

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT
RURAL

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

Handwritten signature
IBRA - CNRA
Bibliothèque
BAMBEY

1986/016
DEPARTEMENT DE RECHERCHES
SUR
LES PRODUCTIONS VEGETALES

CNo 10132
H110
BAL

L'ENTOMOFAUNE NUISIBLE DE L'AGROECOSYSTEME MIL/NIEBE
AU SENEGAL
STATUT ACTUEL ET PERSPECTIVES DE CONTROLE

RAPPORT DE TITULARISATION

par

Amadou Bocar BAL

MARS 1986

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES
DE BAMBEY

SOMMAIRE

	PAGES
INTRODUCTION	4
CHAPITRE PREMIER : GENERALITES	
1.1 - Les principaux insectes ravageurs du mil et du niébé	5
1.2 - Eléments de biologie, écologie et éthologie	5
1.2.1 - <i>Acigona ignefusalis</i> Hmps	6
1.2.2 - <i>Raghuva albipunctella</i> Joan	7
1.2.3 - <i>Amsacta moloneyi</i> Drc	7
1.2.4 - Les thrips	
CHAPITRE II : SITUATION ENTOMOLOGIQUE: PENDANT LA CAMPAGNE AGRICOLE 1985-1986	
2.1 - Situation générale du parasitisme	9
2.1.1 - Mil	9
2.1.1 - Niébé	10
2.2 - Observations sur les fluctuations des populations de quelques ravageurs	11
2.2.1 - Insectes à développement continu	12
2.2.2 - Insectes à développement interrompu	20
CHAPITRE III : LUTTE CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DU MIL ET DU NIEBE	
3.1 - Pratiques culturales	28
3.2 - Lutte chimique	29
3.2.1 - Matériels et méthodes	29
3.2.2 - Résultats et discussion	30
3.3 - Lutte biologique	41
3.3.1 - Situation générale	41
3.3.2 - Eléments de biologie de <i>Habrobracon (Bracon) hebetor</i>	42
3.3.3 - Biologie comparée des 2 espèces de <i>Bracon</i>	46
3.4 - Résistance variétale à <i>R. albipunctella</i>	47
3.4.1 - Matériels et méthodes	47
3.4.2 - Résultats et discussions	47
3.5 - Lutte intégrée	52
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	53
BIBLIOGRAPHIE	55
ANNEXES	

REMERCIEMENTS

Le travail présent dans ce rapport a été réalisé avec l'aide technique du personnel du service d'entomologie du CNRA de Bambey. Qu'il en soit vivement remercié.

Mes remerciements vont également à M. NDOYE pour ses conseils et surtout pour la lecture critique du manuscrit.

Que toute l'équipe du CILSS/PLI trouve ici l'expression de mes remerciements pour avoir facilité mon intégration et pour m'avoir donné des conseils.

Je remercie enfin Mme MBODJ et Mme OUATTARA qui ont dactylographié ce rapport.

INTRODUCTION

Les faibles précipitations de ces dernières années dans le Sahel ont eu pour conséquence une forte réduction de la production agricole. Dans les zones Nord et Centre Nord du Sénégal, le déficit pluviométrique a atteint un niveau tel que la production arachidière n'y est plus garantie. La politique d'auto-suffisance alimentaire du gouvernement sénégalais et les changements climatiques ont conduit à un développement des cultures vivrières en général, du mil et du niébé en particulier. Ces deux cultures sont en effet peu exigeantes quant à leurs besoins en eau. Le mil occupe une place primordiale dans l'alimentation humaine dans nos régions et le niébé est riche en protéines végétales. Une bonne production de ces cultures n'est cependant envisageable qu'avec une protection efficace contre leurs ennemis parmi lesquels les insectes sont les plus importants à cause des pertes qu'ils occasionnent. Déjà en 1963, APPERT écrivait que la promotion du niébé au rang de culture intensive, bien qu'elle se justifie n'est viable que si le parasitisme intense de cette culture par les insectes est rationnellement contrôlé. En plus des mauvaises herbes, le parasitisme est essentiellement d'ordre entomologique et cryptogamique sur le mil. Le niébé quant à lui est sujet à d'autres affections d'origines bactérienne et virale.

C'est dans la perspective d'un grand développement de la culture du niébé et de sa rotation avec le mil dans les zones Nord et Centre Nord tout au moins, que le travail présenté dans ce rapport s'intéresse à l'entomologie de ces cultures. De nombreux insectes leur sont communs. Le mil et le niébé sont par ailleurs cultivés soit en rotation, soit en association soit à proximité l'une de l'autre. Une approche intégrée est alors nécessaire pour mieux apprécier l'entomofaune de ces deux cultures. Après un bref rappel des connaissances sur les insectes ravageurs clés, nous traiterons de la situation entomologique pendant la campagne agricole 1985-1986. Les fluctuations des populations des principaux ravageurs de ces cultures seront étudiées avant d'envisager les méthodes de lutte contre les déprédateurs ou mieux, les méthodes de protection du mil et du niébé contre les insectes. Dans ce dernier chapitre, nous rendrons compte des essais que nous avons menés à cette fin. Compte tenu des connaissances déjà acquises et des résultats auxquels nous aurons abouti, nous ferons une proposition de programme de travail. L'exécution de celui-ci devrait permettre d'accroître nos connaissances sur les ravageurs de ces deux cultures et sur les méthodes de réduction de leurs populations à des seuils tolérables, dans l'optique de la lutte intégrée.

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES :

1.1 - LES PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS DU MIL ET DU NIEBE :

Le mil est une plante caractérisée par un développement végétatif important et une capacité de tallage très élevée. Ce sont là deux caractères favorables au maintien d'un microclimat dont tirent profit certains ravageurs. Le fort développement végétatif et le nombre élevé de talles pourraient apparaître également comme des caractères adaptatifs de la plante, d'abord aux conditions climatiques assez rudes des zones de culture du mil, ensuite aux ravageurs de cette céréale pendant son cycle végétatif. Ce n'est pas pour autant que le mil est indemne d'attaques d'insectes.

Depuis le semis jusqu'à la récolte et même pendant le stockage, le mil et le niébé sont victimes d'attaques d'insectes. Les dégâts occasionnés par ceux-ci sont variés et plus ou moins importants. Leur gravité varie selon certaines circonstances parmi lesquelles les conditions climatiques dont dépendent en partie les pullulations d'insectes. Suite au travail de RISBEC (1950), APPERT (1963, 1964), BHENIERE (1967), NDOYE (1976, 1979) et GAHUKAR (1981), ont fait l'inventaire de l'entomofaune de ces deux cultures. Sans dire que ces inventaires sont complets on peut considérer que l'ensemble des insectes susceptibles de causer des dégâts importants et constants sont répertoriés. En fonction des zones d'étude et des conditions du moment., les espèces n'ont pas la même importance économique pour les différents auteurs.

Contrairement à ce travail de recensement assez précis, les connaissances sur la biologie, l'écologie et l'éthologie des espèces sont insuffisantes. A l'exception des travaux de NDOYE (1978, 1980) sur *Amsacta moloneyi* Drc. et *Acigona ignefusalis* Hmps. et celui de VERCAMBRE (1982) sur *Raghuva* sp., ce ne sont que des généralités qui sont rapportées sur les autres espèces. NDOYE (1979) précise par ailleurs l'importance relative des différentes espèces déprédatrices du mil ainsi que leurs parasites. Les fluctuations des populations imaginaires de nombreux lépidoptères sont connues grâce aux captures aux pièges lumineux. Sur le tableau 1 sont portées les espèces qui, selon les auteurs cités, sont les plus importantes, pouvant occasionner des dégâts économiques au mil et au niébé.

1.2 - ELEMENTS DE BIOLOGIE, ECOLOGIE ET ETHOLOGIE :

Dans l'optique d'une étude comparative de l'évolution de certaines espèces, il importe de mentionner dès à présent, quelques éléments de biologie, d'écologie et d'éthologie de certains ravageurs clés.

Tableau : Ravageurs importants du mil et du niébé :

MIL	NIEBE
<p><u>Lépidoptères</u> : <i>Acigona ignefusalis</i> Hmps <i>Phytometra gamma</i> L. <i>Spodoptera exempta</i> Wlk. <i>S. exigua</i> Hbn. <i>Amsacta moloneyi</i> Drc. <i>Eublemma gayneri</i> Roths. <i>Heliiothis armigera</i> Hbn. <i>Sesamia</i> sp. <i>Raghuva albipunctella</i> Joan. <i>Ephestia</i> sp.</p>	<p><u>Lépidoptères</u> : <i>Amsacta moloneyi</i> Drc. <i>Spodoptera littoralis</i> Fab. <i>Heliiothis armigera</i> Hbn <i>Maruca testulalis</i> Gey</p>
	<p><u>Homoptères</u> : <i>Taeniothrips sjostedti</i> Tryb. <i>Sericothrips occipitalis</i> Hood</p>
<p><u>Diptères</u> : <i>Atherigona soccata</i> Rond. <i>Geromyia penniseti</i> Felt <i>Oedaleus senegalensis</i> Uv. <i>O. nigeriensis</i> Uv. <i>Zonocerus variegatus</i> L.</p>	<p><u>Coléoptères</u> : <i>Piezotrachelus varium</i> Ugn. <i>Callosobruchus maculatus</i> F.</p>

1.2.1.- *Acigona ignefusalis* Hmps. :

Ce foreur des tiges des graminées, bien connu en Afrique (HARRIS, 1962), attaque principalement le mil. La larve fore la tige à l'intérieur de laquelle elle s'alimente provoquant son dessèchement partiel ou total et l'avortement partiel des épis. Même si le premier type de dégât apparaissant pendant la phase végétative, ne peut se traduire essentiellement que par un retard de l'épiaison, le second entraîne une perte effective de rendement.

Environ 200 oeufs sont pondus par la femelle de *A. ignefusalis* sur le cornet des feuilles ou à la face inférieure de celles-ci., le développement complet s'il est continu dure 30 à 40 jours (GAHUKAR, 1984).

Le voltinisme de l'espèce est de 2 ou 3 générations par an. Dans le premier cas, l'apparition des premiers adultes peut être retardée ou l'installation de la diapause précoce. Dans le second cas, les premiers adultes apparaissent environ 15 jours après la première pluie supérieure à 15 mm (NDOYE, 1977). La troisième génération entre en diapause aux deux derniers stades larvaires dans les tiges de mil. Ce qui se traduit par l'existence de 2 pics de vol des adultes à la reprise d'activités de l'insecte (NDOYE, 1981). Selon cet auteur, la rupture de la diapause est sans doute le fait de la température qui, avec l'humidité détermineront plus tard la suppression de la quiescence.

1.2.2 - Raghuva albipunctella Joan.

R. albipunctella dont la chenille est la plus abondante parmi les mineuses des épis de mil, bien qu'endémique de la zone du Sahel (NDOYE, 1979), n'est apparue comme ravageur important du mil qu'en 1973 (VERCAMBRE, 1982). La larve est responsable de deux types de dégâts qui sont d'une part la perforation des glumes et la consommation de l'intérieur des fleurs, d'autre part la coupe des pédoncules floraux qui se traduit par une chute de la graine. Cette chute est précédée par l'apparition du symptôme caractéristique, un tracé en spirale mis en relief à cause de la présence de la chenille entre le rachis et les fleurs.

Le développement complet de l'insecte sans diapause dure 40 à 49 jours. Dans la nature, l'apparition des adultes est brève. Les chrysalides de l'unique génération observée par VERCAMBRE (1978), NDOYE (1979) et BHATNAGAR (1983), entrent en diapause dans le sol à des profondeurs allant de 5 à 20 cm, en fonction de la structure et de la texture du sol. Contrairement aux années antérieures, pendant la campagne 1984, deux pics de vol très distincts des adultes sont apparus (BHATNAGAR, 1985). Les captures d'adultes au piège "Robinson" effectuées à Nioro et à Bambey ont permis de noter ce changement du voltinisme de l'espèce qui, selon l'auteur, peut s'expliquer par la distribution des pluies au cours de l'hivernage 1984.

1.2.3.- Amsacta moloneyi Drc.:

Longtemps signalé sur l'arachide, *A. moloneyi* s'est vite retrouvé au rang de ravageur le plus important, du niébé pendant le développement végétatif. Bien qu'étant très polyphage, l'insecte ne cause de dégâts économiquement importants que sur le niébé, dans les zones les moins arrosées du Nord. Les chenilles à partir du 4^{ème} stade sont très voraces, et peuvent détruire rapidement un champ de niébé. Le cycle complet, en l'absence de diapause dure 30 à 35 jours (NDOYE, 1978). Alors que RISBEC (1950) et APPERT (1957) avaient relaté le monovoltinisme de l'espèce et une durée de vol relativement courte, les observations de VERCAMBRE en 1974 et 1975 rapportées par NDOYE (1978) laissent prévoir un changement de situation suite au redressement du niveau des précipitations intervenu après 1972. Il a fallu attendre 1976 et 1977 pour noter avec NDOYE (1981) l'apparition d'un deuxième pic de vol d'adultes aussi bien à Bambey que dans le Nord du Sénégal. L'insecte a développé deux générations pendant ces années et celles qui ont suivi.

1.2.4 Les thrips:

Ce sont les plus importants ravageurs du niébé à partir de l'apparition des boutons floraux. Au Sénégal, en l'absence de protection chimique, ils sont responsables dans certaines régions du Sud d'une perte totale de rendement en grains

suite à un avortement des fleurs. Deux espèces, *Megalurothrips (Taeniothrips) sjostedti* Tryb. et, *Sericothrips occipitalis* Hood sont présentes au Sénégal (NDOYE, 1976) et responsables semble-t-il d'une chute de fleurs supérieure à la normale.

Ces mêmes espèces trouvées au Sud du Nigéria sont à l'origine de destructions considérables de boutons floraux au delà du 35^{ème} jour après semis (EZUEH, 1981). L'auteur signale l'abondance particulière des populations les mois secs. Ces espèces sont à craindre pour l'absence de fructification du niébé dont elles semblent être 3 l'origine. *PI. sjostedti* est en effet incapable de transmettre le virus de la mosaïque du niébé (ALLEN et al. 1981). Notons enfin que les pontes ont lieu dans les boutons floraux et le cycle biologique est relativement court (15-20 j).

CONCLUSIONS :

La présence sur les cultures de ces principaux ravageurs se traduit par des pertes directes de rendement en raison soit, des organes attaqués soit de l'effet des attaques sur la fructification. On comprend dès lors le danger d'une présence massive de ces ravageurs et la nécessité d'un suivi des populations au piège lumineux en raison surtout de la brièveté d'apparition de certains ennemis. Il reste cependant indispensable de suivre ces ennemis dans la culture afin d'établir une relation entre les captures aux pièges et la présence des formes pouvant occasionner des dégâts.

CHAPITRE II : SITUATION ENTOMOLOGIQUE PENDANT LA CAMPAGNE AGRICOLE 1985-1986

Intervenu après une longue série d'années sèches, l'hivernage 1985 a été exceptionnel à plus d'un titre. Les pluies tombées, sans être très abondantes, ont été régulières et suffisantes pour permettre à la plupart des cultures de satisfaire leurs besoins en eau. Depuis la pluie du 27 juin en effet, jusqu'en Octobre, les 30 premiers centimètres du sol ne se sont pas complètement asséchés à Bambey (DIAGNE, Communication personnelle). Cette situation a été à l'origine non seulement d'un bon développement des cultures mais aussi d'une nouvelle situation des ravageurs que nous allons essayer de traiter dans ce qui suit.

2.1. - SITUATION GENERALE DU PARASITISME :

En raison de la relation qui existe entre le stade phénologique de la plante au moment de l'attaque, et les pertes, nous allons considérer deux périodes au cours de la culture : celle de la levée et du développement végétatif et celle de la fructification.

2.1.1. - Mil :

2.1.1.1 - Période végétative:

Le mil est une plante à fort développement végétatif. Les dégâts qui lui sont causés à ce stade par les ravageurs sont rarement importants. Le tallage du mil permet en effet à la plante de se mettre à l'abri de destructions totales. A ce stade, les principaux ennemis du mil sont *Atherigona soccata* Rondani, *Lema* sp. et *Acigona ignefusalis* Hmps. Les attaques de ces insectes n'ont pas été importantes du moins au stade vulnérable du mil, même si un nombre élevé de plantes ont été attaquées par *Lema* sp. (37 % de poquets attaqués!). C'est rarement d'ailleurs que ce phyllophage peut causer des dégâts sérieux au mil en raison de la densité de végétation ; et à NDOYE (1979) il ne faut pas dire que malgré la présence constante de ce Chrysomelidae, les dégâts qu'il provoque sont négligeables.

Lors de dissections de tiges faites au 30e et 40e jours après semis, il n'a pas été trouvé de formes d'*A. ignefusalis*. A l'exception de quelques Chloropidae, les populations de foreurs des tiges de mil ont été nulles pendant la période critique.

Ce n'est que tard dans la saison qu'*A. ignefusalis* a fait son apparition (cf. Dynamique des populations). Près de 90% des tiges de mil ont été alors minées par la larve de ce foreur avec une densité allant jusqu'à 134 larves par 25 tiges. Ces attaques ont certes occasionné des baisses de rendement à cause de leur importance mais le stade atteint par la plante au moment de l'attaque a permis d'éviter des pertes considérables.

En plus de ces ravageurs communs, des acaricns ont été à l'origine de fortes décolorations foliaires en station à Bambey. L'attention a été attirée sur les dégâts qu'ont causé ces ravageurs certaines années. Dans le Département de Mbacké, ce sont les Acridiens et les Rutelidae qui ont causé plus de problèmes aux agriculteurs. A cheval entre le développement végétatif et la fructification, on peut dire à défaut de chiffres que les dégâts causés par les Acridiens étaient relativement importants. Dans le Département de Linguère, une densité de 500 individus/m² a été signalée.

