



### III. Prévenir et gérer la résistance des insectes aux pesticides : le cas de la noctuelle *Helicoverpa armigera*

Les pyréthrinoïdes, insecticides dont la synthèse est réalisée à partir des fleurs de pyrèthre, ont perdu l'efficacité qu'elles avaient il y a une vingtaine d'années sur les noctuelles des genres *Heliothis* et *Helicoverpa*. Dès 1983, les premiers cas de résistance ont été signalés aux Etats-Unis pour les espèces *Heliothis virescens* et *Helicoverpa zea*. C'est donc sans surprise que se sont enchaînés les cas de résistance de la noctuelle *Helicoverpa armigera* Hübner sur cotonnier en Australie, en Thaïlande (encadré III.1), en Inde, en Turquie, en Indonésie puis en Chine. Cette situation s'est traduite dans des cas extrêmes soit par l'abandon de la culture cotonnière, soit, comme en Australie, par la création de programmes de gestion de la résistance. Actuellement, peu de bassins de production sont épargnés. L'Afrique de l'Ouest a fait figure d'exception pendant plus de dix ans mais aujourd'hui, il semble que ce continent soit également touché.

M. VAISSAYRE (Cirad-ca, programme Coton, France), T. MARTIN (Cirad-ca, programme Coton, Côte d'Ivoire), P. PRUDENT (Cirad-ca, programme Coton, Bénin), J-M. VASSAL (Cirad-amis, laboratoire Entotrop, France)

## L'Afrique de l'Ouest et du Centre n'est plus épargnée

### Un réseau de laboratoires indispensable à toute prévention

Dès 1984, après les premiers essais réalisés dans un laboratoire au Tchad, le Cirad a proposé à ses partenaires d'Afrique de l'Ouest et du Centre la constitution d'un réseau de laboratoires pour le suivi de la sensibilité aux pyréthri-noïdes des principaux ravageurs du cotonnier, en particulier *H. armigera*. Ce suivi est un élément de fond pour tout programme de prévention de la résistance : en décelant au laboratoire une éventuelle évolution, les méthodes de lutte peuvent être modifiées à temps avant que le problème ne prenne une dimension trop grave.

### Les résultats du réseau : une probable résistance

La méthode utilisée est celle des applications topiques. Les matières actives sont diluées dans l'acétone et l'application du produit se fait à l'aide d'un micro-applicateur, à raison d'un microlitre de solution par chenille de 50 mg. L'analyse statistique des résultats suit la méthode log-probit. Le laboratoire du Cirad à Montpellier (France) maintient en élevage une souche sensible d'*H. armigera*. Introduite en 1977, cette souche n'a jamais été exposée aux pyréthri-noïdes et, quelles que soient les réserves que peut appeler la référence à une population maintenue au laboratoire sur milieu synthétique pendant une vingtaine d'années, elle est considérée ici comme souche de référence (Bk77). Les tests réalisés à Montpellier en 1992 avec une population introduite de Côte d'Ivoire (Bk92) confirment la similitude des résultats entre les deux souches. D'autres résultats ont été obtenus entre 1994 et 1998 au

Bénin, au Burkina Faso, au Tchad, au Togo et à nouveau en Côte d'Ivoire (tableau III.1). Les populations soumises aux tests successifs se montrent dans un premier temps de plus en plus hétérogènes, tandis qu'une fraction croissante de la population d'*H. armigera* échappe à l'action des pyréthri-noïdes. Si les résultats obtenus sur une population récoltée à Loumana (Burkina Faso) en 1991 et 1992 constituaient une première alerte, ceux obtenus en 1997 et 1998 au Bénin et au Togo montrent à une véritable situation de résistance.

### Observations de terrain : une concordance alarmante

Depuis 1996, de nombreux cas d'inefficacité du programme de protection vulgarisé sont signalés : au Burkina Faso, où l'infestation observée en 1996 a été spectaculaire, dans la région de Koutiala au Mali, au Bénin et dans le nord de la Côte d'Ivoire. Des tests par tubes imprégnés (encadré III.2), faits en 1998 avec le concours de la profession phytosanitaire (grâce à l'Irac, Insecticide Resistance Action Committee), renforcent l'hypothèse d'une résistance aux pyréthri-noïdes.

