Pascal MOYAL

LES INSECTES DES STOCKS DE MAIS VILLAGEOIS EN CÔTE D'IVOIRE ET LEUR CONTRÔLE

ORSTOM
B.P. 1434
BOUAKE

IDESSA
B.P. 633
BOUAKE

Décembre 1990

Note technique
N° 07-90/Cv IDESSA

Opération 3143

F 31881

Pascal MOYAL

LES INSECTES DES STOCKS DE MAIS VILLAGEOIS EN COTE D'IVOIRE ET LEUR CONTROLE

ORSTOM
B.P. 1434
BOUAKE

IDESSA
B.P. 633
BOUAKE

Décembre 1990

Note technique
N° 07-90/Cv IDESSA
Opération 3143

SOMMAIRE

Résumé.....p 3

Introduction.....p 4

I- Les insectes rencontrés et leur importance.....p 5

II- Les pertes de récolte.....p 6

III- Les essais de protection chimique.....p 7

Conclusions.....p 10

Références.....p 12

Tableaux.....p 13

Figures.....p 20

Résumé: Un bilan des résultats des études entomologiques effectuées depuis dix ans sur le maïs stocké chez les paysans de Côte d'Ivoire est présenté: les sujets abordés concernent les ravageurs rencontrés et leur importance, les dégâts suivant les régions et l'efficacité de traitements insecticides dans les diverses conditions de stockage.

Mots-clés: Stock de maïs- Ravageurs- Dégâts- Protection insecticide- Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

L'étude des pertes au cours du stockage des récoltes ainsi que des moyens de les limiter a fait l'objet de nombreux encouragements dans les pays en voie de développement depuis le début des années 1970 (TYLER & BOXALL, 1984). En côte d'Ivoire ,toutefois, VANDEVENNE (1978) indiquait qu'en 1978 aucune étude sur les pertes de production après récolte n'avait encore été entreprise. Les premiers travaux sur les pertes au stockage dues aux insectes en Côte d'Ivoire datent en effet du début des années 1980 et ont été réalisés par une société de développement, la C.I.D.T. (Compagnie Ivoirienne pour le Développement du Textile), qui était chargée de l'encadrement des paysans de la zone des savanes. Ces études avaient principalement pour objectif la recherche d'insecticides efficaces pour la protection des stocks de céréales. Par la suite, dans le cadre de l'Institut Français de Recherche Pour le Développement en Coopération (ORSTOM) et de l'Institut des Savanes de Côte d'Ivoire (IDESSA), divers auteurs ont abordé le problème des ravageurs des céréales stockées et de leur contrôle (RATNADASS, 1984 et 1987; TRAN, 1987 et 1990; RATNADASS et SAUPHANOR, 1989; MOYAL et TRAN, 1990). Le présent article a pour but de présenter un bilan des résultats obtenus aussi bien en région forestière qu'en zone des savanes (Figure 1).

I- LES INSECTES RENCONTRES ET LEUR IMPORTANCE

Les ravageurs des stocks de maïs (Tableau I) sont essentiellement des Coléoptères: 21 espèces appartenant à 9 familles ont été recensées, parmi lesquelles sans doute une nouvelle espèce de Nitidulidae (TRAN, 1990). On rencontre également 4 espèces de Lépidoptères et 1 espèce de Psocoptère.

Les Lépidoptères sont des espèces mineures: *Nussidia nigrivenella* Ragonot attaque le maïs au champ et peut terminer son cycle en début de stockage mais n'est pas vraiment un insecte des stocks; quelques pullulations de *Corcyra cephalonica* (Stainton) ont pu être observées dans le centre de la Côte d'Ivoire, mais très ponctuellement (TRAN, 1990).

Le ravageur primaire dominant est, en toute région, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, qui est à l'origine des pertes les plus importantes; après plusieurs mois de stockage on observe un accroissement des populations d'un ravageur secondaire, *Cryptolestes minutus* (Olivier), particulièrement dans le centre et le centre-ouest. D'autres ravageurs présentent des niveaux de population élevés, sans commune mesure toutefois avec ceux de *S. zeamais*: *Cathartus quadricollis* (Guérin-Meneville), *Carpophilus dimidiatus* (Fabricius), *Tribolium castaneum* (Herbst) et *Palorus subdepressus* (Wollaston). *C. quadricollis* et *C. dimidiatus* sont

souvent présents sur les épis au champ et sont donc rencontrés en général dès le début du stockage.

La saison sèche est un facteur essentiel de limitation des populations; celles-ci s'accroissent très rapidement avec l'arrivée des pluies et l'augmentation de l'humidité des grains qui en découle. Ce phénomène explique sans doute les faibles populations observées en février 1984 (Figure 2) dans le nord et l'ouest, régions à une seule saison des pluies de mai à octobre, alors que dans les régions centre et centre-ouest deux saisons des pluies favorisent l'accroissement des populations précocement dans l'année (tableau II et figure 4).

II- LES PERTES DE RECOLTE

La figure 3 indique un niveau d'attaque élevé en région centre (Bouaflé) et centre-Ouest (Issia, Gagnoa): le pourcentage de grains attaqués après 5 mois de stockage est en moyenne de 35% et la perte pondérale de 3,8%. Dans la région nord le pourcentage de grains attaqués n'est que de 5% en moyenne et de 10% en région ouest.

Les pertes de récolte sont principalement dues aux attaques de *S. zeamais* dont les populations, ainsi que nous l'avons vu, sont étroitement dépendantes de la pluviométrie et de l'hygrométrie du grain. Ainsi, le stockage en saison sèche, dans le nord par exemple, d'un maïs récolté en fin de saison

des pluies, aboutit à peu de pertes. Par contre, le maïs cultivé durant la première saison des pluies en région centre et stocké au cours de la seconde saison des pluies subit des pertes importantes: c'est le cas par exemple à Bouaflé, où l'on atteint 50% de grains attaqués après 5 mois de stockage (Figure 3); c'est le cas également pour l'essai de Bouaké (Figures 4A à 4E), où les attaques, très faibles jusqu'au début de la seconde saison des pluies, s'accroissent ensuite très rapidement, le pourcentage de grains attaqués passant en 5 mois de 16% à 86%. On observe donc une diminition du risque entomologique du centre et centre-ouest de la Côte d'Ivoire vers le nord et l'ouest: c'est un phénomène que l'on retrouve d'ailleurs pour diverses cultures telles que le maïs ou le cotonnier (MOYAL, 1988a et 1988b).

III- LES ESSAIS DE PROTECTION CHIMIQUE

Les premiers essais de protection insecticide des stocks réalisés (C.I.D.T, 1983, RATNADASS, 1984) avaient pour objectifs l'étude de l'efficacité de divers insecticides à diverses doses et également l'intérêt du traitement suivant les modalités de stockage. Le maïs est en effet stocké dans des conditions très variées en Côte d'Ivoire (Tableau III). En région de savanes, le maïs est stocké à plus de 75% en épis non déspathés. Ce stockage a lieu en grande majorité dans des greniers dans le nord (73%) et sous forme de gerbes accrochées aux arbres ou de guirlandes disposées sur des

claies dans l'ouest (84%) (les épis étant attachés entre eux par les spathes). Dans le nord-est et le centre, les deux modes de stockage sont équivalents. En région forestière du centre-ouest la quasi-totalité (96%) des paysans stockent également leur maïs en spathes (RATNADASS, 1984).

Le mode de stockage influe fortement sur l'efficacité des traitements. Ainsi les essais de la C.I.D.T. (1983) (Tableau IV) ont montré la bonne efficacité du Chlorpyriphos-méthyle à la dose de 10 ppm sur *S. zeamais* à la suite d'un seul traitement de maïs égrené en sacs alors que 3 traitements de maïs non despathé disposé sur des claies n'aboutissent à aucun contrôle. D'autres insecticides ont montré un bon comportement sur du maïs égrené ou en épis despathés stockés en grenier: Le pyrimiphos-méthyle aux doses de 5 et 10 ppm et le fénitrothion à la dose de 10 ppm. Par contre le méthacrifos à 10 ppm est apparu moins efficace et la deltaméthrine à 1 ppm n'a permis aucune réduction des populations de *S. zeamais*.

