

Contribution à l'élaboration d'un nouveau programme de protection phytosanitaire du cotonnier au Burundi

C. Carême (*)

Keywords : Cotton - Pest - Pesticide - Active ingredient - Low volume spraying - Burundi.

Résumé

Les pertes de récolte causées par les ravageurs du cotonnier au Burundi constituent une contrainte majeure pour les paysans. Pendant la phase floraison-fructification, cinq à six traitements insecticides, débutant entre le 45^{ème} et le 60^{ème} jour après le semis, suivant les seuils d'infestations et espacés de deux semaines, sont préconisés pour combattre les principaux d'entre eux, les piqueurs-suceurs, les acariens et les chenilles de la capsule. Le choix des matières actives est conditionné par leur efficacité selon les déprédateurs présents, les possibilités d'interaction entre elles et la préservation de l'environnement. La présence de chenilles endocarpiques, pour lesquelles des comptages ne sont pas aisément réalisables, nécessite des interventions sur calendrier. Le nouveau programme de protection phytosanitaire du cotonnier évolue dans plusieurs domaines : l'usage de doses réduites et la diminution des coûts, l'alternance des substances actives ainsi que l'utilisation du « très bas volume » à 10 litres par hectare d'une émulsion à l'eau.

Summary

Yield losses caused by cotton pests are a major constraint for farmers in Burundi. During the flowering and fruit formation, 5 or 6 insecticide treatments are applied between the 45th and the 60th day after sowing, according to the infestation level. These treatments are carried out every two weeks against the main pests, i.e. sucking insects, mites and bollworms. The choice of active ingredients is determined by their efficacy, potential interaction and low toxicity to the environment. The presence of endocarpic bollworms, which are difficult to count requires scheduled spraying. The new cotton protection programme recommends the use of low doses of insecticides, the alternation of active ingredients and the application of water-based emulsions by low volume (10 l. per hectare).

Introduction

L'expérimentation et la mise au point des nouveaux programmes de protection phytosanitaire du cotonnier au Burundi ont comme finalité plusieurs objectifs. Le premier d'entre eux consiste à diminuer les quantités de pesticides épandues, de manière à réduire les coûts de production des paysans, tout en maintenant un haut niveau de protection contre les principaux ravageurs. En effet, en Afrique centrale, les moyens de lutte chimique restent indispensables, lorsque l'on sait que les pertes de récolte causées par les déprédateurs peuvent atteindre 30 à 50 % de potentiel de production (1,10).

En second lieu, le respect de l'environnement, ainsi que l'apparition récente d'une législation phytosanitaire au Burundi, imposent dorénavant aux responsables de la recherche l'utilisation de pesticides moins polluants pour le milieu ambiant. Pour l'homologation d'une matière active, l'efficacité vis-à-vis d'un ou de plusieurs ravageurs est à considérer, mais l'aspect nuisance sur l'environnement et en particulier sur la faune auxiliaire ainsi que la toxicité envers l'homme et les vertébrés sont aussi importants. L'apparition éventuelle de résistances de certains déprédateurs aux insecticides impose une sélection adaptée et fiable

des substances actives. Enfin, les efforts de recherche vers des matières actives sélectives et très efficaces ne seront valorisés que si les techniques permettant leur application sont performantes et à la portée des agriculteurs (6).

Au Burundi, des applications foliaires d'insecticides sont préconisées par la filière à partir du 45^{ème} au 60^{ème} jour après le semis, suivant les seuils d'infestation. La fréquence est d'un traitement insecticide toutes les deux semaines, correspondant à la phase floraison-fructification de la culture. Généralement, les quatre premiers traitements (les six premiers au Moso, le cycle du cotonnier étant allongé) sont réalisés avec des composés binaires (organo-phosphoré ou carbamate + pyréthrianoïde), tandis que les deux derniers font appel à un pyréthrianoïde seul.

Compte tenu des difficultés rencontrées ces dernières années pour le contrôle des piqueurs-suceurs (*Aphis gossypii* Glov., *Lygus vosseleri* Popp.) et des acariens, (*Polyphagotarsonemus latus* Banks, *Tetranychus* spp.) avec la technique en ultra bas volume (U.B.V. ou U.L.V.) à 2,5 l/ha en formulation huileuse déjà dosée et prête à l'emploi, technique contrôlant mal ces rava-

(*) A.G.C.D., Rue Brederode, 6 à 1000 Bruxelles – Belgique
Reçu le 24.04.95 et accepté pour publication le 05.09.95.

geurs dans les parties moyennes et basses des cotonniers, l'adoption de volumes d'applications plus importants avec des formulations en émulsion concentrée est à l'étude au Burundi depuis 1992.

Au Moso, cette technique est utilisée depuis deux ans dans les nouvelles extensions cotonnières, tandis que dans l'Imbo, l'ancien matériel en U.L.V. est modifié et adapté à la pulvérisation « très bas volume » (T.B.V.), le volume à épandre étant fixé à 10 litres par hectare d'une émulsion à l'eau.