## Les mécanismes mis en cause

Avant de faire les choix qui conduiront à une stratégie de gestion des populations résistantes aux pyréthri-noïdes, il importe d'identifier les mécanismes de cette résistance. Pour ce faire, des travaux de laboratoire ont été entrepris à Montpellier (encadré III.3) et en Afrique de l'Ouest. Des tests ont d'abord été effectués avec du DDT sur des populations d'*H. armigera* du Bénin et de Côte d'Ivoire : le niveau de résistance croisée entre pyréthri-noïdes et DDT est apparu faible à nul. Une résistance croisée entre ces deux familles chimiques, liée à un mécanisme de modification de la cible (sous l'influence du gène *kdr*), ne peut être à la base des pertes de sensibilité observées.

Deux molécules ont ensuite été associées aux pyréthri-noïdes : le Pbo, inhibiteur d'oxydases, et le Def, inhibiteur d'un certain nombre de mécanismes estérasiques. Plusieurs souches d'*H. armigera* ont été testées en présence et en l'absence de ces synergistes. On a calculé un coefficient, rapport entre la DL<sub>50</sub> (dose létale 50) sans inhibiteur et la DL<sub>50</sub> avec inhibiteur. Les résultats obtenus avec les synergistes Pbo et

Tableau III.1. Quelques valeurs de DL<sub>50</sub> obtenues à 48 heures sur larves de troisième stade de la noctuelle *Helicoverpa armigera* avec la cyperméthrine.

Souche d' <i>H. armigera</i>	DL <sub>50</sub> (µg/g)	Pente de la régression
Sensible (BK77)	0,47 (0,38-0,58)	2,99
Côte d'Ivoire 1985-1992	0,23 (0,19-0,27)	1,51
Côte d'Ivoire 1994	0,76 (0,43-1,34)	0,85
Côte d'Ivoire 1997	2,73 (1,38-5,40)	1,14
Bénin 1997	25,6	3,00
Bénin 1998	48,6 (37,27-63,35)	2,15
Togo 1998	23,8 (18,92-30,01)	2,77

Note : les valeurs de DL<sub>50</sub> et celle la pente de la droite de régression correspondante signifient que les populations soumises aux tests successifs se montrent dans un premier temps de plus en plus hétérogènes (la pente décroît), tandis qu'une fraction croissante de la population d'*H. armigera* échappe à l'action de la cyperméthrine (la valeur de DL<sub>50</sub> se déplace vers la droite). Lorsque le mécanisme de résistance est en place dans la population entière, la droite de régression se redresse (sa pente devient plus forte).

Sources : lignes 1 à 4 : MARTIN *et al.*, 2000. Lignes 5 à 7 : P. PRUDENT, comm. pers.



Encadré III.1

## Gestion de populations de ravageurs en situation de résistance : un itinéraire complet pour la protection du cotonnier en Thaïlande

Depuis de nombreuses années, les surfaces consacrées à la culture cotonnière en Thaïlande diminuent. La désaffectation des paysans pour cette culture tient à sa faible rentabilité : coûts de production élevés et prix d'achat du coton trop faible. Il faut beaucoup de main-d'œuvre. La pression parasitaire est très forte et la maîtrise en est d'autant plus difficile qu'une résistance aux insecticides est apparue pour l'un des principaux ravageurs, *Helicoverpa armigera*.

Le projet Doras (Development Oriented Research for Agricultural System), dans le cadre d'une coopération entre l'université de Kasetsart et le Cirad, a supervisé sept années de recherches pluridisciplinaires (1991-1997). Au terme de ces travaux, un nouvel itinéraire technique de la culture cotonnière a été proposé, dont voici les grandes lignes :

- introduction d'une nouvelle variété (DORA 11) plus productive et plus précoce que les variétés actuellement cultivées ;
- traitement des semences avec de l'imidaclopride à 0,35 % ;
- interventions foliaires contre les jassides. Pas d'intervention avant le 45<sup>e</sup> jour après le semis en raison du traitement des semences. Pulvérisations

foliaires d'imidaclopride à 15 g/ha deux fois par semaine en fonction des dégâts observés et du développement des cotonniers ;