RATNADASS (1984) (Tableau V) confirme la bonne efficacité du pyrimiphos-méthyle à 10 ppm pendant au moins 8 mois et l'efficacité plus médiocre du méthacrifos: L'étrimfos à 5 ppm ainsi que la deltaméthrine à 1 ppm donnent d'excellents résultats. La contradiction entre ce dernier résultat et celui obtenu par la C.I.D.T. semble provenir d'une erreur de formulation de la deltaméthrine qui aurait été sous-dosée au cours des premiers essais. Le maïs non despathé stocké en grenier peut être protégé efficacement, l'absence totale d'attaque initiale étant peut-être un élément favorable dans le

cas de l'essai.

Ces divers résultats ont abouti à la vulgarisation en Côte d'Ivoire, particulièrement en zone des savanes, du pyrimiphos-méthyle en poudre à la dose de 10 ppm pour la protection des céréales stockées. C'est le seul produit actuellement recommandé par les sociétés de développement pour des raisons de coût, de facilité de formulation en poudre mais aussi du fait de la politique commerciale des firmes productrices. Jusqu'à présent le pyrimiphos-méthyle a donné toute satisfaction. Toutefois la menace représentée par *Prostephanus truncatus* (Horn), un insecte non contrôlé par le pyrimiphos-méthyle à 10 ppm, introduit il y a une quinzaine d'années en Afrique de l'Est puis découvert au Togo en 1984 et au Bénin en 1985 (MCFARLANE, 1988; KRALL, 1984 et 1987) et signalé en 1990 en Guinée (Dr. H.U. FISHER, GTZ Lomé, communication personnelle), a incité la recherche à tester une association de cet insecticide avec la deltaméthrine qui est connue pour sa grande efficacité contre *P. truncatus* (DUGUET, 1989). Les principaux résultats de cet essai (MOYAL et TRAN, 1990) sont présentés dans la figure 4 . Durant les premiers mois, correspondant à la fin de la saison sèche et à la première saison des pluies, les attaques ont été très faibles: elles ne débutent véritablement qu'au 5ème mois de stockage. La rémanence du pyrimiphos-méthyle 10 ppm dans cet essai est de l'ordre de 6 mois et son efficacité n'est sensible que sur le pourcentage de grains attaqués des 7ème et 8ème mois et sur les populations de *C. minutus* jusqu'à 9 mois. Son efficacité est

toutefois bien moindre que celle de l'association deltaméthrine 0,5 ppm- pyrimiphos-méthyle 5 ppm qui apparaît très efficace contre les principaux ravageurs pendant au moins 9 mois. Ce comportement très nettement supérieur au pyrimiphos-méthyle seul pourrait s'expliquer par un effet de synergie entre les 2 insecticides: DUGUET *et al* (1990) ont en effet constaté que l'association aboutit à une mortalité de *S.zeamais* supérieure à celle de chacun des produits pris séparément à dose double.

CONCLUSIONS

Les études entomologiques réalisées sur le maïs stocké par les paysans de Côte d'Ivoire ont donc permis d'effectuer un inventaire des insectes ravageurs, une estimation régionalisée des dégâts occasionnés par ces insectes et la détermination de méthodes de lutte insecticide efficaces.

Toutefois, bien que 96% des paysans interrogés par RATNADASS (1984) souhaitent traiter leurs stocks de maïs, les ventes de Pyrimiphos-méthyle poudre (Actellic 2PP), seul produit actuellement vulgarisé, stagnent ou même régressent: de 5,96 Tonnes vendues en 1984, elles sont passées à 5,59 T en 1989 et n'ont été de 1985 à 1988 en moyenne que de 3,56 T/an (données aimablement fournies par la société SOFACO). Ces quantités permettent de traiter environ 2% de la production ivoirienne de maïs, selon les chiffres fournis par le Ministère de l'Agriculture (1986). (On doit noter toutefois que le maïs

vendu immédiatement et stocké en grands silos est ,lui, protégé, mais il représente sans doute une part très faible de la production).

Le "facteur humain" souvent peu pris en compte dans les études de protection des végétaux en milieu tropical (GABRIEL, 1989), intervient à divers niveaux pour expliquer cette situation: au niveau paysan tout d'abord puisque, dans certaines régions, le maïs est stocké sous forme de gerbes ou de guirlandes dont la protection insecticide est inefficace; au niveau des sociétés de développement également puisque, par exemple, les premières démonstrations de traitement des stocks paysans au pyrimiphos-méthyle en zone forestière ne datent que de 1989, soit 6 ans après la publication des premiers résultats. Ceci explique que l'on observe fréquemment des paysans protégeant leurs stocks avec divers insecticides dangereux (HCH, DDT) achetés au marché (RATNADASS, 1984).

Cette situation illustre de façon exemplaire toute la difficulté du passage des résultats de la Recherche au milieu paysan. La création récente d'une cellule de recherche adaptative au sein de l'IDESSA, chargée d'assurer la liaison entre la Recherche et les Sociétés de Développement et qui est d'ailleurs à l'origine des premiers tests et démonstrations de protection des stocks en zone forestière, pemettra sans doute à l'avenir une meilleure diffusion des acquis de la Recherche.

REFERENCES

C.I.D.T., 1983.-(Compagnie Ivoirienne pour le Développement du Textile). Le séchage et le stockage des vivriers. Exemple du maïs. *In*: les cultures vivrières, élément stratégique du développement agricole ivoirien, Actes du séminaire organisé par le CIRES du 11 au 15 mai 1982, Université d'Abidjan, II: 739-760.

DUGUET J., 1989.- Intérêt du mélange deltaméthrine + organo-phosphorés pour la protection des céréales stockées dans les pays tropicaux. *In*: Céréales en régions chaudes: Conservation et transformation, AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris: 123-129.

DUGUET J.S., FLEURAT-LESSARD F., PERUZZI D., 1990.- Intérêt du mélange de deltaméthrine et d'organo-phosphorés pour la protection des céréales stockées dans les pays tropicaux. Synthèse des expériences réalisées. Note Roussel-Uclaf: 30 pp. A paraître.

GABRIEL T., 1989.- Pest control, pest management and the "human factor". Tropical Pest Management, XXXV (3): 254-256.

KRALL S., 1984.- A new threat to farm-level maize storage in West Africa: *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera; Bostrychidae). Trop. Stored Prod. Inf., L: 26-31.

KRALL S., 1987.- Experience with a new stored grain pest in Togo and Benin: the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera; Bostrychidae). *In*: Proceedings of the 4th

International Working Conference on Stored-Product Protection, Tel-Aviv, Israel, 21-26/09:1986. Eds Donahaye E; Navarro S.:623-629.

MCFARLANE J.A., 1988.- Pest management strategies for *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera; Bostrychidae) as a pest of stored maize grain: present status and prospects. Tropical Pest Management, XXXIV (2): 121-132.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 1986.- Annuaire de statistiques agricoles. Abidjan: 180 pp.

MOYAL P., 1988a.- Les foreurs du maïs en zone des savanes de Côte d'Ivoire. Données morphologiques, biologiques, écologiques. Essais de lutte et relation plante-insecte. Collection Etudes et thèses, Paris, ORSTOM: 368 pp.

MOYAL P., 1988b.- Crop losses due to insects in the savannah area of Ivory Coast: a review. Tropical Pest Management, XXXIV (4): 455-459.

MOYAL P. ET TRAN M., 1990.- Essai de protection insecticide d'un stock de maïs en Côte d'Ivoire. ORSTOM-IDESSA. Note technique N° 04-90/Cv.IDESSA. Bouaké: 13 pp.

RATNADASS A., 1984.- Les problèmes entomologiques liés au stockage paysan des vivriers en Côte d'Ivoire. Note technique IDESSA N° 06-84. Bouaké: 47 pp.

RATNADASS A., 1987.- Dynamique des populations d'insectes ravageurs des stocks de céréales en milieu villageois d'Afrique tropicale. Thèse de docteur Ingénieur. I.N.A. Paris-Grignon: 266 pp.

RATNADASS A. ET SAUPHANOR B., 1989.- Les pertes dues aux

insectes sur les stocks paysans de céréales en Côte d'Ivoire. *In*: Céréales en Régions Chaudes: Conservation et transformation, AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris: 47-56.

TRAN M., 1987.- Les insectes ravageurs des stocks villageois de maïs et de riz en région centre-ouest de Côte d'Ivoire (villages de Booda et Zohoa). Multigraph. IDESSA-ORSTOM. Bouaké: 22 pp.

TRAN M., 1990.- Les insectes ravageurs des stocks villageois de maïs et de riz en région centre-est, centre-ouest et sud-ouest (Bongouanou, Gagnoa, San-Pédro). Multigraph. IDESSA-ORSTOM. Bouaké: 26 pp.

