

Captive breeding and improvement program of the larger grasscutter (*Thryonomys swinderianus*)

G. A. MENSAH⁵, O. D. KOUDANDE⁵ and E. R. C. K. D. MENSAH⁵

Abstract

Since 1985 began in Bénin the captive breeding and improvement program of the larger grasscutter. First years later, two sub-populations were established, basing on the zootechnic performances. Nevertheless, this first selection scheme presented some imperfections, reason why a new scheme was conceived and applied in 1991. It consists in a triangular pyramid at 3 levels: the Nucleus, the Multiplier and the Producer. For selecting the quantitative characters, the criteria were (i) for males: the live weight at the 4th month, the live weight at the 8th month and the docility; (ii) for females: the live weight at the 4th month, the live weight at the 8th month and the litter size. For the two sexes, the heritability of the live weight characters is high ($h^2 > 40\%$). The Nucleus, summit of the triangle, constitutes the beginning of the selection and supplies partially the successful breeders and completely the male parents in the Multiplier which has a wider base and is partially accommodated in station (476 females put in reproduction by cycle). It permits the partial renew in females of replacement and supplies the lower level in parents male and female. The producers constitute the last level of the pyramid. With this new scheme, the cycle of reproduction was reduced, particularly at the Nucleus level: 15 months (in the first scheme) against a period varied between 8 and 13 months (presently). In the absence of genetic parameters, the index of selection had been calculated from weighted averages. After the weaning of the young animals at 6 weeks age, they are raising in group of 8 heads in pen during 4 months to do the preselection. The selection index I of a candidate is calculated according to this expression: $I = 17,65W + 12,35WB + 35,85HB$ where W is its live weight at the 4th month, WB the average of live weight at the 4th month of its full brothers, HB the average of live weight at the 4th month of its half brothers. At the end of this preselection, the young males are raised in individual cage where are measured monthly the live weight to 8 months age and the docility. The candidates are selected on the basis of the following index: $I = 0,578 * (W_8 - \mu W_8) + 16,647 * (Doc - \mu Doc)$ where W_8 is the live weight at the 8th month of the candidate, μW_8 the average of the live weight at the 8th month of the selected population, Doc the docility of the candidate and μDoc the average of the docility of the selected population. The young females are also raised in individual cage. Their selection is done on the basis of the litter size for primipare females or of the average of the litter size on two or several generations for multipare females.

Key words: grass-cutter, breeding, selection scheme, docility, Bénin.

Elevage en captivité étroite et programme d'amélioration génétique du grand aulacode (*Thryonomys swinderianus*)

Résumé

Depuis 1985 a débuté au Bénin le programme d'élevage en captivité étroite et de sélection génétique d'une race d'aulacode d'élevage. Le premier quinquennat d'activité a distingué 2 sous populations, sur base des performances zootechniques mesurées. Toutefois, ce premier schéma de sélection a présenté des imperfections et il a fallu concevoir et appliquer un nouveau schéma dès 1991 qui consiste en une pyramide triangulaire à 3 niveaux : le Noyau, le Multiplicateur et le Producteur. Le critère de sélection des caractères quantitatifs est (i) pour les mâles : le poids vif à 4 mois d'âge, celui à 8 mois d'âge et la docilité ; (ii) pour les femelles : le poids vif à 4 mois d'âge, celui à 8 mois d'âge et la portée. Pour les 2 sexes, l'héritabilité des caractères *poids vif* est assez élevée ($h^2 > 40\%$). Le Noyau, sommet du triangle, constitue le début de la sélection et fournit partiellement les bons aulacodes d'élevage et totalement les parents mâles au Multiplicateur qui a une base élargie et est partiellement accommodé en station (476 femelles mises en reproduction par cycle). Il permet un renouvellement partiel en femelles de remplacement et approvisionne le niveau inférieur en parents mâles et femelles. Les producteurs représentent le dernier niveau de la pyramide. Ce nouveau schéma a réduit le cycle de reproduction, particulièrement au niveau du Noyau, de 15 mois (1^{er} schéma de sélection) à 8-13 mois. Faute de paramètres génétiques, l'index de sélection a été calculé sur des moyennes pondérales. Après le sevrage des aulacodines de 6 semaines d'âge, ils sont élevés en groupe de 8 têtes, jusqu'à 4 mois

⁵ Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 2359 Recette Principale, Cotonou 01, (Bénin) Tél. : (229) 21 35 00 70 / 21 30 02 64, E-mail : ga_mensah@yahoo.com, craagonkanmey@yahoo.fr, mensahromeo@hotmail.com, mensahromeo@yahoo.fr

d'âge pour faire la présélection. L'index de sélection I d'un candidat est calculé selon la formule suivante : $I = 17,65W + 12,35WB + 35,85HB$, W étant son poids vif à 4 mois d'âge, WB le poids moyen vif à 4 mois d'âge de ses plein-frères et HB le poids moyen vif à 4 mois d'âge de ses demi-frères. A la fin de cette présélection, les aulacodins sont élevés en cages individuelles et les mensurations mensuelles se tiennent jusqu'à 8 mois d'âge ainsi que la docilité. Les candidats sont sélectionnés sur la base de l'index suivant : $I = 0,578 * (W_8 - \mu W_8) + 16,647 * (Doc - \mu Doc)$, W_8 étant le poids vif du candidat à 8 mois d'âge, μW_8 le poids moyen vif à 8 mois d'âge de la population de sélection, Doc la docilité du candidat et μDoc la docilité moyenne de la population de sélection. Quant aux aulacodines sevrées, elles sont également élevées en cages individuelles. La sélection est faite sur la base de la portée pour les femelles primipares ou sur la base de la portée moyenne de deux ou plusieurs générations pour les femelles multipares.

Mots clés : aulacode, élevage, schéma de sélection, docilité, Bénin.

Introduction

Increased threats to wild species that provide food to humans such as the large grasscutter (*Thryonomys swinderianus*) from direct hunting further add to the extinction threat from increased pressure for food by higher human population (Hanotte and Mensah, 2002; Mensah, 2006). Due to its preferred meat, the wild population of grasscutter in West and Central Africa are currently severely threatened by excessive hunting and habitat loss (Mensah, 1985; Baptist and Mensah, 1986).

The need to conserve and maintain the genetic variability of the grasscutter population was initiated since 1983 by the Grasscutter Breeding Promotion Project in Bénin. The wild grasscutters stock were captured from the natural habitat in Benin during a 3-year campaign (1983-1985) during which the project contracted hunters to get them from the wild and also purchased partially domesticated animals from other farmers. All the collected wild grasscutters stock were then made completely adapted to captivity and then subjected to a breeding and selection program.

During the first five years of the captive breeding and improvement program with wild grasscutters, an evaluation of the zootechnic performances was realised. So two sub-populations of the successful individuals with regard to the above-mentioned parameters were established. Each of the sub-populations consisted of 17 lineages done by the couple (16 females, 6 males): that means 272 females and 102 males by sub-population, or on the whole a livestock of reproduction of 544 females and 204 males. Every lineage was made by two families of established females each of 8 females and 2 males and used 4 spare males. This first scheme presented some incapacities notably:

1. at the level of the renewal of every lineage (generations not imbricated to male, imbricated to females: that means 50% of primipare females and 50% of young animal);
2. the potentially weak and genetic earning;
3. the difficulties to provide successful breeders to the farmers.

Actual grasscutter breeding program

Learning from first three years of execution of the first scheme of selection, a new scheme was conceived and applied since 1991 (Stier *et al.*, 1991). It is about a triangle at 3 levels: the Nucleus, the Multiplier and the Producer (Figure 1).

The criteria of selection the quantitative characters are for:

- Males: the weight at the 4th month and the weight at 8th month, and the docility.
- Females: the weight at the 4th month and the weight at 8th month, and litter size.

The references to the ages of measurement of weight, of the preliminary studies (Schrage, 1988) proved that the characters are slightly influenced by environment whereas for other ages, the conditions of the environment strongly influence the performances observed.

As regards the docility defined by the reaction of the animal in the human presence, it is measured between the 4th and the 8th month strictly for the males raised in individual cage for this period whereas the females are raised in group (Schrage *et al.*, 1987; Schrage, 1990; Stier *et al.*, 1991). It is difficult to appreciate on the females the individual performance. In another side, the age of the animal influences the docility. The young animals of less than 4 months are all not very docile whereas old (beyond 8 months) they accept the human presence better (Adjanohoun, 1988; Yewadan, 2000).

