



Bilan des activités conduites en entomologie cotonnière au Bénin (période 1993-1998)

Pierre Silvie

Travaux réalisés en collaboration avec l'INRAB

Département des cultures annuelles

Documents de travail du Cirad-ca

N° 3-98 - Décembre 1998

Bilan des activités conduites en entomologie cotonnière au Bénin (période 1993-1998)

Pierre Silvie

Cirad-ca, programme coton

BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

*Travaux réalisés en collaboration avec l'Institut des recherches
agricoles du Bénin - unité Recherche coton et fibres (INRAB-RCF)*

Centre de coopération internationale
en recherche agronomique pour le développement

BILAN DE 5 ANNÉES D'APPUI EN ENTOMOLOGIE COTONNIÈRE AU BÉNIN (1993-1998)

SILVIE Pierre,
CIRAD-CA, DRCF, 01 BP 715 Recette principale, Cotonou, Bénin.

Résumé

Un appui du CIRAD en entomologie cotonnière a été apporté de 1993 à 1998 à l'Unité de Recherches Coton et Fibres (URCF) au Bénin. Les missions de l'expert consistaient en l'aide à la conception, au suivi et à l'analyse d'essais de terrain et de travaux de laboratoire, l'animation de programmes de protection raisonnée (type "lec") en milieu paysan, la formation des personnels et la supervision générale d'une enquête effectuée en 1994 sur l'utilisation des intrants en culture cotonnière.

L'intérêt de l'indoxacarb comme alternative à l'usage des pyréthriinoïdes contre *Helicoverpa armigera* a été mis en évidence. Deux autres molécules, spinosyne et lufénuron peuvent également présenter un intérêt.

Un suivi de la sensibilité du ravageur *H. armigera* aux pyréthriinoïdes a commencé au laboratoire construit à Cana, parallèlement aux premiers tests de DL50 réalisés avec des adultes de *Cryptophlebia leucotreta*.

Le développement des programmes "lec" jusqu'à une superficie de 1270 ha en 1996 a permis de démontrer l'intérêt des producteurs et d'appréhender les contraintes de vulgarisation liées à ce type de programme de protection.

Mots-clés : bilan, appui, entomologie, cotonnier, Bénin

REVIEW OF 5 YEARS OF SUPPORT IN COTTON ENTOMOLOGY IN BENIN (1993-1998)

Pierre Silvie,
CIRAD-CA, DRCF, 01 BP 715 Recette principale, Cotonou, Bénin

Abstract

Support in cotton entomology was provided from 1993 to 1998 by CIRAD to the Unité de Recherches Coton et Fibres (URCF, Cotton and Fibre Research Unit) in Benin. Missions by the specialist consisted of aid in the design, monitoring and analysis of field trials and laboratory work, the running of on-farm rational protection programmes (of the staggered targeted control type), training staff and the general supervision of a survey carried out in 1994 on the use of inputs in cotton growing.

The advantage of indoxacarb as an alternative to the use of pyrethroids in the control of *Helicoverpa armigera* has been demonstrated. Two other substances $\frac{3}{4}$ spinosyne and lufenuron $\frac{3}{4}$ may also be useful.

Monitoring of the susceptibility of the pest *H. armigera* to pyrethroids began in the laboratory built at Cana, in parallel with the first LD₅₀ tests on adult *Cryptophlebia leucotreta*.

The expansion of the staggered targeted control programmes to 1,270 hectares in 1996 showed the interest from growers and made it possible to learn constraints involved in the extension of this type of protection programme.

Keywords : review, support, entomology, cotton plant, Benin

Sommaire

| | |
|---|----|
| Introduction : le contexte de l'affectation..... | 2 |
| La demande du développement et les thématiques de recherche..... | 4 |
| 1 L'expérimentation sur les Centres Permanents d'Expérimentation (CPE)..... | 5 |
| 2 Etudes de laboratoire..... | 8 |
| 3 Etudes particulières..... | 8 |
| 4 Enquête et expérimentation en milieu paysan en dehors des programmes "lec"..... | 9 |
| | |
| Principaux résultats obtenus..... | 11 |
| 1. Résultats techniques..... | 11 |
| 1.1 Expérimentation sur CPE..... | 11 |
| 1.2 Résultats de laboratoire..... | 16 |
| 1.3 Les programmes "lec" au Bénin..... | 18 |
| 2. Animation: contacts établis avec différents partenaires potentiels..... | 21 |
| 3. Missions..... | 22 |
| 4. Formations..... | 23 |
| | |
| Discussion: impact de la recherche et valorisation des résultats..... | 25 |
| Conclusions : analyse des problèmes rencontrés et perspectives d'avenir..... | 26 |
| Références bibliographiques..... | 29 |
| | |
| ANNEXES..... | 31 |

BILAN DES ACTIVITÉS CONDUITES EN ENTOMOLOGIE COTONNIÈRE AU BÉNIN (Période 1993- 1998)

SILVIE Pierre,
CIRAD-CA, DRCF, 01 BP 715 Recette principale, Cotonou, Bénin.

1. Introduction : le contexte de l'affectation

Le CIRAD intervient au Bénin dans le domaine de la recherche cotonnière depuis de nombreuses années. En entomologie, Grégoire Jouve a assuré un appui jusqu'en 1992. A la suite du financement par la CFD du Projet Borgou II (usine moderne de Parakou) un crédit a été dégagé pour financer la poursuite d'un appui en entomologie. Les concertations entre les partenaires ont conduit à la définition d'un Contrat de Recherche en Coopération précisant les missions à remplir par l'expert affecté à Cotonou, à la suite du départ de Christian Gaborel, conseiller en poste à l'Unité de Recherches Coton et Fibres. Cette unité de recherches de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) bénéficie, pour son fonctionnement, d'un financement sous contrat avec la Société Nationale pour la Promotion Agricole (SONAPRA).

Cette société constitue le principal demandeur de services de recherches et les thématiques développées par l'URCF correspondent donc en partie à la demande formulée. La recherche agronomique doit toujours être en avance sur les éventuels problèmes pouvant survenir, et d'autres thèmes de recherche sont étudiés parallèlement.

Un accord-cadre a été signé entre le CIRAD et l'INRAB en avril 1996. Le texte du contrat initial régissant les activités de l'expert mis à disposition n'a pas reçu de modifications majeures. Seules les procédures de financement du fonctionnement ont été simplifiées, avec un apport direct de la SONAPRA, d'un montant de 200 KF et 350 KF pour les périodes 1996-1997 et 1997-1998 respectivement. Cet engagement financier est une démonstration de l'intérêt qu'accorde la société cotonnière aux activités de recherche.

Les missions confiées à l'expert furent les suivantes:

- aide à la conception, au suivi et à l'analyse des essais phytosanitaires et des travaux de laboratoire;
- animation des programmes de protection;
- formation des cadres et du personnel d'appui de la Recherche Coton et Fibres, en particulier de l'agronome récemment recruté;
- aide à la supervision générale d'une enquête, réalisée en milieu paysan en 1994, sur l'utilisation des intrants en culture cotonnière.

Deux dates-clefs sont à mentionner:

juin 1994, avec la réalisation pendant 6 mois, juste après la dévaluation du franc cfa, de l'enquête sur l'utilisation des intrants, financée par la CFD et placée sous la responsabilité de Catherine Colnard, stagiaire de l'Ecole Nationale Supérieure d'Horticulture de Versailles, et

septembre 1996, avec l'arrivée de Jacques Lançon, sélectionneur "coton" du CIRAD, dont le statut d'ATD a permis une meilleure prise de contact avec la MCAC et un accès à des financements sous forme de bourses d'études.

La localisation géographique des expérimentations en entomologie et des infrastructures permettant la recherche, les ressources humaines disponibles ont été présentées dans les rapports d'exécution annuels fournis aux autorités assurant le financement (Silvie, 1994, 1995a, 1996a, 1997, 1998b).

Contrairement à d'autres pays, la recherche cotonnière au Bénin ne dispose pas d'un centre-station de recherches. L'expérimentation en entomologie est réalisée sur 13 Centres Permanents d'Expérimentation (CPE) et une ferme (Angaradébou) répartis sur l'ensemble du pays (cf. Fig.1) en fonction des 4 zones phytosanitaires définies par la Recherche en 1990.

Ces CPE sont gérés au niveau régional par deux "antennes" : Cana, près de Bohicon, infrastructure réceptionnée en 1995, où se situe le laboratoire d'entomologie et Parakou où se situe la micro-usine d'égrenage. La supervision de ces points d'appui à partir de Cotonou nécessite un parcours d'environ 2000 km.

A l'inverse d'autres pays, la Sonapra ne possède pas de structure propre de recherche-développement et la composante Recherche-Développement de l'INRAB ne gère pratiquement pas d'activités sur la culture cotonnière.

L'équipe de travail en entomologie comprend, de façon permanente:

- un chercheur béninois (Samuel Vodounnon) basé à Cotonou, responsable de la division "Entomologie";
- un responsable de l'entomologie pour les départements du Borgou et de l'Atacora (Barthélémy Totin) basé à Parakou;
- une responsable du laboratoire (Elizabeth Pathinvo), affectée à l'URCF depuis fin 1992 et formée aux techniques de l'entomologie depuis mon arrivée;
- deux agents (Jérôme Adjagba et Joël Olou) basés respectivement à Parakou et Cana qui assurent un certain suivi de l'expérimentation en entomologie, notamment pour les essais extérieurs en milieu paysan;
- deux aides de laboratoire (Marcelline Boco et Brice Gnimassoun), à Cana;
- le personnel des 13 points d'appui répartis sur les 5 départements producteurs de coton.

Un jeune agronome destiné à être spécialisé en protection des cultures, A. Djihinto, recruté le 1er mai 1997, a rejoint l'équipe récemment.