TYLER P.S. ET BOXALL R.A., 1984.- Post harvest loss reduction programmes: a decade of activities: -what consequences? Trop. Stored Prod. Inf., L: 4-13.

VANDEVENNE R., 1978.- Note sur les pertes de récolte après moisson en Côte d'Ivoire. Séminaire sur les pertes de récolte après la moisson. Institut des Produits Tropicaux. Londres. 13-17/03/1978: 8 pp.

Tableau I. Insectes rencontrés et leur importance. (D'après Ratnadass, 1984; Tran, 1987 et 1990; Moyal et Tran, 1990).

CLASSIFICATION	NOM SCIENTIFIQUE	Répartition géographique et abondance						
		CE*	CO*	C*	O*	N*	NO*	SO*
COLEOPTERA								
Ostomatidae	*Lophocateres pusillus*	O	–	O	O	O	O	O
	Tenebrioides mauritanicus	O	–	++	O	O	O	O
Curculionidae	*Sitophilus zeamais*	+++	+++	+++	++	++	++	+++
	Sitophilus oryzae	O	–	–	–	–	–	O
Cucujidae	*Cathartus quadricollis*	+	+++	+	+	+	++	++
	Cryptolestes minutus	+	++	++	+	O	+	++
	Oryzaephilus surinamensis	O	–	O	O	O	O	O
	Ahasverus advena	O	–	O	O	O	O	O
Nitidulidae	*Carpophilus dimidiatus*	++	++	+	O	O	+	+
	Nitidulidae non déterminé	–	–	O	O	O	O	O
Tenebrionidae	*Palorus subdepressus*	++	++	+	+	+	+	–
	Palorus ficicola	–	O	O	O	O	O	O
	Tribolium castaneum	O	++	++	++	++	+	O
	Tribolium confusum	O	–	–	++	O	+	O
	Alphitobius diaperinus	O	–	–	O	–	O	O
	Gnathocerus maxillosus	O	+	–	O	O	O	O
Anthribidae	*Araecerus fasciculatus*	O	–	–	O	O	O	O
Bostrychidae	*Rhizopertha dominica*	O	–	O	O	+	–	–
	Dinoderus minutus	O	–	O	O	O	O	–
Lyctidae	*Lyctus* sp.	O	O	–	O	O	O	O
Anobiidae	*Lasioderma serricorne*	O	–	O	O	O	O	O
LEPIDOPTERA								
Pyralidae	*Mussidia nigrivenella*	–	++	+	+	+	+	–
	Plodia interpunctella	O	–	O	O	–	O	O
	Corcyra cephalonica	O	+	+	+	+	+	O
Gelechiidae	*Sitotroga cerealella*	O	+	–	+	O	+	O
PSOCOPTERA								
Liposcelidae	*Liposcelis divinatorius*	O	–	–	O	O	O	O

O: Absent. –: Occasionnel. +: Présent. ++: Abondant. +++: Très abondant.
*: CE: Centre-est; CO: Centre-ouest; C: Centre; O: Ouest; N: Nord; NO: Nord-ouest. SO: Sud-ouest.

Tableau II. Densité (Nombre total d'insectes /Kg de grain) des principaux ravageurs d'un stock de maïs à Gagnoa et évolution de la pluviométrie (mm). (d'après Tran, 1987).

Date	mois de stockage	Insecte						Pluvio-métrie
		*S.z**	*C.q**	*C.d**	*C.m**	*T.c**	*P.s**	
09/85	0	190	150	15	0	0	0	176
10/85	1	140	250	15	0	0	0	86
11/85	2	15	95	0	0	0	0	72
12/85	3	610	240	5	15	15	0	6
01/86	4	1550	405	130	15	15	0	0
02/86	5	835	150	55	15	90	5	64
03/86	6	1100	133	25	120	50	30	114
04/86	7	1380	190	160	95	30	15	166
05/86	8	1475	170	290	380	90	100	242
06/86	9	1055	130	60	180	50	100	50
07/86	10	150	40	20	30	0	20	18

**S.z: Sitophilus zeamais. C.q: Cathartus quadricollis. C.d: Carpophilus dimidiatus. C.m: Cryptolestes minutus. T.c: Tribolium castaneum. P.s: Palorus subdepressus.*

Tableau III. Pourcentage de paysans stockant leur maïs suivant les modes indiqués en zone des savanes. (D'après Moyal, données non publiées. Enquête réalisée avec l'aide de la C.I.D.T et portant sur 1300 paysans).

mode de stockage	Nord-est	Nord	Ouest	Centre
Epis avec spathes	74,6	75,2	93,6	83,4
Epis despathés	12,0	23,5	3,0	7,2
Grain	13,4	1,3	3,4	9,4
Total	100	100	100	100
Grenier	42,5	73,4	9,8	27,3
Crib	1,4	0,4	3	4,7
Gerbe	28,3	7,7	77,0	30,3
Claies	14,0	17,6	6,6	28,3
Sacs	13,8	0,9	3,6	9,4
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Tableau IV. Efficacité de traitements insecticides sur les populations de *S. zeamais* (formes cachées totales/kg de grain). (D'après C.I.D.T., 1983).

Mois de stockage	Mode de stockage							
	Guirlandes		Sacs					
	T*	CM*	T*	F5*	F10*	PM5*	PM10*	CM10*
0	60	140	450	600	260	650	350	520
1			300	220	120	240	130	160
2	205	230	360	40	10	25	30	50
3	335	405	160	40	30	80	20	20
4			650	20	70	80	60	25
5	350	425	1180	160	70	30	50	50
6			730	90	30	80	20	40
7			1230	350	30	40	40	40
8			570	970	60	40	20	40

* CM: Chlorpyriphos-méthyle, 3 traitements aux mois 0 (8 ppm), 1 (6 ppm), 4 (6 ppm); CM10: Chlorpyriphos-méthyle 10 ppm; F5: Fénitrothion 5 ppm; F10: Fénitrothion 10 ppm; PM5: Pyrimiphos-méthyle 5 ppm; PM10: Pyrimiphos-méthyle 10 ppm; T: Témoin non traité. (dans tous les cas de traitement, 1 seul traitement avant stockage sauf pour CM).

Tableau V. Efficacité de traitements insecticides sur les populations de *S. zeamais* (Nombre total d'insectes vivants/kg de grain). (D'après Ratnadass, 1984).

Mois de stockage	Epis non despathés en grenier			Grain en sacs				
	T*	P10*	D1*	T*	P10*	D1*	M10*	E5*
0	0	0	70	6	6	6	6	6
1	28	4	12	40	0	10	0	2
2	100	0	86	190	0	0	0	0
3	170	2	62	280	0	0	0	0
4	376	0	80	400	0	0	10	0
5	280	0	36	230	0	0	34	0
6	84	16	0	180	0	0	26	0
7	90	4	84	54	0	0	20	0
8				44	2	0	30	0

* D1: Deltaméthrine 1 ppm; E5: Etrimfos 5 ppm; M10: Méthacrifos 10 ppm; P10: Pyrimiphos-méthyle 10 ppm; T: Témoin non traité.

Figure 1: Carte de la Côte d'Ivoire avec les localités d'essais.