Parmi les ravageurs les plus nuisibles présents sur cotonniers au Burundi, outre les piqueurs-suceurs et les acariens, figurent les chenilles de la capsule à régime exocarpique, chenilles perforant la capsule, mais vivant à l'extérieur (*Helicoverpa armigera* Hb., *Earias insulana* Boisd. et *E. biplaga* Wik.) et les chenilles à régime endocarpique, chenilles vivant à l'intérieur de la capsule (*Pectinophora gossypiella* Saund., *Cryptophlebia leucotreta* Meyr.). Les dégâts causés par les chenilles phyllophages (*Syllepta derogata* Fab., *Spodoptera littoralis* Boisd.) ainsi que la mineuse du feuillage (*Acrocercops bifasciata* Wlsm.) sont nettement moins importants et souvent assez localisés. Des hétéroptères, tels que *Dysdercus* spp. n'apparaissent en grand nombre que lors de l'arrêt des applications d'insecticides en fin de campagne et sont généralement peu nuisibles (1).

Pendant les années 1992, 1993 et 1994, une expérimentation a été menée dans l'Imbo au Burundi pour la mise au point des nouveaux programmes de protection phytosanitaire du cotonnier (5). En présence de plusieurs ravageurs, ce qui est le cas le plus fréquent, le choix des matières actives et la décision de traiter est plus complexe. Elle fait appel à la fois à la notion de seuil d'intervention simple ou multiple, au choix des pesticides et à l'alternance de ceux-ci vis-à-vis des ravageurs présents

Matériel et méthodes

Choix des matières actives

Le choix des matières actives se fait en fonction des cibles bien définies. Les principaux groupes de ravageurs sont constitués par les homoptères, les hétéroptères, les acariens, les lépidoptères carphophages et les lépidoptères phyllophages. Deux grandes catégories de produits sont testées :

- les matières actives efficaces sur les homoptères-hétéroptères (organo-phosphorés et carbamates) dont les infestations peuvent être très précoces, groupe de ravageurs auquel il faut joindre les acariens, surtout les tarsonèmes et éventuellement les chenilles phyllophages.
- les matières actives efficaces sur les chenilles de la capsule (pyréthrinoides).

Les essais ont été réalisés dans l'Imbo centre, à Kabezi, pendant les campagnes cotonnières 1992, 1993 et 1994. Cette région située le long du lac Tanganyika a été choisie en fonction de la forte pression parasitaire qui y règne généralement (1).

Dispositif expérimental

Tous les essais ont été installés suivant un dispositif expérimental en blocs de Fisher avec 4 à 6 répétitions. Les semis sont réalisés à la mi-janvier avec la variété PAN 575. Les parcelles élémentaires sont constituées de 6 lignes de 15 mètres, dont les 4 lignes centrales seules sont traitées. Les deux lignes extérieures de chaque parcelle ne reçoivent aucun traitement. Le nombre de traitements insecticides est généralement de 5 ou 6 à deux semaines d'intervalle. Leur application se réalise avec des appareils à dos à pression entretenue équipés d'une rampe horizontale de 1,25 mètre pour le traitement de deux lignes de cotonniers par passage. Le volume épandu est de 200 litres de bouillie par hectare. Tous les essais sont menés jusqu'à la récolte, la première s'effectuant à la mi-juin, la seconde en juillet. Les parcelles d'essais sont fumées, désherbées et buttées.

Observations et mesures

LES PIQUEURS-SUCEURS

Aphis gossypii

Les colonies de pucerons se développent sur bourgeons, pétioles et à la face inférieure des feuilles. Ils provoquent des dégâts par leurs ponctions répétées des limbes et injection de salive toxique qui affaiblit la plante et induisent une crispation du feuillage. Les pourcentages d'infestation sont déterminés sept jours après les traitements, en observant la face inférieure de 5 feuilles terminales par plant, sur 20 cotonniers par objet. Lorsque les infestations sont importantes et précoces, comme en 1993 et 1994, un échantillonnage des plants présentant les symptômes de « feuilles crispées » est également réalisé.

Lygus vosseleri et autres Mirides

Les larves et adultes de ces petits hétéroptères se nourrissent de la sève des jeunes cotonniers en piquant les organes jeunes : bourgeons, feuilles, boutons floraux et parfois jeunes capsules. Sur bourgeons et jeunes feuilles, ces nombreuses piqûres provoquent des nécroses locales qui se manifestent lors de l'étalement des feuilles par des déchirures irrégulières du limbe et sur les jeunes organes, par leur chute. Les échantillonnages sont réalisés sept jours après les traitements sur 20 plants par parcelle, présentant les symptômes typiques de déformation du feuillage (frisolée).