Des agents contractuels, dénommés "agents LEC", furent répartis sur un nombre de sites qui a varié annuellement afin de réaliser la mise en oeuvre et le suivi de l'expérimentation des programmes de protection "Luttes Etagées Ciblées" en milieu paysan, ou d'autres thèmes.

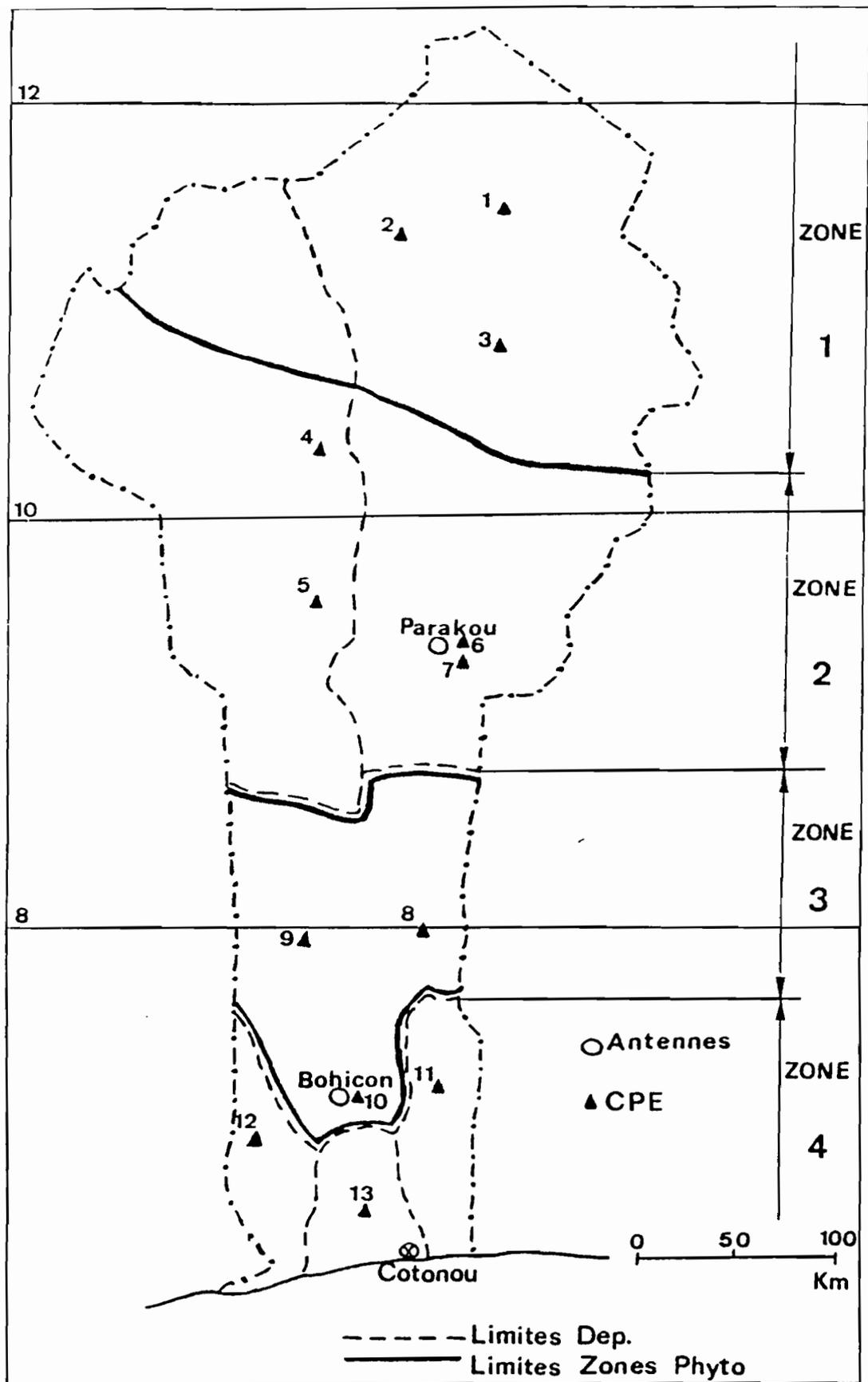


Fig. 1 Zones phytosanitaires et répartition géographique des points d'appui de la recherche au Bénin

2. Aide à la conception, au suivi et à l'analyse des essais phytosanitaires et des travaux de laboratoire

Parmi les thématiques qui intéressent directement la SONAPRA figurent les études sur la biocénose et les méthodes de lutte chimique (efficacité des matières actives, appareils de traitements, formulations) ainsi que les études sur la prévention du risque de collage.

De plus, le problème de la prévention de la résistance des ravageurs aux insecticides employés est une préoccupation constante de la recherche depuis plusieurs années.

2.1 L'expérimentation conduite sur les CPE

2.1.1 Les thèmes abordés

La liste des thèmes de recherche développés et le nombre d'essais mis en place sur les points d'appui de 1993 à 1997 sont précisés dans le tableau 1. Les Annexes précisent les modalités de mise en culture et quelques autres aspects de l'itinéraire technique suivi sur les CPE.

Tab. 1 Thématiques développées et nombre d'essais mis en place sur les CPE

| Thèmes | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|-------------------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| PO | 13 + 2* | 13 + 3* | 13 + 3* | 13 + 3* | 13 + 3* |
| Traitement de semences | 2 | 9 | 3 | - | 3 |
| Protection précoce | 5 | 4 | 2 | - | 4 |
| Stockage semences traitées | + | + | + | - | - |
| Maïs plante-piège | 1 | 1 | - | - | - |
| Produits biologiques | - | - | - | - | 3 |
| Défoliant | - | - | - | 1 | 2 |
| Neem/altises | - | 2 | - | - | - |
| SOUS-TOTAL 1 (Hors PO) | 8 | 16 | 5 | 1 | 12 |

Légendes: PO : parcelles d'observation + : essais réalisés à Parakou et Cotonou
* : essais réalisés avec la variété "glandless" GI 7

Tab. 1 (suite)

| Thèmes | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Pyréthroïdes | - | - | - | 2 | 1 |
| Associations aphicides | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| Associations acaricides | 1 | 4 | 1 | 3 | 3 |
| - faible | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 |
| - forte | 3 | 3 | 5 | 7 | 3 |
| Essai-dose | - | - | - | 2 | 1 |
| Endosulfan | - | - | 1 | 1 | - |
| IGR | 2 | 1 | 2 | - | - |
| Essais seuils | - | 1 | - | 3 | - |
| Réduction dose OP | - | 1 | 1 | 2 | - |
| Réduction dose Pyr. | - | - | - | - | 2 |
| Comparaison de programmes | | | | | |
| SOUS- TOTAL 2 | 9 | 18 | 12 | 26 | 13 |
| TOTAL (Hors PO) | 17 | 34 | 17 | 27 | 25 |

Légendes :

PO : parcelles d'observation

Ces tableaux appellent plusieurs commentaires.

1/ L'expérimentation est très dispersée, ce qui avait déjà été signalé par J. Cauquil dans son rapport de mission de 1987, et entraîne un besoin de suivi avec des distances à parcourir importantes.

Certains CPE présentent néanmoins des attaques régulières et spectaculaires. D'autres permettent de dédoubler l'expérimentation et d'assurer un résultat. Les couplages Angaradébou-Gomparou et Savalou-Gobé sont de ce point de vue intéressants à maintenir. En revanche, le CPE de Gogonou apporte peu d'informations à la recherche entomologique. Le CPE de Moné supporte des attaques très spectaculaires d'altises qui permettent d'obtenir des résultats significatifs avec les variétés glandless en particulier. En revanche, le CPE de Soadou n'est pas toujours facile d'accès ce qui conduit à un moins bon suivi à partir de Cotonou. La proposition faite par A. Joly de déplacement du CPE de Alafiarou, où un seul essai d'entomologie est régulièrement mis en place, vers la région de N'Dali, pourrait être mise en oeuvre.

L'infrastructure de Sékou, dans l'Atlantique, est intéressante à conserver à condition qu'un "couplage" puisse se faire avec le lycée agricole voisin, et que des études particulières puissent y être conduites.

2/ Le nombre de thèmes abordé est important, comme le nombre d'essais, et certains essais ont été mis en place dans peu de localités, en faible nombre, à l'inverse de l'expérimentation "classique" des molécules. Ceci entraîne un faible espoir de valorisation ultérieure des résultats.

3/ L'expérimentation au moyen de la lutte chimique "classique" est fortement développée. Cela est dû aux maigres résultats obtenus avec les méthodes biologiques éprouvées par le passé.

Certaines molécules ne sont proposées qu'une seule année par certaines firmes phytosanitaires, pour des raisons de politique commerciale. Dans ces conditions, les répétitions dans le temps sont impossibles à mettre en oeuvre. De même, de nouveaux produits sont livrés en faibles quantités ce qui n'autorise pas les répétitions dans l'espace. Il serait souhaitable d'établir une "charte" des critères à remplir pour la mise en expérimentation d'une molécule nouvelle, et des contraintes à respecter pour permettre aux chercheurs de tirer bénéfice de cette expérimentation "classique", quitte à rejeter des produits dont on ne connaît rien ou qui ne seront pas re-programmés par la firme en cas d'échec. Une contractualisation claire avec les firmes est peut-être à envisager.

4/ Des remarques méthodologiques furent formulées par M. Vaissayre dans son rapport de mission de 1992, suivies d'effets avec l'abandon des dispositifs en lattice. D'autres remarques furent proposées à l'URCF. Elles ne seront pas reprises ici de manière détaillée. Mais il serait

intéressant de regrouper les entomologistes chercheurs au Bénin et d'organiser un séminaire où chacun expliquerait ses méthodes de travail. Cela permettrait des échanges de point de vue et une ouverture potentielle sur la mise en oeuvre de nouvelles méthodes d'observations.