2.1.1.2 - Epiaison - maturation :

Les ravageurs du mil les plus importants ayant apparu ces dernières années sont les chenilles mineuses des épis dont *R. albipunctella* qui est l'espèce la plus représentée. En comparaison avec les années antérieures, les populations imaginaires de ce ravageur ont été peu importantes durant cette campagne, du moins dans la région de Diourbel. Des pourcentages d'attaques allant de 8 à 30% ont été cependant notés en station sur différentes variétés (cf. Résistance variétale). Les réductions de poids de récolte dues aux attaques de ce ravageur sont estimées en comparant les poids des grains d'épis sains à ceux d'épis attaqués ayant la même taille et le même taux de remplissage. Elles varient entre 10 et 20%. Malgré la faiblesse du nombre d'adultes capturés, les pertes avoisinent les chiffres de 13 à 35% qui sont rapportés au Sénégal (GAHUKAR, 1984).

Au même moment des attaques de *R. albipunctella*, une présence importante de chenilles d'*Heliothis* spp a été observée sur les épis de mil. Des pourcentages d'attaques variant de 18 à 60% ainsi que de nombreuses destructions de grains ont été notés.

2.1.2. Niébé :

2.1.2.1 - Période végétative:

A l'exception d '*Amsacta moloneyi*, les ravageurs du niébé pendant la période végétative posent généralement peu de problèmes. Une apparition massive d'Iules à Nioro a été cependant à l'origine d'une mauvaise levée. De nombreuses piqûres de jassides ont suivi cette mauvaise levée.

Ce n'est qu'à Louga que des oeufs et des larves d'*A. moloneyi* furent trouvés dans les parcelles d'essai au cours des échantillonnages. Dans cette région, nous avons noté des destructions totales de champs de niébé par *A. moloneyi*. L'insecte a été souvent récolté dans les jachères sur de nombreuses plantes : *Sesamum alatum* Thonn. , , *Limeum viscosum* (G.) F., *Rothia hirsuta* (G. et Perrott) B. *Indigofera stenophylla* G. et Perrott *Chorchorus oliotorius* Linné et *Gisekia pharnaceoides* Linné. A l'exception de *C. oliotorius* sur laquelle des oeufs ont été récoltés, ce sont, des larves à part; ir du même stade qui ont été trouvées sur les autres plantes.

Environ 70% des larves récoltées sur les jachères l'ont été sur *S. alatum*. Paradoxalement l'insecte ne semble pas s'alimenter sur cette plante. Aucun dégât caractéristique n'y a été relevé. Des excréments frais n'ont jamais été trouvés au pied de cette plante. Contrairement à cette espèce, *I. stenophylla* est bien attaquée par *A. moloneyi*. Les feuilles fines des plantes peuvent être entièrement consommées.

Partout dans le Nord et le Centre Nord du Sénégal, le niébé a été victime d'une forte attaque de pucerons. Ces ravageurs ont été à l'origine dans certains cas d'une absence presque totale de récolte. Les prélèvements qu'ils ont effectués sur les plantes ont été aggravés par le développement de *Choanephora* sp. auquel étaient favorables les conditions climatiques. Des densités allant jusqu'à 1 000 pucerons par poquet ont été relevées.

2.1.2.2 - Floraison et fructification :

A cheval sur la période végétative et la fructification, les pucerons sont apparus tard en général et particulièrement à Nioro. A ce stade de la plante les ennemis les plus dangereux y sont les thrips. De la comparaison entre les parcelles témoins et les parcelles traitées, il ressort une absence de floraison due en partie aux thrips. Peu de gousses ont été récoltées sur les parcelles témoins où près de 23 thrips par 5 organes (boutons floraux ou fleurs) ont été trouvés

En plus de ces ravageurs dont l'importance varie suivant la zone ; *A. moloneyi* au Nord, Aphides au Nord et Centre Nord, thrips et jassides à Nioro, le niébé a été plus ou moins endommagé par d'autres insectes. Des Mylabres (*Decapota affinis* Ol. et *Coryna argenteata* F.) ont détruit de nombreuses fleurs dans toute la zone de culture du niébé. C'est à Bambey que des chenilles non pas de *Maruca testulalis* Gey mais d'*Heliothis* spp. ont foré de nombreuses gousses. Il importe de noter que ce sont des individus de la même population qu'on retrouvait sur les épis de mil.

De nombreux prédateurs sont apparus également sur le niébé avec l'abondance des pucerons. Ainsi *Coccinelidae* et *Syrphidae* ont été régulièrement trouvés dans les colonies de pucerons sauf en cas de traitements chimiques non contrôlés. Ces auxiliaires n'ont pas cependant réussi à juguler les fortes populations d'Aphides qu'une seule bonne intervention chimique a permis de contrôler.

2.2. - OBSERVATIONS SUR LES FLUCTUATIONS DES POPULATIONS DE QUELQUES RAVAGEURS:

La mise au point de méthodes d'avertissements agricoles fiables passe nécessairement par la connaissance du voltinisme des principaux ravageurs et des fluctuations des populations. De nombreuses espèces d'insectes causant aux cultures tropicales des dégâts économiquement importants sont des lépidoptères (*Pyralidae*, *Noctuidae* et *Arctiidae*) dont le piège lumineux est l'une des meilleures méthodes de suivi des populations imaginales en raison de leur phototropisme positif.

Le piège "Robinson" contrairement, aux autres fonctionne pendant toute l'année. Il permet ainsi de suivre les populations d'espèces dont l'activité se prolonge au-delà de la saison des pluies. Le fonctionnement de ce piège a été par ailleurs plus régulier. Nous essayerons par conséquent de nous limiter à l'analyse de ses captures. En cas de besoin, nous nous référerons aux captures des autres pièges et aux différents graphiques qu'on pourrait construire. Nous considérons deux groupes d'insectes. Le premier est celui d'espèces dont la diapause est inconnue dans nos régions. Les captures de certaines de ces espèces dites à développement continu, avaient lieu avant les premières pluies et le démarrage des cultures. Le second est composé d'insectes qui entrent en diapause et dont l'activité est étroitement liée à la saison des pluies et à la présence de certaines cultures.

2.2.1. - Insectes à développement continu:

Les insectes pris comme exemples sont : *Heliothis armigera* Hbn., *Plusia chalcites* Esp. et *Spodoptera exigua* Hbn.

Alors que les captures de *P. chalcites* et de *S. exigua* avaient lieu avant la première pluie, celles d'*H. armigera* ne sont intervenues que 12 jours après la pluie importante de 24 mm du 27 Juin. Pour l'ensemble des trois espèces, il est difficile, à partir des figures 2, 3 et 4, de dissocier les captures de différentes générations. Ces captures sont continues pendant toute la période considérée, à l'exception de *S. exigua*. Chez cette espèce, une zone de capture se détache nettement et correspond probablement à la capture d'adultes d'une nouvelle génération. C'est ce que semble confirmer la figure 4 bis avec les moyennes de 4 semaines successives. Un seul pic apparaît également sur les figures 2 bis et 3 bis malgré l'étalement des captures. Celui-ci peut trouver son explication dans la polyphagie des différentes espèces et les migrations probables. En effet, il est connu que la durée du cycle biologique des insectes dépend en grande partie de l'hôte sur lequel s'alimente l'espèce. Cette dépendance peut être à l'origine de durées de développement différentes dont les conséquences sont des émergences d'adultes étalées. Il est néanmoins possible de faire état de périodes à fortes captures d'adultes. Ces fortes captures dans les pièges se traduiraient, compte non tenu de certaines considérations biologiques (Sex-Ratio, fertilité des femelles, fécondité des oeufs et mortalités), par une importante population larvaire.

Pluviométrie
(mm)

Fig. 1 : Histogramme des précipitations (CNRA - Bambey 1985)

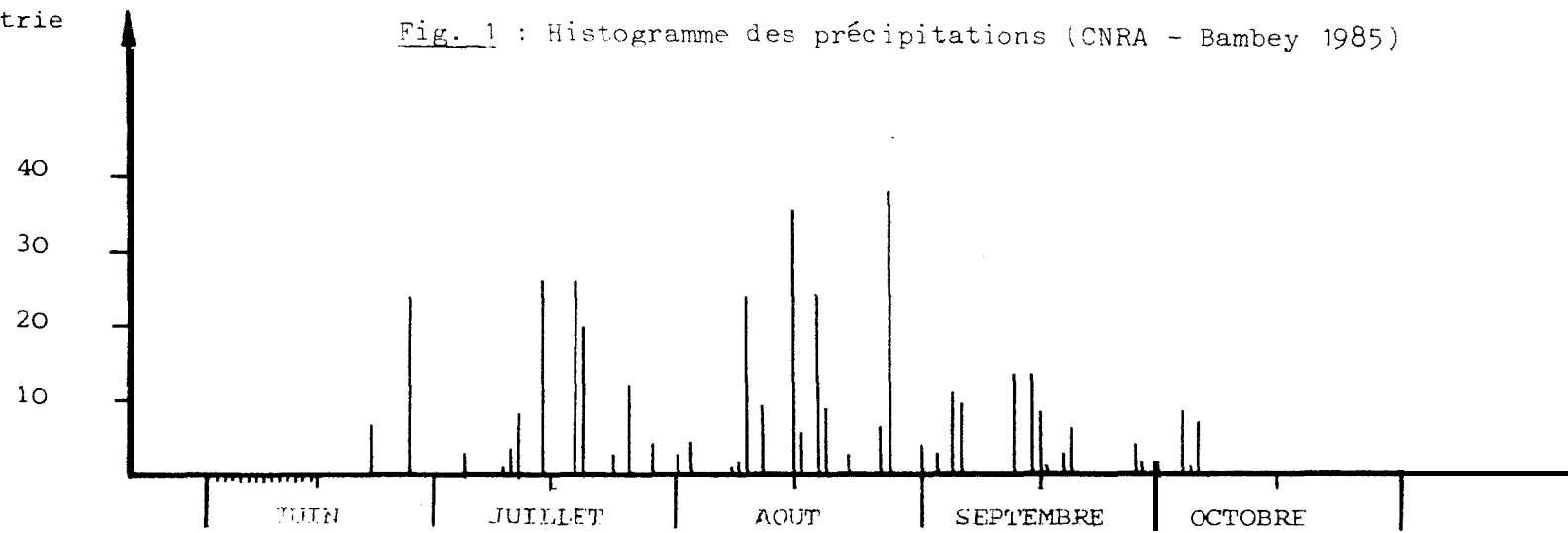
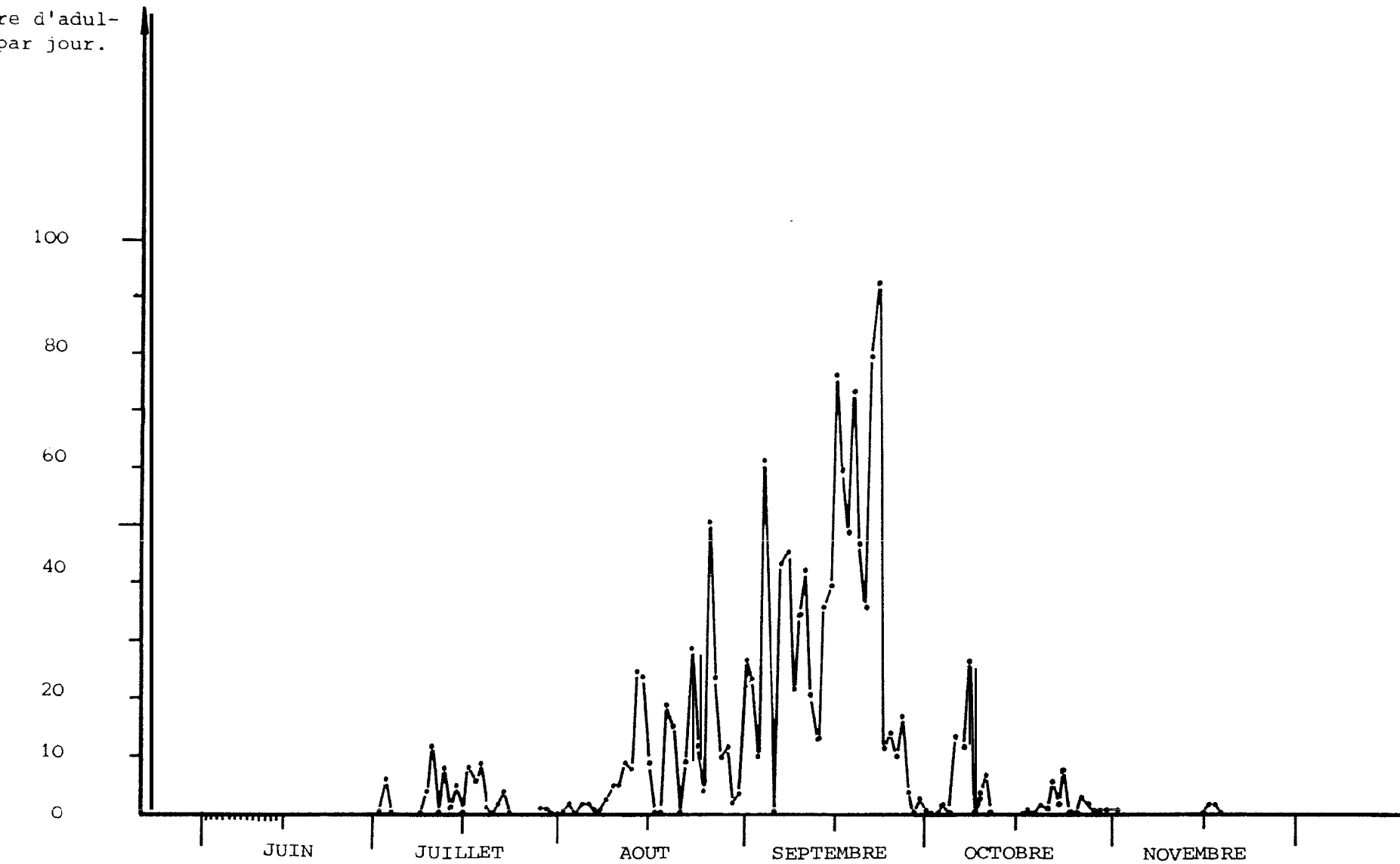
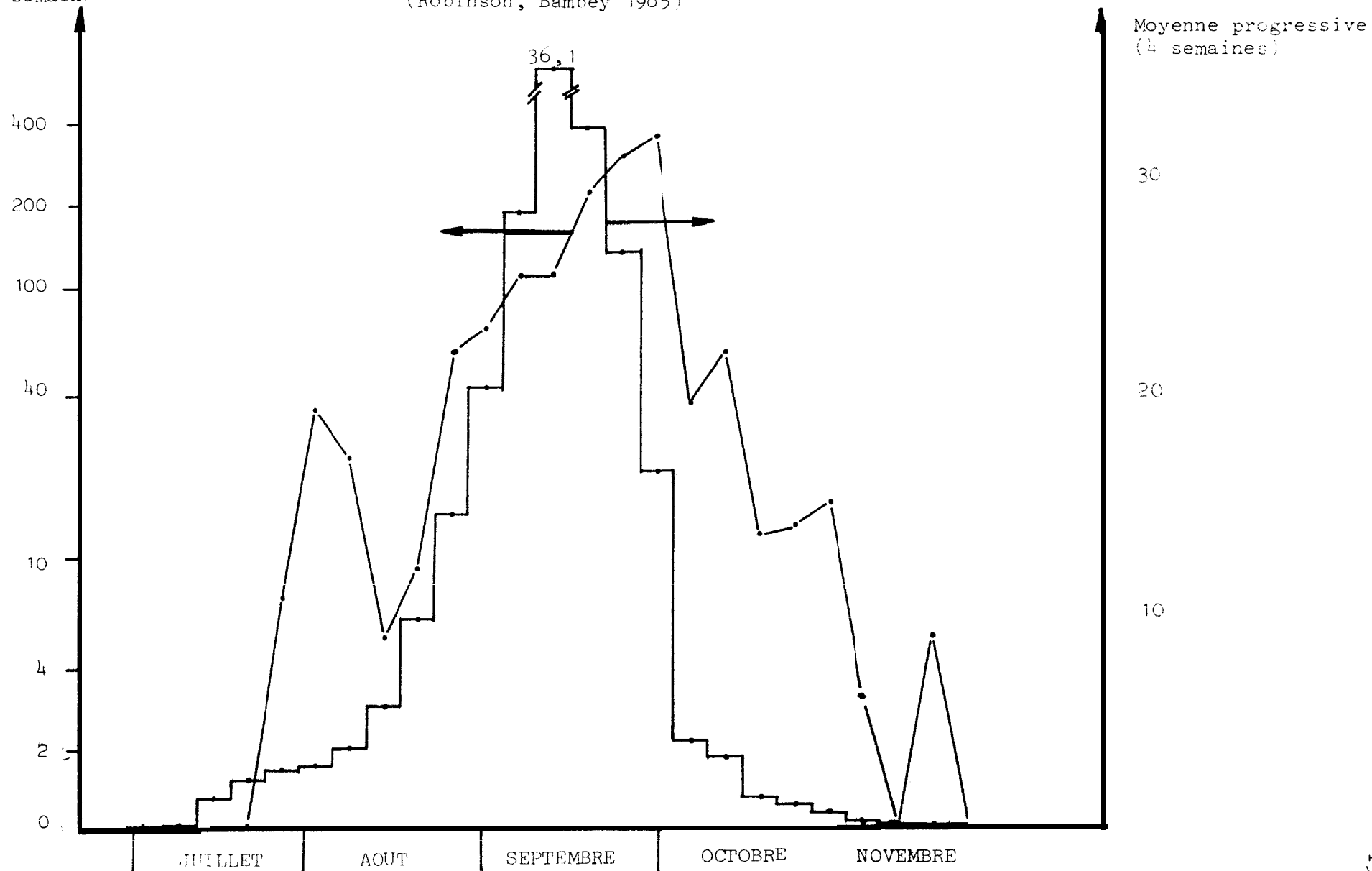


