

La lutte chimique contre les insectes du riz irrigué en Côte-d'Ivoire

Parial

B. SAUPHANOR (1), P. MOYAL (2)

RÉSUMÉ — Une évaluation de la méthode de protection des rizières irriguées vulgarisée en Côte-d'Ivoire a été conduite en situation multilocale de 1982 à 1984. Une grande diversité du parasitisme apparaît d'une région à l'autre, et également, dans une moindre mesure, entre les deux cycles de culture et d'une année sur l'autre. Deux applications d'insecticides en formulation granulée sont réalisées une semaine et quatre semaines après le repiquage, afin de protéger le riz contre les défoliateurs et les foreurs (*Diopsis thoracica* et *Chilo* sp.) de début de cycle. L'efficacité des différents produits sur ces parasites est comparée. La protection assure des gains de rendement de l'ordre de 1 à 1,5 tonne à l'hectare en premier cycle, et moindres sur les seconds cycles, moins parasités au cours de ces essais. L'adaptation de la stratégie au plan régional est envisagée.

Mots clés : *Oryza sativa*, riz irrigué, *Diopsis thoracica*, *Chilo* sp., *Maliarpha separatella*, insecticides systémiques, Côte-d'Ivoire.

La pratique actuelle de la protection chimique des rizières irriguées de Côte-d'Ivoire s'appuie essentiellement sur les travaux conduits par le service de la protection des végétaux entre 1967 et 1974.

Deux applications d'insecticides en formulation granulée sont réalisées une semaine et quatre semaines après le repiquage, qui intervient environ quinze jours après le semis en pépinière. Le produit utilisé jusqu'en 1972 était le lindane, en deux applications de 2 000 grammes de matière active (m.a.) à l'hectare ; il a été remplacé à partir de 1973 par le carbofuran, en deux applications de 420 g de matière active à l'hectare.

Ces deux traitements procurent un gain de rendement proche de celui qui serait obtenu par une protection sur tout le cycle végétatif du riz, et comportant cinq traitements au lindane à 3 000 g m.a./ha (DAMOTTE et N'DA, données non publiées).

Il s'agit d'une lutte préventive sur calendrier, s'exerçant contre les défoliateurs, dont la pression est irrégulière, et surtout contre les foreurs de début de cycle.

Une situation analogue se retrouve au Sénégal, où trois applications d'insecticides en formulation granulée sont préconisées 5, 30 et 60 jours après le repiquage (BRENIERE *et al.*, 1979). La meilleure efficacité est obtenue avec le carbofuran à 800 g m.a./ha par application ; une protection sur tout le cycle (cinq traitements) n'améliore pas significativement le rendement (VERCAMBRE, 1979).

En 1974, plus de 60 % des surfaces encadrées en Côte-d'Ivoire par la Société pour le développement de la riziculture (SODERIZ), soit 8 640 hectares sur tout le territoire, étaient traitées au carbofuran. Le coût du traitement s'établissait à environ 225 kg de riz à l'hectare, pour un gain de rendement escompté de près de une tonne à l'hectare. La dissolution de cette société de développement en 1977, suivie de la baisse du prix d'achat du paddy aux paysans, s'est traduite par une réduction de la production de riz ainsi que du suivi des thèmes d'intensification, dont la protection insecticide.

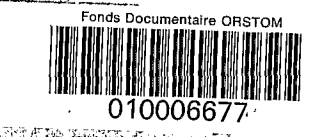
L'encadrement de la riziculture a été confié aux autres sociétés de développement, la Compagnie ivoirienne pour le développement des textiles (CIDT) dans le Nord, la Société pour le développement et l'exploitation du palmier à huile (SODEPALM) et la Société d'assistance technique pour la modernisation agricole de la Côte-d'Ivoire (SATMACI) en zone de forêt. La charge croissante supportée par ces sociétés pour l'achat des insecticides les a amenées à poser le problème de la rentabilité de la lutte chimique.

Plusieurs observateurs (KOFFI N'ZUE et POLLET, 1977 ; COCHEREAU, 1979 ; POLLET, 1981) ont estimé par ailleurs que l'impact des insectes sur le riz irrigué était limité ; ils mettent en doute la possibilité d'obtenir des gains de rendement en rizières paysannes. De plus, une efficacité médiocre sur les foreurs de tiges est attribuée au carbofuran, à la dose préconisée par le service de la protection des végétaux, indiquant son action possible sur une autre forme de parasitisme (nématodes, bactéries sulfatoréductrices) lorsqu'il procure des gains de rendement.

Dans ce contexte, les sociétés de développement ivoiriennes ont souhaité que soit entreprise une évaluation de l'impact économique de la protection insecticide des rizières, telle qu'elle est pratiquée actuellement en Côte-d'Ivoire.

Cette évaluation constitue le but principal de cette étude. Différentes matières actives proposées à la commercialisation en Côte-d'Ivoire et déjà utilisées sur le riz dans d'autres pays ont été comparées au carbofuran,

(1) Institut des savans. BP 635, Bouaké, Côte-d'Ivoire.
(2) ORSTOM. BP 604, Bouaké, Côte-d'Ivoire.



Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: Bx 6677 Ex: 1

essentiellement selon le calendrier vulgarisé. A la demande de la société qui commercialise le carbofuran, ce produit a été testé à la dose vulgarisée de deux fois 420 g m.a./ha, mais également en 1983 à la dose de 1 kg m.a./ha, en une seule application, avant le repiquage. Tous les produits sont utilisés en formulation granulée, par épandage dans l'eau de la rizière. Cette méthode est considérée par les différents auteurs comme plus efficace que les autres modes d'application, et moins dommageable pour la faune auxiliaire.

Matériels et méthodes

L'expérimentation a été conduite pendant trois ans, de 1982 à 1984, dans les stations régionales de Man et Gagnoa, de Bouaké (uniquement en 1984 pour cette dernière localité), sur le point d'observation de la CIDT de Korhogo, et chez des paysans encadrés par la CIDT dans la région du Nord.

Toutes les matières actives ont été expérimentées en formulation granulée, essentiellement selon le calendrier vulgarisé (tableau I).

Le dispositif expérimental utilisé en station est la méthode des blocs de Fisher : à quatre répétitions, en 1981, à Korhogo et Gagnoa, et à six répétitions dans les autres cas. Chaque parcelle élémentaire est constituée de deux casiers de 24 m² (un casier de 50 m² en 1984 à Bouaké).

En milieu paysan, le nombre de produits testés se limite à deux ou trois par essai en 1983, de même que le nombre de répétitions par paysan. Les superficies des parcelles sont de l'ordre de 200 m² dans le Nord et le Centre, de 400 m² dans l'Ouest. En 1984, neuf paysans sont retenus dans un même bas-fond dans l'Ouest, et onze dans le Nord, chacun recevant les six traitements comparés.