2.1.2 Principaux résultats

Les principaux résultats obtenus, selon les thèmes abordés, sont résumés à l'exception de la partie "protection aérienne" qui a fait l'objet de la grande majorité des essais.

2.1.2.1 L'**étude de la biocénose** est effectuée annuellement à l'aide des parcelles d'observation (appelées dans d'autres pays "parcelles à trois niveaux de protection"). Elle permet d'observer sur des parcelles non traitées la dynamique des ravageurs et de leurs principaux ennemis naturels, d'estimer les pertes occasionnées dans les différents sites de l'URCF, et d'apprécier la validité du programme de protection calendaire recommandé (6 traitements). Les principaux résultats, collationnés par S. Vodounnon depuis plusieurs années afin de rédiger une synthèse sur le sujet, ont permis de définir les zones écophytosanitaires actuelles (cf. Fig.1). Les pertes quantitatives (kg de coton-graine) enregistrées sont importantes, de l'ordre de 60% (moyenne nationale calculée à partir des données des CPE). La qualité de la fibre est évaluée par le pourcentage de coton jaune qui augmente du nord au sud du pays.

Le contrôle des identifications faites lors des analyses de capsules, mis en place par récupération des chenilles rencontrées dans des flacons d'alcool à 70%, a permis de noter, comme au Togo, la présence de l'espèce *Mussidia nigrivenella* dans les capsules vertes, dans des proportions parfois identiques à celles du ver rose *Pectinophora gossypiella*. Il est donc indiqué de poursuivre cette pratique de vérification systématique des chenilles identifiées dans les CPE.

Les ennemis naturels présents furent récoltés et placés en collection. Parmi eux, le champignon entomopathogène de *Bemisia tabaci* identifié pour la première fois au Tchad, puis observé au Togo et au Cameroun a été retrouvé au Bénin en 1997 (à Angaradébou, Gogonou et au sud Borgou) .

Des résultats intéressants sont obtenus par les chercheurs de l'IITA relativement aux plantes-hôtes dites "secondaires" qui hébergent les ravageurs en dehors des cultures alimentaires. De telles recherches pourraient être entreprises dans le cas des ravageurs du cotonnier, et une perspective de financement pourrait se dessiner à travers des actions définies dans le cadre du CBDD (Centre Béninois de Développement Durable) qui a prévu un axe "coton durable". Un leader pourrait être désigné pour développer cet aspect et générer un projet.

2.1.2.2 Le **traitement des semences** et la **protection précoce** des plantules recherchée dans le cas de la variété sans glandes à gossypol, ont fait l'objet de nombreux essais de 1993 à 1995. Les recherches ont porté sur des matières actives à effet insecticide (carbosulfan, benfuracarbe, furathiocarbe, imidacloprid, acétamiprid, lindane, heptachlore) ou fongicide (chlorothalonil,

métalaxyl, thiram, carbendazime, produit codé CGA) et l'intérêt de leurs associations. Les résultats ont été synthétisés dans un document (cf. § 5). En 1997, l'expérimentation a repris avec deux molécules: le nitrométhylène (CRUISER) et le terbuphos (COUNTER). Cette dernière matière active s'est révélée phytotoxique pour le cotonnier.

Parallèlement, les aspects liés à la toxicité des produits pendant le stockage des graines furent observés à l'aide d'essais de conservation de semences traitées, mises à germer périodiquement. Ils ont révélé des problèmes de germination peut-être lié à la qualité des semences employées.

2.1.2.3 La **protection aérienne** a concerné la majorité des essais.

Les résultats obtenus grâce à la mise en place des parcelles d'observation (3 niveaux de protection) permettent de mieux interpréter les résultats des essais d'efficacité de molécules ou de programmes de protection. La variabilité interannuelle des attaques d'un ravageur particulier (ou de la pression du complexe de ravageurs) en une localité donnée est parfois élevée.

En l'absence quasi-totale d'un ravageur (ex.: acariens, pucerons) il est souvent difficile de conclure sur l'effet d'une matière active. En revanche, de fortes attaques d'un ravageur peuvent entraîner une réponse immédiate sur la non-efficacité de certains produits. Dans ce cas, la molécule pourra être jugée inintéressante, donc éliminée, dès la première année.

Le retrait (par la firme) d'une molécule dont l'effet au champ reste mal défini, après une seule année d'expérimentation, interdit toute exploitation rationnelle future du résultat obtenu, faute de répétitions dans le temps. Le chercheur est dans ce cas à la merci de la bonne volonté des firmes. Toutes ces considérations permettent d'expliquer les parcours parfois différents des produits éprouvés.

Les recherches ont porté sur l'emploi de molécules nouvelles, avec un ciblage selon les ravageurs visés :

-pyréthrinoïdes ou alternatives à l'emploi de ceux-ci, avec la définition des doses d'emploi selon le schéma classique (6 traitements espacés de 14 jours);

- molécules aphicides ou acaricides, afin de rechercher une alternative au diméthoate, principal aphicide rencontré dont l'efficacité a été récemment mise en doute dans plusieurs autres pays, et aux organophosphorés acaricides classiquement employés (triazophos, isoxathion, chlorpyrifos-éthyl, profénofos).

Parallèlement, des associations vulgarisables furent éprouvées dans divers essais et en pré-vulgarisation.

Le détail de l'expérimentation est présenté ci-après, en tenant compte des ravageurs ciblés. Toutes les doses indiquées sont exprimées en grammes de matière active par hectare et par traitement.

2.1.2.3.1 **Chenilles des capsules ou des feuilles**

Les pyréthrinoïdes récemment proposées par les firmes sont des “concentrés” d’isomères actifs comme

- la **bêta-cyfluthrine**, éprouvée seule aux doses de 7.5 et 9 g/ha à Okpara en 1997, ou à 7 et 7.5 g/ha dans l’association avec chlorpyrifos-éthyl ou profénofos, la même année, également à Savalou et Kétou;
- la **bêta-cyperméthrine**, proposée en 1996 seulement par *Elf Atochem* et mise en place à Angaradébou et Okpara aux doses de 18-22-26 et 35 g/ha.

La recherche d’alternative à leur emploi a entraîné la mesure au champ de l’effet de molécules nouvelles comme la **spinozyne** (XDE 105), composé issu de la fermentation d’un Actinomycète, *Saccharopolyspora spinosa* (d’où le nom), dont le mode d’action n’est pas définie, l’**indoxacarb** (DPX-MP 062) à mode d’action mal connu, ou des régulateurs de croissance d’insectes (IGR en anglais) comme le **lufénuron** ou l’**hexaflumuron** qui agissent au niveau de la physiologie hormonale (mue).

La spinozyne a été éprouvée aux doses de 48-72-96 g/ha sur les CPE de Gomparou et Sékou en 1996 puis l’année suivante.

L’expérimentation avec l’indoxacarb a débuté de manière confidentielle en 1995, avec la molécule codée JW062, et s’est poursuivie avec un mélange contenant plus d’isomère actif les deux années suivantes. Cette matière active a été placée sur les points d’appui fortement attaqués par *H. armigera* et *S. derogata*, lépidoptères sur lesquels son efficacité a été avérée. La dose de 25 g/ha est aujourd’hui recommandée.

Le lufénuron a été expérimenté à 30 g/ha à Angaradébou et Gogonou en 1995 puis à 30 g/ha en 1996 à Gomparou. On peut considérer que son évaluation se trouve à mi-parcours .

L’hexaflumuron appliqué à 10 g/ha seul ou associé à une faible dose de cyperméthrine (8 g/ha) à Angaradébou ou à 20 g/ha avec la cyperméthrine à 15 g/ha à Gogonou, en 1995, n’a pas été retenu comme efficace. Les problèmes mentionnés avec l’usage des IGR sont liés à leur action possible sur les ennemis naturels comme les Coccinellidae par exemple. Une évaluation au laboratoire pourrait s’avérer utile à conduire parallèlement à l’évaluation au champ.

Une autre orientation donnée assez récemment consiste en un mariage considéré *a priori* comme “contre-nature” entre la deltaméthrine et l’endosulfan, l’emploi de cette dernière matière active seule étant envisagée au début des essais dans la première partie du programme de protection. D’après les informations récentes données par *AgrEvo*, l’association à la deltaméthrine provoquerait une augmentation d’activité des chenilles qui les entraîneraient à être davantage en contact avec l’endosulfan.

L’association deltaméthrine-endosulfan 10-350 et 10-500 g/ha fut évaluée à Angaradébou, Savalou, Okpara et Gobé en 1994. L’année suivante, elle fut mise en expérimentation à Okpara et Sékou à 8-500 et 10-500 g/ha, et 10-500g/ha à Gobé. Ces mêmes doses furent éprouvées en 1996 à Angaradébou, Okpara et Sékou, et l’association 10-500 à Gobé. En 1997, le mélange 10-350 fut mis en place à Okpara.

L'endosulfan, d'origine *Makteshim*, et celui fournit par la firme *Calliope*, fut employé seul à 750 g/ha en 1996 à Gomparou et Okpara puis, dans le second cas, remis en essai en 1997 car il s'était révélé faible. Cette matière active, présente dans les listes de produits recommandés, pourrait faire l'objet d'une mention particulière dans les fiches techniques de l'URCF.