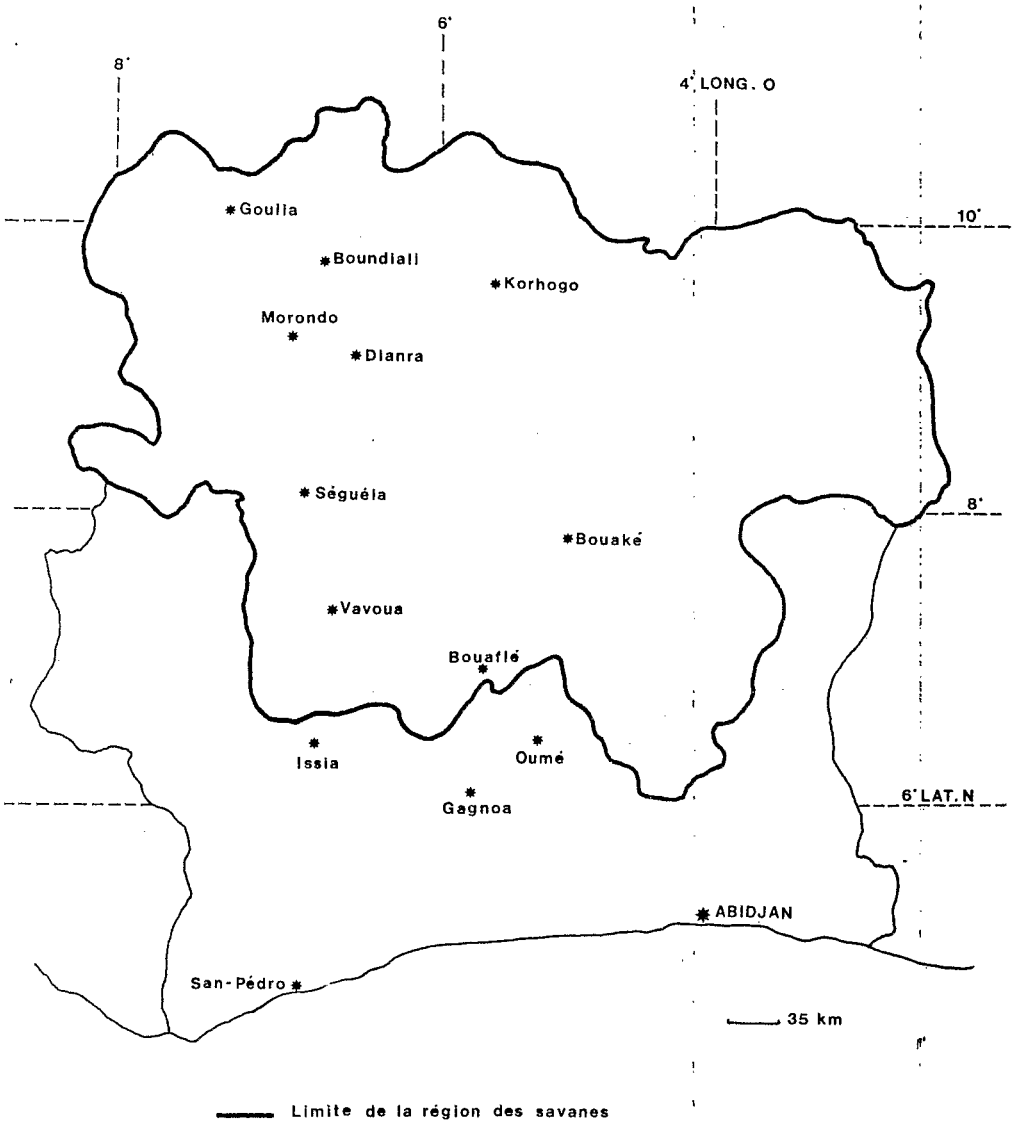


Figure 2: Nombre de *Sitophilus zeamais* vivants par kg de grain dans diverses régions de Côte d'Ivoire en février 1984 (d'après Ratnadass, 1984).

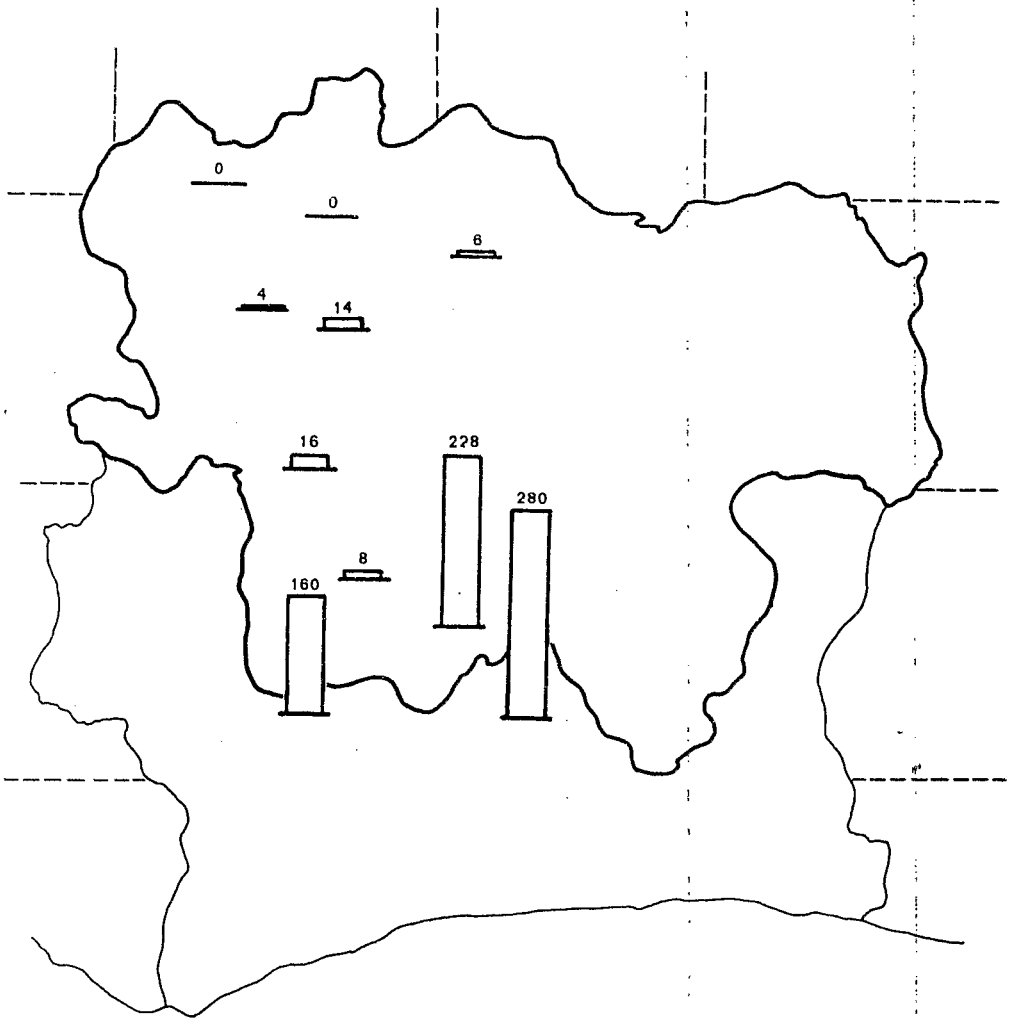


Figure 3: Importance des pertes au stockage en diverses régions de Côte d'Ivoire après 5 mois de stockage (d'après Ratnadass, 1984, et Moyal et Tran, 1990). En hachuré: pourcentage de grains attaqués; en blanc: pourcentage de perte de poids.