LES ACARIENS

Polyphagotarsonemus latus

Les piqûres répétées des tarsonèmes sur la face inférieure des feuilles induisent une coloration argentée avec les nervures en relief. La face supérieure du limbe devient vert sombre, se creuse légèrement, et ses bords s'enroulent vers le bas. Plus tard, les feuilles se déchirent irrégulièrement (2). L'échantillonnage des plants présentant les symptômes typiques de l'acariose sur les trois dernières feuilles de la tige principale est effectué sur 20 plants par objet, une

semaine après les traitements. En 1992, un échantillonnage des formes mobiles a été réalisé dans un champ de binoculaire sur une feuille prélevée au sommet de dix cotonniers par objet.

Tetranychus spp.

Les tétranyques font leur apparition sur les cotonniers vers avril-mai, où leur présence sur le feuillage provoque une coloration brunâtre de la face supérieure des limbes. En général, les infestations demeurent limitées, sauf en 1992 où celles-ci furent plus importantes. La présence efficace d'un thrips prédateur de l'acarien rouge, *Scolothrips sexmaculatus* Perg. entraîne une diminution rapide et importante des populations.

LES CHENILLES CARPOPHAGES

Shedding parasitaire pré et post floral

Il consiste à dénombrer une fois par semaine sur deux interlignes par parcelle, l'abscission des boutons floraux et des jeunes capsules avec perforations dues aux chenilles exocarpiques (*Helicoverpa armigera* et *Earias spp.*). En complément, des observations sur la présence de chenilles sur les boutons floraux, fleurs et capsules sur 20 cotonniers par objet peuvent être réalisées toutes les deux semaines.

Analyse sanitaire des capsules vertes et des capsules à maturité

Des échantillonnages sont effectués sur 50 capsules vertes de 3 à 4 centimètres de long prélevées au hasard sur 2 x 25 cotonniers des lignes 2 et 5 de chaque parcelle. Avant la première récolte, 100 capsules ouvertes parvenues à maturité sont également prélevées suivant les mêmes modalités. Après ouverture des capsules vertes au laboratoire, on détermine le nombre de capsules trouées par *H. armigera* et

Earias spp., ou parasitées par *Pectinophora gossypiella* et *Cryptophlebia leucotreta* ainsi qu'éventuellement, le nombre de capsules bactériosées par *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* Sm. (2) ou atteintes de stigmatomycose ou pourriture des capsules due aux *Nematospora spp* (10). Les capsules parvenues à maturité sont triées comme les capsules vertes, la récolte de coton graine faisant l'objet d'un triage et d'une pesée.

Récolte: la récolte du coton graine est réalisée sur les deux lignes centrales de chaque parcelle élémentaire et l'estimation du rendement est effectuée après triage et pesée de la récolte en deux catégories : coton blanc et coton jaune (seconde qualité).

Analyses statistiques des données

Les essais en dispositif statistique sont analysés après transformation arc sinus racine carrée pour les proportions et les pourcentages, racine carrée de $x+1$ ou logarithme ($x+1$) pour les dénombrements des populations dans le but d'homogénéiser les variances, selon le « multiple range test » de Newman-Keuls et éventuellement le test de Dunnet. Les objets qui ne diffèrent pas statistiquement entre eux au seuil de 0,05 sont affectés d'une même lettre.

Résultats

Les piqueurs-suceurs

Aphis gossypii : En 1992, 10 matières actives ont été comparées entre elles et à un témoin non traité. Six applications foliaires d'insecticides à un intervalle de deux semaines ont été réalisées à partir du 43^{ème} jour après le semis. Les résultats moyens des cinq observations sur les pucerons effectués entre mars et mai sont repris dans le tableau 1.

**Tableau 1 : 1992 - Pourcentages d'infestation par *Aphis gossypii*
Test de Newman-Keuls et test de Dunnet - Seuil 5 % (4 répétitions)**

Facteur traitement croisé avec les blocs hiérarchisés au facteur dates de comptage

Traitements ⁽¹⁾	Moyennes	Gr. hom.	Test de DUNNET Moyennes
1. Témoin non traité	13,55	a	13,55 = Témoin
2. Profenophos 300 g/ha	12,25	a b	12,25
3. Chlorpyrifos-éthyle 300 g/ha	11,88	a b	11,88
4. Pyridaphenthion 400 g/ha	11,23	a b	11,23
5. Chlorpyrifos-méthyle 300	11,05	a b	11,05
6. Diméthoate 300 g/ha	10,70	a b c	10,70
7. Isoxathion 250 g/ha	9,75	a b c	9,75 < Témoin
8. Imidaclopride 100 g/ha	9,40	b c d	9,40
9. Chlorpyrifos-méthyle 500	8,70	b c d	8,70
10. Carbosulfan 300 g/ha	8,38	c d	8,38
11. Benfuracarbe 300 g/ha	8,05	c d	8,05
12. Monocrotophos 250 g/ha	6,75	d	6,75
C.V. en %	40,5		
Probabilité	***		
Transform. Statistique	arc sinus \sqrt{x}		
C.V. transformé en %	20,7		

*** :Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9\%$

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

Gr. hom. : groupe homogène

⁽¹⁾ Deltaméthrine à 10 g/ha en traitement de couverture

Le benfuracarbe, le carbosulfan, le chlorpyrifos-méthyle à 500 g/ha et l'imidaclopride suivis de l'isoxathion sont les produits les plus efficaces pour assurer le contrôle d'*Aphis gossypii*. Ces aphicides peuvent remplacer le monocrotophos jugé actuellement trop polluant pour l'environnement.