- limitation des infestations d'*H. armigera* : lutte conjuguée (endosulfan et toxines de *Bacillus thuringiensis*) dès les premières infestations, tant qu'elles ne dépassent pas 10 chenilles pour 100 plants. Poursuite avec des pulvérisations hebdomadaires de bêta-cyperméthrine à 75 g/ha si ce seuil est atteint et si l'espérance de gain de rendement reste supérieure à 100 kg/ha ;

- aucune intervention contre d'autres ravageurs ;

- application d'un régulateur de croissance du cotonnier (mépiquat chlorure) au début de la floraison en fonction de la croissance des cotonniers.

Cet itinéraire répond aux objectifs d'une protection phytosanitaire durable et d'un meilleur respect de l'environnement. En milieu paysan, il réduit le nombre d'interventions phytosanitaires de 9,3 à 5,2 en moyenne. En introduisant un insecticide biologique et en traitant les semences, deux pulvérisations foliaires d'insecticides classiques ont été supprimées. La succession de deux types de matière active destinés au

contrôle des infestations d'*H. armigera* est un moyen de gérer la résistance de ce ravageur aux pesticides. On a constaté aussi une précocité accrue de la production (13 jours en moyenne) et un meilleur groupement de la récolte : 90 % récoltés en 20 jours alors qu'il faut 40 jours avec les variétés locales.

Sur le plan économique, les rendements, 943 kg/ha de coton graine, sont équivalents à ceux qu'obtiennent habituellement les paysans (1 036 kg/ha) et les marges sont quasiment les mêmes — 12 876 bahts/ha au lieu de 12 620<sup>1</sup>. Il est clair que cet itinéraire pourrait être amélioré pour devenir plus rentable que les pratiques traditionnelles, par exemple avec l'introduction de cultivars pileux, d'autres densités de semis, l'amélioration du système maïs-cotonnier, mais d'ores et déjà il respecte l'environnement d'une façon plus satisfaisante.

1. 1 FF = 6,2 bahts.

Contacts : A. RENO (Cirad-ca, programme Coton, Mali), J. PAGES (Cirad-ca, programme Gestion des écosystèmes cultivés, Thaïlande), D. DESSAUW (Cirad-ca, programme Coton, Costa Rica), J. JARASSRI (Université de Kasetsart)



Cotonnier semé directement en culture relais dans une culture de maïs, ouest de la Thaïlande (Bongli, province de Kanjanaburi).  
G. Trébuil



Traitement herbicide, ouest de la Thaïlande (Tha Sao, province de Kanjanaburi).  
G. Trébuil

## Encadré III.2

## Les tests par tubes imprégnés : une méthode simple pour le suivi de la sensibilité des ravageurs aux insecticides

Pour détecter la présence de populations résistantes dans un bassin de production, le test par tubes imprégnés est une méthode facile. Des tubes de verre de 2 à 3 cm de diamètre et 3 à 5 cm de long sont imprégnés de matière active. La répartition est uniforme sur leur paroi lorsque l'on introduit quelques millilitres d'une solution acétonique titrée puis lorsque l'on fait tourner obliquement le tube ouvert sur lui-même jusqu'à évaporation complète de la solution. On retient en général deux doses discriminantes : la plus faible qui tue tous les individus de la souche sensible de référence et la plus forte qui correspond à la mortalité de 50 % des individus d'une souche considérée comme résistante. Une série de tubes est traitée à l'acétone seule et sert de témoin. Les tubes sont conservés au réfrigérateur.

Le test doit être réalisé à différentes périodes de la campagne cotonnière. Pour les lépidoptères, on récolte des chenilles de 1 à 1,5 cm de long (début du stade L3). Pour les pucerons ou les aleurodes, on introduit dans le tube 5 à 10 adultes. Les insectes doivent être prélevés dans plusieurs parcelles au moins une semaine après la dernière application de pesticides. Des répétitions sont possibles en opérant de façon similaire dans des villages différents. Les tubes sont ensuite placés à température et humidité constantes et à l'obscurité. La mortalité est observée après 24 heures. On rejette le test si le taux de mortalité dans les tubes témoins (non traités) est supérieur ou égal à 10 %.

