport aux nymphes de la Pyrale, celles de la Sésamie ont une taille plus importante et, en moyenne, sont près de 2,5 fois plus lourdes.
3. La plus longue durée de nymphose s'observe pour la Sesamie.

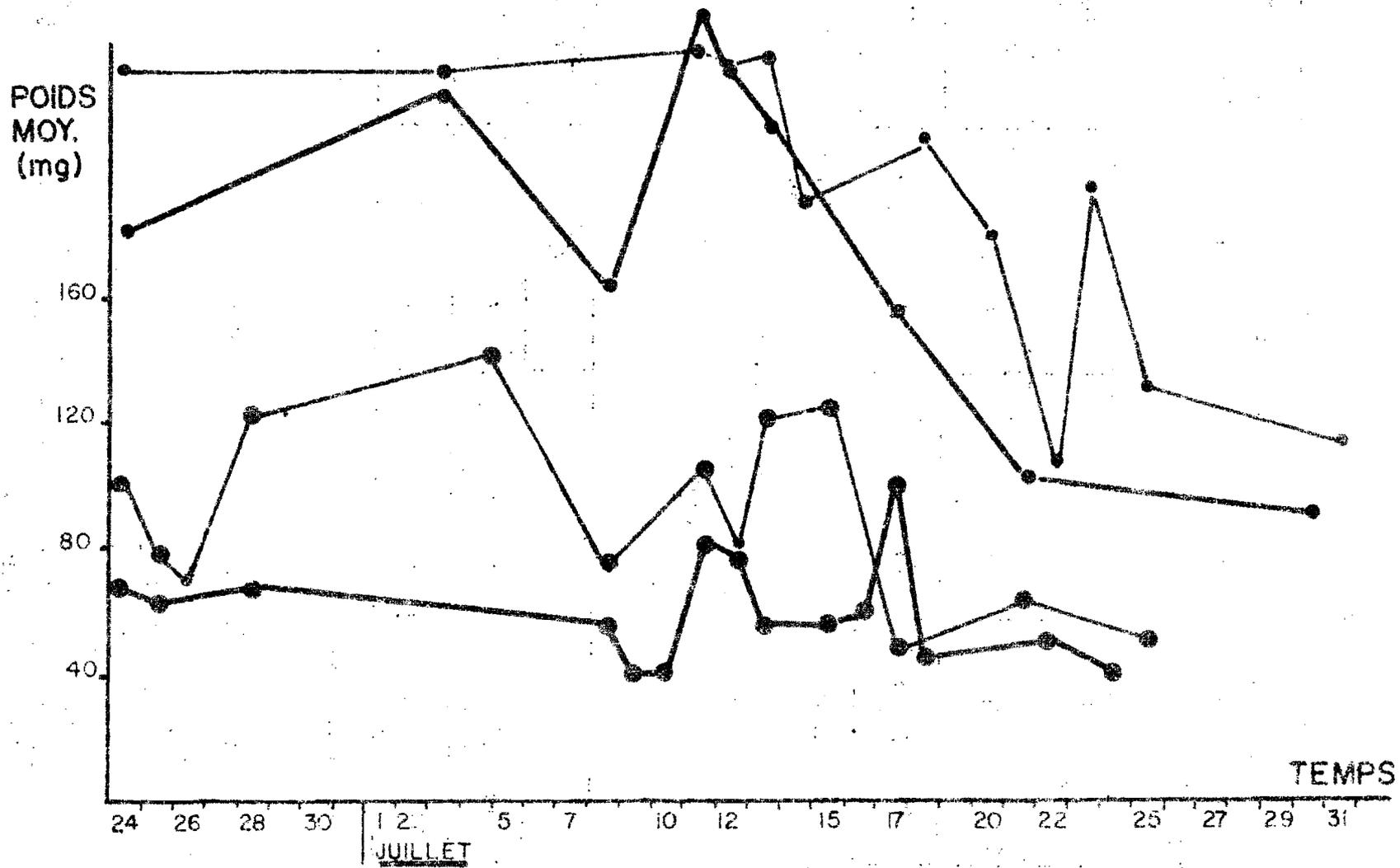


Figure 32. : Variations différentielles des poids moyens des nymphes mâles et femelles (traits épais et fin) de deux espèces de Lépidoptères borers, une Pyrale (espèce n° 13, gros points noirs) et une Noctuelle (espèce n° 12, petits points noirs).