En 1993 et 1994, contrairement à l'essai de 1992, les 4 traitements aphicides et acaricides ont été appliqués en alternance, en complément à un pyréthrianoïde, ce qui semble être la meilleure manière de contrôler simultanément les populations de pucerons et d'acariens.

En 1993, les résultats positifs enregistrés l'année précédente ont été confirmés pour les mêmes matières actives. Pour l'expérimentation effectuée en 1994, d'autres aphicides en application foliaire ont été testés avec succès, comme l'oxydéméton-méthyle à 500 g/ha, l'ométhoate à 250 g/ha ainsi que l'imidaclopride à 50 g/ha et le diméthoate à 400 g/ha. Les résultats complets figurent dans le tableau 3.

Les semences utilisées pour l'essai de 1994 ont été délintées et traitées avec imidaclopride 70 % à 17,16 g P.C./kg + chlorothalonil 50 % à 1,6 g P.C./kg (4). Le développement des populations de pucerons fut très précoce. En effet, pour le témoin, on enregistre déjà 29 jours après le semis, pratiquement 100 % des jeunes cotonniers présentant les symptômes des feuilles crispées. Cette population restera très élevée pendant les trois premiers mois de végétation (Figure 1). Pour le traitement de semences effectué avec imidaclopride + chlorothalonil, les pourcentages d'infestation restent très bas (maximum : 14,2 % à 29 J) et n'induisent que 2 % des plants avec des feuilles crispées. L'effet résiduel du traitement de semences sur *Aphis gossypii* atteignant plus de 60 jours, la première application foliaire a été réalisée avec un acaricide + insecticide, le seuil d'intervention étant atteint pour les tarsonèmes. Après ce premier traitement foliaire acaricide-insecticide suivi d'une application aphicide-insecticide les populations de pucerons demeurent extrêmement faibles. Par contre, pour l'objet sans traitement foliaire, les populations d'*Aphis gossypii* augmentent à nouveau d'une façon significative par rapport aux objets qui reçurent un traitement foliaire acaricide, puis aphicide (Figure 1).



Figure 1 : 1994 : Pourcentages d'infestation par *A. gossypii* pour le témoin, le traitement de semences et le tr. de semences + tr. foliaire acaricide + tr. foliaire aphicide

La dynamique des infestations par les pucerons est reprise à la Figure 1 pour le témoin non traité, le traitement de semences et le traitement de semences suivi, à partir du 61^{ème} jour, d'un traitement foliaire profénophos + lambdacyhalothrine, puis deux semaines plus tard d'une application d'ométhoate + lambdacyhalothrine.

En conclusion, le traitement des semences délintées avec imidaclopride + chlorothalonil a permis d'assurer une excellente maîtrise des infestations précoces des pucerons. L'alternance des traitements aphicides sur semences, acaricides foliaires puis aphicides foliaires a maintenu les populations d'*A. gossypii* à un niveau d'infestation particulièrement bas.

Lygus vosseleri et autres Mirides

Des observations ont été réalisées en 1993 et 1994 sur les dégâts provoqués au bouquet foliaire terminal des cotonniers par les Mirides. A Kabezi, les attaques demeurent faibles et dépassent rarement 25 % des plants présentant les symptômes de la « frisolée ». Après la réalisation du premier traitement foliaire aphicide + pyréthrianoïde en 1993 et acaricide + pyréthrianoïde en 1994, les pourcentages d'infestation ne dépassent pas 5 % dans les objets traités et après l'application du second traitement, les symptômes disparaissent totalement. Dans l'Imbo, les populations de Mirides sont totalement maîtrisées après les deux premières interventions. Par contre, au Moso, les infestations sont plus importantes et semblent plus difficiles à combattre, lorsqu'on emploie un carbamate ou un organo-phosphoré seul, sans adjonction d'un pyréthrianoïde (traitement d'alerte avant les applications sur calendrier), comme cela a déjà été mis en évidence au sud du Zaïre (9). Dans le tableau 3, sont repris les principaux résultats des matières actives testées durant trois années à Kabezi sur les insectes piqueurs-suceurs et sur *Polyphagotarsonemus latus*.