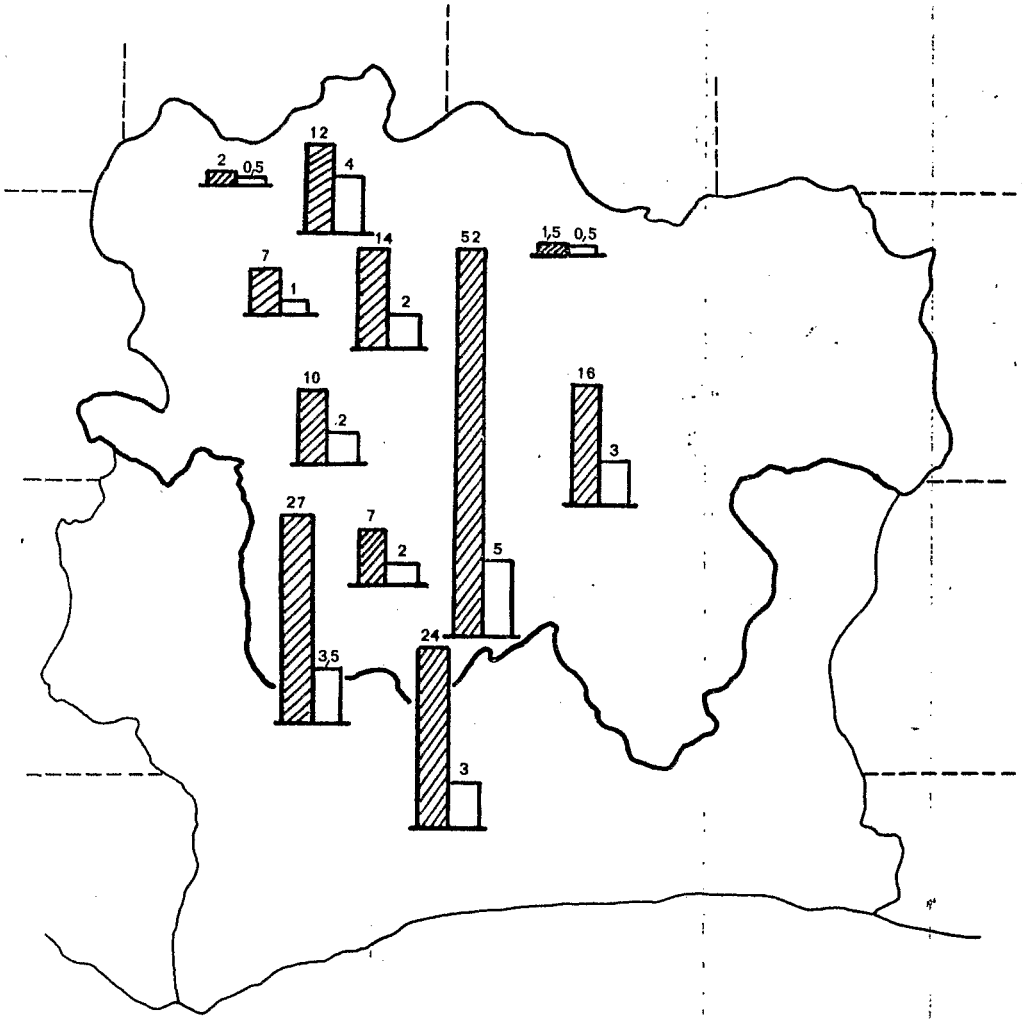
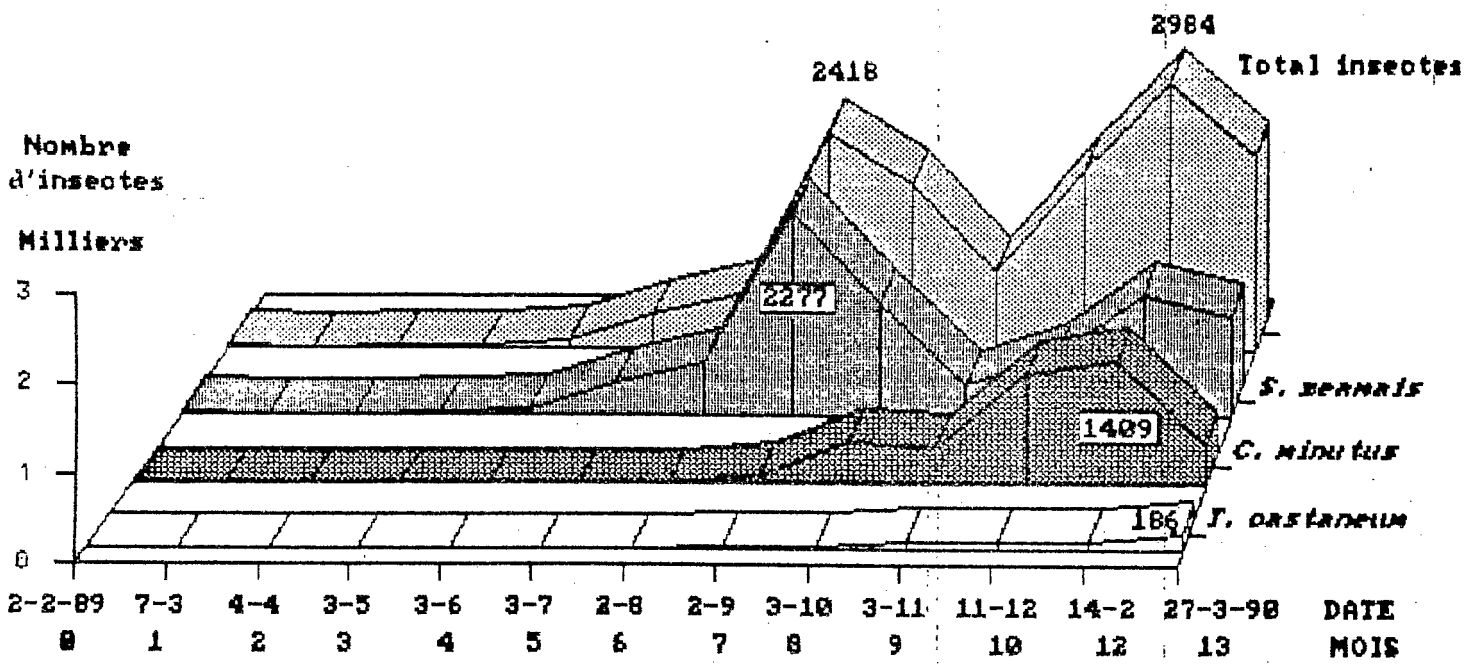
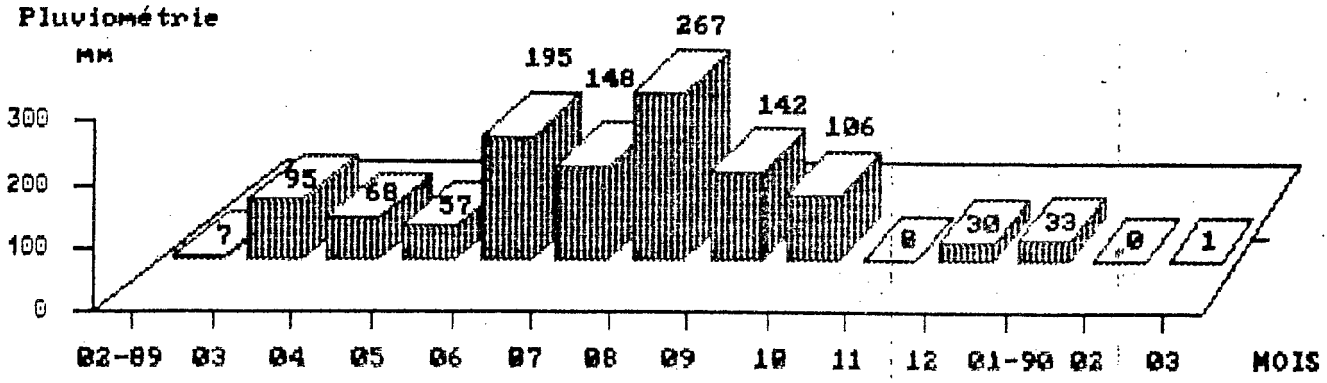


Figure 4: Efficacité de traitements insecticides sur les principaux ravageurs (total insectes par kg de grain) et les dégâts de maïs grain stocké à Bouaké. (D'après Moyal et Tran, 1990).

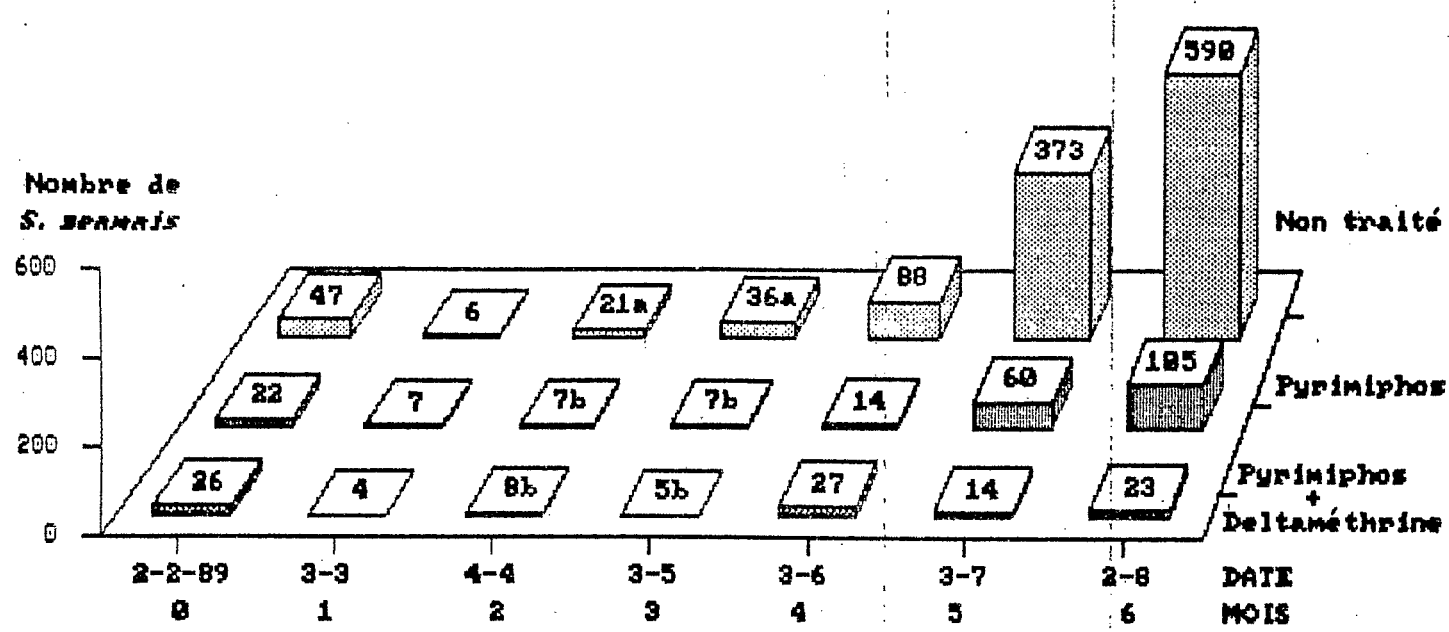
4 A: Nombre d'insectes des principales espèces des greniers non traités et évolution de la pluviométrie; 4 B: Nombre de *Sitophilus zeamais* et test de Newman-Keuls; 4 C: Nombre de *Cryptolestes minutus* et test de Newman-Keuls; 4 D: Nombre de *Tribolium castaneum* et test de Newman-Keuls; 4 E: Pourcentage de grains attaqués et test de Newman-Keuls.