Les observations portent sur les populations de foreurs, les attaques de défoliateurs et le rendement.

Les populations de foreurs, exprimées en pourcentage de tiges infestées, sont estimées par dissection de toutes les tiges de 30 pieds prélevés par parcelle élémentaire en station (de 1 000 à 4 000 tiges par traitement suivant le stade du prélèvement), et de 100 pieds par parcelle en milieu paysan. Les prélèvements s'échelonnent sur tout le cycle de culture, mais leur fréquence est conditionnée par les possibilités de déplacement sur les points d'essai (tableaux II à V).

En cas d'attaque de défoliateurs, une note d'intensité est attribuée pour chaque parcelle selon une échelle de 0 à 9.

L'estimation du rendement s'effectue sur les 10 m² centraux de chaque casier de 24 m² (soit 20 m² pour les parcelles élémentaires constituées de deux casiers).

Résultats

Observations sur le parasitisme

Distribution des espèces et chronologie de leur apparition

La biologie et le comportement des insectes foreurs du riz en Côte-d'Ivoire ont fait l'objet de nombreux travaux (BRENIERE, 1976 ; COCHEREAU, 1978 ; TRAN VINH LIEM, 1977 ; POLLET, 1977 ; TAVAKILIAN, 1977 ; MOYAL, 1982). L'identité et la répartition des foreurs observés sur nos différents points d'essai sont représentées par les figures 1 et 2 et apparaissent en conformité avec ce qui avait été décrit précédemment.

En période de tallage, l'espèce prépondérante est *Diopsis thoracica* West. en zone ouest et centre. En zone nord, *Chilo zacconius* Blesz. est le foreur le plus fréquent, accompagné de *D. thoracica* pendant le tallage, et plus rarement de *Orseolia oryzivora* Harris et Gagné.

D'autres foreurs, généralement d'importance secondaire, peuvent exercer localement de fortes pressions : *Pachylophus beckeri* Curran dans le Centre, *Scirpophaga melanoclista* Meyr dans l'Ouest, *Diopsis apicalis* West. dans le Centre et le Nord.

A partir de l'épiaison, *Maliarpha separatella* Rag. représente plus de 90 % des foreurs, excepté dans le Nord où *C. zacconius* peut rester prépondérant.

Hydrellia prosternalis Deeming n'a été rencontré qu'occasionnellement lors de nos prélèvements, sans doute en raison de la précocité de ses attaques, les premiers prélèvements étant effectués généralement au 40^e jour après le repiquage.

Sesamia calamistis Hamps., le principal foreur du riz pluvial dans la zone considérée, n'est présent qu'en faible nombre sur les essais de riz irrigué en station.

Parmi les défoliateurs, dont la pression est le plus souvent limitée, deux espèces ont occasionné de fortes pertes sur certains essais : *Nymphula depunctalis* Guén. (lépidoptère, Pyralidae), dans l'Ouest et le Nord, et *Trichispa sericea* Guérin (coléoptère, Chrysomelidae) dans le Centre.

Degré d'infestation

Les attaques de foreurs sont plus intenses pendant le premier cycle de culture. Le taux d'infestation moyen des tiges varie entre 10 et 15% en début de végétation, et s'établit à environ 20 % à l'approche de la maturité.

Pendant le second cycle, ou cycle principal, les attaques ont été très limitées dans le Nord pendant les trois années d'expérimentation. En 1983, année où les deux cycles ont été comparés sur trois sites d'observation, l'infestation en deuxième cycle s'est révélée inférieure à 5 % (moins de 1 % à Korhogo), ainsi que le montre la figure 1.

La nature du parasitisme et les taux d'attaque sont comparables en station expérimentale et en milieu paysan.

Tableau I Insecticides utilisés et calendriers de traitement en station.

Année	Localité	Matière active	Teneur en m.a. (%)	Dose (g m.a./ha)	Dates d'épandage (SAR) *
1982 2 ^e cycle	Man Gagnoa Korhogo	Carbofuran	3	3 × 420	1-4-7
		Diazinon	10	3 × 2 000	1-4-7
		Isophenphos	5	3 × 1 000	1-4-7
		Phénomiphos	10	1 × 10 000	Avant repiquage
1983 1 ^{er} et 2 ^e cycles	Man ** Gagnoa ** Korhogo	Carbofuran	5	2 × 420	1-4
		Carbofuran	5	1 × 1 000	Avant repiquage
		Isophenphos	5	2 × 1 000	1-4
		Chlorfenvinphos	10	2 × 1 000	1-4
		Isazophos	10	2 × 500	1-4
1984 1 ^{er} cycle	Gagnoa Bouaké	Carbofuran	5	2 × 500	1-4
		Isophenphos	10	2 × 1 000	1-4
		Isophenphos	10	2 × 800	1-4
		Chlorfenvinphos	10	2 × 1 000	1-4
		Isazophos	10	2 × 500	1-4

* SAR : nombre de semaines après le repiquage.

** Le chlorfenvinphos et l'isazophos n'ont pas été testés à Man et Gagnoa.

Tableau II Influence des traitements sur les populations de foreurs (pourcentage de tiges infestées). Station de Gagnoa.

Campagne	Date d'observation	Critères sur valeurs transformées	Témoin	Phénomiphos	Diazinon	Carbofuran x1	Carbofuran x2	Chlorfenvinphos	Isophenphos	Isazophos
1 ^{er} cycle 1983	40 JAR *	CV = 25,2 % F = 3,33 S ETM = ± 1,1	(12,8) b 4,9			(12,2) b 4,7	(10,8) ab 3,8	(9,7) ab 3,1	(7,8) a 1,9	
	70 JAR	CV = 33,6 % ETM = ± 1,9	7,6			7,4	6,2	4,2	5,6	
	Maturité	CV = 32,8 % ETM = ± 2,4	12,0			11,4	8,6	11,0	8,2	
1 ^{er} cycle 1984	40 JAR	CV = 18,6 % F = 20,31 HS ETM = ± 1,1	(19,5) c 11,2				(18,6) c 10,3	(12,0) b 4,6	(7,4) a 1,9	(14,8) b 6,6
	70 JAR	CV = 22,7 % F = 0,6 NS ETM = ± 1,6	9,35				10,22	9,5	6,9	9,35
	Maturité	CV = 13,3 % ETM = ± 1,5 F = 1,13	19,8				19,2	22,1	25,1	22,3
2 ^e cycle 1982	40 JAR	CV = 40,5 % ETM = ± 1,7	9,5	0,8	1,6		3,3		0,2	
2 ^e cycle 1983	40 JAR	CV = 35,1 % ETM = ± 1,1	2,2			2,8	2,2	1,4	1,0	
	70 JAR	CV = 31,8 % ETM = ± 1,9	7,8			8,0	4,7	9,0	6,1	

L'analyse statistique a été effectuée après transformation angulaire (moyennes entre parenthèses). Les moyennes d'origine sont fournies dans tous les cas.