Contacts : M. VAISSAYRE (Cirad-ca, programme Coton, France), S. NIBOUCHE (Cirad-ca, programme Coton, Cameroun), J-M. VASSAL (Cirad-amis, laboratoire Entotrop, France)

Piège à phéromone pour *Heliothis*, centre de la Thaïlande (Tak Fah, province de Nakorn Sawan).  
G. Trébuil



Plantation de cotonnier avec pièges à *Heliothis*, centre de la Thaïlande (Tak Fah, province de Nakorn Sawan).  
G. Trébuil



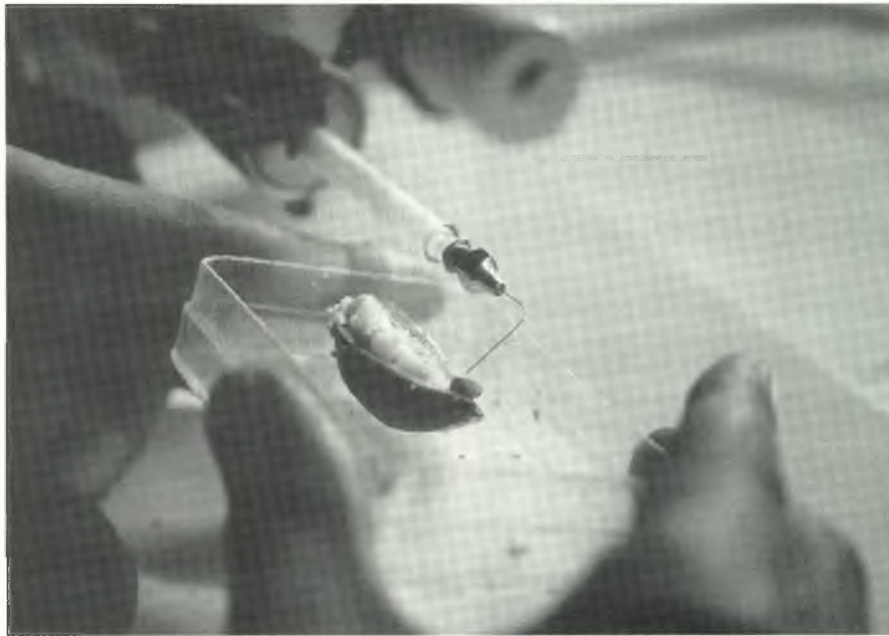
Def révèlent deux types de situation. Chez la plupart des souches récoltées dans les parcelles paysannes de Côte d'Ivoire et du Bénin, le Pbo ramène la DL<sub>50</sub> au niveau de celle du témoin sensible. Il y aurait donc un mécanisme de résistance, impliquant les oxydases, responsable de la perte de sensibilité en conditions réelles. Pour certaines populations, le Def semblerait également exercer un effet, impliquant la présence d'estérases, mais ce point reste à confirmer. On a également constaté que l'utilisation d'associations entre pyréthriinoïdes et organophosphorés (en particulier deltaméthrine et triazophos) se traduisait par une réduction sensible de la DL<sub>50</sub> des souches résistantes.

## Les mesures à prendre

Plusieurs règles tendent vers une gestion de la résistance au sein des programmes de protection vulgarisés :

- pour réduire la pression de sélection vers la résistance, retirer les pyréthriinoïdes de la première partie du programme et les remplacer par des matières actives appartenant à d'autres familles chimiques ;
- du fait de la présence de lépidoptères à régime endocarpique à la fin du cycle du cotonnier, maintenir pendant cette période les pyréthriinoïdes dans les applications calendaires, toujours associées à un organophosphoré ;
- intervenir systématiquement contre les premiers stades larvaires d'*H. armigera*, les plus sensibles, en s'appuyant sur des observations aux champs. Utiliser éventuellement de nouvelles familles chimiques spécifiques de la noctuelle (indoxacarb, spinozad).

