

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



O.R.S.T.O.M.

ECOLOGIE ET BIOLOGIE
DE *ELDANA SACCHARINA*,
BORER DU MAÏS EN CÔTE D'IVOIRE.



RAPPORT DE STAGE

PRÉSENTÉ PAR
BINSO LOULE C.

SOUS LA DIRECTION
DE
M. PAUL COCHEREAU

LABORATOIRE D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE — ORSTOM
BOUAKÉ — R.C.I.

SEPTEMBRE 1979

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I GENERALITES	3
1.LE milieu naturel	3
1.1. Données climatiques	3
1.2. Les sols de Côtes d'Ivoire	5
2.Les régions de culture du maïs en Côte d'IVOIRE	5
3.La plante	11
3.1 Considérations générales	11
3.2 Le cycle de développement	12
3.3 Variétés	14
4. Parcelles expérimentales et pratiques culturales	15
CHAPITRE II QUELQUES DONNEES SYSTEMATIQUES ET BIOLOGIQUES	
SUR <u>Eldana saccharina</u>	24
1. Systématique	24
1.1 Imago	24
1.2 Description de la ponte et des oeufs	28
1.3 La larve	31
1.4 La nymphe	32
2. Biologie	34
2.1 Matériel biologique	34
2.2 Méthodes d'élevage	34
2.3 Le développement des oeufs	40

2.4 Le développement des larves	44
2.5 Comportement des larves dans le milieu artificiel	46
2.6 La mortalité larvaire	46

CHAPITRE III ECOLOGIE DES POPULATIONS DES BORERS DES

TIGES DE MAIS EN COTE D'IVOIRE	51
1.1 Distribution géographique des ravageurs	51
1.2 Les plantes hôtes	56
2. Méthodes d'échantillonnage	56
2.1 Prélèvements au hasard des tiges de maïs et dissection	56
2.2 Les bouteilles appâtées	58
3. Symptômes d'attaques et éthologie larvaire	60
3.1 Attaques dues à <u>Eldana saccharina</u>	60
3.2 Attaques dues à <u>Sesamia</u>	61
3.3 Conclusion	64
4. Les fluctuations des populations d' <u>Eldana saccharina</u> <u>sesamia calamistis</u> , <u>S. botanephaga</u>	66
4.1 Fluctuations des populations des foreurs en fonction du stade phénologique de la plante	66
4.2 Fluctuations des populations des foreurs en fonction du cycle de culture	74
4.3 Fluctuations des populations en fonction de la localisation géographique et conclusion	78

CHAPITRE IV LES FACTEURS DE REDUCTION NATURELS DES

POPULATIONS DES FOREURS DE MAIS	85
1. Les parasites d' <u>eldana saccharina</u>	

1.1 Parasites connus en Afrique	86
1.2 Parasites en Côte d'Ivoire	86
2. Les prédateurs	96
2.1 Les fourmis	96
2.2 Les forficules	97
2.3 Les autres prédateurs	102
3. Le rôle du climat	102
CHAPITRE V POSSIBILITES DE LUTTE	107
1. Lutte chimique	110
1.1 Résultats et discussion	111
1.2 Pertes à la récolte	126
1.3 Rentabilité du traitement	128
1.4 Conclusion	130
2. Variétés résistantes ou tolérantes	131
2.1 Résultats et discussion	132
3. Pratiques culturales	138
3.1 Choix de la période de culture	138
3.2 Rotation des cultures	139
3.3 Destruction des chaumes ou des pieds	139
4. La lutte intégrée	140
CHAPITRE VI INVENTAIRE SUCCINCT DES AUTRES BORERS DU	
MAIS EN COTE D'IVOIRE	143
1. <u>Busseola fusca</u> (Noctuidae)	143
1.1 Distribution géographique	143
1.2 Plantes hôtes	144

1.3 Description sommaire	144
1.4 Biologie	145
1.5 Ecologie des populations	145
2. <u>Mussidia nigrivenella</u> (?)	154
2.1 Description sommaire	154
2.2 Dégâts	155
2.3 Influences du cycle de culture et de la variété	155
2.4 Influence du traitement chimique	158
3. <u>Cryptophlebia leucotreta</u>	160
3.1 Description sommaire de l'espèce	160
3.2 Distribution géographique et plantes hôtes	160
3.3 Dégâts	161
CONCLUSION GENERALE ET DISCUSSION	163
BIBLIOGRAPHIE	165

I N T R O D U C T I O N

=====

Tant que les cultures se limitaient aux exploitations réduites, il s'établissait un équilibre biologique entre les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels (prédateurs et parasites) ; les populations des premiers étant alors bien gérées par celles des seconds, maintenues dans des limites convenables, les dégâts ne sont pas catastrophiques.

int. dit. Mais, les besoins alimentaires et industriels augmentant, on a été amené à développer les cultures (riz, maïs, blé, canne à sucre..) sur de très grandes surfaces. Les ravageurs dans ces conditions, disposant d'une nourriture abondante se multiplient plus vite que leurs ennemis ; l'équilibre ainsi rompu favorise la pululation des parasites.

L'utilisation non raisonnée, abusive des produits toxiques, tuant sans distinction ravageurs et ennemis naturels, contribue à rompre également l'équilibre biologique.

Actuellement les insectes sont responsables de la perte d'un pourcentage important de la production mondiale de céréales. leur étude est devenue une nécessité.

Il nous a été confié d'étudier les foreurs du maïs en Côte d'Ivoire et particulièrement Eldana saccharina. Les foreurs du maïs sont des insectes, lépidoptères, dont les larves (chenilles), vivent à l'intérieur de la tige de la plante se nourrissant de la moelle.

Eldana saccharina vit aux dépens de plusieurs graminées importantes en Afrique : maïs, sorgho, mil, riz et canne à sucre. Le maïs, objet de notre étude, troisième céréale mondiale après le blé et le riz, est une culture importante en Côte d'Ivoire et en Haute Volta. Bien que d'introduction récente en Côte d'Ivoire par les populations du Nord qui trouvent en lui un produit de remplacement du mil ou du sorgho, la production du maïs est en progression constante (8 % par an). Sa répartition géographique est inégale,

les régions du nord et du centre produisent à elles deux 75 à 80 % du total des récoltes.

La presque totalité du maïs est autoconsommé sous diverses formes :

- épis frais : le maïs est récolté avant la maturité au stade laiteux et consommé bouilli ou grillé.
- en farine ou semoule : le grain dur réduit en farine sert à préparer la pâte (tôt), de la bouillie (baya), du couscous (bassi).
- les grains durs germés servent à préparer de la bière (dolo) en remplacement du sorgho.

Une faible proportion est utilisée industriellement dans les centres d'élevage avicoles, porcins et bovins pour l'alimentation du bétail et en brasserie pour la préparation de la bière ; mais l'utilisation industrielle du maïs est peu développée et représente une part réduite de la production.

L'importance des dégâts causés par Eldana saccharina sur le maïs est signalé depuis longtemps mais l'attention que les entomologistes lui portent depuis quelques années en Afrique est due à sa nuisibilité croissante dans les plantations de canne à sucre.

Les recherches et expérimentations sur Eldana saccharina sont principalement réalisées dans les pays africains anglophones où la culture de canne à sucre est d'implantation plus ou moins ancienne (Tanzanie, Ghana, Ouganda, Afrique du Sud). Depuis trois ou quatre ans, les entomologistes étudient sa biologie, son comportement, la dynamique de ses populations, préalable à toute action de lutte.

Notre étude traite d'abord dans le chapitre I des généralités sur le climat en Côte d'Ivoire, les régions de culture du maïs, la plante et les techniques culturales. Dans le chapitre II, nous abordons la taxonomie et la biologie d'Eldana saccharina (avec quelques données comparatives sur Sesamia spp.) ; le chapitre III est consacré à l'étude écologique d'Eldana saccharina. ce chapitre traite également de Sesamia botanophaga qui s'est révélé comme un impor-

tant foreur de maïs en Basse Côte.

Le chapitre IV : les facteurs de réduction nous a permis d'une part d'établir une liste bibliographique des parasites connus des ravageurs puis à partir de nos expériences et observations, donner une liste de la faune entomophages (parasites et prédateurs) de ces foreurs en Côte d'Ivoire ; d'autre part, de voir l'influence du climat sur la réduction des populations.

Les possibilités de lutttes font l'objet du cinquième chapitre. Dans le dernier chapitre, nous avons exposé les autres ennemis, foreurs des tiges et épis de maïs en Côte d'Ivoire.

C H A P I T R E I

GENERALITESI Le milieu naturel1.1 Données climatiques (Fig. 1)

La Côte d'Ivoire, située entre 5° et 11° de latitude nord, et entre 3° et 8° de longitude ouest, se trouve sous l'influence de deux grandes zones climatiques :

- le climat guinéen-forestier à deux saisons de pluies couvrant l'ouest, le sud, le centre et l'est
- le climat soudano-guinéen à saison de pluies unique, pour le nord.

A ces deux zones climatiques correspondent deux types de végétation :

- la forêt au sud
- la savane au nord

et deux types de spéculations agricoles dominantes :

- plantations au sud : café, cacao, hévéa, palmier à huile, cocotier.....
- cultures annuelles au nord : coton, riz, maïs, igname. Il exist cependant des cultures vivrières annuelles dans le sud.

1.1.1. Zones à deux saisons de pluies

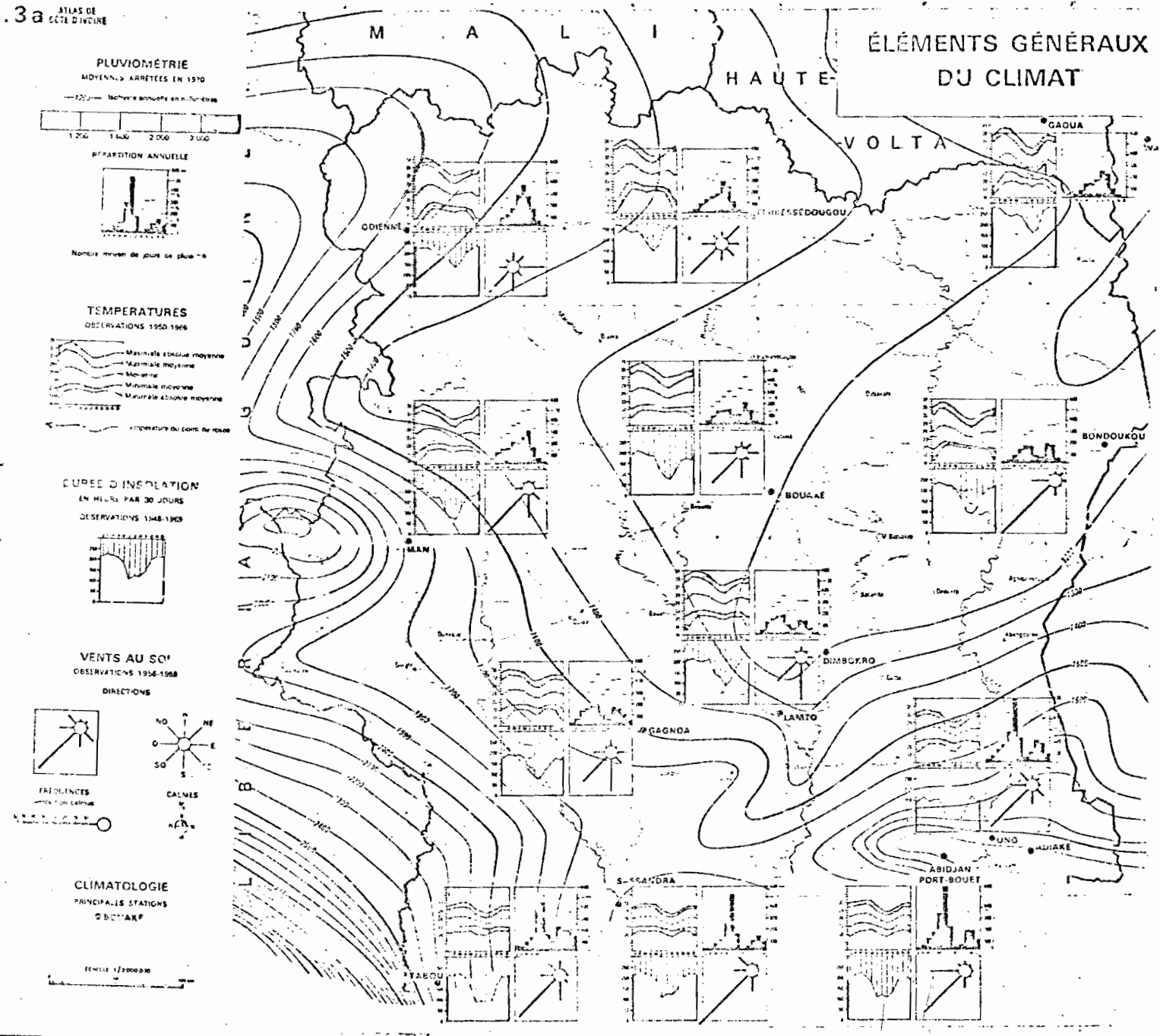
Il y existe une très grande variabilité en hauteur et en répartition. Les précipitations annuelles sont abondantes dans le sud (Gagnoa : 1456 mm), moyennes au centre et nord-est (Bouaké : 1193 mm) et sont réparties en deux saisons de pluies.

- La première saison va de mars à juin ; elle est la plus arrosée mais irrégulière dans le centre avec, souvent, une petite période peu

Fig. 1 : Éléments généraux du climat

(Carte établie par J.C. COMBRES chercheur ORSTOM
avec la collaboration de l'université d'Abidjan).

3a ATLAS DE
CÔTE D'IVOIRE



pluvieuse en mai.

- La deuxième saison des pluies est moins régulièrement pluvieuse dans le sud (septembre à novembre) courte et régulière dans le centre (fin août à fin octobre).

- Températures moyennes mensuelles : 24 à 26°.

1.1.2. Zones à une saison des pluies

Les précipitations annuelles sont réparties en une seule saison. La pluviométrie diminue de l'ouest à l'est (Odienné-Boua : 1600 à 1100 mm). La saison des pluies s'étend de mars ou avril à octobre. Les températures moyennes mensuelles varient entre 26 et 27° c.

La pluviométrie 1978 (Tableaux 1 et 2 ; Fig. 2).

La pluviométrie de l'année 1978 à Bouaké a été assez bonne avec un total annuel de 1049,6 mm, mais il demeure inférieur à la moyenne qui est de 1150 mm. Le mois de mai a été particulièrement pluvieux cette année mais, la petite saison sèche a été bien marquée. Quelques rares pluies de faibles intensité tombent en juillet ; la première quinzaine du mois d'août est sèche comme les autres années mais, en fin août, il n'y a pas un rétablissement régulier des pluies. Le mois de septembre également a été peu pluvieux par rapport aux autres années.

Il y a eu des fortes pluies tardives au mois d'octobre ; ces pluies n'apportent plus rien au maïs du cycle unique mais permettent à celui du second cycle (semis en août à Bouaké) d'atteindre la maturité. A la station de Bouaké, en cas de sécheresse, on procède à une irrigation d'appoint par aspersion.

A Adiopodoumé, en Basse Côte, l'année 1978 a été moins pluvieuse que la moyenne. Le total annuel est de 1682,6 mm sur une moyenne de 2131,2 mm. L'arrosage d'appoint n'étant pas fait sur les parcelles paysannes d'Adiopodoumé, le maïs s'est desséché avant la maturation.

1.2. Les sols de Côte d'Ivoire

Dans le centre et le nord, ce sont des sols ferralitiques

STATION : BOUAKE (I.R.A.T.)
 ANNEE : 1978

Tableau 1 : PLUVIOMETRIE

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
1								4,6	4,6		
2			46,0	32,1	32,7			1,7			
3			5,5	7,1	44,4	8,0		3,5			
4											
5			36,5								
6				1,8	1,2						
7			14,5		24,8						
8			13,7					6,2		15,9	
9			32,0					5,8			
10				11,9	13,6						
11			23,4					1,4			
12			8,1	13,5	5,1						
13			41,0		0,7	5,3					
14			72,0	1,2	9,5			5,2			
15				13,2				2,6			
16				1,6	2,5						
17			2,6		9,0						
18								15,8			
19								54,0	16,7	7,0	
20					3,4			14,2		2,8	
21					12,1			0,5	2,7	57,4	
22			15,8	3,2	21,8			2,5			
23			0,2					15,6			
24				1,7				1,0			
25											
26				4,7	6,2	10,6					
27			33,6	13,6	5,0						
28			2,0		0,5				2,7	26,2	
29			12,7						2,0		1,5
30				1,2							
31			2,5	8,1					17,8		
TOTAL	0	55,7	78,2	233,1	141,5	154,6	38,8	79,3	90,2	150,5	0

Total annuel = 1049,6mm

Tableau 2 : Pluviométrie

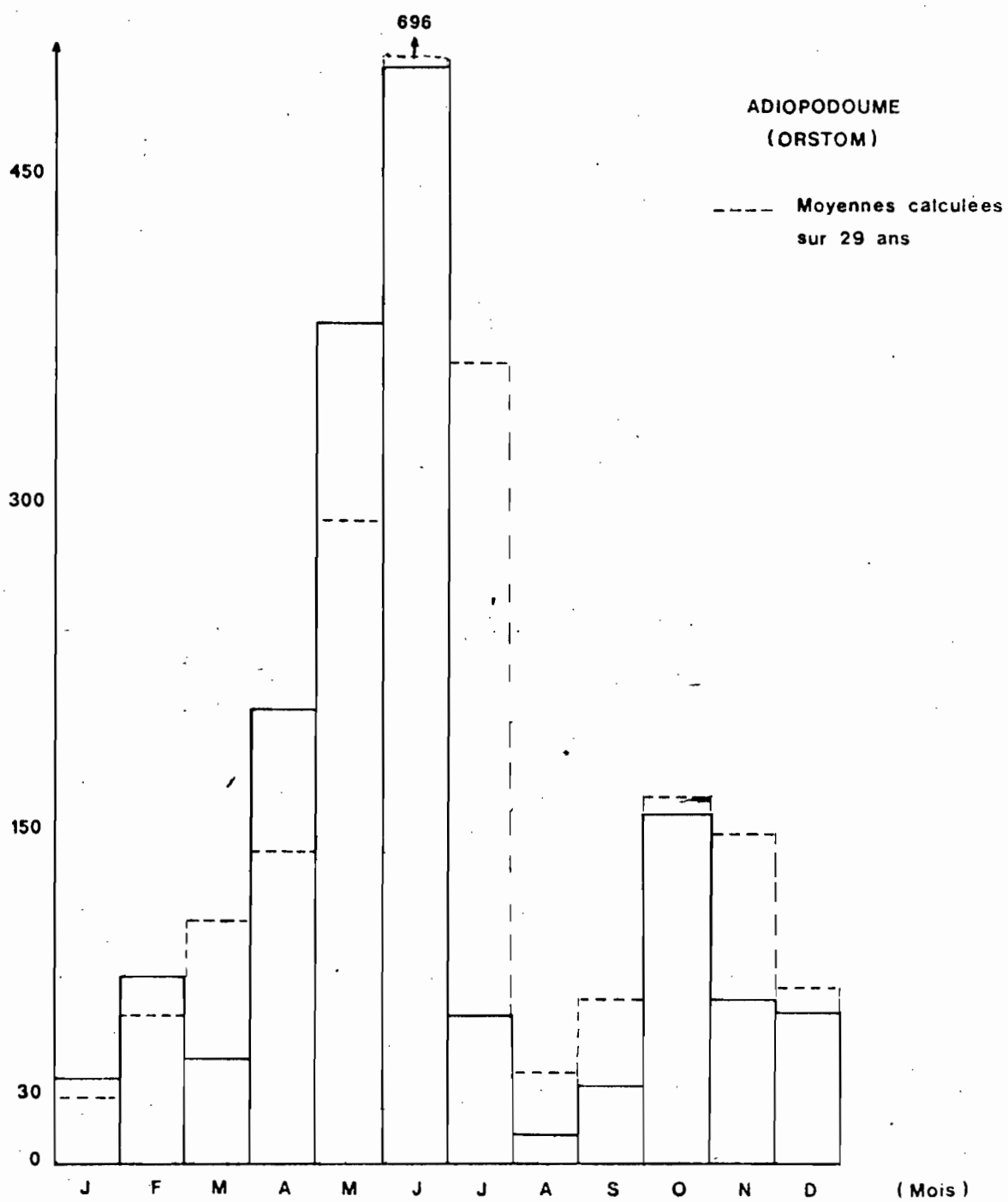
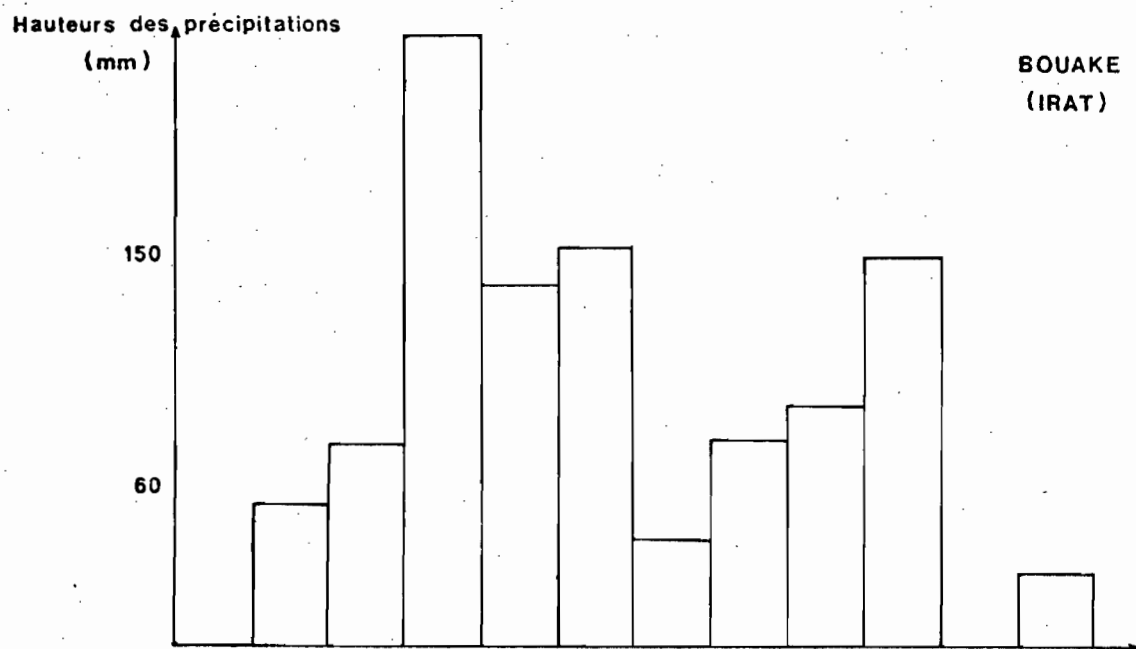
Station ORSTOM d'Adiopodoumé

Mois	Pluviométrie moyenne calculée sur 29 ans	Pluviométrie de l'année 1978	Ecarte
Janvier	29,8	36,1	+ 6,3
Février	66,5	85,4	+ 18,9
Mars	112,2	47,4	- 64,8
Avril	142,6	207,4	+ 64,8
Mai	294,6	382	+ 87,4
Juin	697,9	503,4	-194,5
Juillet	267,6	65	-202,6
Août	42,4	12,7	- 29,7
Septembre	76,9	34,7	-42,2
Octobre	167,4	163,3	- 4,1
Novembre	152,2	73,8	-78,4
Décembre	80 ,1	69,1	11,0

Total annuel 1682,6

Total annuel sur 29 ans : 2131,2

Fig. 2 : PLUVIOMETRIE (1978)



en général moyennement à faiblement désaturés (c'est à dire à capacité d'échange faible due a une quantité de bases échangeables faibles). Au contraire dans le sud, où les quantités de pluies sont très abondantes, les sols sont fortement désaturés en matières fertilisantes.

et les 35% ne comptent pas?

La majorité des sols (65 %) sont issus des granites et leurs principaux caractères sont :

- en surface, sur l'épaisseur de l'horizon labouré, la texture est moyenne à grosssière, les teneurs en argile varient de 15 à 25 %, les teneurs en sables à dominance grosssière, de 50 à 70 %.

- sous l'horizon labouré, la texture est plus fine, avec environ 25 à 40 % d'argile.

- les éléments grossiers, graviers et cailloux de quartz, et concrétions ferrugineuses, sont souvent nombreux. Il peuvent atteindre 20 à 25 % en poids de l'horizon de surface et dépasser 60 % en profondeur.

Les caractéristiques physiques font que ces sols ont en général une réserve en eau utile faible, de l'ordre de 50 mm, ce qui met la culture de maïs à la merci des aléas climatiques.

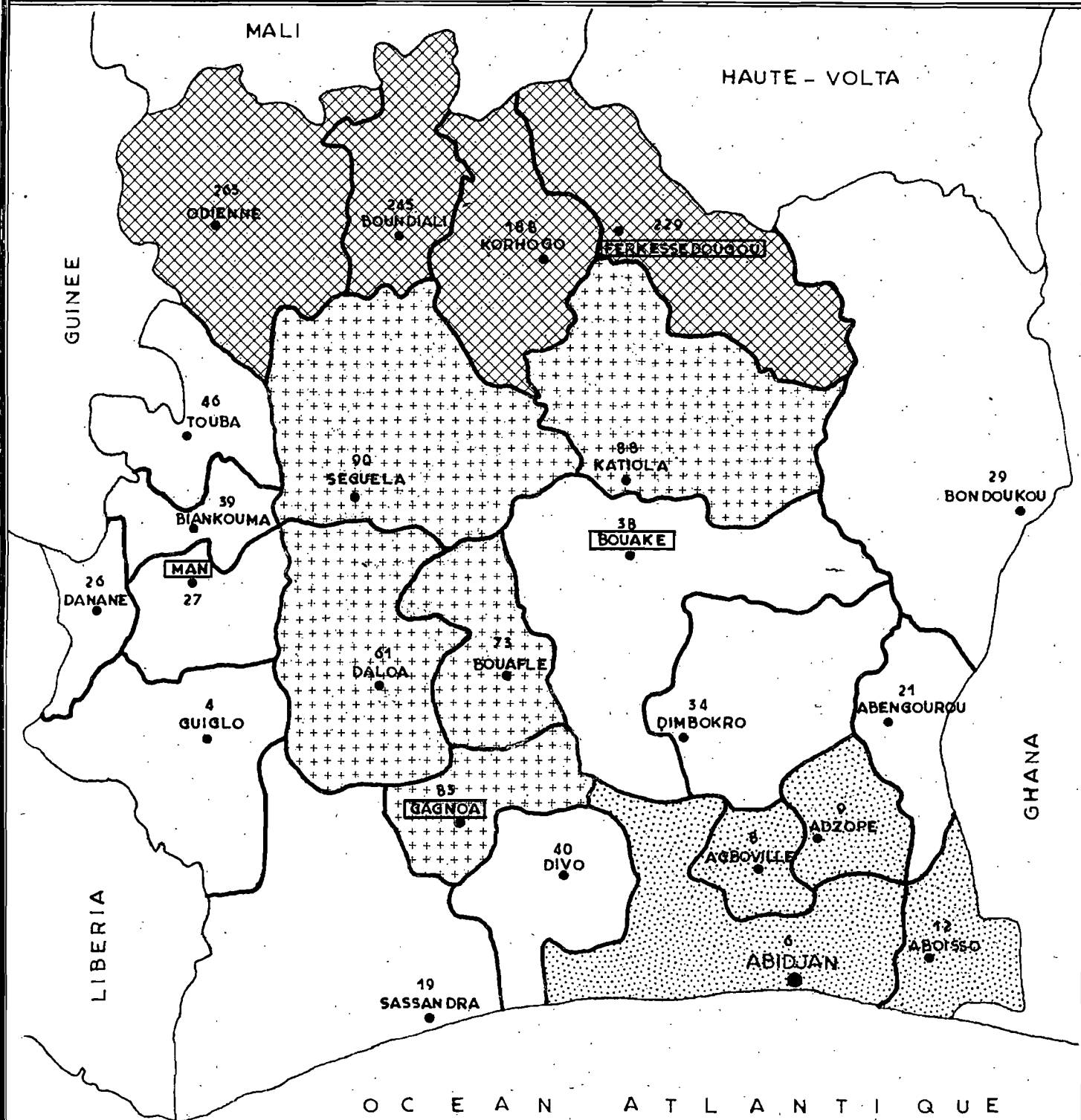
Sur le plan minéral, il y a partout, lors de la mise en culture du maïs, carence nette en phosphore, et carence en azote en zone de savane. La fertilisation utilisée en expérimentation permet d'assurer une alimentation optimale des plantes.

2 Les régions de culture du Maïs en Côte d'Ivoire

La carte établie par Mr. MARCHAND (I.R.A.T.) indique les régions de culture et les chiffres de production par tête. Les zones de production correspondant aux besoins de la population sont en blanc; Bouaké fait partie de cette catégorie.

L'eau est un élément déterminant de la productivité du maïs ;

PRINCIPALES ZONES DE PRODUCTION DU MAÏS



CHIFFRES DE PRODUCTION PER CAPITA EN KILOS



PREFECTURES TRES EXCEDENTAIRES.



PREFECTURES EXCEDENTAIRES



PREFECTURES DEFICITAIRES

le manque d'eau provoque d'importantes diminutions de rendements. Les renseignements sur la pluviométrie permettent de voir que le maïs peut être cultivé sans problème en première saison des pluies dans les zones à deux saisons de pluies (sud, ouest, centre).

L'irrégularité des pluies en mai au centre du pays, rend la culture et la maturation du maïs plus aléatoire au premier cycle. En effet la période de très grande sensibilité à la sécheresse se situe 15 à 20 jours avant la floraison mâle, au moment de la différenciation des fleurs femelles et se poursuit 15 à 20 jours après la pollinisation, c'est à dire entre l'apparition de la 10^e - 12^e feuille juste avant la sortie des premières panicules mâles, et le flétrissement des soies femelles après la fécondation. On peut envisager la culture du maïs en cycle unique (juin à septembre) ; les plants encore jeunes, souffrent donc peu des faibles précipitations de juillet et d'août.

Le nord est tout indiqué pour la culture du maïs dont il est le plus grand producteur. Ainsi, la région de Korhogo a produit 32 800 tonnes en 1974.

La production demeure importante au centre.

Katiola	:	27 300 tonnes
Bouaké	:	24 000 tonnes

Les régions les moins productrices de maïs sont le sud (Agboville : 1 300 tonnes) et l'ouest (Danané : 2000 tonnes). Ces zones s'adonnent plutôt aux cultures permanentes : café, cacao, hévéa, palmiers, cocotiers et comme cultures vivrières : ignames, manioc et riz.

3 La plante

3.1. Considérations générales

Le maïs (Zea mays) est une graminée herbacée, annuelle, ne tallant pas. Elle peut atteindre 2 à 3 m de haut et possède de longues et larges feuilles alternes et retombantes. Son système racinaire est superficiel.

La plante comprend plusieurs parties :

- l'appareil végétatif composé de la tige portant les feuilles
- l'appareil reproducteur formé de deux sortes d'inflorescences : les fleurs mâles groupées en une panicule terminale et les fleurs femelles rassemblées en épis placés à l'aisselle des feuilles de la partie médiane de la plante. Le nombre d'épis peut être important sur un plant mais il existe en général un épi principal et un ou plusieurs secondaires.

La floraison mâle se fait avant l'apparition des fleurs femelles ; les fleurs mâles émettent du pollen qui vont tomber sur les stigmates des épis de la même plante (autofécondation) ou d'un autre plant environnant (fécondation croisée) ; ce dernier cas est le plus fréquent. On rencontre généralement deux types de grains ;

- grain corné possédant une forme bombée et une couche externe d'albumen vitreux, le centre étant farineux
- grain denté.

3.2. Le cycle de développement de la plante : les stades phénologiques

Le cycle de développement comprend trois phases principales : (Fig. 3)

- une phase végétative allant de la germination à l'apparition des ébauches florales de la panicule mâle. Ce stade comporte les stades phénologiques de la levée et de la montaison.

- une phase reproductrice caractérisée par la différenciation des inflorescences mâles et femelles, la pollinisation et se terminant à la fécondation. C'est le stade de la floraison.

- une phase enfin de maturation des grains au cours de laquelle la plante ne forme plus d'organes nouveaux. L'évolution des grains est répertoriée par des stades conventionnellement définis :

- . Stade laiteux ou grain laiteux : les grains s'écrasent entre les doigts ; un liquide blanchâtre (eau+amidon) s'en écoule.

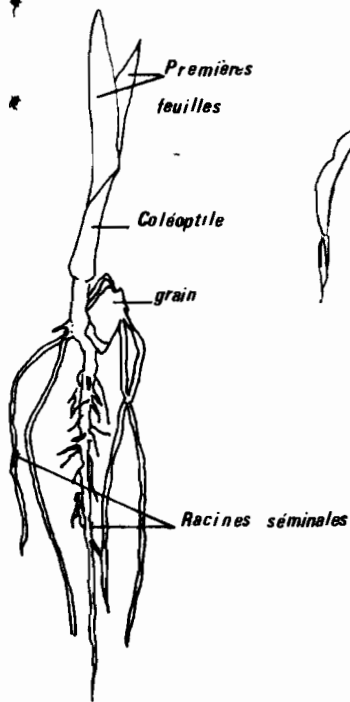
Fig 3

QUELQUES STADES REPERES DU DEVELOPPEMENT

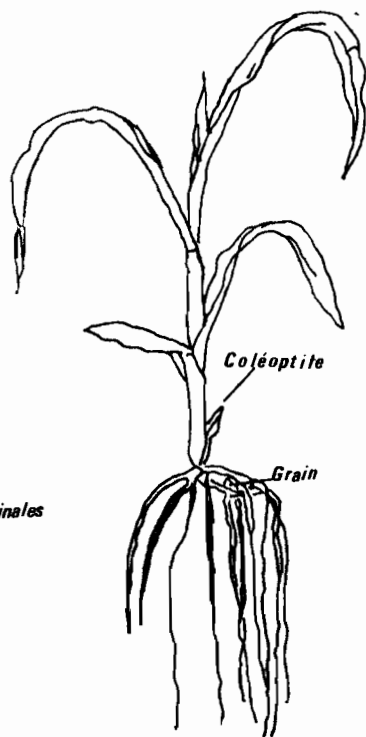
(Selon J. BARLOY)

STADE PREMIERE

FEUILLE

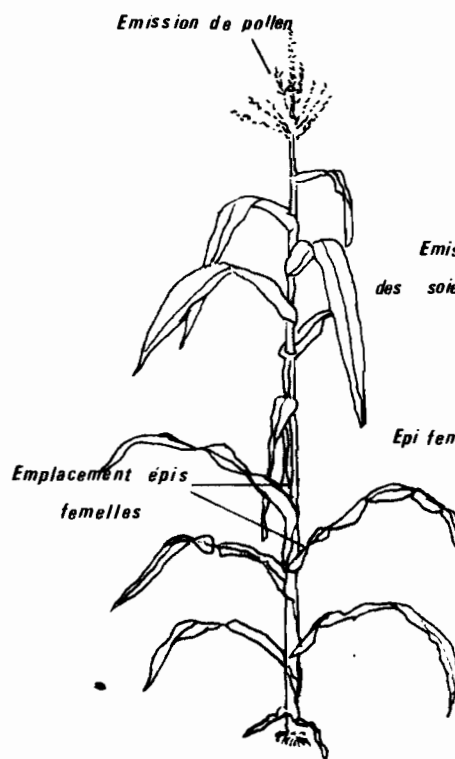


STADE QUATRE FEUILLES

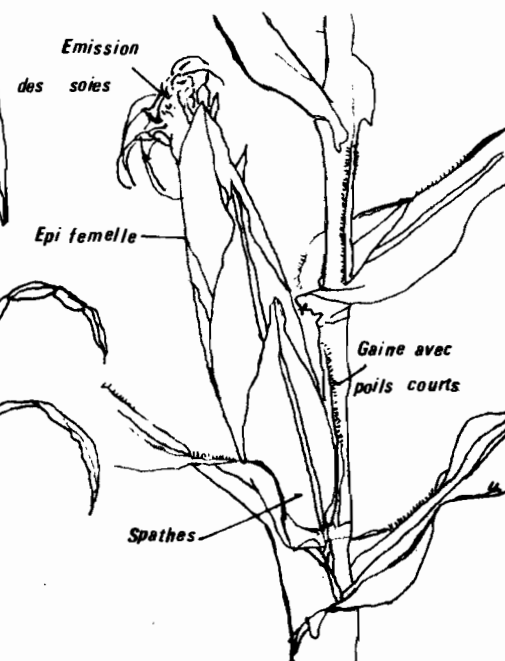


STADE

POLLINISATION



FLORAISON FEMELLE



. Stade pâteux ou grain mou : après écrasement des grains, on obtient un produit pâteux.

. Stade vitreux ou grain dur : le grain devient brillant, achève de se colorer, durcit et ne se raye plus à l'ongle. Il est dit physiologiquement mûr.

3.3. Variétés

Nos observations ont porté sur deux variétés de maïs : le Composite Jaune de Bouaké (abrégié CJB) et l'I 137 TN (hybride de tête de lignée).

3.3.1. Le Composite Jaune de Bouaké (CJB)

Le CJB est une variété trois quart (3/4) locale*, à pollinisation ouverte créée à partir d'une forme améliorée du "violet de Katiola" qui est une population locale de Côte d'Ivoire. Le but visé lors de sa création était de remonter le niveau de productivité de la variété locale. Sa forme définitive remonte à 1964 après trois ans de sélection pour la résistance à la rouille et la fixation partielle du caractère grain jaune.

Le cycle semi-précoce s'étend sur 100 à 110 jours entre le semis et la récolte. L'intervalle semis-pleine floraison est de 55 à 60 jours. La taille est haute (3 à 3,5 m), l'insertion de l'épi également (supérieure à 1,50 m) d'où sa forte sensibilité à la verse. Elle assure toutefois une tolérance correcte contre la rouille et l'helminthosporiose en cas d'attaques trop précoces. Le grain est à dominance jaune et cornée, apprécié pour la consommation humaine, il peut aussi convenir à la plupart des besoins industriels.

Le rendement moyen sur les diverses stations de Côte d'Ivoire de 1969 à 1972 était de 38 q/ha. Ce rendement a été amélioré et at-

* Formule : MTS^2 X Cuban Yellow Dent
Cuban Yellow Flint
Mexican
Trinidad bulk
Haïti bulk
avec MTS = forme améliorée du violet de Katiola

teint 60 q/ha actuellement du fait de la mise au point de façons culturales adéquates.

Le Composite Jaune de Bouaké est la variété vulgarisée en Côte d'Ivoire depuis 1972 par la Compagnie Ivoirienne de Développement du Textile (CIDT) et l'Autorité pour l'Aménagement de la Vallée du Bandama (A.V.B.) essentiellement. Les raisons de ce choix sont les qualités de la variété :

- un rendement moyen correct et stable,
- une variété rustique, bien adaptée aux conditions climatiques de Côte d'Ivoire, car d'origine locale,
- un grain apprécié dans la plus grande partie du pays.

C'est la variété toute indiquée pour promouvoir en vulgarisation, un programme de développement de la culture du maïs. Elle présente cependant deux défauts, sa sensibilité à la verse et sa précocité insuffisante ; défauts que les services d'Amélioration variétale se propose de corriger. Les surfaces occupées par le CJB ne représentent que 1% environ des superficies en maïs.

3.3.2. La lignée I 137 TN

I 137 TN est un hybride à grain jaune, d'origine Sud-Africaine. Cet hybride s'est montré particulièrement intéressant par son adaptation aux conditions climatiques de la Côte d'Ivoire et sa résistance aux maladies diverses. Grâce à sa taille réduite, il ne présente pas de sensibilité à la verse.

A l'occasion d'une forte attaque de borer à Gagnoa, l'I 137 TN a semblé présenter aussi, une certaine tolérance aux insectes ravageurs. Cette lignée semble être une variété intéressante sur le plan phytosanitaire.

4 Parcelles expérimentales et pratiques culturales

4.1. Plan de situation

Nos études portent sur deux régions géographiques de Côte

d'Ivoire : le Centre (Bouaké) et le Sud (Adiopodoumé).