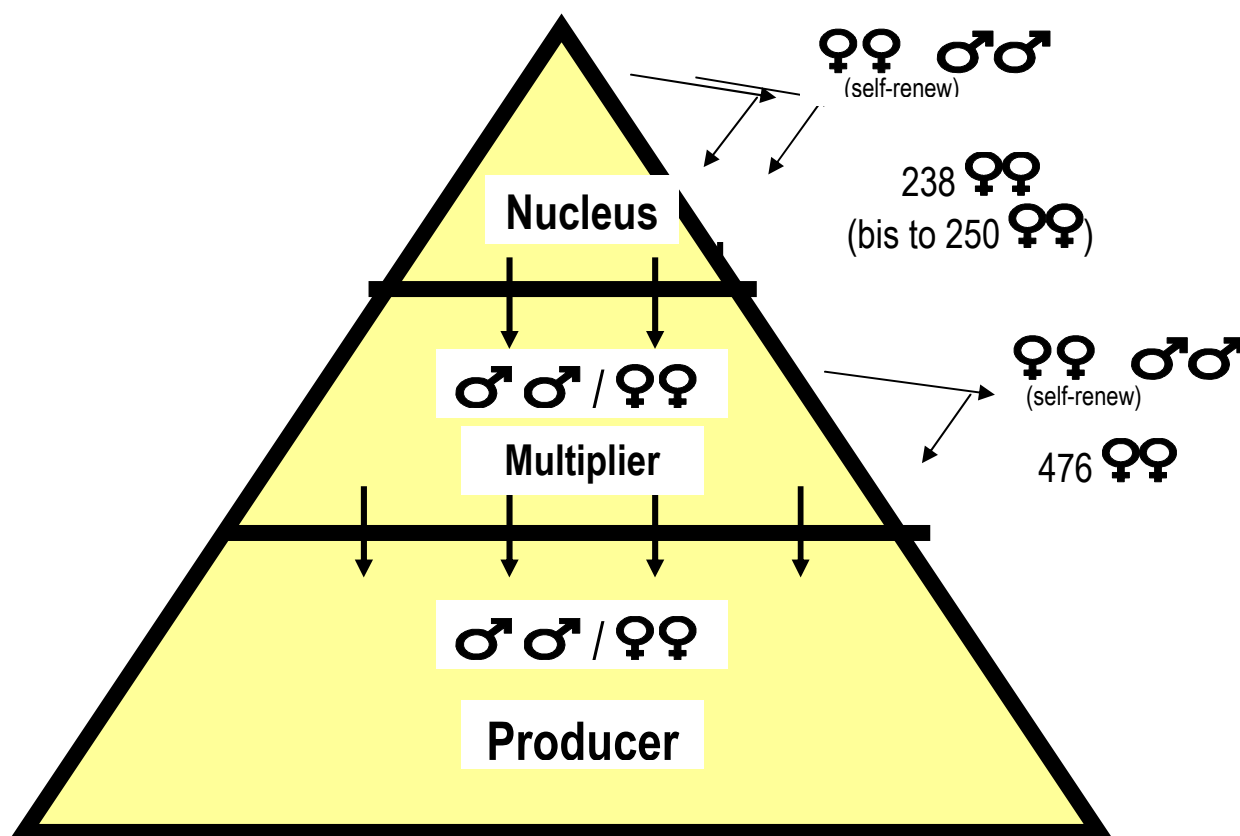


Figure 1. Scheme of breed grasscutter selection

The Nucleus, the summit of the triangle, stays the seat of the works of selection and it is not opened. There is own renewal of males and females. However, the generations of males and females are imbricated. The Nucleus supplies partially in the Multiplier the successful breeders and completely the male parents. The constituted livestock is done by 238 females (until competition of 250 and a genetic pool of 102 males). The multiplier has a wider base and is partially accommodated in station (476 females put in reproduction by cycle). It is partially renewed in females of replacement and supplies at the lower level of the parents male and female. The base of the pyramid is represented by the producers. With this new scheme done by imbricated generations especially to males, the cycle of reproduction in particular at the level of the nucleus which is 15 months in the first selection scheme varied between 8 and 13 months in the current scheme.

Tables 1 and 2 show that the heritability of the live weight characters ($h^2 > 40\%$) for the two sexes is strong, average for docility and low for the litter size of range.

Tables 3 and 4 indicate the values of the phenotypic and genetic correlations for males and females.

Table 1. Values of the coefficients of the heritability in the males

Parameters	Methods of estimation					
	Analysis of regression				Analysis of Variance	
	Son-Father		Son-Grands parents			
	\hat{h}^2	$\hat{\sigma}h^2$	\hat{h}^2	$\hat{\sigma}h^2$	\hat{h}^2	$\hat{\sigma}h^2$
Live weight at 4th month	0,54	0,167	0,60	0,109	0,63	0,12
Live weight at 8th month	0,58	0,167	0,53	0,114	0,51	0,10
Docility	0,20	0,173	-	-	0,26	0,05

Source: Yewadan (2000)

Table 2. Values of the coefficients of the heritability in the females

Parameters	Methods of estimation					
	Analysis of regression				Analysis of Variance	
	Daughter-Mother		Daughter-Grands parents			
	\hat{h}^2	$\hat{\sigma}h^2$	\hat{h}^2	$\hat{\sigma}h^2$	\hat{h}^2	$\hat{\sigma}h^2$
Live weight at 4th month	0,54	0,197	0,38	0,14	0,49	0,10
Live weight at 8th month	0,62	0,195	0,45	0,14	0,52	0,10
Litter size	0,05	0,03	-	-	0,07	0,01

Source: Yewadan (2000)

Table 3. Phenotypic and genetic correlations for males

Genetic correlations (r_G) of	Phenotypic correlations (r_P) of		
	Live weight at 4th month	Live weight at 8th month	Docility
Live weight at 4th month	-	0,57	-0,004
Live weight at 8th month	0,60	-	-0,20
Docility	-0,02	-0,10	-

Source: Yewadan (2000)

Table 4. Phenotypic and genetic correlations for females

Genetic correlations (r_G) of	Phenotypic correlations (r_P) of		
	Live weight at 4th month	Live weight at 8th month	Litter size
Live weight at 4th month	-	0,7	0,34
Live weight at 8th month	0,49	-	0,25
Litter size	0,28	0,23	-

Source: Yewadan (2000)

In the absence of genetic parameters, the index of selection had been calculated from weighted averages. Generally speaking, the reserved individuals were those having a value of performance superior to the average of the population to be selected. But with the availability of the genetic parameters and the methods of selection the best breeders evolved towards the construction of index allowing to improve the precision of the selection of the different animal series.

After the weaning of the young animals at 6 weeks age, they are raising in group of 8 heads in pen during 4 months to do the preselection. Then they are selected on the basis of their individual performance and of that of their collateral according to the following index:

$$I = 17.65W + 12.35WB + 35.85HB, \text{ where:}$$

I is the index of selection, **W** the live weight at the 4th month of the candidate, **WB** the average of live weight at the 4th month of full brothers of the candidate, **HB** the average of live weight at the 4th month of half brothers of the candidate.

At the end of this preselection, the young males are raised in individual cage where are measured monthly the live weight to 8 months age and the docility. The candidates so followed will be selected on the basis of an index combining the characters live weight and docility with:

$$I = 0.578(W_8 - \mu W_8) + 16.647(\text{Doc} - \mu \text{Doc}), \text{ where:}$$

W₈ is the live weight at the 8th month of the candidate **μW_8** the average of the population selected on the basis of live at the 8th month, **Doc** the docility of the candidate and **μDoc** the average of the population for the character docility.

The young females are weaned and raised in the same conditions as the young males. In the 4th month, they are preselected on the basis of the live weight at the 4th month. In the fact, the true selection is done on the basis of the litter size for primipare females or of the average of the litter size on two or several generations for multipare females. It is to say that here we are permanently in front of populations of females done by imbricated generations. Trials are being conducted to continuously select strains that adapt and produce well in captivity. The station in Benin also aims at developing breeding techniques for the production of grasscutter meat at prices that are competitive to that of poultry (the second most popular meat) and to propagate domesticated "breeds" or strains for the small farmer in Bénin and many other countries in West and Central Africa. Detailed results of several studies that have been carried out on captured wild grasscutter (etho-ecology, behavior, biology, breeding, pathology, husbandry, reproduction, feeding, extension strategy, etc.) are carried out on captivity are reported elsewhere (Baptist and Mensah, 1986; Mensah, 2000; Mensah and Ekué, 2003; Mensah, 2006).

Results of the 6-year's study form the background for developing grasscutter husbandry in the center of Projet Promotion de l'Elevage d'Aulacodes (PPEAu): PPEAu undertook extension of grasscutter husbandry in rural areas of Bénin during the period between 1989 and 1992. From 1993, PPEAu started the extension of grasscutter husbandry in rural area in Bénin. Introduction and subsequent spread of domesticated grasscutter production in rural areas using imported domesticated "breeds" from Bénin began in 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 and 2000 in Togo, Gabon, Côte d'Ivoire, Ghana and Nigeria, Equatorial Guinea, Cameroon and Burkina-Faso and Senegal in that order (Mensah, 2000; Fantodji *et al.*, 2004; Soro, 2007).

Recording and selection programs

The grasscutter breeding program has the following outlined objectives:

1. *Ex situ* conservation of grasscutter through progressive domestication
2. Identification of traits of economic importance and development of effective selection and mating schemes
3. Effective extension strategy of grasscutter husbandry by initiating and strengthening breeder associations
4. Marketing of improved grasscutter breeding stock strains and meat.

Besides the above, economic, socio-cultural and environmental objectives of grasscutter breeding program include the following:

1. Development of local alternative protein sources through cos-effective grasscutter husbandry in peri-urban and rural area as a complementary income source for the families.
2. Documentation of the indigenous knowledge on and cultural role of grasscutter for incorporation and use in conservation programs.
3. To reduce bush fire and the negative impacts of poachers and hunters.

The basic elements of the type of livestock recording-schemes and data processing for the domesticated grasscutter breeding program include: (1) Pedigree and performance recording, (2) Computerized capturing, processing and analyses of records, (3) Feed-back to the farmers with value added information e.g. ranking of individual animals within herd, (4) Regional/national statistics to characterize actual domesticated grasscutter performance and (5) Information sharing and extension service. Positive market trends and price incentives (increasing demands for, and prices of grasscutter meat), increased awareness by farmers following the 20 years or so of domesticated grasscutter breeding and 10 years extension program in Bénin and 12 other West and Central African countries, as well as the challenge to increase food production in these countries, has prompted the initiation of a regional husbandry program on domesticated grasscutter breeds in Bénin.