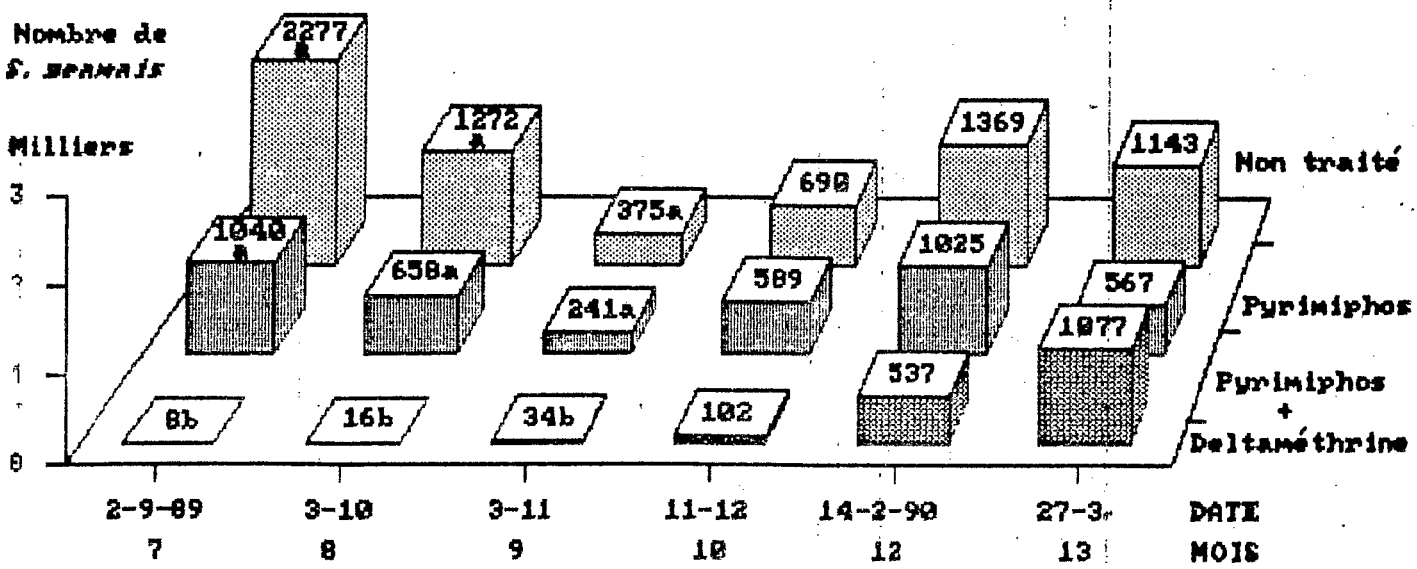
4 A


Nombre d'insectes
Milliers
3
2
1
0
2418
2984
Total insectes
2277
1409
186
S. zeamais
C. minutus
T. castaneum
2-2-89 7-3 4-4 3-5 3-6 3-7 2-8 2-9 3-10 3-11 11-12 14-2 27-3-90 DATE
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 13 MOIS

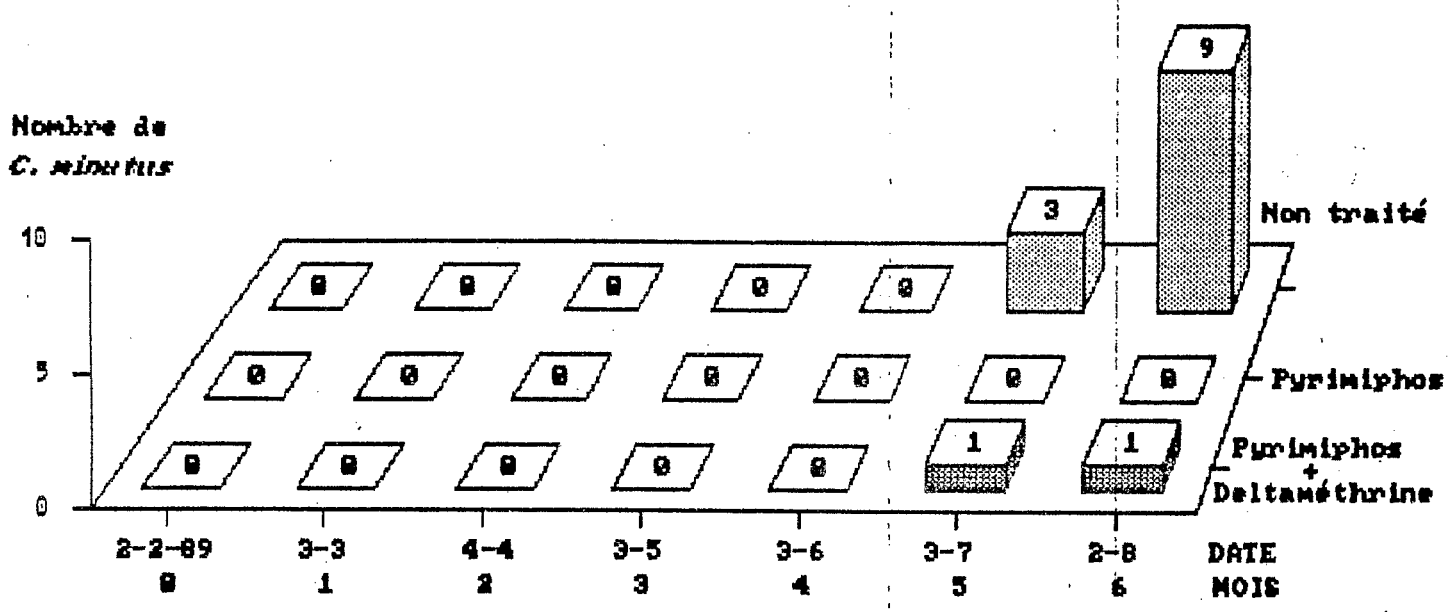

Pluviométrie
MM
300
200
100
0
7
95
68
57
195
148
267
142
106
0
30
33
0
1
02-89 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 01-90 02 03 MOIS