Fig. 2 Fluctuation des populations de *H. armigera*
(Robinson, Bambeby 1985)



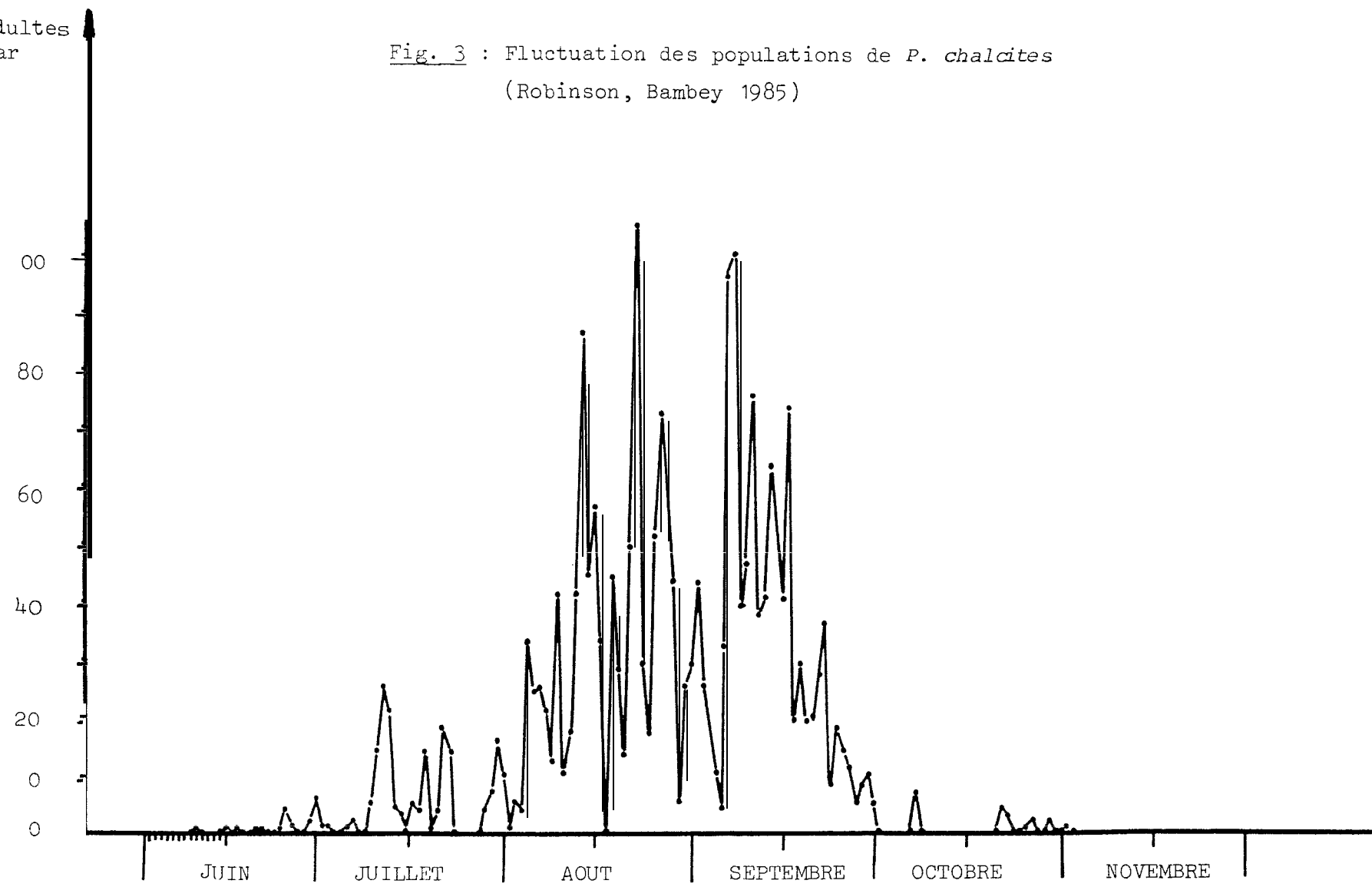
Nombre d'adultes
capturés par semaine

Fig. 2 bis : Fluctuation des populations d'*H. armigera*
(Robinson, Bambeï 1985)



Nombre d'adultes
recensés par
trappe

Fig. 3 : Fluctuation des populations de *P. chalcites*
(Robinson, Bambeay 1985)



Nombre d'adultes
capturés par
semaine

Fig. 3 bis : Fluctuation des populations de *P. chalcites*
(Robinson, Bambeay 1985)

Moyenne progredi
(4 semaines)

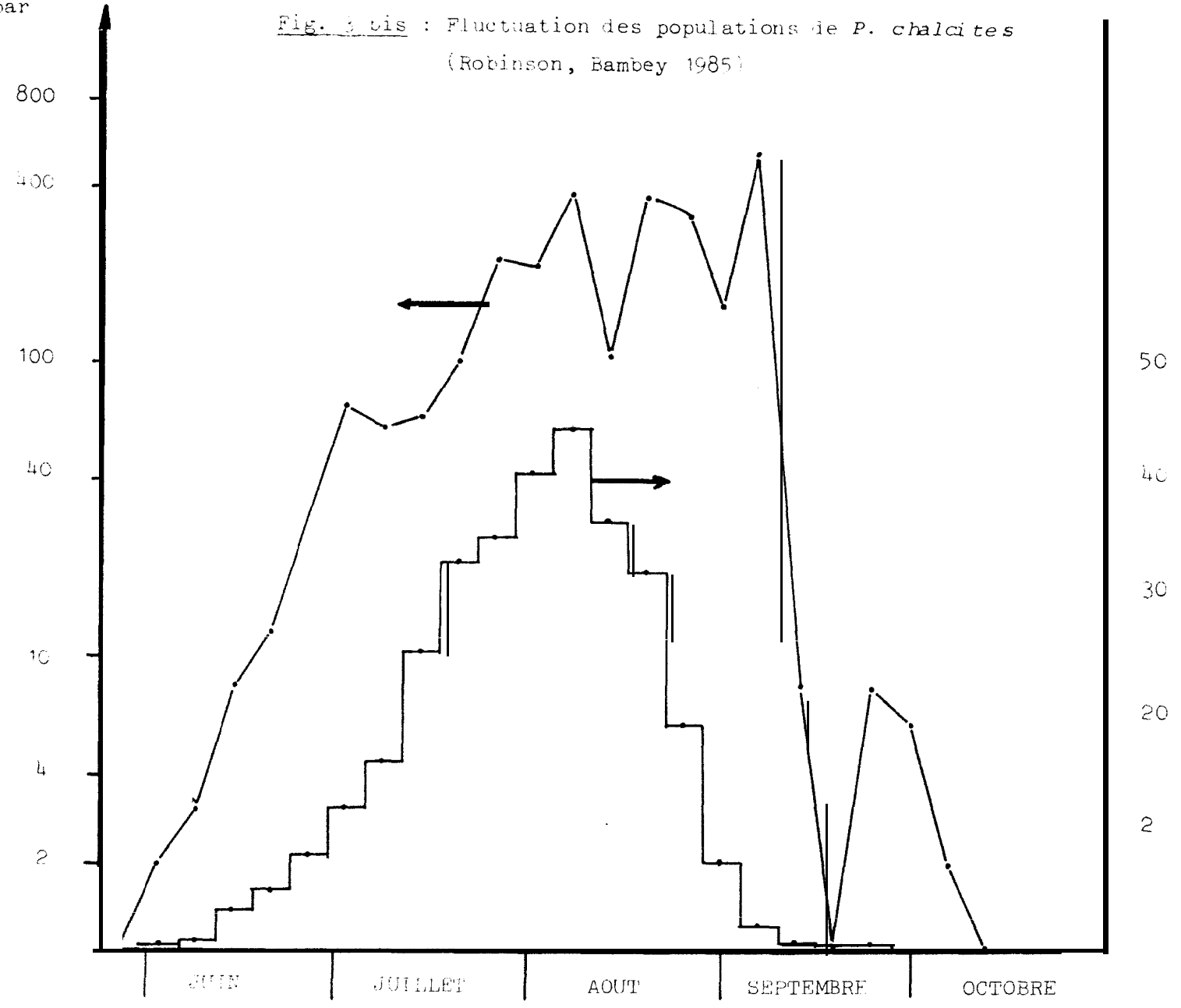
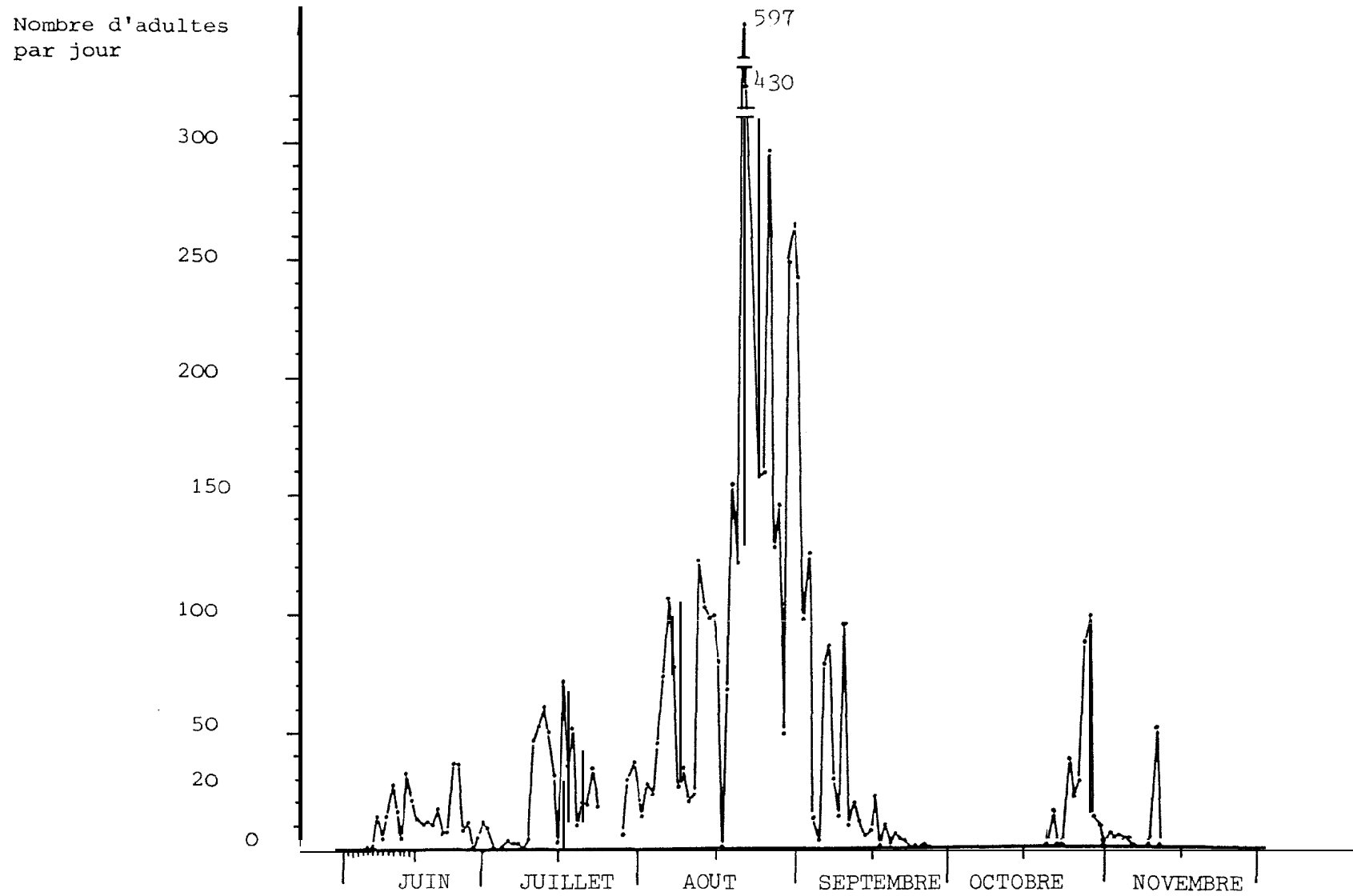


Fig. 4 : Fluctuation des populations de *S. exigua*
(Robinson, Bambeay 1985)



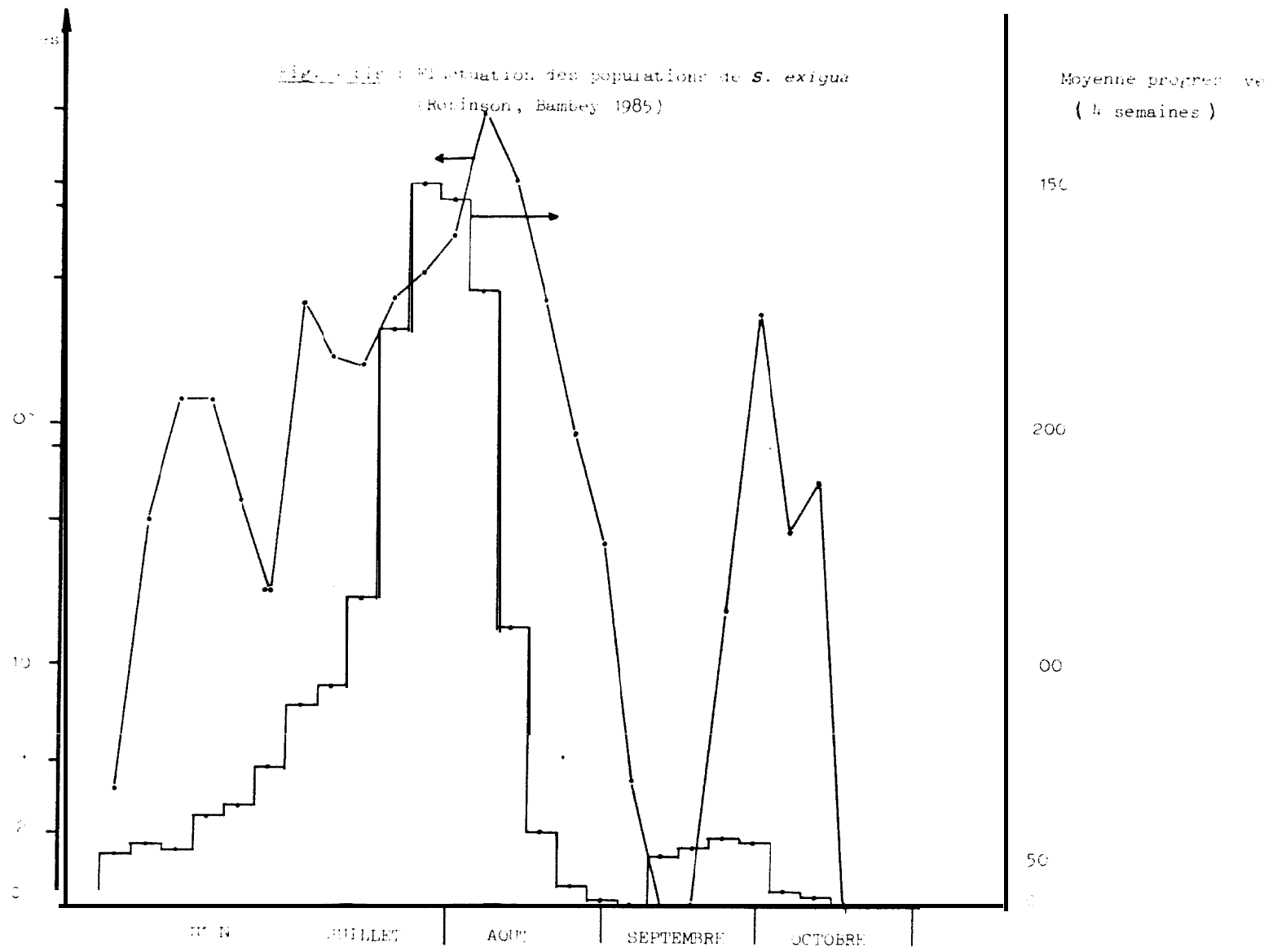


Tableau II : Périodes de fortes captures au "Robinson" de 3 *Noctuidae*.

Espèces	<i>H. armigera</i>	<i>S. exigua</i>	<i>P. chalcites</i>
Périodes de fortes captures	13.8 - 23.9	3.8 - 10.9	4.8 - 23.9
Adultes capturés (%)	83,1	74.8	85,5

2.2.2. - Insectes à développement interrompu:

Les fluctuations des populations d'*A. ignefusalis*, de *R. albipunctella* et d'*A. moloneyi* sont étudiées dans ce paragraphe. Ces insectes sont en effet les ennemis les plus importants du mil et du niébé dont les populations ont été suivies au piège lumineux.

2.2.2.1.- *A. ignefusalis* :

Chez ce foreur des tiges, ce sont les larves des derniers stades qui entrent en diapause dans les tiges de mil. Les premières captures ont eu lieu cette année à Bambeï 19 jours après la pluie de 6,5 mm et 14 jours après un cumul de 33,7 mm dont une pluie de 24 mm. Ces premières captures ont été cependant insignifiantes. Ce n'est qu'à partir du 20 Août que des captures régulières et significatives ont eu lieu soit 54 jours après la première pluie importante. La figure 5 fait apparaître deux périodes significatives dans les captures d'*A. ignefusalis*. A la première qui s'étale du 20 Août au 13 Septembre, un maximum de 123 adultes a été capturé le 3 Septembre. Ces captures se sont traduites par une population larvaire très importante dans les tiges du mil en maturité (Septembre) et des épis aveuglés. La deuxième période de capture est beaucoup plus importante. Elle s'étale du 6 au 25 Octobre avec un maximum journalier de 304 adultes. Du graphique, il ressort que les adultes de deux générations ont été capturés pendant la période d'activité, la première étant moins importante en nombre. Ceci pourrait s'expliquer par une forte mortalité pendant la diapause ou même avant celle-ci. En effet, avec l'importance des adultes capturés tard dans la saison (Octobre), au moment où le mil était en cours de récolte, l'existence d'un support de ponte se pose aux adultes. Même si cette ponte avait lieu, le développement des larves issues des oeufs déposés poserait un problème. On peut donc avancer l'idée que le développement de ces larves est précaire et traduit tout autant que leur faible nombre, la faiblesse relative des populations de la première génération. Le taux de multiplication élevé de l'espèce permet cependant l'augmentation du niveau des populations à la génération suivante.