Une autre observation intéressante peut être faite, si l'on considère la variation saisonnière des poids des nymphes mâles et femelles de chacune des espèces. Le tableau 14 détaille les dates de prélèvements et les nombres correspondants de nymphes échantillonnées ; les poids moyens sont également précisés. Ces dernières données sont représentées graphiquement dans la figure 32.

Date	Sesamie				Pyrale			
	N. mâle		N. femelle		N. mâle		N. femelle	
	p.m	n.	p.m	n.	p.m	n.	p.m	n.
24-7-1973	178,0	2	232	4	67,0	11	100,5	10
25-7	/	/	/	/	62,0	2	77,7	3
26-7	/	/	/	/	/	/	69	1
28-7	/	/	/	/	68	1	122	1
3-8	225	1	230	2	/	/	/	/
8-8	162	1	/	/	55,6	3	74	2
9-8	/	/	/	/	39	1	/	/
10-8	/	/	/	/	39,3	3	/	/
11-8	250	1	238,0	8	81,7	10	106,0	11
12-8	231	1	233	3	76,1	6	79,7	8
13-8	214	3	236	4	55,0	5	119,5	2
14-8	/	/	189	4	/	/	/	/
15-8	/	/	/	/	55	1	124	3
16-8	/	/	/	/	57,5	2	/	/
17-8	154	1	/	/	101	1	/	/
18-8	/	/	208	2	44	1	51	1
20-8	/	/	178	2	/	/	/	/
21-8	101	1	/	/	/	/	63,5	2
22-8	/	/	105	1	50,5	4	/	/
23-8	/	/	195	1	/	/	/	/
24-8	/	/	/	/	40	1	/	/
25-8	/	/	130	1	/	/	/	/
27-8	/	/	/	/	/	/	50	1
30-8	89	1	/	/	/	/	/	/
31-8	/	/	113	1	/	/	/	/

Tableau 14 - Evolution saisonnière des nombres de captures (n.) et des poids moyens des nymphes mâles et femelles des deux espèces considérées.

Cet échantillonnage n'est peut être pas suffisamment représentatif, cependant, il nous permet néanmoins de faire les remarques suivantes :

- Pour la Sesamie, les poids moyens des nymphes mâles et femelles décroissent rapidement durant la période considérée. Pour la Pyrale une légère décroissance peut également être observée mais beaucoup plus tardivement.

Ce décalage dans le temps des phases décroissantes, indique un identique décalage des périodes d'apparition dans le champ des deux ravageurs.

#### 1.4.2. Différentiation sexuelle des nymphes pour chacune des deux espèces.

Pour la Pyrale, les caractères sexuels secondaires des nymphes ont été donnés à la figure 29. Ces schémas se retrouvent quasiment identiques pour les nymphes de la noctuelle. Les seules différences portent, pour cette dernière, sur la non existence d'un cocon (nymphes nues) et sur des tailles moyennes plus importantes.

#### 1.5. Les adultes.

Ces derniers ont été décrits dans le chapitre III de cette étude (2.2.2. pour les Pyrales et 2.2.1. pour les Sesamies).

## 2. ARCTIIDE (INSECTE PHYTOPHAGE)

### 2.1. Introduction

L'insecte que nous considérons maintenant, occupe, parmi les formes phytophages, une place importante. Les chenilles très voraces, en cas de pullulations, peuvent avoir à long terme un impact important sur la production en grains, du maïs.

Cette espèce s'élève relativement bien sur jeunes feuilles de maïs. Les pontes déposées sur grillage moustiquaire, sont obtenues sans difficultés particulières.

## 2.2. Les oeufs.

Les caractéristiques des oeufs et des pontes spécifiques de cette espèce, ont déjà été précisées (paragraphe 1.3.8., chapitre III). Nous les donnons à nouveau pour informations dans le tableau 15.

Aspect des pontes	"	pontes par groupes d'oeufs peu nombreux et non jointifs.
Lieu de ponte	"	pontes dispersées sur l'ensemble du système foliaire.
Caractère des oeufs	"	
- forme	"	sphérique
- diamètre moyen	"	1 mm
- couleur	"	initialement blanche, se tache de brun en fin d'incubation.
- décoration du chorion	"	décoration losangique

Tableau 15 - Caractéristiques des oeufs et des pontes, spécifiques de cette Arctiide.