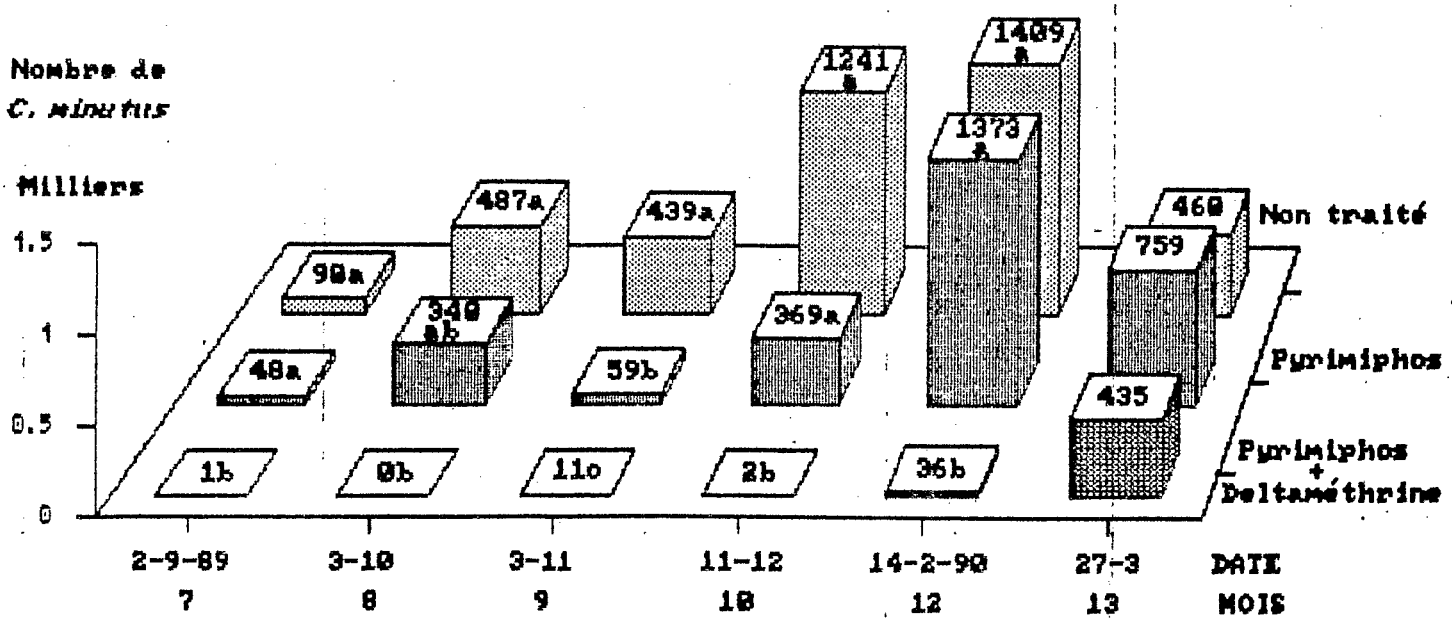
4 B


Nombre de
S. sennais
600
400
200
0
47
6
21a
36a
88
373
590
22
7
7b
7b
14
60
185
26
4
8b
5b
27
14
23
Non traité
Pyrimiphos
Pyrimiphos
+
Deltaméthrine
2-2-89
0
3-3
1
4-4
2
3-5
3
3-6
4
3-7
5
2-8
6
DATE
MOIS

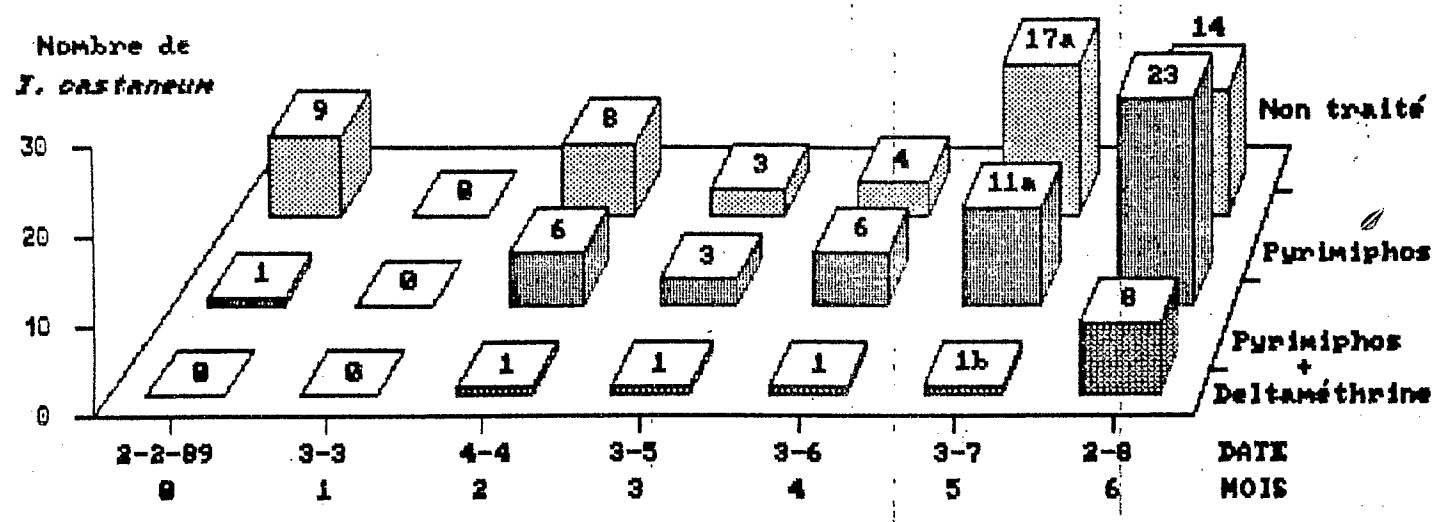

Nombre de
S. sennais
Milliers
3
2
1
0
2277
1040
1272
658a
375a
241a
690
589
1369
1025
537
1143
567
1077
8b
16b
34b
102
Non traité
Pyrimiphos
Pyrimiphos
+
Deltaméthrine
2-9-89
7
3-10
8
3-11
9
11-12
10
14-2-90
12
27-3-
13
DATE
MOIS

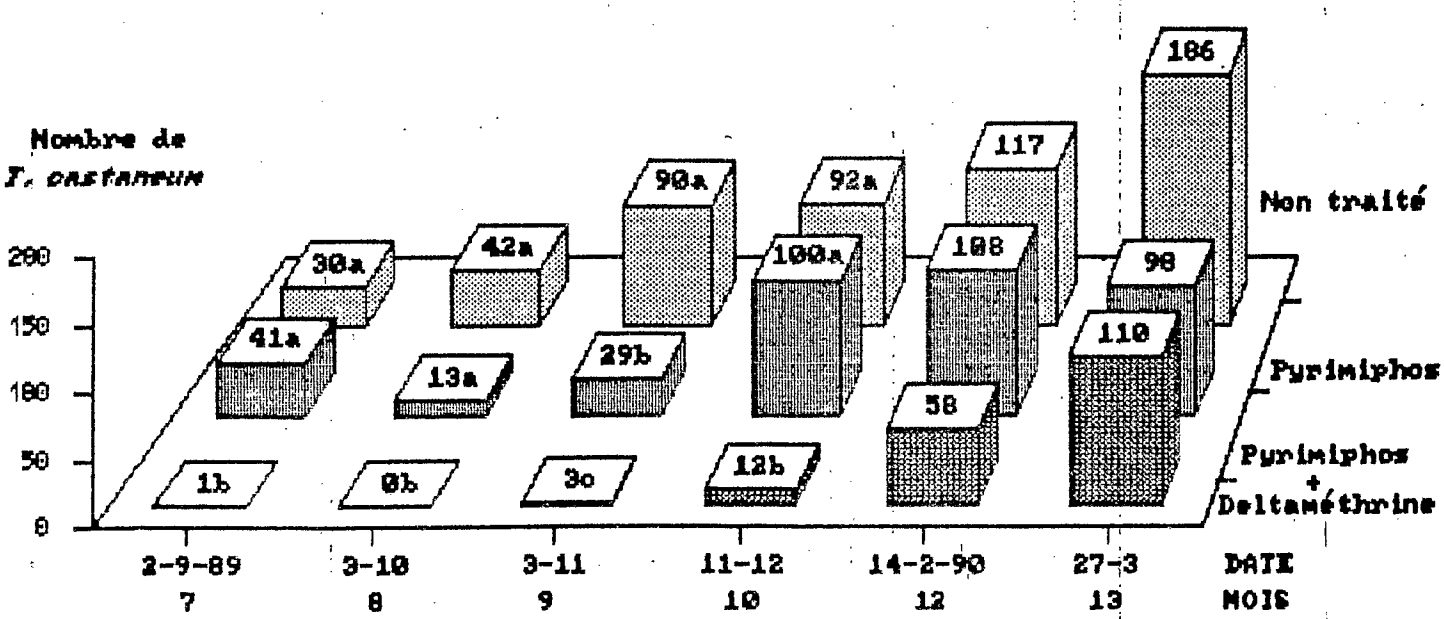
4 C


Nombre de
C. minutus
10
5
0
0
0
0
0
0
3
9
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
1
1
Non traité
Pyrimiphos
Pyrimiphos
+
Deltaméthrine
2-2-89
0
3-3
1
4-4
2
3-5
3
3-6
4
3-7
5
2-8
6
DATE
MOIS