Les observations et les résultats présentés portent sur diverses cultures programmées comme suit :

Culture de maïs	Culture à Bouaké (centre)	Culture à Adiopodoumé (sud)	Période
Premier cycle	3 parcelles à l'I.R.A.T. 2 micro-parcelles à fort traitement chimique 1 à traitement normal 2 micro-parcelles sans traitement 1 parcelle proche du laboratoire	1 parcelle de maïs (1 hectare)	Avril : semis Juillet : récolte Observations sur tiges après la récolte
petite saison sèche	Tiges après récolte	Tiges après récolte	Août
Cycle unique	3 parcelles à l'I.R.A.T. . Fort traitement chimique . Traitement normal . Sans traitement		Juillet : semis Octobre : récolte
deuxième cycle	Observations diverses sur parcelles paysannes, tiges sans épis	1 parcelle de maïs	Octobre : Semis Janvier : récolte
Grande saison sèche	1 parcelle arrosée proche du laboratoire plantes hôtes secondaires	Tiges après récolte plantes hôtes secondaires	Novembre à mars

4.1.1. Les cultures en régions centrales (Bouaké)

a/ à l'I.R.A.T. : une station de recherches (Schema 1 et 2).

Nous avons suivi plusieurs parcelles de maïs pendant le premier cycle et le cycle unique :

Nos essais veulent mettre en évidence

- les fluctuations de populations de ravageurs,
- l'influence du traitement chimique
- l'influence de la variété.

Nous disposons alors de parcelles à traitements chimiques différents et de deux variétés. Nos parcelles expérimentales s'incluent dans une grande parcelle d'essais variétaux aux différents cycles de cultures.

Les parcelles non traitées

Ce sont deux petites parcelles non juxtaposées en premier cycle que nous avons dénommées P_1A et P_1B , dont les dimensions font 10,50 m sur 11,25 m chacune. Ces deux parcelles diffèrent par la variété. La variété CJB est semée en P_1A et la variété I 137 TN en P_1B . Elles sont entourées d'autres variétés de maïs. Ce sont les parcelles "témoins" qui ne reçoivent aucun traitement chimique.

Les parcelles à traitement normal

Elles comptent une seule variété (CJB) et leur surface fait aux cycles de culture la moitié des autres. Elles reçoivent un traitement moyen, normal, se situant ainsi entre les parcelles qui ne subissent aucun traitement et celles qui font l'objet d'une forte protection chimique. Nous les appelons "parcelles à traitement normal" car elles subissent les mêmes doses de produits chimiques que l'ensemble des grandes parcelles d'essais variétaux à chacun des deux cycles, ce sont :

- deux traitements à la dose de 3 Kg/ha de birlane microgranulé 5 % au 20^e et 40^e jours par poudrage dans les cornets
- un traitement assuré par deux insecticides du cotonnier

Schéma des parcelles
de maïs en premier cycle
à l'IRAT

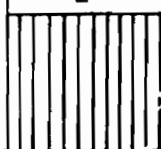
150m



P₃

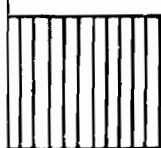
120m

P₂ B



90m

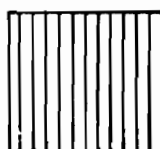
P₂ A



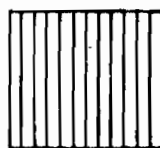
60m

A u t r e s V a r i é t é s d e M a i s

P₁ B



P₁ A



30m

0m

P₁ A : variété CJB
non traitée

P₁ B : variété I 137 TN
non traitée

P₂ A : variété CJB
forte protection

P₂ B : variété I 137 TN
forte protection

P₃ : variété CJB
traitement normal

interieur?

A u t r e s V a r i é t é s

d e

M a i s

P₃

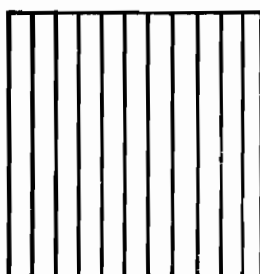
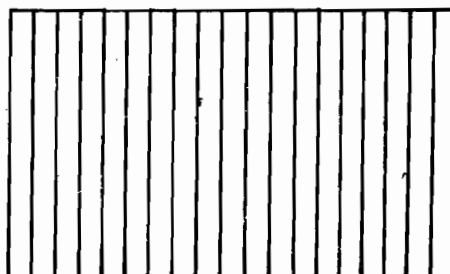
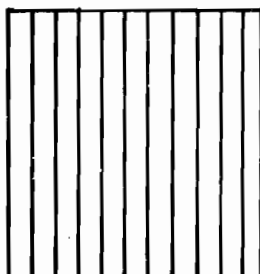


inter

P₁'B

P₁'A

P₂'A



P₂'B

3m

A u t r e s V a r i é t é s

d e

M a i s

Parcelles de maïs en premier cycle

appliqués alternativement une fois par semaine jusqu'à la récolte.
Les produits et les doses sont :

- * Triazophos - DDT (200 g/l DDT, 400 g/l Triazophos) à 6 cc/ha
- * Decis (25 g/l) à 2 cc/ha.

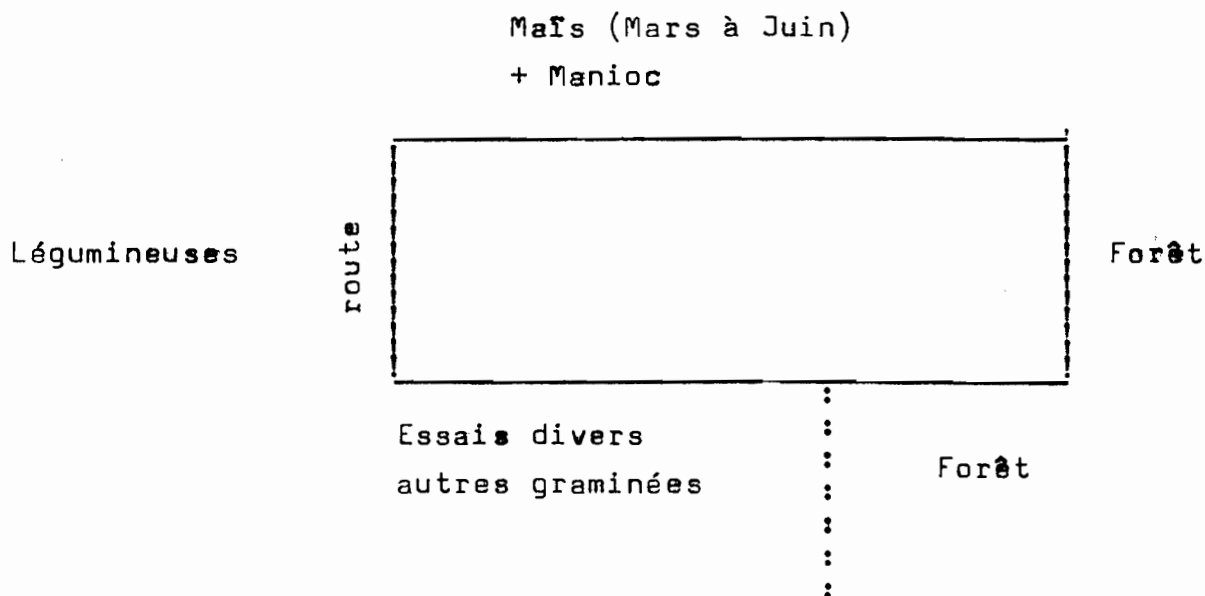
b/ Parcelles paysannes

Une parcelle à proximité du laboratoire est maintenue dans les conditions les plus simples, se rapprochant le plus possible des conditions de cultures paysannes que nous exposerons plus loin.

4.1.2. Les parcelles du centre ORSTOM d'Adiopodoumé

A Adiopodoumé, les parcelles qui ont servi à notre étude sont cultivées selon les techniques "paysannes". La parcelle fait environ un hectare ; le semis se fait en ligne avec une densité d'environ 50 000 plants par hectare.

L'écartement est de 80 cm entre les lignes et 25 cm sur la ligne et un ou deux pieds par poquet (un poquet est le trou contenant plusieurs pieds). La parcelle de maïs en premier cycle n'a dans son entourage immédiat que des graminées spontanées, principalement du Pennisetum. En second cycle, elle est située entre la forêt sur deux côtés, une plantation de manioc sur le 3^e côté et de légumineuses sur le 4^e.



5 Les techniques culturales pratiquées par l'IRAT à Bouaké

Les techniques culturales sont choisies de façon à assurer le meilleur développement du maïs. Celles assurées par les services de l'IRAT sur nos parcelles expérimentales sont les suivantes :

5.1 Préparation du sol

On effectue sur le terrain un labour de 20 à 25 cm de profondeur, suivi d'un pulvérisage avant le semis pour permettre un bon enracinement des plants et un approvisionnement en eau correct du sol.

5.2. Fertilisation

Les doses d'éléments fertilisants sont : N 120 u/ha

P 80 u/ha

K 100 u/ha

La fumure est calculée ^{très} largement et consiste en un apport de 500 Kg/ha. d'engrais complexe 10-18-18 et d'un complément azoté 60 u/ha à 45 jours. En enterrant les tiges de maïs après la récolte, l'apport d'engrais chimique diminue de moitié.

5.3 Densité des semis

Plusieurs essais de densité ont montré qu'avec la variété CJB, à fort développement végétatif, la meilleure densité est de 50 000 pieds par hectare. L'écartement entre les lignes est de 80 cm et, sur la ligne, de 50 cm entre les plants. Chaque poquet comprend deux pieds de maïs en général. Cette densité de semis a été adoptée pour toutes les variétés.

5.4. Désherbage

Le désherbage se fait chimiquement ; les essais reçoivent un traitement herbicide utilisant deux produits :

- 2 l/ha de lasso
- 1,250 Kg/ha de matière active de Gesaprima

ce traitement reçu le lendemain du semis assure une bonne protection pendant 30 à 45 jours.

5.6 Traitement chimique

Les services d'amélioration variétale assurent trois traitements insecticides sur leurs parcelles de maïs, lors de chaque campagne, au 20^e, 40^e, 75^e jour après le semis. Les deux premiers consistent en chlorfenvinphos microgranulé 5 % à la dose de 3 Kg de produit commercial (Birlane) à l'hectare et le troisième du Bromophos 40 % à 2 Kg de produit commercial (Nexion) à l'hectare. Ce dernier traitement permettrait de protéger l'épi. Le Nexion est appliqué par pulvérisation de solution aqueuse de produit insecticide dans le dernier cas et poudrage dans le cornet dans les deux premiers.

Parmi les parcelles expérimentales que nous avons examinées, la parcelle à "traitement normal" a reçu le traitement chimique que nous venons d'indiquer, une deuxième parcelle reçoit un traitement plafond contre les dégâts des insectes.

5.7 Girobroyage

Le service d'amélioration variétale de l'IRAT procède après la récolte à un nettoyage du champ par pulvérisation des pieds restés en place au girobroyeur.

6 Les techniques culturales en parcelles paysannes

Elles varient d'une région à l'autre mais, en général en Côte d'Ivoire, elles se résument chronologiquement comme suit :

- un nettoyage avant le semis
- un billonnage suivi du semis
- deux binages dont le premier se situe aux environs d'un mois et le deuxième à deux mois.
- la récolte se fait au stade "grain mou". Après la récolte, les pieds restent sur place.

Discussions sur les techniques culturales

Les techniques culturales mises au point par l'IRAT sont actuellement vulgarisées par la CIDT (Compagnie Ivoirienne de Développement du Textile) et l'AVB (Aménagement des Vallées du Bandama). Ces méthodes permettent en effet un bon développement végétatif et un bon rendement des pieds de maïs. Toutefois, comme les plants de maïs restent sur place après la récolte ou ^{sont} seulement girobroyés, cela pose le problème de la survie éventuelle des larves des insectes ravageurs.

.../...

C H A P I T R E I I

QUELQUES DONNEES SYSTEMATIQUES ET BIOLOGIQUES SUREldana saccharina WALKER

Il est nécessaire que nous abordions ne serait-ce que succinctement la taxonomie d'Eldana saccharina WALKER qui fait l'objet de notre étude pour permettre au lecteur de le situer systématiquement et de le reconnaître.

A Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire) où nous avons fait la majeure partie de nos recherches, Eldana saccharina est fréquente toute l'année, ce qui nous a permis de démarrer rapidement son élevage artificiel et d'amorcer son étude. Mais Eldana saccharina a fait l'objet de très peu de travaux ; nos résultats ne sont qu'un début.

1 Systématique d'Eldana saccharina WALKER

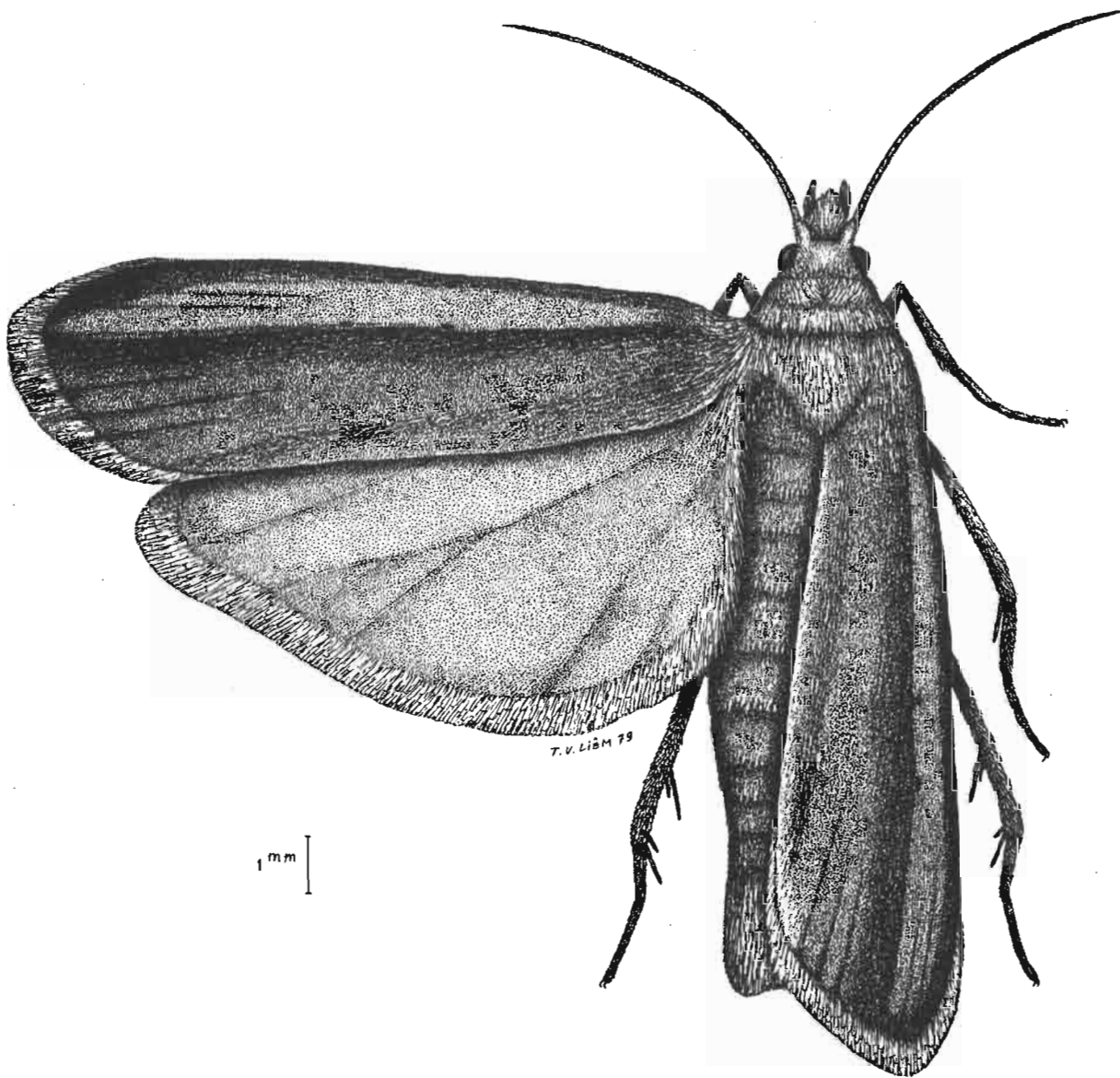
Eldana saccharina WALKER est un Lépidoptère appartenant à la famille des Pyralidae, sous famille des Galleriinae. Le genre Eldana a été créé en 1865 et décrite pour la première fois par WALKER à partir d'un échantillon provenant de la canne à sucre en Sierra Léone et appartenant à la collection de Mr. FOX (WALKER, 1865). L'espèce originaire d'Afrique de l'Ouest se serait repandue progressivement à l'est et au sud (GIRLING, 1978). L'auteur la signale même à Madagascar où l'on pensait qu'elle n'existait pas. Actuellement on ne connaît qu'une seule espèce du genre.

1.1. Imago (Fig. 6)

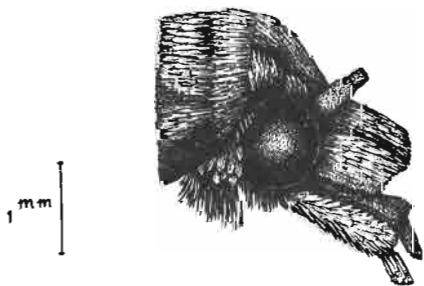
Le papillon est gris brunâtre, clair. Les ailes antérieures sont étroites et allongées ; le bord externe, arrondi, présente des bandes foncées.

Le mâle, plus petit que la femelle possède une bande claire, blanche, au bord de l'aile antérieure, parcourant toute la longueur de l'aile, de la base de l'apex.

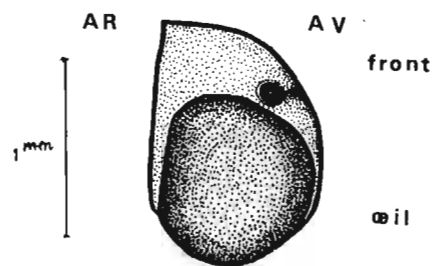
Fig : 4 *Eldana saccharina* WALKER (Lep , Pyralidae , Galleriinae)



Adulte



Tête vue de profil



Tête dépourvue d'écaïlles

cost. type?

Longueur moyenne du mâle : 1,14 cm - de la femelle : 1,64 (calculée sur 20 individus)

Envergure moyenne du mâle : 2,7 cm - de la femelle : 3,66 cm (calculée sur 20 individus)

la tête et le thorax sont brun clair, les antennes filiformes.

La coloration générale de la femelle varie beaucoup du gris roussâtre clair au roux-noirâtre.

1.1.1. Nervation alaire (Fig. 7)

Ailes antérieures = elles sont trois fois plus longues que large

- La sous-costale atteint le bord antérieur de l'aile.

- La cellule, grande, longue et formée, se situe dans la moitié supérieure de l'aile.

La radiale (R) et son secteur radial comportent cinq branches : R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , R_5 qui aboutissent toutes à l'apex de l'aile. R_1 atteint le bord antérieur de l'aile et constitue le côté supérieur de la cellule. R_3 et R_4 sont tigées.

- La médiane (M) comporte trois branches : M_1 , M_2 , M_3 .

- La cubitale (Cu) ferme la cellule.

- Deux anales fusionnent dès leur départ dans la partie postérieure de l'aile. La seule nervure qui en résulte n'est pas rectiligne et se courbe légèrement vers l'apex de l'aile. Mais ce caractère est sujet à variation et chez la majorité des individus, elle est plutôt droite.

Ailes postérieures

Leur longueur égale deux fois leur largeur

Le dispositif de couplage situé à la base et sur le bord antérieur de l'aile postérieure comporte trois freins chez la femelle et un frein chez le mâle.

Les nervures sont les suivantes :

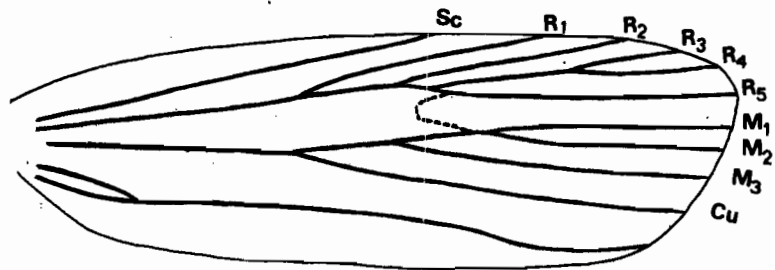
- Sc

- Rs se branche sur Sc et atteint l'apex de l'aile

- la médiane comporte trois branches M_1 , M_2 , M_3 .

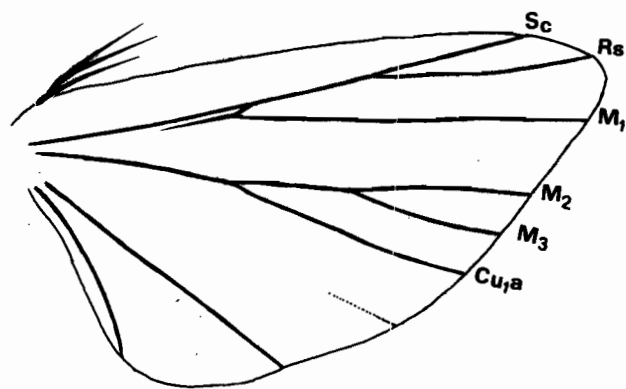
- La cubitale.

Fig. 5 - Nervation alaire d'*Eldana saccharina* WALKER
(♀)



1mm

Aile antérieure droite



Aile postérieure droite

1.1.2. Genitalia mâle et femelle

Les caractères des amatures génitales décrites par Mr. TRAN VINH LIEM sont repris ici.

- Génitalia mâle (Fig. 6)

Le tégumen est en forme de Y fortement sclérifié sur le bord. L'uncus fortement sclérifié, en forme de bec, possède à sa base des soies denses, raides et de même longueur ; le gnathos est absent. Les valves sont 2,5 fois plus longues que larges. Toute l'extrémité est arrondie ; la portion supérieure de la face intérieure de chaque valve se prolonge en un sclérite aplati, légèrement courbé vers le bas formant une barrière au dessus du pénis. Le viniculum très sclérifié à la bordure antérieure, devient étroit et courbé vers l'avant au niveau du saccus. Le saccus est très légèrement individualisé.

La fultura inférieure est pentagonale. La longueur du pénis équivaut au deux tiers ($2/3$) de la distance de l'extrémité des valves à la base du saccus. La vésica est membraneuse et ne présente pas de cornuti.

- Génitalia femelle (Fig. 7)

Les papilles anales sont petites, étroites, légèrement renflée à la partie terminale et portent de longs poils. Le huitième tergite est légèrement sclérifié sur sa partie antérieure et possède des poils sur sa partie postérieure. Les apophyses postérieures sont 2,25 plus longues que le huitième tergite. Le canal copulateur est fini. La bourse copulatrice ovale est légèrement dans sa partie supérieure. Pas de signum.

1.2. Description de la ponte et des œufs

La ponte

Au laboratoire, la ponte est formée d'œufs disposés en général d'une seule couche, très serrés les uns contre les autres, en plusieurs lignes irrégulières. La ponte peut être importante et compter plusieurs centaines d'œufs, c'est le cas des premières

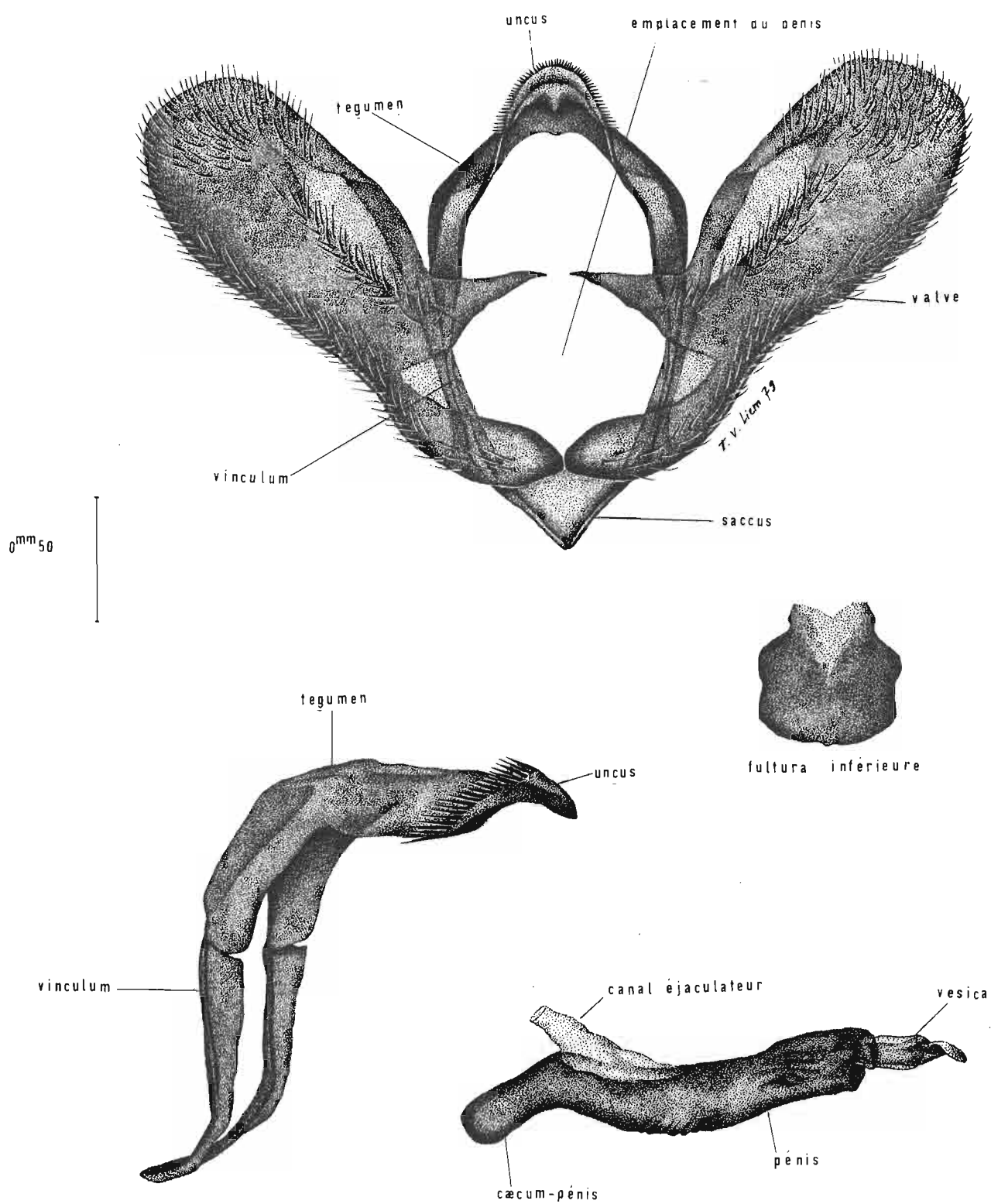


Fig. 6 - armatures genitales mâles
d'*Eldana saccharina* WALKER

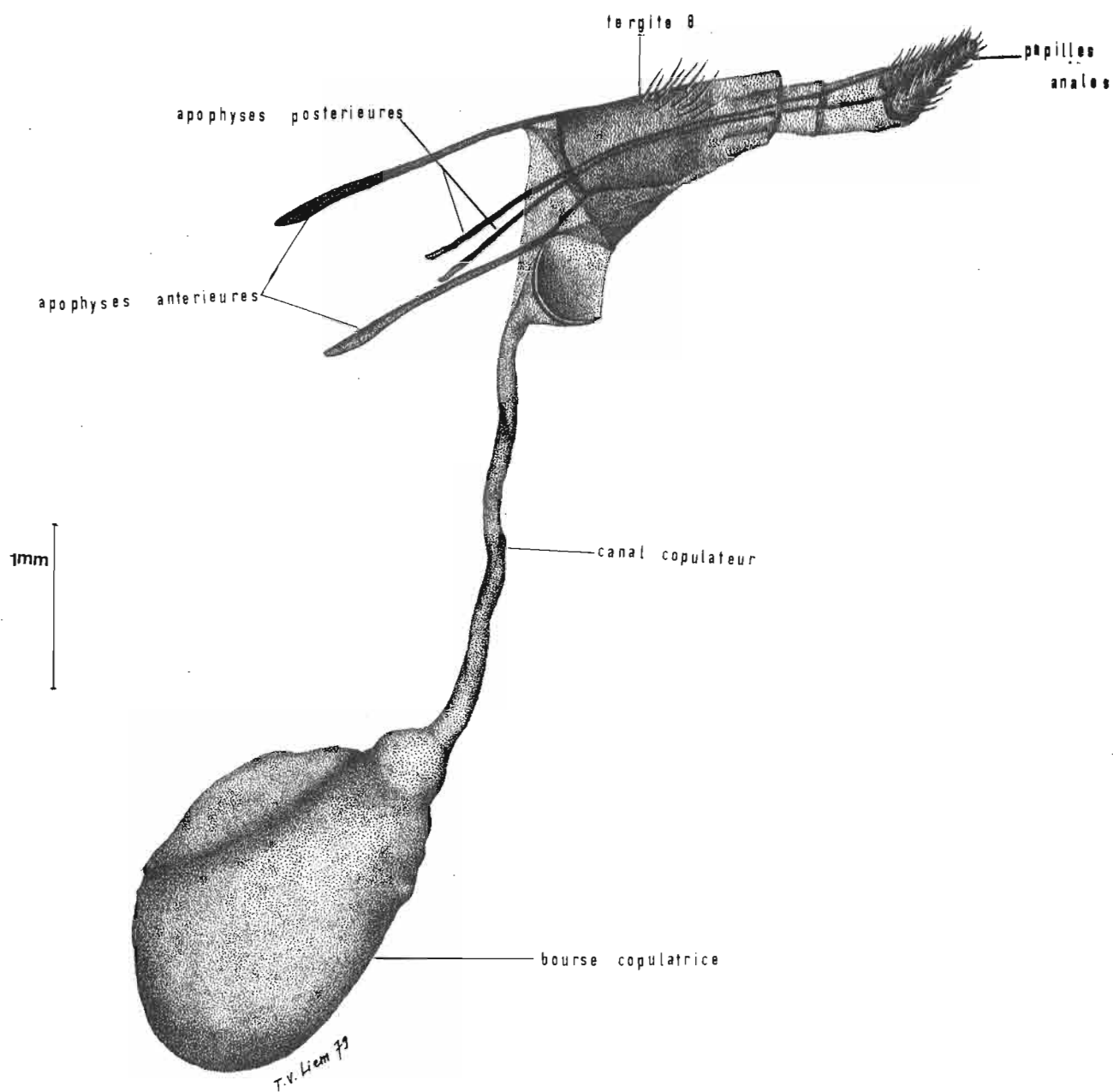


Fig. 7 - armatures genitales femelles

d'*Eldana saccharina* WALKER

pontes ; parfois, la ponte est très petite et compte quelques œufs seulement. Au champ, ces œufs sont plutôt entassés les uns sur les autres, le long des soies à la bordure externe de la gaine foliaire.

L'œuf

La forme de l'œuf varie selon sa position dans la ponte. Elle sera ovoïde dans un groupe d'œufs juxtaposés, serrés, ronde si l'œuf est isolé (POLLET, VAN ROON, MAURITZ, 1974) et aplatie quand les œufs sont entassés les uns sur les autres ou s'ils se trouvent entre deux surfaces très serrées (entre deux cartons bristol). L'œuf présente à sa surface des dessins polygonaux mais irréguliers.

1.3. La larve (Photo 1)

La larve fait cinq à six stades larvaires. La coloration générale est grise ; les conditions climatiques et de nutrition lui font subir des variations allant du gris très clair, blanchâtre, à un gris très foncé, noir. Les premier, deuxième et troisième stades larvaires sont peu pigmentés et la pigmentation grise caractéristique est acquise aux quatrième et cinquième stades larvaires. La coloration s'atténue ventralement.

La tête est rousse foncée, possédant une ligne claire s'élargissant à l'arrière de la capsule céphalique et continuant sur le pronotum.

Les ocelles sont placées très latéralement ; labre clair, jaunâtre ; mâchoire d'un brun gris foncé ; la base des antennes, les palpes, le labium ont une teinte blanchâtre. Les pattes sont jaunâtres, les fausses pattes également. Les fausses pattes portent une couronne coronate dont les crochets sont de deux sortes, des grands et des petits intercalés et disposés en une seule rangée. Aux pattes anales, la couronne est en demi-cercle (semicoronate) ouverte vers l'arrière.

L'ouverture des stigmates est ovale et noir. La longueur du dernier stade larvaire varie entre deux et trois centimètres.

1.4. La nymphe (Photo 2)

C'est une chrysalide obtectée ; une partie de l'abdomen est capable de mouvements. Elle a déjà fait l'objet d'une description détaillée par RISBEC (1950). L'auteur note : chrysalide formée dans un cocon composé d'une enveloppe presque papyracée, blanchâtre. L'ornementation comporte des crêtes et des denticules très peu marqués sur les petits exemplaires ; très développés sur les grands.

Paroi finement rugueuse, cette rugosité augmentant vers le dos et devenant même assez forte à la face dorsale, crête (medio-dorsale), striée transversalement, crénelée, avec quelques saillies dentiformes plus importantes, de plus en plus épaisses vers l'avant, où la crête se dédouble pour constituer, sur le premier segment thoracique, une double série de mamelons parallèles.

D'avant en arrière, la crête médiane dorsale diminue sur les segments abdominaux et n'occupe plus que la partie moyenne de chacun d'eux avec un denticule plus élevé à l'avant et à l'arrière de chaque élément séparé. Sur les segments abdominaux 5, 6 et 7 une crête transversale, s'atténuant du côté ventral. Cette crête est perpendiculaire à la première.

A l'avant, dernier segment abdominal, une crête brune fortement saillante, transversale, à bord recourbé vers l'arrière intéresse la face dorsale seulement.

A l'extrémité postérieure, est une crête transversale dont les deux extrémités font saillie en épines peu élevées.

A la face ventrale, la surface du dernier segment est rugueuse, avec deux épines faiblement indiquées.

La longueur de la nymphe est de 12 à 17 mm.

A sa formation, nous notons que la nymphe est très claire, blanche et brunit progressivement au fur et à mesure qu'elle vieillit. La crête est brun foncé, et les ébauches alaires de la chrysalide

Tableau : 3 - Poids des nymphes d'Eldana saccharina

Classes de poids en g	% nymphes mâles	% nymphes femelles
0,050	10	
0,050 à 0,060	17	
0,060 à 0,070	26	
0,070 à 0,080	15	1
0,080 à 0,090	9	1
0,090 à 0,100	8	8
0,100 à 0,110	11	9
0,110 à 0,120	4	5
0,120 à 0,130		11
0,130 à 0,140		19
0,140 à 0,150		14
0,150 à 0,160		9
0,160 à 0,170		10
0,170 à 0,180		8
0,180 à 0,190		2
0,190 à 0,220		3
TOTAUX	100	100

g = gramme

% pourcentage

âgée également. Il y'a un dimorphisme sexuel au niveau de la taille : les chrysalides mâles, se formant en général après le cinquième stade larvaire, sont plus petites que les femelles provenant très souvent des larves de sixième stade.

Les poids moyens calculés sur 100 mâles et 100 femelles sont :

- femelles poids moyen 0,138 g

3 nymphes sur 100 ont un poids supérieur à 0,200 g
avec un maximum de 0,215 g

29 nymphes sur 100 ont un poids compris entre 0,150 g
et 0,200 g

58 nymphes entre 0,100 g et 0,150 g

10 nymphes sur 100 ont un poids inférieur à 0,100 g
avec un poids minimum de 0,0737 g.

- mâle poids moyen : 0,067 g

pas de nymphes de poids supérieur à 0,120 g

15 nymphes sur 100 ont un poids compris entre 0,100 g
et 0,120 g avec un poids maximum de 0,118 g

75 ont un poids compris entre 0,050 g et 0,100 g ;

10 nymphes sur 100 ont un poids inférieur à 0,050 g
avec un minimum à 0,024 g.

2 Biologie d'Eldana saccharina WALKER

2.1. Matériel biologique : souche d'Eldana saccharina

La souche d'Eldana saccharina provient de Bouaké. Les papillons capturés au piège lumineux ont pondu au laboratoire, ce qui nous a permis de commencer l'élevage à partir de ces pontes. Des larves obtenues à partir de la dissection de tiges de maïs semé en contre-saison et arrosé ont permis de réussir très rapidement l'élevage.

2.2. Méthodes d'élevage au laboratoire

Les conditions et méthodes d'élevage des lépidoptères rava-

photo 1

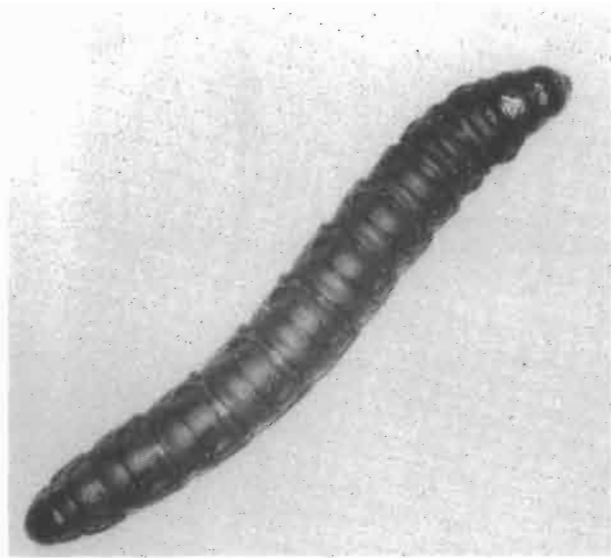
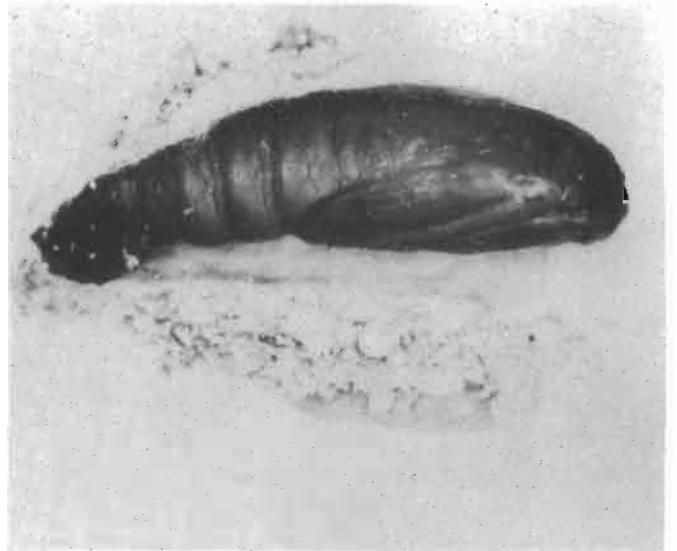
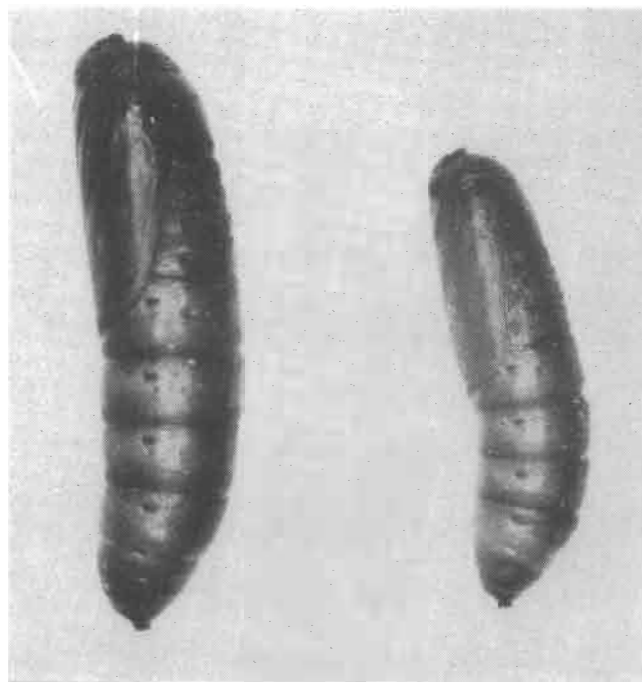


photo 2



Larve et nymphe d'Eldana saccharina (")
(noter la crête dorsale de la nymphe)



Nymphe de Sesamia botanephaga T&B (")

geurs adoptées au laboratoire d'Entomologie Agricole de Bouaké sont proches de celles décrites par l'équipe de chercheurs (GUENNELON, POITOUT, BUES) de la Station de Zoologie du Centre de Recherche INRA d'Avignon. L'élevage se fait dans une salle climatisée dont les conditions de température et d'humidité sont contrôlées et maintenues relativement constantes : 28-30° C / 50-70 % HR.

2.2.1. L'élevage des adultes et obtention des pontes

Dix couples de papillons sont répartis dans des boîtes d'accouplement en plastique ; ces boîtes cylindriques ont 12 cm de diamètre et 20 cm de hauteur. La boîte fermée d'un couvercle est grillagée sur les côtés et la base. Elle est posée au dessus d'une boîte cylindrique contenant de l'eau.