Les acariens:

Polyphagotarsonemus latus

En général, dans certaines régions de l'Imbo et notamment dans la plaine de Kabezi, les infestations dues aux tarsonèmes sont très précoces. Elles apparaissent vers la fin février, début mars. Par ailleurs, l'apparition des pucerons précède généralement de quelques semaines celle des acariens verts. L'application de certains aphicides permet de freiner le développement des populations d'acariens, par contre, d'autres matières actives ne semblent posséder qu'une faible voire aucune efficacité (11). Pour l'essai aphicide-acaricide réalisé en 1992, les résultats de 2 échantillonnages des plants présentant les symptômes de l'acariose sont repris dans le tableau 2. Le chlorpyrifos-éthyle à 300 g/ha et l'isoxathion à 250 g/ha se sont montrés les produits les plus efficaces pour le contrôle des tarsonèmes. Ils sont suivis par le profénophos à 300 g/ha et le pyridaphenthion à 400 g/ha. Les autres matières actives testées sont peu efficaces ou sont inefficaces aux doses testées. Ces observations des symptômes de l'acariose sur feuilles de cotonniers confirment les résultats obtenus par le dénombrement des acariens au binoculaire.

Tableau 2 : 1992 - Pourcentages de cotonniers acariés
Comparaisons multiples des moyennes (4 répétitions) Test de Newman-Keuls - Seuil 5 %

Dates d'observations Objets	27.4.92			19.5.92		
	Moy.	Gr. hom.		Moy.	Gr. hom.	
1. Imidaclopride 100 g/ha	100	a		100	a	
2. Diméthoate 300 g/ha	100	a		100	a	
3. Monocrotophos 250 g/ha	100	a		100	a	
4. Témoin	100	a		98	a	
5. Benfuracarbe 300 g/ha	95	a		83	a b	
6. Carbosulfan 300 g/ha	83	a		85	a b	
7. Chlorpyriphos-méthyle 300	83	a		83	a b	
8. Chlorpyriphos-méthyle 500	80	a		98	a	
9. Pyridaphenthion 400 g/ha	55	a		58	a b	
10. Profenophos 300 g/ha	40	a	b	50	b	c
11. Isoxathion 250 g/ha	28		b c	35		c
12. Chlorpyriphos-éthyle 300g/ha	10		c	25		c
C.V. en %		32,3			28,4	
Probabilité		***			***	
Transform. Statist.		arc sin \sqrt{x}			arc sin \sqrt{x}	
C.V. transformé en %		22,5			16,6	

***: Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative.

Pour l'essai réalisé en 1993, les deux traitements aphicides alternent à deux semaines d'intervalle avec les deux traitements acaricides, sauf pour le traitement au pyridaphenthion. Seules, les associations comprenant du diméthoate et de l'imidaclopride se sont révélées insuffisantes pour assurer un contrôle efficace de *P. latus*. Il n'est donc pas recommandé d'utiliser ces deux aphicides en application foliaire lorsque la présence des acariens est importante.

En présence de populations abondantes de tarsonèmes, la stratégie de lutte consiste à alterner les aphicides et les acaricides, en utilisant les produits les plus

performants et en employant de préférence des aphicides qui freinent le développement des acariens entre deux applications d'acaricides, qui sont espacées d'une trentaine de jours. Les résultats complets des matières actives expérimentées figurent au tableau 3.

Les chenilles de la capsule

Shedding parasitaire pré et post floral et prélèvement de capsules vertes et à maturité

L'abscission des boutons floraux débute en général début avril, suivi de celle des jeunes capsules, avec

Tableau 3 : Efficacité des aphicides et des acaricides testés en 1992, 1993 et 1994 sur les piqueurs-suceurs et les tarsonèmes

Matières actives	Doses g/ha	Efficacité sur <i>Mirides</i> (1)	Efficacité sur <i>Aphis gossypii</i>	Efficacité sur <i>Polyphagotarsonemus latus</i>
1. Carbamates systémiques				
Benfuracarbe	240	**	***	*
Benturacarbe	300	***	***	*
Carbosulfan	300	***	***	*
2. Nitro-méthylènes systémiques				
Imidaclopride	50	*	***	-
Imidaclopride	100	*	***	-
3. Organo-phosphorés systémiques				
Diméthoate	300	-	*	-
Diméthoate	400	(?)	***	-
(Monocrotophos)	250	0	***	*
Ométhoate	250	(?)	***	*
Oxydéméton-méthyle	500	(?)	***	*
4. Organo-phosphorés non systémiques				
Chlorpyriphos-éthyle	300	0	*	***
Chlorpyriphos-méthyle	300	0	*	*
Chlorpyriphos-méthyle	500	**	***	*
Isoxathion	250	0	**	***
Pyridaphenthion	400	0	*	**
Pyridaphenthion	500	**	*	***
Triazophos	250	0	*	***
Profénophos	250	0	*	*
Profénophos	300	0	*	**
Profénophos	350	0	*	**
Profénophos	400	0	*	***

* Faible efficacité **Efficacité moyenne *** Très efficace

- Sans intérêt 0 Non testé (?) A préciser

(1) L'estimation de l'efficacité sur les *Mirides* est également fonction des autres matières utilisées dans les formules binaires et notamment de celle des pyréthrinoides. En 1994 (?), les infestations furent insuffisantes.

un pic fin avril pour se terminer vers la fin mai, après l'arrêt des pluies. Le maximum de shedding parasitaire correspond au maximum des populations des chenilles dénombrées dans les témoins. Les résultats de l'abscission des organes fructifères à l'are figurent dans le tableau 4 pour l'expérimentation effectuée en 1994, ainsi que l'analyse sanitaire des capsules vertes et des capsules parvenues à maturité.