The breeding and selection scheme of domesticated grasscutter is based on and nucleus, multiplier and producer system will also undertake to do the followings:

- Document and review available information on grasscutter and the existing breeding programs within the region.
- Determine and update (report) the population and status of domesticated grasscutter breed.
- Document grasscutter breed performance characteristics and distribute to the members of the various breed associations.
- Contribute to improved use and conservation of domesticated grasscutter breed by identifying users, uses, preferences, and special breed attributes as well as developing options for improved use.
- Develop framework and capacity for future surveys/updates.

Conclusions and recommendations

National programs on promotion of grasscutter breeding and a national grasscutter husbandry centres have been successfully established in Bénin, Côte d'Ivoire and Gabon, which provide domesticated grasscutter breeding stock to the farmers. To ensure sustainability, several grasscutter breeders associations in these 3 countries have also been formed. The associations organize training of the new farmers on grasscutter husbandry, and help in pedigree and performance recording and marketing of both breeding and slaughter stock. This model can be used for other species that are currently threatened in the wild, but which have potential for being domesticated.

Knowledge gaps

Grass domestication and breeding being a relatively new initiative and undertaking, there are areas that need research attention in order to provide answers to several questions. These include:

- Feed needs and feeding tables for different physiology age;
- Diseases (pathogens and parasites);
- Performance trials under different environments.

References

- Adjahoun E., 1988. Contribution au développement de l'élevage de l'aulacode (*Thryonomys swinderianus* Temminck, 1827) et à l'étude de sa reproduction, Thèse de doctorat vétérinaire n°111, 198 p.
- Baptist R. & Mensah G. A., 1986. The cane rat - Farm animal of the future. World Animal Review 60: 2-6.
- Fantodji A., Soro D. et Mensah G. A., 2004. Reproduction du grand aulacode (*Thryonomys swinderianus*) en captivité étroite en Côte d'Ivoire. Sciences et Nature, N° 1, 25-33.
- Hanotte O. & Mensah G. A., 2002. Biodiversity and domestication of "non-conventional" species: a worldwide perspective. 7th WCGALP, Montpellier/France.
- Mensah G. A., 1985. Rapport final des études préliminaires sur l'élevage des aulacodes au Bénin. Notes techniques sur l'élevage. N° 023, SDS/DEP/MDRAC/Bénin, 64 p.
- Mensah G. A., 2000. Présentation générale de l'élevage d'aulacodes, historique et état de la diffusion en Afrique. In Actes Séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire à Libreville (Gabon), Projet DGEV/VSF/ADIE/CARPE/UE, pp. 45-59.
- Mensah E. R. C. K. D., 2006. Etude de viabilité des exploitations aulacodicoles au Bénin : détection précoce des élevages d'aulacodes à risque. Mémoire de troisième cycle en agronomie, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès/Royaume du Maroc. 100 p.
- Mensah G. A. et Baptist R., 1986. Aspects pratiques en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*).I. Modes d'accouplement et durée de la gestation. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire en pays tropicaux, vol. 39, pp. 239-242.
- Mensah G. A., Gnimadi A. et Hounnibo G., 2001. Formulation d'un projet de promotion de la filière aulacode au Bénin – Volume I – Rapport principal : Diagnostic de la filière aulacode au Bénin, 116 p.. – Volume II – Annexes, 113 p.. – Volume II (Bis) – Répertoires des éleveurs d'aulacodes du Bénin au 31/12/2000, 58 p.. – Volume III – Projet de Promotion de la Filière Aulacode au Bénin (PPFAB). CBDD/Bénin, 28 p.
- Mensah G.A. et Ekie M.R.M., 2003. L'essentiel en aulacodiculture. RERE/KIT/IUCN/C.B.D.D./République du Bénin/Royaume des Pays-Bas. ISBN: 99919-902-4-0, 160 p.
- Schrage R., Mensah G. A. & Mack R. P., 1987. Neuere Erfahrungen mit der Haltung von Rohrratten (Grasnager) in der Volksrepublik Benin. Entwicklung und ländlicher Raum, vol. 21, N°5, pp. 7-10.
- Schrage R., 1988. Quelques résultats des expériences faites sur les aulacodes au PBA. Rapport inédit, PBA/DEP/MDR/Bénin, 12 p.
- Schrage R., 1990. Untersuchungen zur Eignung von *Thryonomys swinderianus* (Grasnager) als landwirtschaftliches Nutztier. Thesis, University of Hohenheim, Germany, 120 p.
- Soro D., 2007. Stratégies de conduite de l'élevage pour l'amélioration des performances de reproduction des aulacodes d'élevage en cote d'ivoire, étude intégrée de la physiologie sexuelle de l'aulacodin. Thèse de doctorat unique, Université d'Abobo-Adjamé (Côte d'Ivoire). 251 p. + annexes.
- Stier C. H., Mensah G. A. & Gall C. F., 1991. Elevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) pour la production de viande. Revue Mondiale de Zootechnie, vol. 69, pp. 44-49.
- Yewadan T. L., 2000. Schéma de sélection en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*), Acquis, Perspectives, intérêts de multiplication et des collaborations à ce niveau. In : Actes Séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire à Libreville (Gabon), Projet DGEV/VSF/ADIE/CARPE/UE. Pp. 67-74.

Programmes fenêtres et gestion de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoïdes en cultures cotonnières au Bénin

A. KATARY⁶ et A.C. DJIHINTO⁶

Résumé

Pour la gestion de la résistance, la mise en place du programme de protection à deux fenêtres utilisant de l'endosulfan en début de campagne, a permis d'obtenir quelques résultats significatifs durant les cinq dernières campagnes. Les programmes à trois fenêtres sont peu satisfaisants, contrôlant les populations de chenilles endocarpiques moins bien que ne le font les produits binaires à base de pyréthrinoïdes. Aucune substance alternative à l'endosulfan n'a été identifiée comme pouvant donner un résultat économique au moins aussi satisfaisant que celui obtenu avec ce produit. Un bilan des résultats significatifs réalisés depuis 1998 permet de conclure que le profenofos n'est pas une alternative satisfaisante à l'endosulfan. Les résultats obtenus indiquent que son utilisation à grande échelle en substitution de l'endosulfan pourrait se traduire par une chute des rendements variant entre 41.650 et 96.600 tonnes de coton-graine pour une surface de 350.000 hectares.

Mots clés : *H. armigera*, pyréthrinoïde, produits phytosanitaires, deltaméthrine, vials tests, Bénin

Programs windows and *Helicoverpa armigera* management to pyrethroids in cotton cultivations in Benin

Abstract

The programs windows are studied for manage insecticide treatment. The *helicoverpa armigera* resistance to pyrethroids changed all the insecticide treatment used on the cotton crop. The use of endosulfan at the beginning of the agricultural campaign has shown some significant results in the program of two programs windows protection resistance management. The three windows programs are less satisfactory. The binary products based on pyrethroids control better the population of the *H. armigera*. The use of endosulfan is more economic than any other products. The profenofos is less efficient for the management of the *H. armigera* than the pyrethroids. The programs of two windows which start with endosulfan application at first and second treatments to manage resistance are very efficient that *H. armigera* resistance in cotton crop is not a problem nowadays for farmers in Benin. The results obtained in Benin show that the massive usage of the profenofos leads to the progressive decreasing of the cotton yield which is estimated between 96,600 tons and 41,650 tons for 350,000 hectares grown.

Key words: *Helicoverpa armigera*, resistance, pyrethroids, cotton crop, insecticid, Bénin

Introduction

L'échec de traitement est souvent le révélateur du phénomène sans en être la démonstration. D'une manière générale, le développement d'une résistance ne peut s'apprécier que par comparaison de la sensibilité d'un échantillon donné à celle d'une souche sensible de référence.

Dans la plupart des cas, le critère retenu est la dose qui provoque une mortalité de 50 % des individus d'une souche donnée (*DL50*).

La lutte étagée ciblée semble représenter la meilleure stratégie possible en fonction des connaissances actuelles pour obtenir un système de protection économique, durable, respectueux de l'environnement en évitant les phénomènes de résistance.

Matériel

Le matériel végétal utilisé est le cotonnier, une dicotylédone de l'ordre des Malvales, de la famille des Malvacées, du tribu des Hibiscées et du genre *Gossypium L.*

La connaissance de la dynamique et des niveaux d'infestation des principaux ravageurs sur le territoire béninois et le programme de gestion de la résistance des insectes aux insecticides ont permis à la recherche de définir, à partir de l'année 2000, trois (3) zones écologiques et phytosanitaires (nord, centre et sud) pour la protection du cotonnier.

La connaissance du produit insecticide à tester est essentielle. La méthodologie devra être adaptée à la rapidité d'action du produit et à son mode d'action, l'un et l'autre étant d'ailleurs souvent liés.

⁶ Centre de Recherches Agricoles Coton et Fibres, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 B.P. 715 Cotonou, E-mail : a.katary@intnet.bj, République du Bénin

La plupart des produits agissent sur la majorité des espèces assez rapidement (de quelques minutes à quelques heures). C'est le cas en particulier des molécules neurotoxiques qui représentent plus de 90 % des insecticides commercialisés à savoir les organophosphorés, les organochlorés, les carbamates, les pyréthriinoïdes. Les principales molécules utilisées dans nos essais sont les pyréthriinoïdes, les organophosphorés et surtout l'endosulfan comme principal alternatif aux pyréthriinoïdes. Le site d'action des pyréthriinoïdes est le Canal Na⁺ : en effet, aux faibles concentrations, les pyréthriinoïdes entraînent une augmentation de la perméabilité membranaire aux ions Na⁺ au niveau du corps cellulaire et de la dendrite ; cet accroissement est dû à une prolongation d'ouverture des canaux sodiques survenant au cours de la dépolarisation.