* JAR : nombre de jours après le repiquage.

Tableau III Influence des traitements sur les populations de foreurs (pourcentage de tiges infestées). Station de Man.

Campagne	Date d'observation	Critères sur valeurs transformées	Témoin	Phénamiphos	Diazinon	Carbofuran x1	Carbofuran x2	Chlorfenvinphos	Isophenphos
1 ^{er} cycle 1983	40 JAR*	CV = 19,8 % F = 3,78 S ETM = ± 1,6	(20,7) abc 13,9			(21,6) bc 14,5	(23,4) c 16,0	(17,4) ab 10,1	(15,9) a 8,0
	70 JAR	CV = 35,2 % ETM = ± 1,2	4,2			2,8	1,6	1,3	2,7
	Maturité	CV = 41,2 % ETM = ± 1,5	2,9			2,3	3,1	2,0	3,5
2 ^e cycle 1982	25 JAR	CV = 30,3 % ETM = ± 1,6	9,4	2,6	4,8		9,5		4,3
	40 JAR	CV = 20,4 % F = 10,9 HS ETM = ± 1,6	(25,4) d 18,6	(18,3) bc 10,4	(14,3) ab 6,4		(22,4) cd 14,7		(13,5) a 5,6
	Maturité	CV = 24,5 % F = 8,9 HS ETM = ± 2,2	(22,8) b 15,4	(29,6) c 24,5	(21,7) b 14,2		(24,7) bc 18,1		(11,6) a 5,4
2 ^e cycle 1983	40 JAR	CV = 38,2 % ETM = ± 1,0	1,5			1,0	3,0	1,9	0,7
	70 JAR	CV = 33,4 % ETM = ± 1,6	4,3			4,8	5,8	4,5	2,6

L'analyse statistique a été effectuée après transformation angulaire (moyennes entre parenthèses). Les moyennes d'origine sont fournies dans tous les cas.

* JAR : nombre de jours après le repiquage.

Impact des traitements insecticides

Efficacité contre les différents parasites

Foreurs

Sur l'ensemble des parcelles d'essai, les traitements ont marqué une réduction significative des populations de foreurs et des taux d'infestation des tiges, pendant la période de couverture (figure 2). Le second traitement est effectué quatre semaines après le repiquage et la protection s'étend sur une période de 1,5 à 2 mois. Ce sont donc essentiellement les foreurs de début de cycle qui sont atteints, et dans une moindre mesure les chenilles de *M. separatella*, qui apparaissent au stade de la montaison. A Bouaké, pour le premier cycle de 1984, où les prélèvements étaient effectués à intervalles de 15 jours, les premières larves de *M. separatella* furent obtenues dès le 50^e jour après le repiquage (figure 2). La réduction des populations par les traitements est modérée mais apparaît encore significative 65 jours après le repiquage (tableau V), à une période où ce foreur peut occasionner des avortements d'épiaison.

A la dose vulgarisée en Côte-d'Ivoire, à savoir 420 g m.a./ha par application, le carbofuran ne réduit que faiblement les populations de diopsides et de

C. zacconius (tableau VI). Cette dose est considérée comme faible par BRENIERE *et al.* (1979). Au Sénégal, ce produit est utilisé à la dose de deux fois 800 g (VERCAMBRE, 1979). Parmi les formulations testées, le diazinon à 2 000 g m.a./ha par application (en essai en 1982 uniquement) et l'isophenphos à 1 000 g m.a./ha sont les plus efficaces contre les diopsides. Le chlorfenvinphos à 1 000 g m.a./ha assure le meilleur contrôle des populations de *C. zacconius*.

Insectes phyllophages

Une attaque de *N. depunctalis*, intervenue 50 jours après le repiquage sur le deuxième cycle de 1983 à Gagnoa, a été limitée par les traitements.

L'intensité moyenne des défoliations par traitement (0 : pas d'attaque ; 9 : défoliation totale) s'est établie comme suit :

- témoin : 4,3 ;
- carbofuran (1 × 1 000 g) : 2,3 ;
- carbofuran (une et quatre semaines après le repiquage, 2 × 420 g) : 1,3 ;
- chlorfenvinphos (2 × 1 000 g) : 1,8 ;
- isophenphos (2 × 1 000 g) : 1,8.

La meilleure protection a été assurée par le carbofuran en deux applications selon le calendrier vulgarisé.

Tableau IV Influence des traitements sur les populations de foreurs (pourcentage de tiges infestées).
Point d'observation de Korhogo et champs paysans de la zone de Korhogo.

Campagne	Date d'observation	Critères sur valeurs transformées	Témoin	Phénomiphos	Diazinon	Carbofuran x1	Carbofuran x2	Chlorfenvinphos	Isophenphos	Isazophos
1 ^{er} cycle 1983**	40 JAR*	CV = 82,7 %	1,0			0,8		0,3	0,4	0,5
	70 JAR	CV = 17,1 % F = 119 HS ETM = ± 1	(19,7) d 11,6			(16,2) c 8,0		(10,5) a 3,5	(13,7) bc 5,7	(12,8) ab 5,2
	Maturité	CV = 19,6 % F = 1,47 NS ETM = ± 1,4	11,3			9,5		9,3	12,1	7,6
2 ^e cycle 1982**	60 JAR	CV = 44,8 % ETM = ± 1,2	4,3	0,5	0,4		1,7		0,1	
2 ^e cycle 1983**	40 JAR	CV = 39,9 % ETM = ± 0,7	1,0			1,0		0,8	0,4	0,6
	70 JAR	CV = 60,2 %	0,8			0,3		0,6	0,4	0,6
1 ^{er} cycle 1983***	40 JAR		8,7 (5R)				3,8 (7R)			1,9 (5R)
	60 JAR		5,3 (2R)				4,5 (2R)			4,2 (2R)
	90 JAR		10,25 (2R)				5,2 (2R)			5,8 (1R)

L'analyse statistique a été effectuée après transformation angulaire (moyennes entre parenthèses). Les moyennes d'origine sont fournies dans tous les cas.

* JAR : nombre de jours après le repiquage.

** Points d'observation.

*** Champs paysans.

(5R) : 5 répétitions.

Tableau V Influence des traitements sur les populations de foreurs (pourcentage de tiges infestées).
Station de Bouaké, premier cycle 1984.