Pour l'expérimentation effectuée en 1994, toutes les matières actives testées, dont certaines à deux doses,

18 g/ha, esfenvalerate : 20 g/ha, tralométhrine : 12 g/ha, bifenthrine : 25 g/ha, cyfluthrine : (16) et 18 g/ha, lambdacyhalothrine : (12) et 15 g/ha, zétacyperméthrine : (12) et 15 g/ha. Les doses entre parenthèses, testées uniquement en 1994, constituent des doses minima à employer en association binaire avec un aphicide ou un acaricide, application toutes les deux semaines. L'éthofenprox, substance active pratiquement sans toxicité, et qui a été testé en 1992 et 1993 à 200 g/ha en association binaire et à 300 g/ha seul, s'est révélé un peu faible pour la maîtrise des

Tableau 4 : 1994 - Shedding parasitaire des boutons floraux et des petites capsules à l'are et analyse des capsules vertes et des capsules à maturité en %.

Facteur traitement croisé avec les blocs hiérarchisés au facteur dates de comptage (shedding : 7 observations)

Matières actives	Abcission des organes troués à l'are				Capsules saines en %			
	Boutons		Capsules		Vertes		Mûres	
	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom	Moy.	Gr.hom
1.Témoin non traité	69,21	a	66,88	a	74,0	b	89,3	b
2.Zétacyperméthrine 12 g/ha	14,00	b	13,83	b	94,0	a	97,8	a
3.Lambdacyhalothrine 12 g/ha	12,04	b c	10,25	b	95,0	a	96,5	a
4 Zétacyperméthrine 15 g/ha	10,25	b c d	9,83	b	91,0	a	98,0	a
5.Bifenthrine 25 g/ha	9,96	b c d	11,00	b	92,0	a	97,8	a
6.Cyfluthrine 16 g/ha	7,46	b c d	9,21	b	94,0	a	94,3	a
7.Cyfluthrine 18 g/ha	6,25	c d	8,04	b	97,5	a	98,7	a
8.Lambdacyhalothrine 15 g/ha	4,63	d	6,54	b	91,5	a	99,5	a
Probabilité	***		***		***		**	
CV en %	91,50		68,60		5,7		3,0	
Transformation statistique	$\sqrt{x+1}$		$\sqrt{x+1}$		-		-	
CV transformé en %	26,70		22,60		-		-	

*** : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,001$ $P \geq 99,9$ %

** : Différences significatives pour $\alpha \leq 0,01$ $P \geq 99$ %

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

ont montré une efficacité similaire à celle de la cyfluthrine, substance active prise comme référence, aussi bien pour le shedding parasitaire des boutons floraux et des petites capsules que pour l'analyse sanitaire des grosses capsules. Dans le témoin non traité, un quart des grosses capsules vertes a présenté soit des perforations causées par les chenilles à régime exocarpique, ou était parasité par des chenilles à régime endocarpique, soit était atteint de pourriture (stigmatomycose et bactériose). Pour les capsules mûres, on relève dans le témoin, 10,7 % de capsules attaquées, dont 5,3 % parasitées par *Pectinophora gossypiella* et *Cryptophlebia leucotreta*. Ce taux de parasitisme de 5 % environ pour les chenilles endocarpiques est pratiquement le même que celui enregistré en 1992 et 1993. Parmi les ravageurs des organes fructifères, *Helicoverpa armigera* est actuellement et reste le ravageur le plus dangereux au Burundi (1).

En conclusion, les matières actives expérimentées en 1992, 1993 et 1994 dans l'Imbo ont permis d'assurer un contrôle très satisfaisant des ravageurs des organes fructifères du cotonnier. Les pyréthrinoïdes suivants, en association binaire ou utilisés seuls lors des deux derniers traitements, ont permis d'obtenir une excellente efficacité sur les chenilles de la capsule : deltaméthrine : 10 g/ha, alphacyperméthrine :

chenilles carphophages. Dès les premières applications la dose de 300 g/ha serait plus appropriée.

Rendement à la récolte

Un exemple de récolte pour l'année 1993 figure au tableau 5.