Méthodes

Les essais préliminaires ont été installés durant une campagne cotonnière sur le Centre Permanent d'Expérimentation (CPE) d'Angaradébou dans la zone Nord-Bénin où prédomine *H. armigera*. Quatre objets ont été mis en comparaison dans un dispositif en bloc de Fisher à 6 répétitions avec des parcelles élémentaires de 9 lignes de 20 m, dont 8 traitées. Les objets comparés et appliqués uniquement au cours des deux premiers traitements à 45 et 59 jours après la levée (jal) sont ce qui suit :

- Cyperméthrine-triazophos à 30-150 gma/ha (témoin)
- Endosulfan à 750 gma/ha
- Profenofos à 750 gma/ha
- Thiodicarbe à 750 gma/ha.

Une couverture a été réalisée avec la deltaméthrine à 10,75 gma/ha au 3^{ème} traitement et les trois dernières applications sont réalisées conformément au programme vulgarisé dans cette zone.

Protocole des essais programme à deux (2) fenêtres

Les essais ayant pour but de comparer de nouveaux programmes alternatifs à 2 fenêtres au programme actuellement recommandé ont été installés durant 3 campagnes sur les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) d'Angaradébou, de Gomparou et d'Okpara. Ces essais.

Le protocole des essais programme à 2 fenêtres ont été installés durant 3 campagnes sur les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) d'Angaradébou, Gomparou et Okpara. Le dispositif expérimental est constitué de plusieurs blocs de Fisher complètement randomisés à 6 traitements avec 7 répétitions. Chacune des 9 parcelles élémentaires comporte 20 lignes dont 8 traitées (soit 217 lignes en sole 45 et 163 en sole A6 ; chaque série commençant et terminant par une ligne non traitée) a une surface de 144 m² dont 128,0 m² traités.

Les produits utilisés dans les différents objets sont indiqués dans les tableaux 1 et 2.

Pour chaque objet sont indiqués les produits et les doses utilisés d'une part pour les deux premiers traitements (T1 + T2) et d'autre part pour les deux traitements suivants (T3 + T4). Les deux derniers traitements sont réalisés pour tous les objets avec un produit de couverture, qui est dans ce cas du Cotalm D 315 EC (lambdacyhalothrine 15 g/l + diméthoate 300 g/l), produit utilisé à raison de un litre par hectare.

Les produits de la première fenêtre (T1 + T2) sont appliqués à 45 et 59 jours après la levée. Les produits de la deuxième fenêtre (T3 + T4) sont appliqués à 73 et 87 jours après la levée. Ces produits sont appliqués à l'aide d'un appareil à dos dans lequel sont ajoutés les quantités de produits correspondant à la date du traitement et qui sont indiquées dans le tableau ci-dessus avec 8 litres d'eau.

Dans le cas des deux derniers traitements de couverture (T5 + T6) avec le Cotalm D 315 EC (lambdacyhalothrine 15 g + diméthoate 300 g.), toutes les parcelles reçoivent la même protection, il faut donc tout traiter en même temps en préparant dans le pulvérisateur à dos la bouillie suivante : 8 litres d'eau + 76,8 ml de Cotalm D 315 EC. Cette quantité permet de traiter les six parcelles d'une répétition. Cette quantité sera donc appliquée 6 fois pour couvrir tout le dispositif.

Tableau 1. Produits utilisés dans les essais programme à deux fenêtres

Objet	Produit Commercial	Matières actives	G. de m.a. / litre (ou Kg.)	G. de m.a. / hectare	Besoins ml.		Equivalent grammes		
					1 appl.	2 appl.	1 appl.	2 appl.	
A	T1 T2	Callisulfan 350 EC	Endosulfan	350	750	192,0	384,0	X	X
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	18 200	89,6	179,2	X	X
	T1 T2	Calfos 500 EC	Profenofos	500	750	134,4	268,8	X	X
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	18 200	89,6	179,2	X	X
C	T1 T2	Avaunt 150 SC	Indoxacarb	150	25	14,9	29,9		
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	18 200	89,6	179,2	X	X
	T1 T2	Laser 480 SC	Spinozine	480	48	9,0	17,9	9,8	19,5
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	18 200	89,6	179,2	X	X
E	T1 T2	Match 50 EC	Lufenuron	50	50	89,6	179,2	X	X
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	18 200	89,6	179,2	X	X
	T1 T2	Callisulfan 350 EC	Endosulfan	350	750	192,0	384,0	X	X
	T3 T4	Lorsban B 207 SC	Betacyfluthrine chlorpyrifos-éthyl	7 200	7 200	89,6	179,2	X	X

Tableau 2. Quantités de produits à fournir

Produits commerciaux à fournir		G. de m.a./ litre(ou kg)	Besoins nets en ml pour tout l'essai
Nom	Société		
Callisulfan 350 EC	Calliope	350	768,0
Calfos 500 EC	Calliope	500	268,8
Avaunt 150 SC	Dupont	150	29,9
Laser 480 SC	Dow Agro Sciences	480	17,9 (= 21,5 g)
Match 50 EC	Syngenta	50	179,2
Alphacal P 218 EC	Calliope	18 200	896,0
Lorsban B 207 SC	Dow Agro Sciences	7 200	179,2

Protocole des essais programme à trois (3) fenêtres

Les essais programme à trois fenêtres qui visent à comparer de nouveaux programmes alternatifs à trois fenêtres au programme actuellement recommandé, ont été installés sur les mêmes CPE.

Le dispositif expérimental est constitué de plusieurs blocs de Fisher complètement randomisés à 6 traitements avec 6 répétitions. Chacune des 9 parcelles élémentaires comporte 15 lignes dont 8 traitées (soit trois bandes de 73 lignes à 2 répétitions par bande et chaque série commençant et terminant par une ligne non traitée) a une surface de 108 m² dont 96,0 m² traités.

Ainsi, la Sole II/2 (75 lignes de 79 m) est divisée en 3 bandes de 15 m de long séparées par des allées de 2 mètres. L'essai à trois fenêtres a alors utilisé les 3 bandes à raison de 73 lignes par bande qui représenteront chaque fois deux blocs.

Les produits utilisés dans les différents objets sont indiqués dans le tableau 3. Comme il s'agit d'un programme à trois fenêtres, un même objet reçoit des produits différents durant les trois périodes (T1+T2), (T3+T4) et (T4+T5).

Tableau 3. Produits utilisés dans les essais programme à trois fenêtres.

Objet	Produit commercial	Matières actives	G. de m.a. par		Besoins ml.		
			litre	hectare	1 appl.	2 appl.	
A	T1 T2	Callisulfan 350 EC	Endosulfan	350	750	123,4	246,9
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	36 200	57,6	115,2
	T5 T6	Cotalm D 315 EC	Lambdacyhalothrine diméthoate	15 300	35 300	57,6	115,2
B	T1 T2	Callisulfan 350 EC	Endosulfan	350	750	123,4	246,9
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	36 200	57,6	115,2
	T5 T6	Calfos 500 EC	Profenofos	500	750	86,4	172,8
C	T1 T2	Callisulfan 350 EC	Endosulfan	350	750	123,4	246,9
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	36 200	57,6	115,2
	T5 T6	Dursban 4 E	Chlorpyrifos-éthyl	480	750	90,0	180,0
D	T1 T2	Callisulfan 350 EC	Endosulfan	350	750	123,4	246,9
	T3 T4	Alphacal P 218 EC	Alphacyperméthrine profenofos	18 200	36 200	57,6	115,2
	T5 T6	Dursban 75 WG (*)	Profenofos	750	750	57,6	115,2

(*) Le Dursban 75 WG se présentant sous forme de granulés, la quantité indiquée est en poids (grammes) et non en volume.

Le calendrier des traitements a été le suivant :

- Les produits de la première fenêtre (T1 + T2) sont appliqués à 45 et 59 jours après la levée.
- Les produits de la deuxième fenêtre (T3 + T4) sont appliqués à 73 et 87 jours après la levée.
- Les produits de la troisième fenêtre (T5 + T6) sont appliqués à 101 et 115 jours après la levée.

Ces produits sont appliqués à l'aide d'un appareil à dos dans lequel sont ajoutés les quantités de produits correspondant à la date du traitement et qui sont indiquées dans le tableau 4 avec 5,5 litres d'eau.

Tableau 4. Quantités de produits à fournir

Produits commerciaux à fournir		G. de m.a. par		Besoins nets en ml pour tout l'essai (ou grammes purs WG)
Nom	Société	litre	Kg	
Callisulfan 350 EC	Calliope		350	987,6
Calfos 500 EC	Calliope		500	246,9
Dursban 4 E	Dow Agro Sciences		480	180,0
Dursban 75 WG	Dow Agro Sciences		750	115,2
Alphacal P 218 EC	Calliope	18	200	460,8
Cotalm D 315 EC	ALM	15	300	115,2

Attention : pour le Dursban 75 WG, il s'agit d'un poids en grammes.

Parcelles d'observation

Un dispositif non statistique a été utilisé avec 10 parcelles élémentaires de 20 lignes de 20 m disposées en double escalier sur chacun des 13 CPE du Bénin. Les objets mis en comparaison sont : la parcelle non traitée (TO), l'ancienne protection standard qui reçoit six applications à une fréquence de 14 jours à base de pyréthriinoïdes et d'organophosphorés, l'ancien plafond recevant quinze traitements avec une association ternaire (pyréthriinoïde + acaricide + aphicide). En 1999, deux nouveaux objets ont été ajoutés dans les parcelles d'observation (ou parcelles de suivi du parasitisme).