2.1.2.3.2 ***Acarie*s *P. latus***

Les nouvelles matières actives acaricides concernées sont:

- le pyrimidifen (CAL 9488 de *Calliope*), appliqué en 1994 aux doses de 25-50-75-100 g/ha, remis à l'essai à 50 et 75 g/ha l'année suivante à Gobé, et à 50 g/ha à Okpara et Savalou en 1996;
- un produit codé CAL 92 F14 (firme *Calliope*) employé à 1, 2, 4 ou 6 l/ha à Gobé et Savalou en 1993 qui s'est révélé phytotoxique;
- l'étofenprox de la firme *Mitsui*, essayé aux doses de 75, 90, 120 ou 180 g/ha à Alafiarou, Okpara et Savalou en 1993, a été décevant aussi bien à 75 g/ha qu'à 180 g/ha;
- le propargite (Comite), acaricide habituellement employé contre les Tétranyques, qui fut mis en essai à 800 et 1000 g/ha à Savalou en 1995;
- la molécule buprofezin (S1283) plutôt étudiée dans les pays où *Bemisia tabaci* constitue un problème, et a été éprouvée contre les acariens à la dose de 100 g/ha en 1995 seulement à Gobé et à Savalou, associée à la cyperméthrine.

En 1997, une nouvelle molécule confidentielle de *DuPont* a été expérimentée sans résultat intéressant.

2.1.2.3.3. ***Pucerons* *A. gossypii***

L'imidacloprid fut appliqué de façon aérienne à 50 g/ha associée à la cyfluthrine en 1993 à Angaradébou. La molécule acétamiprid (NAF 125 de *DowElanco*), testée aux doses de 12,5-25-50 et 100 g/ha en 1994 à Angaradébou, fut reprise l'année suivante dans d'autres essais, dans le même CPE, à 12 et 24 g/ha, en association avec la cyperméthrine de *Rhône-Poulenc*. En 1996, la dose d'emploi dans la même association est descendue à 10 g/ha, puis à 8 g/ha en 1997.

Le chlorpyrifos-méthyl a été expérimenté à 300 g/ha associé à la deltaméthrine, à Angaradébou en 1993, 1994 et 1996.

Le carbosulfan a été associé à la zêtacyperméthrine, aux doses de 250 et 300 g/ha en 1994 et 1995. Le benfuracarbe, associé à la cyperméthrine, fut employé à 250 g/ha, à Angaradébou en 1994 et 1995, puis repris en 1997 pour compléter un essai.

L'acéphate fut proposé par la firme *Tomen Corporation* et essayé à 500, 750 et 1000 g/ha en 1996 seulement, à Angaradébou.

2.1.2.3.4 **Complexe des ravageurs**

Les essais de comparaison d'associations binaires vulgarisables ont permis de compléter les informations recueillies avec les essais de "ciblage" des ravageurs.

L'option ternaire a été proposée, surtout par *Rhône-Poulenc*, avec le mélange cyperméthrine-triazophos-diméthoate, et comparée aux options binaires habituellement appliquées, à Gomparou, Okpara et Gobé en 1994. Un autre mélange ternaire, proposé par *Calliope*, a vu le remplacement du triazophos par l'isoxathion. D'autres mélanges furent mis en place avec comme pyréthrinoïdes l'alphacyperméthrine, la lambdacyhalothrine ou la tralométhrine en 1994. En 1995, l'acétamiprid (à 12 et 24 g/ha) a remplacé le diméthoate dans le ternaire. En 1996 et 1997, la dose de l'acétamiprid dans le mélange testé à Angaradébou est descendue à 8g.

Cette option ternaire a été finalement écartée par les entomologistes du Réseau à la réunion de Bamako, tenue en janvier 1995.

2.1.2.4 **Nouveaux emballages et formulations**

La firme *ALM* a proposé des produits de *Cheminova*, matières actives réputées toxiques (méthyl-parathion et éthyl-parathion) sous la forme microencapsulée. La formulation est ainsi moins toxique pour l'utilisateur. Ces produits furent testés aux doses de 200-300-400 g/ha en 1994, 500 et 800 g/ha sur le même CPE de Gogonou en 1995, et à 500 et 800 g/ha à Angaradébou en 1996. Ils n'ont pas retenu l'attention.

Zénéca, distribué par *ALM*, a fourni en 1996 l'association lambdacyhalothrine-diméthoate 12-300 avec un facteur synergisant appelé "facteur X", de nature non précisée aux chercheurs. En 1997, les mélanges lambdacyhalothrine-diméthoate (12-300 g/ha) et lambdacyhalothrine-profénofos (10-200 g/ha) ont été mis en place

Senchim, en 1996, a proposé une formulation EW de cyperméthrine-chlorpyriphos-éthyl (Cyclofos 336).

Les nouvelles formulations (EC) comprennent des associations plus concentrées qui peuvent être employées, selon les firmes et les produits, à raison de 0,25-0,5 ou 0,75 l/ha.

En 1995, la première expérimentation a été réalisée avec les mélanges de la firme *Calliope*, à base de cyperméthrine-isoxathion (60-300 g/l et 60-500 g/l) à Okpara et Gobé (emploi à 0,5 l/ha).

L'année suivante, *Sivex* a fourni les mélanges cyperméthrine-diméthoate 48-400 g/l, employé à 0,75 l/ha à Angaradébou et cyperméthrine-chlorpyrifos-éthyl 72-600 g/l, employé à 0,5 l/ha à Gobé. Le mélange de *Calliope* cyperméthrine-profénofos 60-600 (emploi à 0,5 l/ha) a été mis en place à Savalou et Kétou.

En 1997, les formulations en **sachets-doses** de *Sivex* (Cigogne C 670 contenant cyperméthrine-chlorpyrifos-éthyl et Cigogne D 447 contenant cyperméthrine-diméthoate) sont parvenus à la recherche pour application à 0,5 et 0,75 l/ha respectivement.

Ces formulations concentrées, qui peuvent présenter un intérêt économique, sont à vulgariser avec les précautions d'usage vis à vis des risques toxicologiques.

2.1.2.5 Les problèmes de fin de cycle

La limitation des populations aphidiennes en fin de cycle cultural a été abordée par l'utilisation de **défoliants** destinés à détruire le support du ravageur *Aphis gossypii*, principal responsable de la production de miellats.

L'expérimentation sur CPE a débuté en 1996 afin d'affiner les problèmes méthodologiques d'application. Cette année-là, le **diméthipin** (Harvade de *Uniroyal*) fut appliqué à raison de 1,25 l/ha (en une ou deux fois) et le mélange **cyclanilide-éthéphon** (Finish de *Rhône-Poulenc*) à 2 l/ha, à Savalou. En 1997, deux autres défoliants furent ajoutés et appliqués à Gogonou et Okpara, le **chlorate de Mg** (de *Sivex*), le meilleur défoliant, et un produit de *Calliope*, **Defcot**, qui n'a pas donné de bons résultats.

2.1.3 Evolution des recommandations faites à la société cotonnière

Au plan des recommandations, la délimitation géographique des zones et les programmes de protection par zone n'ont pas changé (Cf. Annexes 1), mais le nombre de produits disponibles a augmenté (Cf. Annexes 2).

Le tableau 2 mentionne les évolutions notées entre 1993 et 1998 à partir de l'observation des formulations recommandées dans les cahiers des charges (de 1992 et 1997) des appels d'offres respectifs. On peut mentionner les faits suivants:

- un passage à la technique TBV pour l'ensemble des commandes faites en 1998, avec des formulations EC appliquées en bouillie aqueuse (1 l de formulation + 9 l d'eau par hectare). Auparavant des formulations UL étaient employées à raison de 2,5 l/ha; ceci a entraîné des commandes d'appareils de pulvérisation équipés de nourrices dorsales pour appliquer la technique TBV;

- une forte augmentation du nombre de formulations (+ 31 en 5 ans) ;

- une diversification des produits avec :

* deux formulations à employer à 0,5 l/ha (sachets-dose à concentration double), de la firme *Calliope* (Cypercal P 660 CE et Cypercal P 465 CE),

- * une association avec l'endosulfan, recommandée dans les quatre zones,
- * deux formulations ternaires recommandées dans les quatre zones, et qui furent vulgarisées,
- * deux associations (aphicides) avec un carbamate (benfuracarbe), nouvelle famille chimique parmi celles habituellement recommandées;

- l'enregistrement de "nouvelles" matières actives:

- * pyréthriinoïdes seuls: tralométhrine, esfenvalérate,
- * pyréthriinoïdes en associations: fenvalérate (avec profénonofos et benfuracarbe), zêtacyperméthrine (avec profénofos),
- * OP acaricides: isoxathion, pyrimidifen,
- * OP aphicide: chlorpyriphos-méthyl.

Tab. 2 Comparaison des types et nombres de formulations recommandées en 1992 et 1997 pour les campagnes 1993 et 1998

| | 1993 | 1998 |
|---|------|------|
| Nombre de formulations | 42 | 73 |
| dont: | | |
| - UL (emploi à 2,5 l/ha) | 42 | - |
| - EC avec | - | 73 |
| emploi à 1 l/ha | | 71 |
| Emploi à 0,5 l/ha | | 2 |
| Nombre de formulations | | |
| pyréthriinoïdes seuls (dont bifenthrine) | 15 | 19 |
| associations binaires | 27 | 52 |
| avec OP | 27 | 49 |
| avec carbamate | - | 2 |
| avec OC(endosulfan) | - | 1 |
| associations ternaires | - | 2 |

| | | |
|---|----|----|
| Nombre de mélanges binaires sans tenir compte de la formulation dont: | 14 | 26 |
| - acaricides | 10 | 16 |
| - aphicides | 4 | 9 |
| - deltaméthrine-endosulfan | | 1 |

2.2. Les études particulières sur les CPE

Différents thèmes signalés dans le tableau 1 furent abordés: emploi de maïs comme plante-piège, essais de produits dits “biologiques” (en 1997).