Les traitements binaires aphicides-insecticides, suivis d'acaricides-insecticides, en alternance pour les quatre premières applications, suivis de deux traitements aux pyréthrinoïdes seuls, autorisent dans ce cas, des augmentations de récolte de plus de 400 à 700 kg/ha de coton graine par rapport à un témoin sans protection chimique. Les pourcentages de coton jaune de seconde qualité varient généralement pour les parcelles traitées de 1 à 5 %. Ils sont plus élevés en 1993, à cause d'une infestation tardive due à la bactériose capsulaire. Dans les objets sans protection chimique, ils varient de 5 à 10 % environ.

Discussion

La protection phytosanitaire du cotonnier dans la région de l'Imbo fait appel à 4 à 6 traitements à « ultra bas volume » (U.B.V.) à 2,5 litres par hectare, programmée suivant un calendrier préétabli. Le premier

**Tableau 5 :1993 - Rendement en coton-graine en kg/ha
Comparaison multiple des moyennes - Test de Newman-Keuls (Seuil 5 %)**

Traitements	Coton blanc 1 ^{ère} récolte		Augm. rendement kg/ha	Coton blanc Récolte totale		Coton jaune Récolte totale		Augmentation rendement	
	Moy	Gr.hom		Moy.	Moy.	%	kg/ha	%	
1.Esfenvalérate+benfuracarbe/isoxathion	1706,3	a	667,1	2140,3	67,1	3,0	706,1	49,2	
2.Tralométhrine+carbosulfan/chlorpyriphos-éthyle	1692,5	a	653,3	2121,5	75,7	3,5	687,3	47,9	
3.Fenvalérate+benfuracarbe/triazophos	1668,8	a	629,6	2131,6	54,8	2,5	697,4	48,6	
4.Deltaméthrine+chlorpyriphos-méthyle/triazophos	1636,2	a	597,0	2143,4	74,7	3,4	709,2	49,4	
5.Ethofenprox/pyridaphenthion	1549,7	a	510,5	2131,2	102,8	4,6	697,0	48,6	
6.Cyfluthrine+imidachlopride/chlorpyriphos-éthyle	1508,5	a	469,3	2042,7	119,2	5,5	608,5	42,4	
7.Alphacyperméthrine+diméthoate/profénophos	1439,3	a	400,1	1897,0	85,5	4,3	462,8	32,3	
8. Témoin non traité	1039,2	b	-	1434,2	136,7	8,7	-	-	
	Probabilité	**		NS		NS			
	CV en %	12,6		15,6		47,3			

** Différences significatives pour $\alpha \leq 0,01$ $P \geq 99$

NS Non significatif

Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas de façon significative

traitement a lieu entre le 45^{ème} et le 60^{ème} jour après le semis et les applications se suivent de 14 jours. Afin de rationaliser l'emploi des insecticides, ce programme standard a été amélioré en fonction du complexe parasitaire et de l'évolution des techniques d'application, en diminuant les doses de matières actives dans un souci de rentabilité pour le producteur, de protection de l'environnement et de la faune utile. A partir de 1995, les champs de cotonniers sont traités « à très bas volume » (TBV) avec des concentrés émulsionnables dans l'eau à raison de 10 litres de bouillie par hectare, qui assurent un meilleur recouvrement des cotonniers. Les émulsions concentrées présentent l'avantage d'être moins chères de 25 à 30 % pour une même quantité de matières actives épandues (7) et offrent la possibilité de les séparer et de moduler les doses épandues en fonction des ravageurs dominants de chaque région écologique (10).

La décision de traiter est liée au dépassement d'un seuil. Pour les insectes piqueurs-suceurs, les seuils d'infestation déterminent souvent la date d'intervention entre le 45^{ème} et le 60^{ème} jour après le semis. Les traitements se réalisent alors toutes les deux semaines, en fonction du parasitisme présent. En traitement foliaire contre les pucerons, les matières actives testées aux doses préconisées obtiennent une excellente efficacité : benfuracarbe, carbosulfan, chlorpyriphos-méthyle, diméthoate, imidaclopride, ométhoate et oxydéméton-méthyle. Elles complètent ou remplacent des aphicides plus anciens. Une alternative au premier traitement foliaire dirigé contre *A. gossypii*, consiste à réaliser un traitement des semences avec imidaclopride + chlorothalonil qui permet une maîtrise des populations de pucerons pendant deux mois après le semis tout en améliorant la lutte contre la fonte des semis (4). Toutefois, le coût de ce traitement reste actuellement assez onéreux.

Pour combattre les acariens verts, le chlorpyriphos-éthyle, l'isoxathion ainsi que le pyridaphenthion complètent les matières actives utilisées précédemment (profénophos, triazophos). Ces acaricides, en traitement binaire avec un pyréthrianoïde, s'utilisent alterna-

tivement avec les aphicides lors des quatre premiers traitements.