Dans la boîte d'accouplement est déposée un tampon de coton imbibée d'eau sucrée à 5 % pour l'alimentation des papillons.

Les femelles d'Eldana saccharina déposent grâce à une sorte d'oviscape, la plus grande partie de leurs œufs entre des morceaux de papier bristol de 10 cm de long sur 5 cm de large, superposés et maintenus serrés les uns sur les autres par un thromone. On peut cependant observer des œufs entre la boîte et son couvercle, entre le récipient contenant le tampon d'eau sucrée et le fond de la boîte, ou même entre les fourreaux de nymphes déjà écloses et la boîte.

Ces observations montrent qu'il faut que l'oviscape de la femelle entre en contact avec deux surfaces voisines. En effet, des essais effectués avec des morceaux de carton bristol déposé isolément ont donné des résultats négatifs. Eldana ne pond pas sur une surface libre.

On récolte quotidiennement les pontes en séparant les cartons bristol et en découpant aux ciseaux les endroits portant les ooplaques. L'inconvénient de cette méthode est qu'au moment où l'on sépare les cartons, le chorion d'un bon nombre d'œufs se trouve déchiré.

2.2.2. Conditions d'incubation des œufs

Les oplaques recueillies sont placées dans des petites boîtes circulaires avec un tampon de coton imbibé d'eau pour maintenir l'humidité. Les pontes sont gardées ainsi jusqu'à la veille des éclosions.

2.2.3. Élevage des larves d'*Edana saccharina*

- Différents types d'élevage et intérêts de l'élevage sur mi-artificiel

GUENNELON (1968) a énuméré les nombreux avantages qu'il y'a d'élever les insectes ravageurs sur milieu artificiel, en particulier pour les élevages semi-industriels. En effet, l'élevage au laboratoire des insectes facilite grandement les recherches sur la biologie des espèces et sur la mise au point de méthodes de lutte. Il existe en général deux types d'élevage de "masse".

- l'élevage de "masse" nécessaire à des expérimentations importantes sur une longue période ; c'est l'élevage semi-industriel employant de gros moyens techniques et beaucoup de personnels en vue de recherches en lutte génétique et en lutte biologique.

- l'élevage de laboratoire pour une production également permanente d'insectes, mais en quantité réduite. Les insectes produits sont utilisés pour les études biologiques de base ; cet élevage peut être réalisé avec un simple matériel et un personnel réduit.

C'est le second type d'élevage que nous faisons au Laboratoire d'Entomologie Agricole de Bouaké (R.C.I.), accompagné d'une méthode d'élevage individuel exposé plus loin.

- Composition du milieu artificiel

Le milieu artificiel utilisé est celui de GUENNELON et F. SORIA pour l'élevage au laboratoire de *Chilo suppressalis*, un ravageur important du riz.

La formule de ce milieu dérive de celle qu'ont mise au point

POITOUT et BUES (1970) pour "l'élevage de chenilles de vingt-huit espèces de Lépidoptères Noctuidae et de deux espèces d'Arctiidae sur milieu artificiel simple, Noctuidae nuisibles aux cultures maraîchères". La différence porte sur la réduction en eau et l'augmentation de la dose d'auréomycine du milieu qui convient à Eldana

* Formule

Eau.....	150,00 cc
Agar.....	4,00 g
Semoule de maïs.....	28,00 g
Germe de blé.....	7,00 g
Levure de bière.....	7,50 g
Acide ascorbique.....	1,00 g
Acide benzoïque.....	0,30 g
Nipagine.....	0,25 g
Auréomycine en poudre.....	0,025 g

* Préparation du milieu artificiel

L'agar et l'eau sont chauffés à 100° C puis refroidis à 60° C.

Les autres substances : semoule de maïs, germe de blé, levure de bière, acide ascorbique et auréomycine sont mélangés a part dans un bol.

On fait chauffer jusqu'à ébullition l'acide benzoïque et la nipagine. On mélange alors le tout avec le mixeur électrique WARING tournant à une vitesse de 20 000 tours environ à la minute. Le milieu est versé encore chaud, dans une petite boîte de 8 cm de diamètre et 6 cm de hauteur, sur une épaisseur de 1,5 cm environ. Les boîtes restent ouvertes jusqu'à solidification puis rangés au réfrigérateur.

- Précautions à prendre

Certaines mesures sont nécessaires pour réduire la mortalité au niveau des larves néonates, ce sont :

- sortir le milieu artificiel du réfrigérateur une ou deux heures à l'avance pour l'amener à la température ambiante et évaporer

l'eau qui s'y est condensée.

- strier le milieu à la pointe sèche chauffée au rouge pour permettre aux jeunes larves de s'installer aussitôt dans le milieu artificiel

- passer les œufs la veille de l'éclosion, quand ils présentent une coloration rouge - orangé, dans de l'eau de Javel à différentes concentrations ; successivement : 100 %

70 %

50 %

eau distillée.

- Elevage de masse

On dépose une cinquantaine de larves néonates par boîte sur le milieu à l'aide d'un pinceau souple. Trente jours après, on transfère les larves dans une autre boîte, plus grande de 10 cm de diamètre et 8 cm de hauteur, contenant également du milieu artificiel. A la partie supérieure de la boîte, on place un anneau de papier cannelé pour faciliter la nymphose. La plupart des larves âgées grimpent sur ce support, et pénètrent dans les cannelures pour se nymphoser. Les larves d'Eldana saccharina tissent un cocon de soie sur ce papier ou dans les coins de la boîte pour se nymphoser, mais très rarement dans le milieu artificiel.

On récupère les nymphes en découpant le papier cannelé et en ouvrant le cocon pour faciliter l'éclosion de l'adulte d'Eldana saccharina.

- Elevage individuel

L'un des avantages de la mise au point d'un milieu artificiel d'élevage est qu'il permet de suivre facilement l'évolution larvaire de l'insecte étudié, et de déterminer la durée de son cycle. En outre, des larves peuvent être élevées individuellement afin de déterminer le nombre des stades larvaires et la durée précise de chacun d'eux. Pour déterminer les stades larvaires, nous avons donc suivi individuellement les larves, de l'éclosion à l'adulte.

Méthode

On découpe des morceaux de milieu d'élevage artificiel que l'on distribue dans des boîtes cubiques de 2 cm x 2 cm x 2 cm. On dépose les larves dont on veut suivre le cycle, dès l'éclosion, dans les boîtes contenant le milieu artificiel. La boîte est refermée hermétiquement pour éviter que les larves néonates ne s'échappent. Les boîtes sont numérotées.

On contrôle alors journalièrement les boîtes et on note les différents changements qui interviennent : mortalité, mue... En cas de mue, on retire la capsule céphalique dont on prend les mesures. Cette méthode permet de calculer en même temps la mortalité larvaire et d'observer le comportement des larves dans le milieu artificiel. Elle présente l'inconvénient de ne pas rendre compte fidèlement de l'évolution au champ où les conditions sont moins favorables.

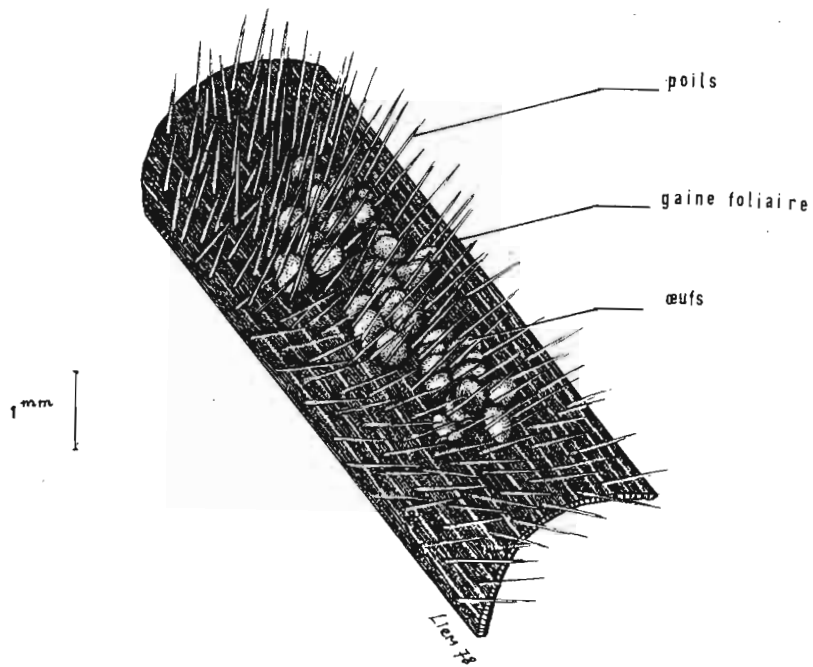
2.3. Le développement des œufs d'Eldana saccharina

2.3.1. Lieu de ponte (Fig. 8)

DICK (1945) et WAIYAKI (1968) ont observés des pontes d'Eldana saccharina WALK. sur les feuilles desséchées de canne à sucre au champ. Depuis lors, c'est plutôt au moyen d'expérimentations de laboratoire que d'autres auteurs ont localisé la ponte de lépidoptère sur maïs ou canne à sucre. GIRLING (1978), POLLET (1976) et nous-mêmes avons fait pondre des adultes d'Eldana saccharina sur du maïs en cage. Ces expériences donnent deux résultats différents, phénomène dû certainement au stade phénologique du maïs ; tandis que GIRLING trouve les pontes entre les tiges et le sol ou dans la gaine foliaire, POLLET et nous - même les trouvons sur les feuilles desséchées à la base des pieds de maïs. L'expérience a montré que d'autres pontes sont déposées probablement sur la base du pied de maïs ou sur le sol car, à la dissection des pieds, des larves néonates sont trouvées au niveau des tout premiers entre-nœuds et même sur les racines du plant.

Au champ, nous n'avons pas observé ce phénomène mais, il n'est pas exclu que les pontes précoces, qui correspondent aux pre-

Fig. 8 - Ponte d'Eldana saccharina WALKER
sur la gaine foliaire du maïs



mières attaques, dès la montaison, soient déposées selon cette modalité. En effet, nous avons observé, à ce stade, des jeunes larves d'Eldana saccharina à la base des jeunes pieds de maïs.

Le mode opératoire pour recueillir les pontes d'Eldana saccharina (cartons empilés), a orienté d'abord nos recherches au champ mais sans aucun résultat positif. Nous supposions comme beaucoup d'autres chercheurs, que les adultes d'Eldana saccharina déposent leurs œufs entre la partie interne de la gaine foliaire et la tige. C'est pourquoi nos observations se portaient particulièrement à ce niveau au cours des dissections des tiges de maïs.

En fait, la plupart des femelles d'Eldana saccharina, fécondées ou non, déposent leur ponte sur la bordure externe de la gaine foliaire, à l'endroit où la feuille commence à se détacher de la tige. Il se trouve à cet emplacement, sur la bordure externe de la gaine, des poils fins et serrés, du côté opposé à la feuille. Les poils remontent jusqu'au niveau du cornet, à la face externe et inférieure de la feuille. La femelle introduit son oviscape rétractile entre ces poils et y dépose sa ponte selon un amas plus ou moins ordonné. Les œufs sont accumulés entre les poils ou le long des poils. Les poils se trouvent uniquement à cet endroit sur l'entre-nœud.

On trouve également les œufs, mais plus rarement, sous la gaine foliaire ou au collet de la gaine dans l'angle tige-feuille, sur l'entre-nœud ;

Tous les entre-nœuds ne portent pas de poils. On les trouve seulement à partir du deuxième entre-nœud, au dessous de l'épi principal jusqu'au dernier portant la panicule mâle. Cet emplacement de ponte explique que les attaques d'Eldana saccharina se situent généralement au niveau des nœuds et que la panicule mâle terminale est souvent cassée à cet endroit de ponte par le vent par suite des attaques des larves foreuses.

2.3.2. Le développement embryonnaire de l'œuf fécondé

L'œuf, blanchâtre, jaune-clair à la ponte, se teinte progressivement pendant le développement embryonnaire de la larve. Il devient jaune au deuxième jour, puis rouge-clair aux 3^{ème} et 4^{ème} jours ;

il apparaît alors un point noir dans la masse vitelline correspondant à la capsule céphalique de l'embryon. La ponte devient rouge-orangé, puis prend une couleur à dominance grise (gris-orangé) due à la capsule céphalique de larve et à sa pillosité, le dernier jour. A ce stade, la larve a utilisé tout le vitellus de l'œuf.

Si l'œuf est abimé en séparant les cartons bristol et si la "blessure" n'est pas importante (seule une partie du chorion est déchirée), l'œuf suit ces diverses phases du développement et se teinte comme l'œuf normal. Mais quand il devient rouge-orangé, il demeure ainsi et meurt.

2.3.3 Le développement embryonnaire de l'œuf non fécondé

On isole des nymphes femelles ou des femelles dès l'émergence, avant l'accouplement. Ces femelles pondent des œufs non fécondés. Les œufs sont mis en observation. Ils n'évoluent guère au delà de la couleur jaunâtre.

2.3.4 Le temps d'incubation des œufs

Dans nos conditions d'élevage (T : 28 à 29°C -HR 90- 100% ; HF dans les boîtes d'incubation), le temps d'incubation des œufs d'Eldana saccharina est de 5,5 jours. Ce temps fluctue en fonction de la température surtout. C'est ainsi que les œufs laissés à la température ambiante ont un temps d'incubation tantôt lent (7 jours), à une température de 23 à 24°C, tantôt rapide (5 jours) à une température de 28 à 29°C.

Cette fluctuation du temps d'incubation en fonction de la température notée par plusieurs auteurs, est exprimée par GIRLING dans le tableau suivant :

Lieu	Température moyenne (°C)	Temps de développement (jours)	Référence
Kasenyi (Zaïre)	18°9	8,0	LEFEVRE (1944)
Kawanda (Ouganda)	21°6	6,8	GIRLING (1978)
Moshi (Tanzanie)	23°4	5,3	WAIYAKI (1968)
Afrique du Sud	23°6	5,1	DICK (1945)
Salle d'élevage à temp. constante	25°	5,0	GIRLING (1978)

2.3. 5 L'éclosion

L'œuf au dernier stade, gris-orangé, montre la larve par transparence, pliée en deux à l'intérieur du chorion. La larve fait des mouvements, soulève la tête, pratique une ouverture dans le chorion du côté où se trouve sa tête, consomme environ le quart du chorion et sort.

Les éclosions des œufs d'une même ponte sont simultanées et se font en un intervalle de cinq minutes. Les jeunes larves libérées sont actives et voraces. Si l'on ne les place pas dès ce moment sur le milieu artificiel, elles consomment les œufs restants (abimés ou non encore éclos) et le reste des chorions. L'éclosion s'effectue de jour comme de nuit.

2.4 Le développement des larves d'Eldana saccharina

Le nombre des stades larvaires d'Eldana saccharina n'est pas fixe. WAIYAKI (1968) en trouve six, WALKER (1966) seulement cinq ; DICK (1945) constate que les femelles présentent plus de stades larvaires que les mâles. Dans des études récentes GIRLING (1978) détermine jusqu'à huit stades larvaires. Dans nos conditions d'élevage (23° à 29°C et humidité relative de 90 à 100%), les larves d'Eldana saccharina WALKER passent par cinq ou six stades larvaires. Cette variation semble être en relation avec les conditions d'alimentation des larves et la température.

Les larves sont isolées comme décrit plus haut dans les conditions d'élevage individuel, dans une boîte de 2 cm x 2 cm avec un morceau de milieu artificiel.

Tableau 4 : Stades larvaires d'*Eldana saccharina*

* Cas de cinq (5) stades larvaires

Stades larvaires	Durée moyenne du développement (jours)	mensurations céphaliques moyennes (mm)
1 ₁	4,6	0,27
1 ₂	3	0,44
1 ₃	3,5	0,74
1 ₄	4	1,12
1 ₅	9 à 10	1,51

24,1 à 25,1

* Cas de six stades larvaires

Stades larvaires	Durée moyenne du développement (jours)	mensurations céphaliques moyennes (mm)
1 ₁	4,6	0,27
1 ₂	3	0,44
1 ₃	3,5	0,74
1 ₄	4	1,12
1 ₅	3,4	1,51
1 ₆	9 à 10	2,00

27,5 à 28,5

Les stades présentés sur le tableau précédent ont été établis à la suite de nombreuses observations et les chiffres de durée sont des moyennes. A chaque observation, est seulement considérée le jour où la majorité des larves ont effectué leur mue. Environ 50 % des individus présentent 5 stades larvaires puis l'autre moitié subit une mue supplémentaire donnant un sixième stade. Un très faible pourcentage de larves (environ 1 %) du sixième stade présente une mue surnuméraire, pour donner des larves du 7^{ème} stade dans nos élevage à Bouaké. Le dernier stade larvaire, qu'il soit le 5^{ème} ou le 6^{ème} a toujours la même durée (9 à 10 jours).

2.5. Comportement des larves dans le milieu artificiel

Les larves néonates d'Eldana saccharina sont récoltées à l'aide d'un pinceau et déposées sur le milieu. Les néonates d'Eldana saccharina se laissent pendre par un fil de soie. Ce qui fait la différence avec Sesamia sp.

Les larves des deux premiers stades et même du troisième stade d'Eldana mènent une vie externe au dessus du milieu. Dans la boîte de milieu, les larves tissent des fils de soie qui s'enchevêtrent et recouvrent le milieu ; chaque larve a un "couloir" , où elle circule dans les deux sens ; elle a besoin seulement d'une petite quantité de milieu. Ce n'est qu'à partir du troisième et quatrième stade larvaire, quand ses besoins sont plus grands, que la larve commence à pénétrer dans le milieu ; elle ne reste toutefois jamais en contact direct du milieu artificiel. Elle y tisse des fourreaux de soie ouverts aux deux extrémités ; l'une des extrémités, vers l'arrière, la conduit vers la surface du milieu artificiel, à l'extérieur c'est l' "orifice de sortie" tandis que l'autre s'ouvre au contact du milieu : c'est l' "orifice d'alimentation", si bien que la larve reste dans le tissu de soie pendant qu'elle s'alimente. Souvent, juste avant la mue, la larve vient vers l'orifice de sortie ; on retrouve alors, dans la plupart des cas, les capsules céphaliques à l'extérieur du milieu artificiel.

2.6. La mortalité larvaire

En passant les œufs juste avant l'éclosion à l'eau de Javel on les désinfecte pour réduire l'infection du milieu et des larves par des maladies.

En laissant évaporer la buée de condensation, les larves risquent moins de se noyer. Enfin, en pratiquant des stries à la pointe sèche sur sa surface, on facilite l'installation des larves néonates.

Mais malgré ces conditions d'élevage qui offre donc les conditions optimales pour le développement des larves, la mortalité larvaire reste élevée ; elle est de 65 %, dont 45 % pour le premier

stade. Les larves néonates meurent le plus souvent sans s'alimenter, noyées par l'humidité du milieu artificiel. Ces larves périssent avant d'avoir trouvé l'emplacement favorable à leur développement.

Il en est de même dans la nature, où les larves sont en plus exposées aux actions mécaniques ou physiques des agents climatiques et aux prédateurs. En effet, les pontes étant déposées à l'extérieur de la gaine foliaire, les jeunes larves errent un certain temps à la recherche d'un abri favorable. Le vent, la pluie, la rosée sont autant de facteurs physiques qui peuvent faire périr les larves, des premiers stades en particulier. Les larves néonates sont la proie des prédateurs (forficules et fourmis).

La mortalité larvaire est très réduite à partir du quatrième stade jusqu'à l'adulte au laboratoire ; on observe quelques cas de malformations à la nymphose ; il y'a un phénomène de cannibalisme chez Eldana, mais cela est évité dans le cas d'élevage individuel. Cette mortalité persiste au champ où les larves du cinquième stade surtout peuvent être tuées par les parasites et quelques nymphes également.

GIRLING, après des observations faites au champs et au laboratoire, estime qu'à partir d'une ponte moyenne de 488,10 œufs au champ, on obtient seulement 2,21 % d'adultes compte-tenu des prédateurs et des parasites des larves et des œufs entre autres. C'est le cas pourtant d'une population en légère augmentation (+10 %).

2.7. La nymphose

La larve âgée cesse de s'alimenter, cherche un emplacement propice pour sa nymphose, tisse de très nombreux file de soies qui s'enchevêtrent dans la boîte ^{en dehors} du milieu artificiel. Puis elle se dépigmente, se raccourcit progressivement jusqu'à n'atteindre que de 1 à 1,5 cm ; son tégument est très plissé. La larve fend alors sa cuticule au niveau de la ligne medio-dorsale de la capsule céphalique d'où sortira la "tête" de la nymphe. Par torsions et contractions, la nymphe retire sa partie postérieure du fourreau vide de la larve. La nymphe à ses premiers instants est blanche, même transparente et très molle ; elle se pigmente graduellement, au bout de

24 heures elle est brune puis devient de plus en plus sombre. La chrysalide âgée a une couleur brun-foncé s'assombrissant encore plus au niveau ventral, aux ébauches alaires. Le temps de nymphose est le même pour les derniers stades larvaires soit 8,4 jours en moyenne. Eldana saccharina présente un phénomène protandrie ; dans

l'élevage, des larves écloses le même jour et mises sur le milieu le même jour, donnent des premières nymphes mâles, puis les femelles apparaissent 3 à 4 jours plus tard ; rares au départ, ces femelles deviennent de plus en plus nombreuses, les dernières nymphes formées sont toutes femelles. Les observations plus poussées montrent que les premières nymphes proviennent des larves de 5^{ème} stade ; ces chrysalides donnent aussi bien des mâles que des femelles, mais avec une majorité de mâles. Celles se nymphosant après un 6^{ème} stade donnent en majorité des femelles ; dans ce dernier cas, larves du dernier stade, chrysalides et papillons ont une plus grande taille. La nymphose a lieu à tout moment de la journée.

L'émergence, à la différence de la nymphose, se fait en général le soir, au crépuscule entre 18^h15 (GMT) et 19^h dans la salle d'élevage avec un optimum à 18^h30 où la majorité des adultes émergent. Le cycle complet d'Eldana saccharina, de l'œuf à l'adulte, couvre 37 à 45 jours.

2.8. L'accouplement d'Eldana saccharina

Eldana saccharina a plutôt une activité nocturne ; dans la journée, les papillons restent immobiles dans les boîtes d'accouplement. Au crépuscule, au laboratoire, une fois les lampes éteintes, ils entrent en activité et cette activité se poursuit toute la nuit jusqu'à l'aube. Les conditions d'éclairage dans la salle d'élevage pendant la nuit sont presque semblables à celles dans la nature. Cette salle comporte une fenêtre vitrée par laquelle se reflète la luminosité extérieure.

Chez les Lépidoptères en général, la femelle émet une substance attractive pour le mâle, en vue de l'accouplement. Ces substances appelées phéromones, diffusent dans l'atmosphère et le mâle les capte grâce à des récepteurs antennaires. Le mâle se déplace alors, parcourt des distances importantes parfois pour retrouver la femelle. Des observations chez Eldana saccharina, on ne note pas

d'attitudes particulières de la femelle. Mais le mâle a un comportement sur lequel il convient d'insister. Ce dernier possède deux touffes de longs poils placées de chaque côté de l'appareil génital. Ce système doit jouer un rôle dans le comportement sexuel d'*Eldana*, car les observations montrent que c'est juste avant l'accouplement que l'insecte s'en sert.

A partir du crépuscule, entre 18^h30 et 19^h (GMT), les papillons mâles et femelles deviennent très actifs dans la boîte d'accouplement. Ils se déplacent par des marches rapides entrecoupées de vols très courts, dans tous les sens. Le papillon mâle se fixe sur la paroi de la boîte ou sur le papier bristol à l'aide de ses pattes, soulève son abdomen, sort les deux touffes de poils les ouvre en éventail et en même temps fait des mouvements réguliers, saccadés d'abaissement et de relèvement des ailes. Une femelle vient se poser à côté, mâle et femelle se suivent alors, parcourent une certaine distance, puis l'accouplement a lieu ou pas. Dans le dernier cas, le mâle recommence son comportement ; il peut répéter cela 3 à 4 fois avant que l'accouplement ait lieu.

2.9. Le comportement de ponte

La femelle se place sur un bord du papier bristol, sort son oviscape rétractile, l'introduit entre les cartons empilés jusqu'à 5 cm environ. Elle dépose les œufs en lignes légèrement courbes jusqu'au bord extérieur du papier. Les couples de papillons observés dès l'émergence ne pondent que la nuit^{qui} suit celle de l'émergence. En général les femelles ne pondent que de nuit mais on peut observer des cas de ponte au crépuscule. Le temps de ponte est de 30 à 40 mn, parfois plus.

2.10. Le nombre de pontes et le nombre d'œufs pondus par une femelle d'*Eldana saccharina*

2.10.1. Nombre de pontes

La femelle dépose un nombre variable de pontes durant sa vie : de 3 à 22. Elle commence à pondre la première ou la deuxième nuit qui suit l'émergence puis continue jusqu'à sa mort. La majorité des pontes sont déposées les premières nuits, en général 3 à 4 par nuit.

2.10.2. Nombre d'œufs

D'après nos observations, faites sur des femelles suivies individuellement, le nombre d'œufs pondus par une femelle varie de 140 à 801 œufs avec une moyenne de 30,7 à 51,1 œufs par ponte. Cependant, les premières pontes comportent le plus grand nombre d'œufs et peuvent compter jusqu'à 201 chacune. Vers la fin de la vie de la femelle les pontes ne comportent plus que 2, 3 ou 4 œufs mais le nombre le plus fréquent se situe entre 20 et 50 œufs par ponte et au milieu de la vie de la femelle.

La longévité de la femelle et celle du mâle sont du même ordre de grandeur : 4 à 12 jours dans nos conditions d'élevage.

C H A P I T R E I I I

ECOLOGIE DES POPULATIONS DES BORERS* DES TIGES DE MAIS EN
COTE D'IVOIRE

La maîtrise, la connaissance de l'écologie des ravageurs et particulièrement la fluctuation de leurs populations est primordiale en entomologie appliquée ; c'est seulement à partir des données de cette étude que l'on peut envisager des moyens de lutte efficaces et économiques contre le ravageur.

Ce chapitre comporte des données générales sur la distribution géographique des ravageurs Eldana saccharina et Sesamia spp., et leurs plantes hôtes. Puis, il donne les méthodes d'échantillonnage utilisés qui ont permis d'avoir les résultats exposés : les symptômes d'attaques des différents ravageurs et les fluctuations des populations. Nous insistons particulièrement sur ce dernier aspect très important de l'étude écologique. Ainsi, nous verrons la fluctuation des populations en fonction du stade phénologique du maïs, de son cycle de culture en Côte d'Ivoire, au centre et en Basse Côte.

Nous traitons d'Eldana et de Sesamia qui sont les plus importants foreurs des tiges ; en outre, au sud, ces deux ravageurs forment un ensemble et causent des dégâts importants. On ne peut aborder la question d'Eldana sans faire mention de Sesamia.

1. Généralités

1.1. Distribution Géographique des ravageurs (Fig. 9)

1.1.1. Eldana saccharina est une pyrale connue en Afrique de l'Ouest depuis plus d'un siècle (WALKER, 1865) d'où elle aurait envahi probablement l'Afrique de l'Est (GIRLING, 1978). Son aire de dispersion s'étend de l'Atlantique à l'Océan Indien et sur la plupart

* Le terme Borer que l'on emploie pour désigner les chenilles qui s'attaquent aux graminées dérive du verbe anglais "To bore" qui signifie perforer, percer ; le mot est employé pour la première fois à l'île Maurice en 1848 pour désigner le borer ponctué (Diatrea sacchariphagus). Puis, il est utilisé en français pour désigner foreurs. Nous employons ces deux termes indifféremment.

fig 9 REPARTITION GEOGRAPHIQUE



Busseola fusca
d'après APPERT

Eldana saccharina d'après GIRLING



Sesamia calamistis d'après APPERT

des pays intertropicaux. Elle a été signalée comme un ravageur des céréales pour la première fois près d'Arusha (Tanzanie) par STAPLEY en 1954. INGRAM (1958), NYE (1960) la signalent sur maïs et sorgho en Ouganda ; elle est commune en Afrique de l'Ouest : Mali et Sénégal (RISBEC, 1950), Haute Volta, Ghana, Nigeria, Sierra Léone, Cameroun, Côte d'Ivoire. A la différence des autres borers, Busseola fusca et Sesamia spp, la répartition d'Eldana saccharina ne semble pas liée à la latitude. Elle est présente dans toute la Côte d'Ivoire tandis que Busseola fusca et Sesamia calamistis occupent le centre et le nord et Sesamia botanophaga le sud.

Elle fait l'objet d'études particulières depuis longtemps en Afrique de l'Est et du Sud, où elle cause des dommages sérieux à la canne à sucre. D'après GIRLING (1978), des adultes d'Eldana saccharina conservés au British Museum (NH) ont été récoltés en trois régions de Tanzanie entre 1900 et 1918, et au Kenya et en Ouganda en 1931.

Ce ravageur s'est rapidement répandu dans toute l'Afrique, probablement par l'introduction des boutures de cannes à sucre déjà infestées. Ces boutures, mêmes traitées peuvent en effet héberger des larves encore vivantes et être alors une source d'infestation pour les pays qui les introduisent.

Cet insecte n'est toutefois connu en Afrique qu'au sud du Sahara et à Madagascar, où il tient la place de la pyrale européenne du maïs Ostrinia nubilalis et de la pyrale américaine de la canne à sucre Diatraea saccharalis.

1.1.2. Sesamia spp

Si les deux espèces de Sesamia connues en Afrique, ont des biologies très semblables, elles ne sont pas réparties sur des zones identiques.

Selon TAMS et BOWDEN, à qui l'on doit la distinction nette des deux espèces, Sesamia calamistis et Sesamia botanophaga, en Afrique de l'Ouest, Sesamia calamistis est commune en zones de savane à

saison sèche bien marquée et Sesamia botanephaga est dominante dans les régions forestières. Cela s'applique effectivement dans le cas de la Côte d'Ivoire où, au sud, en zone forestière, tous les exemplaires de Sesamia examinés ont été déterminés comme étant Sesamia botanephaga. Des études ultérieures avaient déjà signalé la présence dominante de Sesamia botanephaga au sud de la Côte d'Ivoire et particulièrement au Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (HOUILIER, 1962 ; POLLET, 1974). Mais TAMS et BOWDEN signalent avoir reçu des échantillons de Sesamia calamistis provenant de Bingerville (Sud de la Côte d'Ivoire). Au Centre de la Côte d'Ivoire, début de la zone de savane, on ne rencontre plus que Sesamia calamistis. Plus au nord, en Haute Volta, on ne signale plus que cette dernière espèce. JEPSON (1954) le décrit également comme la plus commune en savane. Selon cet auteur, Sesamia calamistis est largement distribuée à l'Est, à l'Ouest de l'Afrique et dans les Iles de Madagascar, Maurice et Réunion.

1.2. Les plantes hôtes

* Eldana saccharina infeste principalement les graminées cultivées : la canne à sucre, le maïs, le sorgho et le mil. On le trouve sur le riz pluvial mais en proportion moindre.

D'autres graminées adventices peuvent servir d'hôtes secondaires et permettent au ravageur de traverser la saison sèche en l'absence de maïs et d'autres plantes préférées. Parmi ces graminées spontanées on peut citer : Cyperus sp. Penisetum sp. Rottboelia sp. Cette liste de plantes hôtes est moins longue pour Sesamia spp.

* Sesamia spp

Des deux Sesamia, S. calamistis a une diversité alimentaire plus grande. C'est un ravageur important de la canne à sucre signalé à Madagascar par FRAPPA (1937), CARESHE et BRENIERE (1962) ; à l'île Maurice par WILLIAMS et MAMET (1962) ; à la Réunion par BORDAGE depuis 1914.

En Afrique, VAYSSIERE et MIMEUR le signalent au Sénégal et au Soudan en 1925 sur canne à sucre ; en Ouganda, HAGREAVES (1927),

INGRAM (1958), Le PELLEY (1959), le trouvent sur la canne à sucre et enfin VAN der MERWE (1938), DICK (1951) le trouvent sur cette même plante en Afrique du Sud.

C'est un ravageur du maïs, du riz et du sorgho. A Bouaké nous avons noté toute fois qu'il est plus commun sur le riz pluvial que sur maïs où ses populations sont faibles.

Sesamia botanephaga attaque d'une façon importante le maïs au Sud de la Côte d'Ivoire. Pendant la saison sèche, nous l'avons rencontré sur des jeunes pousses de canne à sucre, sur du Pennisetum et du Sorghum à Adiopodoumé. Sesamia calamistis semble préférer le riz en Côte d'Ivoire Centrale. On le rencontre aussi bien sur riz irrigué, sur riz pluvial et sur les jeunes pousses de canne à sucre au nord.

Les plantes hôtes connues de Sesamia calamistis, Sesamia botanephaga et Eldana saccharina (d'après RAO).

! plantes hôtes !	! <u>Sesamia</u> <u>calamistis</u> !	! <u>Sesamia</u> <u>botanephaga</u> TAMS et BOWDEN !	! <u>Eldana</u> <u>saccharina</u> !
! Maïs !	! + !	! + !	! + !
! Canne à sucre !	! + !	! + !	! + (?) !
! Riz !	! + !	! + !	! + !
! Sorgho, Thypha australis..... !	! !	! + !	! !
! Beckeropsis uniseta !	! + !	! !	! !
! Cenchrus echinatus !	! + !	! !	! !
! Casmopodeum afzelli !	! !	! + !	! !
! Coix lacrymajoli !	! + !	! !	! !
! Cyperus distans !	! !	! + !	! !
! Cyperus papyrus !	! + !	! + !	! !
! Echynochloa pyramidis !	! !	! + !	! !
! Eleusine coracana !	! + !	! + !	! !
! Hyparrhenia rufia !	! + !	! !	! !
! Lolium sp !	! + !	! !	! !
! Panicum maximum !	! + !	! !	! !
! Paspalum !	! !	! !	! !
! Paniculatum !	! + !	! !	! !
! Paspalum conjugalum !	! + !	! !	! !
! P. urvillei !	! + !	! !	! !
! Phalaris arundinacea !	! + !	! !	! !
! Pennisetum purpureum !	! + !	! + !	! !
! Pennisetum thyphoides !	! !	! !	! !
! (millet)..... !	! + !	! !	! + !
! Rottboellia compressa !	! + !	! + !	! !
! Rottboellia exaltata !	! + !	! + !	! + !
! Setaria barbata !	! + !	! !	! !
! Setaria splendida !	! + !	! !	! !
! Setaria chevalieri !	! !	! + (?) !	! !
! Sorghum arundinaceum !	! + !	! + !	! + !
! S. vightdifolium !	! !	! + !	! !
! S. verticilloflorum !	! + !	! + !	! !
! Trypsacum laxum !	! + !	! !	! !
! Vetiveria zizamoïdes !	! + !	! !	! !
! Vossia cuspidata !	! + !	! + !	! !

2 Méthodes d'échantillonnage

La morphologie particulière du maïs, objet de notre étude, sa fragilité font que les méthodes d'échantillonnage qui peuvent lui être appliquées sont limitées. C'est ainsi que le fauchage a été éliminé de nos méthodes. Nous avons essayé quatre méthodes en plus des observations diverses.

La méthode principale que nous avons utilisée est le prélèvement et la dissection de tiges ; elle permet de suivre les populations larvaires de borers de la façon la plus précise possible. Nous avons recueilli des données supplémentaires par l'emploi de pièges lumineux pour le recensement des populations adultes, de bouteilles appâtées et de pièges colorés pour connaître les ennemis naturels des borers.

2.1 Prélèvement au hasard des tiges de maïs et dissection

2.1.1 Prélèvement

Connaissant le nombre de lignes X par parcelle et le nombre de poquets Y sur une ligne, on détermine à l'avance, au laboratoire les pieds à prélever. Pour cela, on se sert du tableau des nombres pris au hasard. Un chiffre du tableau, divisé par X donnera un reste qui sera compris entre 0 et X ; on obtient ainsi la ligne sur laquelle le pied sera prélevé. On procède de la même façon pour obtenir le pied à prélever, en utilisant un chiffre différent de celui pris pour déterminer la ligne. On détermine ainsi dix couples (ligne, pied) par parcelle et par prélèvement. On effectue deux prélèvements par semaine ; la méthode étant destinée à suivre les popu-

lations larvaires au champ de la façon la plus précise possible, les prélèvements se font à un espace régulier tous les trois ou quatre jours et assez fréquemment (2 fois par semaine). On prélève le pied, le plus complet possible (avec les racines).

2.1.2. Dissection

La dissection se fait avec soin, minutieusement. La particularité des borers ou foreurs est de vivre à l'intérieur de la tige qu'ils forent. Ils peuvent forer la tige avec la gaine foliaire ou, laisser la gaine foliaire presque intacte et forer la tige en se plaçant sous la gaine. Enfin, des chenilles, des pontes, les forficules ou autres insectes intéressants peuvent être sur les feuilles, les gaines.... La dissection consiste à regarder toutes ces parties avec soin et à récolter tous les animaux qu'on rencontre ; chronologiquement :

- On enlève et examine les feuilles avec leurs gaines, feuille par feuille, de la première feuille desséchée à la base du pied de maïs à la dernière au niveau de la panicule.

- Après la première manœuvre, il est plus aisé de compter les entre-nœuds du plant de maïs et le nombre d'entre-nœuds attaqués sur le même pied (grâce aux trous d'entrée des chenilles).

- A l'aide d'un couteau les entre-nœuds sont fendus et découpés en petits morceaux. Après avoir fendu la tige, on vérifie le nombre d'entre-nœuds attaqués car un entre-nœud peut paraître sain de l'extérieur (pas de trou d'entrée de chenille) mais être miné à l'intérieur à partir de l'entre-nœud voisin (cas fréquent dans le cas d'une attaque de Sesamia qui attaque précocement). Cette partie du travail doit se faire très attentivement pour les raisons suivantes :

- pour ne pas se blesser d'abord, les bords de l'épiderme dur de l'entre-nœud fendu sont aussi tranchants qu'une lame.

- pour ne pas couper les chenilles en deux ou de les bles-

ser ; il convient pour cela de couper légèrement l'entre-nœud à un endroit où il n'est pas attaqué, on le fend ensuite légèrement sur quelque centimètre et, à l'aide des mains seulement, on sépare les deux moitiés de l'entre-nœud.

- pour retrouver toutes les chenilles qui peuvent être cachées dans la moelle, dans les gaines, au niveau des nœuds, dans les racines de la plante. On dissèque dans un second temps les épis du maïs.

2.1.3. Fiche de dénombrement

Les larves récoltées sont notées par stade larvaire sur une fiche de dénombrement portant les renseignements concernant la date du prélèvement, le lieu, la parcelle, la variété, le stade phénologique de la plante, le nombre total d'entre-nœuds attaqués.

Les larves sont mises par stades sur le milieu artificiel "Guennelon" pour suivre leur état sanitaire, le parasitisme. Du fait du comportement cannibal d'Eldana, les larves âgées sont tenues isolément dans des tubes cubiques de 2 cm x 2 cm x 2 cm avec un morceau d'aliment.

En séparant les différents stades larvaires, on arrive à déterminer l'âge préférentiel de l'hôte convenant à tel ou tel parasite.

2.2. Les bouteilles appâtées

Les bouteilles appâtées ou "pots de baber" ou "pitfall traps" ^{oh!} sont des pièges qui sont efficaces pour la capture des insectes se déplaçant sur le sol (WILLIAMS, 1962 ; SOUTHWOOD, 1966 cité par LOR, 1978). Par contre, TURNBULL et NICHOLIS démontrent qu'en comparaison avec d'autres pièges (le piège de Malaise par exemple), il est moins intéressant pour le recensement de la faune entomologique en général.

L'utilisation du poisson comme appât supplémentaire permet d'attirer des insectes à régime carnassier.

Dans une bouteille de 3,50 cm d'ouverture, 4,50 cm de diamètre et 10 cm de profondeur, on verse une petite quantité de vinaigre et on y introduit un tube contenant du poisson séché ; on enterre la bouteille, l'ouverture affleurant le sol. Huit bouteilles sont réparties sur l'ensemble de la parcelle et restent actives 72 heures. La parcelle à traitement normal, moins grande, n'en compte que six. Les échantillons récoltés sont gardés dans de l'alcool, avec une étiquette indiquant la date de la récolte, la parcelle... Le tri montre qu'une partie de la faune du champ vivant au sol tombe accidentellement dans le piège tandis que certaines espèces sont trouvées constamment dans nos bouteilles ; manifestement, elles sont attirées par l'appât et peuvent être considérées comme d'éventuels prédateurs. Ce sont ces derniers insectes dont nous avons testé l'action prédatrice au laboratoire, en mettant en présence des échantillons vivants avec des œufs et larves des borers.