## 2.3. Les stades larvaires

### 2.3.1. Données générales.

Pour cette espèce particulière, des données numériques ont été obtenues pour les 5 stades larvaires. Ces dernières sont détaillées dans le tableau 16.

Stades larvaires	Largeur tête (mm)	Longueur corps (mm)	Durée développement (jours)
1.	$0,367 \pm 0,043$ (11)	$2,195 \pm 0,296$ (11)	3 - 4
2.	$0,472 \pm 0,053$ (13)	$2,590 \pm 0,349$ (13)	3 - 5
3.	$0,622 \pm 0,067$ (11)	$3,881 \pm 1,335$ (11)	4 - 6
4.	$1,258 \pm 0,423$ (30)	$9,850 \pm 9,790$ (30)	?
5.	$2,632 \pm 0,815$ (16)	$22,070 \pm 8,334$ (16)	?

Tableau 16 - Stades larvaires de l'Arctiide. Les mesures moyennes pour la largeur de la tête et la longueur du corps sont données avec des intervalles de confiance de 95%. Les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre de larves utilisées pour chaque estimation.

Les remarques déjà faites à propos des stades larvaires de la Pyrale et de la Sesamie (paragraphe 1.2.1.) sont également valables ici :

- crédibilité plus grande du critère "largeur de la tête", pour la différenciation des 5 stades larvaires (erreur calculée généralement assez faible par rapport à la mesure moyenne).
- variabilité importante de la longueur du corps pour les trois derniers stades larvaires et tout particulièrement pour le quatrième (l'intervalle de confiance équivaut pratiquement au double de la mesure moyenne). Pour la Pyrale le quatrième stade est apparu tout aussi variable (tableau 10).

Les 5 stades larvaires différenciés à l'aide du premier critère, peuvent être interprétés à l'aide du second. Les potentialités génétiques différentielles des insectes s'individualisent dès le troisième stade (augmentation de la variabilité de la longueur du corps : l'intervalle de confiance est sensiblement égal à la mesure moyenne). Au quatrième stade larvaire, la séparation par lignées à potentialités différentes devient effective, la variabilité dimensionnelle des chenilles est alors extrême (intervalle de confiance = deux fois la mesure moyenne). Durant le cinquième stade larvaire, l'hétérogénéité de la population diminue (l'intervalle de confiance ne représente plus que 75 % de la mesure moyenne).

Dans une optique purement écologique, nous dirons ceci :

- stades L1 et L2 : colonisation du milieu, période d'adaptation des insectes,
- stades L3 et L4 : la colonisation du milieu se poursuit, apparition de différentes lignées qui coexistent dans le champ,
- stade L5 : les lignées les moins adaptées disparaissent (compétition, parasitisme, etc...), les lignées restantes exploitent de façon intense le milieu. Pour le maïs, le dernier stade larvaire est sans doute le plus préjudiciable pour la culture.

### 2.3.2. Mesures préliminaires de l'impact des différents stades larvaires.

Nous nous sommes efforcés d'estimer ici, la quantité de nourriture nécessaire pour chaque stade larvaire. La méthode utilisée est simple et consiste à remplacer chaque jour les fractions de feuilles de maïs, offertes la veille à des insectes isolés dans des boîtes individuelles. Chaque fragment de feuille est dessiné avant et après prise de nourriture, sur papier millimétré. La pesée préalable de chaque feuille, la comparaison ultérieure des dessins, donnent une estimation de la quantité de nourriture nécessaire pour chaque insecte par 24 heures (surface et poids estimés). Corrélativement les différentes périodes larvaires sont situées dans le temps.

En fait les résultats pratiques, obtenus dans cette première étude sont excessivement réduits et cela pour deux raisons essentielles :

- 1. mise en route tardive de l'expérience : toutes les chenilles utilisées étaient au départ au quatrième stade larvaire,
- 2. nombre de chenilles testées, par trop insuffisant : sur 14 chenilles suivies, 4 seulement sont parvenues au stade de la nymphose. De ce fait cette mortalité excessive et la grande variabilité dimensionnelle de l'espèce, rendent nécessaire l'utilisation de lots très importants.

Les seuls résultats que nous puissions signaler ici, sont les suivants :

- 1. Les chenilles cessent généralement de s'alimenter 24 heures avant de muer,
- 2. La quantité de nourriture nécessaire pour l'accomplissement du 5e stade larvaire serait au total d'environ 2 grammes de limbe foliaire par chenille.