Une nouvelle protection standard commençant par deux applications d'Endosulfan à 750 g/ha est apparue sans pour autant que l'ancien standard comportant six applications d'un binaire « pyréthriinoïde plus organophosphoré » ne soit supprimé. Un nouveau plafond dont les six premiers traitements sont réalisés avec de l'Endosulfan à la même dose (24, 31, 38, 45, 52, 59 jours après la levée) puis protégé avec un produit ternaire (cyperméthrine 36 g/ha + triazophos 150 g/ha + acétamipride 8 g/ha) lors des neuf traitements suivants (66, 73, 80, 87, 94, 101, 108, 115, 122 jours après la levée) a aussi été ajouté. Ce plafond renforcé (ou PPB) reçoit en plus 25 g/ha d'Indoxacarbe à 73, 87 et 101 jours après la levée.

Observations des programmes fenêtres

Les observations réalisées au niveau des programmes fenêtres sont :

- nombre de plants présents sur les lignes 3, 4, 5 et 6 plants attaqués par *Sylepte derogata*, *Aphis gossypii*, Aleurodes et *Polyphagotarsonemus latus* sur 100 plants à 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105, 112, 119, 126, 133 jours après la levée (25 plants sur les lignes 2, 3, 6 et 7) ;
- feuilles attaquées par Pucerons, Aleurodes, Acariens sur 100 feuilles à 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105, 112, 119, 126, 133 jours après la levée (4 points de 5 plants sur les lignes 3 et 6, à raison de 5 feuilles par plant) ;
- comptage de chenilles sur 20 plants à 56, 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105, 112, 119, 126, 133 jours après la levée (4 points de 5 plants sur les lignes 3 et 6) ;
- analyse de capsules vertes sur 100 capsules sur les lignes 2 et 7 (50 + 50), à 84, 91, 98, 112, 119 et 126 jours après la levée (2 points de 25 capsules en ligne 2 et 2 points de 25 capsules en ligne 7) ;
- analyse sanitaire de capsules mûres sur 100 capsules juste après chaque récolte, (4 points de 25 capsules, 2 sur la ligne 3 et 2 sur la ligne 6), le poids de coton est pesé ;
- récolte des quatre lignes centrales (lignes 3, 4, 5 et 6).

Toutes ces observations ont été aussi réalisées sur les parcelles d'observations.

Analyses statistiques

Les données quantitatives recueillies lors des récoltes ou des observations phytosanitaires ont été reportées par objet et par répétition dans des tableaux spécifiques. Elles ont été analysées avec le logiciel STATENTO (conçu par le CIRAD-CA). Ce logiciel de gestion et d'analyse de données entomologiques est utilisé dans bon nombre d'organismes de recherche cotonnière d'Afrique de l'Ouest.

Notre démarche d'analyse statistique, basée sur les principes exprimés par Dagnelie (1986) à ce propos, est la suivante : vérification des conditions d'application de l'analyse de variance, puis réalisation de celle-ci. Signalons par ailleurs que Vilain (1999) a présenté les divers aspects à prendre en compte dans la pratique et l'analyse d'essais en milieu réel.

Vérification des conditions d'application de l'analyse de variance

En ce qui concerne les conditions d'application de l'analyse de variance, il s'agit de :

- l'homoscédasticité, c'est-à-dire l'homogénéité de la variance intra - traitements
- la normalité des populations observées
- le caractère aléatoire et simple des échantillons.

Le caractère aléatoire et simple de toutes les observations réalisées dans le cadre des observations classiques est admis compte tenu des protocoles de récoltes et d'observations phytosanitaires mises en place.

Le logiciel STATENTO a permis de tester l'homogénéité des variances intra traitements par la méthode du test de BARTLETT mais aussi de tester la normalité des populations. Ceci s'explique par le fait que si l'homoscédasticité est indispensable pour l'interprétation de toute analyse de variance, il n'en est pas de même en pratique concernant la normalité des populations, compte tenu de la robustesse de l'analyse de variance par test F. En d'autres termes, seules les conditions d'homoscédasticité et du caractère aléatoire et simple des échantillons sont souvent retenues pour réaliser les analyses de variance dans des essais phytosanitaires en milieu réel. Lorsqu'une hétérogénéité des variances intra traitements est observée, une transformation des variables initiales en variables d'étude est réalisée, si elle permet de stabiliser ces variances. C'est souvent le cas avec des données obtenues par le dénombrement des insectes (notamment les comptages de ravageurs).

Le logiciel STATENTO permet les transformations suivantes : Log (X+1) ; Rac (X+1) ; Bliss.

Le choix de la transformation est un sujet peu développé dans la littérature classique de statistique appliquée et il n'existe pas de règles générales à ce sujet. Dagnelie (1986) considère que ce choix peut se faire « soit sur la base de considérations théoriques, soit sur des bases purement empiriques ». Chacun des choix faits ici parmi les transformations proposées par le logiciel a ainsi été orienté par les considérations suivantes : la satisfaction à la condition d'homoscédasticité ; Le niveau de satisfaction à cette condition (si nécessaire).

La technique de l'analyse de variance permet de tester l'égalité de plusieurs moyennes. Dans un premier temps, l'effet global du facteur étudié est apprécié par un test F, et si l'hypothèse d'égalité des moyennes

entre traitements est rejetée, le test de Duncan est utilisé pour mettre en évidence les différences significatives entre ces moyennes.

Pour chaque observation mentionnée dans les tableaux de résultats présentés dans cette étude, seront retrouvées les précisions suivantes :

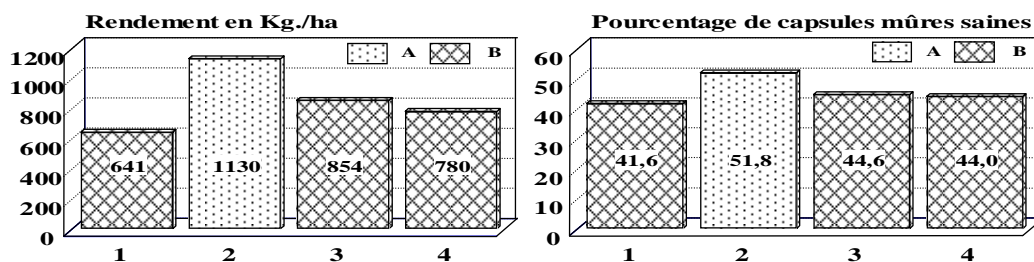
- Homoscédaticité : Oui ou Non (aucune interprétation du résultat de l'analyse ne sera dégagée en cas de Non satisfaction à cette condition).
- Transformation : Sans transformation, log (X+1), Rac (X+1), ou BLISS
- Proba F Objet
- Signification : N.S. (Non significatif), lorsque Proba F Objet > 10 % ; 10 % (significatif à 10%), lorsque 5 < Proba F Objet < 10 % ; SI. (significatif à 5 %), lorsque Proba F Objet < 5 % ; H.S. (Hautement Significatif), lorsque Proba F Objet < 1 %.
- Le classement des objets en cas de différences significatives est ascendant (« a » pour les meilleurs résultats, puis « b », puis « c », puis « d »).
- % C.V. Brut : Coefficient de variation (en %).

Résultats et discussion

La stratégie adaptée à la lutte étagée ciblée (LEC), en cours de vulgarisation au Bénin, prévoit en plus de la première fenêtre utilisant de l'Endosulfan, l'emploi sur seuil de l'Indoxacarbe ou de la Spinosyne (Spinosad) contre *H. armigera* et de l'acetamipride contre les pucerons. Ce programme intègre donc au moins quatre (4) modes d'action en plus de celui des pyréthrinoïdes (A pour l'acétamipride, A et B pour la spinozyne ou D pour l'Indoxacarbée, E pour les organophosphorés, B pour l'Endosulfan). En effet, l'Indoxacarbée ou la spinozyne, ainsi que l'acétamipride, sont appliqués sur seuil en fonction des besoins.

Essai programme à deux fenêtres

L'essai programme à 2 fenêtres réalisé à Angaradébou en 1998, l'année où la résistance de *H. armigera* aux pyréthrinoïdes s'est manifestée par des échecs des traitements classiques au champ, est le plus discriminant de tous ceux de ce type jusqu'alors conduits dans cette étude. La figure 1 présente le rendement en coton-graine et le pourcentage de capsules mûres saines observés dans cet essai. Les 4 programmes étudiés dans celui-ci ne se distinguent que par le produit utilisé lors des traitements T1 et T2 (45 jal et 59 jal).



Deux premiers traitements

- 1 : cyperméthrine + triazophos (30 + 150 g./ha.) 3 : profenofos (750 g./ha.)
 2 : endosulfan (750 g./ha.) 4 : thiodicarbe (750 g./ha.)

Puis quatre traitements avec deltaméthrine + triazophos (10,75 + 150 g./ha/)

Figure 1 : Essai de programmes fenêtrés en début de cycle ; rendement en coton-graine et % de capsules mûres saines.

L'endosulfan (750 g/ha) est le seul produit alternatif à fournir une augmentation de rendement significative par rapport au témoin (cyperméthrine 30 g/ha + triazophos 150 g/ha). Les deux autres produits (profenofos 750 g/ha et thiodicarbe 750 g/ha) ne sont pas significativement différents du témoin et tous deux sont significativement inférieurs à l'endosulfan. Le gain de rendement obtenu avec l'endosulfan par rapport au meilleur objet qui le suit (profenofos 750 g/ha) est de 276 kg/ha, soit 96.600 t pour 350.000 ha.