Date d'observation	Analyse	Témoin	Carbofuran	Isazophos	Chlorfenvinphos	Isophenphos 1000 g	Isophenphos 800 g
20 JAR*	CV = 30,2 % ETM = ± 1,9	17,2	6,1	3,0	4,2	6,6	7,5
35 JAR	CV = 30,3 % ETM = ± 1,7	13,2	5,5	3,2	7,0	4,1	4,9
50 JAR	CV = 26,8 % ETM = ± 1,8	14,2	5,6	17,4	7,2	7,7	8,4
65 JAR	CV = 33,5 % ETM = ± 2,3	16,6	6,1	7,6	8,0	11,6	13,3
75 JAR	CV = 30,1 % ETM = ± 2,6	21,4	11,9	10,2	14,3	15,2	15,5
90 JAR	CV = 28,8 % ETM = ± 2,9	24,9	15,9	15,3	22,4	17,5	17,1
105 JAR	CV = 19,3 % F = 2,6 S ETM = ± 1,8	(27,7) b 22,1	(22,8) ab 15,6	(18,4) a 10,6	(23,9) ab 17,1	(24,6) ab 19,0	(23,4) ab 17,0

L'analyse statistique a été effectuée après transformation angulaire (moyennes entre parenthèses). Les moyennes d'origine sont fournies dans tous les cas.

* JAR : nombre de jours après le repiquage.

En 1982, de nombreuses pontes de *Nephotettix* sp. (homoptère, Cicadellidae) sont observées à Man et Gagnoa. Les comptages effectués (nombre de pontes) sur 120 touffes par traitement, apparaissent dans le tableau VII.

Dans ce cas également, le carbofuran est le plus efficace, sans doute en raison de sa bonne systémie.

Action des traitements sur le cycle de la plante

Les attaques de foreurs en début de cycle entraînent la mort d'une partie des talles ou des jeunes tiges (symptômes du « cœur mort »). Cette destruction provoque une réaction de compensation de la plante, qui émet de nouvelles talles. Lors d'un essai variétal conduit à Bouaké en 1982, les sections de deux à quatre tiges par pied, 20 jours après le repiquage, ne sont suivies d'aucune

réduction du nombre ou du poids des panicules sur les variétés IR 5 et Bouaké 189 (SAUPHANOR, 1984). Ces dégâts simulés ne rendent que partiellement compte des attaques de foreurs, qui sont échelonnées et n'entraînent pas la disparition immédiate de la talle infestée.

Les infestations précoces, lorsqu'elles sont modérées, n'entraînent pas de déficit sensible du nombre des tiges pendant la croissance ni à maturité. Elles se traduisent essentiellement par une émission de talles secondaires qui, lorsqu'elles sont fertiles, ont cependant une productivité moindre et une maturité retardée (écart de 5 à 10 jours entre les parcelles traitées et non traitées).

Par contre, si ces infestations sont fortes et si l'attaque se maintient par la suite, le déficit de talles se maintient jusqu'à la récolte. C'est le cas de l'essai de Bouaké en premier cycle de 1984 : au 20^e jour, le déficit des talles

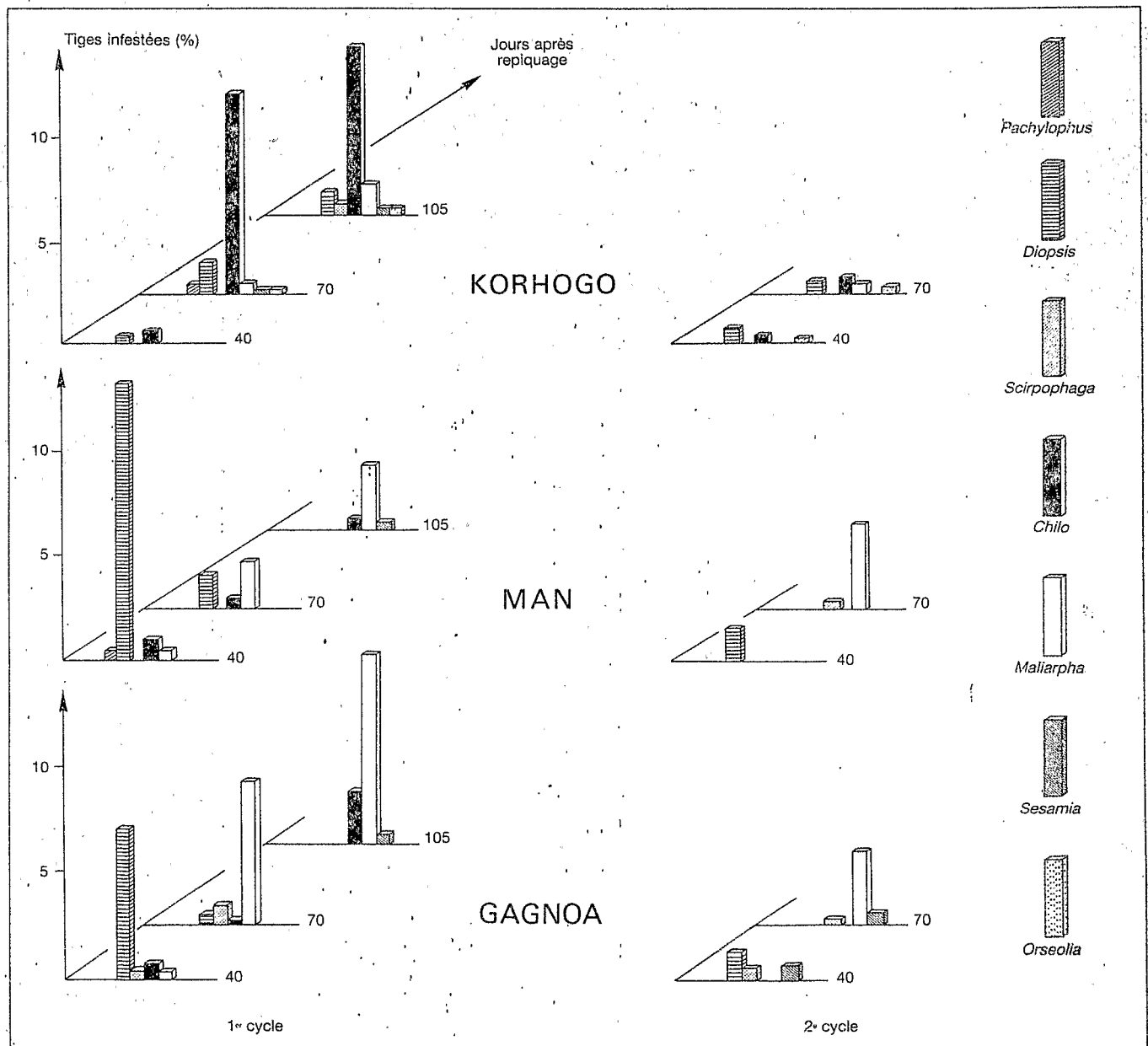


Figure 1 : Evolution des infestations de foreurs sur les parcelles non traitées (1983). Comparaison des deux cycles de culture.