Pendant la phase floraison-fructification, il est par conséquent indispensable de traiter avec des associations binaires aphicide ou acaricide auxquelles on joint un pyréthrianoïde. Une synergie peut se manifester entre certains produits qui se traduit par une efficacité supérieure du mélange des deux produits en comparaison de la somme d'activité séparée de ceux-ci. Ce phénomène peut contribuer à la prévention de résistance à l'égard d'une matière active ou d'une famille chimique, car les sites d'action des deux substances actives utilisées sont distincts (6).

Concernant l'appareil fructifère, *Helicoverpa armigera* demeure actuellement le ravageur le plus dommageable. Cela n'a cependant pas toujours été le cas, *Pectinophora gossypiella* et *Cryptophlebia leucotreta* ont parfois été nettement plus nuisibles dans certaines régions (1) (3). Plus d'une demi-douzaine de substances actives ont été mises au point pour combattre efficacement aussi bien les chenilles à régime exophage qu'endophage, à des doses par hectare de 10 à 25 g (alphacyperméthrine, bifenthrine, cyfluthrine, deltaméthrine, esfenvalérate, lambdacyhalothrine, tralométhrine et zétacyperméthrine). Elles complètent ou remplacent les pyréthrianoïdes de premières génération utilisées à des doses plus importantes (cyperméthrine, deltaméthrine et fenvalérate).

Au Burundi, où la présence de chenilles à régime endocarpique est une constante du parasitisme et pour lesquelles les infestations ne sont pas aisément comptabilisées sans prélèvement de capsules dans les champs, des applications sur calendrier restent conseillées pour la lutte contre ce type de ravageurs, notamment pour les deux ou trois derniers traitements foliaires.

Pour les orientations futures des programmes de lutte, qui intègrent progressivement la notion de seuils économiques d'intervention (6), plusieurs objectifs restent à confirmer. Citons parmi ceux-ci, la poursuite de l'expérimentation des traitements de semences dirigés contre les pucerons, couplés aux traitements foliaires,

ainsi que l'exploitation du phénomène de synergie de certains organo-phosphorés lorsqu'ils sont associés aux pyrèthrinoides. Dans un autre domaine, développer la recherche vers la lutte étagée ciblée, qui est un programme raisonné sur calendrier, les doses et les matières actives étant définies selon l'importance et le type de ravageurs, à partir d'observations effectuées au champ la veille du traitement (8), en l'adaptant au parasitisme du Burundi dans des programmes de protection mixte.

C'est une première étape vers l'abandon des techniques classiques et le développement d'une lutte raisonnée en fonction des seuils d'intervention.

Remerciements

Nous tenons à remercier M. L. Ntahimpera pour son concours lors de la réalisation des essais, ainsi que M. D. Evrard pour les conseils en analyses statistiques.

Références bibliographiques

1. Autrique A., 1979 : La lutte contre les déprédateurs du cotonnier au Burundi. *Cot. & Fibr. Trop.* **XXIV**, Fasc 4 : 349-359.
2. Autrique A. & Perreaux D., 1989 : Maladies et Ravageurs des cultures de la Région des Grands Lacs d'Afrique Centrale. ISABU - AGCD, publication n°24, Bruxelles, 232 p.
3. Carême C., 1965 Premiers résultats des essais insecticides effectués sur le cotonnier dans la plaine de la Ruzizi. Annexes du R.A de l'ISABU 1965.
4. Carême C., Mergeai G., Ydraiou F. & Schiffers B., 1995 . Comparaison des effets de différents types de traitement phytosanitaire des semences de cotonnier au Burundi et en Grèce. *Tropicultura* Vol. **14**, 2.
5. Carême C. & Ntahimpera L., 1993, 1994 & 1995 : Rapports annuels 1992, 1993 & 1994 du programme Défense des Végétaux de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU).
6. Cauquil J. & Vaissayre M., 1994: Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. 1. Nouvelle politique de protection et choix des pesticides. *Agriculture et Développement* n°3 pp 13-23.
7. Cauquil J. & Vaissayre M., 1995: Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. 2. Contraintes et perspectives des nouveaux programmes. *Agriculture et Développement* n°5, pp 19-29.
8. Deguine J.-P. & Ekukole G., 1994 : Nouveau programme de protection en culture cotonnière au Cameroun. *Agriculture et développement* n° 1 pp 59-63.
9. Delhove G., Mergeai G. & Nkombe Lumbila M., 1992 :Étude de l'efficacité de matières actives insecticides à l'égard des principaux parasites du cotonnier au sud du Zaïre. *Mém. Soc. royale belge Ent.* 35 pp 389-395.
10. Demol & al, 1992 : Le cotonnier au Zaïre. *Publ. Agr. N°29*. Administration générale de la Coopération au Développement, Bruxelles, 247 p.
11. Vaissayre M., 1986 . Lutte chimique contre l'acarien *Polyphagotarsonemus latus* Banks en culture cotonnière. *Cot. & Fibr. Trop.*, Vol **4**, 1, pp 31-38.

C. Carême. Belge. Ingénieur agronome. Msc. en phytopharmacie, chercheur à l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi. AGCD. Bruxelles.