Fig. 5 : Fluctuation des populations d'*A. ignefusalis*
(Robinson, Bambeý 1985)

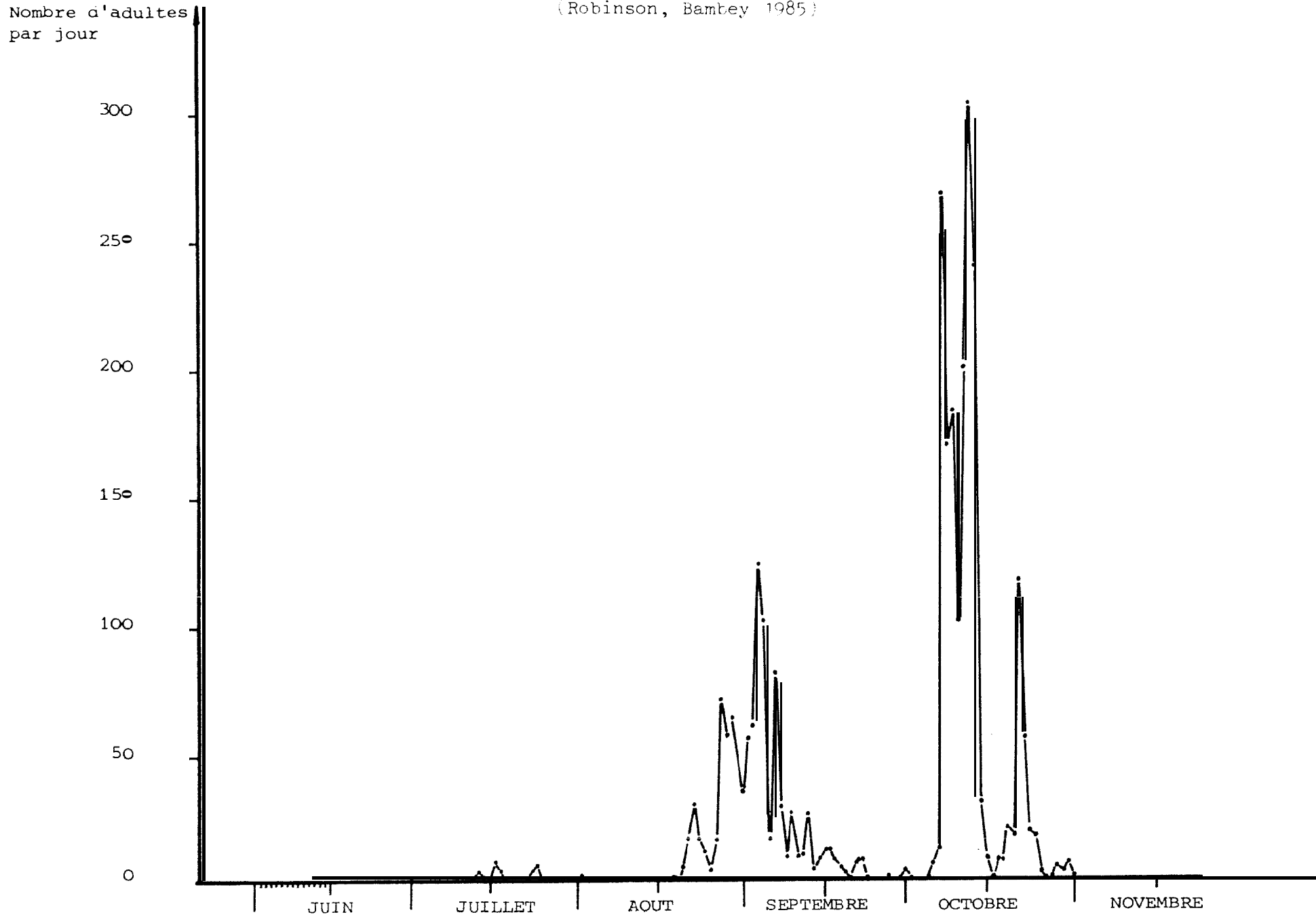
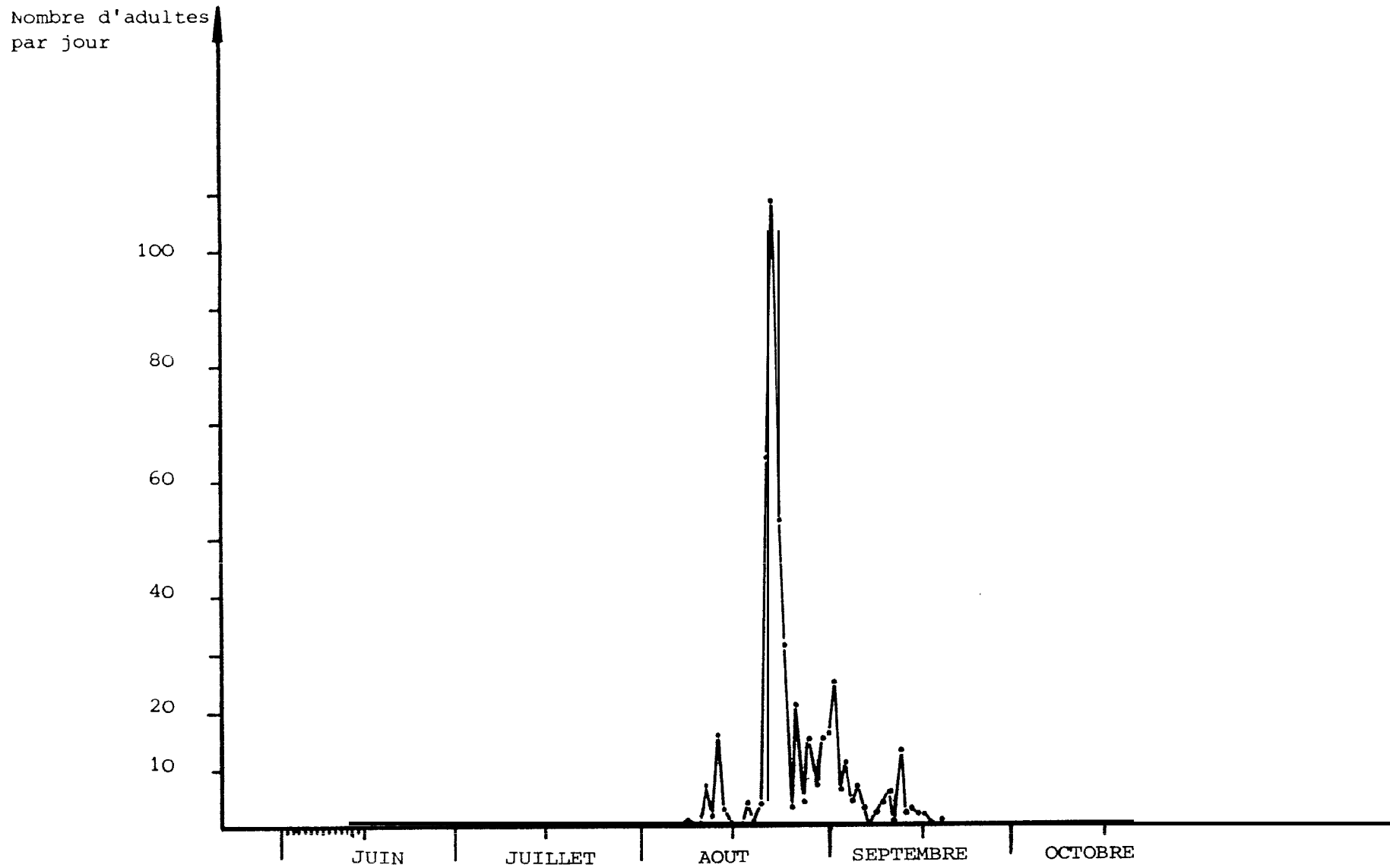


Fig. 6 : Fluctuation des populations de *R albipunctella*
(Robinson, Bambeby 1985)



Bien que GAHUKAR (1983) ait l'ait état d'un délai d'apparition des adultes d'un mois après les premières pluies, il ne faudrait pas faire du retard observé cette année une constante. Le délai d'apparition des adultes était beaucoup plus réduit les années antérieures. Ce qui a permis d'ailleurs à NDOYE (1977) d'avancer l'idée que la diapause est levée bien avant les pluies et que la larve reste en quiescence dans l'attente d'une humidité suffisante pour poursuivre son développement.

2.2.2.2 * *R. albipunctella* :

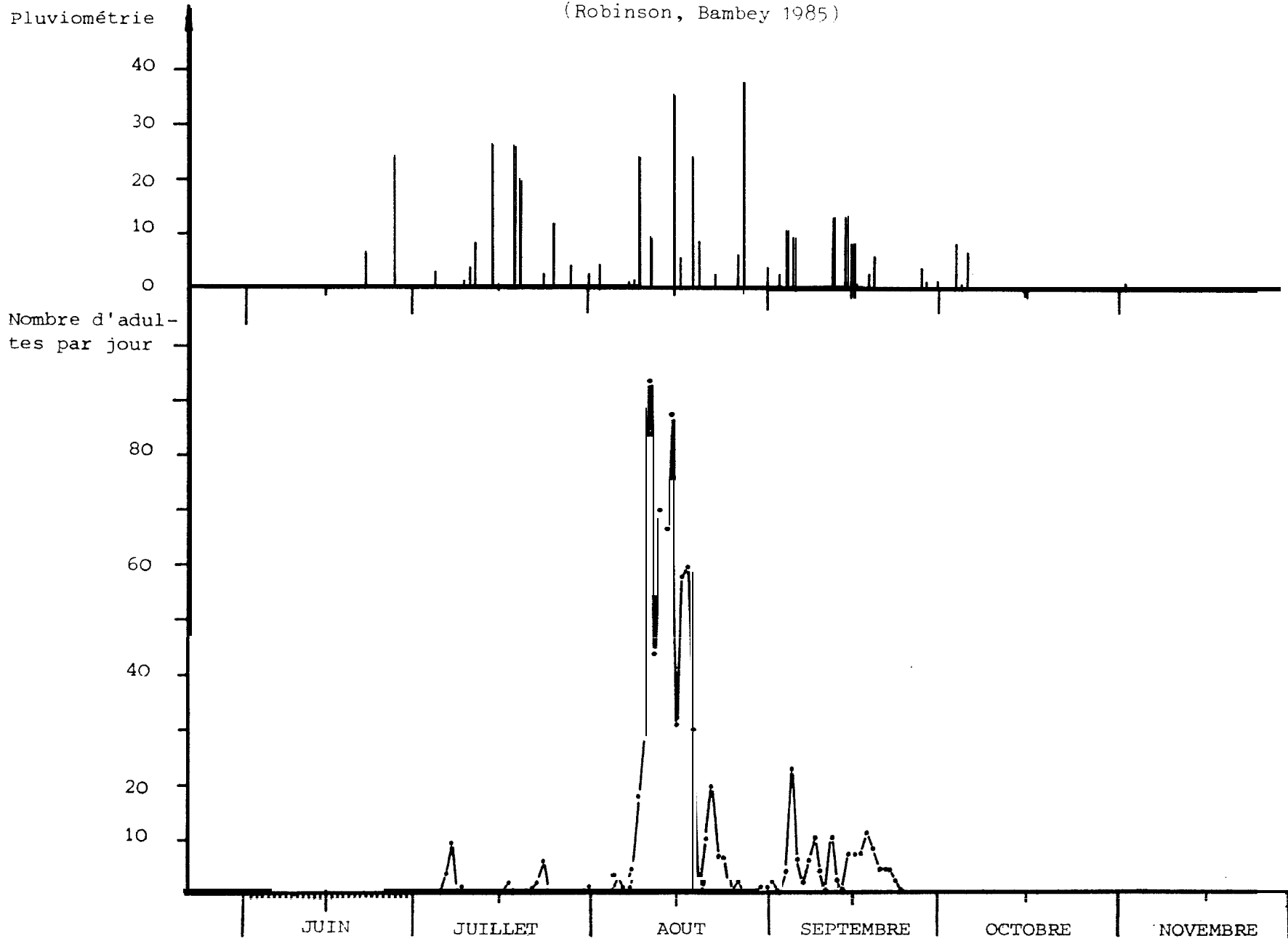
Les premières captures de cette espèce ont eu lieu 41 jours après la première pluie importante, soit dans la deuxième semaine du mois d'Août. Les vols se sont étalés sur 6 Semaines avec un pic prononcé qui traduit un synchronisme des émergences d'adultes (57% des adultes capturés en 4 jours). Un seul pic correspondant à l'unique génération qu'a développé l'espèce à Bambey apparaît sur la figure 6. Le nombre d'adultes capturés reste relativement faible cette année. Ainsi le maximum journalier d'adultes capturés n'a été que de 119, ce qui est de loin inférieur aux captures de l'espèce pendant les années antérieures. Il faudra noter également l'adaptation de l'espèce au mil hâtif. L'apparition brève des adultes au moment précis de l'épiaison traduit l'étroite relation qui existe entre les foreurs des épis et le mil.

2.2.2.3 - *A. moloneyi* :

Le délai de capture des premiers adultes après la première pluie importante est de 8 jours. Ces captures ont été cependant très faibles (3,1%) et irrégulières. Ce n'est qu'à partir du 7 Août soit 40 jours après la pluie de 24 mm que les captures ont été importantes et régulières. A Bambey, deux périodes de captures sont mises en évidence par la figure 7. La première qui s'étale du 7 Août au 24 septembre est de loin la plus importante. Une capture journalière maximale de 96 adultes a été faite. Les captures lors de la deuxième période sont très faibles. Elles ne représentent que 15,9% des captures de la campagne. Il paraît dès lors très difficile de conclure à l'existence d'une nouvelle génération. L'idée peut être avancée tout autant, que l'hétérogénéité des populations. La profondeur des formes diapausantes et le type de sol dont dépend en partie l'humectation de celui-ci ne semblent pas expliquer un tel retard dans la mesure où, à partir du 27 Juin, les 30 premiers centimètres du sol ne se sont pas complètement asséchés à Bambey. On est tenté de dire, si on se limite aux seules captures des pièges lumineux, que les adultes d'une seule génération sont apparus à Bambey et à Louga. Le graphique correspondant à la moyenne des quatre semaines successives (figure 7 bis) ne fait apparaître d'ailleurs qu'un pic. Malgré l'absence d'adultes capturés au piège lumineux à Louga en Juillet et en début Août, de nombreuses chenilles d'*A. moloneyi* ont été récoltées sur le niébé et les

mauvaises herbes en fin Juillet et pendant la première quinzaine d'Août dans la région de Louga. Les adultes issus des chrysalides diapausantes n'ont pas été alors capturés au piège lumineux. Ceci semble signifier que des précisions sur l'éthologie de l'espèce sont encore nécessaires en raison surtout de l'intérêt qu'on peut porter aux pièges lumineux pour les avertissements agricoles. Une faible population d'adultes pourrait expliquer l'absence de captures en début de saison. Elle pourrait expliquer de la même manière le faible pourcentage d'adultes capturés pendant la deuxième période à Bambey. Dans ce cas, et compte tenu du taux de multiplication élevé d'*A. moloneyi*, on pourrait dire qu'un pourcentage faible d'individus a évolué vers une deuxième génération dont les émergences correspondent aux captures de la deuxième période à Bambey. Rappelons que c'est suite à des changements des conditions climatiques, qu'*A. moloneyi* a développé 2 et 3 générations au Sénégal.