Le constat est que les capsules mûres sont aussi significativement plus saines avec l'endosulfan qu'avec les autres programmes.

Synthèse des essais programme à deux fenêtres, campagnes 1999 à 2001.

La synthèse des essais programme à deux fenêtres installés à Angaradébou durant les campagnes 1999/2000, 2000/2001 et 2001/2002 comporte 6x objets. Les 5 premiers se distinguent entre eux par le produit appliqué lors des 2 premiers traitements à 45 et 59 jal. Pour ces 5 objets, le produit appliqué lors des traitements T3 à T6 (73, 87, 101 et 115 jal) est du Cypercal P 218 EC (18 g/ha d'alphacyperméthrine + 200 g/ha de profenofos). Le sixième objet reçoit 750 g/ha d'endosulfan lors des 2 premiers traitements comme le premier objet, dont il se distingue par le produit utilisé lors des traitements T3 à T6 et qui est du Lorsban B 207 SC (7 g/ha de betacyfluthrine + 200 g/ha de chlorpyrifos-éthyl).

La figure 2 présente les pourcentages de plants et de feuilles attaqués par des pucerons. Les programmes commençant par du lufénuron (6 : 50 g/ha), de l'indoxacarbe (3 : 25 g/ha) et du spinozad (4 : 48 g/ha) sont significativement moins efficaces contre les pucerons que le témoin utilisant de l'endosulfan (1 : 750 g/ha) lors des 2 premiers traitements, que ce soit pour le pourcentage de feuilles attaquées ou pour le pourcentage de plants attaqués. Le lufenuron apparaît aussi moins efficace que le profenofos dans le cas des seules observations des plants.

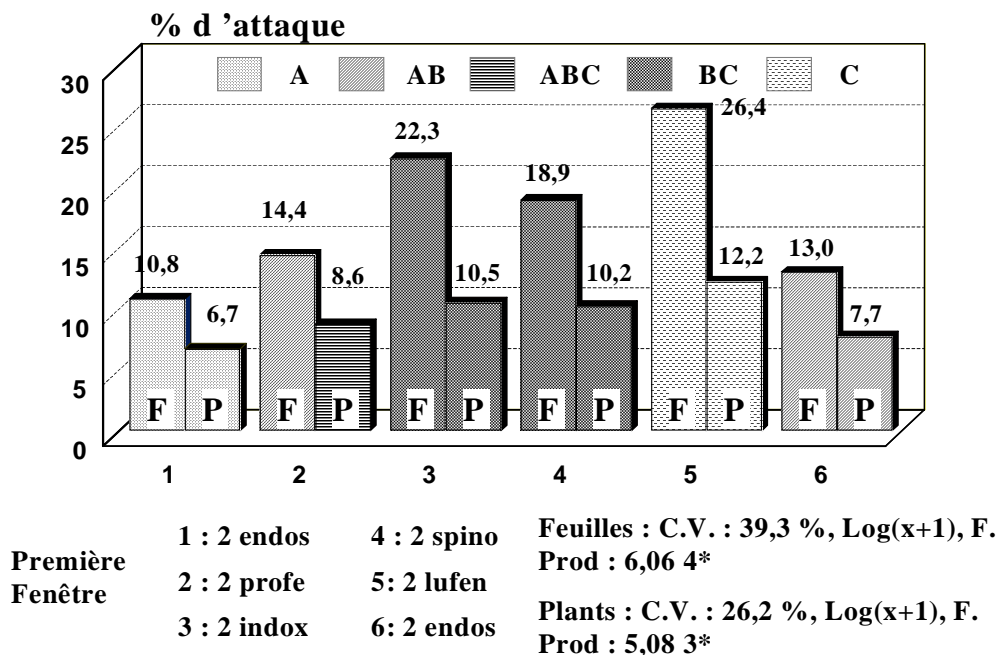


Figure 2. Pourcentages de Feuilles (F) et de Plants (P) attaqués par des pucerons, essais programme à deux fenêtres

La figure 3 présente la production de coton-graine obtenue dans le même essai, lors des deux récoltes échelonnées puis leur total. La récolte totale montre que l'endosulfan est la meilleure alternative existante en première fenêtre, puisque le poids de coton-graine obtenu avec cet objet est significativement supérieur à celui de tous les autres objets. La seconde récolte prise isolément distingue en plus le profenofos des autres programmes. La différence observée entre les programmes (1) et (6) commençant tous les deux par de l'endosulfan provient du binaire acaricide appliqué durant les traitements 3 à 6. L'association betacyfluthrine (7 g/ha) plus chlorpyrifos-éthyl (200 g/ha) fournit une production significativement inférieure à celle obtenue avec l'association d'alphacyperméthrine (18 g/ha) plus profenofos (200 g/ha).

La figure 4 présente la précocité relative observée dans cet essai (% de la récolte totale obtenu lors de la première récolte). Le surplus de production que permet d'obtenir l'endosulfan utilisé en première fenêtre se traduit par une précocité relative moindre, significativement différente de celle observée dans le cas des objets 3 à 6. Il ne s'agit donc pas d'un effet se limitant à une meilleure protection des premières capsules mais bien d'une protection se prolongeant au delà de la première fenêtre. Un effet « retard », qui correspondrait avec cette réduction de la précocité relative, a déjà été observé antérieurement à plusieurs reprises. Dans ces cas, les populations de *H. armigera* restent moindres dans les parcelles traitées en début de campagne avec de l'endosulfan alors que la période d'application de ce produit est terminée depuis plusieurs semaines. Cette observation est particulièrement importante pour une bonne

gestion de la résistance puisqu'en plus d'une protection initiale efficace, il y a aussi un retard dans la réinfestation des champs donc une réduction des générations exposées ensuite aux traitements avec des pyréthrinoides.

La figure 5 présente le rendement en coton-graine obtenu dans l'essai programme à 2 fenêtres en milieu paysan. Cet essai qui ne reprend que les 4 premiers objets de l'essai station n'est pas discriminant.

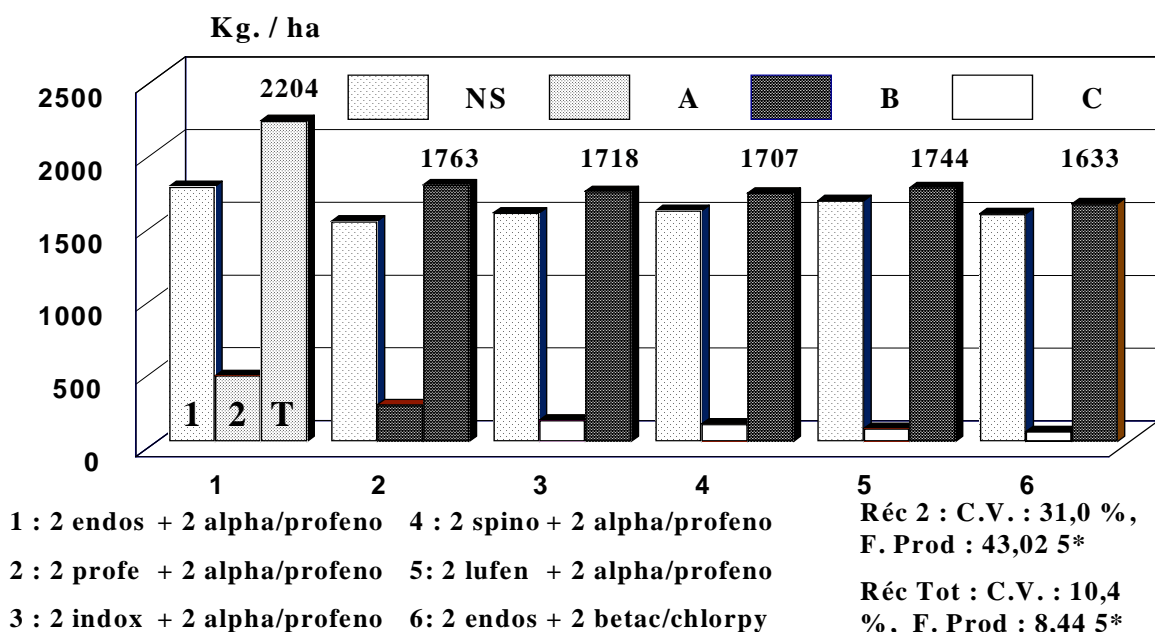


Figure 3. Production de coton-graine, 1ère (1), 2^{ème} récolte (2), et récolte totale (T), essais programme à deux fenêtres, Angaradébou 1999-2001