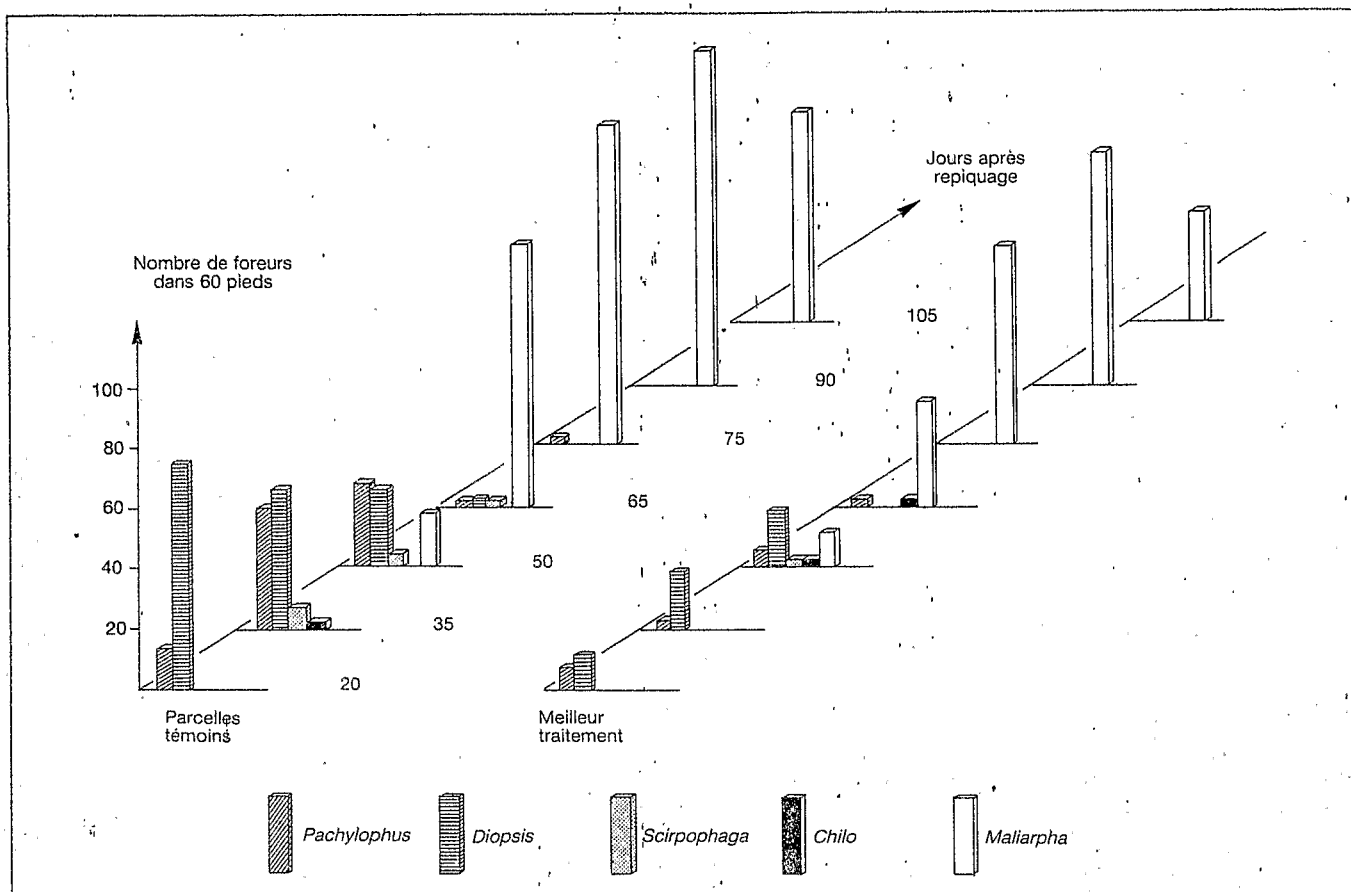


Figure 2 : Effet des traitements insecticides sur les attaques de foreurs du riz irrigué à Bouaké (1^{er} cycle 1984).

Tableau VI Efficacité des insecticides sur différentes espèces de foreurs. Taux de réduction des populations par rapport au témoin (%).

Espèce	Carbofuran* à 2 x 420 g	Chlorfenvinphos à 2 x 1 000 g	Isazophos à 2 x 500 g	Isophenphos à 2 x 1 000 g
<i>Diopsis thoracica</i> (8 essais)	24	59	55**	78
<i>Chilo zacconius</i> (Korhogo, 1983)	28	59	49	40
<i>Scirpophaga</i> (Gagnoa, 1984)	67	74	81	96
<i>Pachylophus</i> (Bouaké, 1984)	64	54	82	59

* 2 x 500 g en 1984.
** 4 essais.

Tableau VII Influence des traitements sur *Nephotettix* sp. (nombre de pontes).

Station	Témoin	Carbofuran 2 x 420 g	Diazinon 2 x 2 000 g	Isophenphos 2 x 1 000 g	Phénamiphos 1 x 10 000 g
Gagnoa	50	1	65	39	8
Man	14	0	7	9	5

sur les parcelles non traitées est de 39 % par rapport aux parcelles traitées (figure 3). Un tallage intense sur les parcelles témoins compense presque entièrement cette différence au 35^e jour, mais l'infestation se maintient et le déficit s'établit à 20 %, du 50^e jour jusqu'à la récolte. Sur cet essai, les traitements réduisent le taux de cœurs

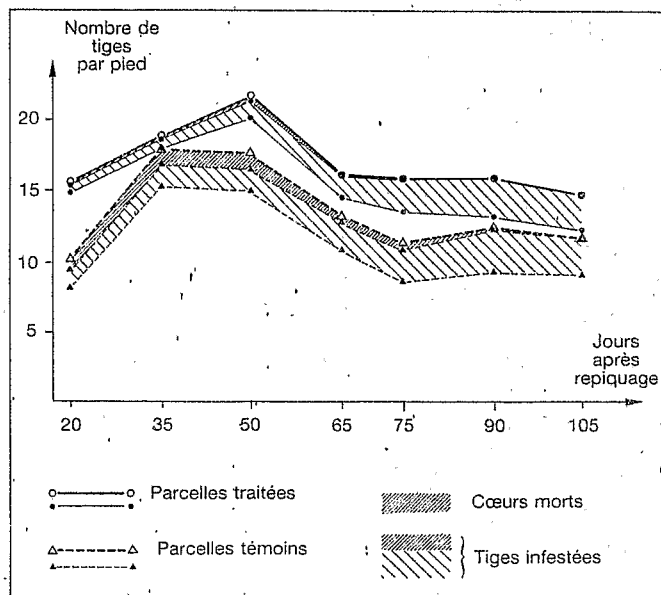


Figure 3 : Evolution du tallage et du taux d'infestation des tiges à Bouaké, en 1^{er} cycle de 1984.

morts (pris en compte sur les tiges infestées uniquement) dans les mêmes proportions qu'ils réduisent l'infestation (figure 3).