Le fait de laisser les cotonniers sans protection dans les essais mis en place à Gogonou ou Alafiarou pour mesurer l'effet d'attraction exercé par le maïs sur les endocarpiques, a entraîné des attaques de ravageurs comme *S. derogata* ou *P. latus*. Par ailleurs, l'interprétation des résultats de comptages pose un problème, car il est difficile de comparer les nombres de chenilles trouvées dans chaque organe (épi de maïs et capsule de coton) et d'y trouver une signification pratique.

En 1993, une étude particulière fut entreprise sur l'échantillonnage des chenilles endocarpiques, à Alafiarou, avec des prélèvements et des analyses de capsules. Les résultats ne sont pas encore exploités du fait des nombreuses occupations du biométricien du Cirad qui collabore aux travaux.

Une autre étude méthodologique a été entreprise en 1995 à Gomparou sur la mesure au champ de l'effet des matières actives sur les auxiliaires (cocons des parasites de *Syllepte derogata* du genre *Apanteles*). L'interprétation des résultats doit être relativisée car dès lors qu'une matière active tue le ravageur-hôte, on ne rencontrera pas les cocons des parasites, et cela ne signifiera rien par rapport à l'effet de la matière active sur l'auxiliaire.

Un étudiant a abordé en 1994 le problème de l'effet de l'huile de neem vis à vis des dégâts précoces d'altises sur la variété glandless dans l'Atacora (Montcho, 1995). Le manque de suivi des deux essais conduits n'a pas vraiment permis de tirer des conclusions valables, même si un certain effet répulsif a pu être observé vis à vis des phyllophages. Ces essais sont à reprendre mais sans doute avec des formulations existantes afin de connaître précisément les doses de matière active employée. Cela dit, les résultats des essais réalisés dans d'autres pays du réseau Coton de la CORAF ne sont pas pour l'instant très concluants.

2.3 Les études de laboratoire

Un laboratoire d'entomologie a été construit à Cana, près de Bohicon, et réceptionné au début de janvier 1995. La technicienne responsable de ce laboratoire a rejoint son poste le 7 octobre suivant. Depuis cette date, elle a pu effectuer deux stages de formation au Cirad à Montpellier. Les activités de type “service” consistent en l'identification des chenilles récupérées des CPE après analyse capsulaire, et placées dans des flacons d'alcool, ou des adultes du genre *Cryptophlebia* capturés dans les pièges à phéromones (deux espèces sont présentes dans les pièges).

Trois objectifs scientifiques ou techniques furent définis en 1995:

- **Approfondir les connaissances** sur l'entomofaune du cotonnier, avec la poursuite de l'inventaire des ennemis naturels et la mesure de leur rôle de régulation; cet objectif entraîne la mise en collection d'insectes.

- **Effectuer un suivi de la sensibilité** des ravageurs du cotonnier aux insecticides vulgarisés, à l'aide de la méthode des DL50, notamment dans le cas de *Cryptophlebia leucotreta*, compte tenu des implantations de laboratoire présentes dans le réseau "Coton" de la CORAF. Par la suite, des tests furent également prévus avec les chenilles de *Helicoverpa armigera*, ravageur carpophage majeur;
- **Vérifier l'efficacité biologique des formulations achetées et vulgarisées annuellement.**

De ces trois objectifs de départ, le troisième a été momentanément mis à l'écart car il nécessitait l'acquisition d'un matériel adéquat (tour de Potter). Ce matériel est en cours de commande au Royaume-Uni et devrait être réceptionné courant 1998. Le second objectif a constitué l'essentiel des travaux entrepris.

2.3.1 Travaux réalisés avec *C. leucotreta*

La mise au point de l'élevage de l'espèce *C. leucotreta* a constitué la première étape, en 1996. L'élevage en continu de la souche recueillie sur cotonnier à Sékou (département de l'Atlantique) en décembre 1995 se poursuit aujourd'hui avec succès. Cette souche constitue une référence de départ à laquelle seront comparées les souches récupérées ultérieurement de façon annuelle.

Une seconde souche de référence (sensible) provient à l'origine de Bouaké où elle fut collectée en 1977 puis conservée en élevage au Cirad à Montpellier. Elle est également élevée au laboratoire de Cana. Une autre souche du Bénin est maintenue en élevage en provenance d'Aplahoué (département du Mono) où elle fut récupérée sur maïs en juillet 1997.

L'année 1997 a été l'année de réalisation et de mise au point des tests de DL50 avec cette espèce. Les résultats de mesure de DL50 ont donné des valeurs proches de celles qui sont connues (0,017 µg/insecte et 0,0033 µg/insecte avec cyperméthrine et deltaméthrine respectivement).

2.3.2 Travaux réalisés avec *H. armigera*

Au Bénin, à ce jour, aucun phénomène de résistance n'est signalé ou démontré. Néanmoins une surveillance accrue a été mise en place et les études de laboratoire ont porté sur des mesures de la sensibilité de *Helicoverpa armigera* aux pyréthrinoïdes, parallèlement aux tests de DL50 par application topique réalisés avec l'espèce *Cryptophlebia leucotreta*.

Comme dans le cas de la première espèce mentionnée, les modalités de l'élevage furent abordées en premier lieu. Les améliorations vont se poursuivre, car l'élevage est plus difficile. Plusieurs souches sont actuellement présentes au laboratoire:

Une souche (ANG 97) a été récupérée le 11 septembre 1997 à Angaradebou (département du Borgou) et envoyée au CIRAD à Montpellier. La souche de référence, considérée comme sensible, est celle de Bouaké (BK77) collectée en Côte d'Ivoire en 1977 et conservée en

élevage au CIRAD à Montpellier. Elle se trouve maintenant en élevage au laboratoire de Cana.

Un premier essai fut réalisé à Montpellier en novembre 1997 avec les souches BK77 et ANG97. Un second a confirmé qu'une certaine baisse de sensibilité à la cyperméthrine existait dans le cas de la souche du Bénin. Ceci doit être vérifié dans les prochaines études.

Parallèlement à l'application topique, la méthode des "vial tests" a été employée pour la première fois en 1997 avec des tubes imprégnés provenant de la firme *DuPont*. Huit tests furent effectués en 1997, avec des tubes reçus en juin, qui contenaient 10 ou 30 µg de cyperméthrine/tube et des tubes témoins sans matière active.

Ces premiers tests ont permis de jauger la méthode. Les chenilles prélevées au champ peuvent être parasitées, ce qui constitue une source de mortalité difficile à interpréter dans le cadre du test. Ce problème est évité avec un test pratiqué sur des chenilles issues d'élevage. Une autre question est de savoir si les tubes sont encore bien imprégnés aux dates des tests (la durée de conservation des tubes, donc de validité, dans les conditions tropicales, n'est pas connue). Les doses d'imprégnation fournies correspondent à ce qui est connu aux USA. Un "étalonnage" préalable de la méthode est nécessaire dans le cas de *H. armigera*.

2.3.3 Autres travaux

Une souche de *Spodoptera littoralis* provenant de Angaradébou en 1997 est également mise en élevage au laboratoire. Elle a fait l'objet d'un test de DL50 par application topique à Montpellier en novembre 1997. La DL50 calculée après 24h est de 0.17 µg/g, la DL90 est de 1.12 µg/g avec une pente de 1.58. Il n'y a pas eu de test avec la souche sensible de référence.

Les tentatives d'élevage de l'auxiliaire choisi, la coccinelle *Cheilomenes sulphurea*, n'ont pas abouti pour l'instant. Le personnel présent ne peut assurer toutes les tâches, et il faut une proie (pucerons ou proies de substitution) pour l'élevage des coccinelles. Mais les espèces *Corcyra cephalonica* et *Ephestia cautella*, dont les chenilles sont des ravageurs des denrées stockées, furent récupérées, fin janvier 1998, au laboratoire de l'Institut de Technologie Alimentaire de Dakar (chez Alex Delobel, ORSTOM) et mises en élevage. Les adultes de ces espèces pondent des oeufs qui peuvent servir d'hôtes de substitution aux larves et adultes de coccinelles.

Les problèmes rencontrés sont communs à toutes les équipes qui pratiquent les élevages d'insectes. Le manque de personnel qualifié se pose dès maintenant compte tenu du développement pris par les activités du laboratoire.

La définition d'un "Projet régional de prévention et gestion de la résistance aux insecticides" au niveau du Mali, du Burkina Faso et de la Côte d'Ivoire, et les capacités de travail du laboratoire de Cana doit permettre au Bénin de se joindre aux travaux qui seront entrepris par le projet. Il sera nécessaire que la responsable du laboratoire puisse assurer le suivi de l'expérimentation qui va être mise en place au cours des prochaines années dans ces autres pays.

2.4 Les études conduites en milieu paysan en dehors des programmes LEC

En 1994, une **enquête** importante financée par la CFD a été menée par la RCF sur **l'utilisation des intrants en milieu paysan**, sur 6 sites (Colnard et Agoua, 1995). Elle a notamment révélé un certain nombre de pratiques s'écartant des recommandations phytosanitaires comme le mélange des produits ou le non respect des doses et des types de produits à appliquer. Elle a également mis en évidence des différences de pratiques selon les régions et recensé les causes de la mauvaise réalisation de la protection phytosanitaire. Réalisée juste après la dévaluation, elle pourrait être reconduite en 1999 afin de mesurer les évolutions liées à la privatisation de la sous-filière "intrants".

La **pré vulgarisation des formulations** est une activité constante de la Division Entomologie de l'URCF, puisqu'il n'existe pas d'autres structures au Bénin pouvant accomplir cette activité. Cette absence de structure de recherche-développement a été souligné par J. Cauquil en 1994. Elle permet aux chercheurs de se rapprocher davantage du milieu producteur mais la quantité des essais à suivre n'en est qu'augmentée, ce qui peut nuire au suivi.