Fig. 7 : Fluctuation des populations d'*A. moloneyi*
(Robinson, Bambeï 1985)



Nbre d'adultes
capturés par
semaine

Fig. 7 bis : Fluctuation des populations
d'*A. moloneyi*
(Robinson, Bambeu 1985)

Moyenne
progressive
(4 semaines)

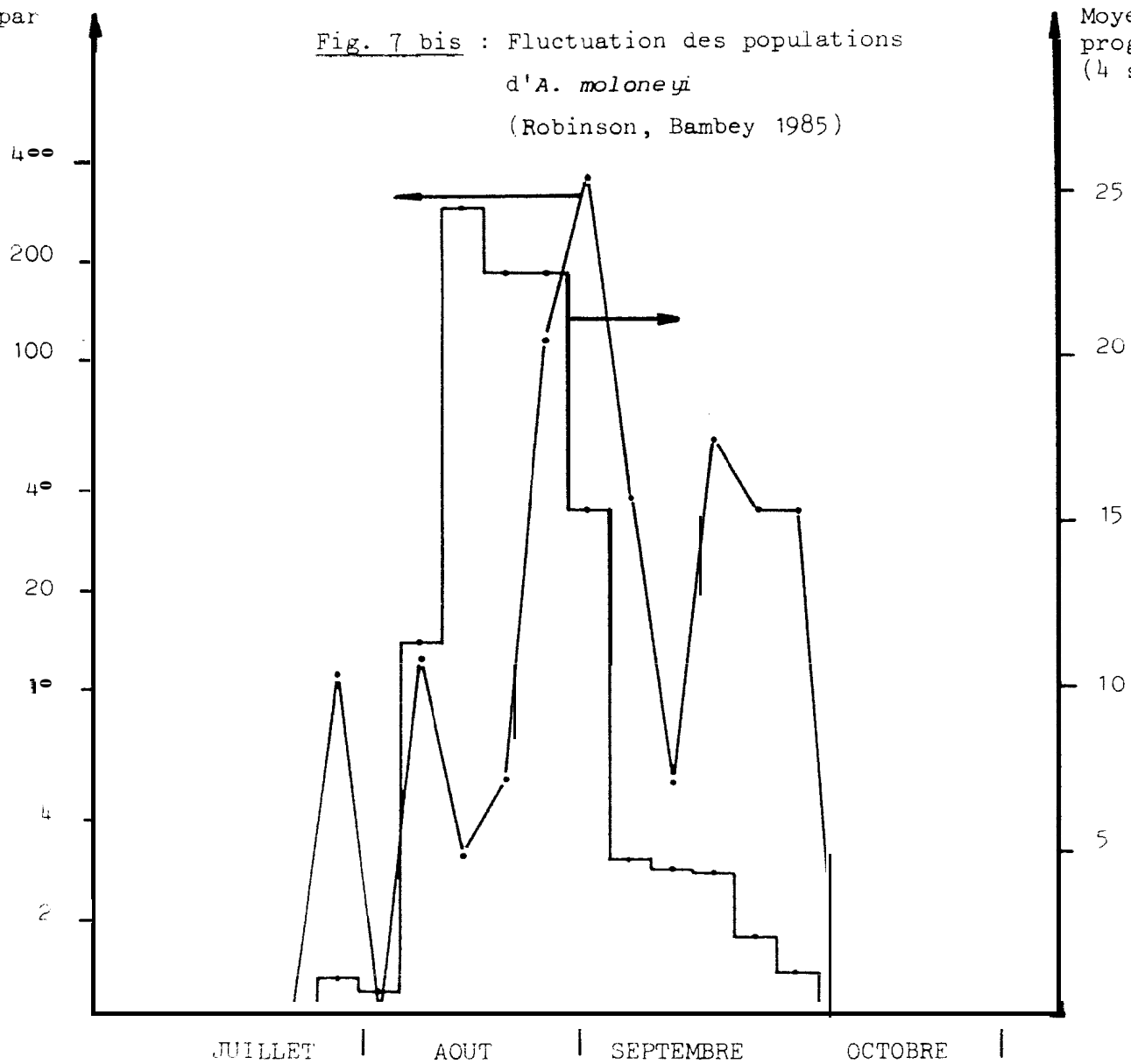
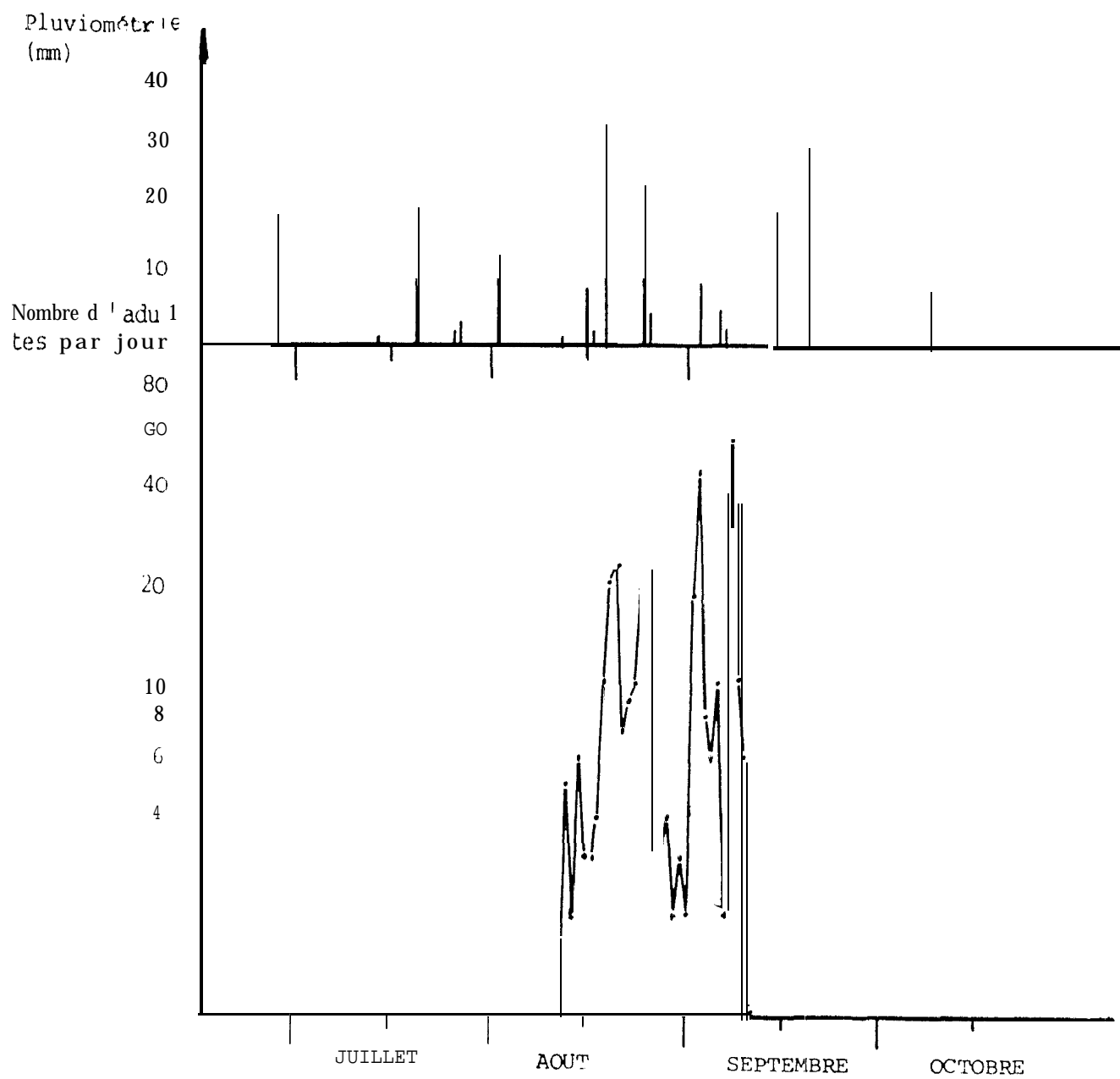


Fig. 8 : Fluctuation des populations d' *A. moloneyi*
et pluviométrie (Lampe à gaz, Louga 1985)



CHAPITRE III : LUTTE CONTRE LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DU MIL ET DU NIÉBÉ :

En raison de l'importance des ravageurs du mil et du niébé, une augmentation significative des rendements, implique nécessairement la lutte contre les ennemis de ces cultures. Loin de viser l'éradication des populations, il s'agit dans l'optique de la lutte intégrée, de maintenir celles-ci à des seuils tels que les pertes occasionnées soient économiquement acceptables. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées dans ce but : les méthodes culturales, chimiques, biologiques et la résistance variétale. La connaissance plus ou moins parfaite des ravageurs est indispensable dans le choix de la méthode ou la combinaison de méthodes nécessaire pour l'obtention d'un bon résultat.

3.1. - PRATIQUES CULTURALES :

C'est l'ensemble de méthodes tendant à modifier défavorablement le biotope de l'insecte . Des pratiques pouvant agir directement ou indirectement sur les ravageurs peuvent alors être utilisées. Les ravageurs les plus importants du mil et du niébé (à l'exception des thrips) sont des lépidoptères qui entrent en diapause dans le sol (*R. albipunctella* et *A. moloneyi*) ou dans les tiges de mil (*A. ignefusalis*).

Les labours de fin de cycle permettraient l'obtention de bons résultats (VERCAMBRE, 1978) suite à l'exposition des formes diapausantes de *Raghuva* sp. aux ennemis naturels ou aux agressions multiples de l'atmosphère . Cette pratique longtemps préconisée passe cependant difficilement en milieu paysan en raison des difficultés qu'elle comporte et du calendrier du paysan.

Il en est de même pour les pratiques destinées à réduire les populations de foreurs des tiges . NWANZE (1981) citant ADESIYUN et AJAYI qui travaillaient sur *Busseola fusca* F. foreur des tiges de sorgho rapporte 95 % de mortalité larvaire suite aux brûlis partiels des tiges. Ce brûlis partiel est aussi fastidieux que la collecte et la destruction des tiges jadis proposées. Faudra-t-il qu'on sache que la limite à cette destruction des tiges n'est pas seulement leur utilisation par les agriculteurs. La collecte de ces tiges n'a pas été faite jusque là pour lutter sciemment contre les foreurs des tiges. Mais les conditions climatiques ont amené les populations du Centre Nord tout au moins à stocker les tiges de mil entières qui serviront d'aliment au bétail. Une réduction importante des larves diapausantes s'en suit. Les larves de la 1ère génération , la plus dommageable si les vols ne sont pas tardifs, sont alors peu nombreuses.

Autant pour les foreurs des tiges que des épis de mil, l'idée d'une soustraction du stade vulnérable de la plante aux fortes populations du ravageur doit rester permanente. Il faut éviter les semis étalés et tardifs et bien entretenir la culture. Cet entretien réduit en effet les concurrences et permet à la plante de bien se développer.

Il ne faut pas non plus, sous prétexte qu'il faut assurer un bon développement aux plantes, exagérer les apports d'engrais qui, comme les pesticides peuvent, être à l'origine d'une modification de la physiologie des plantes et d'une augmentation de leur appétence.

3.2. - LUTTE CHIMIQUE :

Introduction :

Bien que les inconvénients des pesticides soient nombreux, il semble illusoire, dans l'état actuel, d'espérer une bonne production sans l'utilisation des produits chimiques pour lutter contre les ravageurs. A partir de ce moment, une bonne utilisation des produits phytosanitaires est nécessaire. Le choix du produit et son application se posent alors. A cause de ce choix et de la mise à la disposition de la production, de nouvelles molécules par les firmes phytosanitaires et compte tenu des modifications des agroécosystèmes, il importe de tester l'efficacité de ces molécules afin de proposer les meilleures aux utilisateurs. C'est dans ce cadre que la lutte chimique a été envisagée pour permettre aux agriculteurs sénégalais de bénéficier des acquis dans ce domaine. Alors que sur le mil seul le traitement des semences a été envisagé, sur le niébé trois applications de produits chimiques ont été prévues (1 pendant la phase végétative, 2 pendant la floraison). Le suivi des populations de ravageurs avant et après le traitement aura permis par ailleurs de juger de son opportunité et d'apprécier les moments des interventions.

3.2.1. - Matériels et méthodes :

3.2.1.1. - Mil : L'essai a été mis en place comme suit :

Variété	: H ₇ - 66
Localité	: Bamhey
Date de semis	: 15.07.85
Dispositif	: Bloc Complet Randomisé (BCR)
Nombre de répétitions	: 5

Traitements :

A = Marshal 25 STD	: 125 g m.a./100 kg
B = " "	: 250 g m.a./100 kg
C = " "	: 500 g m.a./100 kg
D = " "	: 1.000g m.a./100 kg
E = Oftanol C50 DS	: 150 g m.a./100 kg
F = Granox	: 200 g m.a./100 kg
G = Témoin non traité.	

Les parcelles d'essai ont été suivies pendant tout le cycle afin de noter l'entomofaune et d'évaluer l'importance des dégâts.

3.2.1.2. - Niébé :

Variété : Bambey 21 (B.21)
Localités : Bambey, Louga, Nioro
Dates de semis : Bambey)
: Nioro) 15.07.85
: Louga : 22.07 - Resemis : 29.07.85
Dispositif : Lattice balancé
Nombre de répétitions : 4

Traitements : (Ve : pendant la période végétative à l'apparition
d 'Amsacta)
(Fi : début de floraison)

1 = Marshal 25 STD (500 g m.a./100 kg) + Décis (15 g m.a./ha) à
Fi et Fi + 10 j
2 = Cyhalothrine-Diméthoate 10/300 (11/ha) à Ve, Fi et Fi t 10 j
3 = Thimul 35 (800 g m.a./ha) à Ve t Décis (15 g m.a./ha) à Fi et
Fi t 10 j
4 = " " " " t Cyperméthrine (40 g m.a./ha)
à Fi et Fi t 10 j.
5 = Cyperméthrine (35 g m.a./ha) à Ve, Fi et Fi t 10 j
6 = " (45 g m.a./ha) " "
7 = Cymbush Carbosulfan (ED) à Ve, Fi et Fi t 10 j
8 = Carbosulfan 150 ED " "
9 = Témoin non traité.

En raison de l'absence d'une forte attaque de ravageurs pendant la phase végétative à Bambey et Nioro, les traitements à Ve n'ont pas été effectués. Ceci nous a donc ramené à une comparaison de produits pour la protection de la floraison du niébé.

3.2.2. - Résultats et Discussion :

3.2.2.1. Mil :

Après avoir effectué en laboratoire le test de levée, des observations ont été faites sur les dégâts d'*Atherigona soccata* Rond. de *Lema plianifrons* Wes. et des foreurs des tiges (*Acigona ignefusalis* Hamps. et autres). Un fauchage a été également effectué à trente jours après semis (30 JAS). Les résultats ainsi obtenus sont portés aux tableaux III, IV et V. Sur le tableau VI sont portés l'importance des attaques des ravageurs des épis et les rendements obtenus.

3.2.2.1.1. - Test de levée du mil :

Le traitement qui a été répété 3 fois porte sur 10 graines par répétition (Tableaux III). Les pourcentages de levée obtenus suite aux différents traitements ne sont pas significativement différents. On peut dès lors dire que le traitement des semences de mil au Marshal, à l'Oftanol ou au Granox ne semble pas affecter le pouvoir germinatif des graines.. Une telle remarque n'exclut pas cependant l'effet de ces traitements sur le développement de la plante lié à l'action systémique de certains produits.

Tableau III : Test de levée du mil au laboratoire.

TRAITEMENT	TAUX DE LEVEE (%)	DELAI MAXIMUM (j)
A	100	5
B	93	5
c	100	5
D	93	3
E	90	2
F	97	2
G	100	3

3.2.2.1.2. - A. soccata :

A. soccata est; la mouche du pied, responsable de nombreuses destructions de jeunes plants de mil. Les attaques dues à cet insecte ont été insignifiantes. Il n'a pas été possible par conséquent d'apprécier la valeur des traitements de semences sur sa gravité. Cet insecte doit être néanmoins parmi les plus exposés à l'action d'un traitement de semences à cause de son apparition précoce.

3.2.2.1.3 * L. planifrons :

La méthode de comparaison de moyennes 2 à 2 a permis de faire apparaître des différences significatives dans le nombre de plants attaqués par ce phyllophage sur 360 poquets observés par traitement.

Tableau_IV : Attaques de *L. planifrons*.

TRAITEMENTS	NOMBRE DE POQUETS		TAUX D'ATTAQUES (%)
	SAINS	ATTAQUES	
A	257	103	28,6
B	267	93	25,8
C	230	130	36,1
D	246	114	31,6
E	273	87	24,2
F	260	100	27,8
G	226	134	37,2

Alors que le nombre de plants attaqués sur le témoin ne diffère pas de celui en C., on peut noter que sur l'objet E ce nombre de plants est significativement plus faible que ceux observés sur les autres objets à l'exception de B. Bien qu'il soit difficile d'expliquer les résultats observés en D et C du fait de l'absence de phytotoxicité apparente, le traitement E se détache significativement de l'ensemble suivi de B et de F. L'oftanol (150 g m.a./100 kg), le Marshal (250 g m.a./100 kg) et le Granox (200 g m.a./100 kg) se sont donc avérés être meilleurs dans la réduction du nombre de plants attaqués par *L. planifrons*. Le témoin et les parcelles traitées avec des doses fortes de Marshal (500 et 1000 g m.a./100 kg) ont été les plus attaqués.

3.2.2.1.4- Foreurs des tiges :

Jusqu'au 40ème jour après semis (JAS), le pourcentage de foreurs présents est très faible. Les dissections faites aux 30e et 40e JAS, les 15 et 25 Septembre respectivement n'ont pas permis une seule fois de trouver une larve ou une chrysalide d'*A. ignefusalis*. Certains Chloropidae ont été trouvés lors de ces dissections ainsi que des galeries vides. Les attaques étaient cependant très faibles pour faire apparaître des différences significatives entre les traitements.

Les dissections des tiges faites au 70e JAS ont par contre révélé un pourcentage très élevé de mines (80%) et de larves. Les mines étaient essentiellement dues à *A. ignefusalis*. Un stade de ce ravageur a été trouvé dans 70% des cas. Même si il paraît peu probable de trouver l'effet d'un traitement de semences après un délai aussi long on remarque sur le tableau V que l'objet F est le moins

attaque par les foreurs et le témoin le plus attaque.

Les pourcentages d'attaques obtenus, suite aux différents traitements ne sont pas significativement différents. Le nombre de larves par 25 tiges fait apparaître par contre un résultat intéressant. Sur L'objet A, ce nombre est significativement plus petit que ceux obtenus sur les autres objets. Ce résultat appelle quelques commentaires. Il semble en effet que les fortes doses de Marshal, le Granox et l'Oftanol sont favorables au développement des larves à l'intérieur des tiges malgré le délai qui sépare le traitement et l'observation. Ceci fait penser au problème développé par CHABOUSSOU (1980) dans sa théorie de la trophobiose. Une action des doses élevées de Marshal pourrait être une modification de la protéosynthèse et une plus grande disponibilité de la plante à satisfaire les besoins nutritifs des insectes.