2.3. Les pièges colorés : les bacs à eau jaune

Ce piège appelé aussi, piège de Moericke, ou récipients colorés, plateaux colorés, bacs à eau jaune ou encore assiettes jaunes doivent leur première utilisation à Von MOERICKE (1955).

Des récipients de couleur jaune contenant de l'eau additionnée de mouillant sont posés dans les parcelles P_1A , P'_1A , P_2 , P_3 , P'_3 . Une fois par semaine nous posons le piège et faisons le prélèvement 24^h plus tard. Cette technique nous donnera des renseignements intéressants sur la faune ailée du champ de maïs : particulièrement les prédateurs et parasites d'Eldana saccharina, Sesamia spp et autres.

Bouteilles appâtées et bacs à eau jaune sont posés sur toutes les parcelles à variété CJB, selon le plan suivant :

P_1	P_2	P_3																											
<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>X</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	X	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>X</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0	0	X	0	0	0	0	<table border="1"> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td>X</td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0	0		X		0	0	0
0	0	0																											
0	X	0																											
0	0	0																											
0	0	0																											
0	X	0																											
0	0	0																											
0	0	0																											
	X																												
0	0	0																											

P ₁	= parcelle non traitée
P ₂	= parcelle à fort traitement
P ₃	= parcelle à traitement normal
O	= bouteilles
X	= bac à eau jaune.

2.4. Le piège lumineux

Une lampe à mercure alimentée par un groupe électrogène est suspendue devant un drap blanc. Le piège est posé à proximité du champ de maïs. Il est fait à la fréquence d'une fois par semaine.

L'observation se fait de 18^h30 à 21^h et les insectes qui se posent sur le drap sont récoltés toutes les 15 mn. On relève les conditions atmosphériques : l'état du ciel nuageux ou pas ; présence ou absence de la lune... ?

Ce piège effectué pendant toute la première campagne a montré que quand la densité des populations de foreurs n'est pas importante, très peu d'Eldana et de Sesamia viennent à la lumière.

Les adultes sont mis par couples dans les boîtes d'accouplement.

2.5 Les observations à vue

L'observateur parcourt la parcelle, ramasse la faune du champ à l'aspirateur. Il note les maladies à virus ou à champignon. Les pieds attaqués par borers sont également marqués avec de la laine de couleur. Ceci est fait une fois par semaine.

3. Symptômes d'attaque et éthologie larvaire

3.1. Attaques dues à Eldana saccharina

Ethologie larvaire

Les larves issues de la ponte, située sur la bordure externe de la gaine foliaire, tissent un enchevêtrement de fils de soie

qui relie les poils du végétal se trouvant à cet endroit. Elles circulent sous un fin tissu de soies et s'alimentent aux dépens de la gaine foliaire d'abord. Puis, elles pénètrent entre la gaine foliaire et la tige, se nourrissant de la partie interne de la gaine, laissant une mince pellicule au dessus d'elles. Entre le troisième stade larvaire et le quatrième, les larves perforent la tige et s'installent alors à l'intérieur. Un comportement identique a été noté sur milieu artificiel au laboratoire.

De fait des attaques tardives sur le maïs, il est rare de voir un entre-nœud complètement vidé de sa moelle par Eldana saccharina. La larve d'Eldana évolue dans un milieu à faible humidité. Les déjections à l'aisselle des feuilles sont reliées, maintenues en boules par des fils de soie (Photo 3). Aussi bien dans le milieu artificiel au laboratoire que sur l'entre-nœud attaqué au champ, la larve tisse un fin tissu de soie pour la recouvrir dans sa galerie. Elle pratique deux orifices de sortie l'un vers l'extérieur, l'autre au contact de la nourriture (moelle de la tige de maïs ou milieu artificiel).

La larve âgée pratique un orifice de sortie de préférence au niveau du nœud ; elle renforce à ce niveau le tissu de soie qui déborde à l'extérieur et constitue le cocon, entremêlé de déjections du côté externe, et lisse du côté interne. Elle y effectue sa mue nymphale et l'adulte sort par l'orifice communiquant avec l'extérieur.

Il arrive que la larve d'Eldana saccharina se nymphose à l'extérieur de la tige. A la différence de Sesamia, elle ne creuse aucun emplacement particulier, mais tisse son cocon dans les cavités naturelles de la tige ou sur la gaine foliaire desséchée, entre l'épi et la tige, sur les spathes de l'épi ou ailleurs (photo 5). Au laboratoire, elle se nymphose dans le papier cannelé que nous lui proposons ou dans les coins de la boîte de nymphose; ~~facilite souvent l'émergence de l'adulte.~~ *très rarement à l'intérieur du milieu artificiel. L'endroit choisi pour la nymphose facilite souvent l'émergence de l'adulte.*

3.2. Symptômes d'attaque et éthologie larvaire de *Sesamia* sp.

Il est absolument impossible de distinguer les dégâts dus

à Sesamia botanephaga de ceux dus à Sesamia calamistis. Par contre, bien que les Sesamies et les Eldana aient un mode de vie apparemment semblable, on peut distinguer les attaques dues à l'un ou à l'autre des foreurs.

3.1.1. Attaques sur jeunes plantes de maïs : "cœur mort"

Les jeunes pieds de maïs, comme les repousses ou jeunes plants de canne à sucre, sont attaqués par les Sesamies.

Le plant attaqué voit sa croissance ralentir ; les jeunes feuilles se referment, s'enroulent sur elles-mêmes comme en cas de sécheresse et les feuilles centrales jaunissent et se dessèchent, donnant le symptôme caractéristique du "cœur - mort". La chenille, à la base du pied, dans la tige, a dévoré le parenchyme et sectionné la base de ces feuilles qui ne reçoivent plus de sève.

Sur maïs, de la levée à la montaison, les "cœurs- morts" sont exclusivement causés par Sesamia calamistis et Sesamia botanephaga et plus rarement Busseola à Bouaké ; les larves d'Eldana saccharina arrivent beaucoup plus tard au champ et ne peuvent pas provoquer de "cœurs- morts".

Ce mode d'attaque est très nuisible à la culture car, il provoque un éclaircissement du champ, la plante ne présentant pas le phénomène compensatoire du tallage comme la canne à sucre et le riz, un "cœur-mort" correspond à chaque fois, à l'élimination définitive du pied. Le plant meurt généralement avant que la larve ait terminé son développement. Celle-ci migre alors sur pied pour poursuivre son cycle.

3.1.2. Attaques sur plants âgés

Au cas où la ponte est déposée sur le maïs, entre la gaine foliaire et la tige, les larves de Sesamia pénètrent plus précocement dans la tige que celles d'Eldana. Dès le deuxième stade larvaire, elles pratiquent des petits trous d'entrée dans la tige, en relation avec le diamètre de leur corps. En général, les larves issues de la

même pontes passent par le même trou d'entrée ; on les trouve, entassées, plus ou moins engagées dans la moelle, du côté du trou d'entrée d'où elles se disperseront plus tard.

ANGLADE (1972), chez une espèce voisine Sesamia nonagroides LEF., note que les néonates se nourrissent d'abord de la gaine foliaire puis suivent deux comportements :

- Les chenilles cheminent sous la gaine, vers le nœud supérieur, percent la base de la gaine supérieure et s'installent dans la zone de contact étroit entre la gaine et la tige ; elles décorquent alors de façon annulaire cette gaine.

- Si elles rencontrent une ébauche d'épis, les chenilles peuvent aussi y pénétrer. Le pied attaqué par Sesamia sp. se reconnaît par les déjections à l'aisselle des feuilles, lorsque celles-ci sont encore fraîches.

La larve de Sesamia spp. n'émet pratiquement pas de fils de soies et, lors de son développement sur le milieu artificiel comme dans la plante, son milieu de développement reste très humide. Les déjections sont alors pâteuses, chargées en eau. C'est la différence fondamentale avec l'attaque due à Eldana saccharina évoluant dans un milieu plus sec entremêlé de fils de soies.

En cas d'attaque assez précoce du plant âgé, toute la moelle de la tige de maïs et le contenu de l'ébauche d'épi attaquée sont complètement consommée, la larve baignant dans une "bouillie" constituée par ses déjections ; elle attaque alors l'entre-nœud voisin ; la larve n'épargne que la cuticule rigide de la tige et les spathes de l'épi rudimentaire qui lui servent de fourreau protecteur contre les aléas climatiques et une forte luminosité (Photo 4).

La larve prête à se nymphoser regroupe des débris végétaux constitués de moelle et de déjections qu'elle relie par quelques rares fils de soies, formant ainsi un cocon. Elle se nymphose à proximité du trou de sortie beaucoup plus large que le trou d'entrée. (Photo 6).

SYMPTOMES D'ATTAQUES

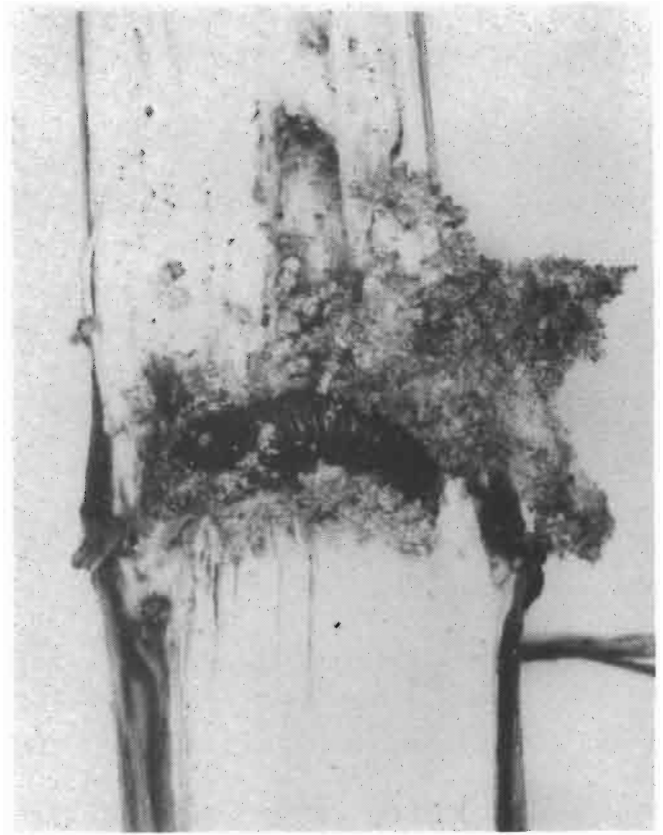


photo 3 Attaques d'Eldana saccharina

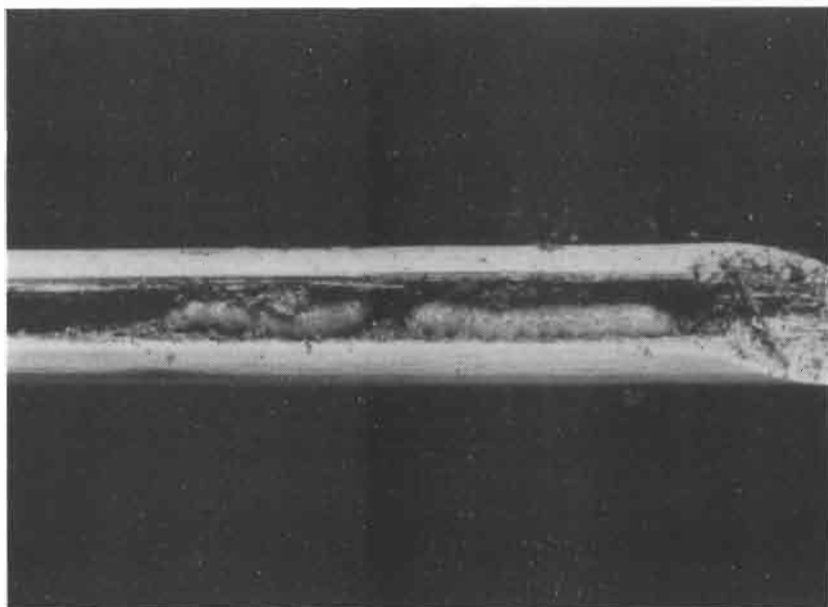


photo 4 Attaques de Sesamia spp.

La larve peut quitter la partie interne de l'entre-nœud pour se nymphoser à l'extérieur, entre la tige et la feuille, dans la gaine foliaire. Elle creuse dans ce cas un emplacement peu profond dans la tige, constitue un cocon de débris de vieilles feuilles provenant de la gaine et de morceaux de cuticule, puis elle se nymphose.

3.3 Conclusion

Les symptômes d'Eldana et de Sesamia sur le maïs peuvent se résumer avant la récolte, selon le tableau suivant :

<u>Caractères communs aux deux</u> <u>Foreurs</u>	<u>Eldana</u> <u>saccharina</u>	<u>Sesamia</u> sp.
<u>Organes attaqués</u> : tige	++	+
épi	+	++
feuilles	+ (nervures centrales)	?
gaines	+	+
racines	+	?
plant âgé	++	+
<u>Différence dans le comporte-</u> <u>ment</u>		
- <u>période d'attaque</u> :		
montaison		+
épiaison	++	
<u>milieu de développement</u>		
sec	+	
humide		+
<u>dégâts</u> :		
- cœur-mort		+
- panicule morte	+	
épi cassée	+	++
tiges cassées	+	++

4. Les fluctuations des populations d'Eldana saccharina WALKER
de Sesamia calamistis
de Sesamia botanephaga TAMS
et BOWDEN

4.1. Fluctuations des populations des foreurs du maïs en fonction du stade phénologique de la plante.

Le pourcentage d'entre-nœuds attaqués dont il sera souvent question dans ce texte est le nombre d'entre-nœuds attaqués sur 100 considérés ; ce chiffre n'est pas spécifique à un foreur mais représente le dégât de l'ensemble des foreurs des tiges présents au champ de maïs.

D'autre part, les nombres décimaux indiquant le nombre de larves sont dus au fait que lorsqu'il a été prélevé plus de 10 tiges (x), le nombre de larves (y) trouvés dans ces tiges est ramené à 10 :

$$\frac{y \times 10}{x}$$

4.1.1. Le pourcentage d'entre-nœuds attaqués

L'âge du maïs est un facteur important qui conditionne les attaques des ravageurs comme le révèlent les observations effectuées durant les diverses campagnes de maïs.

Le pourcentage d'entre-nœuds attaqués, nul au premier mois, se manifeste sporadiquement à la floraison pour monter brusquement à l'épiaison. Le maximum des attaques atteint, on observe ensuite très peu de fluctuations (Tableau 5 ; Fig. 10). Même en seconde campagne, lorsque les populations de foreurs augmentent, ce schéma reste correct car, les borers qui attaquent le maïs en début de cycle (Busseola et Sesamia) présentent de très faibles populations.

Le pourcentage d'entre-nœuds attaqués n'augmente pas régulièrement à chaque prélèvement comme on pourrait s'y attendre ; cela est dû à la méthode d'échantillonnage au hasard qui fait que l'on peut "tomber" sur des pieds de maïs moins attaqués dans l'ensemble qu'à au prélèvement précédent. Mais les courbes montrent une tendance à

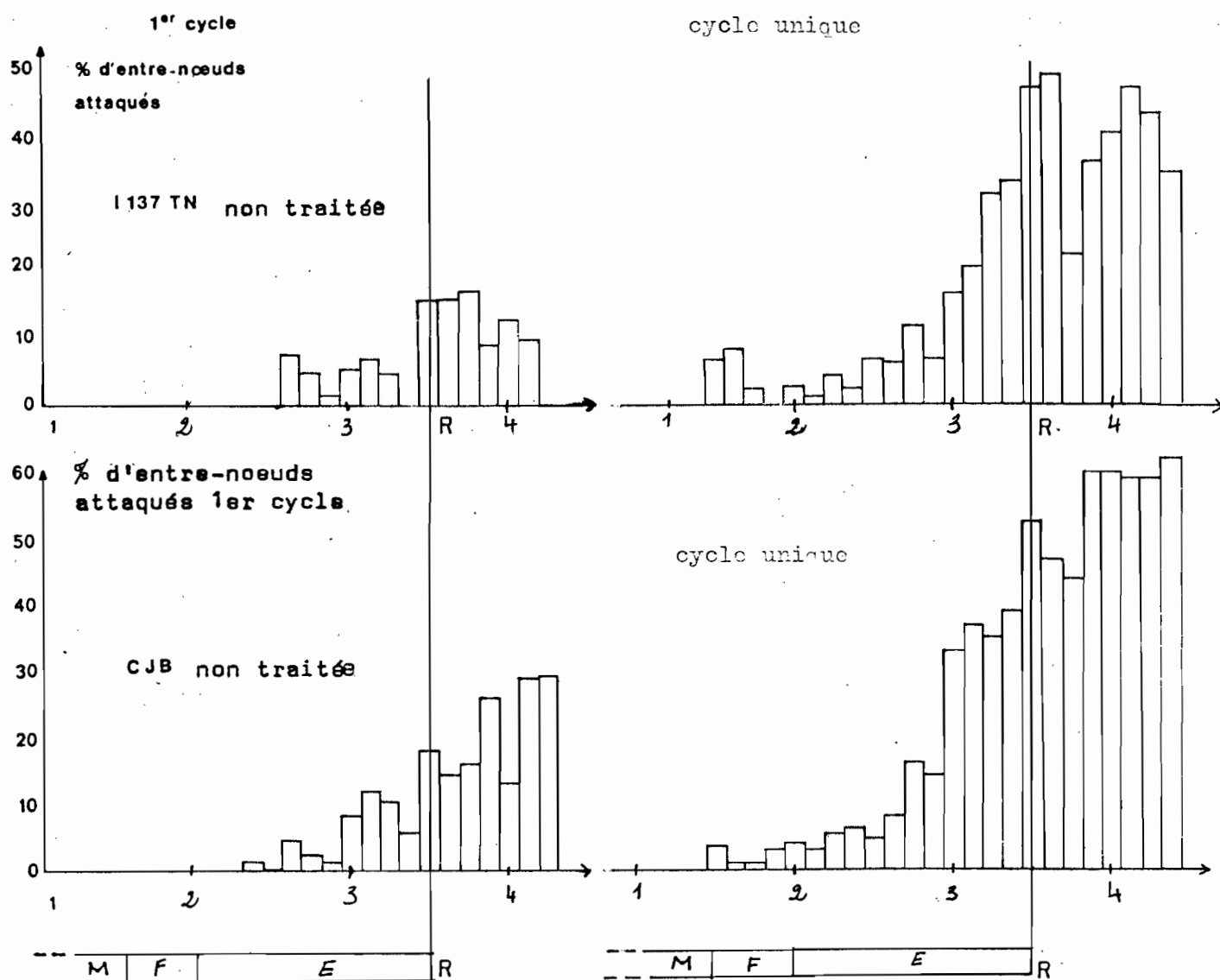
Tableau : 5 - Pourcentage d'entre-nœuds attaqués par les foreurs des tiges à Bouaké (I.R.A.T), en fonction du stade phénologique de la plante (1er cycle)

Date	Stades phénologiques	C.J.B. non traitée	I 137 TN non traitée
19-05-78	Montaison		
22-05-78	Floraison		
26-05-78	"-		
2-06-78	Grain laiteux	1,3	
9-06-78	Grain laiteux	0	
16-06-78	"- "-	4,5	7,8
19-06-78	"- "-	2,7	5,2
23-06-78	Grain mou	0,6	1,6
26-06-78	"- "-	8,2	5,4
30-06-78	"- "-	12,4	7,4
3-07-78	Grain dur	10,5	5,4
7-07-78	"- "-	5,3	0
14-07-78	"- "-	18,5	16,7
18-07-78	tiges sèches	14,8	16,4
21-07-78	"- "-	21,3	9,2
25-07-78	"- "-	26,4	-
27-07-78	"- "-	12,7	25,8
31-7-78	"- "-	28,9	8,9
4-08-78	"- "-	34,2	13,5
14-08-78	"- "-	24,2	9,9

Récolte

.../...

Fig. 10 : Evolution des attaques des foreurs des tiges au cours des différents cycles de culture de maïs à Bouaké (I.R.A.T.) 1er cycle et au cycle unique.



Légende

M = Montaison

F = Floraison

E = Epiaison

R = Récolte

CJB = Composite jaune de Bouaké

l'augmentation des entre-nœuds attaqués.

4.1.2. Les fluctuations des populations d'Eldana saccharina

Selon la littérature, on signale toujours des attaques tardives de ce ravageur sur le maïs.

GIRLING au Kawanda observe que les populations ne deviennent importantes qu'à partir du quatrième mois ; BONZI en Haute Volta, note également des attaques tardives d'Eldana saccharina sur le maïs. Quelle que soit la graminée attaquée par ces foreurs, Eldana saccharina intervient toujours après Sesamia sp (POLLET, 1974 ; GIRLING, 1978) et Busseola fusca quand ces trois ravageurs cohabitent. A Adiopodoumé (Basse Côte), les premières larves de Sesamia botanophaga sont récoltées un mois et demi après le semis alors que celles d'Eldana saccharina le sont un mois plus tard (Tableau 7).

Les attaques d'Eldana saccharina sont tardives sur les maïs, quelque soit le cycle de culture du maïs et la région. En effet, la majorité des pontes sont déposées à la mi-épiaison, au stade grain laitueux. Les poils en bordure de la gaine foliaire, où les femelles déposent les œufs, sont alors bien développés.

La période de ponte est courte et localisée dans le temps. La majorité des pontes sont déposées aux environs du 60^{ème} jour après le semis en ce qui concerne la variété CJB. Cette période de ponte est fonction du stade phénologique de la plante quelle que soit la région de culture et le cycle de culture. Pour des variétés plus précoces, elle se situera donc plus tôt.

La densité de ponte varie en fonction de la période de culture du maïs. Ainsi, nous avons noté dans un champ de maïs (culture paysanne), en second cycle, que 100 % des pieds étaient porteurs de pontes (anciennes et récentes) d'Eldana saccharina 62 jours après le semis.

Ces attaques ne deviennent appréciables qu'à la fin de l'épiaison, au stade grain pâteux-dur. Le nombre d'entre-nœuds attaqués

Tableau: 6 - Fluctuations des populations d'*Eldana saccharina* dans la parcelle CJB non traitée en fonction du stade phénologique
(Premier cycle, Bouaké : IRAT)

Date du prélè- vement	Âge du maïs en jours	Stade phénologique	<u>Eldana saccharina</u>			
			1 ₁ et 1 ₂	1 ₃ et 1 ₄	1 ₅ et 1 ₆	nymphes
2-05-78	31	Montaison				
5-05-78	34	"				
12-05-78	41	"				
16-05-78	45	"				
19-05-78	48	"				
22-05-78	51	Floraison		5		
26-05-78	55	"				
2-06-78	62	Grain laiteux			2	
9-06-78	69	"				
16-06-78	76	"				
19-06-78	79	"				1
23-06-78	83	Grain pâteux		2		
26-06-78	86	"		9	3	
30-06-78	90				28	5
3-07-78	93	Grain vitreux		2	21	1
7-07-78	97	"	12	7		
14-07-78	104	"	4	18		
Récolte	107					
18-07-78	108			6	11	
21-07-78	111	Tiges		15	24	7
25-07-78	115			12	26	4
27-07-78	117	sèches	2	7	9	3
31-07-78	121				27,5*	4,5
4-08-78	125				14,6	7,3
14-08-78	135				17	2

Légendes 1₁ et 1₂ larves du premier, deuxième...stade (10 tiges par prélèvement)

* lorsqu'il a été prélevé plus de 10 tiges:(x), le nombre de larves (y) est ramené à 10 tiges : $\frac{yx}{10}$; d'où les chiffres décimaux du tableau. ^x

passé alors du simple au double. Cette brutale évolution est due essentiellement à Eldana saccharina dont la plupart des larves ne réussissent à perforer la surface dure et résistante de la tige de maïs qu'au troisième et quatrième stades.

Le maximum des populations est atteint au stade "grain vitreux" (grain dur), parfois même après la récolte (suivant la date de la récolte), comme le montre le nombre maximum de la larve présentes ; c'est le cas en parcelles paysannes où les récoltes sont effectuées précocement (Tableau 6).

Les larves continuent et terminent leur développement dans les tiges desséchées, restées en place (comme Sesamia et Busseola).

4.1.3. Attaques et fluctuations des populations de Sesamia calamistis et de Sesamia botanephaga

Les populations de Sesamia calamistis sur maïs à Bouaké sont très faibles, presque nulles au premier cycle. Les populations de cette noctuelle, relativement plus importante au cycle unique, et celle de Sesamia botanephaga au Sud de la Côte d'Ivoire, permettent de préciser la période d'attaque de Sesamia sp. Notons que Sesamia calamistis et Sesamia botanephaga sont semblables dans leur développement et attaquent le maïs à la même période.

Les femelles de Sesamia pondent sur le maïs âgé d'un mois à un mois et demi après le semis, à la montaison. Les populations deviennent importantes deux mois et demi après le semis, à l'épiaison ; en Basse Côte d'Ivoire, on rencontre alors une population importante de larves aux cinquième et sixième stades (Tableau 7 ; Fig. 14).

A Bouaké, caractérisée par de faibles populations, l'attaque de Sesamia calamistis survient au stade de la montaison. Cet insecte et Busseola sont responsables des attaques des entre-nœuds notées au deuxième mois du cycle de la plante. Des études réalisées au Kawanda, où n'existe que l'espèce Sesamia calamistis, indiquent une période semblable à celle de Côte d'Ivoire (GIRLING, 1978).

Les larves restent présentes dans la tige de maïs jusqu'à

la récolte (trois mois et demi après le semis), au stade phénologique grain dur ou vitreux ; ces populations se développent ensuite dans les tiges sans épi, même sèches. La noctuelle a une grande différence dans le comportement sur le maïs et sur la canne à sucre ; sur cette dernière, elle ne provoque des dégâts que sur les jeunes pousses. Très exceptionnellement, il devient borer des tiges de cannes âgées (CARESCHE) ; la rencontre de larves de Sesamia dans le tissu des tiges de vieux plants de canne à sucre est inhabituel (DICK, 1951 ; GUPTA, M.C. and GUPTA, B.B. 1959 : in RAO 1969).

Tableau 7 : - Période d'apparition des deux borers en fonction du stade phénologique de la plante ; exemple de la Basse Côte d'Ivoire au premier cycle.

Age du maïs (mois)	Stades phénologiques	Entre nœuds attaqués (%)	<u>Sesamia botanepha</u>					<u>Eldana saccharina</u>							
			<u>ga</u>												
			1 ₁	1 ₂	3 ₁	3 ₄	5 ₁	5 ₆	n	1 ₁	1 ₂	3 ₁	3 ₄	5 ₁	5 ₆
1	MONTAISON														
1,5	MONTAISON	0,9			18		11								
2	FLORAISON	5,5	24,2		93,3			1,7							
2,5	GRAIN LAITEUX	10,2	40		48		55	6	30		3		4		
3	GRAIN PATEUX	9,8			60		23	4	57		56		29		3
3,5	GRAIN DUR	11,8			16		33	35	18		37		10		4
R															
4	TIGES SECHES	22,2	5,8		17,4		52,6	8,9	37,9		126,8		94,7		23,1
4,5	- "-	27			1		18	4			90		190		17
5	- "-	37,3					17	6			13		100		23

Légende

1₁ 1₂ : larves du premier, deuxième, stade
 n : nymphe
 R : récolte

... / ...

4.2. Les fluctuations des populations des foreurs du maïs en fonction du cycle de culture

4.2.1 Le pourcentage d'entre-nœuds attaqués par *Eldana saccharina*, *Sesamia calamistis* et *B. fusca* (Tableau 8, Fig. 14)

Outre l'augmentation relative des attaques des ravageurs à la fin de la première campagne de maïs, plusieurs facteurs plaident en faveur d'attaques plus importantes en seconde campagne à Bouaké (cycle unique) ; en effet :

- la petite saison sèche est courte et ne permet pas une destruction des populations antérieures.
- le taux de parasitisme est faible au premier cycle de culture
- les larves continuent à se développer sur les tiges de maïs laissées en place après la récolte et, de toutes façons, des parcelles de maïs et de riz restent en culture en permanence à l'IRAT pendant la petite saison sèche.

Les attaques de borers surviennent au même stade phénologique, lors du premier, du second ou du cycle unique. En effet, au stade grain dur, la moyenne d'entre-nœuds attaqués dans la parcelle CJB non traitée est de 11,4% alors qu'au cycle unique, sur la même parcelle et au même stade ~~ph~~énologique, le pourcentage d'entre-nœuds attaqués monte à 46 %, soit 4 fois plus.

Une évolution presque analogue est observée sur la variété CJB traitée normalement (Fig 14) et la variété I 137 TN (Fig. 10).

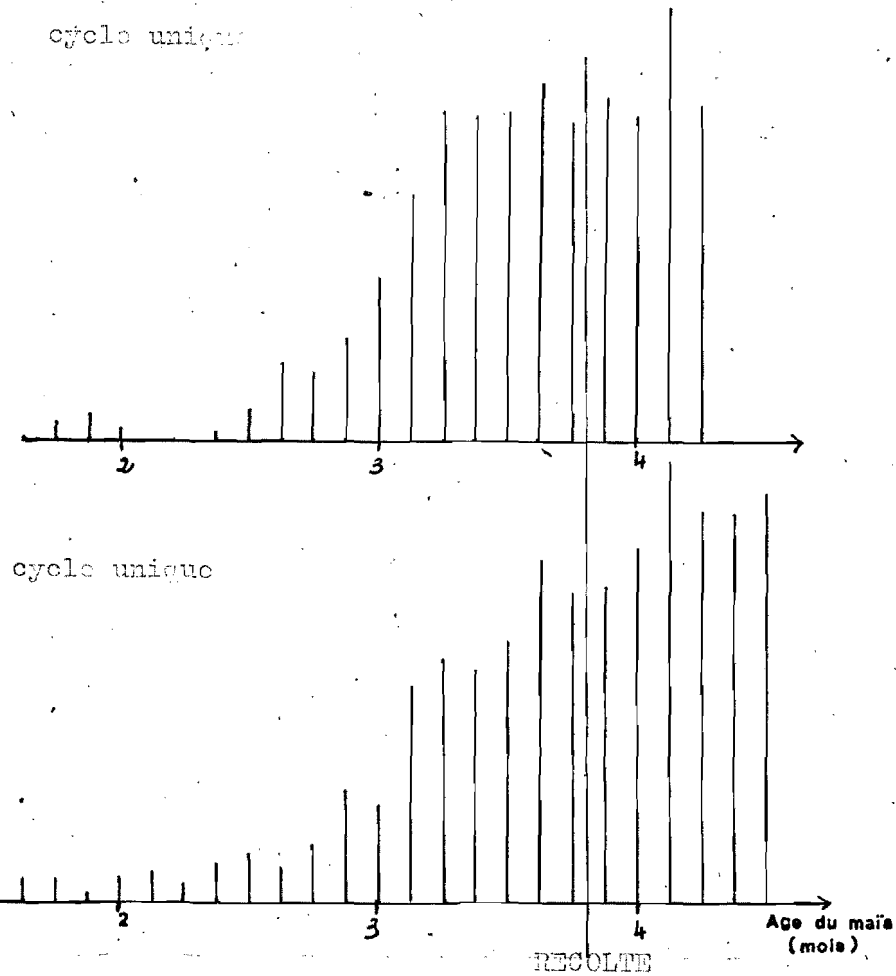
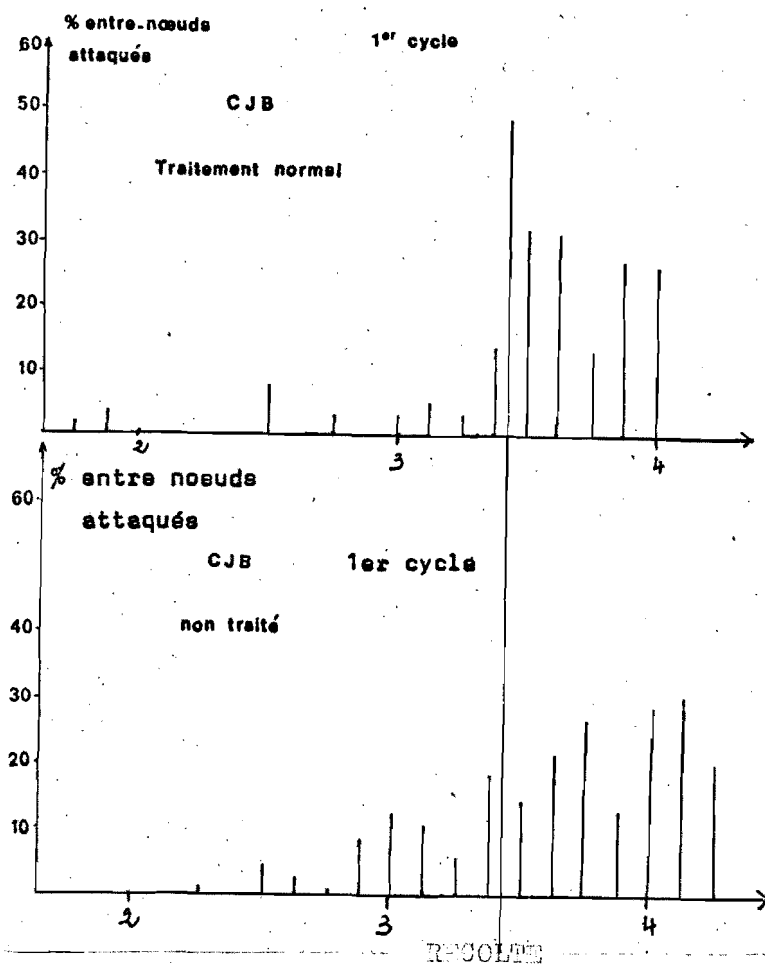
On note une augmentation plus précoce, dès les premiers prélèvement (48, 50, 55 jours) au cycle unique ; cela est dû à l'augmentation des populations larvaires de *Busseola fusca* et *Sesamia* sp. (par rapport au premier cycle), qui sont présents dans le maïs à cette période.

Tableau : 8 Pourcentage d'entre-nœuds atteints en fonction du cycle de culture. (CJB parcelle non traitée, Bouaké)

Age du maïs en jours	% d'entre-nœuds attaqués au premier cycle	% d'entre-nœuds attaqués au cycle unique
48	0	3
51 -52	0	0,7
55	0	0,8
63	1,3	4,3
69	0	5,4
76	4,5	4,5
80	2,7	8,2
87	8,2	16,1
90	12,4	14,4
94	10,5	33
98	5,3	37
104	18,5	39,4
108	14,3	52,2
111	21,3	46,2
117-118	12,7	48,6
121	28,9	54
125	34,2	67,6
135	24,2	59,4

RECOLTE

Fig 12 Evolution des attaques des foreurs des tiges au cours des différents cycles de culture de maïs à Bouaké (IRAT)



4.2.2 Les fluctuations des populations de Sesamia sp.

Les populations de Sesamia calamistis suivent l'augmentation générale des ravageurs. Presqu'inexistant au premier cycle, ce borer se manifeste au cycle unique avec des populations toujours plus faibles que celle d'Eldana saccharina. Le tableau suivant rend compte de cette situation. (parcelle non traitée, Boushe)

Age du maïs en jours	Stade phénologique	Populations des tiges			Populations des épis	
		1 ₁ & 1 ₂	1 ₃ & 1 ₄	1 ₅ & 1 ₆	1 ₃ & 1 ₄	Nymphes
52	Montaison	13				
59	Floraison	1				
69	Grain laineux		1			
73	"		2		2	
76	"		2			
80	"					
87	Grain pâteux	1	1		2	
90	"			1		
94	Grain dur	1				
101	"				5	1
104	"	1				

Il y a très peu de larves des cinquième et sixième stades et très peu de nymphes car, les larves parasitées par Apanteles sesamiae et le nématode meurent pour la plupart avant ces stades. ?

Les populations de Sesamia botanophaga évoluent autrement ; nous en rendrons compte dans l'étude des fluctuations de ses populations en fonction de la localisation géographique.

4.2.2 Les fluctuations des populations d'*Eldana saccharina*

Les populations d'*Eldana saccharina* sont faibles au premier cycle, surtout avant la récolte. Par contre en seconde campagne au cycle unique, du fait des facteurs cités plus haut, les populations des foreurs en général, d'*Eldana saccharina* en particulier, deviennent plus importantes. Au niveau de toutes nos parcelles, la "non traitée" (Fig. 16), à traitement normal (Tableau 9 ; Fig. 13) et I 137 TN l'évolution générale est la même ; les populations larvaires sont multipliées au moins par deux.

En effet, jusqu'à la récolte, au premier cycle, on dénombre 16 l_1 & l_2 , 43 l_3 & l_4 , 54 l_5 & l_6 et 7 nymphes, lors des dissections, pendant toute la campagne ; en seconde campagne, les populations récoltées jusqu'à la même date avec un même nombre de prélèvements montent à 37 l_1 & l_2 , 227 l_3 & l_4 , 227 l_5 & l_6 , 13 nymphes ; elles sont donc multipliées par deux, en ce qui concerne les l_1 & l_2 ; 5,2 , 4,2 et 2 respectivement pour les autres cas.

L'augmentation des populations larvaires au cycle unique libère un nombre relativement important d'adultes qui infesteront les cultures du second cycle qui chevauche le cycle unique. Mais les populations larvaires de ce cycle sont peu importantes du fait du parasitisme important des œufs (88,8 %) et des larves en fin de campagne.

4.3 Fluctuation des populations en fonction de la localisation géographique et conclusion

La localisation géographique de la culture est importante, si l'on considère la faune des ravageurs et le degré d'infestation de la culture.

En Basse Côte (Adiopodoumé), les attaques sont précoces sur le maïs et débute un mois et demi après le semis ; cela est dû à *Sesamia* qui intervient à cette période et demeure pratiquement le seul borer des tiges jusqu'à l'intervention d'*Eldana saccharina*.

TABLEAU: 9 Comparaison de l'évolution des
Populations d'Eldana saccharina au premier cycle et cycle unique
à Bouaké (I.R.A.T.); parcelle à traitement normal.

Age du maïs (jours)	Premier cycle				Cycle unique			
entre:	1 ^{er} & 2 ^e	3 ^e & 4 ^e	5 ^e & 6 ^e	nymphes	1 ^{er} & 2 ^e	3 ^e & 4 ^e	5 ^e & 6 ^e	nymphes
35 & 40								
40 & 45					2			
45 & 50	5							
50 & 55		2			2			
55 & 60					1			
60 & 65					4			
65 & 70								
70 & 75					8	9	8	1
75 & 80		3			4,5	9,5	1	
80 & 85								
85 & 90		3	5	1	28	59	19	1
90 & 95	2	7	1			36	54	12
95 & 100	4	5	2			68	54	6
100 & 105	5	10	9	3	13	80	70	
105 & 110		4	28	7		45	79	9
110 & 115		3	14,5	3	4	8	48	10
115 & 120		8	13	3	2	30	87	2
120 & 125	7,2	3,8	15,5	5	1,5	17	38	10,5

.../...