### 2.4. Les nymphes et les adultes.

Les très fortes mortalités, enregistrées dans l'élevage, tant au niveau de la nymphose que des éclosions imaginaires, ne nous ont pas permis de préciser, pour cette espèce, les données morphologiques et biologiques succinctes, résumées dans le chapitre III (paragraphe 1.4.8.).

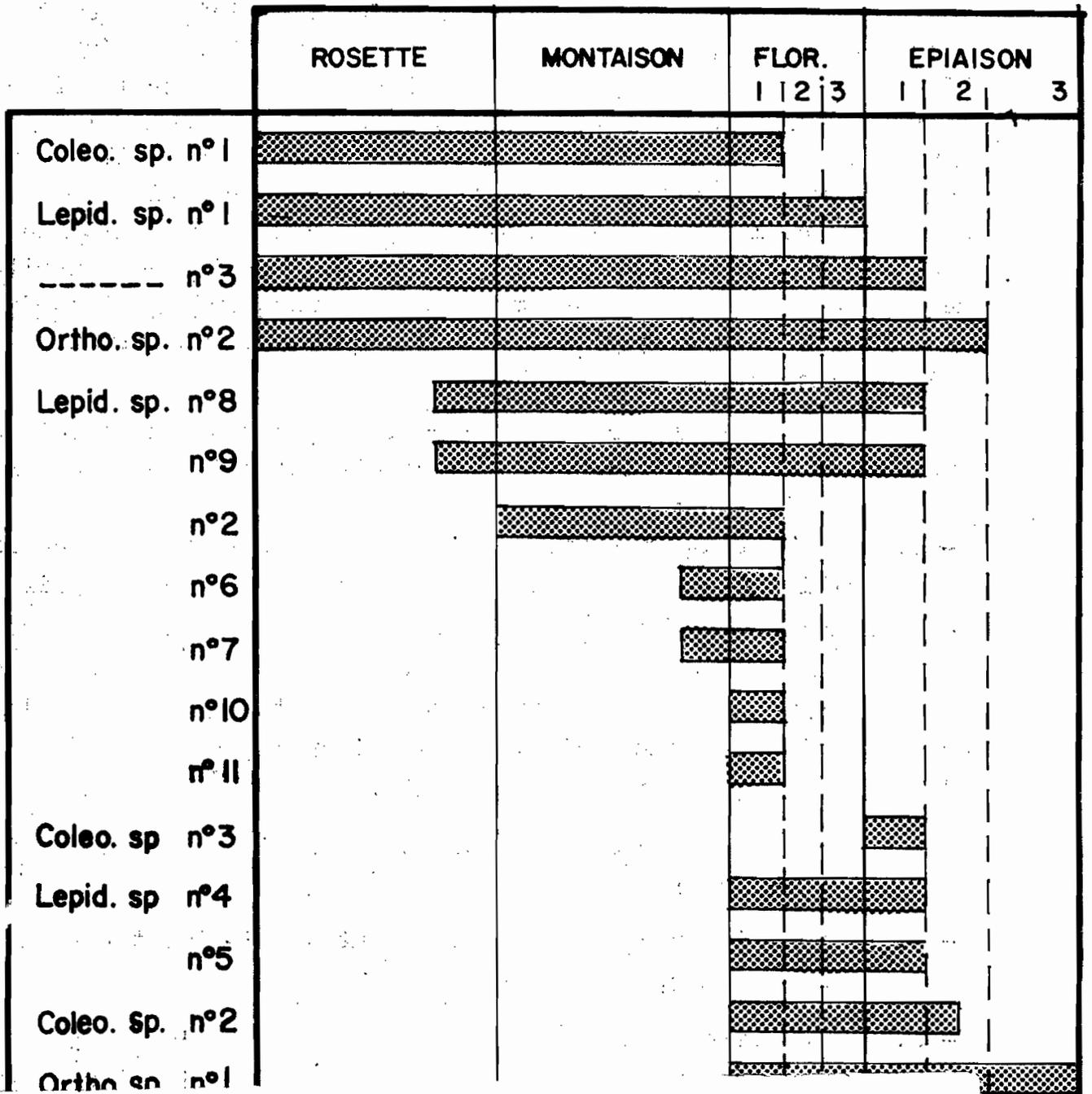


Figure 33. : Périodes d'apparition respectives des 17 espèces de phytophages et des 3 lépidoptères borers, situées par rapport aux quatre phases phénologiques du maïs. Les insectes sont classés selon l'ordre chronologique des apparitions. Les chiffres utilisés dans le tableau ont la signification suivante : Floraison 1., période de la formation des fleurs mâles ; Fl. 2, formation des fleurs femelles ; Fl. 3., pollinisation ; Epiaison 1., stade ovules fécondés, différenciation du jeune épis ; Ep. 2., stade grains laitieux ; Ep. 3., stade grains durs.

## VI - CONCLUSIONS.

Cette étude préliminaire des ravageurs du maïs en Basse Côte d'Ivoire (premier cycle de culture), aborde trois domaines distincts :

- 1. Inventaires qualitatifs et quantitatifs des ravageurs.
- 2. Recherche d'une méthode d'élevage, simple, rationnelle et utilisable toute l'année, pour une espèce de Lépidoptère borer.
- 3. Etude des caractéristiques biologiques de trois espèces de Lépidoptères (2 borers et un phytophage).

Les résultats apportés par les inventaires apparaissent en définitive, assez satisfaisants (chapitre III).

Les sondages qualitatifs répétés régulièrement dans le champ, durant le cycle de culture, les observations réalisées en élevage, nous ont permis d'aboutir à une première liste de ravageurs, assez complète. Les données obtenues sont résumées dans la figure 33.

L'inventaire quantitatif porte sur un seul sondage, réalisé à une semaine de la récolte. L'essentiel des informations, porte sur les trois Lépidoptères borers et peut être résumé comme suit :

- Les attaques de borers, dans un premier stade se localisent au niveau de quelques foyers d'infestations. Ultérieurement les ravageurs se répandent dans tout le champ.
- Les tiges et les épis sont attaqués indifféremment par la Pyrale et la Noctuelle, la troisième espèce (Cryptophlebia sp.) s'en prend plus particulièrement aux épis.