Tableau V : Importance des foreurs des tiges de mil

TRAITEMENTS	Total tiges	Tiges minées					indéterminé
		Total (%)	Acigona		Chloropidae		
			% Att.	L/25 tiges	% Att.	L/25 Tiges	
		30	JAS				
A	319	2,8	0	0	33,3	8,3	66,7
B	318	1,2	0	0	40,0	10,0	60,0
C	326	2,4	0	0	50,0	12,5	50,0
D	308	1,3	0	0	50,0	12,5	50,0
E	341	2,3	0	0	50,0	12,5	50,0
F	310	2,9	0	0	33,3	8,3	66,7
G	267	2,2	0	0	33,3	8,3	66,7
		40	JAS				
A	441	3,6	0	0	12,5	3,1	87,5 *
B	439	4, a	0	0	33,3	8,3	66,7
C	381	5, 0	0	0	36,8	9,2	63,2
D	457	2,6	0	0	58,3	14,6	41,7
E	364	4,4	0	0	25,0	6,2	75,0
F	435	3,4	0	0	40,0	10,0	60,0
G	417	4,5	0	0	15,8	3,9	84, *
		70	JAS				
A	234	82,0	77,1	35,5	4,7	1,2	18,2
B	245	80,8	83,8	73,9	6,6	1,6	9,6
C	291	76,9	71,4	90,4	4,5	1,1	24,1
D	299	61,5	71,2	78,9	7,6	1,9	21,2
E	243	72,4	84,7	65,6	5,7	1,5	9,6
F	282	86,2	64,7	84,8	9,0	2,3	26,3
G	243	72,4	89,8	106,4	1,1	0,3	9,1

3.2.2.1.5 - Rendement :

L'analyse de variance faite sur les rendements parcelaires n'a pas permis de mettre en évidence des différences significatives ($F = 0,63$), malgré un pourcentage d'épis attaqués variant. du simple au double. Il semble néanmoins intéressant de souligner la baisse de rendement, bien que non significative, avec l'augmentation des doses de Marshal et l'utilisation de l'Oftanol et du Granox. Ceci fait penser aux pourcentages d'attaques par *L. planifrons* et au nombre de larves d'*A. ignefusalis* par 25 tiges sur A en comparaison avec les autres objets.

Tableau VI : Importance des ravageurs des épis et rendement du mil.

Traitements	Nbre total d'épis observés	Epis minés par <i>Raghuva</i> (%)	Epis attaqués par <i>Heliothis</i> (%)	Nomre de larves d' <i>Heliothis</i> /25 épis observés	Rendement (kg/ha)
A	327	23,8	36,4	9,1	2 212
B	330	23,0	37,3	9,3	2 114
c	314	21,3	39,5	9,9	2 044
D	298	28,5	40,6	10,1	2 120
E	306	20,9	39,2	9,8	2 016
F	307	29,9	34,8	8,7	2 102
G	318	15,7	37,1	9,3	1 869

3.2.2.2. - Niébé :

Après le contrôle de levée effectué dans toutes les localités, il a été fait un suivi hebdomadaire de l'entomofaune présent sur la culture. A Bambey le dénombrement des pucerons a été fait dans chaque parcelle sur 5 poquets, bien qu'une telle observation n'était pas prévue. L'importance des populations de ce ravageur qu'il fallait contrôler au risque sinon de perdre l'essai a obligé ce dénombrement avant toute intervention. A cette date, un traitement à la floraison était déjà effectué. Un tel dénombrement devait donc permettre d'apprécier l'efficacité des différents produits sur les pucerons. Les résultats sont portés aux tableaux VII, VIII, IX et X. L'état de levée, l'entomofaune observé, les thrips dénombrés dans les organes, les populations de pucerons à Bambey et les rendements en grains et en fanes y sont présentés respectivement.

En raison des conditions difficiles de démarrage de l'essai à Louga et du niveau très faible des ravageurs du niébé à l'exception d'*A. moloneyi*, les rendements obtenus dans cette localité ne sont, pas en relation avec le traitement qui a été effectuée (traitement, contre *A. moloneyi*). Nous avons donc préféré ne pas faire figurer les rendements.

3.2.2.2.1. - Levée du niébé :

A Louga, le pourcentage de levée du niébé a été calculé à partir du resemis du 29 Juillet 1985. L'analyse des résultats du tableau VII, montre qu'il n'y a pas de différence significative à Bambey. Le traitement des semences ne semble pas y avoir un effet sur la levée du niébé.

Tableau VII : Etat de levée du niébé (%).

TRAITEMENTS LOCALITES	Semences traitées au Marshal 25 STD	Semences non traitées
Bambey	87,6	89,2
Louga	74,4	62,1
Nioro	91,7	69,6

Par contre, la différence semble intéressante à Louga et à Nioro. Le pourcentage de levée est meilleur dans ces deux localités suite au traitement de semences avec le Marshal. Ceci est dû probablement à deux faits :

- L'apparition massive et très rapide d'Iules à Nioro juste après le semis. Lors du contrôle de la levée, de nombreux Iules morts ont été trouvés dans les parcelles dont les semences étaient traitées au Marshal. De même sur ces parcelles, l'état de la végétation était meilleur tant au point de vue du développement que du point de vue phytosanitaire (absence de piqûres de jassides).

- Les dégâts de termites à Louga. Quelques plants attaqués par ces insectes ont été observés sur les parcelles de l'essai. dans les jours qui ont suivi la levée.

3.2.2.2.2. - Pucerons :

Les résultats portés au tableau X font nettement ressortir la supériorité de l'association Cyhalothrine-Diméthoate. Cette association est suivie par les produits utilisés en Electrodyn (Cymbush-Carbosulfan et Carbosulfan 150 ED).

Les pyréthriinoïdes de synthèse en général et la Cyperméthrine en particulier se sont avérés inefficaces pour limiter les populations de pucerons. Ce qui semble signifier que ce sont le Diméthoate et le Carbosulfan qui ont; été à l'origine des réductions des populations notées dans les objets B, G et H. Il est possible néanmoins qu'une légère synergie ait augmenté leur efficacité . Le nombre de pucerons bien que plus faible suite au traitement au Marshal (A) n'est pas significativement différent de celui observé en l'absence de ce traitement (C) en raison de la variabilité élevée. L'idée d'une action du Marshal sur les pucerons ne peut être alors avancée.

3.2.2.2.3 - Thrips :

A Hambey, on note sur le tableau IX une efficacité du premier traitement sur les thrips. Une réduction importante du nombre de thrips a suivi le traitement. On serait d'ailleurs tenté de dire que ce seul traitement aurait suffi pour maintenir les populations de thrips à un seuil économiquement acceptable.

A Nioro par contre, la réduction des populations notée après le premier traitement l'a été également sur le témoin. Les chiffres ne permettent pas d'avancer l'efficacité de ce traitement sur les thrips. Au deuxième traitement a suivi une augmentation de la population sur les différentes parcelles. Une certaine efficacité de celui-ci semble néanmoins exister. En effet, à la 38^e semaine*, il n'a pas été possible de trouver des boutons floraux et des fleurs lors des échantillonnages sur le témoin. Il faut noter également un retard avec certains traitements à 1 a suite desquels, on a trouvé des fleurs et des thrips jusqu'à la 40^e semaine. Allant dans le sens d'une efficacité du traitement, on peut dire que l'augmentation des populations observée après le traitement serait intervenue suite à une augmentation générale de la population, augmentation que les produits ont plus ou moins réussi à limiter. La conséquence de ces constatations (baisse générale de la population après le premier traitement et augmentation générale de celle-ci après le second) devrait être une modification des périodes de traitement.

3. 2. 2.2.4 - Rendement :

A Bambey, bien que les produits différents des pyréthriinoïdes de synthèse aient permis d'obtenir une légère amélioration de rendement, il n'est pas apparu de différence significative entre les rendements obtenus aussi bien en grains qu'en fanes suite aux différents traitements. En effet, dans cette zone, seuls les pucerons ont atteint une population pouvant occasionner des dégâts très importants. Par nécessité de sauver l'essai, il a été donc procédé à un traitement général à l'endosulfan pour contrôler ces ravageurs. Ce contrôle effectif s'est traduit par l'absence de différences significatives entre Les rendements obtenus .

* : Semaine standard de l'année (du 18 au 24 Septembre).

Tableau VIII: Entomofaune récoltée sur niébé (campagne agricole 1985/86)

SEMAINES *	LOCALITES	Tules	Fourmis	Cochenilles	Acridiens	Anoplocne ms sp.	Y. tortus sp.	A. molone yu	M. tes tulalis	Heliothis sp	Spodoptera sp	Curculionides	Mylabres	Bruches	Vassides	Pucerons	Thrips	Coccinelles	Syrphes
31	Bambey	4	1	1											207		2		
32	Bambey		2												2				
	Louga									6					1				
	Nioro														83				
33	Bambey	1		1				1L+W **		9	21				7	9			
	Louga														76				
	Nioro																		
34	Bambey								3	4	20	3			55	2154			1
	Louga														2	140			
	Nioro									1					735				
35	Bambey								1	5					2	13094			1
	Louga								2			2			2	1307			
	Nioro		1												352				
36	Bambey							10		17						987			
	Louga							1L+W	1	8	3			1	52	200			1
37	Nioro														265	2857			
38	Louga			1						5		1			1205	207			5
	Nioro									2					799	83			7
40	Nioro											4	6		1702				

* : Semaines standards de l'année : 31.07 - 8.10.85

** : L = larves ; W = oeufs.

Tableau IX : Dénombrement de thrips sur boutons floraux (BF) et fleurs (FL) de Niébé

(les chiffres indiqués sont les nombres calculés de thrips par 5 organes récoltés)

Traitements et or- Semaines* et Localités	1		2		3		4		5		6		7		8		9		FL!	
	BF	FL	BF	FL	BF	FL	BF	FL	BF	FL	BF	FL	BF	FL	BF	FL	BF	FL		
32 Bambey	0,0	-	0,0	-	1,7	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-
33 Bambey	1,25	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	1,5	0,0	0,5	1,7	0,2	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	1,75	-	-	
34 Bambey Louga Nioro	1,7	2,5	3,17	2,4	3,8	3,6	2,4	6,2	3,4	7,3	2,3	9,5	3,4	3,5	1,9	4,8	0,6	5,4	-	
	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-	
	0,0	-	0,4	-	0,0	-	0,2	-	0,0	-	0,0	-	0,9	-	0,4	-	0,7	-	-	
35 Bambey Louga Nioro	0,0	0,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,4	
	4,6	8,0	2,1	4,4	8,3	8,6	5,4	5,0	6,2	6,7	11,2	6,7	5,0	10,0	7,2	9,4	7,8	5,0	-	
	9,8	24,5	17,4	23,7	14,5	23,3	11,7	16,1	13,4	17,2	15,9	24,5	18,3	21,2	12,5	25,9	22,9	22,9	-	
36 Bambey Louga Wioro	-	1,6	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	0,4	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	1,2	1,7	3,0	1,8	0,5	2,5	-	1,8	2,2	2,5	5,0	1,3	0,5	2,3	1,0	3,8	4,3	4,6	-	
37 Bambey Louga Nioro	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	1,2	-	0,0	-	-	-	0,0	-	0,0	-	5,0	-	
	11,7	0,0	2,8	8,7	2,7	28,7	6,1	8,1	4,6	7,6	3,2	4,5	6,7	0,9	1,4	9,7	13,1	6,2	-	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
38 Louga Nioro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	9,7	9,4	11,8	8,7	5,7	6,2	10,7	10,0	12,1	11,1	5,6	6,7	1,8	2,4	7,5	7,2	-	-	-	
39 Nioro	-	11,7	10,0	16,1	-	-	3,9	10,2	-	-	-	8,9	-	-	-	18,3	-	-	-	
40 Nioro	-	20	-	21,2	-	-	-	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

	Dates de contrôle	Dates de traitements
Bambey	23.8 ; 30.08 ; 6.09	23.08 et 2.09.85
Nioro	21.8 ; 28.8 ; 4.09 ; 11.9 18.9 ; 25.9 ; 2.10	28.08 et 7.09.85
Louga		24.08.85

* : semaine standard de l'année : 7.08 - 8.10.85

La légère supériorité des organo-phosphorés (Diméthoate et des carbamates (Carbosulfan) sur les pyréthri-noïdes de synthèse est due à leur efficacité sur les pucerons notée lors du dénombrement de ceux-ci.

Les résultats obtenus à Nioro montrent par contre une supériorité des pyréthri-noïdes de synthèse sur le mélange Cyhalothrine-Diméthoate. La Cyperméthrine à 45 g m.a./ha et la Deltaméthrine à 15 g m.a./ha ont fourni les meilleurs résultats avec l'Electrodyn (Cymbush-Carbosulfan). Les rendements obtenus suite à ces trois traitements ne sont pas statistiquement différents. L'importance des thrips et l'efficacité des pyréthri-noïdes de synthèse sur ces ravageurs, expliquent ces résultats. Les faibles rendements obtenus d'une part avec le Décis suite au traitement de semences d'autre part avec l'association Cyhalothrine-Diméthoate amènent à avancer l'idée que le Marshal et l'association ont un effet physiologique sur le niébé qui se traduirait en conditions pluvieuses par un développement végétatif très important, au détriment de la floraison et de la formation des gousses. L'augmentation générale importante des thrips serait à l'origine de l'avortement presque total des fleurs et boutons floraux sur le témoin dont la conséquence est un rendement insignifiant.

Tableau X : Résultats essais insecticides. niébé* (variété B. 21).

Trai- te- ment	Pucerons		Rendement en grains (kg/ha)				Rendement en fanes (kg/ha)			
	Bambey		Bambey		Nioro		Bambey		Nioro	
1	227	abc	910	a	418	fg	2 561	a	2 223	ab
2	21	a	1 160	a	274	g	2 790	a	2 532	a
3	393	bcd	978	a	868	abc	2 122	a	1 688	bc
4	739	e	1 028	a	682	cde	2 434	a	2 177	abc
5	538	cde	993	a	593	def	2 663	a	1 427	c
6	508	cde	905	a	932	ab	2 638	a	1 993	abc
7	109	a	1 150	a	1 005	a	2 770	a	1 631	bc
8	150	ab	1 159	a	715	bcd	3 127	a	1 829	abc
9	711	cde	898	a	54	h	2 117	a	1 577	bc

* : Analyse de variance Lattice (ANOVALAT) - Seuil 5%.

Conclusions :

Mil :

Une légère augmentation de rendement (non significative) a été obtenue suite au traitement des semences en raison de la faiblesse des populations de ravageurs

pendant la levée et en début de développement du mil. Les nombres de larves d'*A. ignefusalis* par 25 tiges, les taux de l'attaque par *L. planifrons* et les rendements obtenus amènent à dire: que la dose de 125 g m.a./ 100 kg de Marshal est néanmoins la plus intéressante en traitement de semences du mil. Une étude approfondie est cependant nécessaire pour comprendre l'effet des fortes doses de Marshal. Une meilleure satisfaction des besoins des insectes suite à une modification de la protéosynthèse pourrait expliquer leur action.

Niébé :

L'essai et le suivi qui a été fait, ont permis de noter cette année une importance faible des ravageurs du niébé dans la zone de Bambey à l'exception des pucerons dont le seul contrôle a permis d'éviter des pertes de rendement importantes. Ce contrôle a eu pour conséquence 1. l'absence de différences significatives entre les rendements obtenus. La meilleure efficacité du Diméthoate et du Carbo-sulfan sur les pucerons a permis d'augmenter légèrement les rendements. L'efficacité totale du premier traitement contre les thrips à Bambey amène à revoir le planning de traitement du niébé. Une telle révision semble également nécessaire dans la zone rive Nioro pour des raisons différentes. La réduction des populations de thrips après le premier traitement y était en effet générale. Une augmentation des populations a suivi le deuxième traitement et des produits tels que le Marshal et l'association Cyhalothrine-Diméthoate semblent agir au détriment de la fructification.

3.3. - LUTTE BIOLOGIQUE :

3.3.1. - Situation générale :

Sous sa compréhension la plus répandue, bien que restrictive, la lutte biologique est l'utilisation de prédateurs, parasites et agents pathogènes pour limiter les populations de ravageurs. Depuis la publication de RISBEC (1960) sur les parasites des insectes d'importance économique en Afrique tropicale et à Madagascar, cette discipline a connu une approche réellement scientifique dans nos pays. Au Sénégal, les inventaires sont encore poursuivis. NDOYI (1979) indique avec les ravageurs du mil les ennemis naturels trouvés sur les différents stades. En plus des tachinaires régulièrement trouvés sur les larves d'*Amsacta moloneyi* bien que ce soit à un taux faible, de nombreuses syrphes et coccinelles sont apparues, cette année particulièrement, en raison des populations d'Aphides.

Pour la plupart des espèces, peu d'informations sont disponibles sur la biologie et leur efficacité. C'est pour cela que GAHUKAR (1981) faisait état de l'urgence de la connaissance de la faune parasitaire et surtout de l'étude de la biologie des espèces, de leurs fluctuations saisonnières et de leur efficacité. Les travaux de BHATNAGAR (1983, 1984 et 1985) vont dans ce sens.

Des informations bien que partielles sont actuellement disponibles sur les ennemis naturels de *R. albipunctella*. Des trichogrammes sur les oeufs et *Bracon hebetor* Say sur les larves semblent être à l'origine de fortes réductions de populations du ravageur. Un travail initié par DIEME (1985) en laboratoire a permis d'en connaître plus sur la biologie de *B. hebetor*.

Bien que les ennemis naturels des ravageurs des cultures tropicales soient nombreux, les parasites souffrent de la sécheresse et des arrêts de développement dans ces zones. Il serait dès lors intéressant, selon GAHUKAR (1981) d'introduire quelques parasites, capables de se développer plus tard que les hôtes, de se multiplier rapidement pour augmenter les populations avant que ceux-ci ne deviennent actifs. Le travail de NDOYE (1981) sur *Goniozus proceræ* revêt alors toute son importance. *G. proceræ* est en effet un ectoparasite des larves diapauses d'*A. ignefusalis*, répandu en Afrique de l'Ouest et qui n'observe pas de diapause. *Peymotes ventricosus* Newp. a été également signalé sur ces mêmes larves (NWANZE, 1981).