Ces mesures sont simples, mais elles ont un coût : changement de matières actives en début de cycle, observations supplémentaires, emploi de molécules nouvelles. Il est donc indispensable de connaître les régions prioritaires en cartographiant le bassin de production et en suivant l'évolution de la résistance en



Application topique.  
Cirad

fonction des mesures appliquées. C'est l'objet d'un projet entre l'Irac, le Cirad et les sociétés cotonnières qui a commencé dans six pays en 1998 et qui concerne aujourd'hui la plupart des pays cotonniers de l'Afrique de l'Ouest et du Centre.

## Conclusion : les collaborations entre filières sont indispensables

Aujourd'hui, en Afrique comme dans le reste du monde, la protection du cotonnier repose essentiellement sur les pesticides. En Afrique plus qu'ailleurs, cette protection inclut de nombreuses composantes non chimiques comme les pratiques culturales et la recherche de caractères variétaux de résistance : le recours aux insecticides est resté modéré et, surtout, longtemps contrôlé par les sociétés cotonnières.

Toutefois, si le continent africain a longtemps été à l'abri des problèmes de résistance aux pyréthrinoïdes, les échecs de la maîtrise chimique d'*H. armigera* dans certaines régions montrent que les populations de

cette chenille évoluent. L'élaboration de règles de prévention devient indispensable et le Cirad, comme les autres acteurs de la filière, travaille aujourd'hui sur cette question. L'efficacité de ces actions dépend vraisemblablement de l'importance des échanges de gènes entre des populations de niveaux de résistance différents : il faut donc imaginer des projets de recherche d'envergure régionale.

De plus, compte tenu de la polyphagie de ce ravageur, la filière cotonnière ne peut pas, à elle seule, maîtriser l'ensemble des données. En dehors des règles de prévention suivies par les planteurs de cotonnier, des mesures analogues devraient être étendues à d'autres cultures, en particulier le maraîchage, grand consommateur de pesticides et notamment de pyréthrinoïdes. Là encore, le Cirad peut jouer un rôle de coordination. Sur le plan de la législation et du contrôle, c'est aux Services nationaux de protection des végétaux de prendre le relais et on peut espérer qu'ils collaborent avec les acteurs des filières cotonnières et maraîchères pour définir les mesures d'homologation et de contrôle indispensables à l'utilisation rationnelle des pesticides.

### Encadré III.3

## La résistance aux pesticides : un laboratoire spécialisé au Cirad

Le Cirad dispose d'un laboratoire d'étude de la résistance aux pesticides. Les chercheurs y déterminent et y comparent les sensibilités de souches d'insectes d'origines géographiques différentes. Ils étudient les mécanismes impliqués dans les phénomènes de résistance constatés. La détermination des DL<sub>50</sub> de molécules nouvelles, les éventuelles synergies créées par des associations de matières actives et la modélisation de la prévention à la résistance font l'objet de recherches approfondies. Enfin, ce laboratoire contribue à des travaux sur la méthodologie et l'analyse des essais conduits sur du matériel biologique. Il possède des microapplicateurs d'Arnold et d'une tour de Potter ; il est équipé pour le traitement de tubes utilisés pour des enquêtes de terrain. Le laboratoire accueille chaque année des stagiaires pour des formations diplômantes ou pour des formations continues. Il entretient des relations suivies avec plusieurs laboratoires implantés à l'étranger ainsi qu'avec le laboratoire de génétique de l'université de Montpellier, celui de l'Inra à Antibes (France) et celui de l'Ird à Montpellier (Institut de recherche pour le développement, France).