- Si les trois borers peuvent coexister sur une même plante, les pics maximum des populations sont décalés dans le temps. L'ordre d'apparition est le suivant : 1. Noctuelle (Sesamia sp.), 2. Pyrale et 3. Cryptophlebia sp. Ces données qui sont apparues au niveau des sondages qualitatifs, des études biologiques (variations des poids moyens de la Pyrale et de la Noctuelle), se retrouvent au niveau de ce sondage quantitatif : taux d'infestation sur tiges et sur épis, décroissants de la Pyrale à la Cryptophlebia, en passant par la Noctuelle.

La recherche d'une méthode d'élevage, poursuivie plus particulièrement pour la Pyrale, s'est efforcée d'examiner successivement les points suivants (chapitre IV) :

- 1. Recherche d'un milieu pour élevages individuels des larves. Diverses combinaisons ont été testées (fragments d'organes frais ou lyophilisés). Pour les organes lyophilisés, il est apparu nécessaire de tester diverses solutions fongicides.
- 2. Séparation des nymphes par sexe (critères de différenciation des mâles et des femelles au niveau des nymphes).
- 3. Etude du meilleur dispositif, permettant une induction satisfaisante des pontes en élevage.

Ces problèmes n'ont été résolus que très partiellement, la solution préconisée est en définitive assez peu satisfaisante :

- élevage sur fraction fraîche de jeune tige (stade phénologique, début de la montaison),
- pontes sur papier filtre humidifié.

Néanmoins cette première technique d'élevage, nous a permis d'ébaucher l'étude des caractéristiques biologiques de trois espèces de Lépidoptères (chapitre V). Les principaux résultats obtenus peuvent être résumés comme suit :

- 1. Caractérisation des oeufs et des pontes (durée d'incubation).
- 2. Caractérisation des stades larvaires (aspects morphologiques) données dimensionnelles et durées des différents stades).
- 3. Caractérisation des nymphes (différenciation sexuelle des nymphes mâles et femelles, largeur et longueur moyennes, poids moyens et durée de la nymphose).

Si cette première étude apporte pour la Basse Côte d'Ivoire des informations préliminaires sur l'écologie et la biologie des principaux ravageurs, son rôle essentiel est de nous permettre de poser maintenant les problèmes à résoudre, les plus importants. Ce travail préliminaire introduit et prépare les études ultérieures. Ces dernières, vue l'importance du facteur "insectes" pour cette culture, apparaissent désormais plus que nécessaires.