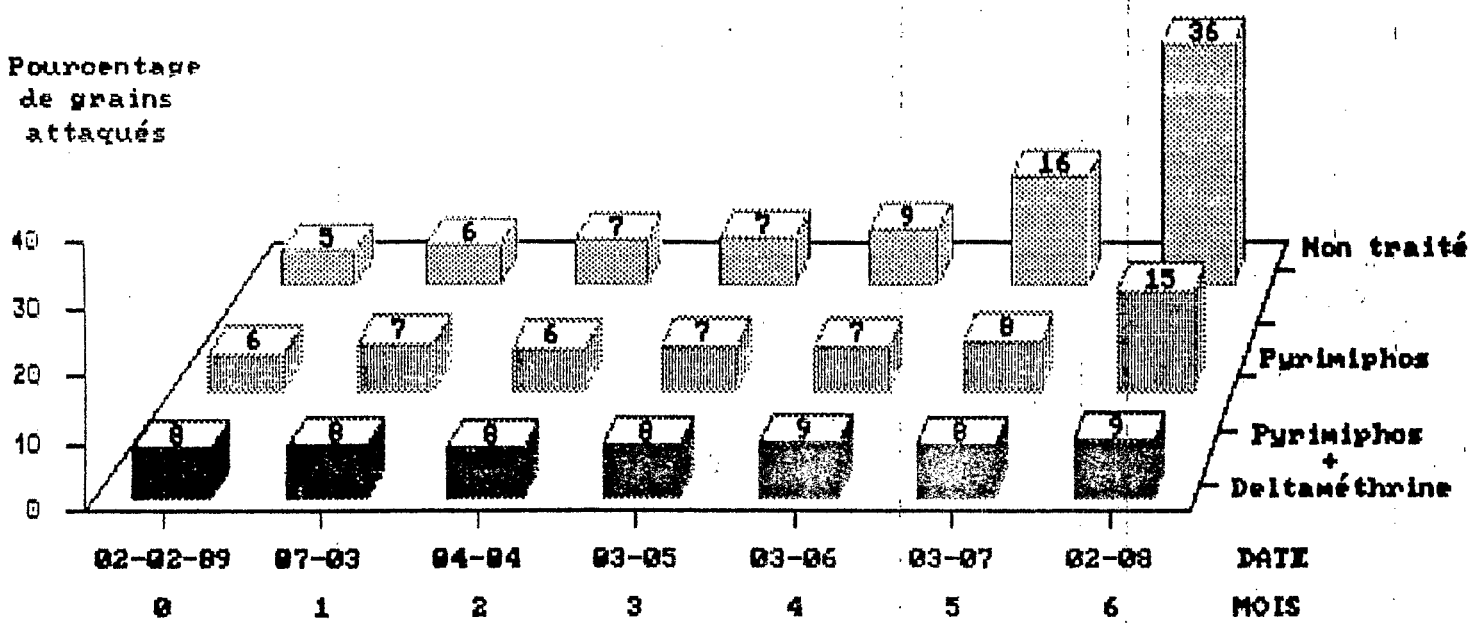

Nombre de
C. minutus
Milliers
1.5
1
0.5
0
98a
487a
439a
1241
a
1409
a
1373
a
460
759
48a
340
ab
59b
369a
435
1b
0b
11o
2b
36b
Non traité
Pyrimiphos
Pyrimiphos
+
Deltaméthrine
2-9-89
7
3-10
8
3-11
9
11-12
10
14-2-90
12
27-3
13
DATE
MOIS

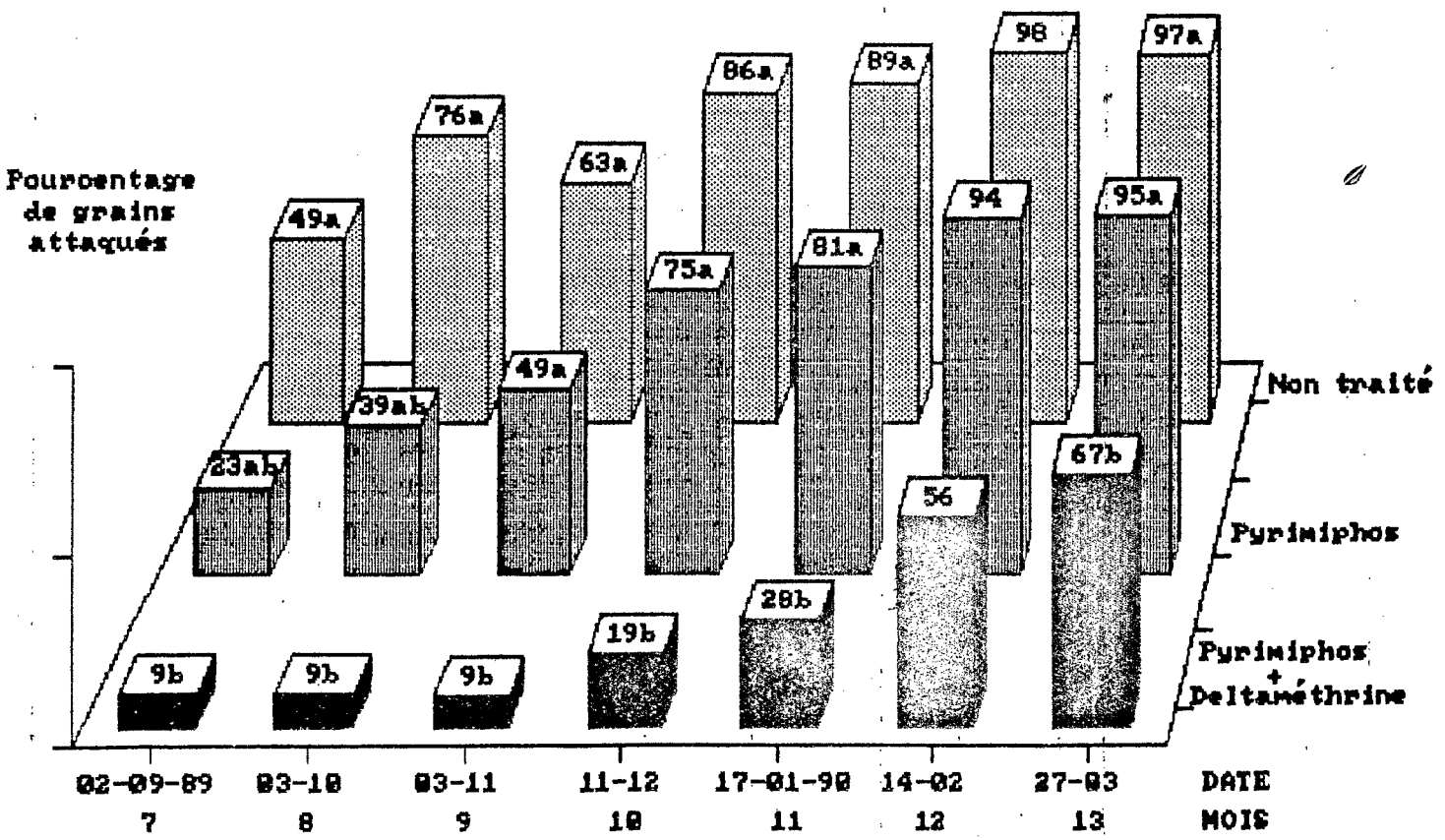
4 D


Nombre de
T. castaneum
30
20
10
0
9
8
3
4
17a
14
23
Non traité
0
6
3
6
11a
Pyrimiphos
1
0
8
0
0
1
1
1
1b
Pyrimiphos
+
Deltaméthrine
2-2-89
0
3-3
1
4-4
2
3-5
3
3-6
4
3-7
5
2-8
6
DATE
MOIS


Nombre de
T. castaneum
200
150
100
50
0
186
117
90a
92a
42a
30a
100a
108
98
Non traité
41a
29b
13a
110
Pyrimiphos
58
1b
0b
3c
12b
Pyrimiphos
+
Deltaméthrine
2-9-89
7
3-10
8
3-11
9
11-12
10
14-2-90
12
27-3
13
DATE
MOIS

4 F


Pourcentage de grains attaqués
40
30
20
10
0
5
6
7
7
9
16
36
6
7
6
7
7
8
15
8
8
8
8
9
8
9
Non traité
Pyrimiphos
Pyrimiphos + Deltaméthrine
02-02-89
07-03
04-04
03-05
03-06
03-07
02-08
DATE
0
1
2
3
4
5
6
MOIS


Pourcentage de grains attaqués
49a
76a
63a
86a
89a
98
97a
23ab
39ab
49a
75a
81a
94
95a
9b
9b
9b
19b
28b
56
67b
Non traité
Pyrimiphos
Pyrimiphos + Deltaméthrine
02-09-89
03-10
03-11
11-12
17-01-90
14-02
27-03
DATE
7
8
9
10
11
12
13
MOIS