Fig. 13 Fluctuations des populations d'*Eldana saccharina* au cours

du premier cycle et du cycle unique (parcelle a
traitement normal; IRAT Bouako)

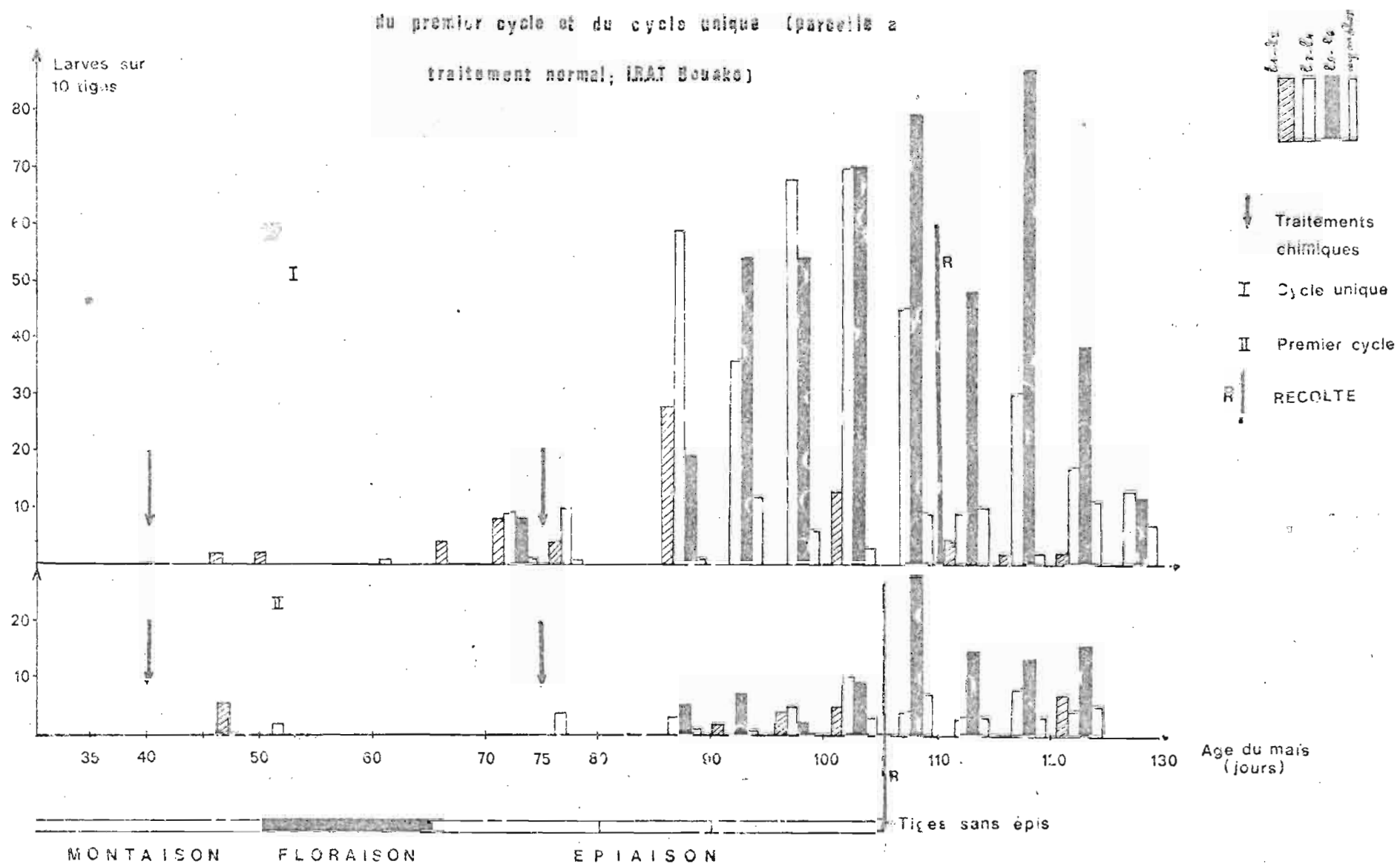
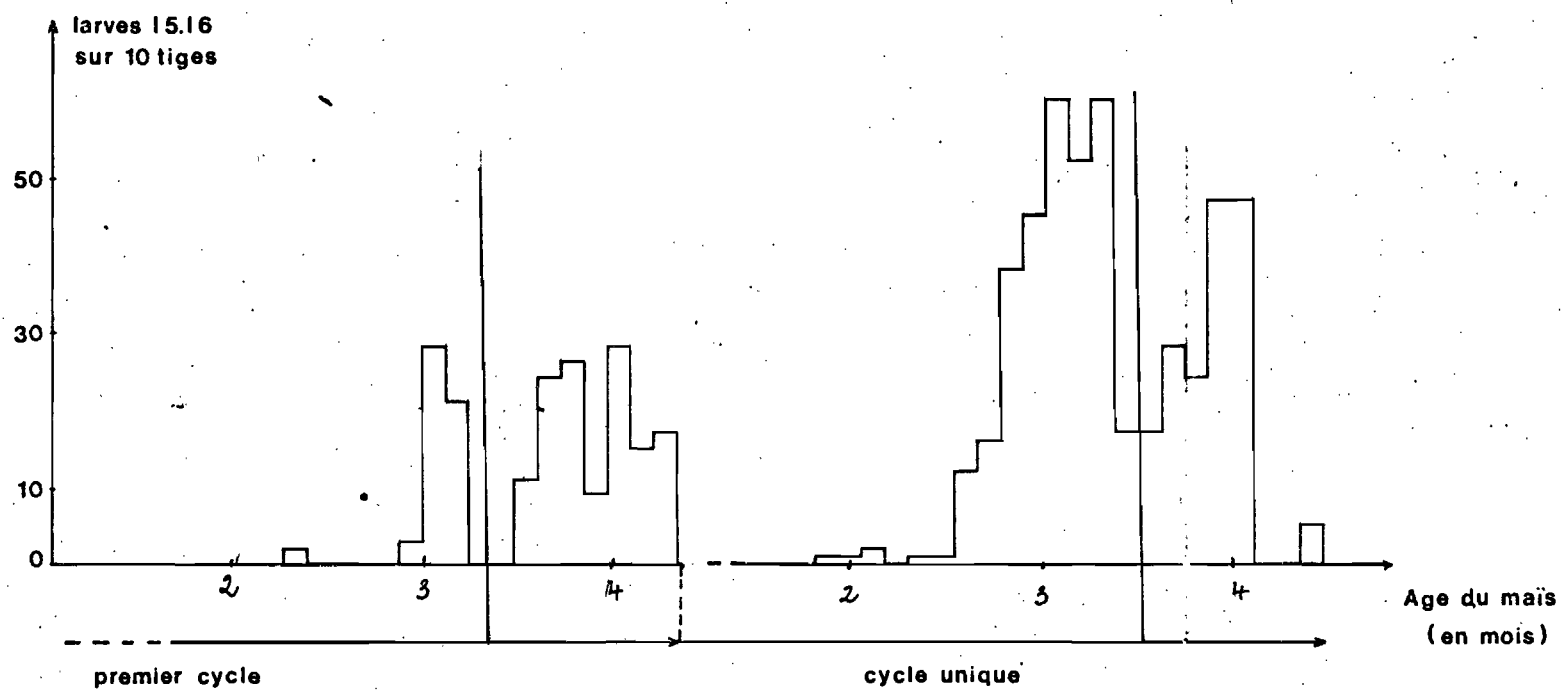


Fig. 14 Fluctuations des populations d'*Eldana saccharina* selon le cycle de culture à Bouaké (IRAT)
parcelle CJB non traitée.



Les populations de Sesamia, nulles au premier prélèvement (1 mois après le semis), apparaissent seulement au second prélèvement quand le maïs est âgé de 45 jours. La première vague d'infestation se situe donc entre ces deux périodes. Les populations de Sesamia atteignent leur maximum deux mois et demi après le semis. Eldana saccharina s'installe à la suite, mais les populations n'atteignent leur maximum qu'après la récolte (Fig. 14). Les populations d'Eldana et Sesamia coexistent dans le champ de maïs ; une même tige de maïs peut héberger les deux borers en même temps.

Au second cycle de culture en Basse Côte (octobre à janvier) les attaques des foreurs augmentent légèrement. On passe de 37,3 % des entre-nœuds attaqués au premier cycle à 40,4 % au second cycle, en fin de campagne. Les populations larvaires sont les mêmes dans l'ensemble.

Les conditions climatiques au sud sont plus clémentes pour les ravageurs qu'au centre. En effet, il y pleut presque toute l'année et les insectes en dehors du maïs ont d'autres plantes hôtes à leur disposition et ceci toute l'année, en particulier sur le Centre ORSTOM. Il s'établit donc un équilibre entre les ravageurs et leurs parasites. Les populations sont stables, avec une densité variant très peu. Les variations ne sont pas aussi spectaculaires qu'au centre.

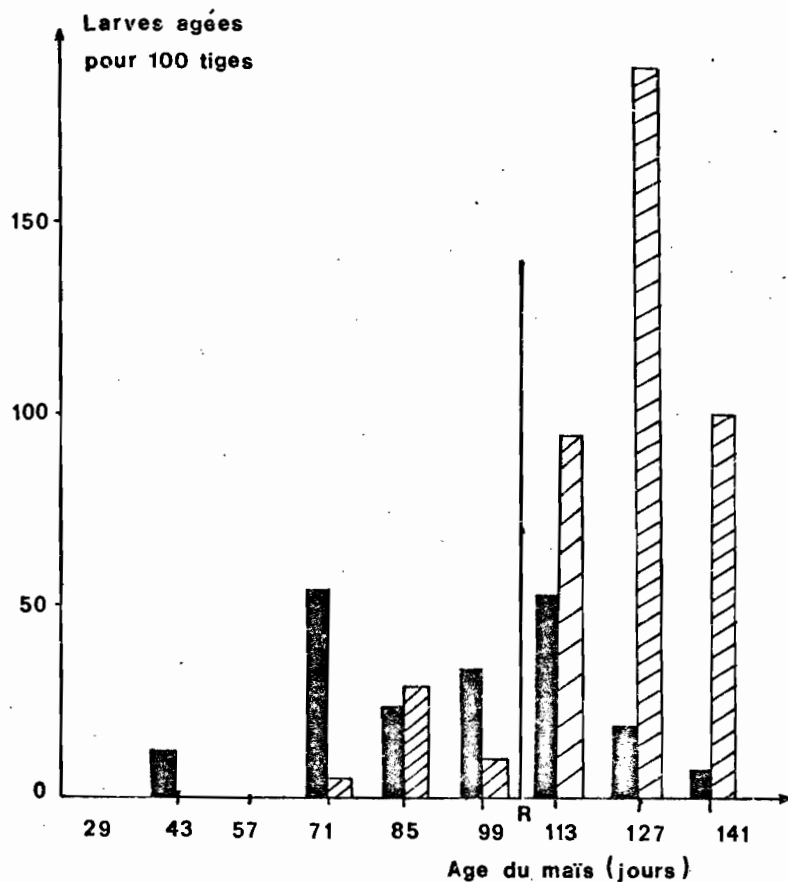
Attaques à Adiopodoumé au second cycle.

Date	Stades phénologiques	Entre nœuds attaqués (%)	<u>Sesamia</u>						<u>Eldana</u>					
			1 et 2	1 et 3	1 et 4	1 et 5	1 et 6	n	1 et 2	1 et 3	1 et 4	1 et 5	1 et 6	n
13-11-78	Montaison		1	4										
27-11-78	"	3,2	8	22	5				1					
11-12-78	Floraison	3	23	15	12		2			1				
26-12-78	Grain laiteux	7,6	1	14	17		2	3		14	8			3
9-01-79	Grain pâteux	13,4	21	14	46		11			20	43			7
25-01-79	Grain dur	18,7		9	43		11			119	34			7
12-02-79	Tiges sèches	36,0			11		5			14	50			14
27-02-79	"	40,1			3		6,7			2,5	46			25
19-03-79	"	40,4					2				3			4

La période d'attaque des ravageurs est donc la même partout et reste uniquement fonction du stade phénologique de la plante (Maïs). Chronologiquement, on assiste à l'invasion du champ de maïs d'abord par

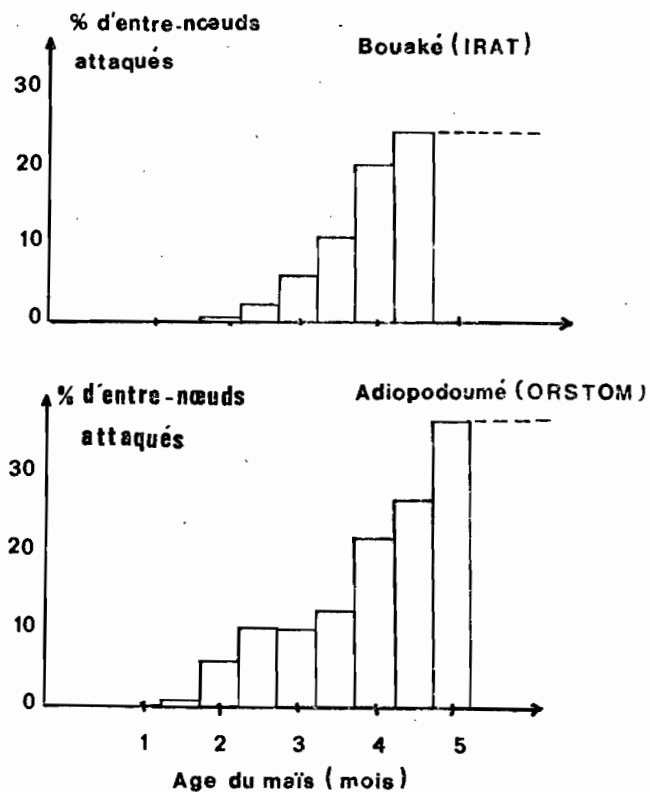
fig 11 Populations d' *Eldana*  et *Sesamia* 

à Adiopodoumé (ORSTOM)



R = récolte

fig 15 Comparaison des attaques des boxers des tiges au premier cycle



Bouaké: Eldana principalement

Adiopodoumé: Eldana et Sesamia

Busseola fusca (centre) puis Sesamia botanephaga (sud) et S. calamistis (centre et nord) ; enfin, Eldana saccharina intervient à la fin de la campagne.

Les populations des deux ravageurs, Sesamia et Busseola sont faibles à Bouaké (Fig. 13). Deux mois et demi après le semis, au premier cycle, tandis que le pourcentage d'entre-nœuds attaqués est de 10,2 % à Adiopodoumé (Basse Côte), il n'est que de 2,2 % à Bouaké. La différence est due à une population plus importante de Sesamia en Basse Côte. En fin de cycle on observe 25 % d'entre-nœuds attaqués à Bouaké et 37 % à Adiopodoumé. Les borers de l'épi Cryptophébia lencotrete et Mussidia sp (?) interviennent dès l'épiaison et s'installent à l'extrémité des épis. Ils ne s'attaquent véritablement aux grains que plus tard au stade grain mou ou dur.

... /...

C H A P I T R E I V

LES FACTEURS DE REDUCTION NATURELS DES POPULATIONS DES FORJERS DU MAIS

Plusieurs facteurs naturels interviennent dans la réduction des populations d'Eldana saccharina et de Sesamia spp. Les plus importants que nous ayons notés en Côte-d'Ivoire sont :

- le complexe parasitaire dont les parasites et les prédateurs d'oeufs et de larves ;
- les facteurs climatiques, essentiellement la saison sèche.

Nous ferons l'étude des parasites de la pyrale en donnant d'abord une liste bibliographique de ses parasites connus et, ensuite ceux trouvés en Côte-d'Ivoire.

I Les parasites d'Eldana saccharina :

Les rares publications sur cet insecte signalent très peu de parasites. GUIRLING au Kawanda (Ouganda) note dans ses observations une destruction importante des jeunes larves neonates (entre 90 et 100 %) ; mais une fois que ces larves pénètrent dans la tige de la plante hôte, cette mortalité baisse et il note seulement 5 % de larves parasitées. BONZI en Haute-Volta signale qu'il n'y a eu aucun cas de parasitisme sur tous les borers des tiges (dont Eldana saccharina) ramassés lors des différentes campagnes de maïs en 1978. Le faible taux de parasitisme de la larve peut s'expliquer pour les raisons suivantes :

- protection mécanique : la larve âgée dispose d'une protection naturelle, mécanique ; d'abord la tige de maïs lui sert de fourreau protecteur, ensuite les fils de soie qu'elle émet, rendent l'accès de sa galerie difficile aux prédateurs.
- comportement de la larve : la larve âgée d'Eldana saccharina Walker est très active, ce qui la différencie de celle de Sesamia spp. plutôt amorphe ; elle est dynamique, agressive, réagit vivement dès qu'on la touche par une série de mouvements. Elle est très combative ; très souvent quand deux larves se battent, la plus forte tue l'autre et la mange ; une telle larve peut en faire autant avec un prédateur ou un parasite. En outre, dès qu'elle est inquiétée elle émet une substance alcaline de pH compris entre 8,5 à 9,0 provenant du pharynx (GUIRLING, 1978) ; on attribue à cette substance un effet répulsif.

V. Obere

1.1 Parasites connus d'Eldana saccharina WALKER en Afrique

Parasites	Auteurs	Localisation	Observations
TACHINIDAE			
<u>Actia comitata</u> VILL	MOHYUDDIN & GREAT. (1970)	Afrique de l'est	!parasitent aussi
<u>Actia exsecta</u> VILL			! <u>Busseola fusca</u> , <u>Chilo</u>
<u>Actia cuthbertsoni</u> CURR			! <u>partellus</u>
<u>Siphona (crocota)</u> <u>murina</u> MESH	! -"	! -"	! endoparasite gregai- ! re des larves forcuses ! des graminées.
<u>Sturmiopsis parasitica</u> CURRAN	JERATH (1968)	Tanzanie, Afri- que de l'Ouest	-"
ICHNEUMONIDAE			
<u>Syzeuctus</u> sp?	POLLET (1974)	Basse côte (C.I.)	! parasite plus de 10 % ! des larves d' <u>Eldana</u>
CHALCIDIDAE			
<u>Hyperchalcidia</u> <u>soudanensis</u> STEF	MOHYUDDIN & GREAT. (1970)	Ouganda, Kenya	! endoparasite solitaire ! des pupes d' <u>Eldana</u> .
EURYTOMIDAE			
<u>Eurytoma</u> sp	MOHYUDDIN & GREAT. (1970)	Ouganda, Tan- zanie	! parasite rare des ! nymphes
NEMATODE			
<u>Mermis</u> sp	MOHYUDDIN & GREAT. (1970)	Afrique de l'est	! parasite des larves

1.2 Les parasites d' Eldana saccharina en Côte d'Ivoire

Le complexe parasitaire d'Eldana saccharina est important. L'inventaire comporte des parasites, des oeufs, des espèces appartenant aux ordres des Hyménoptères et Diptères, et un nématode.

A.2.A. Les parasites des oeufs :

Aucun parasite des oeufs n'avait été signalé auparavant chez cette espèce. Cela est dû essentiellement à la difficulté qu'il y a à trouver les pontes de l'insecte au champ.

Des essais d'exposition de pontes recueillies au laboratoire afin de piéger d'éventuels parasites d'oeufs, n'ont donné aucun résultat, car les pontes fraîches déposées au champ sont rapidement détruites par les fourmis prédatrices.

Ce sont des pontes récoltées au champ qui nous ont permis d'observer que deux microhyménoptères oophages se partagent les oeufs d'Alomya saccharina Walker. Il s'agit d'un trichogramme et d'un scelionide. Ces deux insectes peuvent se partager la même ponte ou chacun se trouve seul sur une ponte. Le scelionidac a été récolté également au sud de la Côte-d'Ivoire à Adiopodoumé.

Tableau : a

- Taux de parasitisme des oeufs d'Eldana saccharinaWALKER (récolté le 17-10-78) par un Trichogramme
et un Scelionide.

Numero de la ponte	Nombre d'oeufs	Thrips	Acarion	Cheute	Tricho- grammes	Scelionide	P. (%) par ponte
1	28		1	1		22	78,6
2	37		1		1	36	100
3	3				2	1	100
4	6					6	100
5	17			13		4	23,5
6	9	1					
7	7	1					
8	32		1		18	13	100
9	27		1		5	22	100
10	23		2		3	20	100
11	18				1	17	100
12	23				11	12	100
13	13		1		5	8	100
14	29	1				12	41,4
15	17					17	100
16	22	1					
17	22			19		3	13,6
18	13					13	100
19	28					28	100
20	23					23	100
21	25	1			7	10	8
22	40				22	18	
23	34		2				
24	31		1		37		100
25	39		1			39	100
26	24		1	9	3	12	62,5
27	23		1			17	74
28	21		1		7	14	100
29	35		2		4	31	100
30	26				8	18	100
31	52					52	100
32	28					78	100
33	14	1					
34	46					46	100
35	9					9	100
36	21				5	16	100
TOTAUX	865	5	15	42	139	629	
			6,33%	soit 4,9%	soit 16,07%	soit 72,7%	88,8

.../...

Sur le tableau : (a) P = ponte
 O = nombre d'oeufs
 Th = Thrips récoltés avec les oeufs
 A' = Acariens récoltés avec les oeufs
 C = Chenilles écloses
 Tr = oeufs parasités par le Trichogramme
 S = oeufs parasités par le Scelionidae
 Pa = pourcentage de parasitisme

Ces oeufs, récoltés à la fin de la saison pluvieuse (17 octobre) sont parasités à 88,8 % dont 72,72 % reviennent au Scelionidae et 16,07 % au Trichogramme. Seulement 4,9 % éclosent et donnent des chenilles ; environ 6,3 % sont détruits par les prédateurs (Thrips et acariens dans ce cas) ou autres.

Chronologiquement, les chenilles éclosent les premières ; on les sort des boîtes, où les pontes sont mises isolément, pour éviter qu'elles consomment le reste des oeufs. Plus tard, on dissèque les oeufs pour voir le nombre d'oeufs parasités par chacun de ces parasites ; le nombre de parasites sortis ne correspond pas toujours au nombre d'oeufs, quatre Trichogrammes pouvant se développer dans le même oeuf.

On constate que 44,4 % des pontes sont parasitées par les deux insectes à la fois.

Comportement des parasites

Les parasites pondent dans des oeufs récemment déposés sur le végétal (de 0 à 24h. après la ponte) .Ils circulent entre les poils de la gaine et recherchent les oeufs à l'aide de leurs antennes ; au cours du développement des oeufs, l'oeuf parasité se distingue de l'oeuf normal par le temps de développement plus long du parasite et un chorion teinté progressivement de noir.

Selon MARCHAL (1936) ,FLANDERS (1937) ,KARSHINIAURTI (1938) ,MOUTIA and COURTOIS (1952) ,BRENIERE (1965) ,les Trichogrammes présentent trois stades larvaires, suivis des stades prénymphal et nymphal. Au début du troisième stade larvaire les oeufs de l'hôte deviennent noirs, phénomène

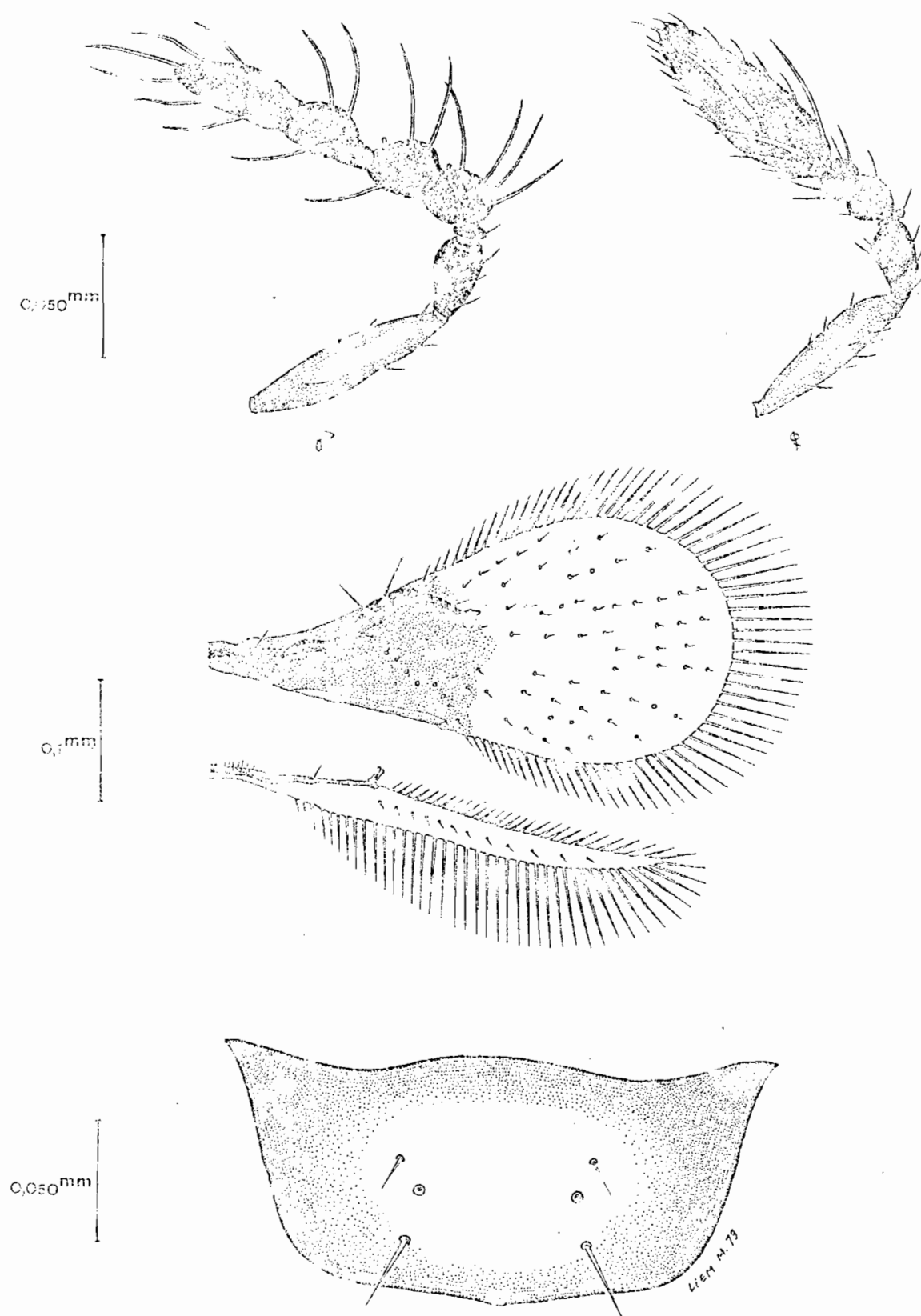


Fig: 16 *Trichoexenus* parasite des oeufs d'*Idanus saccharinus* WALKER
(d'après T. F. VILN LIEN)

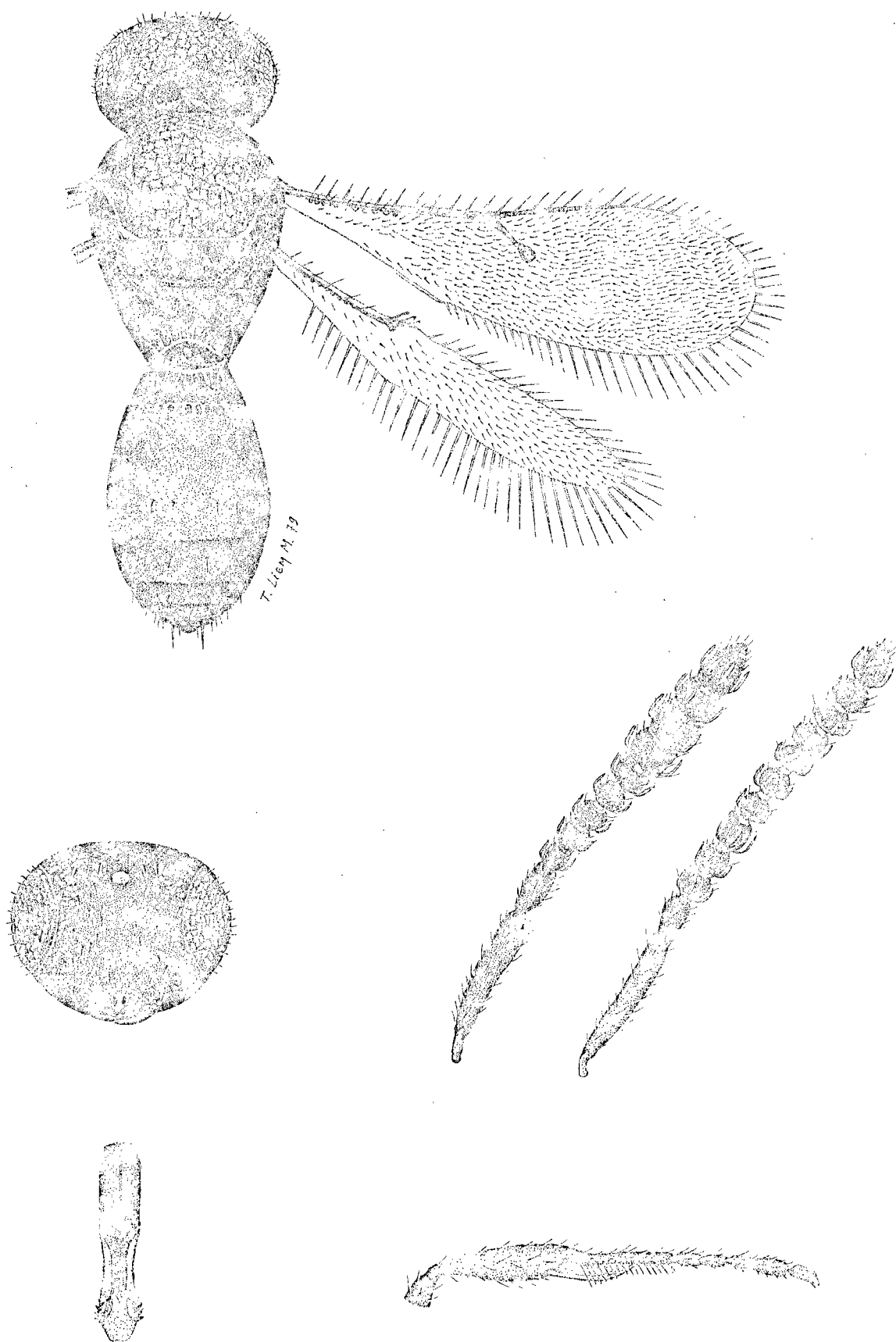


fig 17 Salixide parantle de Salix d'Albana
Aschbacheri WALKER

dû au dépôt de granules noirs à la face interne du chorion. Le temps de développement du Trichogramme est de l'ordre de 7 à 8 jours.

La fécondité des Trichogramme varie entre 20 et 120 oeufs par femelle selon l'espèce, l'hôte et la longévité des adultes (cf. METCALF, BRENIERE, 1969).

1 2 2 Les parasites des larves

Les parasites des larves d'Eldana saccharina les plus importants en Côte d'Ivoire sont : une tachinaire (sturmiosis sp.) un ichneumon (Syzocactus sp.) et un nematode (Meris sp.). Seul l'ichneumon est commun dans les différentes régions (centre et sud) de la Côte d'Ivoire ; au centre, on note la présence des trois.

Famille des Tachinidae : Sturmiosis parasitica CURRAN

La détermination a été faite par K. M. HARRIS du British Museum. Selon la littérature Sturmiosis parasitica CURRAN est un important parasite des foreurs des tiges de graminées en Afrique, au sud du Sahara (NYE, 1960 ; SMITHERS, 1960 ; HARRIS, 1962 ; LA CROIX, 1967, JERATH, 1968 ; ANON, 1970 ; MOHYUDDIN & GREAT HEAD, 1970). Les hôtes les plus fréquents sont Sesamia botanophaga TALS & BOWDEN, Sesamia calamistis HAMPSON, Eldana saccharina WALKER, Chilo partellus SWINH, Acigona ignefusalis HAMPSON et Dussockia fusca FULLER.

NAGARKATTI S. et RAO V.P. ont entrepris l'étude biologique de ce parasite. Les auteurs notent une prédominance de parasitisme par Sturmiosis parasitica sur les larves foreuses des tiges dans le champ de maïs par rapport au champ de canne à sucre. Sturmiosis avec Enicospilus atteignent ensemble un taux de parasitisme de 15 à 20 %. Les auteurs observent que Sturmiosis apparaît à la deuxième culture de maïs (Octobre à Décembre) et est absent à la première (Mars à Juillet).

Signalé comme parasitant près de 30 % de larves d'Eldana saccharina en Afrique de l'Ouest, ce parasite est plutôt rare à Bouaké ; nos observations révèlent que le taux de parasitisme est très bas (21 %). Le parasite se manifeste à la fin de la saison pluvieuse et pendant la saison sèche, comportement semblable décrit par NAGARKATTI et RAO. L'hygrométrie semble être un facteur important dans le déroulement de son cycle.

La larve parasite émerge de la larve hôte au dernier stade ou de la pupa. Avant la sortie de l'asticot, la larve parasitée est immobilisée, tuée ; le parasite sort et se transforme immédiatement en pupa. La chenille hôte est alors une enveloppe vide, les tissus ont été entièrement consommés par le parasite.

La pupa, cylindrique, aux deux extrémités arrondies, a les dimensions suivantes :

- longueur : 8,5 à 9 mm
- largeur : 3 à 3,2 mm

Famille des Ichneumonidae : Syzeuctus Cribrosus

La part la plus importante du parasitisme des larves d'Eldana saccharina WLK revient à un ichneumonidae endo-parasite solitaire (Syzeuctus sp.) en Côte d'Ivoire centrale entre septembre et octobre. Le taux de parasitisme par cet insecte peut atteindre 18 à 20 % comme l'indique le tableau (b) ; en fin de campagne de cycle unique (Octobre), on trouve un grand nombre de cocons de parasites sortis ou encore présents. Ce parasite joue un rôle indiscutable dans la réduction des populations du ravageur.

Comportement du parasite :

L'ichneumonidae recherche à l'aide de ses longues antennes les larves d'Eldana saccharina dans la gaine foliaire, à l'endroit justement où les femelles déposent les oeufs. La femelle introduit ses antennes entre la gaine et la tige pour se rendre compte de la présence des larves qui se trouvent encore à l'extérieur de la tige, mais engagées cependant dans la gaine foliaire. Elle introduit alors sa tarière dans la gaine pour pondre dans la larve.

Les stades larvaires attaqués

Si l'on classe les larves par stades après chaque prélèvement, il apparaît que le parasite pond dans la larve dès les troisième et quatrième stades.

Dans nos observations au laboratoire et au champ, ces stades larvaires sont encore externes ; cette situation facilite le parasitisme car, lorsque les larves sont engagées dans leurs galeries, à l'intérieur des tiges de maïs, les possibilités du parasite

d'atteindre son hôte s'amointrissent.

Tableau 4 Parasitisme des larves âgées d'Eldana saccharina par un ichneumonidae (Syzeuctus c.) en Côte d'Ivoire centrale (Bouaké)

Dates de prélèvement	Nombres moyen de larves âgées d' <u>Eldana</u> pour 30 tiges	Ichneumonidae		Nymphes (insectes sortis et présents)	Cocons d'Ichneumonidae (vides)
		Nombres de cocons	% parasitisme		
29-09-78	77	12	15,6	2	0
2-10-78	51	10,6	19,6	0	2
6-10-78	122	15	12,3	15	4
9-10-78	152	18	11,8	7	2
13-10-78	227	23	10,1	9	2
16-10-78	185	35	18,9	6	5
20-10-78	154	23	14,9	20	7
23-10-78	121	16	13,2	30	5
30-10-78	177	8	4,5	20	30
3-11-78	120	2	1,6	15	21

La larve parasitée par Syzeuctus sp. est paralysée au cinquième ou sixième stade larvaire, à la fin du développement du parasite. La larve tisse son cocon de nymphose parfois précocement ; la larve du parasite sort, tisse son propre cocon de nymphose dans le cocon de soie d'Eldana. On retrouve le cocon du parasite et la dépouille de la larve dans le cocon que la larve d'Eldana a tissé.

frang. (Au Sud de la Côte d'Ivoire, si Eldana saccharina y est bien acclimaté, il ne semble pas en être de même pour ses parasites. Ainsi, nous y notons un plus faible taux de parasitisme par Syzeuctus.

Famille des Bethyilidae : Gonozius sp.

Gonozius sp. ectoparasite des larves âgées d'Eldana saccharina, ce parasite apparaît à la même période que la tachinaire (Sturmiopsis parasitica), à la saison sèche (novembre, décembre, janvier, février,

mars). Quand on met en présence des larves âgées d'E. saccharina et les adultes de Gonozius dans une boîte au laboratoire, les adultes du parasite déposent leurs oeufs sur les larves. Le développement larvaire du parasite s'effectue à l'extérieur de la larve hôte ; les larves du dernier stade de Gonozius se détachent de la chenille, tissent leur cocon dans les coins de la boîte d'élevage et se nymphosent. Certaines larves peuvent se nymphosier sans tisser de cocon. La larve d'Eldana survit généralement à l'attaque de ce parasite.

Précisons que ce parasite a été récolté seulement en Côte d'Ivoire Centrale (Bouaké) et son taux de parasitisme est insignifiant.

NEMATODE

Le parasitisme par le nématode : Nermis sp.

Le parasitisme par ce nématode prend la seconde place dans la réduction des populations larvaires du ravageur. Il peut atteindre un taux maximum de 14,8 % tableau (C).

La larve est inerte et déformée par les mouvements des nématodes cherchant à sortir. Les parasites sortent des larves des quatrième et cinquième stades et s'entortillent en spirale ; le nématode sorti, il ne reste de la larve qu'une enveloppe vide. Le parasite consomme tous les tissus à l'intérieur de la chenille. Plus de six larves ont pu être obtenues sur une seule larve-hôte.

Nous ignorons le mode de parasitisme de ce nématode ; en tout cas, selon MOHYUDDIN et GREATHEAD (1970), après avoir quitté son hôte, la larve entre dans le sol où elle atteint la maturité. Après accouplement, les oeufs sont déposés dans le sol. La larve issue de cet oeuf pénètre-t-elle dans la chenille après avoir remonté les pieds de maïs à la recherche des larves-hôtes ? Dans ce cas, les larves parasitées seraient surtout celles situées à la base du pied de maïs ; mais, lors des dissections, nous avons aussi observé la sortie de nématodes de larves situées dans la moitié supérieure de la tige de maïs.

Tableau C : Parasitisme des larves d'Eldana saccharina par le
nématode Nermis sp. en Côte d'Ivoire Centrale (Bouaké)

Dates du prélèvement	Nombre moyen de larves âgées d' <u>Eldana</u> pour 30 tiges	Nombre de larves parasitées par des nématodes	Taux de parasitisme (%)
29-09-78	77	10	13
2-10-78	51	3	6
6-10-78	122	12	9,8
9-10-78	152	9	6
13-10-78	227	11	4,8
16-10-78	185	5	2,7
20-10-78	154	13	8,4
23-10-78	121	18	14,8
30-10-78	177	12	6,7
3-11-78	120	4	3,3

2 Les prédateurs

Les prédateurs saisissent leurs proies vivantes, sans distinction des espèces, les tuent et les mangent. Ils sont donc communs à tous les foreurs des tiges, particulièrement Sesamia, Eldana et Busseola présents à Bouaké.

2.1 Les fourmis

La prédation des oeufs et jeunes larves de divers foreurs des graminées par les fourmis est un phénomène connu depuis longtemps. En effet, DODDS (1939), DICK (1945) et WAIYAKI (1968) cité par GIRLING (1978), ont observé des fourmis emporter des oeufs et jeunes larves d'Eldana saccharina. MOHYUDDIN et GRANTHEAD attribuent la destruction de 90 % des oeufs de Busseola fusca et de Chilo partellus SWINBOE à quatre espèces de fourmis : Tetramorium quincense, Pheidole mégacephala, Cardiocondyla hadonei et C. emorgi au Kawanda. Ils estiment même ce phénomène plus important que le parasitisme des oeufs. GUENNEILON (1972) cite quatre autres genres de fourmis s'attaquant aux chenilles d'Ostrinia nubilalis : Crema togaster, Lasius, Iridomyrmex, Tetramorium en Europe.

GIRLING (1978) a vu, lors de ses essais expérimentaux, deux espèces de fourmis Tetramorium bicarinatum (NYLANDER) et Camponotus sericeus (F.) s'emparer des oeufs d'Eldana saccharina et a observé d'autres espèces sur le maïs. Il estime le prédatisme des oeufs et jeunes larves par les fourmis à 91,6 %. Nous même, dans nos observations à Bouaké, avons noté le prédatisme des oeufs par les fourmis.

Les oeufs récoltés au laboratoire ont été exposés dans un champ de maïs pour piéger la faune des parasites d'oeufs. Mais, toutes les pontes (100 %) ont été détruites par les fourmis avant éclosion.

D'autre part, au moment de la ponte d'Eldana saccharina, on peut observer un grand nombre de fourmis sur le pied de maïs, même aux entre-noeuds supérieurs, au dessus de l'épi. Parfois, on en trouve même dans les galeries des larves où, bien sûr, très souvent, il n'y a plus de larve.

piéger
que
se font
signifier

Le complexe des prédateurs des oeufs d'Eldana saccharina au champ comporte aussi une ou deux espèce d'acariens minuscules accompagnant très souvent la ponte (70 % environ des pontes en comptent au moins un) et un Thrips.

2.2 Les forficules

Parmi les prédateurs des larves de borers, les forficules ont retenu particulièrement notre attention. Ainsi, au cours du cycle du maïs, on assiste à une augmentation des populations de forficules presque parallèle à celle des borers. Malgré la perte d'un nombre d'individus, lors du transport et de la dissection du maïs, nous avons un schéma intéressant de leur évolution dans le champ en récoltant à chaque dissection, les forficules présents sur les pieds.

La caractéristique des prédateurs étant généralement de consommer toutes les proies sans distinction des espèces, nous avons regroupé toutes les larves récoltées à la dissection, exception faite des larves âgées (1₅ et 1₆) .