Des comptages de symptômes effectués en 1984 dans les essais paysans indiquent une réduction significative du taux de cœurs morts, mais aussi de panicules blanches, sur les parcelles traitées, quelle que soit la formulation utilisée (tableau VIII et IX).

Impact des traitements sur les rendements

En station, les traitements n'augmentent significativement les rendements que sur le premier cycle de culture (tableaux X et XI). L'écart entre le témoin et le meilleur traitement s'établit à 1 830 kg/ha pour l'ensemble des essais portant sur le premier cycle de 1983, et à 1 350 kg/ha pour le premier cycle de 1984.

L'écart de rendement observé entre les parcelles traitées et non traitées est nul en deuxième cycle pour 1982, et de 720 kg en deuxième cycle pour 1983. A Gagnoa, pour le second cycle de 1982, on note une corrélation négative entre les infestations de *N. depunctalis* et le rendement ($r = 0,497$ pour 25 d.l., significatif à 1 %), ce qui indique une différence à la récolte de 1 870 kg entre l'absence d'attaque et l'attaque maximale enregistrée. Le meilleur rendement est obtenu avec le carbofuran en deux applications, mais l'essai n'est pas significatif (forts dégâts de rongeurs et de « Yellow mottle virus »).

En milieu paysan, les gains de rendement obtenus en second cycle restent faibles dans le Nord, mais sont élevés dans l'Ouest. Les objets traités sont supérieurs au témoin. Ils ne diffèrent pas significativement entre eux en 1983, et le meilleur résultat est obtenu en 1984 avec deux applications de 500 g d'isazophos (tableau XII).

Tableau VIII Effet des traitements sur les symptômes d'attaques de foreurs en rizières paysannes en 1984 : nombre de cœurs morts sur 100 mètres linéaires.

Localisation	Critères	Témoin	Carbofuran 2 x 500 g	Carbofuran 1 000 g	Isazophos	Isophenphos	Chlorfenvinphos
Ouest**	CV = 9,7 % F = 35,70 HS ETM = 0,36	(14,9) c 223,1	(11,0) b 123,2	(9,6) a 94,9	(9,6) a 94,7	(10,9) b 119,8	
Nord*	CV = 23,3 % F = 8,74 HS ETM = 1,47	29,6 b	20,0 a	19,6 a	17,7 a	19,6 a	18,9 a

* Analyse sans transformation. ** Transformation \sqrt{x} .

Tableau IX Effet des traitements sur les symptômes d'attaques de foreurs en rizières paysannes en 1984 : nombre de panicules blanches sur 100 mètres linéaires.

Localisation	Critères	Témoin	Carbofuran 2 x 500 g	Carbofuran 1 000 g	Isazophos	Isophenphos	Chlorfenvinphos
Ouest**	CV = 13,9 % F = 24,60 HS ETM = 0,04	(1,19) d 15,7	(0,90) c 7,6	(0,76) ab 4,9	(0,66) a 3,7	(0,84) bc 6,0	- -
Nord*	CV = 59,9 %	8,2	4,9	4,6	3,8	2,6	5,3

* Analyse sans transformation. ** Transformation $\log(x + 1)$.

Tableau X Effet des traitements insecticides sur les rendements en station. Premier cycle 1982. Comparaison de moyennes par test de Duncan à 5 %.

Station	Critères	Témoin (kg/ha)	Carbofuran 2 x 420 g	Isophenphos 2 x 1 000 g	Diazinon 2 x 2 000 g	Phenamiphos 10 000
Gagnoa	CV = 10,3 % F = 4,6 S ETM = ± 304	6 474 a	6 162 a	6 206 a	4 738 b	6 000 a
Man	CV = 18,2 % F = 0,6 NS ETM = ± 224	2 850	2 853	3 211	3 186	3 004
Korhogo	CV = 23,1 % F = 0,52 NS ETM = ± 495	4 394	4 839	3 910	4 069	4 202

Tableau XI Effet des traitements insecticides sur les rendements en station. Premier et deuxième cycles 1983, premier cycle 1984. Comparaison de moyennes par test de Duncan à 5 %.

Station	Analyse	Témoin	Carbofuran 1 × 1 000 g	Carbofuran 2 × 420 g	Chlorfenvinphos 2 × 1 000 g	Isazophos 2 × 500 g	Isophenphos 2 × 1 000 g
1^{er} cycle 1983							
Gagnoa	CV = 13,1 % F = 3,89 S ETM = ± 326	5 231 <i>b</i>	6 314 <i>a</i>	5 749 <i>ab</i>	6 439 <i>a</i>	—	6 771 <i>a</i>
Man	CV = 28,4 % ETM = ± 715	4 917	5 483	6 950	6 350	—	7 183
Korhogo	CV = 10,9 % F = 4,78 HS ETM = ± 302	5 693 <i>b</i>	6 890 <i>a</i>	6 875 <i>a</i>	6 667 <i>a</i>	7 236 <i>a</i>	7 369 <i>a</i>
2^e cycle 1983							
Gagnoa	CV = 18,8 % F = 2,0 NS ETM = ± 309	3 440	3 900	4 500	4 110	—	4 410
Man	CV = 35,6 % ETM = ± 709	4 560	4 020	5 190	5 880	—	4 750
Korhogo	CV = 12,4 % F = 0,53 NS ETM = ± 328	6 201	6 695	6 511	6 267	7 005	6 719
1^{er} cycle 1984							
Bouaké	CV = 23,5 % F = 1,73 NS ETM = ± 441	3 722	—	4 860	4 771	4 667	4 975
Gagnoa	CV = 13,6 % F = 8,31 HS ETM = ± 210	2 825 <i>c</i>	—	3 791 <i>b</i>	4 484 <i>a</i>	3 979 <i>ab</i>	4 025 <i>ab</i>

Tableau XII Effet des traitements insecticides sur les rendements en milieu paysan. Comparaison de moyennes par test de Duncan à 5 %.

Campagne	Analyse	Témoin (kg/ha)	Traitements				
			Carbofuran 1 × 1 000 g	Carbofuran 2 × 500 g	Chlorfenvinphos 2 × 1 000 g	Isazophos 2 × 500 g	Isophenphos 2 × 1 000 g
1^{er} cycle 1983 Nord		3 373		4 250	3 980	4 115	
2^e cycle 1983 Nord-Ouest Centre		3 191		4 180	3 925	4 116	
2^e cycle 1984 Ouest	CV = 12,7 % F = 20,2 HS ETM = ± 205	3 533 <i>d</i>	5 193 <i>b</i>	4 451 <i>c</i>		6 006 <i>a</i>	4 981 <i>bc</i>
2^e cycle 1984 Nord	CV = 12,9 % F = 0,89 NS ETM = ± 192	4 717	5 189	4 764	5 141	4 906	4 953

Discussion

Influence du parasitisme sur la production

Les observations effectuées sur le parasitisme dans le cadre de ces essais indiquent un taux d'infestation analogue à celui qui prévalait lors des expérimentations conduites au début des années 70 par le service de la protection des végétaux.