Les taux de parasitisme de ces espèces semblent cependant assez faibles tout autant que celui de *Syzeuctus* sp. et des parasites de *R. albipunctella* tels que *Cardiochiles* sp. et *Litomastix* sp.. NDOYE (1981) rapporte un taux de parasitisme maximum par *Syzeuctus* sp. de 13%. Sur les larves collectées en fin de saison, et qui ne sont pas entrées en diapause, nous avons noté un taux d'émergence de *Syzeuctus* sp. de 9%. Ce parasite qui entre en diapause en même temps qu'*A. ignefusalis* devrait pouvoir jouer un rôle important dans la limitation des populations de l'espèce en raison d'une bonne adaptation à celle-ci, si le taux de parasitisme était meilleur.

3.3.2 - Eléments de biologie de *Habrobracon (Bracon) hebetor*

Suite aux travaux du sous-programme de lutte biologique du projet CILSS de Lutte intégrée, *B. hebetor* est apparu comme parasite de *R. albipunctella* d'un certain intérêt. Son élevage sur les larves d'*Ephestia* sp., en conditions ambiantes, dans des greniers construits à cet effet, a permis d'initier cette campagne des lâchers. Cette méthode d'augmentation des populations naturelles et d'encouragement est d'un rôle capital dans la lutte biologique. Même si la connaissance du rendement d'un tel système d'encouragement est d'un intérêt limité, une telle information aiderait dans la définition d'un planning de production des parasites. Les travaux conduits au laboratoire dans des conditions contrôlées revêtent alors une grande importance. La précision des résultats est meilleure. On assure une production de masse régulière suite à l'obtention et au maintien des meilleures conditions pour le développement de l'hôte et du parasite. C'est dans la recherche de ces conditions qu'un travail a été initié en laboratoire.

A terme il devrait, permettre de répondre à la question de savoir s'il est, nécessaire et possible d'assurer une bonne production du parasite en laboratoire dans tics conditions contrôlées. Nous nous contenterons de quelques observat ion;; faites dans les conditions actuel les de la salle d'élevage (cf. plus loin).

3.3.2.1. - Généralités :

B. hebetor est un hyménoptère de la famille des *Braconidae*. *H. brevicornis* Wesn. (= *juglandis* Ashm. = *hebetor* John = *honestor* Ril. Hov.), synonymie de *H. hebetor*, est un parasite bien connu des lépidoptères (RISBEC, 1950). L'auteur l'a décrit mais selon lui ROLJBAND l'avait signalé sur *Ephestia* et *Corcyra* depuis 1916. L'intérêt de l'espèce, réside dans son développement continu. Parasite de *R. albipunctella* et d'autres ravageurs des plantes cultivées, *B. hebetor* se retrouve également sur les lépidoptères ravageurs des denrées stockées. D'ailleurs l'espèce n'est pas bien adaptée aux conditions de champs et réussit mieux dans les silos et les moulins (BAR et al. 1979).

3.3.2.2. - L'hôte du parasite :

L'hôte utilisé est *Corcyra cephalonica* Staint dont les larves préfèrent le mil (PAJNI et al. 1976) même si elles sont capables d'attaquer beaucoup de denrées stockées. Alors que sur le sorgho il n'a pas été possible d'élever *C. cephalonica* en raison d'une forte mortalité des néonates, des développements complets ont été obtenus sur le mil et le sorgho. Les chiffres du tableau XI confirment la préférence du mil sur le maïs même si le taux d'émergence de *C. cephalonica* y est encore faible.

Tableau XI : Observations sur *C. cephalonica* élevé en aboratoire*

SUBSTRAT**	CRITERES Nombre initial d'oeufs	Taux d'émergence des adultes (%)	Délais d'émergence (j)		Sex-Ratio ($\frac{\text{♀}}{\text{♂} + \text{♀}}$)	Ad. Bracon par Larve
			Oeufs---) le Adulte	le adul.---) dernier adulte		
Mil	3 301	20,3	42,5	66,3	0,44	4,23±0,3
Maïs	2 643	2,4	42,7	29,7	0,10	5,5 ±1,2

* Conditions abiot iques : $28^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 32^{\circ}\text{C}$

$60\% \leq H \leq 75\%$

** Des graines entières ont été utilisées.

Une estimation de la fécondité de *C.cephalonica* a été faite à partir de 47 femelles groupées par 3, 4, 5 ou 6 étant donné qu'il n'a pas apparu de différence significative dans la fécondité moyenne de chaque femelle suite à ces regroupements. La fécondité ainsi trouvée est de 103 oeufs par femelle. La fertilité des oeufs calculée sur 4 466 oeufs est de 85,5 %. A partir de ces informations partielles les larves de *C.cephalonica* ont été utilisées pour l'élevage de *B. hebetor*.

3.3.2.3. - Le parasite :

La souche a été prélevée à Nioro où l'élevage du parasite est fait dans les conditions préconisées plus haut. Cette souche sera dénommée (sp_1) dans le texte. En effet, au cours de l'élevage, BHATNAGAR nous a donné une autre souche (sp_2) afin de voir si la biologie de deux souches était la même. Bien que les résultats obtenus ne satisfassent pas notre attente en raison des fortes mortalités, ils peuvent présenter un intérêt dans l'étude des conditions d'élevage.

3.3.2.3.1. - Accouplement :

A partir d'un élevage de masse de sp_1 , le sex-ratio ($\frac{\text{♂}}{\text{♂} + \text{♀}}$) a été calculé sur 454 adultes. Celui-ci est de 0,39 et contrairement à ceux trouvés par BAR et al. (1979) et par DIEME (1985), il montre une plus grande proportion de mâles dans la population. Il nous a paru nécessaire malgré tout de voir dans quelle mesure le mâle de cette espèce peut féconder plusieurs femelles, bien que ROTARY et al. (1973) obtenaient le même sex-ratio que nous.

3.3.2.3.1.1. - Matériels et méthodes :

Après l'émergence, 1 mâle et 5 femelles sont mis dans une boîte contenant un tampon imbibé d'eau sucrée. Au bout de 24 heures, chaque femelle est mise en présence de 2 chenilles de *C.cephalonica* dans une boîte. Le devenir des larves est alors suivi.

3.3.2.3.1.2. - Résultats :

Sur le tableau XII sont portés les résultats obtenus. Chaque répétition est faite avec 5 femelles.

Tableau XI: I : Comportement *in vivo* ponte de *B. hebetor* et évolution.

répétitions	Femelles ayant pondue	Mortalité ovo-larvaire (%)	Mortalité nymphale (%)	Nombre moyen d'adultes par pondueuse	Sex-ratio
1	3	36,4	0,0	2,3	0,28
2	5	54,8	21,4	2,2	0,18
3	4	83,0	0,0	0,7	0,0
4	2	-	0,0	2,0	0,50

Malgré la faiblesse du sex-ratio et sa grande variation, les deux sexes ont été obtenus dans les différentes répétitions 3 à l'exception de la troisième, au cours de laquelle la plus forte mortalité a été enregistrée. En effet ROTARY (1973) rapporte l'influence du cannibalisme et de la mortalité due au superparasitisme qui, en favorisant les mâles pourraient être à l'origine d'un sex-ratio déséquilibré. Ce qui ne ressort pas du tableau est le nombre d'adultes obtenus par femelle à chaque répétition. Dans certains cas, il n'a pas été obtenu de femelles. Compte tenu de la parthénogénèse connue chez de nombreux *Braconidae*, on ne peut pas dire que l'ensemble des femelles ayant pondu ont été fécondées. Ce n'est que dans un maximum de 2 femelles, que nous avons obtenues les 2 sexes, nous permettant de dire que le mâle de *B. hebetor* peut féconder 2 femelles au moins en 24 heures.

3.3.2.3.2. - Etude du parasitisme :

Il s'agit de voir Lt: nombre de larves de *C. cephalonica* qu'une femelle de *B. hebetor* est capable de parasiter.

3.3.2.3.2.1. - Matériels et méthodes:

Après l'émergence, les femelles sont mises en accouplement pendant 24 h. Chaque femelle est alors mise en présence de 4 larves de *C. cephalonica*.

3.3.2.3.2.2. - Résultats :

Le tableau XIII fait ressortir l'aptitude des femelles de *B. hebetor* à parasiter plusieurs larves. Dans 15 % des cas, ce sont toutes les 4 larves de l'hôte qui ont été parasitées. Contrairement à notre attente, le nombre maximum de larves qu'une femelle peut parasiter n'a pas été atteint. Il se pourrait en effet que la femelle du parasite soit capable de pondre dans plus de 4 larves. A cela il faudra ajouter l'aptitude de la femelle à paralyser des larves sans y déposer des œufs et que celles là en meurent.

Tableau XIII : Parasitisme de *B. hebetor* sur *C. cephalonica*

LARVES HOTES PARASITES	N = 0	N = 1	N = 2	N = 3	N = 4	TOTAL
Femelles ayant parasité N larves	11	9	10	15	8	53
Nbre total d'adultes	-	24	73	164	144	405
Sex-ratio	-	0,42	0,38	0,35	0,33	0,35

3. 3. - Biologie comparée des 2 espèces de *Bracon* :

Comme précisé plus haut, les résultats portés au tableau XIV ne le sont qu'à titre indicatif en raison de la mortalité très élevée. Pour cette raison, ils méritent peu de commentaires. L'identité observée sur les durées de développement des différents stades explique leur absence du tableau. Néanmoins, on peut noter :

- une grande variation d'une génération à l'autre
- un sex-ratio de la sp₂ qui semble plutôt être en faveur des femelles
- une présence massive de mâles dans les 2 cas à la 5ème génération.

Dans le cas où une forte mortalité n'avait pas été notée, des idées pourraient être avancées pour expliquer ces chiffres.

Tableau XIV : Parasitisme et développement de *Bracon* spp.

CRITERES GÉNÉRATIONS	Aptitude à 7.a ponte*	fécondité	Mortalités				Adultes par femelle pondeuse	Sex- ratio	
			Oeufs	Larves	Nym- phes	Total			
sp ₁		-		53,2	15,2	-	2,6	0,40	
	II	10,5	27,5	20,1	0,0	42,1	6,0	0,34	
	III	11,2	25,0	48,2	16,1	67,4	3,6	0,28	
	IV	85,7	4,8	20,7	67,4	13,3	77,6	1,1	0,69
	V	90	8,77	41,7	22,8	9,8	59,5	3,5	0,06
sp ₂	I	-	-	48,4	3,4		7,0	0,68	
	II	10,7	32,2	11,0	0,0	39,7	6,4	0,52	
	III	7,3	46,2	26,7	0,0	60,6	2,9	0,50	
	IV	12 larves/20 ont donné des larves à Jo + 5		-	-	-		4,6	
	V	50	2,5	50,0	28,2	10,7		2,5	0,16

Conclusions.

De ces observations il ressort que le mi.1 convient mieux que le sorgho et le maïs pour l'élevage de *C. cephalonica*. Etant donné que les conditions de la salle d'élevage ne sont pas satisfaisantes, des mortalités très élevées de l'hôte et du

parasite ont été trouvées cependant. Il est nécessaire de reprendre ce travail dans de meilleures conditions afin d'obtenir des résultats permettant de justifier l'intérêt de produire le parasite au laboratoire pour augmenter efficacement les populations naturelles. Notons d'ores et déjà que les résultats obtenus par DIEME (1985) indiquent une bonne adaptation du parasite à l'hôte dans certaines conditions.

3.4. - RESISTANCE VARIETALE A *R. ALBIPUNCTELLA* :

Introduction :

A partir des travaux menés sur les insectes du mil de 1973 à 1977 par VERCAMBRE, celui-ci signale en 1982 que les plus importants furent sans conteste les chenilles des chandelles. Depuis 1976, les travaux de NDOYE sur le groupe ont confirmé cette observation que l'auteur explique par les modifications des conditions abiotiques dues au manque de pluies qui ont donné à ces ravageurs une importance régionale. En raison de la brièveté de l'apparition de ces insectes et de la faible rentabilité de la culture du mil dans nos régions, il fallait, dans le cadre de la lutte intégrée, s'intéresser à la résistance des variétés de mil aux attaques des chenilles des chandelles et *R. albipunctella* en particulier. C'est dans ce cadre que s'inscrit le présent travail.

3.4.1. - Matériels et méthodes :

Huit (8) variétés de mil hâtif ont été fournies par le sélectionneur. L'essai a été implanté à Bambey dans un bloc complet randomisé. Les observations sur *R. albipunctella* ont été faites conformément aux recommandations du CILSS, par souci d'harmonie (voir Annexes). Des fauchages et des dissections de tiges ont été faits au cours du développement de la plante afin d'apprécier l'entomofaune du mil. Les variétés qui sont : Souna 3, IBV 8001, IBV 8004, GAM 8203, GAM 8301, GAM 8205, HKP et CIVIT, ont été semées le 15 Juillet 1985.

3.4.2. - Résultats et discussion :

3.4.2.1. - Ravageurs de la plante :

Suite aux observations régulières et au fauchage effectué sur les parcelles 30 jours après semis, il est apparu que peu de ravageurs de la plante ont été présents pendant le développement végétatif. A l'exception de quelques attaques sur les feuilles dues à *Lema* sp. et des mines d'*A. ignefusalis*, aucun dégât d'insectes n'a mérité qu'on lui porte une attention. Des Chloropidae ont été récoltés lors des dissections mais les dégâts qu'ils ont occasionnés étaient peu importants voire même nuls. A cause du retard de l'apparition d'*Acigona* (cf. Dynamique des populations), les dissections de tiges de cet essai ont eu lieu tard (75 JAS), suite à une présence massive de larves dans les tiges de mil.

Les résultats de ces dissections sont portés au tableau XV , Ils attestent de l'importance des foreurs des tiges et de l'identité des niveaux d'attaques sur l'ensemble des variétés . Même si *A. ignefusalis* a été responsable de la quasi totalité des galeries, d'autres foreurs ont été trouvés lors de ces dissections. Il s'agit essentiellement de Chloropidae dont l'action tout autant que celle d'*A. ignefusalis* n'a pas été importante en raison du stade du mil pendant l'attaque.

De même que le pourcentage d'attaques, le nombre de larves par 25 tiges est identique sur les différentes variétés à l'exception de IBV 8001 sur laquelle un nombre de larves significativement plus élevé et moins de mines vides ont été trouvés. Sachant qu'une accélération du développement larvaire peut être à l'origine de galeries vides, en raison de l'émergence des adultes au moment du contrôle, l'appétibilité de la variété et sa capacité à supporter une population importante de mineuses (tolérance) semblent plus à mesure d'expliquer ces résultats.

3.4.2.2. Ravageurs des épis :

L'évolution des attaques et les pertes de rendement dues à ces ennemis sont portées aux tableaux XVI, XVII et XVIII. Le contrôle d'*Heliothis* était fait à 50% floraison et 30 jours.

Depuis la ponte de *Raghuva* sur les épis jusqu'au départ des chenilles pour se chrysalider , on note une diminution de l'attaque . Ainsi d'un pourcentage d'épis ayant reçu des pontes de l'ordre de 70, on se retrouve avec un pourcentage d'épis attaqués à 30 jours après 50% floraison de l'ordre de 20%. Cette diminution à un taux comparable pour toutes les variétés est due aux facteurs de mortalité connus lors du développement ovarien des insectes (facteurs biotiques et abiotiques). C'est ainsi que les différences observées dans le dépôt des oeufs; de *Raghuva* persistent. Le Souna 3 et GAM 8205 semblent se distinguer de toutes les variétés quant au pourcentage d'attaques autant par *Raghuva* sp. que par *Heliothis* sp., la première variété, en raison du niveau relativement bas des attaques et la seconde en raison de leur importance. Le nombre de larves de *Raghuva* par épis reste cependant comparable sur toutes les variétés. Quant à *Heliothis*, le pourcentage d'attaque de Souna 3 par ce ravageur est plus faible ainsi que le nombre de larves par 25 épis. Ce qui signifie tout de même une certaine résistance de l'épi de Souna 3 à *Heliothis*; il s'agit vraisemblablement d'une résistance type antibiose.

Le niveau général des attaques de *Raghuva* (nombre de mines par épi attaqué x % épis attaqués) évolue dans le même sens que le pourcentage d'attaque en raison de l'identité du nombre de mines par 25 épis. Les différences sont

Tableau XV : Niveau d'attaques des foreurs de tiges sur différentes variétés de mil

Variétés	% de levée	Nbre de tiges observées	Tiges minées					Mines vides (%)
			Total (%)	A. ignefusalis		Autres foreurs		
				% tiges	L./25 tiges	% tiges	L./25 tiges	
Souna 3	89,8	243	89,3	88,0	96,5	12,9	3,2	11,9
IBV 8001	78,3	272	93,0	94,9	134,7	16,2	4,1	5,5
IBV 8004	96,9	248	89,5	84,2	97,5	19,4	4,8	15,7
GAM 8203	94,8	275	88,0	81,8	82,5	12,4	3,1	19,0
GAM 8301	97,4	258	90,3	84,9	93,4	14,2	3,5	15,4
GAM 8205 (H ₉ -127)	96,5	277	92,8	82,9	85,1	14,0	3,5	17,1
HKP	95,4	178	80,9	81,2	92,4	7,6	1,9	20,1
CIVT	79,6	209	73,7	87,7	87,5	29,2	7,3	14,9

Tableau XVI: Evolution et importance des attaques des ravageurs des épis de mil

VARIETES	Raghuva					Heliothis		
	épis ayant reçu des oeufs (%)	50% El. + 15j		50% fl. + 30j		Nbre de Chrysalides par 10 m ²	épis attaqués (%)	Nbre de larves/25 épis
		Epis attaqués (%)	L./25 épis attaqués	Epis attaqués (%)	Mines/25 épis attaqués			
Souna 3	53,2	16,0	33,1	8,4	36,9	0	18,0	5,7
IBV 8001	69,2	28,8	32,6	22,0	35,0	1	44,0	18,5
IBV 8004	67,2	30,8	37,9	16,8	35,1	1	52,0	22,0
GAM 8203	68,8	39,2	34,4	20,0	34,0	2	44,8	20,3
GAM 8301	67,2	35,6	30,3	18,0	32,2	2	46,4	18,6
GAM 8205	70,4	36,8	31,5	30,0	31,0	2	60,4	28,6
HKP	66,0	23,6	31,3	17,2	30,8	1	29,2	11,9
CIVT	69,2	22,8	35,5	16,4	31,1	0	34,4	14,8

Tableau XVII: Eléments d'évaluation des pertes dues à *R. albipunctella* sur différentes variétés de mil.