Elle est réalisée sous la forme d'essais statistiques en blocs de Fisher, ou d'essais-couples à deux objets, avec des parcelles de dimensions variables entre 1250 m² et 2500 m² et 10 répétitions. Le rendement fait généralement l'objet d'une estimation par la pesée de la récolte de deux carrés. Cette pré vulgarisation conduit à la recommandation des formulations éprouvées dans les listes annuelles établies pour les appels d'offres.

Ces dernières années, cette opération a permis d'apprécier la manutention des nouvelles formulations plus concentrées, conditionnées en sachets-dose.

La technique de pulvérisation TBV 10 l/ha a été également pré vulgarisée afin d'aboutir en 1997 à l'emploi de cette méthode sur l'ensemble de la zone cotonnière.

En 1997, un nouvel **appareil d'application**, fourni par la firme Matabi en 1997, a été placé sur certains CPE pour utilisation chez les producteurs du milieu voisin.

Les autres thèmes techniques abordés furent les **traitement de semences** et les **défoliants**.

Le furathiocarbe (Promet) fut appliqué à la dose de 8 pour mille sur des semences de la variété classique ou des graines de la variété Gl 7 confiées à des producteurs de Angaradébou et Boukoubrou. Un témoin était constitué de semences traitées au Calloran, par la Sonapra, ou la RCF, à la dose de 4 pour mille. Un quatrième lot de semences n'était pas traité.

Peu de différences furent obtenues entre les traitements, une certaine efficacité vis à vis des altises fut observée 10 jours après semis, dans le cas de la variété Gl 7 glandless. Ce type d'essais à dispositif statistique n'a pas été reconduit les années suivantes.

Les applications de défoliants ont été réalisées directement en milieu paysan, en 1994, avec le diméthipin (Harvade de *Uniroyal*) à 1.25 l/ha, avec une ou deux applications, ou à 2 l/ha à Dassa, Banikoara et Kérou. L'année suivante, Finish a été ajouté au premier produit, et employé à 2 l/ha, à Angaradébou, Sirarou, Savalou et Kétou. Dans l'ensemble, les producteurs ont apprécié les produits qui permettent d'effectuer une récolte plus propre, mais ont demandé le coût. L'impact de l'emploi des défoliants sur la suppression du phénomène de collage de la fibre n'est pas démontré, même si l'on constate une diminution des populations aphidiennes. Le problème des repousses en haut des plants a été constaté chaque année, avec en 1997, le développement de fortes populations d'adultes de *B. tabaci*.

Dans le contexte actuel de renforcement de la technicité des organisations paysannes (OP), on ne peut que souhaiter un développement des liens entre Recherche et OP, et J. Cauquil avait évoqué la possibilité de contractualisation en 1994. Un autre aspect à développer est la définition d'une typologie des exploitations là où cela est possible afin d'éviter des recommandations trop normatives et de s'intéresser aux producteurs marginaux. J. Cauquil mentionnait le problème des grands planteurs du Borgou dans son rapport de mission de 1989 et des essais avec canon pneumatique dans ses conclusions de 1990. Cela implique une interaction étroite de la Recherche avec les services de vulgarisation des CARDER.

3. Animation des programmes de protection

L'animation est une activité qui peut comprendre les échanges d'informations et les contacts entre chercheurs de différentes structures. Les missions d'appui apportent un éclairage particulier par rapport aux travaux conduits et peuvent influencer sur les orientations données. Elles participent donc de l'animation comme de la formation.

3.1 Missions d'appui dans le domaine de l'entomologie

Les différentes missions d'appui sont précisées dans le tableau 3.

Tab. 3 Liste des missions ayant bénéficié à la RCF dans le domaine de l'entomologie

| Type de missions | Missionnaire concerné | Périodes de mission | Objectifs |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|---|
| <i>Mission d'appui en entomologie</i> | J. Cauquil | 5-13 sept. 1993 | Appui général |
| | J. Cauquil | 21-31 oct. 1994 | Appui général |
| | M. Vaissayre | 6-16 nov. 1995 | Appui général |
| <i>Missions extérieures au programme d'appui (financement hors convention)</i> | G. Delvare (Cirad) | 8-20 déc. 1993 | Formation techniques entomologiques |
| | G. Faure (Cirad) | 19-29 janvier 1994 2-12 déc. 1994 | Appui méthodologique à l'enquête "intrants" |
| | A. Joly (Cirad) | 11-22 déc. 1994 | Appui en biométrie, informatique |
| | B. Papierok (Institut Pasteur) | 2-23 oct. 1995 | Formation pratique aux champignons entomopathogènes |

Trois missions, extérieures au programme d'appui sont à mentionner particulièrement.

G. Delvare, responsable du laboratoire de faunistique et taxonomie du CIRAD-CA à Montpellier, a effectué une mission de formation à l'entomologie des cadres béninois du 8 au 20 décembre 1993. Le contact pris avec les chercheurs de l'IITA va déboucher sur une formation internationale à la reconnaissance des hyménoptères parasitoïdes prévue du 5 au 23 octobre 1998 à Cotonou.

B. Papierok, chef du Département d'Ecologie à l'Institut Pasteur à Paris, spécialiste des

champignons entomopathogènes, a effectué une mission du 2 au 23 octobre 1995 portant sur la recherche de mycoses sur insectes (ou araignées) de différents milieux (cultures, forêt). Une journée "champignons entomopathogènes" a été organisée à l'IITA le 19 octobre 1995.

A. Joly a développé lors de son passage des aspects intéressants concernant la biométrie et la gestion du parc informatique, les contraintes expérimentales liées aux CPE, et l'archivage des données pour lequel il a recommandé un regroupement, qui est nécessaire pour une meilleure valorisation des acquis, comme souhaité également par J. Cauquil (1988). Le cas des données pluviométriques pluriannuelles est un exemple qu'il faut régler de façon prioritaire.

Les responsables de l'enquête "intrants" (Catherine Colnard, Calixte Agoua) et le responsable de la Division Entomologie ont effectué une mission au Burkina Faso du 8 au 17 octobre 1994 pour le début du traitement informatique des données. Par ailleurs, S. Vodounnon a pu effectuer un court séjour à Montpellier avant le congrès de Gand en 1996.

L'objectif de ces missions, généralement courtes et qui ne peuvent donc prétendre tout analyser en connaissance de cause, est de donner des recommandations. Une relecture des conclusions est enrichissante car elle permet de voir les évolutions, nombreuses depuis 10 ans, mais aussi les points qui ont été délaissés et qu'il conviendrait peut-être de reprendre.

3.2 Contacts établis avec différents partenaires potentiels

Les premiers contacts furent établis avec l'International Institute of Tropical Agriculture (MM. P. Neueunschwander, F. Schulthess, M. Tamo, C. Lomer, J. Langewald). Ils ont permis de favoriser les séjours des stagiaires (sans frais de paillasse). Du matériel d'élevage a pu également être fourni gracieusement par cet Institut à l'URCF. Des contacts durables sont établis avec les techniciens du laboratoire de Cana.

Le problème principal qui empêche une collaboration directe plus poussée au plan scientifique avec ce centre international est le fait que la culture cotonnière ne fait pas partie des plantes dont l'IITA est chargé dans son mandat. Néanmoins, les chercheurs sont prêts à collaborer, notamment dans le domaine des champignons entomopathogènes.

Les autres collaborations établies concernent le Service de la Protection des Végétaux et du Contrôle Phytosanitaire (SPVCP). Elles ont consisté en la participation des chercheurs de l'URCF aux formations organisées et à l'élaboration commune de documents de formation. A cette occasion les premiers contacts furent pris avec des formateurs d'ONG.

Il est logique de penser que les échanges doivent se poursuivre et qu'en 1998, des actions communes pourraient concerner la mise au point d'émissions de radios rurales, dans le cadre de la relance de la culture cotonnière.

Un autre contact fut établi avec les promoteurs du projet Padec de développement de la culture du coton "biologique" et l'ONG béninoise OBEBAP. L'objectif était de proposer des services (aide à l'identification des ravageurs et de leurs auxiliaires, visites communes des parcelles) tout en observant les méthodes de protection du projet, méthodes ne faisant pas recours aux

insecticides chimiques de synthèse. Les activités du projet sur ce volet ont duré deux ans (1996 et 1997) et ont permis aux entomologistes de l'URCF de participer en observateurs à un séminaire sur le sujet. La question de l'alternative à la lutte chimique reste posée, mais à ce jour, aucun candidat "biologique" ne permet d'accéder au niveau de rendement atteint par la lutte chimique raisonnée (programmes "lec").

D'autres aspects, agronomiques comme le maintien de la fertilité des sols ou l'équilibre minéral posent des problèmes signalés aussi par le Cirad.

Dans le contexte de la lutte intégrée contre les ravageurs, il convient d'adopter une attitude prudente et réaliste, tout en n'excluant pas une certaine ouverture d'esprit, de façon à bénéficier des éventuelles possibilités de financement de ce type de recherches d'alternatives en milieu paysan, avec des producteurs volontaires. La poursuite des essais de type "station" est nécessaire dans ce domaine aussi. De ce point de vue, il aurait été intéressant en 1997 d'éprouver au nord sur CPE les modalités de protection appliquée en milieu paysan par le projet Padec.

Des études restent à entreprendre sur le sujet, après une analyse sérieuse des références bibliographiques contenues dans la littérature publiée et l'ensemble de ce travail de recherche pourrait faire l'objet d'un projet à financer par le Centre Béninois de Développement Durable, qui a inscrit le thème du coton durable dans ses orientations futures.

3.3 Les programmes LEC au Bénin

L'historique des programmes, la méthodologie adoptée, les résultats obtenus et un bilan sur quatre années (1993-1996) ont été présentés par ailleurs (Vodounnon, 1995; Silvie, 1996).