Contact : J.-M. VASSAL (Cirad-amis, laboratoire Entotrop, France)

## Bibliographie générale

- BOURNIER J.P., 1993. *Trichogramma bournieri* (Pintureau et Babault) Hymenoptera, Chalcididae. Comportement et modifications du cycle biologique à différentes températures. Coton et fibres tropicales 48 (1) : 57-62.
- BOURNIER J.-P., 1999. Deux thysanoptères, nouveaux prédateurs du cotonnier en Côte d'Ivoire. Ann. Soc. Entomol. Fr. 35 (3-4) : 275-281.
- BOURNIER J.P., PEYRELONGUE J.Y., 1973. Introduction, élevage et lâchers de *Trichogramma brasiliensis* Ashm (Hymenoptera Chalcididae) en vue de lutter contre *Heliothis armigera* Hbn. (Lep. Noctuidae) à Madagascar. Coton et fibres tropicales : 231-236.
- CAUQUIL J., VAISSAYRE M., 1994. Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. 1. Nouvelle politique de protection et choix des pesticides. Agriculture et développement 3 : 13-24.
- CAUQUIL J., VAISSAYRE M., 1995. Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. 2. Contraintes et perspectives des nouveaux programmes. Agriculture et développement 5 : 17-29.
- DEGUINE J.P., EKUKOLE G., 1994. Nouveaux programmes de protection en culture cotonnière au Cameroun. Agriculture et développement 1 : 59-63.
- DELVARE G., ABERLENC H.-P., 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale. Clés pour la reconnaissance des familles. Cirad-Gerdat-Prifas. Cirad, Montpellier, France, 302 p.
- EKUKOLE G., 1993. A check-list of cotton entomofauna in North Cameroon. II. Parasitoids and predators. Coton et fibres tropicales 48 : 221-225.
- GERARDEAUX E., YOMBOUNO A., 1997. L'expérience guinéenne en matière de nouveaux programmes de protection du cotonnier. In Actes de la Réunion phytosanitaire de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, 27-31 janvier 1997, Cotonou, Bénin. Coraf, Dakar, Sénégal, pp. 208-212.
- GOZE E., NIBOUCHE S., DEGUINE J.-P., 1998. Bollworm sampling to determine action threshold in subsaharan Africa : spatial and probability distribution. In Proceedings of World Cotton Research, Conference 2, 6-12 september 1998, Athens, Greece, p. 255. Icac, Washington, 386 p.
- HEMA O., 1995. Contraintes socio-agronomiques liées à la mise en place de la lutte étagée ciblée au Burkina Faso. In Actes de la Réunion de coordination phytosanitaire cultures annuelles Afrique de l'Ouest, 20-24 février 1995, Cirad, Ier, Coraf, Bamako, Mali, pp. 225-231. Cirad, Montpellier, France, 335 p.
- JENKINS J., 1994. Host plant resistance. In Proceedings of First World Cotton Research Conference, 13-17 february 1994, Brisbane, Australie, CONSTABLE G.A. and FORRESTER N.W. (Eds), pp. 359-372. Csiro, Melbourne, Australie, 617 p.
- LECŒUR E., VAISSAYRE M., 1991. Inventaire de l'entomofaune du cotonnier en Côte d'Ivoire. In Compte-rendu de la réunion des entomologistes de l'Irct, Montpellier, 26-29 mars, annexes V. Montpellier, France, Cirad, 9 p.
- MARTIN T., OCHOU G.O., HALA N'KLO F., VASSAL J.-M., VAISSAYRE M., 2000. Pyrethroid resistance in the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner) in West Africa. Pest Management Science 56: 1-6.
- MICHEL B., 1992. Informations sur quelques Coccinellidae (Coleoptera) du Paraguay. Coton et fibres tropicales 47 (4) : 301-304.
- MICHEL B., 1993. Peuplement entomologique associé au puceron *Aphis gossypii* Glover en culture cotonnière au Paraguay. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 58 (2) : 569-574.
- MICHEL B., PRUDENT P., 1987. Predadores y parasitoides de las plagas del algodón en Paraguay. Coton et fibres tropicales 42 (3) : 165-172.
- MICHEL B., TERETA I., BAGAYOKO B., TRAORE N., 1997. Lutte étagée ciblée : l'expérience malienne. In Actes de la Réunion phytosanitaire de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, 27-31 janvier 1997, Cotonou, Bénin. Coraf, Dakar, Sénégal, pp. 213-217.
- NIBOUCHE S., DE CHAZEAX R., DEGUINE J.-P., MARTIN J., VAISSAYRE M., 1998. Dégâts dus à l'aleurode *Bemisia tabaci* (Gennadius) en culture cotonnière : évolutions récentes en Afrique de l'Ouest. Agriculture et développement 20 : 13-18.
- SILVIE P., 1991. Effet du parasitisme naturel observé au Tchad chez deux lépidoptères phyllophages du cotonnier : *Syllepte derogata* (Crambidae) et *Cosmophila flava* (Noctuidae). Entomophaga 36 : 431-441.
- SILVIE P., 1993. Les parasites de *Syllepte derogata* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera, Crambidae) au Togo. Journal of African Zoology 107 : 363-372.
- SILVIE P., DELVARE G., MALDES J.-M., 1989. Arthropodes associés à la culture cotonnière au Tchad : ravageurs, prédateurs et parasites. Coton et fibres tropicales 44 : 275-290.
- SILVIE P., DELVARE G., ABERLENC H.-P., SOGNIGBE B., 1993. Contribution à l'inventaire faunistique du cotonnier au Togo dans une optique de lutte intégrée. Coton et fibres tropicales 48 : 313-325.
- SILVIE P., DEGUINE J.-P., NIBOUCHE S., MICHEL B., VAISSAYRE M., 1998. Procedures advantages and constraints of staggered targeted control programmes on cotton french-speaking Africa. In Proceedings of World Cotton Research, Conference 2, 6-12 september 1998, Athens, Greece, p. 234. Icac, Washington, 386 p.
- SOGNIGBE B., 1995. Bilan des nouveaux programmes de protection phytosanitaire du cotonnier au Togo. In Actes de la Réunion de coordination phytosanitaire cultures annuelles Afrique de l'Ouest, 20-24 février 1995, Cirad, Ier, Coraf, Bamako, Mali, pp. 201-208. Cirad, Montpellier, France, 335 p.
- TABASHNIK B.E., 1994. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. Ann. Rev. Entomol. 39: 47-80.
- Vaissayre M., Cauquil J., SILVIE P., 1995. Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. 3. Méthodes et moyens de lutte intégrée contre les ravageurs. Agriculture et développement 8 : 3-24.
- VODOUNNON S., 1995. Une nouvelle méthode de lutte davantage respectueuse de l'environnement et plus économique en culture cotonnière au Bénin : la lutte étagée ciblée. In Actes de la Réunion de coordination phytosanitaire cultures annuelles Afrique de l'Ouest, 20-24 février 1995, Cirad, Ier, Coraf, Bamako, Mali, pp. 209-224. Cirad, Montpellier, France, 335 p.
- WILSON F.D., 1986. Registration of seven cotton germplasm lines. Crop Sci. 26: 206-207.