Tableau d - Evolution des populations de forficules (petite espèce)
 en fonction du stade phénologique du maïs
 (parcelle non traitée)

Dates de prélèvement	Stades phénologiques du maïs	Larves récoltées à la dissection 1 ₁ , 1 ₂ , 1 ₃ , 1 ₄	Forficules sur 10 pieds de maïs		
			Adultes et larves	Ponte	néonates
2-05-78	1 mois	0	0	0	
12-05-78	Montaison	0	17		
16-05-78	Montaison (fin)	0	8	4	
22-05-78	Floraison	5	12	1	
2-05-78	2 mois (début de ponte)	2	5	1,2	
16-06-78	2 mois + 14 jours (période de la ponte)	0	85		
23-06-78	2 mois + 3 semaines (pontes + jeunes larves)	2	72		47
26-06-78	3 mois (jeunes larves, période d'éclosion)	13	68		300
3-07-78	3 mois (jeunes larves)	23	80		
21-07-78	après récolte	15	35		
25-07-78	"	12	17		
31-07-78	"	27	27		
14-08-78	maïs sec		12	0	0

Un schéma analogue est observé lors de la deuxième campagne de maïs, avec un nombre plus important de forficules qui suit l'augmentation des populations de ravageurs. Les forficules augmentent quantitativement lorsqu'on trouve des pontes et jeunes larves au champ, deux mois et demi à trois mois après le semis du maïs. Ils se multiplient alors intensément (pontes et éclosions) parce qu'ils disposent d'une quantité abondante de proies.

Les forficules sont considérés en général comme des insectes détricoles et phytophages et leur régime carnassier a souvent été nié ou minimisé. Toutefois, dès 1928, BERLAND (in BALACHOWSKY, 1936) constate que le forficule méridional Euborellia moesta cherche à atteindre les chenilles de Laspeyresia pomonella dans les fruits tombés ; il a réussi à alimenter l'insecte avec des mouches mortes. FUSSARD (1925), selon BALACHOWSKY, a noté également des mœurs carnivores chez Forficula auricularia. RISBEC (1950) a observé Forficule senegalensis en train de dévorer des larves de diptères dans un champ de mil. Les forficules sont sans doute phytophages pour la plupart, mais il existe des espèces qui sont incontestablement plus carnassiers que phytophages.

A Bouaké, nous avons conduit des essais expérimentaux qui mettent en évidence le comportement carnassier des larves de forficules. Lors de nos observations, nous avons constaté la présence de deux espèces de forficules dans le champ. Une espèce très grosse vit au sol ; l'autre espèce, plus petite, avec des ailes jaunes, vit sur le plant de maïs ; on la rencontre à tous les niveaux du plant et elle dépose ses oeufs sous la gaine foliaire. A l'éclosion, les jeunes larves, noires, restent groupées sous la gaine. On ne note aucun dégât au niveau de la gaine et parfois on rencontre des débris de larves, dévorées peut-être par leurs congénères.

Les bouteilles appâtées, déposées au champ de maïs, capturent les insectes à régime carnassier et presque exclusivement et en grand nombre la grosse espèce de forficule tableaux (edé).

Tableau e : - Populations capturées en bouteilles appâtées; premier cycle de culture du maïs (parcelle non traitée).

Date	Stades phénologiques du maïs	Forficules	Grillons	Fourmis	Caraboïdes
05/05/78	Montaison	21	2	6	0
23/05/78	Floraison	15	1	1	3
30/05/78	Grain Laiteux	11	3	2	0
13/16/78	Grain Laiteux	67	3	1	1
23/06/78	Grain Mou	52			
30/06/78	Grain Mou	38 dont 20 larves	2	3	0
14/07/78	Grain Dur	11	1	0	0

Tableau e' : - Populations capturées en bouteilles appâtées à la deuxième campagne de maïs (Parcelle non traitée)

Date	Stades phénologiques du maïs	Forficules	Grillons	Fourmis
8-08-78	Montaison	25	1	
21-08-78	"-	32	2	1
27-08-78	"-	61		
3-09-78	Floraison	78	8	
11-09-78	"-	46		1
18-09-78	Grain Laiteux	23	3	
25-09-78	"- -"	27	1	
2-10-78	Grain Pateux	59	1	1
9-10-78	Grain Dur	43	4	1
16-10-78	"- -"	34		
23-10-78	"- -"	12		
6-11-78	Tiges Sèches	8	3	2

.../...

Ces deux tableaux montrent que les populations de forficules augmentent en bouteilles au cours du cycle du maïs et cette augmentation est particulièrement nette au premier cycle, à partir de l'épiaison. Les populations d'insectes, donc de proies, augmentant, les forficules sont bien nourris et se multiplient abondamment. Leur population croît parallèlement à celle de l'ensemble des insectes à la seconde campagne de maïs.

D'autres essais ont été faits au laboratoire pour confirmer les mœurs de ces insectes. C'est ainsi que les forficules qui sont capturés dans les bouteilles appâtées, récoltés vivants au champ, ont pu être élevés au laboratoire pendant plus de deux semaines avec uniquement des larves d'Eldana saccharina. Ils consomment préférentiellement les jeunes larves qu'ils poursuivent et saisissent avec leurs fortes mandibules, parfois plusieurs à la fois. Le forficule a un comportement plus réservé lorsqu'il se trouve face à une larve âgée (1₅) d'Eldana qui par ailleurs est très agressive, cannibale et peut-être prédatrice. Le forficule contourne la larve plusieurs fois, il la saisit par le dos, la tue, puis la consomme. Il ne s'attaque à ces larves que lorsqu'il a faim et n'a pas le choix de la proie.

Nous avons fait des essais au laboratoire et avons observé que les petits forficules qui montent sur le maïs mangent les oeufs et les jeunes larves d'Eldana saccharina.

Tableau Consommation de trois forficules adultes (petite espèce) en 1 h 30 sur larves du 1er stade d'Eldana saccharina.

Temps	Larves vivantes	Larves mangées
0	53	0
15 minutes	23	30
30 minutes	17	36
45 minutes	11	42
1 heure	6	47
1 heure 15 minutes	5	48
1 heure 30 minutes	5	48

Les forficules, affamés peut-être au début de l'expérience, se jettent sur les larves et en mangent plus de la moitié en un quart d'heure ; puis, ils en consomment de moins en moins, pour les refuser totalement au bout d'une heure, lorsqu'ils se sont nourris à satiété.

Dans le champ de maïs, ces prédateurs contribuent très certainement à détruire les oeufs et jeunes larves des insectes en général et des foreurs des tiges en particulier.

Toutefois, la grande espèce de forficules doit avoir une action prédatrice moindre, ou indirecte sur les borers puisqu'elle vit au niveau du sol. Par contre, la petite espèce grimpe sur le pied de maïs et sur la tige ; elle pénètre dans les cornets foliaires, les gaines foliaires et même dans les galeries des larves, si elles ne sont pas obstruées par les déjections et les fils de soies.

2.3 Autres prédateurs

Outre ces principaux prédateurs, le contenu des bouteilles appâtées et les observations visuelles ont permis de voir que d'autres prédateurs tels qu'un grillon indéterminé, les mantes religieuses et les Hémiptères réduvides sont fréquents dans le champ de maïs. Il est à noter également la fréquentation du champ de maïs par des lézards qui grimpent sur les pieds de maïs. Leur rôle est difficile à évaluer.

Le grillon est constant dans les bouteilles appâtées ; il vit au sol. Il a consommé les oeufs et jeunes larves d'Eldana saccharina que nous lui avons présentés au laboratoire.

3 Le rôle du climat

3.1 Le comportement des ravageurs pendant la saison sèche

Si en Afrique du Sud dont les conditions climatiques sont différentes de celles de Côte d'Ivoire, DICK a trouvé que les larves d'Eldana saccharina sont inactives à une température inférieure à 11°C et pense qu'elles hibernent en hiver, la plupart des travaux effectués sur cet insecte en Afrique Occidentale et Orientale

indiquent qu'il n'entre pas en diapause à l'inter-saison (saison sèche). GIRLING note l'absence de diapause au Kavanda ; AIKING (1957), cité par GIRLING, indique également que, dans les régions nord du Nigéria, Eldana saccharina n'entre pas en diapause malgré une longue sécheresse. Le ravageur continue de se nourrir sur des plantes hôtes fraîches, comme les repousses de sorgho après la récolte.

En Côte d'Ivoire, les larves qui n'ont pas terminé leur cycle à la fin de la saison pluvieuse, continuent leur développement dans les tiges restées sur place, longtemps après la récolte. Ainsi, de faibles populations résiduelles de larves d'Eldana saccharina ont été trouvées dans ces tiges durant toute la grande saison sèche en Basse Côte. Le rythme de vie des larves est ralenti ; elles se nourrissent de la moelle des tiges à faible hygrométrie ; leur cycle de développement est rallongé. La chenille se dépigmente, devient blanchâtre, (à l'exception de la tête qui est rouge-brun) couleur qu'elle prend dans les conditions normales lorsqu'elle s'apprête à se nymphoser.

Toutefois, la majorité de cette population résiduelle subsiste dans des tiges de graminées sauvages lorsque toute culture de maïs est arrêtée. A Adiopodoumé (Basse Côte), à cette période, nous avons trouvé des larves de Sesamia botanophaga sur de jeunes cannes et sur Pennisetum ; celles d'Eldana saccharina sur Pennisetum purpureum.

3.2 La saison sèche comme facteur de réduction des populations

Les changements des conditions physiques (température et hygrométrie) de la saison sèche, contribuent à réduire les populations des foreurs. En Haute-Volta (saison sèche très aride), les observations de BONZI sur des parcelles expérimentales de maïs irriguées en saison sèche, montrent l'absence totale d'Eldana saccharina alors que l'espèce est abondante pendant la saison des pluies et que Sesamia calamistis est très rare. Sur des essais de maïs irrigué, nous n'avons observé à la récolte aucune attaque sur les entre-nocuds. D'autres observations faites sur du maïs en bas-fond (culture de décrue) montrent que le maïs cultivé en saison sèche est moins attaqué que pendant la saison pluvieuse.

La dissection des tiges provenant des parcelles de maïs irriguées à l'IRAT (où les populations sont habituellement fortes) pendant la saison sèche révèle une diminution des populations par rapport à la dernière campagne de maïs.

Tableau Larves présentes sur une moyenne de 10 pieds
à l'IRAT pendant la saison sèche

Date	E L D A N A				S E S A M I A		Observations
	1 ₁ & 1 ₂	1 ₃ & 1 ₄	1 ₅ & 1 ₆	Nymphes	1 ₃ & 1 ₄	1 ₅ & 1 ₆	
7-02-78	1,5	5,9	10,2	5,5	0,04	0	44,8 % d'entre-nocuds attaqués
22-02-78	0	0	0	0	0	0	70 % de pieds attaqués

Le 7-02-78, les 47 pieds de maïs disséqués à la récolte révèlent seulement 44,8 % d'entre-nocuds attaqués (60 à 65 % au cycle unique) et une faible population de larves présentes par rapport au cycle précédent. Quinze jours plus tard, le 22-02-78, ces tiges totalement desséchées ne contiennent plus de larves. Mais on note 70 % de pieds attaqués, alors que 100 % des pieds de maïs étaient attaqués au cycle unique à ce même stade ; et plus d'un mois après la récolte (au cycle unique), on trouvait toujours des larves vivantes dans les tiges sèches.

En dehors des parcelles expérimentales et quelques cultures de décrues, le maïs n'est pas cultivé en Côte d'Ivoire pendant la saison sèche. Mais l'absence de maïs à l'inter-saison n'est pas le seul facteur qui puisse expliquer cette diminution de populations car, même dans les zones où l'insecte dispose d'une plante-hôte permanente (zones sucrières), les populations des ravageurs baissent en saison sèche.

Interviennent donc des facteurs climatiques mais aussi le parasitisme des oeufs et larves qui augmentent à la fin de la saison de pluies (octobre), les populations existant dans la nature deviennent faibles.

Cette forte réduction des populations durant la saison sèche explique les faibles attaques durant la première campagne de maïs à Bouaké l'année suivante.

Conclusion

Eldana saccharina WILLER, foreur des tiges de maïs a un complexe d'ennemis naturels fort important en Côte d'Ivoire. Le parasitisme est toutefois plus important au Centre qu'au Sud. Ce facteur est probablement lié aux variations climatiques entre les deux régions. Au Sud, Eldana est peu parasité si bien qu'avec les graves attaques de *Sesamia*, le maïs subit de graves dommages au Sud.

Les ennemis naturels contrôlent les populations du ravageur, particulièrement au Centre et les maintiennent dans une limite sans grand danger pour le maïs.

C H A P I T R E V

POSSIBILITES DE LUTTE

Les dégâts provoqués par la pyrale du maïs Ostrinia nubilalis en Europe et décrits par GUENNELON sont très comparables à ceux des foreurs du maïs en Côte d'Ivoire et montrent l'importance économique des ravageurs.

Ces ravageurs doivent contribuer directement ou indirectement à une baisse de rendement. En effet, la nature de leurs dégâts, due à leur comportement de foreurs doit provoquer un affaiblissement de la plante en entravant la montée de la sève, affectant donc le remplissage des grains et provoquant ainsi une baisse de la production de graines. En outre, les insectes minant les tiges, celles-ci versent au moindre vent ou se cassent uniquement sous le poids des épis.

Les galeries pratiquées dans le pédoncule de l'épi provoquent également la chute de ce dernier, un phénomène courant dans les régions de vents violents (GUENNELON, 1972) ou d'orages et de tempêtes comme en Afrique.

Les foreurs de l'épi, constitués des foreurs des tiges et de ceux spécifiques à l'épi (Mussidia sp. et Cryptophlebia leucotreta) contribuent directement à la baisse de rendement en dévorant les grains ; ils nuisent aussi à la qualité du grain. Ce dernier type de dégâts diminue la qualité marchande de la céréale ainsi que la production de semence (GUENNELON, 1972)

Enfin, selon le même auteur, les galeries des larves, les sciures et excréments laissés sur leur passage, favorisent l'introduction et le développement de maladies, la plante infectée devient sensible à la verse. Il a été établi aussi que les champignons Gibberella zeae et Gibberella fujikuroi s'installent à la faveur de ces déprédations ; leurs spores ne peuvent s'introduire dans la tige qu'à la faveur d'une blessure mécanique ou de la pénétration d'un insecte phytophage (GAUDINEAU et LESSIAEN, 1954). Ces champignons

provoquent la pourriture des épis.

Les dégâts dus à Eldana et Sesamia sp. Nous estimons que, sur maïs, les dégâts dus à Sesamia sont plus graves que ceux dus à Eldana du fait :

- de la période d'attaque : Sesamia attaque précocement le maïs à la montaison, entre les 30e et 40e jours, alors qu'Eldana ne pond qu'à la mi-épiaison, 65 jours environ après le semis. Tandis que dans le premier cas, la larve a le temps de s'installer et de creuser des galeries importantes parfois, dans le second cas, la récolte survient rapidement avant que les dégâts soient importants, les larves ayant à peine trouvé un gîte favorable. En outre, la récolte précoce des épis au stade laiteux et mou, diminue d'autant les attaques.

- du mode d'attaque : Sesamia sp. provoque des "coeurs morts", par suite l'élimination définitive des pieds et l'éclaircissement du champ, donc une baisse de rendement. Eldana par contre, provoque rarement ces dégâts. Tardivement, un peu avant la récolte, ce ravageur se trouve à l'origine des panicules mâles mortes ou cassées, mais cela ne peut avoir aucune incidence sur le remplissage du grain qui est déjà effectué. Les casses dues à Eldana n'interviennent pour la plupart qu'après la récolte.

Dans le cas d'une parcelle de maïs où les conditions agronomiques favorables sont remplies, que tous les besoins de la plante sont satisfaits, à savoir les conditions de fertilisation et d'approvisionnement en eau, au stade où intervient Eldana, le maïs est un plant fort et vigoureux, aux tissus externes durcis. Cela entrave d'une part la pénétration des larves dans la tige, du moins aux entre-nocuds situés sous l'épi, d'autre part le plant supportant mieux les galeries creusées par le foreur, il se produit moins de casse des tiges et des épis.

Compte tenu des dégâts qu'ils peuvent causer dans certaines conditions, il convient de trouver une méthode adéquate de lutte.

Mais, le mode de vie (foreurs des tiges) de ces insectes ravageurs fait que la lutte contre eux présente de grandes difficultés.

DEGATS DES FOREURS DE TIGES



Tige cassée



Epi cassé

Plusieurs méthodes ont été préconisées :

- Les pratiques culturales
- Les variétés résistantes
- La lutte chimique
- La lutte intégrée

La connaissance des fluctuations de populations permet d'ébaucher des moyens peu onéreux de lutte que l'on espère efficaces.

1. La lutte chimique

La lutte chimique contre les insectes foreurs des tiges de maïs nécessite la connaissance préalable des fluctuations de leurs populations, de façon à effectuer les traitements à des moments propices. Le produit utilisé doit être efficace contre les borers et à effet rémanent. En Basse Côte (Adiopodoumé), où les attaques de Sesamia sont importantes, la lutte chimique est plus délicate car, du fait des mœurs migratoires de la chenille, le champ peut être réinfesté à partir des plantes-hôtes secondaires ; en outre, quand les populations de larves sont à leur maximum, ces dernières se trouvent toutes protégées à l'intérieur des tiges.

Plusieurs essais insecticides contre Sesamia se sont soldés par un échec. C'est ainsi qu'INGRAM (1958), grâce à un traitement chimique hebdomadaire, n'obtient qu'un contrôle partiel de Sesamia et une récolte moyenne. CARESCHE indique que PLENET a obtenu des résultats satisfaisants à la Réunion en utilisant l'Endrine à la dose de 1 000 g de matière active à l'hectare, en pulvérisations sur rejets de canne ou à la dose de 500 g de matière active à l'hectare, mais en deux applications espacées de 6 semaines. HEERDEN (1967) trouve que l'endosulfan, à 227 g de matière active dans 455 litres d'eau par hectare, est le meilleur des insecticides qu'il ait testé contre Sesamia calamistis. Cet insecticide assure un bon contrôle s'il est appliqué deux et quatre semaines après la levée, suivi d'un troisième traitement à l'épiaison, quand les épis sont formés, et d'un quatrième 10 à 14 jours après. LESPES au Maroc (in Anglade, 1972) affirme que des applications de roténone ou dieldrine sur maïs et sorgho, dans certains cas, donnent des résultats satisfaisants.

Mais, la plupart de ces produits sont exclus actuellement du marché à cause de leur toxicité importante et dangereux pour le consommateur.

A Bouaké, nous avons suivi deux parcelles traitées avec des produits et des fréquences de traitements différents

La parcelle à traitement normal a subi les mêmes conditions de traitement que toutes les parcelles d'essais variétaux de maïs. Le service d'amélioration variétale de l'I.R.A.T. à Bouaké pratique trois traitements au cours du cycle du maïs. Les deux premiers se font au birlane à 5 % de matière active par poudrage dans le cornet, à la dose d'environ 3 kg/ha ; les deux traitements se situent aux 20e et 40e jours. La matière active du birlane microgranulé est le chlorfenvinphos $C_{12}H_{14}O_4Cl_3P$. C'est un organo-phosphoré peu soluble dans l'eau, agissant par contact et ingestion. La DL 50 pour le rat par ingestion est 155 mg/kg. Sa persistance d'action est de 2 à 3 semaines.

Le birlane dont la rémanence est d'environ 20 jours, doit donc assurer une protection jusqu'au 60e jour, c'est-à-dire deux mois après le semis. Le troisième traitement prend le relais avec toutefois 15 jours de retard, au 75e jour. C'est un traitement par pulvérisation de Nexion 40 % à raison de 2 l/ha. de solution aqueuse

La parcelle à forte protection reçoit systématiquement une fois par semaine, un traitement alterné de 6 cm³ de matière active à l'hectare de triazophos - DDT (200 g/l DDT et 400 g/l triazophos) et 2 cm³/ha. de Decis à 25 g/l.

1.1 Résultats et discussions : les fluctuations des populations des foreurs des tiges en fonction du traitement chimique.

Au cours des deux campagnes de maïs (premier et second cycle de culture) la parcelle à traitement normal n'a pratiquement montré aucune différence de comportement par rapport à la parcelle témoin, non traité, surtout en ce qui concerne l'effet de l'insecticide birlane.

Le poudrage de birlane dans les cornets est une méthode qui doit être efficace si elle est appliquée au moment opportun, pour détruire

les larves de Busseola fusca qui attaquent le maïs à la montaison par le cornet, et de Sesamia sp. qui sont présentes aussi à cette époque ; mais, les populations de ces deux ravageurs sont très faibles à Bouaké et de ce fait le traitement reste peu intéressant.

Les populations d'Eldana saccharina interviennent plus tard dans le cycle du maïs. Selon nos observations, la première vague importante d'infestation se situe justement entre le 60e et le 75e jour, période à laquelle les femelles d'Eldana déposent leurs pontes sur le maïs au champ. Le troisième traitement au néon effectué le 75e jour doit trouver les pontes et jeunes larves au champ. En outre, la femelle pond le plus souvent sur la partie externe de la graine foliaire. Tous ces facteurs concourent à la destruction des jeunes larves et la réduction des populations d'Eldana saccharina dans la parcelle traitée. Mais les observations ultérieures montrent que les résultats ne sont pas aussi spectaculaires qu'on pourrait s'y attendre.

1.1.1 Premier cycle de maïs

La parcelle traitée normalement a présenté un maïs en meilleur état, robuste et moins sensible à la verse. Ce phénomène peut s'expliquer par des facteurs agronomiques mais aussi par le traitement chimique. En effet, la surface de la parcelle traitée est égale à la moitié de celle des témoins mais on y a effectué le même nombre de prélèvements de pieds de maïs ; les pieds restant ont disposé d'un espace plus grand et la concurrence y a été moins grande entre les pieds de maïs restant qu'entre ceux de la parcelle non traitée.

Le traitement chimique également diminue les populations des insectes vecteurs de maladies et aussi des insectes ravageurs (borers).

a) - Le pourcentage d'entre-nœuds attaqués (tableau 11 fig 12)

Les entre-nœuds attaqués précocement par Busseola fusca ou Sesamia sp. persistent malgré les traitements du 20e et du 40e jours sur la parcelle à traitement normal et on ne note pas de différence notable avec la parcelle "témoin".

Par contre, cette différence devient notable quand les larves

d'Eldana ont atteint le troisième et quatrième stades et commencent à perforer les tiges de maïs, vers les 90e jour. Tandis que le pourcentage des attaques évoluent entre 8,2 % ; 12,4 % ; 10,5 %... des entre-nocuds dans la parcelle non traitée, sur la parcelle à traitement normal, aux mêmes dates, on n'observe que 0,7 % ; 3 % ; 5,1 % des entre-nocuds attaqués. Au stade grain dur, on a une moyenne de 11 % d'entre-nocuds attaqués dans la parcelle "témoin" et 7,3 % sur la parcelle à traitement normal.

L'évolution après la récolte est toute autre. Les attaques augmentent rapidement et atteignent dans l'ensemble le même niveau que sur la parcelle non traitée ; ces attaques sont parfois plus fortes que celles observées sur le maïs non traité. Le traitement ayant lieu le 75e jour, il détruit une partie importante des populations présentes ce jour là et les trois jours suivants, le temps que le produit reste actif ; les pontes déposées plus tard et les larves écloses après cette période de rémanence se développent normalement.

b) - Fluctuations des populations d'Eldana saccharina en fonction du traitement chimique (tableau 11 fig 18)

Traitées ou non, les deux parcelles ont un comportement semblable jusqu'au troisième du 75e jour où les populations d'Eldana saccharina sont efficacement contrôlées par le produit chimique. Dans la parcelle "témoin" non traitée, on atteint le maximum des populations larvaires, provenant des premières vagues d'infestation, le 30-6-78, 90 jours après le semis, deux semaines environ avant la récolte. Sur la parcelle à traitement normal, ce maximum est atteint seulement après la récolte, au 10e jour après le semis. Une proportion importante des jeunes larves provenant des premières infestations ont été tuées par le traitement chimique du 75e jour. Celles écloses après le temps de rémanence du produit toxique survivent normalement. On voit apparaître des larves des premiers stades (1_1-1_2) entre le 90e et le 104e jour issues de pontes tardives déposées après le traitement. Cette vague trouve une population faible au champ, du fait du traitement, et le maximum des populations n'est atteint qu'après la récolte ; ensuite le niveau des populations reste constant.

La vague tardive est aussi observée sur la parcelle non traitée ;

Tableau (10) Evolution des attaques des borers sur les entre-nœuds.
 Populations larvaires d'Eldana saccharina en fonction
 du traitement chimique au premier cycle de culture.
 Parcelle non traitée.

Dates	Age du maïs en jours	% d'ENA	L ₁ et L ₂	L ₃ et L ₄	L ₅ et L ₆	Nymphes
2-5-78	31					
5-5-78	34					
9-5-78	38					
12-5-78	41					
16-5-78	45					
19-5-78	48					
22-5-78	51					
26-5-78	55			5		
2-6-78	62	1,3			2	
9-6-78	69					
16-6-78	76	4,5				
19-6-78	79	2,7				1
23-6-78	83	0,6		2		
26-6-78	86	8,9		9	3	
30-6-78	90	12,4			28	5
3-7-78	93	10,5		2	21	1
7-7-78	97	5,3	12	7		
14-7-78	104	18,5	4	18		
18-7-78	108	14,3		6	11	
21-7-78	111	21,3		15	24	7
25-7-78	115	26,4		12	26	4
27-7-78	118	12,7	2	7	9	3
31-7-78	121	28,9			27,5	4,5
4-8-78	125	34,2			14,6	7,3
11-8-78	132	24,2			17	2

ENA = Entre-nœuds attaqués

L₁, L₂, L₃... = Larves de premier, deuxième, troisième... stade

Tableau (11) Evolution des attaques des borers sur les entre-nœuds.
Populations larvaires d'Eldana saccharina en fonction
du traitement chimique au premier cycle de culture
Parcelle traitement normal

Dates	Age du maïs en jours	% d'ENA	L ₁ et L ₂	L ₃ et L ₄	L ₅ et L ₆	Nymphes
2-5-78	31					
5-5-78	34	1,9				
9-5-78	38					
12-5-78	41					
16-5-78	45	1,5				
19-5-78	48	3,8	5			
22-5-78	51	0,6		2		
26-5-78	55					
2-6-78	62					
9-6-78	69					
16-6-78	76	7,6		3		
19-6-78	79					
23-6-78	83	2,5				
26-6-78	86	0,7		3		
30-6-78	90	3			5	1
3-7-78	93	5,1	2		7	1
7-7-78	97	3,1	4	5	2	
14-7-78	104	13,8	5	10	9	3
18-7-78	108	32	4	28	7	
21-7-78	111	31,4	6	15	5	
25-7-78	115	13,1		14	1	
27-7-78	118	26,7	8	13	3	
31-7-78	121	25,6	7,2	3,8	15,5	5
4-8-78	125					
11-8-78	132					

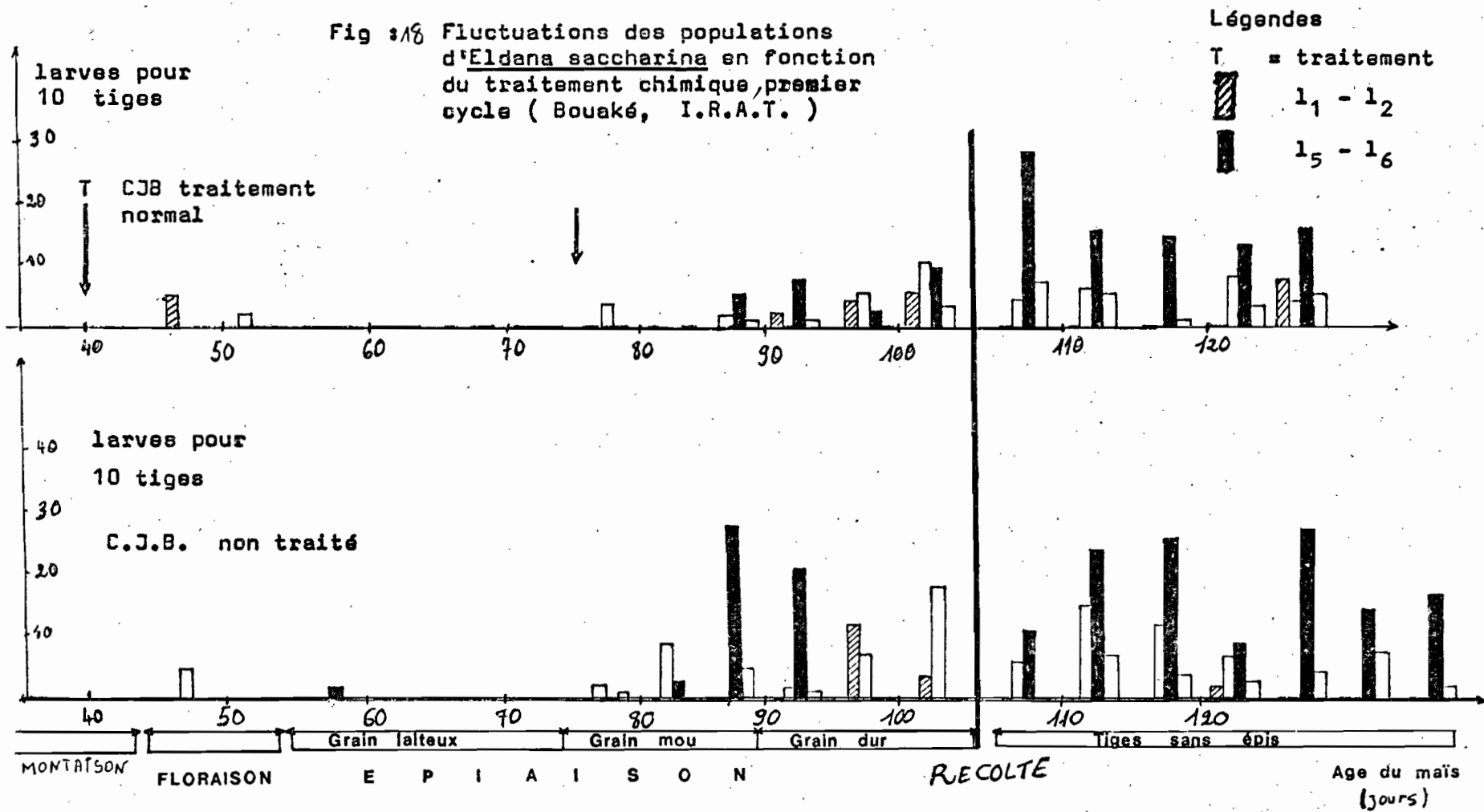
R

ENA = Entre-nœuds attaqués

R = Récolte

L₁, L₂, L₃... : Larves de premier, deuxième, troisième... stade

Fig : 18 Fluctuations des populations d'*Eldana saccharina* en fonction du traitement chimique, premier cycle (Bouaké, I.R.A.T.)



dans ce cas, elle vient renforcer une population déjà existante et plus importante que sur la parcelle traitée ; après la récolte, du fait du faible taux de parasitisme au premier cycle, ces populations restent plus fortes sur la parcelle non traitée.

1.1.2 Culture du cycle unique

a) Le pourcentage des entre-noeuds attaqués

La figure (12) permettant de comparer les deux cycles de culture de maïs à Bouaké laisse comparer aussi les pourcentages d'entre-noeuds attaqués observés sur les parcelles semées avec la variété CJB ayant reçu un traitement chimique normal ou non. Si, au premier cycle, on note une différence intéressante des attaques des tiges en parcelle traitée et non traitée, cette différence est minime en cycle unique ; dans l'ensemble, on note même des attaques plus fortes sur la parcelle à traitement normal, c'est pourquoi on peut se demander si le traitement a une influence tangible sur les populations d'Eldana saccharina et sur les dégâts.

b) Fluctuations des populations (tableaux 12, 12' et 13, 14, fig 19)

En début de cycle et jusqu'au 70e jour, il n'y a pratiquement pas d'attaques sur les deux parcelles, une population très faible mais constante évolue sur la parcelle non traitée. Les larves du ravageur, à la veille du troisième traitement présentent un niveau de populations relativement important sur la parcelle à traitement normal ; les populations diminuent, mais elles ne sont pas totalement détruites, les jours qui suivent le traitement durant la période de rémanence du produit toxique, et reprennent au 87e jour ; on note alors une population importante de jeunes larves. Ces larves proviennent certainement de pontes tardives. Dès lors, on observe une évolution parallèle entre les parcelles non traitées et traitées, jusqu'à la récolte ; il y a un léger décalage au niveau des dates où les populations sont maximales au champ. Il est atteint le 13-10-78 (101e jour) sur la parcelle non traitée et le 16-10-78 (104e jour) sur la parcelle à traitement normal ; cet écart est plus accentué pour les populations des épis.

Pour ce qui est des attaques sur les entre-nocuds, elles sont plus importantes sur la parcelle traitée que sur la parcelle "témoin", surtout en fin de cycle où les populations diminuent plus rapidement dans les tiges de la parcelle non traitée.

Tableau 12 Fluctuations des populations d'Eldana saccharina dans
les tiges de maïs - Parcelle non traitée en cycle unique
à Bouaké

Dates	Age du maïs en jours	% d'ENA	l ₁ & l ₂	l ₃ & l ₄	l ₅ & l ₆	Nymphes
21-08-78	48	3,0				
25-08-78	52	0,7	1			
28-08-78	55	0,8				
1-09-78	59	3,1		1		
5-09-78	63	4,3	2	1		
8-09-78	66	2,7	1		1	
11-09-78	69	5,4	2	1		
15-09-78	73	6,4		8		
18-09-78	76	4,5	2	1		
22-09-78	80	8,2	1	8	2	
29-09-78	87	16,1	7	21	12	1
2-10-78	90	14,4	8	25	16	
6-10-78	94	33	5	53	38	3
9-10-78	97	37		44	45	1
13-10-78	101	35,4	3	46	60	5
16-10-78	104	39,4		18	52	3
20-10-78	108	52,5	2	25	60	5
23-10-78	111	46,2	7	24	17	8
30-10-78	118	48,6		13	28	7
3-11-78	122	54		41	24	5
6-11-78	125	67,6		27	47	12
13-11-78	132	59,3		8		1
17-11-78	136	59,4		1		2
20-11-78	139	62			5	2

R

ENA : entre-nœuds attaqués

l₁, l₂, l₃... : larves de premier, deuxième, troisième... stade

R : Récolte

Tableau 12' Fluctuations des populations d'Eldana saccharina dans
les épis de maïs - Parcelle non traitée en cycle unique
à Boucké

Dates	Age du maïs en jours	A (%)	l ₁ & l ₂	l ₃ & l ₄	l ₅ & l ₆	Nymphes
11-09-78	69	18,2				
15-09-78	73	35	2			
18-09-78	76		1	1		
22-09-78	80	27,8			1	
29-09-78	87	20	2	3	3	
2-10-78	90	33,3	1	1	1	
6-10-78	94	50		8	11	
9-10-78	97	62,5	1	16	16	3
13-10-78	101	85,7		15	22	3
16-10-78	104	83,3		6	22	3
20-10-78	108	80	8	7	9	1
23-10-78	111	63,6	3	11	15	1

A : Attaques

l₁, l₂, l₃... : larves du premier, deuxième, troisième... stade

R : Récolte

R

Tableau 13 Fluctuations des populations d'*Urdana saccharina*
dans les tiges, en fonction du traitement chimique
Parcelle à traitement normal ; cycle unique à Bouaké

Dates	Age du maïs en jours	% d'ENA	l_1 & l_2	l_3 & l_4	l_5 & l_6	Nymphes
21-08-78	48		2			
25-08-78	52	2,7	4			
28-08-78	55	4				
1-09-78	59	1,7				
5-09-78	63					
7-09-78	65	1,4	1			
11-09-78	69	5	4			
15-09-78	73	12,1	8			
17-09-78	75			3ème T R A I T E M E N T		
18-09-78	76	10,6	5			
22-09-78	80	15,4	4			
29-09-78	87	25,3	28	58	19	1
6-10-78	94	38,8		35	54	12
9-10-78	97	50,7		60	54	6
13-10-78	101	50	14	66	58	4
16-10-78	104	51,3	12	94	82	2
20-10-78	108	55,6		45	79	9
23-10-78	111	49,7	4	8	48	10
R						
30-10-78	118	53	2	30	87	2
3-11-78	122	50,7	2	11	23	3
6-11-78	125	67,2	1	23	53	18
13-11-78	132	52,2		12,9	11,4	7,1

Légendes

ENA : entre-noeuds atteints

l_1 , l_2 ; l_3 ... : Larves de premier, deuxième, troisième... stade

R : Récolte

Tableau 13' Fluctuations des populations d'Eldana saccharina dans
les épis, en fonction du traitement chimique - Parcelle
à traitement normal ; cycle unique à Bouaké

Dates	Age du maïs en jours	A (%)	1 ₁ & 1 ₂	1 ₃ & 1 ₄	1 ₅ & 1 ₆	Nymphes
11-09-78	69	7,1				
15-09-78	73	17,6		1		
17-09-78	75		3ème T R A I T E M E N T			
18-09-78	76	25		1		
22-09-78	80	42,8	3	4	3	
29-09-78	87					
6-10-78	94	66,7		3	8	
9-10-78	97	75		3	6	
13-10-78	101	85,7		6		
16-10-78	104	40	1	9	17	
20-10-78	108	33,3	7	27	10	2
23-10-78	111	90		5	18,3	

Légendes

A : Attaques (%)

1₁, 1₂, 1₃... : larves de premier, deuxième, troisième... stade

R : Récolte

Tableau 14 Fluctuations des populations d'Eldana saccharina dans les tiges et épis
au cycle unique à Douaké - Parcelle à forte protection

		Tiges						Epis					
: Age du :													
: mais en :													
: jours :		% d'ENA	l ₁ & l ₂	l ₃ & l ₄	l ₅ & l ₆	Nymphes		A (%)	l ₁ & l ₂	l ₃ & l ₄	l ₅ & l ₆	Nymphes	
21-08-78	48	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
22-09-78	80	2,7	:	5	:	:	:	13,3	2	1	:	:	:
25-09-78	83	3,7	4	4,5	:	:	:	:	1	1	:	:	:
29-09-78	87	6,7	6	13	4	:	:	20	:	:	:	:	:
2-10-78	90	4,6	4	7	1	:	:	:	1	:	:	:	:
6-10-78	94	9,5	1	21	4	:	:	:	:	:	:	:	:
9-10-78	97	12	2	13	5	:	:	30	:	4	2	:	:
13-10-78	101	12,8	6	20	14	:	:	9	1	1	9	:	:
16-10-78	104	12,8	1	16	9	:	:	40	:	1	:	:	1
23-10-78	111	22,4	2	8	8	6	:	27,3	:	:	:	:	:
30-10-78	118	28,4	:	6	6	11	:	:	:	:	:	:	:
3-11-78	122	17,7	7	9	13	4	:	:	:	:	:	:	:
17-11-78	136	14,3	:	:	1	1	:	:	:	:	:	:	:
20-11-78	139	26,7	:	:	1	:	:	:	:	:	:	:	:

ENA = Entre-noeuds Attaqués

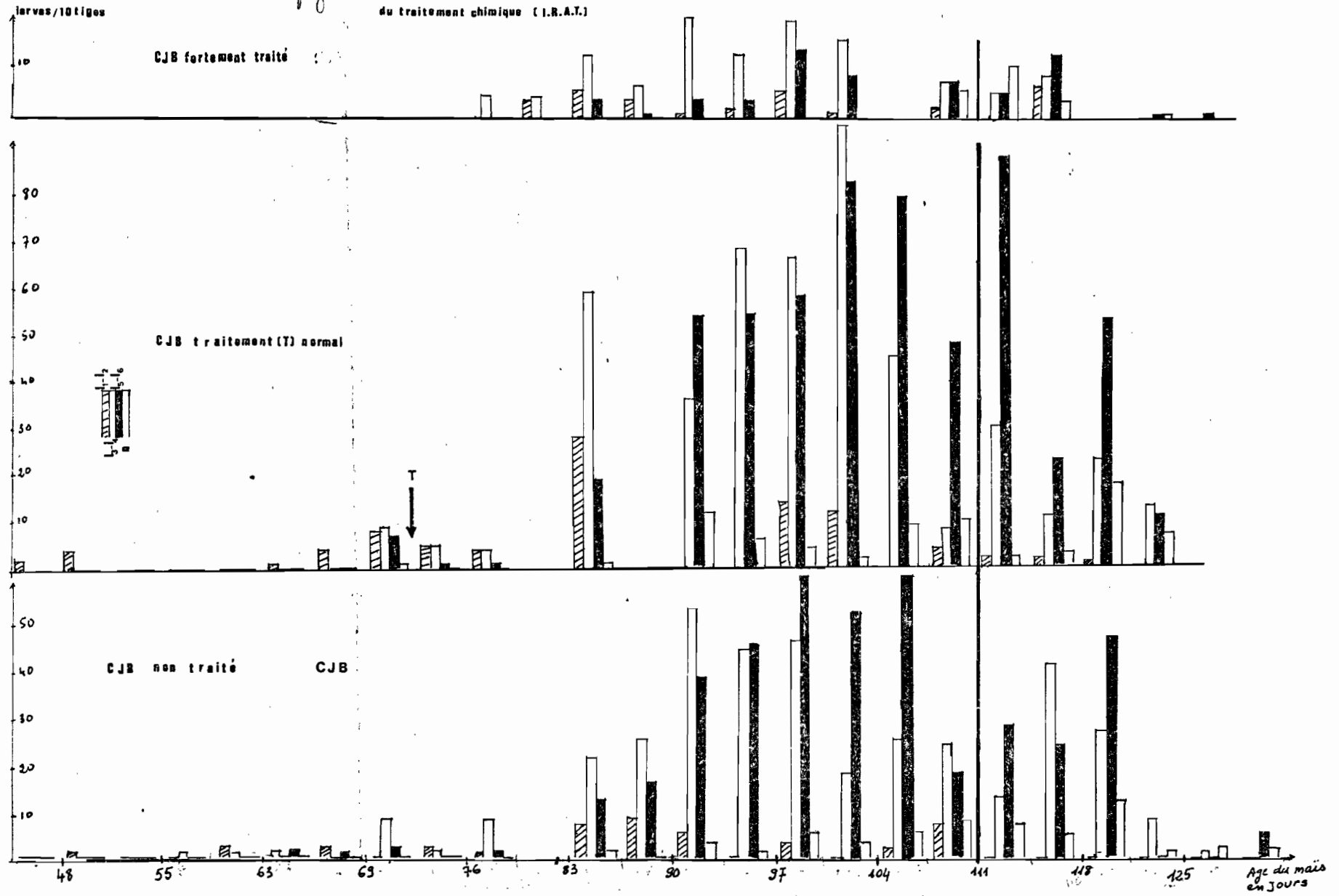
l₁, l₂, l₃... = larves de premier, deuxième, troisième... stade

A = Attaqués

R = Récolte

fig 19

Fluctuations des populations d'*Eldena saccharina* WLK en fonction du traitement chimique (I.R.A.T.)