Les localités dans lesquelles l'expérimentation fut réalisée de 1988 à 1992 puis de 1993 à 1996 sont indiquées (flèches) dans les figures 2 et 3.

L'évolution des modalités de réalisation des deux types de programmes mis en place au Bénin ainsi que les modalités actuelles retenues sont précisées dans les tableaux suivants.

Six traitements sont effectués et la dose appliquée est fonction de la période de culture (position du traitement) et du niveau d'infestation constaté au champ, niveau évalué par un seuil. Trois types de produits simples sont utilisés pour permettre un ciblage des ravageurs: pyréthrianoïde (contre les chenilles des capsules), organophosphorés aphicides (contre les pucerons) ou acaricides (acariens et chenilles phyllophages).

Evolution des modalités de réalisation des programmes LEC

* LEC "complète"

| | | 1993 | | 1994 | | 1995 | | 1996 | |
|---------|-----|------------------------------------|-----|----------|-----|----------|--|----------|-----|
| Pyr | SNA | demi-dose pour les 6 traitements | | id. 1993 | | id. 1993 | | id.1993 | |
| | SA | dose pleine pour les 6 traitements | | | | | | | |
| OP Ac. | SNA | ½½½ | 000 | id.1993 | | id. 1994 | | id. 1994 | |
| | SA | 111 | ½½½ | 111 | ½00 | | | | |
| OP Aph. | SNA | 000 | ½½½ | id. 1993 | | id. 1993 | | id. 1993 | |
| | SA | ½½½ | 111 | | | | | 000 | 111 |

* LEC "partielle"

| | | 1993 | | 1994 | | 1995 | | 1996 | |
|---------|-------------|-------------|------------|------|------------|----------|------------|----------|-----|
| Pyr | 1 1 1 1 1 1 | | Variante 1 | | Variante 1 | | Variante 2 | | |
| | | | Variante 2 | | Variante 2 | | | | |
| OP Ac. | SNA | ½½½ | 000 | ½½½ | 000 | id. 1994 | | id. 1994 | |
| | SA | 111 | ½½½ | 111 | ½00 | | | | |
| OP Aph. | SNA | 0 0 0 1 1 1 | | 000 | ½½½ | id. 1994 | | 000 | ½½½ |
| | SA | | | ½½½ | 111 | | | 000 | 111 |

Légendes:

½ = demi-dose 1 = dose pleine

SNA = seuil non atteint

SA = seuil atteint

Pyr = pyréthri-noïde

OP Ac . = OP acaricide

OP Aph. = OP aphicide

Variante 1 : idem 1993

Variante 2 : ½ ½ 1 1 1 1

Doses appliquées au Bénin dans le cas des programmes LEC en 1997

LEC "complète" (Zone nord)

| N° traitement | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|-----|---|---|---|---|---|---|
| Pyr. | SNA | ½ | ½ | ½ | ½ | ½ | ½ |
| | SA | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| OP Ac. | SNA | ½ | ½ | ½ | 0 | 0 | 0 |
| | SA | 1 | 1 | 1 | ½ | 0 | 0 |
| OP Aph. | SNA | 0 | 0 | 0 | ½ | ½ | ½ |
| | SA | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

LEC "partielle" (Zones centre et sud)

| N° traitement | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------|-----|---|---|---|---|---|---|
| Pyr. | | ½ | ½ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| OP Ac. | SNA | ½ | ½ | ½ | 0 | 0 | 0 |
| | SA | 1 | 1 | 1 | ½ | 0 | 0 |
| OP Aph. | SNA | 0 | 0 | 0 | ½ | ½ | ½ |
| | SA | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Légendes:

½ = demi-dose 1 = pleine dose

Pyr. = pyréthri-noïde

OP Ac. = OP acaricide

OP Aph. = OP aphicide

SNA = seuil non atteint

SA = seuil atteint

Les problèmes rencontrés et les contraintes à lever pour le développement de ce type de programme ont été précisés (Cf. Annexe 3).

Ce qui est étonnant, c'est que malgré la complexité des opérations à mettre en oeuvre, les réalisations en autonomie faites par les producteurs eux-mêmes, notamment ceux du Zou Nord, démontrent l'intérêt de ceux-ci dans les conditions d'exécution de ces programmes de protection de ces dernières années (formulations simples fournies à la moitié du prix des formulations binaires).

Cet intérêt a conduit à l'élaboration d'un volet phytosanitaire particulier pour la vulgarisation de ces programmes en milieu paysan, volet qui va être financé dans le projet soutenu par l'AFD en 1998.

4. Formation des cadres et du personnel d'appui de l'URCF

Diverses formations ont bénéficié aux agents de l'URCF, soit localement, soit en France au CIRAD à Montpellier. Les cadres de l'URCF ont effectué des formations adressées à différents formateurs, en collaboration parfois avec le SPVCP. Le tableau 4 recense l'ensemble de ces formations et précise, dans le cas des agents du développement, les formations auxquelles l'agent du CIRAD a participé. Il faut rappeler la nécessité de rajeunissement des effectifs mentionnée dès 1988 par J. Cauquil ainsi que la formation continue par des recyclages. Il faut plusieurs années pour former un bon agent.

Le problème des recyclages a été abordé au cours de ces dernières années avec l'instauration en 1995 d'un cycle de deux jours, à Cana et Parakou. Lors du prochain recyclage, les agents du nord devraient descendre à Cana pour visiter le laboratoire et inversement ceux du sud, se regrouper à Parakou pour la visite du dispositif du projet génétique.

Les formations sont généralement de courte durée et ne permettent pas d'aborder tous les problèmes méthodologiques liés à l'acquisition d'une technique. Elles permettent néanmoins l'établissement de contacts avec les chercheurs européens.

Tab. 4 Liste des formations reçues ou données et personnel concerné

| Personnel concerné | Périodes de formation | Thèmes |
|---|-----------------------------------|--|
| <i>Cadres (RCF)</i> | | |
| B. Totin | 13 oct.-10 déc. 1994 Cirad | élevage <i>S. derogata</i> |
| S. Vodounnon | 23 oct.- 22 déc. 1995 Cirad | analyse de données |
| E. Pathinvo | 16 mai-16 juin 1994 IITA | élevages |
| | 16 oct.-14 déc. 1996 Cirad | DL50 et élevages |
| | 3 mai-3 juin 1998 Cirad | tour de Potter, vial test |
| A. Djihinto | 20 oct.-20 déc. 1997 Cirad | systematique |
| <i>Agents de laboratoire (RCF)</i> | | |
| B. Gnimassou | 12 août-3 sept. 1996 IITA | élevages ravageurs |
| | 3-14 nov. 1997 IITA | élevages auxiliaires |
| | 17 nov.-1er déc. 1997 IITA | élevages-hygiène |
| M. Boco | | laboratoire |
| <i>Agents des CPE (RCF)</i> | | |
| | 25-26 mai 1993 Parakou | Recyclages organisés par la RCF |
| | 12-13 juin 1995 Bohicon | |
| | 14-15 juin 1995 Parakou | |
| | 6-7 mai 1997 Bohicon | |
| | 13-14 mai 1997 Parakou | |
| <i>Stagiaires UNB/FSA</i> | | |
| E. Montcho | juin-septembre 1994 | Stage fin d'études FSA |
| <i>Agents du développement</i> | | |
| TSPV (CARDER) | 3/8; 10-11/8; 1-2/9; 13-14/9/1993 | Formation reconnaissance des ravageurs et dégâts |
| | 6/4; 5/5/1998 | Programmes recommandés |
| Formateurs des ONG et USPP (avec SPVCP) | 11/4; 23/4; 15/5/1997 | Programmes "lec" |

Les formations à caractère diplômant ne sont généralement pas prévues dans les programmes d'appui ou les projets, à l'exception du projet PARAB en cours. Des efforts restent donc à faire, de part et d'autre, pour promouvoir la réalisation de formations diplômantes pour les chercheurs du Sud mais aussi du Nord, de manière réciproque.

Dans cette optique, les contraintes de sélection des candidats imposés par les Universités du nord sont à prendre en considération dans le choix des candidats.

5. La valorisation des résultats

La valorisation des résultats obtenus se fait de manière classique par la rédaction d'écrits, rapports divers, bilans et synthèses qui constituent la littérature grise, ou d'articles, de communications à congrès. La réalisation de supports de vulgarisation et la participation à des formations sont d'autres moyens de valoriser les acquis.

Dans cette optique, la nécessité de disposer d'une bonne documentation a conduit l'URCF à compléter sa bibliothèque avec des ouvrages de référence, à s'abonner à quelques revues indispensables et à s'équiper en outils modernes d'IST et de communication (Bases de données sur CD-ROM, messagerie électronique, scanner). Les références bibliographiques de ce bilan mentionnent tous les écrits réalisés pendant la période 1993-1998 dans le domaine de l'entomologie ainsi que le rapport de l'enquête "intrans" (Colnard & Agoua, 1995).

Parmi les supports de formation et de vulgarisation, il convient de signaler particulièrement l'édition en 1997 d'un livret de présentation des ravageurs du cotonnier au Bénin, édité en couleurs, en 2000 exemplaires, distribués au prix coûtant de 4500 cfa l'unité étant donné sa qualité de fabrication. Ce livret, mentionné depuis 1989 par J. Cauquil, est destiné à tous les agents de terrain.

Des fiches de formation et de vulgarisation furent également conçues en collaboration avec le Service de la Protection des Végétaux (SPVCP) de Porto Novo.

Les projets de publications concernent un article sur les traitements de semences (Vodounnon, S. ; Gozé, E. & Silvie, P. Bilan des essais de traitement de semence de coton et de protection précoce au Bénin) et un autre sur l'indoxacarb.