Les mêmes traitements produisent les mêmes effets, à savoir un gain de rendement voisin de une tonne à l'hectare avec le carbofuran en deux applications de 420 g m.a./ha.

L'hypothèse d'une réduction du parasitisme avait été avancée pour expliquer le faible impact des populations de *M. separatella* sur la production de riz (POLLET, 1981). Cette étude ne concernait cependant qu'une zone limitée de Côte-d'Ivoire (Kotiessou, en région sud, non incluse dans notre zone d'essai), et un foreur qui n'est pas la cible principale du traitement vulgarisé.

Une telle régression des populations de foreurs du riz a effectivement été observée au Sénégal, et elle est vraisemblablement liée à la diminution de la pluviométrie et à l'allongement de la période défavorable aux ravageurs spécifiques de la culture (ETIENNE, 1984).

Si il existe, selon les auteurs, des différences d'évaluation des pertes, elles sont dues pour partie à l'utilisation de méthodes différentes, présentant chacune des inconvénients. Ainsi, l'estimation des pertes par comparaison de la production d'organes infestés ou sains ne prend pas en compte la préférence des insectes pour les plantes ou les organes les plus vigoureux (c'est souvent le cas pour les foreurs), ni l'épuisement de la plante par des attaques répétées, et ne considère en outre que les insectes dont les dégâts sont les plus apparents. Cette méthode peut conduire à sous-estimer les pertes. De même, l'évaluation par comparaison de parcelles traitées et non traitées n'est pas entièrement satisfaisante. Les traitements, même à dose forte, ne réduisent que partiellement les infestations. Ils peuvent en outre avoir des effets secondaires sur la plante, et sur d'autres formes de parasitisme (BRENIERE, 1982).

Dans nos essais, l'action des produits sur les foreurs de début de cycle que sont *D. thoracica*, *P. beckeri* et la première génération de *C. zacconius*, principales cibles des traitements pratiqués, ne paraît pas être à l'origine de la totalité des gains de rendement obtenus. A Korhogo, pour le premier cycle de 1983, où l'attaque de foreurs marque une corrélation négative avec le rendement parcellaire ($r = -0,572$ pour 29 d.l., significatif à 1 %), un taux d'infestation des tiges de 20 % le 70^e jour correspond à une perte de récolte de 36 %.

Une telle perte pourrait s'expliquer par le cumul des attaques de début de cycle, mais aussi par l'intervention d'autres parasites du riz également contrôlés par les traitements et non évalués dans le taux d'infestation des

tiges. Cette dernière hypothèse expliquerait les gains de rendement procurés par le carbofuran, malgré son action limitée sur les foreurs. Aucune des études effectuées en Côte-d'Ivoire ne permet cependant de confirmer une telle hypothèse et on connaît par ailleurs l'action fertilisante de ce produit sur le riz (VENUGOPAL et LISTINGER, 1984).

Des analyses effectuées par l'ORSTOM à partir de prélèvements de sol sur nos essais de 1982 indiquent une présence insignifiante de nématodes (DIOMANDE, communication personnelle), et le phénamiphos à 10 kg m.a./ha avant le repiquage n'a pas d'effet sur la culture. Le carbofuran n'a d'ailleurs pas d'action nématicide à la dose utilisée.

Des populations importantes d'insectes piqueurs (cicadelles) n'ont été observées que sur deux essais en 1982, mais elles n'ont pas provoqué les symptômes caractéristiques de taches brunes et de dessèchement du feuillage. Leur réduction par les traitements ne fut pas suivie de gain de rendement.

Intérêt économique des traitements

Bien qu'il paraisse délicat d'attribuer à chaque parasite ou groupe de parasites sa part réelle dans les pertes de récolte, il est possible d'effectuer un calcul économique sur l'intérêt des traitements pratiqués. La récente augmentation du prix d'achat du paddy aux paysans, passé de 60 à 80 francs CFA le kilo au 1^{er} janvier 1984, ramène le coût de la protection insecticide à 200-250 kg de paddy par hectare (avec de fortes fluctuations annuelles liées au cours des devises).

Les traitements sont donc rentabilisés en premier cycle, si l'on s'en rapporte aux gains de rendement moyens obtenus en station en 1983 et 1984 : 1 150 à 1 600 kg, selon la formulation utilisée.

L'irrégularité des infestations en deuxième cycle observée en 1982 et 1983 ne permet pas de garantir la rentabilité du traitement, malgré les bons résultats obtenus en milieu paysan en 1983 (+ 890 kg) et en 1984 (+ 273 kg dans le Nord et + 1 630 kg dans l'Ouest).

Les producteurs ivoiriens perçoivent la nécessité de protéger leurs rizières contre les insectes. Les surfaces traitées de la zone contrôlée par la CIDT représentent environ 30 à 40 % des 8 000 hectares encadrés.

Aménagement de la lutte

Le calendrier de traitement se révèle bien adapté à la région de l'Ouest, mais conduit à une protection insuffisante contre les foreurs dans le Nord et le Centre.

Dans le Nord, les foreurs sont peu nombreux au stade du tallage, et *C. zacconius* se multiplie à partir de la montaison. L'efficacité des produits est limitée contre cet insecte en raison de la date précoce des applications : 59 % de réduction en 1983 pendant les 70 premiers jours avec le meilleur produit, le chlorfenvinphos. Au 40^e jour, donc pendant la période de couverture, les popula-

tions de *C. zacconius* sont réduites de 91 % par le chlorfenvinphos et de 82 % par l'isophenphos et l'isazophos. Pour cette zone, il serait utile d'adjoindre un traitement sept semaines après le repiquage, ou de décaler les deux épandages à trois et sept semaines après le repiquage.

Dans la région de Bouaké, au contraire, les attaques de *P. beckeri* et de *D. thoracica* interviennent souvent dès la pépinière, et de nombreux cœurs morts sont visibles la première semaine après le repiquage. Il faudrait effectuer une application au stade de la pépinière, ou un trempage des brins dans une solution insecticide au moment du repiquage (SAMOLO *et al.*, 1983). Dans cette région comme dans l'Ouest, un traitement tardif ne semble pas nécessaire en raison des pertes limitées occasionnées par les populations de *M. separatella* après l'épiaison.