VARIETES	Poids de 10 épis (g)				Poids de 1000 grains (g)	
	Sains		Attaqués		Epis Sains	Epis Attaqués
	Avant battage	Après battage	Avant battage	Après battage		
Souna 3	710,28	429,88	620,36	385,34	8,22	8,03
IBV 8001	563,36	380,40	410,94	332,50	9,22	9,62
IBV 8004	592,84	388,16	541,60	341,40	9,63	8,43
GAM 8203	525,50	344,64	459,40	281,58	9,01	8,80
GAM 8301	615,62	398,92	529,34	326,04	8,42	8,22
GAM 8205	409,56	260,90	353,16	208,80	8,61	8,02
HKP	635,50	442,14	578,10	376,92	11,81	10,43
CIVT	658,28	428,22	572,92	356,60	10,64	10,63

Tableau XVIII: Niveau d'attaques des ravageurs des épis et pertes dues à *R. albipunctella*

Variétés	Niveau général d'attaques		Perte de rendement (%) ***
	Raghuva *	Heliothis **	
Souna 3	12,4	22,8	10,4
IBV 8001	30,8	74,0	12,6
IBV 8004	23,6	88,0	12,0
GAM 8203	27,2	81,2	19,9
GAM 8301	23,2	74,4	14,7
GAM 8205	37,2	114,4	18,3
HKP	21,2	47,6	18,3
CIVT	20,4	59,2	16,7

* Nombre de mines par épi attaqué X % d'épis attequés

** Nombre de larves par 100 épis

*** calculé à partir de 50 épis attequés par *R. albipunctella* et 50 épis non attequés, de même taille et de remplissage identique

exagérées mais ce critère rend mieux l'importance des attaques. GAM 8205 est la variété la plus attaquée suivie de IBV 8001 et de GAM 8203. Souna 3 est la moins attaquée, et le niveau d'attaques par *Raghuva* est comparable sur IBV 8004, GAM 8301, HKP et CIVT.

La perte de rendement occasionnée par les attaques de *Raghuva* traduit la capacité des différentes variétés à supporter les attaques de ce ravageur. Ainsi à niveaux d'attaques comparables, on aboutit à des pertes de rendement différentes et vice-versa. La classification des variétés en fonction de leur capacité à réagir aux attaques de *Raghuva* est la suivante. Le chiffre indique au regard des variétés est la perte provoquée par 1% d'attaques.

Tableau XIX : Classification des variétés de mil en fonction de leur réaction vis à vis des attaques de *R. albipunctella*.

RANG	VARIETES	NOTE
1	IBV 8001	0,83
2	GAM 8205	0,98
3	IBV 8004	1,03
4	GAM 8301	1,27
5	GAM 8203	1,45
6	CIVT	1,64
7	SOUNA 3	1,69
8	HKP	1,72

Même si le pourcentage d'attaques a été élevé sur GAM 8205 et IBV 8001, ces deux variétés semblent présenter une certaine tolérance aux attaques de *Raghuva*. En cas de fortes attaques, ces variétés pourraient être très intéressantes en raison de leur aptitude à supporter relativement bien des pourcentages d'attaques de *Raghuva* élevés.

Alors que la résistance du Souna 3 serait probablement due à une non préférence pour la ponte, il serait question pour GAM 8205 et IBV 8001, d'une tolérance. La forte réduction du pourcentage d'attaque entre 50% floraison + 15 jours et 15 jours plus tard sur IBV 8004, GAM 8203 et GAM 8301 pourrait s'expliquer par une antibiose, défavorable au développement des larves de *Raghuva* sur ces variétés.

Conclusions :

Malgré le peu de matériel utilisé, ce travail a permis de noter plusieurs types de résistance du mil à *R. albipunctella*. En plus de la non préférence

pour la ponte et de l'antibiose, certaines variétés sont tolérantes aux attaques de ce ravageur. Cette diversité présente un double intérêt :

- le sélectionneur a plusieurs possibilités pour l'amélioration de ces entrées.
- Il est possible de proposer des variétés différentes en fonction des risques d'infestation par *R. albipunctella*. Les variétés tolérantes seraient ainsi conseillées si le risque est élevé.

3.5. - LUTTE INTEGREE :

Les méthodes de lutte exposées ci-dessus font apparaître chacune des possibilités. Mais en raison des contraintes liées à leur application, pour les unes, des inconvénients des autres et des limites de toutes, aucune de ces méthodes ne permet à elle seule une protection certaine et durable des plantes. C'est suite à une combinaison raisonnée de ces méthodes qu'on aboutira à une telle protection.

A partir de cette démarche on comprend les exigences de la lutte intégrée qui nécessite à terme non seulement la connaissance parfaite des différentes méthodes mais aussi celle de l'agroécosystème.

Le travail présenté dans ce document s'inscrit dans la recherche de méthodes efficaces et rentables de protection du mil et du niébé contre les insectes. Cela passe nécessairement par la connaissance des ravageurs, des fluctuations des populations en fonction des conditions climatiques et de l'ensemble des méthodes susceptibles d'assurer une certaine protection des cultures.

De l'étude de la dynamique des populations, il ressort ce qui suit :

- *A. ignefusalis* a eu 2 vols dont le premier est apparu très tardivement ;

- *R. albipunctella* qui a eu 2 vols en 1984 en raison de la répartition des pluies est revenu au monovoltinisme ;

- Après 8 ans de bivoltinisme voire même de trivoltinisme d'*A. moloneyi*, un seul vol d'adultes important a été noté aux pièges lumineux cette année.

Quant aux différentes méthodes de lutte, quelle que soit celle utilisée, il convient de disposer au préalable de connaissances suffisantes sur le ravageur à combattre, les dégâts qu'il occasionne et sa réaction aux conditions biotiques et abiotiques.

La lutte chimique par les traitements des semences de mil n'est pas apparue d'un intérêt économique certain dans la zone de Bambey en raison du faible niveau des populations de ravageurs en début de culture.

Il importe cependant d'approfondir la question à cause de l'augmentation du nombre de ravageurs et des pourcentages d'attaques en cas d'utilisation de doses élevées de Marshal. Il en est de même pour l'utilisation de certains produits chimiques dans des zones écologiques différentes. L'effet de ces produits sur le développement des ravageurs et des plantes en général, du niébé en particulier doit être étudié.

Quant à la lutte biologique, elle doit aller encore plus loin dans son dépassement de l'inventaire des auxiliaires. L'évaluation de l'efficacité des ennemis naturels et l'augmentation de leurs populations suite à des multiplications d'agents indigènes ou exotiques doivent être les priorités malgré la nécessité de poursuivre l'inventaire.

L'étude de la résistance variétale du mil a permis de mettre en évidence l'intérêt de l'IBV 8001 dans la lutte contre *R. albipunctella*. Cette variété sur laquelle le taux d'attaque n'est pas le moindre, présente une certaine tolérance aux attaques du ravageur. L'ensemble des variétés utilisées a permis d'explorer la non préférence pour la ponte, l'antibiose et la tolérance.

A partir de ces observations, il apparaît clairement ce que devra être la recherche entomologique du mil et du niébé dans le but du maintien des populations de ravageurs à des seuils tolérables, par la lutte intégrée. Ceci suppose que les opérations suivantes soient développées :

- Le suivi constant de l'entomofaune des cultures, en raison des modifications des conditions climatiques dont dépendent en partie l'apparition et/ou le développement des ravageurs. Le piègeage lumineux sera complété par des observations régulières sur les cultures dans le but d'établir une relation entre le nombre d'adultes capturés et le nombre de larves présentes sur la culture . L'appréciation des conditions abiotiques est indispensable à la compréhension des phénomènes qui seront observés.

- Le screening des pesticides devra être poursuivi et complété , au moins, par l'étude des effets indirects des produits sur les plantes et leur toxicité vis à vis du consommateur.

- La poursuite de l'inventaire des ennemis naturels et la recherche de moyens biologiques de lutte efficaces contre les ravageurs : l'appréciation à sa juste valeur de l'efficacité des ennemis présents dans l'agroécosystème et l'étude des facteurs limitants est un préalable à toute opération d'envergure. Après l'évaluation des besoins, l'encouragement des populations d'auxiliaires autochtones devra être complété par l'introduction d'agents exotiques.

- La résistance variétale devra être poursuivie en collaboration avec les sélectionneurs et les autres disciplines, en particulier celles de la défense des cultures.

- L'étude de moyens permettant l'élevage en masse des insectes : un tel travail a plusieurs objectifs dont la connaissance de la biologie, l'écologie et l'éthologie des ravageurs. La production en masse de ces ravageurs autant, pour l'étude de la résistance variétale que pour la production d'auxiliaires, est une nécessité dans l'optique de la lutte intégrée.

BI BLI O G R A P H I E

- ALLEN, D.J. ; DAME, P. VAN, 1981 - On thrips transmission of cowpea (yellow) mosaic virus.
Tropical Agriculture 58(2) pp. 181-184
- APPERT, J. 1957 - Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan.
 Couv. Gén. de l'AOF - 272 p.
- " 1963 - Faune parasitaire des produits vivriers en République du Sénégal.
 Rapport de mission du 4 septembre au 8 octobre 1963 - 38 p.
- " 1964 - Faune parasitaire du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.
 = *Vigna catjang* (Burn) Walp. en République du Sénégal.
Agro. Trop. n° 10 pp 788-799.
- EAR, D. ; GERLING, D. ; ROSSLER, Y. 1979 - Bionomics of the principal natural enemies.
 attacking *Heliothis armigera* in cotton fields in Israel.
Env. Entomol. 8 (3) pp. 468-474.
- BHATNAGAR, V.S. 1983 - Programme de lutte biologique ✓
 Laboratoire de Nioro du Rip. Rapport d'activité (Juin-Octobre 1982)
 28 p.
- " 1984 - Programme de lutte Biologique. Laboratoire d'entomologie de
 Nioro du Rip. Rapport d'activité (Nov. 1982 - Octobre 1983) 77 p.
- " 1985 - Programme de lutte biologique. Laboratoire d'entomologie de
 Nioro du Rip. Rapport technique (Nov. 1983 - Déc. 1984). 58 p.
- BRENIERE, J. 1967 - Problèmes entomologiques du niébé et des graminées de grande
 culture. Rapport de mission du 31.08 au 15.10.1967. 38 p ;
 IRAT/PARIS.
- CHABOUSSOU, F. 1980 - Les plantes malades des pesticides. Bases nouvelles d'une
 prévention contre maladies et parasites.
 Ed. DEBARDS. 271 p.
- DIEME, E. 1985 - Aperçu sur la biologie de *Bracon hebetor* Say parasite de *Raghuva
 albipunctella* de Joanis et *Ephestia Kuenhiella* zell. Réunion Technique
 Annuelle des Groupes de Travail, Projet CILSS de Lutte Intégrée.
 Ouagadougou (Burkina Faso), 25 Février - 1er Mars 1985. 4 p.
- EZUEH, M.I, 1982 - Nature and significance of preflowering damage by thrips to cowpea.
Ent. Exp. App. 29 (3) pp. 305-312.

- GAHUKAR, H.T. 1981 - Biological control of insect pests of sorghum and pearl millet in West Africa.
International conference on Biological control of pests : its potential in West Africa, Dakar, Sénégal 9-13 Février 1981 15 p.
- " 1983 - Entomologie des Mils et Sorghos.
in Rapport Technique Annuel. Projet CILSS de Lutte Intégrée. 21p.
- " 1984 - Insect pests of pearl millet in West Africa : a review *Tropical Pest Management* 30 (2) pp. 142-147.
- HARRIS, K.M. 1962 - Lepidopterous stem borers of cereals in Nigeria *Bull. Entomol. Res.* 53 pp. 139-173.
- NDOYE, M. 1976 - Situation des recherches sur les parasites entomologiques des Légumineuses à graines (Niébé, Arachide) au Sénégal. Symposium international sur les déprédateurs des légumineuses à graines 8-13 Nov. 1976, IITA Ibadan - Nigéria 17 p.
- " 1977 - Synthèse de quelques résultats sur les insectes foreurs des mils et sorghos au Sénégal.
Doc. multigraphié ISRA - 9 p.
- " 1978a - Entomologie du mil - Synthèse des activités 1977.
Doc. multigraphié ISRA - 5 p.
- " 1978b - Données nouvelles sur la biologie et l'écologie au Sénégal de la chenille poilue du niébé (*Amsacta moloneyi*) Dr. Lepidoptera, Arctiidae. 1 Voltinisme et dynamique des populations
Cahier ORSTOM, sér. Biol. 13 (4) pp. 321-331.
- " 1979 - L'entomofaune nuisible au mil à chandelle (*Pennisetum typhoides*) au Sénégal. Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical.
Marseille 13-16 Mars 1979 17 p.
- " 1980 - *Goniozus procerae* Risbec (Hyménoptère, Bethyridae).
Ectoparasite larvaire d'*Acigona ignefusalis* (Lepid. Pyralidae crambinae)
Doc. multigraphié ISRA 6 p.
- " 1981 - Contribution à la connaissance de la biologie d'*Acigona ignefusalis* Hmps. (Lépidoptère, Pyralidae, Crambinae), foreur de la tige de mil au Sénégal. Doc. multigraphié ISRA - 25 p.
- NWANZE, K.F. 1981 - Stern - borers of cereals in Sahelian West Africa relative importance and control.
International conference on Biological Control of pests : its potential in West Africa. Dakar Sénégal 9-13 Février 1981 - 9 p.

- PAJNI, H.R. ; ROSE, H.S. ; GILL, K.M. 1979 - Some observations on the biology of *Corcyra cephalonica* Staint. (Lep. Galleriidae)
Research Bulletin of the Panjab University, Science (1976 publ. 1979) 27 (3/4) pp.222-224.
- RISBEC, J. 1950 - La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français
 Gouv. Gén. AOF - 498 p.
- " 1960 - Les parasites des insectes d'importance économique en Afrique tropical et à Madagascar *Agro. Trop.* 25 (6) pp. 624-656.
- ROTARY, N. ; GERLING, D. 1973 - The influence of some external factors upon the sex-ratio of *Bracon hebetor*. *Env. Entomol.* 2pp. 134-148.
- VERCAMBRE, B. 1982 - Les chenilles des chandelles (*Raghuva spp*, *Masalia nubila* Hmps. *Nubila* Lepidoptera, Noctuidae) importants ravageurs du mil en zone sahélienne. Thèse de Docteur Ingénieur - Paris Sud.

AN NE : XES

--~==--~==--~==--

RAGHUA SPP

ECHANTILLONNAGE *

A. IMPLANTATION D'ESSAI EN CHAMP D'EXPERIMENTATION (Station ou champ paysan.

Essai à 5 répétitions. La parcelle élémentaire mesure 20 X 10 m ou 10 X 10 m en fonction de l'écartement du semis et de l'homogénéité du terrain.

- Choisir 5 lignes, n^os paire par parcelle élémentaire.
- Etiqueter 50 épis principaux (10 sur chacune des 5 lignes; si le nombre ne peut être atteint sur la ligne paire, il sera complété par des épis pris sur la ligne impaire voisine) de même date d'épiaison pris au hasard.

1. Echantillonnage des pontes (oeufs)

1.1. **Taille de l'échantillon:** 10 épis par ligne et 5 lignes par parcelle élémentaire. Soit 50 épis au total, par répétition.

1.2. Fréquence de l'échantillonnage : 1 fois
7 jours après la sortie de 5 cm de l'épi au-dessus de la gaine de l'épi.

1.3. Observation : noter la présence ou l'absence d'oeufs sur l'épi.

2. Echantillonnage des larves et des mines.

2.1. Taille de l'échantillon : 10 épis par ligne et 5 lignes par parcelle élémentaire. Soit 50 épis marqués.

2.2. Epoques de l'échantillonnage

1° 15 jours après 5.0 % floraison (larves et mines)

2° 30 jours après 50 % floraison (uniquement les mines).

2.3. **Observations:** 3 types:

a) noter le taux d'infestation, qui est le nombre d'épis attaqués.

b) nombre de mines, qui correspond au niveau de l'attaque selon l'échelle suivante:

0 . pas de mine

1 : 1 mine par épi

2 : 2 à 3 mines par épi

3 : 4 à 8 mines par épi

4 : plus de 8 mines par épi.

N.B.: on ne compte que les mines ayant au moins 1 cm de long.

c) Population larvaire (nombre de larves par épi).

3. Echantillonnage des chrysalides

3.1. Taille de l'échantillon: Prendre au hasard 5 endroits dans chaque parcelle (endroit: 2 m X 1).

Creuser le sol à une profondeur de 30 cm et collecter les chrysalides à l'aide de tamis.

3.2. Fréquence de l'échantillonnage: 2 fois

- Première observation durant le mois qui suit la récolte du mil.
- Deuxième observation durant le mois qui précède l'hivernage suivant.

3.3. Observations: Dénombrer les chrysalides.

B. SONDAGE DANS LES CHAMPS PAYSANS

- Choisir au moins 4 champs paysans
- Adopter la même méthode d'échantillonnage mais sans répétition de parcelles.
- Pour l'échantillonnage des chenilles, les observations pourraient être faites 15 jours après 50 % de floraison, si elles n'ont pas pu être effectuées 15 jours après le début de la floraison. (l'indiquer sur la fiche d'observation).