Plusieurs tentatives d'explication peuvent être données :

- L'échantillonnage au hasard : si les attaques ne sont pas uniformes au champ, on peut prélever au hasard des pieds plus attaqués. Le niveau plus élevé de la population serait alors dû à la méthode d'échantillonnage.
- Les échantillons prélevés dans la parcelle traitée (N tiges) dont la superficie est deux fois plus petite que celle de la parcelle non traitée, sont donc, deux fois moins conséquents que ceux du témoin 2N. Les populations obtenues de cet échantillon multipliées par deux donnent un chiffre qui ne correspond pas forcément aux populations qu'on aurait pu obtenir avec un seul prélèvement de 2N tiges. Cette explication semble la plus juste car, malgré des populations plus fortes sur la parcelle traitée, le rendement de cette dernière est plus important que celui du témoin.
- La troisième explication possible de ce phénomène est que le traitement a pu être plus efficace contre les parasites des oeufs et des larves, qui sont plus importants au cycle unique qu'au premier cycle. Les oeufs sont moins parasités que sur la parcelle "témoin" et les larves se développent de façon plus importante sur la parcelle traitée, après l'arrêt des traitements.

La parcelle à forte protection, où l'on a effectué des prélèvements au cycle unique, montre qu'il n'est pas possible d'obtenir une protection totale contre Eldana saccharina sur la variété de maïs CJB. Une population larvaire minimale subsiste toujours.

c) - Fluctuations des populations de *Sesamia calamistis*
en fonction du traitement chimique

Les faibles populations de ce ravageur ne permettent pas de tirer des conclusions sérieuses sur l'efficacité du traitement chimique. On note toutefois que les populations sont plus fortes sur la parcelle non traitée que sur celle à traitement normal, cette dernière présentant aussi une densité supérieure à celle de la parcelle à forte protection. Cela permet de penser que le traitement chimique joue un effet positif dans cette réduction des populations.

- 1.2) Observations quantitatives des dégâts : pertes à la récolte

Les tableaux (15) et (15') donnent les divers renseignements quantitatifs rassemblés sur les parcelles que nous avons suivies du semis à la récolte.

Le "traitement plafond" consiste en un traitement hebdomadaire alternant le DECIS 25 g/l et le Triazophos DDT (200 g triaz. 400 g DDT) en plus du traitement normal.

Le traitement normal consiste ^{en} un poudrage dans le cornet de Birlane microgranulé 5 %, aux 20e et 40e jours après le semis à la dose de 3 kg/ha puis de nexion 40 % en pulvérisation aqueuse à 2 l/ha.

Pour tenir compte du pourcentage d'humidité contenue dans les grains récoltés, a été calculé le poids sec des grains par pied de maïs pour chaque parcelle. L'analyse des chiffres obtenus montre que pour les deux cycles, le rendement de la parcelle ayant reçu le traitement insecticide le plus violent est inférieur à la parcelle traitée normalement, ce qui semble indiquer une phytotoxicité des produits et des doses utilisés. On observe en tous cas des brûlures importantes et graves sur les feuilles de maïs après l'application du traitement "total". Si l'on réduit cette dose jusqu'à ne plus observer ces dégâts sur la plante, on voit réapparaître les attaques d'insectes. Ces attaques demeurent toutefois beaucoup moins importantes que dans les parcelles à traitement normal ou non traitées.

La comparaison des chiffres obtenus à l'issue des deux cycles de cultures, autant pour la variété CJB que pour la variété I 137 TM, révèle que le traitement chimique au birlane et nexion, appliquée de façon systématique à l'I.R.A.T. apporte un supplément de récolte par rapport aux parcelles n'ayant reçu aucun insecticide. Il faut cependant remarquer à propos de la variété CJB, que les différences constatées correspondent d'abord au traitement chimique, mais aussi à la densité des plants restants après les prélèvements ; à l'époque du remplissage du grain (jusqu'au stade grain mou), un même nombre de pieds a été prélevés dans la parcelle traitée normalement et dans la parcelle non traitée, alors que la surface de la première fait

Tableau 15

parcelle CJB, 1er cycle de culture Bouaké
(récolte les 17 et 18 juillet 1978)

Parcelles	Nombre		Poids en Kg		% Humi- dité	Poids de grain <u>sec</u> par pied (g)
	de pieds	d'épis	des carottes	des grains		
Parcelle CJB "traitement plafond" (117,6 m2)	412	413	65,5	52	23,8	96,2
Parcelle CJB traitement normal (58,7 m2)	103	117	27,3	15,5	22,2	117,1
Parcelle CJB non traitée (117,6 m2)	261	266	47,4	34,5	21,4	103,9

Tableau 15' Parcelles CJB, cult. de cycle unique, Bouaké

(Récolte le 23 Octobre 1978)

Parcelles	Nombre de pieds récoltés	Poids en Kg		% Humi- dité	Poids de grain <u>sec</u> par pied (g)
		des carottes	des grains		
Parcelle CJB "traitement plafond" (96,80 m2)	232	43	33	24,4	107,5
Parcelle CJB traitement normal (44 m2)	53	9,6	8	23,8	115,0
Parcelle CJB non traitée (96,80 m2)	127	23	17	24,9	100,5

la moitié de celle de l'autre ; cela a provoqué un éclaircissement des pieds et le phénomène de la concurrence entre les pieds est réduit dans la parcelle à traitement normal. Cela va en faveur de l'augmentation du rendement de cette parcelle. Reste à évaluer si le gain en grain est supérieur au prix du traitement. Ainsi, les différences de poids de grains secs par pied (en grammes) sont pour chacun des cycles de cultures de 13,2 g et de 14,5 g pour la variété CJB.

Elles représentent des gains de récolte, pour une densité de semis de 50 000 pieds à l'hectare, égaux respectivement à 660 kg/ha et 725 kg/ha. Si l'on rapporte ces pertes en pourcentages des récoltes potentielles maximales, on obtient des pertes de 11,3 % au 1er cycle et 12,6 % au second cycle. Ces pourcentages rendent compte de l'augmentation des populations de foreurs plus importante en cycle unique

1. 3 La rentabilité du traitement

Pour faire ce calcul, on doit tenir compte des frais suivants, à la période de 1978 :

- le prix d'achat des produits toxiques : 6 kg de birlane (2 traitements de 3 kg/ha) et 2 litres de nexion.
- l'achat du matériel nécessaire au traitement.
- le salaire de l'ouvrier qui fait le travail.

* Le prix d'achat des produits

birlane : 10 kg fait 780 CFA

$$6 \times 780 \text{ CFA} = 4\,680 \text{ CFA}$$

nexion : le litre fait 1 680 CFA

$$2 \times 1\,680 \text{ CFA} = 3\,360 \text{ CFA}$$

le prix d'achat des insecticides pour une campagne de maïs est de :

$$4\,680 \text{ CFA} + 3\,360 \text{ CFA} = 8\,040 \text{ CFA}$$

* Les frais engagés pour l'achat du matériel

Le traitement au nexion nécessite un pulvérisateur à moteur de 25 010 CFA, amorti en 2 ans, soit un coût de 12 505 CFA par an.

Ce pulvérisateur consomme environ 4 litres d'essence "mélange" par opération. Le prix d'un litre d'essence est de 135 CFA d'où 540 CFA pour les 4 litres. Les frais dus au pulvérisateur sont donc de :

$$12\ 505\ \text{CFA} + 540\ \text{CFA} = 13\ 045\ \text{CFA}.$$

Pour des raisons de sécurité, l'opérateur porte un masque, des gants et des bottes dont nous estimons les frais à un minimum de 5 000 CFA.

Les frais engagés pour le matériel remontent à 18 045 CFA

* Les frais dus à la main d'oeuvre

Le traitement d'une parcelle d'un hectare au birlane (poudrage dans les cornets) demande quatre heures de travail pour une personne soit huit heures pour les deux traitements des 20e et 40e jours. Le traitement au nexion (pulvérisation de solution aqueuse) peut être effectué en une heure. L'heure de travail d'un ouvrier étant d'environ 181 CFA, la main d'oeuvre pour les trois traitements d'une campagne de maïs revient à :

$$9\ \text{heures} \times 181\ \text{CFA} = \underline{1\ 629\ \text{CFA}}$$

* Gains dus au traitement

Le prix du maïs au détail sur le marché fluctue beaucoup ; il oscille entre 30 CFA le kg à la récolte et 75 CFA en début de campagne quand il est rare. Le prix d'achat au producteur en gros ne dépasse guère 40 CFA le kg et le prix le plus courant est de 35 CFA le kg d'après les commerçants. La valeur du supplément de récolte revient donc pour la variété CJE, à :

$$660\ \text{kg} \times 40\ \text{CFA} = 26\ 400\ \text{CFA}\ \text{au premier cycle}$$

$$725\ \text{kg} \times 40\ \text{CFA} = 29\ 000\ \text{CFA}\ \text{en cycle unique}$$

Si l'on calcule sur la base de 35 CFA le kg, on obtient 23 100 CFA au premier cycle, 25 375 CFA au second cycle, grâce à l'utilisation des produits toxiques.

* Bilan du traitement

Les frais totaux engagés sont :

$$8\ 040\ \text{CFA} + 18\ 045\ \text{CFA} + 1\ 629\ \text{CFA} = 27\ 714\ \text{CFA}.$$

On note un bilan négatif au premier cycle avec un déficit de :
 $27\ 714\ \text{CFA} - 26\ 400\ \text{CFA} = 1\ 314\ \text{CFA}$

Au cycle unique, le gain dû au traitement est de :
 $29\ 000\ \text{CFA} - 27\ 714\ \text{CFA} = 1\ 286\ \text{CFA}$

Dans ce cas, le bilan est légèrement positif.

Si l'on tient compte du fait que le gain de 660 kg et 725 kg à l'hectare est théorique et ne peut jamais être atteint car la levée n'est jamais parfaite, le traitement chimique n'apporte aucun gain au premier cycle et il n'est pas plus intéressant en cycle unique. Le traitement est encore moins rentable pour la variété I 137 TN qui a un rendement inférieur.

Le traitement "plafond" utilisé n'avait qu'un intérêt technique, dans le cas où il n'aurait pas été phytotoxique pour le maïs. Ce traitement revient bien trop cher en produit et main d'oeuvre et de plus, les produits étant très toxiques, les grains récoltés sont inconsommables. Au champ, les oiseaux granivores meurent aussitôt leurs déprédations accomplies.

1.4 Conclusion

Les traitements insecticides contre Eldana saccharina et Sesamia calamistis sur maïs à Bouaké, dans les conditions de nos expérimentations et avec les populations actuelles, ne sont pas rentables surtout au premier cycle. Ils peuvent le devenir si les pertes dépassent 15 g de grain sec par pied de maïs.

Au niveau des parcelles paysannes, les attaques d'insectes beaucoup moindres aux différents cycles de maïs que dans les parcelles expérimentales de l'IRAT, les exploitations à petites dimensions et à faible rendement, les prix élevés des produits chimiques sont autant de facteurs qui font que le traitement est encore moins intéressant. Enfin, chez les paysans, les récoltes se font précocement (grain mou) limitant ainsi les dégâts.

Nous avons constaté qu'en parcelle paysanne, quand les attaques deviennent fortes en second cycle, le parasitisme naturel des oeufs et des larves croît parallèlement et contribue à une réduction et

à un contrôle naturel des populations.

En cas de fortes populations dues à une pullulation des ravageurs, en général, un traitement à un mois et demi après le semis contre Sesamia et Busscola et un autre au 75e jour environ après le semis avec des produits efficaces contre Eldana et Bussidia suffiraient à notre avis à contrôler ces foreurs. L'opérateur doit insister au niveau de l'épi. Le traitement à l'IRAT, au 20e jour, effectué à une période où l'on n'a pratiquement aucun foreur dans le champ de maïs est inutile.

2 Variétés résistantes ou tolérantes

La recherche de variétés résistantes aux attaques des ravageurs tend à être utilisée comme une méthode de lutte contre ces ravageurs. Il est démontré qu'une variété donnée de maïs peut résister totalement ou partiellement à l'attaque d'un insecte, ou peut tolérer les dommages causés par cet insecte (GUENNELON, 1972).

Ce concept a parfaitement été appliqué en ce qui concerne la pyrale du maïs (Ostrinia nubilalis). Il a été établi qu'il existe des caractères de résistance et de tolérance à la pyrale, qui appartiennent en propre aux variétés de maïs et font que ces variétés sont de façon inhérente moins infestées ou moins endommagées que d'autres sous des conditions de milieu comparables (définition de PAINTER, 1961, in GUENNELON).

Les facteurs de résistance

Quels sont les facteurs de "l'antibiosis" ? Toujours au sujet de la pyrale du maïs, BECK et ses collaborateurs ont effectué d'intéressants travaux. Ils trouvent notamment dans les plantes de maïs, des substances chimiques toxiques pour les chenilles du ravageur. Selon les mêmes auteurs, la distribution et la concentration de ces substances sont différentes dans les divers tissus (cornet, gaines, entre-nœuds...) des différentes lignées.

A Bouaké, la variété I 137 TN que nous avons suivie pendant les deux campagnes de maïs, semble présenter une certaine tolérance aux attaques des ravageurs foreurs des tiges.

A la première campagne de maïs, nous n'avons relevé la présence d'aucun individu de Sesamia dans la parcelle portant cette variété de même, les attaques de Busceola fusca y étaient plutôt rares (2 larves durant toute la campagne). Pourtant, à la montaison, cette parcelle était bien attaquée. Une observation visuelle faite 2 mois après le semis en 2e campagne montrait de jeunes larves de Sesamia et quelques unes d'Eldana à la base des pieds de maïs ; ces larves se trouvaient au stade $1_1 - 1_2 - 1_3$ et à l'extérieur des tiges. A cette époque, on notait, par ligne, un ou deux pieds "attaqués" par les ravageurs. Ensuite, les ravageurs ne semblent pas évoluer en fonction de l'importance des premières attaques extérieures à la tige.

Cette différence dans l'évolution des attaques n'est pas très nette si l'on considère les pourcentages d'entre-nœuds attaqués, mais devient très importante si l'on considère le niveau des populations.

2. 1 Résultats et discussions : fluctuations des populations des foreurs en fonction de la variété cultivée

Au premier cycle, comme en cycle unique, les attaques sur les entre-nœuds restent identiques sur les deux variétés testées ; CJB et I 137 TN (tableau 5 et fig 10)

Mais, le simple examen des diagrammes des populations larvaires concernant ces deux variétés montre que l'I 137 TN, variété naine, porte beaucoup moins de larves de foreurs que le CJB. Cette observation est la même au premier cycle et en cycle unique (tableau 16 fig 20) et (tableaux 17 et 17' fig 21).

La lignée I 137 TN donne un plant nain, avec un nombre d'entre-nœuds inférieur (12 à 13) à celui de la variété CJB (15 à 18) ; en outre, l'entre-nœud du CJB est plus long (15 à 20 cm) que celui de l'I 137 TN (8 à 10 cm). La faible densité des populations sur cette parcelle (I 137 TN) ne serait-elle pas due, plus qu'à une quelconque résistance, au fait que, le plant étant plus petit, les larves ont moins de nourriture à leur disposition ?

Il apparaît en tout cas que les niveaux de populations de

Tableau 16 Fluctuation des populations d'*Eldana saccharina* en
fonction de la variété I 137 TN à Bouaké
(premier cycle)

Dates	Stades phénologiques	% d'ENA	l_1 & l_2	l_3 & l_4	l_5 & l_6	Nymphes
2-05-78	Montaison	0				
5-05-78	"	0				
9-05-78	"	0				
12-05-78	"	0				
16-05-78	"	0				
19-05-78	"	0		12		
22-05-78	Floraison	0				
26-05-78	"	0				
2-06-78	Grain laiteux	0				
9-06-78	"	0				
16-06-78	"	7,8				
19-06-78	Grain pâteux	5,2				
23-06-78	"	1,6			1	1
26-06-78	"	5,4		2	4	
30-06-78	"	7,4			6	
3-07-78	"	5,4			6	
7-07-78	"	0				
14-07-78	Grain dur	16,7	1	7	1	
18-07-78	"	16,4			5	4
21-07-78	"	9,2				1
27-07-78	Tiges sans épis	25,8		8	17	6
31-07-78	"	8,9	6,6	0,5	0	0
4-08-78	"	13,5			1	
14-08-78		9,9			1,5	0,5

ENA : Entre-nœuds attaqués

$l_1, l_2, l_3...$: larves de premier, deuxième, troisième... stade

R : Récolte

Fig: 20 - Fluctuations des populations d'Eldana saccharina en fonction
de la variété cultivée premier cycle, Bouaké (IRAT)

ls et ls

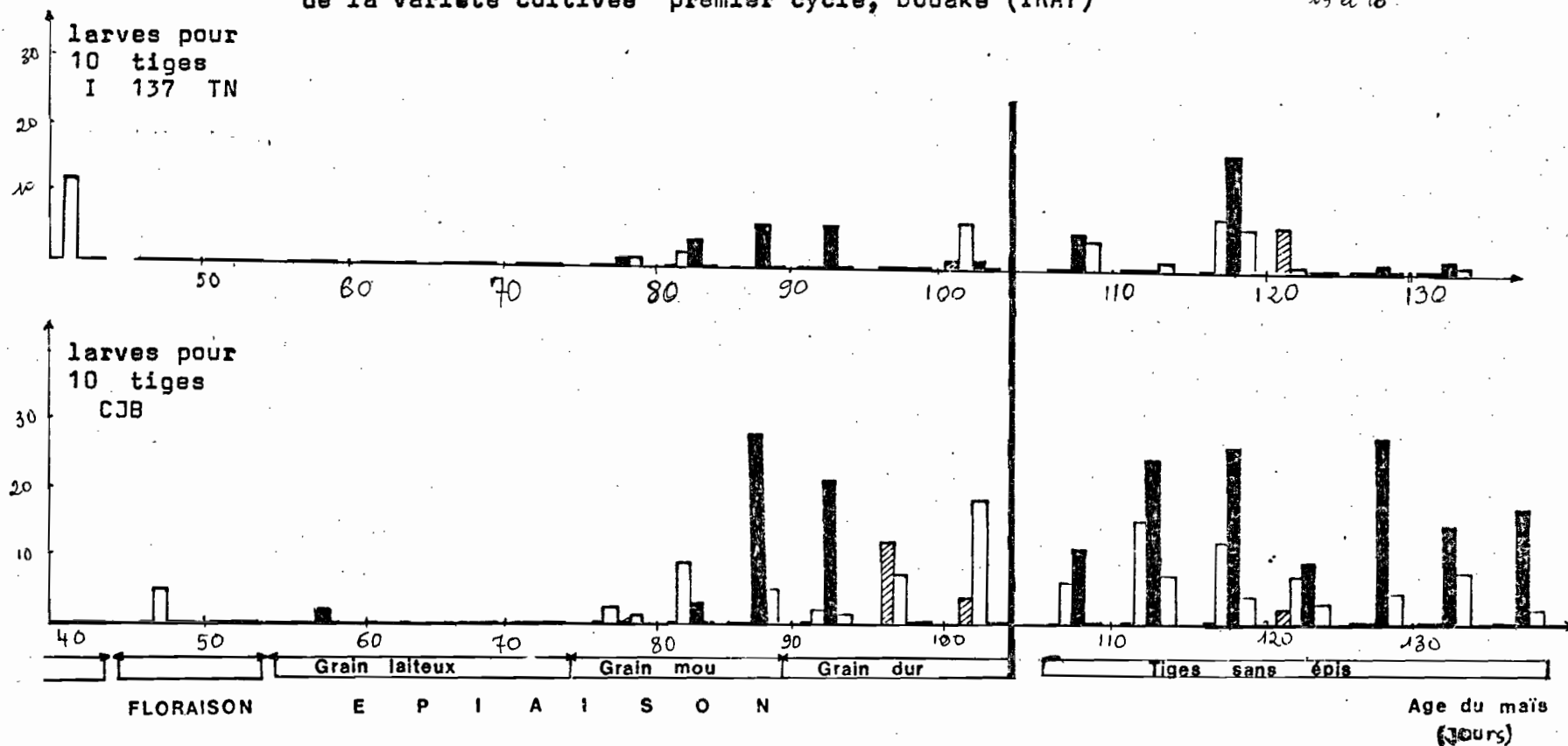


Tableau 17 Dissection des tiges de maïs de la parcelle non traitée
de la variété I 137 TN ; cycle unique à Bouaké

Dates	Stades phénologiques	E.N.A. (%)	Eldana saccharina			
			1 ₁ & 1 ₂	1 ₃ & 1 ₄	1 ₅ & 1 ₆	Nymphes
21-08-78	Montaison	7,2		2		
25-08-78	"	8,1		3	4	
28-08-78	"	2,5	1	1	2	
1-09-78	Floraison	0	1			
5-09-78	"	3		1		
8-09-78	"	1,6			1	
11-09-78	Grain lacteux	4,6	1			
15-09-78	"	2,4		1	5	
18-09-78	"	7	2	4	3	
22-09-78	"	6,4				
29-09-78	Grain mou	12,2	3	13	4	
2-10-78	"	6,7	2	2		
6-10-78	"	17,2		6	2	
9-10-78	"	21,2		19	5	
13-10-78	Grain dur	32,8	2	22	47	
16-10-78	"	34	2	21	26	1
20-10-78	"	48,8	9	29	6	6
23-10-78	"	50		15	29	6
30-10-78	Tiges sèches	23,2	4	3	7	
3-11-78	"	37,6		2	0	3
6-11-78	"	41		4	9	
13-11-78	"	48,6		1		
17-11-78	"	44		6	2	1
20-11-78	"	35		0		

E.N.A. = Entre-nœuds attaqués

1₁, 1₂, 1₃... = Larves de premier; deuxième, troisième... stade

R = Récolte

Tableau 17' Dissection des épis de maïs de la parcelle non traitée
de la variété I 137 TN ; cycle unique à Bouaké

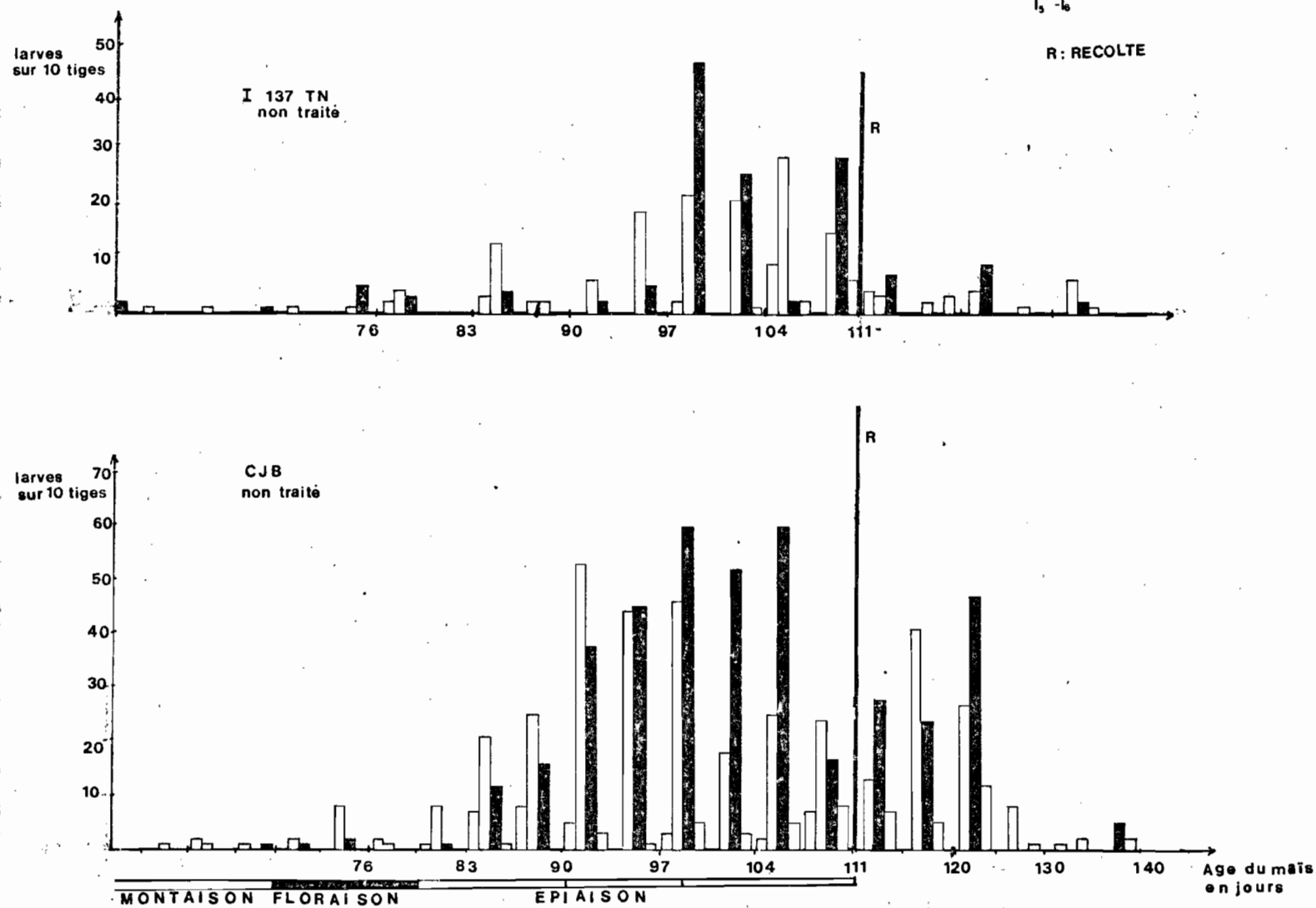
Dates	Stades phénologiques	A (%)	Eldana saccharina			
			1 ₁ & 1 ₂	1 ₃ & 1 ₄	1 ₅ & 1 ₆	Nymphes
11-09-78	Grain laitex	0				
15-09-78	"	12,5				
18-09-78	"	18,2		1		
22-09-78	"	21,4	1			
29-09-78	Grain mou	20		2		
2-10-78	"	0				
6-10-78	"	80		3	1	
9-10-78	"	36,4		5	1	
13-10-78	Grain dur	70			9	
16-10-78	"	90,9	1		13	
20-10-78	"	90		14	9	
23-10-78	"	89		7	22	4

A (%) = pourcentage d'épis attaqués

1₁, 1₂, 1₃... = Larves de premier, deuxième, troisième... stade

R = Récolte

Fig: 21 Fluctuations des populations d'*Eldana saccharina* selon la variété de maïs cultivée (IRAT cycle unique Bouaké)



forçours et les pourcentages d'entre-nœuds attaqués observés sur la variété naine I 137 TN ne permettent pas d'avancer une quelconque tolérance de cette dernière variété vis à vis des foreurs de tiges. Il convient de faire d'autres essais, notamment procéder à des infestations artificielles.

3 Pratiques culturales

Certaines pratiques culturales préventives peuvent limiter les dégâts des ravageurs.

3.1 Le choix de la période de culture du maïs.

A Bouaké, les dégâts causés par Eldana saccharina ne deviennent sérieux qu'à la seconde ou troisième campagne de maïs ; on peut alors préconiser les cultures de maïs plus tôt à la première saison des pluies, avec une date de semis très précoce. Plus le maïs est semé tôt (Mars - Avril), moins il est attaqué. Une culture de maïs en saison sèche serait même intéressante, car les populations sont réduites en cette période. Mais alors cela impose l'irrigation du champ, conditions difficiles à réaliser au niveau des paysans, à cause des exigences en matériel et des revenus très bas. Cependant, au bord des cours d'eau, ou dans les zones où l'on fait des cultures irriguées, on pourrait cultiver du maïs en contre-saison. Des essais en parcelles paysannes à Bouaké ont montré que le maïs n'était pas du tout attaqué. Cette observation concerne uniquement les tiges car les borers de l'épi, Mussidia nigricornis (?) et Cryptophlébia leucotreta attaquent les épis même en saison sèche. Des observations analogues ont été faites par Bonzi en Haute-Volta sur le maïs, le mil et le sorgho cultivés pendant la saison sèche. L'auteur a noté l'absence d'Eldana saccharina, la présence du seul borer Sesamia et l'incidence négligeable des borers sur la récolte. L'irrigation du maïs par aspersion serait une méthode favorable pour détruire les jeunes larves à l'époque de leur installation sur la plante (GUENNELON, 1972).

Un autre fait à signaler est que les borers de l'épi interviennent au stade "grain laitux". Ils se nourrissent alors sur les soies de l'épi et ne pénètrent dans les grains qu'au stade "grain mou" à "grain dur". Les dégâts seront d'autant moins importants que

que la récolte se fera plus tôt. En récoltant le maïs en début de maturation, début de grain dur, on gagnerait plus en rendement qu'en laissant l'épi sécher trop longtemps sur le pied. Dans ce dernier cas, les pertes sont plus importantes et on récolte les épis avec un grand nombre de borers déjà installés dans les grains et on infeste ainsi le magasin, puisque Mussidia nigrivenella (?) peut poursuivre son développement au magasin.

A Adiopodoumé, les épis pesés à la date normale de la récolte ont donné une moyenne de 153,2 g par épi et 116,2 g par épi si l'on tient compte de l'humidité (environ 24 % pour la variété CJE) ; quinze jours plus tard, les épis laissés au champ et secs, pesés, ne donnaient plus que 77,1 g par épi, soit une diminution de 39,1 g par épi due aux ravageurs des grains essentiellement soit 33,6 % de perte.

3.2 Rotation des cultures

En Côte d'Ivoire, comme en Haute-Volta, les Sociétés de vulgarisation proposent une rotation des cultures où elles juxtaposent Coton et Maïs. Nous avons observé cependant que deux insectes sont communs au maïs et au coton : Cryptophlebia leucotreta attaquant les capsules de coton et les grains de maïs ainsi que Heliotis armigera ravageur du coton attaquant occasionnellement les grains de maïs. On provoque donc dans ce cas, un élevage des ravageurs et une infestation constante des cultures. C'est pourquoi ces cultures devraient être intercalées par d'autres cultures n'hébergeant pas ces ravageurs.

3.3 Destruction des chaumes ou des pieds

Les chenilles de borers, poursuivant leur développement dans les tiges après la récolte du maïs, constituent ainsi un réservoir pour les cultures suivantes. Une destruction de ces tiges desséchées réduirait les populations. Cela est nécessaire surtout pendant la petite saison sèche. Les pieds de maïs doivent être détruits immédiatement après la récolte et les débris de pieds et chaumes enfouis profondément ou brûlés. Cette méthode est d'autant plus intéressante qu'elle permet de diminuer l'apport d'engrais minéraux ultérieurs.

Les services de sélection variétale utilisent un girobroyeur qui casse les tiges de maïs en plusieurs morceaux ; si cette méthode détruit certes une partie des populations larvaires par la section de certaines larves et un dessèchement plus rapide des morceaux de tiges de maïs, certaines larves peuvent rester dans les parties non sectionnées de la tige et dans les chaumes. En outre, cette pratique est effectuée trop tardivement après la récolte.

D'autre part, les larves d'Eldona étant très rustiques et très résistantes, si l'enfouissement n'est pas assez profond, elles peuvent très bien poursuivre leur développement, remonter en surface et donner naissance à des papillons.

La méthode de la destruction et enfouissement des chaumes a toujours été préconisée pour la lutte contre les borers en général. Contre la pyrale du maïs, cette méthode préventive s'est révélée très efficace et dans plusieurs pays, elle a été rendue obligatoire (GUENNELON, 1972). En Italie, GRANDORI et ROTA (1954), cités par le même auteur, préconisent l'enfouissement des tiges à une profondeur de 30 cm pour obtenir la mortalité totale d'Ostrinia nubilalis.

La méthode du brûlis des tiges est souvent proposée aussi, mais elle présente l'inconvénient de provoquer l'appauvrissement du terrain. Elle est intéressante si les tiges de maïs sont regroupées en tas, en un même endroit du champ et brûlées (pratique courante en parcelles paysannes dans certains villages de Haute-Volta). Cette méthode semble plus facilement applicable aux parcelles paysannes qui sont plus petites ; les cendres fournissent de la potasse qui fait partie de l'alimentation locale.

Dans le cas précis de Sesamia calamistis, en Afrique, les méthodes restent les mêmes. Plusieurs auteurs, MOUTIA (1934), INGRAM (1958), VAN HEERDEN et al., (1967) ont établi que la destruction régulière des résidus de céréales, des plantes spontanées, de toutes graminées servant de plantes-hôtes secondaires dans la surface cultivée ou aux alentours réduiraient l'attaque du borer au début de la saison de culture.

4 Lutte intégrée

Sesamia calamistis a fait l'objet de plusieurs programmes de lutte biologique sur canne à sucre à l'Ile Maurice et à Madagascar.

En 1968, pour lutter contre Sesania calamistis, APPERT et RAMAIVOSOA ont introduit d'Afrique à Madagascar, Pediobius fuscus, un parasite de chrysalide. Ils ont réussi à l'élever au laboratoire et ont effectué des libérations dans diverses régions du pays où le taux d'infestation du borer est élevé. Deux ans après son introduction à Madagascar, les auteurs notent que le parasite s'y est parfaitement acclimaté.

Aucun essai de lutte biologique n'a été encore effectué contre Eldana saccharina, parce que ce ravageur n'a attiré l'attention sur lui que depuis peu avec l'introduction des cultures industrielles de canne à sucre.

A Bouaké, le parasitisme naturel est représenté par Sturmioopsis parasitica, Syzeuctus c., Mermis et les parasites d'oeufs, ce qui peut rendre possible des perspectives de lutte biologique en d'autres régions. L'élevage de masse au laboratoire du nématode exige une étude préalable de son cycle et du mode de parasitisme.

Nous avons tenté l'élevage au laboratoire de Syzeuctus cribosus à la suite d'observations faites sur ce parasite au champ. L'Ichneumonidae, explore les régions inférieures de la gaine où se trouve son hôte qui vit encore à l'extérieur de la tige de maïs et pond dans les chenilles. Sur plusieurs entre-noeuds coupés avec leur gaine et plongés dans l'eau, ont été installées des larves des deuxième et troisième stades d'Eldana. Ce dispositif de ponte a été placé dans une cage contenant plusieurs couples de Syzeuctus. Ces derniers n'ont pas pondus malgré plusieurs essais.

Les parasites de larves, Syzeuctus, Sturmioopsis, Mermis et autres détruisent les hôtes au dernier stade larvaire, lorsque la larve a pratiquement fini de s'alimenter, donc a provoqué les dégâts. Ce parasitisme influe cependant sur les populations ultérieures d'Eldana saccharina qui se trouvent réduites. Le parasite d'oeuf, par contre tue le ravageur dès sa naissance, alors qu'il n'a fait aucun dégât et offre donc un avantage plus grand.

Lorsqu'on dispose déjà d'un élevage important de l'hôte et que l'on a régulièrement de nouvelles pontes, il est relativement facile d'élever des parasites d'oeufs. On leur présente régulièrement des pontes fraîches où ils pondent.

Connaissant approximativement l'époque de ponte du ravageur dans le champ de maïs, on pourrait lâcher les parasites durant cette période précise, environ 10 et 15 jours avant et après la date approximative d'intervention optimale du ravageur. Dans le cas du maïs ce serait à partir du 60^e et jusqu'au 85^e jour après le semis. Cette méthode devrait présenter beaucoup plus d'intérêt qu'un traitement insecticide par son efficacité et son caractère absolument inoffensif pour le consommateur.

L'application de cette méthode à la canne à sucre demande une étude de la dynamique des populations sur cette plante, la connaissance précise de la période de ponte du ravageur, pour ne pas effectuer des lâchers inutiles.

Un autre avantage est qu'en Côte d'Ivoire, et dans la plupart des pays où vit le ravageur, il existe une période pluvieuse et une période sèche. La saison sèche permettra l'élevage au laboratoire, l'accumulation des parasites jusqu'à la période propice des lâchers pendant la saison des pluies.

La lutte par microorganismes pathogènes

Aucun microorganisme pathogène n'a été expérimenté sur Eldana ou Sesamia sp. mais, il est certain que ces microorganismes pathogènes ont causé une mortalité naturelle dans nos échantillons. Des larves mortes de virose ou autre ont été confiées au laboratoire de pathologie des insectes de l'IRCT à Bouaké. Très certainement, des agents seront mis en évidence et ils pourront servir dans la lutte micro-biologique contre ces ravageurs.

C H A P I T R E V I

INVENTAIRE SUCCINCT DES AUTRES BORERS DU MAIS EN CÔTE D'IVOIRE

Les dissections ont révélé la présence de trois autres ravageurs borers des tiges et grains de maïs, en plus de Sesamia spp. et d'Eldana saccharina. Il s'agit d'un borer des tiges déterminé comme Busseola fusca et deux borers des grains de maïs Cryptophlebia leucotreta et Mussidia nigrivenella (?). Au magasin un coléoptère, Sitophilus sp. est abondant dans les grains.

I Busseola fusca ²¹fuler (Noctuidae) :

Cette noctuelle a été déterminée avec l'aide de Mr TRAN VINH Liêm au Laboratoire d'Entomologie Agricole de Bouaké, après examen des génitalia et comparaison avec l'échantillon décrit dans le catalogue des Lépidoptères Phalènes du British Museum 9 p. 274, fig 116.

Synonymes : Calamistis fusca ; Fuler, HAMPSON 1910, Cat. Lep. Phal. Brit. Mus. 9, p. 274 fig 116.

Sesamia fusca Fuler 1901 FIRST Rep. Govt. Ent. 1899-1900
Pietermaritzburg.

Sesamia fusca fuler, HAMSON 1902, Ann. S. Ar. Mus. 2, p. 296.

1.1 Distribution géographique :

Busseola fusca est une espèce africaine. Elle se limite au Nord à la région éthiopienne et se répand ensuite de l'Est à l'Ouest de l'Afrique et au Sud. On l'a signalée en Afrique du Sud, Tanzanie, Zaïre, Cameroun, Rhodésie, Kenya, Ethiopie, Ouganda, au Sud du Soudan, Nigéria et Ghana.

A cette liste, nous pouvons ajouter la Côte d'Ivoire Centrale (Bouaké), où nous l'avons trouvée sur maïs, et la Haute-Volta. De nos travaux il ressort qu'elle est absente au Sud de la Côte d'Ivoire ; aucun exemplaire de ce ravageur n'a été récolté au cours des différentes campagnes de maïs à Adiopodoumé.

1.2 Plantes hôtes :

Busseola fusca attaque pratiquement les mêmes plantes que Sesamia spp. : le Maïs, Sorghum vulgare, Pennisetum thypoïdes (Millet), Orizae sativa (riz), Eleusine coracana, Pennisetum purpurem, Coix lacryma jobi, Panicum maximum et Saccharum sp.