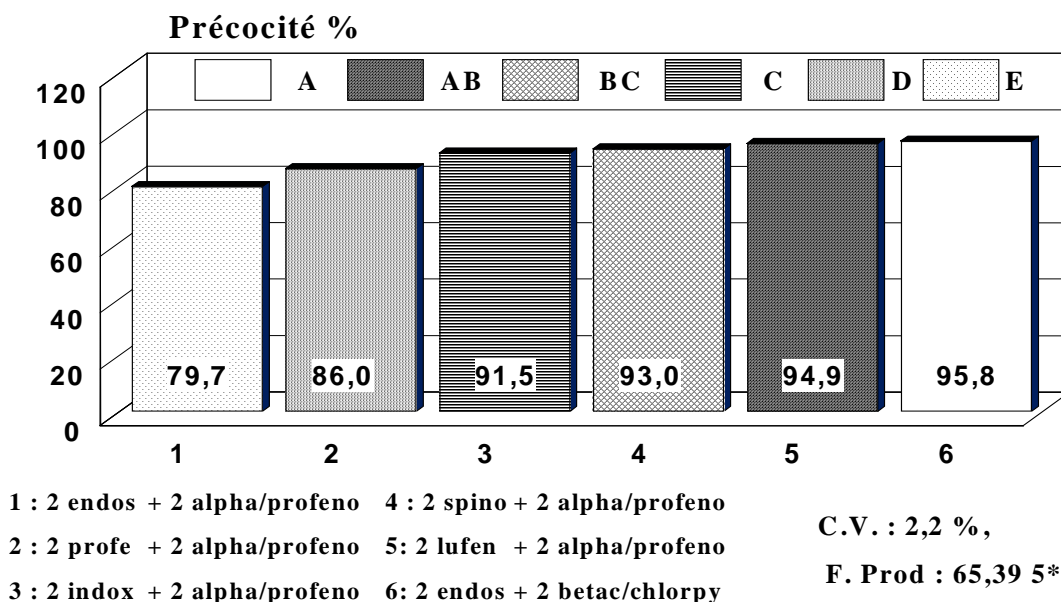


Figure 4. Précocité relative, essai programme à deux fenêtres, Angaradébou 1999-2001

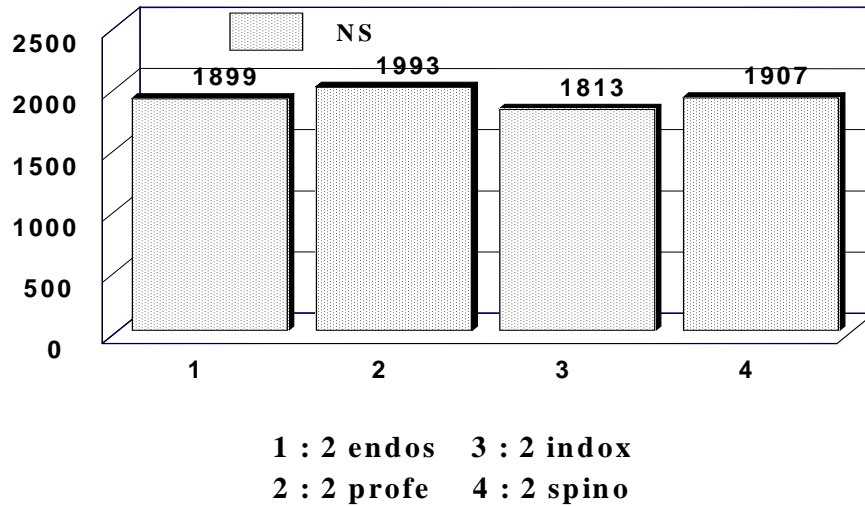


Figure 5. Production de coton-graine, essai programme à deux fenêtres en pré vulgarisation en milieu paysan (1999-2001)

Essais programme à trois fenêtres, campagnes 1999 à 2001

Les essais programmes à trois fenêtres installés à Angaradébou durant les campagnes 1999/2000, 2000/2001 et 2001/2002 comportent quatre objets. Tous sont traités avec de l'endosulfan (750 g/ha) lors des deux premiers traitements (T1 à 45 jal et T2 à 59 jal) et une association d'alphacyperméthrine (18 g/ha) et de profenofos (200 g/ha) lors des deux traitements suivants (T3 à 73 jal et T4 à 87 jal). Ils se distinguent entre eux seulement par le produit appliqué lors des 2 derniers traitements à 101 et 115 jal.

La figure 6 présente le pourcentage de capsules vertes trouées par des chenilles, d'une part uniquement pour les observations réalisées durant la troisième fenêtre (F3), d'autre pour l'ensemble de la durée de ces observations (Tot). Seule cette variable, parmi toutes celles étudiées est discriminante.

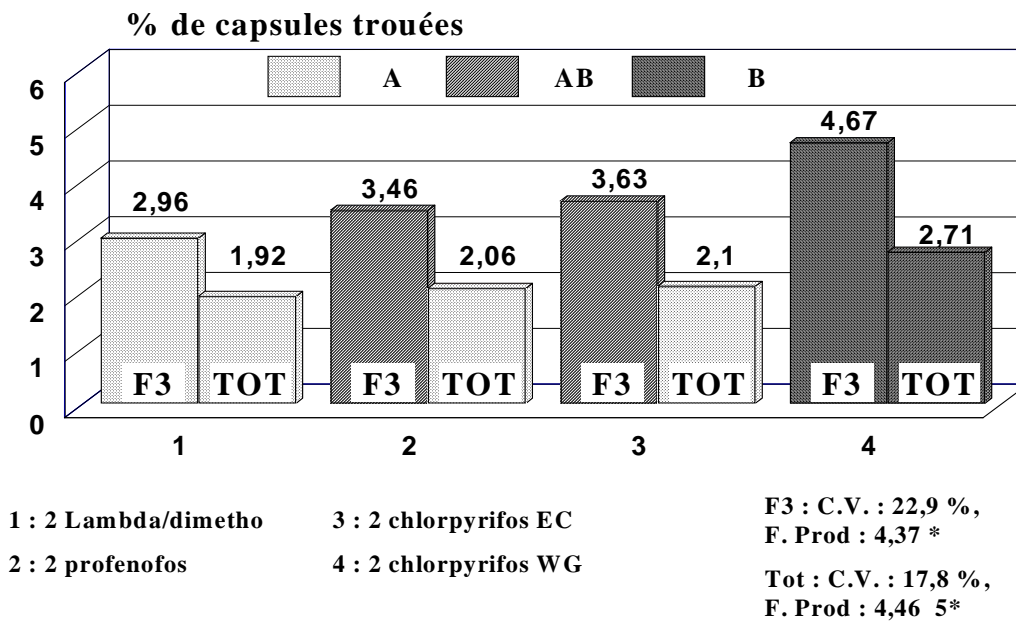


Figure 6. Pourcentage de capsules vertes trouées, 3^{ème} fenêtre (F3) et total (tot), essais programme à trois fenêtres, Angaradébou 1999-2001

Aucun des produits testés ne fournit une protection vraiment satisfaisante par rapport au programme de référence utilisant l'association d'un pyréthrianoïde (alphacyperméthrine 18 g/ha) et d'un aphicide (diméthoate 300 g/ha). Le pourcentage de capsules trouées dans les parcelles traitées avec du profenofos (750 g/ha) ou du chlorpyrifos-éthyl (750 g/ha) présenté sous forme d'un concentré émulsifiable (EC) n'est pas significativement plus élevé que celui observé dans le témoin (ni en F3 ni pour le total). Il est cependant plutôt plus élevé. La formulation de chlorpyrifos-éthyl (750 g/ha) sous forme de granulés (WG) donne des résultats significativement différents de tous les autres produits, dont la formulation EC de la même matière active (total des observations). Il s'agit donc dans ce cas d'un problème lié à la formulation. En fait, tous les produits alternatifs jugulent moins bien les populations de chenilles endocarpiques (surtout *Cryptophlebia leucotreta*, mais aussi *Pectinophora gossypiella*) que ne le font les produits contenant un pyréthrianoïde. La première fenêtré utilisant de l'endosulfan est suffisamment efficace contre *H. armigera* pour que cette espèce qui pourrait être visée en troisième fenêtré par un produit alternatif ne colonise pas à nouveau les parcelles au point de faire apparaître une différence en troisième fenêtré. Par contre, l'endosulfan, moins efficace contre les espèces endocarpiques, laisse celles-ci se développer plus abondamment et plus tôt. Un produit efficace en troisième fenêtré maintient leurs dégâts à un niveau satisfaisant, mais les alternatives testées ne semblent pas garantir une protection suffisante.

La figure 7 présente la production de coton-graine obtenue avec les différents objets de cet essai. Cette variable n'est pas discriminante et il n'est pas possible de conclure quant à l'effet de ces programmes sur la productivité de la culture.

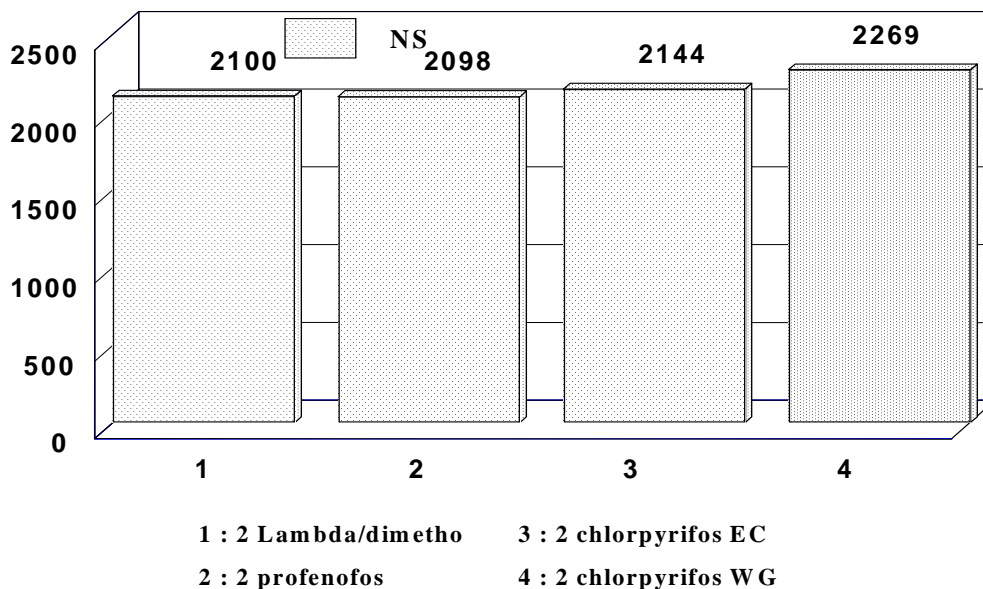


Figure 7. Production de coton-graine, essai programme à trois fenêtrés, Angaradébou 1999-2001

L'essai programme à trois fenêtrés conduit en milieu paysan reprend les trois premiers objets de l'essai sur station mais en diffère en ce qui concerne le quatrième et dernier objet. Celui-ci utilise du profenofos en troisième fenêtré comme le second objet, mais il en diffère par l'emploi d'une association de cyfluthrine (18 g/ha) et de chlorpyrifos-éthyl (200 g/ha) durant la deuxième fenêtré (T3 et T4) en lieu et place de l'association d'alphacyperméthrine (18 g/ha) et de profenofos (200 g/ha) utilisée pour les trois premiers programmes durant la même période.