## Résumé... Abstract... Resumen

M. VAISSAYRE (éditeur scientifique) — Vers une gestion raisonnée de l'entomofaune du cotonnier.

I. Vers la mise en place de pratiques phytosanitaires adaptées à une demande diversifiée.

II. Développement de nouveaux programmes de protection en Afrique de l'Ouest.

III. Prévenir et gérer la résistance des insectes aux pesticides : le cas de la noctuelle *Helicoverpa armigera*.

Des ravageurs des cultures plus virulents ou résistants aux pesticides apparaissent. Le cotonnier n'est pas épargné. Les chercheurs analysent les facteurs de régulation de ces populations puis expérimentent des solutions avec les agriculteurs. Le Cirad, en complément d'une protection chimique raisonnée, propose des pratiques culturales et des variétés ayant un certain degré de résistance à un ravageur considéré. Différentes méthodologies pour la caractérisation de biotypes et la transformation génétique du cotonnier sont décrites. Des programmes de protection sont développés en Afrique de l'Ouest, comme la lutte étagée ciblée : le calcul d'un seuil économique permet d'ajuster les produits et leurs doses en fonction des résultats d'observations de terrain. Les agriculteurs économisent ainsi 40 à 50 % des quantités de produits. Les observations constituent le principal facteur limitant : une formation soutenue et des adaptations locales sont nécessaires. Les expériences acquises permettent d'envisager une simplification de ces observations. La prévention et la gestion de la résistance des insectes aux pesticides est un sujet de préoccupation majeure de la recherche : la résistance aux pyrèthroïdes d'*Helicoverpa armigera* sur cotonnier en est une illustration. Il est primordial d'assurer un suivi en laboratoire et sur le terrain grâce à un réseau international : c'est le cas en Afrique de l'Ouest et du Centre. Les mécanismes mis en cause sont à l'étude. La collaboration entre plusieurs pays et plusieurs filières (par exemple coton et maraîchage), ainsi que le concours de différents services nationaux sont indispensables à la mise en place d'une protection intégrée des cultures.