1.3 Description sommaire :

Le papillon, de taille moyenne, a une envergure de 2,5 à 3,5 cm. Il est de couleur ocre. Les ailes antérieures sont marquées de taches blanches ou brun foncé, tandis que les postérieures sont plus pâles. La description la plus récente des adultes est donnée par TAMS et BOWDEN (1953).

Les oeufs sont hémisphériques, striés longitudinalement, de couleur blanchâtre, d'environ 0,6 à 0,78 mm.

Larves :

Les jeunes larves sont peu distinguables de celles de Sesamia spp. La chenille au dernier stade larvaire mesure de 2,5 cm à 3 cm. Sa couleur varie d'un gris rosâtre à un rose violacé. Elle a l'allure générale de la larve de Sesamia spp. L'ouverture des stigmates est ovale, très fermée. Les fausses pattes abdominales portent une demie couronne de crochets. Elle a un pronotum gris clair, noir sur les bords et une tête brun noir ou roussâtre. Tout le long du corps, sur les deux côtés, on note une bande grise passant sous les stigmates abdominaux. La plaque anale est jaune. La larve s'accorde très mal au milieu artificiel "GUENNELON".

La nymphe :

Elle a une longueur de 2,4 cm et une largeur d'environ 0,5 cm, de couleur brune ou moins teintée, parfois très foncée. L'abdomen est long et correspond aux deux tiers de la longueur totale de la nymphe. Chaque segment abdominal de la nymphe porte des petits creux en rangées irrégulières dans sa partie dorsale et supérieure jusqu'au stigmate (environ 1/3 du segment). Le reste du segment est lisse et seuls les trois derniers segments abdominaux présentent des constriction.

1.4 Biologie :

La femelle pond la nuit en insérant son oviscape entre la gaine foliaire et la tige ; elle dépose ses oeufs sur la face interne de la gaine. Le nombre d'oeufs pondus par une femelle est variable, soit de 400 à 1000 oeufs. L'incubation des oeufs dure une semaine ou plus, selon les conditions physiques extérieures. A l'éclosion, lors de la montaison du maïs, les jeunes larves se nourrissent d'abord des tissus tendres de la gaine puis migrent vers le haut de la plante pour atteindre le cornet. Les feuilles du cornet encore enroulées et aux tissus tendres sont perforées par ces jeunes larves. Lorsqu'elles sont étalées, ces feuilles montrent plus tard des perforations plus ou moins grandes, signes caractéristiques de l'attaque de Busseola.

Les larves, à partir du troisième stade, migrent vers la base du maïs et forent des galeries dans la tige. La larve passe par 6 à 7 stades larvaires. Le cycle de la chenille dure de 30 à 42 jours.

La larve âgée perfore un trou de sortie et se nymphose à proximité.

Busseola fusca s'attaque également aux épis d'où elle dévore les grains ou même le parenchyme frais. Il y entre à partir de la tige généralement par le pédoncule. Le comportement de ce foreur dans la tige et l'épis de maïs est très semblable à celui des Sesamia.

1.5 Ecologie des populations :

1.5.1 Période d'apparition :

Selon nos observations à Bouaké, en première et deuxième campagne de maïs, Busseola fusca apparaît à la période de la montaison. L'insecte doit pondre au champ environ un mois après le semis c'est-à-dire vers la fin du mois d'Avril pour les semis du premier cycle (Avril - Mai - Juin - Juillet). A cause de la période d'attaque précoce le ravageur peut causer des dégâts énormes si la population est importante. On assiste alors à un mauvais remplissage du grain, à l'affaiblissement du plant qui devient sensible à la verse et à la casse des épis. Cette noctuelle cause des dommages importants en Afrique de l'Est et du Sud, où elle est le principal borer des tiges de maïs : elle détruit 10 à 20 % de la récolte en seconde culture de maïs au Nigéria.

En Afrique du Sud, Busseola fusca cause une perte annuelle de 10 % des récoltes de céréales (Maïs, Sorgho) mais ce pourcentage peut augmenter jusqu'à 75 % suivant le degré d'infestation.

1.5.2 Fluctuations des populations :

- Les fluctuations des populations en fonction du cycle de culture :

Au premier cycle, on note des populations plutôt rares, Tableau ()

En deuxième campagne de maïs (cycle unique : Juillet, Août, Septembre, Octobre) à Bouaké, on constate une augmentation générale des populations de ravageurs. Les populations de Busseola fusca vont dans ce sens mais, elles restent faibles par rapport à celles d'Eldana saccharina Tableau (19)

Les populations larvaires, comme celle d'Eldana et de Sesamia, s maintiennent dans les tiges laissées sur place après la récolte.

Plusieurs auteurs signalent une diapause chez les larves de Busseola fusca pendant la saison sèche ; il semble que cette diapause est induite chez la larve par l'état de maturité de la plante et la composition de la nourriture consommée. Les hydrates de carbone, les protéines et l'eau contenue dans l'aliment semblent être les éléments associés à cette diapause. Des dissections de tiges de maïs complètement desséchées, abandonnées au champ à Bouaké et alentours, ont montré que des larves âgées de Busseola fusca y survivent en parfait état. Les larves semblent ne pas s'alimenter mais restent actives.

1.5.3 Influence de la variété cultivée :

Busseola fusca attaque les deux variétés de maïs que nous avons testées : le C J B et l'I 137 TN. La comparaison des tableaux (18) et (19) concernant les populations larvaires de cet insecte sur tiges et épis de la variété C J B au premier cycle et cycle unique de culture et la comparaison des tableaux (20) et (21) concernant la variété I 137 TN montrent que les populations larvaires du ravageur sont plus faibles sur la variété I 137 TN que sur la variété C J B. Les causes de cette différence sont difficiles à apprécier ; le phénomène est-il dû à une résistance de la variété I 137 TN à tous les ravageurs ? ou est-ce dû au fait que cette variété étant naine, ses tiges portent moins de larves que la variété C J B plus grande ?

Tableau : 18

Populations larvaires de Busceola fusca Fuller sur la parcelle non traitée de la variété CJB au premier cycle à Bouaké (IRAT) (Avril, Mai, Juin, Juillet).

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	TIGES		EPIS	
		L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	L ₅ & L ₆	
16-5-78	Montaison				
19-5-78	"				
22-5-78	Floraison				
26-5-78	"				
2-6-78	Grain Laiteux		2		
9-6-78	"				
16-6-78	"				
19-6-78	"	1		3	
23-6-78	Grain pâteux	1			1
26-6-78	"			1	
30-6-78	"		3	1	
3-7-78	Grain vitreux				2
7-7-78	"				
14-7-78	"	4		1	
RECOLTE					
18-7-78	Tiges sèches				
25-7-78	"				Date du semis :
31-7-78	"				2-4-1978
4-8-78	"				Date de récolte :
14-8-78	"		1		17-7-78

Tableau:19 Populations larvaires de Dusseola fusca Fuller sur la parcelle non traitée de la variété CJB au cycle unique (Juillet, Août, Septembre, Octobre).

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	TIGES			EPIS		
		L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES
21-8-78	Montaison		2				
25-8-78	"						
28-8-78	"						
1-9-78	Flûraison						
5-9-78	"		3				
8-9-78	"		1				
11-9-78	"		2				
15-9-78	Grain laitoux					1	
18-9-78	"						
22-9-78	"	3	1	4	2		
29-9-78	Grain pâteux					2	
2-10-78	"	1	3		2		
6-10-78	Grain vitreux		4	1		2	
9-10-78	"			2		1	
13-10-78	"		4	1		2	
16-10-78	"		4	2			
20-10-78							
23-10-78							
RECOLTE							
30-10-78	Tiges sèches		2	5	Date du semis : 5-7-78		
3-11-78	"		1		Date de la récolte : 23-10-78		
6-11-78	"		1				
13-11-78	"		10				
17-11-78	"		1				
20-11-78	"						

Tableau 10 Les populations larvaires de Busseola fusca sur la parcelle non traitée de la variété I 137 TF au premier cycle, à Bouaké (IRAT) (Avril, Mai, Juin, Juillet).

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	TIGES			EPIS		
		L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES
2-5-78	Montaison						
9-5-78	"						
19-5-78	"						
22-5-78	Floraison						
26-5-78	"						
2-6-78	Grain laitoux						
9-6-78	"						
16-6-78	"						
19-6-78	Grain pâteux			1		2	
23-6-78	"			1		1	
26-6-78	"		1				
30-6-78	"		1	1		2	
3-7-78	"			1			
7-7-78	"						
14-7-78	Grain vitreux						
18-7-78	"						
21-7-78	"						
RECOLTE							
27-7-78	Tiges sèches				Date du semis : 2-4-78		
31-7-78	"				Date de la récolte : 21-7-78		
4-8-78	"						
14-8-78	"						

Tableau 21-Les populations larvaires de Busseola fusca sur la parcelle non traitée de la variété I 137 TN au cycle unique à Bouaké (IRAT)
(Juillet, Août, Septembre, Octobre).

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	TIGES			EPIS		
		L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES
21-08-78	Montaison		2				
25-08-78	"						
28-08-78	"						
1-09-78	Floraison						
5-09-78	"						
8-09-78	"						
11-09-78	Grain laiteux		1				
15-09-78	"						
18-09-78	"		1				
22-09-78	"						1
28-09-78	Grain pâteux						
2-10-78	"						
6-10-78	"		1	2			
9-10-78	"						
13-10-78	Grain vitreux		1	1			
16-10-78	"		2		1	2	1
20-10-78	"						
23-10-78	"		2			1	
RECOLTE							
30-10-78	Tiges sèches		1		Date du semis : 5-7-78		
3-11-78	"				Date de la récolte :		
13-11-78	"				23-10-78		
20-11-78	"		1				

1.5.4 Influence du traitement chimique sur les populations larvaires de *Busseola fusca* :

Le traitement insecticide, tel qu'il est appliqué à l'IRAT : pou-
drage dans le cornet du produit toxique aux 20^e et 40^e jours devrait
arriver à contrôler efficacement les populations de *Busseola* tant par
son mode d'application que la période à laquelle il est appliqué.
Rappelons que les jeunes larves de *Busseola fusca*, après l'éclosion,
se nourrissent quelque temps sous la gaine foliaire où les oeufs sont
déposés, puis migrent dans le cornet. Ainsi, le poudrage dans le cornet
est un moyen efficace pour les détruire.

Le traitement au 20^e jour est préventif car les femelles pondent
plus tard. Celui du 40^e jour, qui vient relayer le premier, fait que
du 20^e au 50^e ou 60^e jour environ, le champ est protégé par le produit
toxique. Cette période correspond à la présence du foreur au champ.

Mais, les résultats notés sur les tableaux (22) et (23) montrent :
- qu'il n'y a pas de différence notable entre les parcelles traitées
normalement et les parcelles non traitées ;
- qu'il y a une augmentation des populations à la deuxième campagne de
maïs, comme cela est le cas dans les parcelles non traitées.

Par contre, sur la parcelle à forte protection, tandis que *Sesamia*
sp, *Eldana saccharina* et les borers de l'épi présentent une certaine
résistance aux produits toxiques, ceux-ci assurent une protection totale
contre *Busseola fusca*.

Les produits toxiques utilisés sur la parcelle à traitement normal,
c'est-à-dire le birlane microgranulé, au 20^e, 40^e n'est pas efficace
contre *Busseola fusca*. Par contre, le Decis et le Triazophos DDT
répandus comme on le fait sur la parcelle à traitement plafond détruit
le ravageur.

Le birlane employé aussi intensivement donnerait certainement un
même résultat !

1.5.5. Ennemis naturels :

Les jeunes larves sont victimes des prédateurs cités dans le cha-
pitre IV. En outre, trois parasites ont été notés sur ce borer lors de
nos observations. Il s'agit d'un nématode du genre *Nemis*, d'un chalcidi-
en aux pattes jaunes (en cours de détermination) et de *Sturmiopsis*
parasitica CURRAN.

Tableau 22 Les populations larvaires de Busseola fusca sur la parcelle à traitement normal de la variété CJB, au premier cycle Bouaké (IRAT). (Avril, Mai, Juin, Juillet).

DATE	STADE	TIGES			EPIS		
	PHENOLOGIQUE	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES
2-5-78	Montaison						
5-5-78	"						
10-5-78	2 ^e Traitement						
22-5-78	Floraison						
2-6-78	Grain laiteux						
9-6-78	"						
16-6-78	3 ^e Traitement						
19-6-78	Grain laiteux					3	
23-6-78	Grain pâteux			3			
26-6-78	"					1	
30-6-78	"		1			1	
3-7-78	Grain vitreux	2					1
7-7-78	"					2	
14-7-78	"		5				
17-7-78	"		1	1			
RECOLTE							
18-7-78	Tiges sèches				Date du semis : 2-4-1978		
21-7-78	"				Date de la récolte :		
25-7-78	"				17-7-1978.		
27-7-78	"						
31-7-78	"						
21-8-78	"						

Tableau 23 Les populations larvaires de Dusseola fusca sur la parcelle à traitement normal de la variété CJB, du cycle unique à Bouaké (IRAT) (Juillet, Août, Septembre, Octobre).

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	TIGES			EPIS		
		L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES
21-8-78	Montaison						
25-8-78	"		1				
28-8-78	"		3				
1-9-78	Floraison		1	1			
5-9-78	"						
7-9-78	"						
11-9-78	"						
15-9-78	Grain laitoux		8			2	
17-9-78	3 ^e <u>Traitement</u>						
18-9-78	Grain laitoux		7				
22-9-78	"		1		4	1	
29-9-78	Grain pâteux	1	1				
6-10-78	Grain vitreux		2			1	
9-10-78	"						
13-10-78	"	2	2				
16-10-78	"		4				
20-10-78	"					3	
23-10-78	"						
RECOLTE							
30-10-78	Tiges sèches		1	1	Date du semis : 5-7-78		
3-11-78	"				Date de la récolte : 23-10-78		
6-11-78	"				1 ^{er} traitement : 25-7-78		
13-11-78	"		4		2 ^e traitement : 14-8-78		
					3 ^e traitement : 17-9-78		

2. Mussidia nigrivenella (Reg) (?) :

Nous n'avons pas encore une détermination définitive de cet insecte mais selon plusieurs indications bibliographiques, il peut s'agir de Mussidia nigrivenella (Ragonot) (Pyralidae, Phycitinae) ; Parmi les Phycitanae :

- Mussidia nigrivenella est le seul, sinon le plus important ravageur des grains de maïs, le plus commun en Afrique de l'Est (signalée par BUYCK au Congo, au Burundi et au Rwanda) et en Afrique de l'Ouest (Whitney au Nigéria), infestant les épis de maïs depuis le champ.

Notre espèce montre de nombreux caractères communs avec ceux de Mussidia nigrivenella décrite par BUYCK.

2.1 Description sommaire :

+ L'adulte :

Il a une envergure de 25 cm. Il est gris foncé, avec quelques tâches claires sur les ailes antérieures, frangées sur les bords. Les ailes postérieures sont beiges, frangées sur les bords également. Au repos, les ailes sont légèrement en toit sur le dos. Les antennes sont longues et pectinées.

+ La chenille :

La chenille est d'un blanc-sale, rosâtre ou grisâtre ; la tête et le prothorax brun foncé. Le prothorax présente une ligne claire mediodorsale. A complet développement, la chenille mesure 1,8 cm à 2 cm.

+ La nymphe :

La nymphe est brune et se teinte de plus en plus au cours du développement ; elle est brun-foncée sur le dos et au niveau des crêtes et jaune ventralement.

Longueur : 1 cm ;

Largeur : 0,3 cm.

Sur la partie antérieure de la nymphe, la base des ébauches antennaires forme une crête donnant l'aspect de deux cornes.

Sur le thorax, une crête medio-dorsale est formée de deux excroissances juxtaposées, finement dentelées, aux dents très serrées. Chacun des sept premiers segments abdominaux de la nymphe porte ,
 } medio-dorsalement, deux épines.

Le dernier segment abdominal se termine par deux fourches courbées vers la face ventrale.

2.2 Dégâts :

Mussidia nigrivenella s'attaque exclusivement à l'épi, dont il est le principal ravageur avec Eldana. Il apparaît au stade "grain laiteux" ; la femelle pond probablement sur les stigmates de l'épi où se fait l'éclosion car on trouve toujours les jeunes larves néonates à cet endroit. Elles se nourrissent d'abord de ces stigmates, descendent progressivement, puis s'installent ensuite dans les premiers grains au stade grain mou, à la pointe de l'épi. Elles mangent toute la partie farineuse du grain. En général, on trouve une larve par grain ; quand la larve termine de dévorer la partie farineuse d'un grain, elle s'attaque au grain voisin. Elle tisse des fils de soie pour relier ces deux grains, et ainsi de suite. Les parties latérales et supérieures du grain constituées d'une couche cornée d'albumen dure, restent intactes ; si bien qu'extérieurement, les grains attaqués ne se soupçonnent pas et la larve n'est repérée que par ses déjections mêlées aux fils de soie qu'elle tisse. A son dernier stade de développement, la chenille tisse un cocon soyeux, blanc, dans la galerie creusée sous les grains, et se nymphose. On peut trouver un grand nombre de larves sur le même épi. Elles détruisent alors totalement les grains qu'elle réduisent en poudre.

2.3 Influence du cycle de culture et de la variété sur les populations larvaires de Mussidia nigrivenella (?)

La variété I 137 TN à grain denté et farineux est plus attaquée par ce ravageur auquel il est particulièrement sensible. (Tableau 24).

Les populations larvaires de Mussidia nigrivenella augmentent à la deuxième culture de maïs sur chacune des deux variétés. Les populations y sont sensiblement équivalentes (Tableau 24).

Dégâts de Mussidia nigrivenella (?)
sur épis et grains

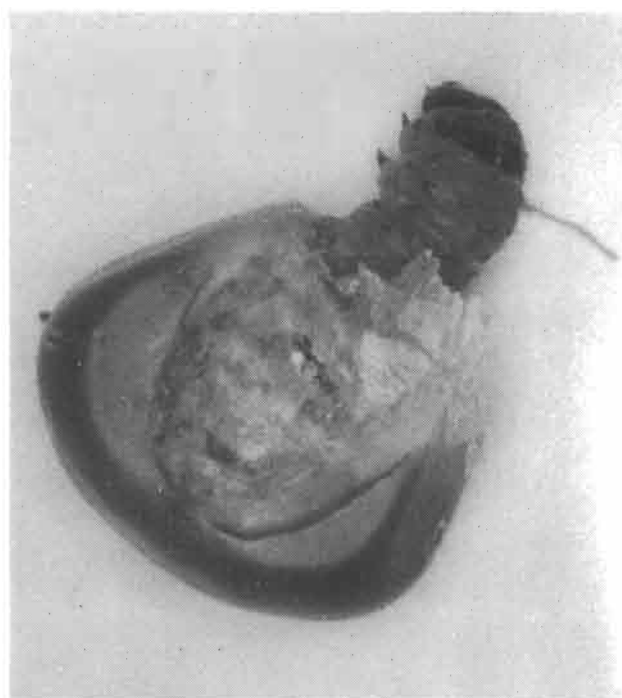
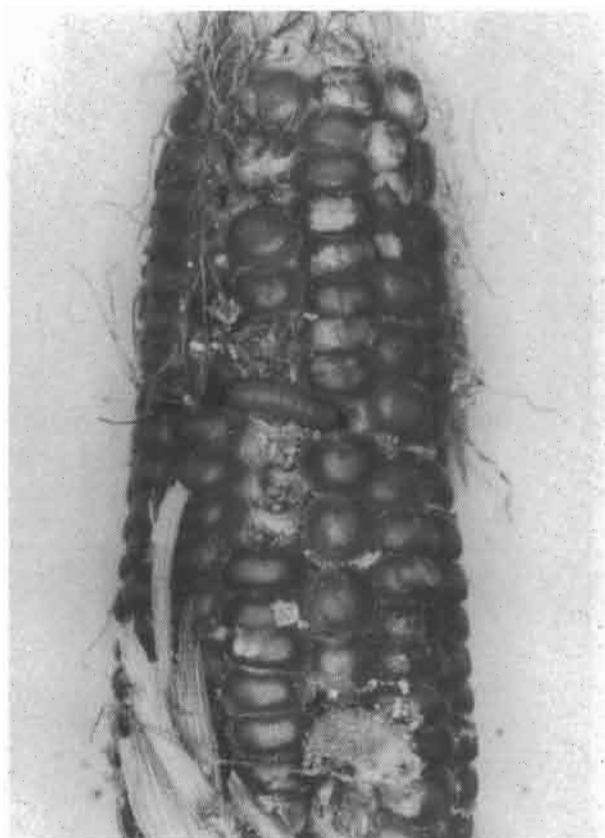


Tableau 24 Populations larvaires de Russidia nigrivirens (?) en fonction
de la variété cultivée

Premier cycle :

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	C J B						I 137 TN					
		L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES		L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES			
16-6-78	Grain laitoux	7,7											
23-6-78	Grain pâteux		1										
26-6-78	"						5						
3-7-78	Grain vitreux							1					
7-7-78	"		4,3					8		4			
14-7-78	"		18,5					8		4			
17-7-78	"		13,6	27				6		11			
27-7-78	"						3	30		40		2	

Cycle unique :

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	C J B						I 137 TN					
		L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES		L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	NYMPHES			
15-9-78	Grain laitoux	2											
18-9-78	"	1	1				6	1					
22-9-78	"	1	3										
29-9-78	Grain pâteux	3	3				1						
2-10-78	"	3	4				1						
6-10-78	Grain vitreux	4	7	2									
9-10-78	"		11	1			1	5					
13-10-78	"		6	13			1	1	6				
16-10-78	"		6	12				4	13				
20-10-78	"		9	17				6	16				
23-10-78	"			5				9	48				

Mais à nombre égal de larves âgés sur le même épi (une dizaine), l'épi de I 137 TN à grain farineux est réduit en poudre tandis que le grain corné de CJB résiste mieux.

L'espèce continue son développement au magasin.

Cet insecte se nourrit sans grand problème du milieu artificiel élaboré pour Eldana saccharina ; on peut alors l'élever au laboratoire sur ce milieu ou sur les grains de maïs, même secs.

Des dissections de maïs irrigué expérimentalement en saison sèche à proximité du laboratoire révèle que ce ravageur de l'épi a une population réduite pendant cette période.

Ce borer du grain constitue, avec Eldana saccharina, le ravageur le plus important du maïs durant toutes les campagnes du maïs à Bouaké.

2.4 Influence du traitement chimique sur les populations larvaires de *Mus. idia nigivenella* (?) :

Le troisième traitement, au 75^e jour de la parcelle à traitement normal, est fait pour protéger l'épi. Le produit utilisé est très peu toxique et peu rémanent. Si la majorité des jeunes larves du ravageur n'est pas encore installée au champ à cette période mais arrive plus tard, l'application du produit toxique ne sera pas efficace.

Nos résultats montrent que le produit n'a pas joué un grand rôle au premier cycle, tandis qu'en deuxième culture, il semble permettre de limiter les populations de ce borer de l'épi. On note en effet une réduction des populations, appréciable sur la parcelle à traitement normal par rapport aux autres parcelles non traitées (Tableau 24). Pourtant, Mussidia nigivenella (?) semble présenter une résistance particulière aux produits toxiques. La parcelle à forte protection (traitement hebdomadaire au Decis et Triazophos) héberge tout de même des populations de ce ravageur.

Tableau : 26 Populations larvaires de Muscidia nigrovirens (?) en
fonction du traitement au cycle unique.

DATE	STADES PHENOLOGIQUES	PARCELLE TRAITEE FORTEMENT			PARCELLE A TRAITEMENT NORMAL			PARCELLE NON TRAITEE		
		L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆	L ₁ & L ₂	L ₃ & L ₄	L ₅ & L ₆
11-9-78	Grain laiteux									
15-9-78	"							2		
18-9-78	"							1	1	
22-9-78	"	1			1	1		1	3	
29-9-78	Grain pâteux		7					3	3	
2-10-78	"		1					3	4	
6-10-78	Grain vitreux							4	7	2
9-10-78	"	1	3	4		1	1		11	1
13-10-78	"		3		1	2			6	13
16-10-78	"	1	2						6	12
20-10-78	"					1			9	17
23-10-78	"			8	23,3					5

3. *Cryptophlebia leucotreta* MEYR :

Synonyme : *Argyroploce leucotreta*

3.1 Description sommaire de l'espèce :

- oeuf : 0,9 mm, lenticulaire, blanchâtre, avec des fines stries, généralement isolé.

- chenille : gris-clair quand elle est jeune, elle devient rosâtre puis cette teinte s'accroît sur le dos avec l'âge.

Elle est reconnaissable par le cercle complet que forment les crochets des fausses pattes abdominales et par la présence d'un "peigne anal" de 7 épines rétracté normalement dans le rectum et apparaissant sous une légère pression. La longueur ne dépasse guère 15 mm.

La jeune larve est facilement confondue avec celle de *Mussidia nigrivella* Rag.

- Chrysalide : On la trouve généralement entre les grains. Elle mesure 5 à 7 mm ; elle possède une double rangée transversale sur les segments abdominaux ; l'extrémité de l'abdomen est arrondi.

- Adulte : longueur du corps 7 à 8 mm, 17 mm d'envergure. Couleur générale brune. Les ailes antérieures sont brun marron avec, vers le bord postérieur une série de petits triangles allongés (une quinzaine). Chez le mâle en plus, un petit dessin en forme de "x" au tiers postérieur. Les ailes postérieures sont brun uniforme avec une tâche noir-brillant chez le mâle.

3.2 Distribution géographique et plantes hôtes :

Insecte polyphage, *Cryptophlebia leucotreta* est connu dans toute l'Afrique.

A l'origine, cet insecte était connu comme un ravageur de fruit découvert en Afrique du Sud et au sud de la Rhodésie où l'on faisait des cultures extensives de Citrus.

Aujourd'hui, *Cryptophlebia leucotreta* est polyphage, s'attaquant aux plantes et arbres les plus divers appartenant à des familles très éloignées dont :

Anacardiaceae
 Combretaceae
 Coniferae
 Ebenaceae
 Euphorbiaceae (*Ricinus communis*)
 Gramineae
 Leguminosae
 Malvaceae (*Hibiscus* sp, cotton)
 Oleaceae
 Rhamnaceae
 Rubiaceae
 Sapotaceae

Il s'attaque autant aux fruits introduits : abricots, pêches et aux plantes africaines : coton, goyaves, olives, avocat, mangues, tomates, gombo, aubergines, maïs. Il demeure toutefois plus important sur le Citrus que sur les autres plantes hôtes.

3.3 Dégâts :

Cryptophlebia leucotreta attaque essentiellement les épis de maïs, tissus centraux et grains ; on le trouve exceptionnellement en borer de la tige. Dès l'épiaison, au stade grain - laiteux, la femelle dépose les oeufs à l'extrémité de l'épi, sur les stigmates dont les jeunes larves se nourrissent avant d'atteindre le grain ou le parenchyme de l'épi. Au stade grain mou, elles s'installent dans les premiers grains, à l'extrémité de l'épi. C'est le deuxième ravageur important des épis à Bouaké (au centre) et à Adiopodoumé en basse Côte, selon nos observations, après Mussidia nigrivenella.

Cryptophlebia leucotreta et Mussidia nigrivenella causent à eux deux la majeure partie des dégâts au niveau des épis de maïs en Côte-d'Ivoire : 80 à 85 % à Bouaké.

Cryptophelia est présent sur les épis de maïs des cultures de saison sèche. Sa population semble constante au cours des différentes campagnes de maïs.

Le traitement au Nexion au 75^e jour a contribué à réduire ses populations au cycle unique à Bouaké. Par contre, la variété I 137 TH est autant attaquée par ce borer que le composite Jaune de Bouaké (CJB).

Cet insecte cause des dégâts sérieux également au cotonnier. La pratique qui consiste à utiliser le maïs comme précédent cultural du coton peut donc provoquer le maintien constant de Cryptophlebia leucotreta. Selon DELATTRE, l'avant culture ou la culture intercalaire du maïs réalise des conditions très favorables à la prolifération de Cryptophlebia, car les chenilles de première génération se nourrissent des épis de maïs, et les générations suivantes prêtes, et déjà sur place, pour attaquer les capsules du cotonnier.

Tableau : 26 - Populations larvaires de Cryptophlebia leucotreta au cours du cycle unique de culture de maïs à Bouaké (IRAT) - sur 10 épis par prélèvement.

DATE	STADE PHENOLOGIQUE	PARCELLE NON TRAITEE		PARCELLE A TRAITE- MENT NORMAL	
		L ₂ et L ₃	L ₄ et L ₅	L ₂ et L ₃	L ₄ et L ₅
11-9-78	Grain laitux	2			
15-9-78	"				
18-9-78	"	1			
22-9-78	"	1			
29-9-78	Grain pâteux		2		4
2-10-78	"				
6-10-78	Grain dur		3		
9-10-78	"		6		
13-10-78	Grain sec		2		1
16-10-78	"		2		1
20-10-78	"		2		
23-10-78	"				

CONCLUSION GÉNÉRALE ET DISCUSSION

Au terme de ce travail, nous pouvons considérer que l'objectif qui est l'étude écologique et biologique d'Eldana saccharina sur le maïs en Côte d'Ivoire est atteint pour l'essentiel. Les aspects les plus importants sur lesquels on peut insister sont :

- Eldana saccharina WALKER fait cinq ou six stades larvaires ; 50 % environ des larves se nymphosent au cinquième stade donnant une majorité de mâles et quelques femelles. L'autre moitié fait une mue supplémentaire d'où l'on obtiendra une majorité de femelles. Les larves de la pyrale au champ sont parasitées de façon appréciable par Syzeuctus sp. et Mermis sp. à la deuxième saison des pluies (Août, Septembre, Octobre). Sturmiopsis parasitica CURRAN (Tachinidae) intervient faiblement en saison sèche.

- L'adulte dépose sa ponte sur la bordure externe de la gaine foliaire entre les poils se trouvant à cet endroit. Ces oeufs sont victimes de deux microhyménoptères, parasites des oeufs : un Scelionidae et un Trichogramme en cours de détermination. En outre les oeufs et les jeunes larves font la proie de divers prédateurs (fourmis, forficules essentiellement).

- Eldana saccharina est le ravageur le plus important du maïs en Côte d'Ivoire Centrale (Bouaké) ; il est le plus commun en Côte d'Ivoire.

Nous avons mis en évidence que ce borer s'attaque préférentiellement au maïs âgé, au stade de l'épiaison et ses populations larvaires ne deviennent importantes que peu de temps avant la récolte. Au Sud de la Côte d'Ivoire, elle est présente mais en plus faible population. Ses populations relativement faibles au premier cycle, croissent au cycle unique.

Nous avons effectué des expériences pratiques sur le terrain qui consistaient à voir l'incidence du traitement chimique qu'appliquaient les services d'amélioration variétale de l'IRAT sur cet insecte. Ainsi, le traitement au toxion, diminuent les populations du ravageur et permet d'obtenir un supplément de récolte. Mais, si l'on tient compte du coût qu'occasionne l'opération, le traitement devient peu rentable, pas intéressant à Bouaké. Si l'on observe

certaines mesures préventives, on réduirait les populations du ravageur.

En Côte d'Ivoire, il existe d'autres foreurs du maïs. Nous notons au Centre des faibles populations de Busseola fusca et de Sesamia calamistis foreurs des tiges et épis du maïs.

Au Sud, Sesamia botanophaga cause de dégâts importants au maïs. En effet, ce dernier s'ajoute à Eldana sur le maïs, mais il est plus nuisible car, il attaque précocement la plante, mine toute la moelle, entrave la montée de la sève donc le remplissage des grains ; il rend la plante sensible à la verve. Au Sud alors, on obtient de rendements beaucoup plus faibles qu'au Centre.

Mussidia nigricornis (?) et Cryptophlebia leucotreta sont des foreurs importants des grains dans toute la Côte d'Ivoire. Du fait de ces ravageurs de grains, même si l'on trouve une solution au problème "Eldana", les dégâts sur le maïs ne seraient pas pour autant supprimés.

En conclusion, cette étude a abordé bien des aspects de la biologie et l'écologie d'Eldana saccharina ; mais, il ne constitue qu'un préliminaire à l'étude des ravageurs du maïs en Côte d'Ivoire d'une part, et au travail sur Eldana qui attaque aussi sur d'autres graminées dont la canne à sucre. Les recherches continuent sur tous ces aspects qui font partie des objectifs du laboratoire d'Entomologie Agricole de l'ORSTOM (Bouaké). Avec les résultats des études des chercheurs à Bouaké, on arrivera certainement à mieux "connaître" ce ravageur pour mieux le maîtriser.

B I B L I O G R A P H I E

- ANGLADE, (1972). in BALACHOWSKY.
- APPERT, J. (1964). Chenilles mineuses des céréales en Afrique tropicale. Agr. Trop. n.3 .
- APPERT, J. (1969). Sesamia calamistis (Lepidoptere, noctuidae) chenille mineuse des graminac.- Agr. Trop.
- APPERT, J. (1971). Insectes nuisibles aux maïs en Afr. et à Madag. Agr. Trop. n.4
- APPERT, J. (1971). Lépidoptères foreurs des graminées à Madagascar. aux Comores et aux Mascareignes. Agr. Trop. n. 4
- BALACHOWSKY, A. S. (1972). Entomologie appliquée à l'agriculture. Tome II Lépidoptères; deuxième volume. Masson et Cie. Editeur. Paris-FRANCE.
- BOX, H.E. (1953). List of sugar cane insects. London Commonwealth Institute Entomologie, IOI pp.
- BOWDEN, J. (1956). New species of African stem boring Agrotidae (Lepidoptera). Bull. ent. Res. 47, 415-428.
- BRENIERE, J. et CARESCHE, L. (1962). Les insectes nuisibles à la canne à sucre à Madagascar; aspects actuels de la question. Agronomie Tropicale 7-8 p509-511.
- BRENIERE, J. (1966). Dix années de recherches sur les ennemis du riz en Afrique francophone et à Madagascar. Agr. Trop. 21, 514-519
- BRENIERE, J. (1969). les trichogrammes parasites des oeufs. In Pest of sugar cane. Int. Soc. Sugar cane Technologists.
- CARESCHE, L. (1960). Le problème des insectes nuisibles à la canne à sucre dans l'île de la Réunion. Rapport de mission. IRAM, document n°2.
- CARESCHE, L. (1962). Les insectes nuisibles à la canne à sucre dans l'île de la Réunion. Agr. Trop. 17 : 632-646
- DE CHARNOY D'EMMERZ (1917). Moth borers affecting sugar cane in Mauritius. Bull. Dep. Agric. Maurit., Sci. serie 5, 27 pp.
- DELATTRE, R. (1951). Sugar cane entomology in Natal, South Africa. Proc. int. soc. sug. cane Technologist. 7: 377-394
- ENDRODY-YOUNGA, S. (1968). The stem borer sesamia botanephaga TAY & BOWDEN (Lep., Noctuidae) and the maize crop in Central Ashanti, Ghana - Ghana Journal of Agriculture Scientifique I, 103-131.

- GIRLING, D.J (1978) The distribution and biology of *Eldana saccharina* WALKER (Lepidoptera : Pyralidae) and its relationship to other stem-borers in Uganda.
Bull. ent. Res. 68, 471-488
- GUENNELON, (1972) La pyrale du maïs *Ostrinia nubilalis* in BALACHOWSKI
- GUENNELON, G et SORIA, F (1973) Mise au point au laboratoire d'un élevage permanent de la pyrale du riz Chilo suppressalis WALKER (Lep. Pyr.) sur milieu artificiel.
Ann. Zool. - Ecol. anim. 1973, 5 (4), 547-550
- GUPTA, L.C. and GUPTA, B.D. (1959) in RAO
- HARRIS, K.M. (1962). Lepidopterous stem borers of cereals in Nigeria
Bull. Ent. Res. 53 : 139-171
- HARRIS, K.M. (1964). Annual variations of dry season population of larvae of *Busseola fusca* (Fullner) in Northern Nigeria. Bull. Ent. Res. 54, 643- 647
- HOUILLER, H. (1966) - Nouvelles données sur les possibilités de lutte contre les chenilles qui taraudent les tiges de maïs (Sesamia sp.)
- Ronéo. IDERT, 15 p et 2 fig.
- INGRAM, W.R. (1958). The lepidopterous stalk borers associated with Gramineae in Uganda. -
Bull. Ent. Res. 49, 367-383.
- ISA, A.L. (1958) in RAO
- LESPES, L. (1959). Essais de lutte chimique contre la *Sesamiae* (S. nonagroides Lef) nuisible au maïs. -
Rev. Zool. Agr. appl. 58 : 49-58.
- LOMBARD, J. (1974). Pest of graminaceous crops in South Africa-
Entomology Memoir N° 40 FAC of Agr.
- LOR, S.L. (1978) ; Ecologie des populations d'Arthropodes de rizières irriguées de la région de Bouaké (Côte d'Ivoire). en insistant particulièrement sur Scirpophaga melanoclista (Lep., Pyr.)
Thèse de 3e cycle, Univ. Paris VI

- MALLY, C.W. (1920) The maize stalk borer. Busseola fusca, FULLER
Bulletin N° 3. Dep. of Agr. South Africa.
- MARCHAND, J.L. (1976). Synthèse des travaux d'amélioration variétale
du maïs en Côte d'Ivoire de 1968 à 1975. -
Ronéo IRAT Bouaké
- (1)
MOUTIA, L.A. (1934). The sugar cane moths borers in Mauritius.
Bull. Ent. Res.
- NA, B.H. (1978). Systématique et biologie de Scirpophaga melanoclista
(Lep., Pyr., schoenobiinae), un ravageur du riz
irrigué en Côte d'Ivoire. Morphologie et biologie
d'un parasite d'oeuf : Telenomus thestor (Hym.,
Scelionidae). Thèse de 3e cycle, Univ. Paris VI
- NAGARKATTI, Sudha and RAO, V.P. (1975). Biology and rearing technique
for Sturmiopsis parasitica (CURR.) (Diptera,
Tachinidae), a parasite of graminaceous borers
in Africa. - Bull Ent. Res. 65, p. 165-170.
- NYE, I. W. B. (1960). The insect pests of graminaceous crops in
East Africa. - Colon. Res. Stud. N° 31, 48 pp.
- PEARSON, E.O. (1958). The insect pest of cotton in Tropical Africa -
London empire cotton growing corporation and
Commonwealth Institute of Entomology.
- POITOUT, S. et R. BUES. (1978). Elevage de plusieurs espèces de
Lépidoptères Noctuidae sur milieu artificiel
simplifié. Ann. Zool. Ecol. anim, 2 (1), 79-91.
- POLLET, A, ROON, M., MAURITZ, R. (1974) Les ravageurs de maïs en
Côte d'Ivoire. Données quantitatives et quali-
tatives pour la Basse Côte. 2 fascicules,
Multigrade ORSTOM.
- RAO, V.P. and NAGARAJA, H. (1969). Sesamia species as pests of sugar
cane in Pest of Sugar Cane. Int. Soc. Sugar
cane Technologists.
- RISBEC, J (1958). I La faune entomologique des cultures aux Sénégal
et au Soudan Français.
II Contribution à l'étude des Proctotrupidae.
Travaux du lab. d'ent. du secteur des recherches

agr. - St. exp. de M'Dambey (Sénégal) et section technique d'Agr. Trop. du Min. de la France Outre-mer.

- RISBEC, J. (1960) Les parasites d'importance économique en Afrique tropicale à Madagascar. - Agr. Trop., 15 (6) ; 624-56
- TAMS, W.H.T. and DOWDEN, J. (1953) A revision of the African species of Sesamia Gueneé and related genera (Agrotidae, Lepidoptera). Bull. Ent. Res. 43, 645-678.
- TRAN VINH LIEN - (1978). Communication personnelle.
- TURNBULL and NICHOLIS (1966). A "Quick Trap" for Area sampling of arthropodes in Grassland Communities. Journal of Economic Entomology - The ent. soc. Am. vol 59 N° 5
- WALKER, F. (1865). List of the specimens of lepidopterous insects in the collection of the British Museum. Part 32. Supplement, Part 2, 632-633. - London, Trustees of British Museum.
- WALTERS, S.S. (1974) Pest of graminaceous in South Africa. Ent. Mem. N° 40 Déc 1974 - FAC of Agr.
- WHITNEY, W.K (1970). Observation on maize insects at the International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Ibadan. Bull. Ent. Soc. of Nigeria 2(2) 146-155
- WILLIAMS, J.R. and MALET, J.R. (1962) in RAO and NAGARAJA
- (1) - MOHYUDDIN, A.I. and GREATHHEAD, D.J. (1970). An annotated list of the parasites of graminaceous stem borers in East Africa, with a discussion of their potential in biological control. - Entomophaga 15, 241-274.