La figure 8 présente la production de coton-graine obtenue dans cet essai. Ces essais sont hautement discriminants au niveau de l'effet de ces quatre programmes sur le rendement en coton-graine. En premier lieu, il ressort que le programme utilisant du chlorpyrifos-éthyl (750 g/ha) lors des deux derniers traitements est significativement moins bon que tous les autres. Les deux programmes utilisant du profenofos (750 g/ha) ne sont pas significativement différents du témoin. Cependant, ces deux programmes sont significativement différents l'un de l'autre. Celui utilisant l'association cyfluthrine (18 g/ha) plus chlorpyrifos-éthyl (200 g/ha) en deuxième fenêtré permet d'obtenir un rendement supérieur à celui utilisant l'association alphacyperméthrine (18 g/ha) plus profenofos (200 g/ha). Les associations à base de cyfluthrine se sont déjà révélées comme permettant l'obtention d'un meilleur rendement.

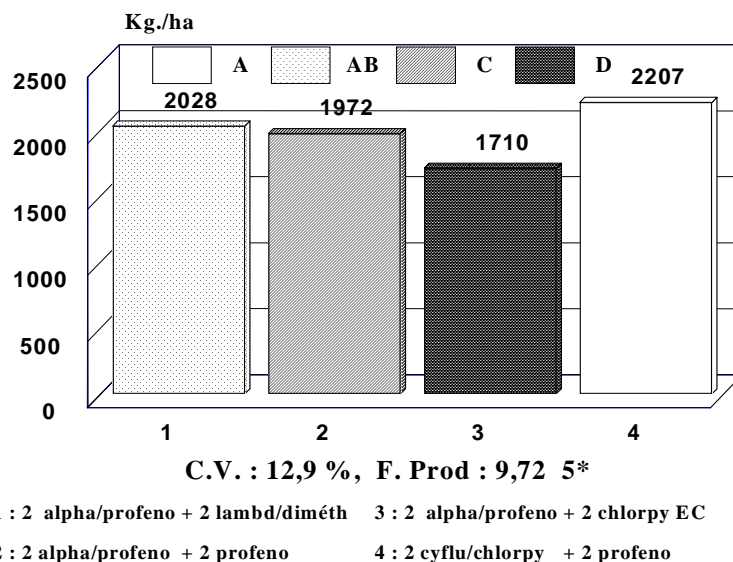


Figure 8. Production de coton-graine, essai s programme à trois fenêtres, Prévulgarisations en Milieu Paysan 1999-2001

Succès du programme fenêtre mis en place depuis la campagne 1999/2000.

La meilleure preuve de l'efficacité de l'Endosulfan est le succès du programme fenêtre utilisant cette molécule lors des 2 premiers traitements, qui est mis en place depuis 3 campagnes.

La figure 9 présente l'évolution des populations de chenilles de *H. armigera* dans les parcelles d'observation non traitées, de 1992 à 2000.

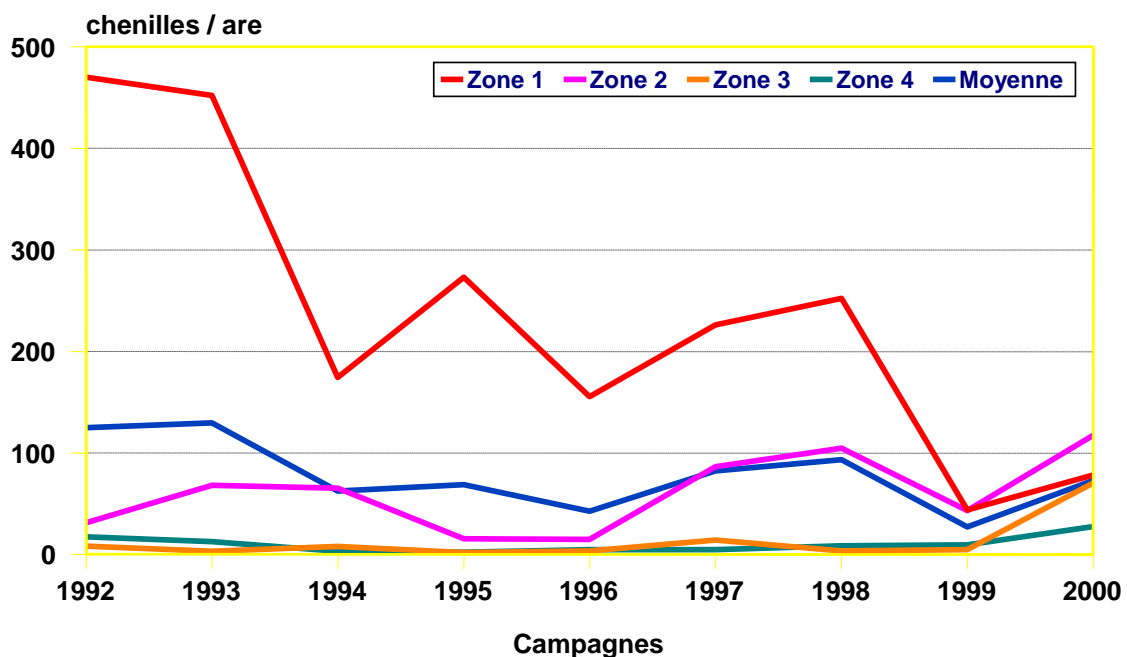


Figure 9. Évolution des populations de *H. armigera* dans les parcelles d'observation non traitée de 1992 à 2000

Après le dernier pic observé en 1998, année où la résistance s'est manifestée par des échecs des traitements et par de fortes pertes de rendement, et depuis la mise en œuvre du programme fenêtre utilisant de l'Endosulfan en 1999, les niveaux de population enregistrés restent très faibles. Les résultats définitifs de la campagne 2001 indiquent déjà que les niveaux de populations enregistrés au cours de cette dernière campagne, ne sont pas supérieurs à ceux de la campagne 2000.

Ce programme est donc un plein succès et il n'est pratiquement plus possible d'observer ce ravageur dans les champs de cotonniers avant la fin octobre. Cette situation est aussi vraie qu'à Bouaké où Thibaut *et al.* (2000) a abouti à la même conclusion.

Conclusion

Le principe de programme fenêtre consiste, d'une part à réduire la pression de sélection durant le cycle de culture du cotonnier en réduisant la période d'application des pyréthriinoïdes et en remplaçant ceux-ci par une molécule ayant un autre mode d'action, d'autre part à détruire les individus résistants en utilisant une molécule à laquelle ils sont sensibles. Dans le cadre de cette étude et sur la base de connaissances antérieures, le principe de fenêtrage de début de cycle a été retenu à cet effet, avec l'emploi d'Endosulfan lors des deux premiers traitements.

Cette stratégie prévoit de n'utiliser la molécule appliquée en première fenêtrage que lors des deux premiers traitements, justement pour réduire la pression de sélection exercée vis-à-vis de celle-ci et donc d'éviter l'apparition d'un phénomène de résistance l'affectant comme dans le cas des pyréthriinoïdes. Au sens strict, ce ne sont pas les deux premiers traitements qui définissent la période d'application de l'Endosulfan, mais une date butoir d'utilisation de ce pesticide, le 15 août de chaque année et ce compte tenu de la dynamique de population. Cette mesure prise à une échelle nationale est la plus efficace pour se prémunir contre l'apparition d'un phénomène de résistance à l'Endosulfan. Même si l'application stricte de ce principe n'est pas simple à mettre en œuvre, l'application d'Endosulfan reste limitée à deux applications. Le principe de programme fenêtrage intègre donc dans sa conception la prévention de l'apparition d'une résistance à la molécule alternative qu'il utilise.

Il est alors certain que la nouvelle stratégie de gestion mise au point dans nos essais à partir des années 1998 peut être durable si les utilisateurs qui sont les paysans respectaient dans son esprit et dans sa forme les innovations mises à leur disposition par la recherche agronomique.

Références bibliographiques

- Dagnelie P., 1986. Théorie et méthodes statistiques. Vol. 2. Les presses agronomiques de Gembloux. 463 p.
- Thibaut M., Ochoa O.G., Vaissayre M. and Fournier D., 2000. Entomological Society of America, Organophosphorus Insecticides Synergize Pyrethroids in the Resistant Strain of Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera) : In: La lutte chimique en situation résistante : Quel avenir ? Article : la Défense des Végétaux n° 482 pp. 27-28.
- Vilain M., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie, pratiques et analyses. Agriculture d'aujourd'hui, édition Tec & Doc, Paris, 337 p.