Pour les inventaires qualitatifs, les données biologiques sont de manière générale, inconnues (nombre de stades larvaires, durée et caractérisations des différents stades, fécondité des femelles, durée d'incubation des oeufs, etc...). Il serait également nécessaire de résoudre certains des problèmes écologiques que soulignent le paragraphe préliminaire, lesquels sont des facteurs essentiels pour la réussite ou l'échec des techniques de lutte (dynamique et fluctuations saisonnières des populations, échanges entre le champ et les milieux naturels, etc...).

Le sondage quantitatif est une technique intéressante qui, repérée dans le temps, devrait permettre de suivre de manière précise, la progression des infestations. Cependant le protocole expérimental, tel que nous l'avons défini dans cette étude préliminaire, doit être repensé, en fonction des dernières informations acquises. La méthode que nous avons préconisée, consistait à choisir au hasard dans le champ X lignes puis sur chacune d'elles, Y pieds de maïs. Pour ce faire, l'hypothèse suivante était admise : la distribution des infestations se fait dans le champ, au hasard. La réalité est autre : les premières attaques se font par tâches. En conséquence, le protocole modifié par cette dernière constatation, pourrait être le suivant :

- découpage du champ, par bandes avec distinctions des bandes de bordure et des bandes centrales,
- choix au hasard, dans chaque bande, de petites surfaces puis pour chacune d'elles, d'un échantillon.

Un effort particulier devrait enfin être effectué, pour la mise au point d'une méthode d'élevage, valable pour les trois espèces de borers. En effet, sous réserves que les résultats obtenus puissent être rapportés aux données écologiques réelles, l'élevage d'une espèce en laboratoire est la seule méthode permettant d'en approcher les caractéristiques biologiques.

Dans cette dernière optique, l'utilité de ce travail préliminaire, serait d'avoir défini les directions possibles de recherche.

## RESUME.

L'étude des ravageurs de la culture de maïs, en basse Côte d'Ivoire, durant le premier cycle de culture (avril-mai à septembre), est abordée ici. Trois directions de recherche, complémentaires ont été suivies dans cette étude préliminaire :

- 1. Les inventaires qualitatifs (répétés durant tout le cycle) et quantitatif (un sondage unique en fin de cycle), des ravageurs,
- 2. Mise au point d'une technique d'élevage pour le Lépidoptère borer le plus dangereux.
- 3. Etudes des caractéristiques biologiques de deux borers et d'un phytophage (utilisation de la technique précédente).

Les inventaires ont donné des résultats assez satisfaisants. Pour 17 espèces de phytophages (Coléoptères : 3 espèces, Orthoptères : 2 sp., Homoptères : 1 sp., Lépidoptères 11 sp.) et 3 Lépidoptères foreurs (borers) de tige ou d'épis - les données suivantes ont pu être précisées :

- Périodes d'apparition,
- description des stades larvaires et imaginal et accessoirement des oeufs,
- dégâts.

Les parasites et les pradateurs de quelques espèces sont également décrits. Ces inventaires démontrent l'importance économique considérable des Lépidoptères borers.

Une technique d'élevage est proposée pour le plus nuisible des borers (Pyrale) :

- élevage des larves, en boîtes individuelles, sur fragment frais de jeune tige,
- principes de la séparation par sexe des nymphes et mise en **éclosoir**,
- pontes des adultes sur papier filtre humidifié.

Les résultats sont moyennement satisfaisants. De nombreuses questions restent posées.

La technique précédente, utilisée pour la Pyrale et extrapolée à deux autres Lépidoptères, nous a permis d'obtenir quelques données biologiques intéressantes :

- Caractérisations morphologiques, dimensionnelles et temporelles des stades larvaires et nymphal.

Si cette étude apporte quelques données préliminaires, son intérêt essentiel est de préparer des études ultérieures : les problèmes à résoudre, les plus importants, sont mis en évidence.

REMERCIEMENTS.