Le recours à un système d'avertissement agricole ne peut être envisagé dans l'immédiat. Pour les diopsides, la nécessité du traitement pourrait être décidée par comptage des œufs, mais le seuil d'intervention reste à définir.

Un attractif sexuel de synthèse, mis au point par le laboratoire des médiateurs chimiques de l'INRA, est disponible pour *C. zacconius*. Il devrait permettre de suivre l'apparition des adultes, de mieux définir les dates des applications, et peut-être de décider de leur opportunité.

En conclusion, les produits se montrent efficaces mais ne sont rentables que si les infestations sont assez élevées.

Il faut donc, dans l'avenir, s'attacher essentiellement :
 - à définir les conditions culturales, climatiques et géographiques qui conduisent aux infestations probables les plus élevées ;
 - à prévoir pour chaque cas le meilleur calendrier pour les épandages.

Reçu le 19 décembre 1985,
 Accepté le 18 novembre 1987.

Références bibliographiques

BRENIERE J., 1976. Reconnaissance des principaux lépidoptères du riz de l'Afrique de l'Ouest. L'Agron. Trop., 31 (3) : 213-231.

BRENIERE J., MONNET C., VERCAMBRE B., 1979. Lutte intégrée contre les insectes du riz en Afrique. Recherches et suggestions de l'IRAT. In : Séminaire ADRAO « Les méthodes de lutte intégrée contre les maladies et insectes du riz ». Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 17-22 septembre. 9 p.

BRENIERE J., 1982. Estimation des pertes dues aux ravageurs du riz en Afrique de l'Ouest. Entomophaga, 27, 71-80 (n° hors série).

COCHEREAU P., 1978. Fluctuations des populations imaginales de *Diopsis thoracica* Westwood et *Diopsis apicalis* Westwood (diptère, Diopsididae) en liaison avec la phénologie d'un riz de bas-fond à Bouaké. Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 13 (1) : 45-58.

COCHEREAU P., 1979. Données quantitatives sur les ravageurs du riz en Côte-d'Ivoire au cours des années 1978 et 1979. Bouaké, ORSTOM, 12 p.

ETIENNE J., 1984. Laboratoire d'entomologie de Djibclor. Rapport d'activité 1984. Djibclor, ISRA, 81 p.

KOFFI N'ZUE, POLLET A., 1977. Impact de *Maliarpha separatella* Rag. sur la production du riz irrigué en Côte-d'Ivoire. Bouaké, ORSTOM, 14 p.

MOYAL P., 1982. Deux foreurs du riz nouveaux pour la Côte-d'Ivoire : *Hydrellia proxternalis* Deeming (Diptera, Ephydriidae) et *Pachylophus beckeri* Curran (Diptera, Chloropidae). L'Agron. Trop., 37 (3) : 295-305.

POLLET A., 1977. Les insectes ravageurs du riz en Côte-d'Ivoire. II - La faune rencontrée sur le riz irrigué en Côte-d'Ivoire centrale (Kotéoussou). Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 12 (1) : 3-23.

POLLET A., 1979. Le foreur blanc du riz irrigué en Côte-d'Ivoire *Maliarpha separatella*. Les relations plante-insecte. In : Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical, Marseille, France, 13-16 mars, p. 569-583.

POLLET A., 1981. *Maliarpha separatella* Ragonot (Pyralidae, Phycitinae) sur riz irrigué en Côte-d'Ivoire centrale (Kotéoussou). Données biologiques et mécanismes régulateurs des populations naturelles. Paris, ORSTOM, 230 p. (Travaux et documents de l'ORSTOM n° 140).

SAMOLO A.P., PARIDA P.B., MISHRA G.C., 1983. Effect of insecticides on the rice gall midge, *Orseolia oryzae* and its parasite, *Platygaster oryzae*. Trop. Pest Manage., 29 (2) : 173-176.

SAUPHANOR B., 1984. Some factors of upland rice tolerance to stem borers in West Africa. Insect Sci. Applic., 6 (3) : 429-434.

TAVAKILIAN G., 1977. Le genre *Chilo* en Côte-d'Ivoire. Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 12 (1) : 47-54.

TRAN VINH LIEM, 1977. Morphologie des pièces génitales et nervation alaire des principales pyrales foreuses du riz en Côte-d'Ivoire. Description de quelques hyménoptères parasites. Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 12 (1) : 29-45.

VENUGOPAL M.S., LISTINGER J.A., 1984. Effect of carbofuran on rice growth. Prot. Ecol., 7 : 313-317.

VERCAMBRE B., 1979. La lutte chimique sur riz au Sénégal. Synthèse des résultats obtenus en Casamance (1969-1977). In : Congrès sur la lutte contre les insectes en milieu tropical, Marseille, France, 13-16 mars, p. 549-558.

Summary

SAUPHANOR B., MOYAL P. – Chemical control of irrigated rice insect pests in Côte-d'Ivoire.

The method promoted in Côte-d'Ivoire to protect irrigated rice fields was evaluated in multilocation trials from 1982 to 1984. Insect pest infestations appeared to be quite different from one region to another, and also — but to a less extent — between two cropping seasons and from one year to the next. Insecticides were applied in a granular form one week and four weeks after transplanting, thus protecting rice against defoliators and borers (*Diopsis thoracica* and *Chilo* sp.). The efficiency of different products to control insect was compared. Increases in yields were about 1 to 1.5 t/ha during the first season crop and less in the less infested second season crop of the trials. A regional adaptation of the strategy is envisaged.

Key words : *Oryza sativa*, irrigated rice, *Diopsis thoracica*, *Chilo* sp., *Maliarpha separata*, systemic insecticides, Côte-d'Ivoire.

Resumen

SAUPHANOR B., MOYAL P. – La lucha química contra los insectos del arroz de regadío en Côte-d'Ivoire.

De 1982 a 1984 se ha efectuado una valoración, en situación multilocal, del método de protección de los arrozales de regadío divulgado en la Côte-d'Ivoire. Se ha observado que el parasitismo varía mucho de una región a otra, y también, en menor medida, entre los dos ciclos de cultivo y de un año a otro. Después del transplante, dos aplicaciones de insecticidas en fórmula granulada han sido efectuadas al cabo de 1 semana y de 4 semanas, para proteger el arroz contra los defoliadores y perforadores (*Diopsis thoracica* y *Chilo* sp.) de principios de ciclo. Se ha comparado la eficacia de diferentes productos contra estos parásitos. La protección permite obtener aumentos de rendimiento del orden de 1 a 1,5 toneladas/ha en el 1^{er} ciclo, y menores en los segundos ciclos, menos infestados por los parásitos durante estos ensayos. Se ha proyectado la adaptación regional de la estrategia.

Palabras-clave : *Oryza sativa*, arroz de regadío, *Diopsis thoracica*, *Chilo* sp., *Maliarpha separata*, insecticidas sistémicos, Côte-d'Ivoire.