Mots-clés : protection intégrée, ravageur, cotonnier, zone tropicale.

M. VAISSAYRE (scientific editor) — Towards integrated management of insect pests on cotton.

I. Introduction of phytosanitary practices geared towards diversified demand.

II. Development of new protection programmes in West Africa.

III. Preventing and managing insect resistance to pesticides: the case of the boll worm *Helicoverpa armigera*.

More virulent or pesticide-resistant crop pests are constantly appearing, and cotton has not been spared. Researchers are analysing population regulation factors and testing solutions in conjunction with growers. In addition to rational chemical control, CIRAD recommends crop practices and varieties with a degree of resistance to specific pests. Various biotype characterization and cotton genetic modification methodologies are described. Protection programmes are being developed in West Africa, for instance targeted staggered control: an economic threshold is calculated and the appropriate products and doses are chosen in line with field observations, enabling farmers to make 40 to 50% savings on the amounts of product used. Observations are the main limiting factor: extensive training and local adjustments are required. However, the experience acquired to date should enable simplification of the necessary observations. Preventing and managing insect resistance to pesticides is a major concern for research: the resistance to pyrethroids of *Helicoverpa armigera* on cotton is a good example. It is crucial to ensure laboratory and field monitoring through an international network, as is the case in West and Central Africa. The mechanisms involved are under study. Collaboration between several countries and several commodity chains (for instance cotton and market garden crops), and the support of various national services are essential for integrated crop protection.

Keywords: integrated pest management, pest, cotton, Tropics.

M. VAISSAYRE (editor científico) — Hacia una gestión razonada de la entomofauna del algodón.

I. Hacia la instauración de prácticas fitosanitarias adaptadas a una demanda diversificada.

II. Desarrollo de nuevos programas de protección en África occidental.

III. Prevenir y administrar la resistencia de los insectos a los pesticidas: el caso del noctuido *Helicoverpa armigera*.

Ahora hay plagas de los cultivos más virulentas o resistentes a los pesticidas. El algodón no escapa a ellas. Los investigadores analizan los factores de regulación de estas poblaciones y experimentan soluciones con los agricultores. El Cirad, como complemento de una protección química razonada, propone prácticas de cultivo y variedades con cierto grado de resistencia a una plaga considerada. El artículo describe diferentes metodologías para la caracterización de biotipos y la transformación genética del algodón. En África occidental, se desarrollan programas de protección, como la lucha específica por etapas: el cálculo de un umbral económico permite adaptar los productos y sus dosis en función de los resultados de observaciones en el terreno. Los agricultores ahorran así entre el 40% y el 50% de las cantidades de productos. Las observaciones constituyen el principal factor limitativo, pues requieren una capacitación continua y adaptaciones locales. Las experiencias adquiridas permiten prever una simplificación de estas observaciones. La prevención y la gestión de la resistencia de los insectos a los pesticidas es un tema de gran preocupación de la investigación, una de cuyas ilustraciones es la resistencia a los piretrinoïdes de *Helicoverpa armigera* en el algodón. Resulta primordial hacer un seguimiento en laboratorio y en el terreno gracias a una red internacional, como es el caso en África occidental y central. Se están estudiando los mecanismos incriminados. La colaboración entre varios países y varios sectores (por ejemplo, algodón y horticultura), así como la ayuda de diferentes servicios nacionales, son indispensables para poner en práctica una protección integrada de los cultivos.

Palabras clave: protección integrada, plaga, algodón, zona tropical.



*Gossypium australe*