Les auteurs remercient tout particulièrement les Systématiciens qui ont bien voulu accepter d'étudier le matériel récolté dans le cadre de ce travail. Dr. H.J.R. DURR pour les Aphididae (Université de Stellenbosch, Afrique du Sud), Dr. P.E.S. WHALLEY pour les Pyralidae (British Museum), Dr. A. WATSON pour les autres Macrolepidoptera (British Museum) et enfin pour les Coccinellidae le Professeur H. FURSCH (Allemagne de l'Ouest).

BIBLIOGRAPHIE

- APPERT, J. - 1957 -  
Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal  
et au Soudan. 272 pp. Paris, Jouve.
- BOWDEN, J. - 1956 -  
New species of African stem-boring Agrotidae (Lepidoptera)  
Bull. ent. Res., 47, pp. 415-428.
- CHAUVIN, R. et ROTH, M. - 1966 -  
Les récipients de couleur (piège de Moericke), technique  
nouvelle d'échantillonnage entomologique.  
Rev. Zool. Agric. Appl. 4-6 : 78-81.
- DUVIARD, D. - 1968 -  
Comparaison par les plateaux colorés des faunes entomo-  
logiques d'une prairie française et d'une savane ébur-  
néenne. - 6e Conférence Biennale de la WASA, Abidjan.  
18 pp., 12 fig.
- DUVIARD, D. - 1971 -  
Etude par les pièges à eau de la faune entomologique d'un  
champ de coton en Côte d'Ivoire Centrale (Foro-foro).  
Ann. Soc. Ent. Fr. (sous presse).
- GRASSE, P. - 1951 -  
Traité de Zoologie, Anatomie, Systématique, Biologie.  
Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes vol. X, fasc. 1,  
p. 322.
- HARRIS, K.M. - 1962 -  
Lepidopterous stalk borers associated with Graminae in  
Uganda. Bull. ent. Res., 49, 367-383.
- JEPSON, W.F. - 1954 -  
A critical review of the world literature on the lepi-  
dopterous stalk borer of tropical graminaceous crops.  
Ed. Commonwealth Institute of Entomology - London 127 pp.
- LEPELLEY, R. - 1949 -  
Rep. Dep. Agric. Kenya, 1947, pp. 137-138.
- MALLY, C.W. - 1920 -  
Bull. Dep. Agric. S. Afric., 3, 111 pp.

- NYE, I.W.B. - 1960 -  
 The insect pests of graminaceous crops in East Africa.  
 Colon. Res. Stud., 31, 48 pp. London H.M.S.O.
- POLLET, A. - 1969 -  
 Quelques premières notions sur l'aspect entomologique du  
 contact forêt-savane en Côte d'Ivoire. Multigr. ORSTOM,  
 50pp.
- POLLET, A. - 1970 -  
 Etude de la dynamique d'un peuplement d'insectes d'une  
 lisière entre forêt-galerie et savane éburnéennes.  
 Thèse de Doctorat de Spécialité, Paris 154 pp.
- POLLET, A. - 1973 -  
 Déplacements saisonniers des Cicadelles entre savane et  
 forêt-galerie, dans la zone des savanes préforestières.  
 Oïkos, 24 (3) (sous presse).
- RIPPLEY, L.B. - 1928 -  
 Fmg. in S. Afr., 1928 repr. n° 10, 5 pp.
- RISBEC, J. - 1950 -  
 La fanne entomologique des cultures au Sénégal et au  
 Soudan. français. - 498 pp. (Dakar) Gouv't gén. A.O.F.
- SCHMUTTERER, H. - 1969 -  
 Pest of crops in Northeast and Central Africa.  
 296 pp. Ed. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. Portland.  
 U.S.A.
- SIDDIG AHMED SIDDIG - 1967 -  
 Graminaceous stem borers in Northcast Province.  
 Proc. tenth Agric. Res. Colloq., Res. Div. Min. Agric.  
 Sudan, 34-35.
- SUTHERLAND, J.R.G. - 1954 -  
 Survey of stem borers of graminaceous crops.  
 Rep. agric. Dep. Nigeria 1951, 52 pp., 59-60, 61.
- WALKER, P.T. - 1960 -  
 Insecticide studies on the maize stalk borer, Busseola  
fusca (Fuller), in East Africa. - Bull. ent. Res., 51,  
 321-351.
- WILKINSON, H. - 1937 -  
 Rep. Dep. Agric. Kenya, 1936, 2 pp., 43-54.
- WILKINSON, H. - 1939 -  
 Ibid., 1937, 2 pp., 86-101.