L'aide à la définition d'un volet "protection phytosanitaire" dans le contexte du projet financé par l'AFD intitulé "Projet d'amélioration et de diversification des systèmes d'exploitation dans les départements du Zou et du Borgou" peut être considérée comme une valorisation des travaux de recherche sur les programmes de protection LEC. Ce projet devrait en effet financer le développement à grande échelle de la méthodologie éprouvée ces dernières années à petite échelle. Il est prévu de protéger 50 000 ha en 5 ans, à l'aide des programmes LEC.

6. Quelques problèmes rencontrés et perspectives

Les remarques techniques et méthodologiques ont été faites au cours du temps dans les diverses discussions avec les acteurs de l'URCF et ne sont pas développées dans ce bilan.

Des besoins exprimés par les partenaires

Les modalités de coopération ont évolué avec la signature d'un accord-cadre en 1996. Il me paraît important aujourd'hui de mieux préciser le rôle à jouer par les chercheurs du Cirad dans le cadre de l'appui apporté en entomologie. La demande des partenaires (Sonapra, mais aussi autres partenaires dans la filière qui sera éventuellement restructurée) doit être précisée, les termes de référence de la mission de l'expert mieux définis, en termes opérationnels pouvant être évalués, et si possible, de manière quantitative. Le principe d'un comité de pilotage, qui se réunit

tous les 6 mois est un bon principe.

Des communications Nord-Sud et Sud-Sud

Au Nord, la restructuration du CIRAD a abouti au 1er janvier 1998 à la disparition des unités de recherche et à la définition d'un programme Coton qui reste localisé au sein du département Cultures Annuelles.

Au Sud, la fin du processus de restructuration de la recherche agronomique a conduit à la définition d'un Plan Directeur présenté aux bailleurs de fonds en janvier 1997. Un "Programme Coton" reste toujours bien identifié au sein de l'INRAB.

Avec ce schéma, les relations entre les partenaires ne sont que confortées. Il reste à préciser le rôle que doit ou pourrait jouer le Réseau Coton de la CORAF. Les urgences sont nombreuses. Dans un premier temps, il conviendrait peut-être d'organiser rapidement la Deuxième Conférence Cotonnière africaine (la première ayant eut lieu en 1989 à Lomé). Ensuite, les chercheurs nationaux souffrent de ne plus recevoir les rapports annuels de leurs collègues des autres pays. Le réseau pourrait jouer ce rôle de courroie de transmission pour peu que tous jouent le jeu. La participation des chercheurs nationaux à des réunions extérieures internationales n'est pas convaincante non plus. C'est un point à développer dans le cadre du Réseau.

De l'importance de la formation

Les formations revêtent une importance considérable car elles permettent aux partenaires du Sud de dégager du temps sur leurs activités habituelles pour réaliser un travail orienté sur un objectif précis, sans parler des contacts établis avec les chercheurs du Nord, et des connaissances acquises au cours des séjours à l'extérieur. Les échanges Sud-Sud sont peu développées. Il a été suggéré à l'ancien coordonateur du Réseau Coton de mettre au point un annuaire de toutes les formations pouvant être dispensées dans les pays du Sud. C'est un point qui mérite une attention particulière à mon avis, car les coûts de formation au Nord sont élevés, les critères de sélection des candidats drastiques, et les chercheurs des SNRA au Sud doivent participer à l'enseignement souvent trop théorique de leurs Universités.

Recevoir des formations est une chose, en donner une autre qui est enrichissante pour les chercheurs. Avec les infrastructures dont dispose l'URCF, il est possible maintenant d'encadrer de nombreux stagiaires. De même, l'encadrement d'étudiants de l'Université, timidement abordé en 1994, doit se développer afin de générer un certain dynamisme et d'obtenir des résultats dans des domaines originaux qui ne peuvent être abordés dans le programme de routine.

De l'importance de la valorisation

La nécessité de valoriser les travaux par des écrits soumis à des revues internationales à comité de lecture reste une priorité des chercheurs coton. Il faut pour cela accepter les critiques et remettre son ouvrage sans arrêt sur la table. L'appui des services formés de l'INRAB doit être sollicité.

Perspectives d'avenir

La privatisation fortement envisagée de la SONAPRA pose l'éternel problème du financement de la recherche. Le dernier "Forum sur les stratégies à mettre en oeuvre pour l'amélioration de la production cotonnière" a abordé ce point. On peut espérer la mise en place d'un financement pérenne de la recherche cotonnière.

Plusieurs projet vont être développés dans les années à venir. Une cellule de coordination est créée à Bobo-Dioulasso (Sofitex) afin de superviser un "Projet de prévention et de gestion de la résistance aux insecticides". Le Bénin en sera partie prenante.

Le projet financé par l'AFD intitulé "Projet d'amélioration et de diversification des systèmes d'exploitation dans les départements du Zou et du Borgou" prévoit la mise en oeuvre des programmes LEC sur de grandes surfaces. Il va générer des actions et des résultats intéressants dans le contexte du renforcement des organisations paysannes. L'URCF est partie prenante dans le Volet phytosanitaire, avec des actions de formations auprès des producteurs en coordination avec le SPVCP.

Par ailleurs, les experts de l'URCF sont toujours sollicités par les consultants de nombreuses missions extérieures, gage de confiance et de reconnaissance de la qualité des travaux conduits.

Le soutien du Cirad et en particulier du Programme Coton n'ont jamais fait défaut (Cf. Annexes 4 et 5). Les perspectives d'avenir sont donc bonnes.

Références bibliographiques

AGOUA, C.; OROU YO, B. & FADONOUGBO, M. 1997. Contribution des producteurs-observateurs à la vulgarisation de la lutte étagée ciblée au Bénin: campagnes 1995/96 et 1996/97. Actes de la Réunion phytosanitaire de l'Afrique de l'ouest et du centre, Cotonou, Bénin, 27-31 janvier 1997, CORAF ed., 218-228.

COLNARD, C. & AGOUA, C. 1995. Pratiques paysannes et utilisation des intrants sur la culture cotonnière au Bénin. Actes de la Réunion de coordination phytosanitaire, Bamako, Mali, 20-24 février 1995, CIRAD ed., 237-252.

KATARY, A.; VODOUNNON, S.; SILVIE, P. & TOTIN, B. 1996. Etude du spectre d'une matière active nouvelle "JW 062" de Dupont De Nemours/Asteria, en culture cotonnière au Bénin. Brighton Crop Protection Conference, 18 au 20 novembre 1996 (non édité).

MONTCHO, E. 1995. Contribution à l'étude des altises sur le cotonnier "glandless". Aspects biologiques et tentatives de lutte à l'aide d'applications d'huile de neem ou de l'implantation d'une plante-piège. Mémoire de diplôme d'ingénieur agronome, 22 février 1995, Cotonou, 96 p.

RCF/INRAB, 1993. Rapport de campagne 1993-1994, expérimentation phytosanitaire, Bénin, 48 p.

RCF/INRAB, 1994. Rapport de campagne 1994-1995, expérimentation phytosanitaire, Bénin, 96 p.

RCF/INRAB, 1995. Rapport de campagne 1995-1996, expérimentation phytosanitaire, Bénin, 56 p.

RCF/INRAB, 1996. Rapport de campagne 1996-1997, expérimentation phytosanitaire, Bénin, 80 p.

SILVIE, P. 1994. Rapport d'exécution des activités menées dans le cadre du contrat DRA/CIRAD-CA, 8 p.

SILVIE, P. 1995a. Rapport d'exécution des activités menées dans le cadre du contrat DRA/CIRAD-CA, 9 p.

SILVIE, P. 1995b. Ennemis naturels des ravageurs du cotonnier : où en sommes-nous ? Actes de la Réunion de coordination phytosanitaire, Bamako, Mali, 20-24 février 1995, CIRAD ed., 259-280.

SILVIE, P. 1996a. Rapport d'exécution des activités menées dans le cadre du contrat DRA/CIRAD-CA, 8 p.

SILVIE, P. 1996b. Lutte étagée Ciblée (LEC): bilan de 4 années au Bénin (1993-1996) et éléments de réflexion, 32 p.

SILVIE, P. 1997. Rapport d'exécution des activités menées dans le cadre du contrat INRAB/CIRAD-CA, Appui apporté en entomologie auprès de l'Unité de Recherche Coton et

Fibres, 13p.

SILVIE, P. 1998a. Lutte intégrée contre les ravageurs du cotonnier: quoi de neuf du côté de la bibliographie ? Actes de la Réunion ICS-Senchim, Dakar, 26 -29 janvier 1998, 181-199.

SILVIE, P. 1998b. Rapport d'exécution des activités menées dans le cadre du contrat INRAB/CIRAD-CA, Appui apporté en entomologie auprès de l'Unité de Recherche Coton et Fibres, 11 p.

VODOUNNON, S. 1994. Vulgarisation de la technique Très Bas Volume et de Luttés Étagées Ciblées sur cotonnier. Rapport de la campagne 1993-1994, DRCF Cotonou, 54p.

VODOUNNON, S. 1995a. Une nouvelle méthode de lutte davantage respectueuse de l'environnement et plus économique en culture cotonnière au Bénin: la lutte étagée ciblée. Actes de la Réunion de coordination phytosanitaire, Bamako, Mali, 20-24 février 1995, CIRAD ed., 209-224.

VODOUNNON, S. 1995b. Vulgarisation de la technique "Très bas Volume" en culture cotonnière au Bénin. Bulletin de la recherche agronomique, 11, 8-14.

VODOUNNON, S. 1995c. La lutte étagée ciblée en culture cotonnière au Bénin. Bulletin de la recherche agronomique, 12, 6-14.

VODOUNNON, S. 1995d. Contributions de la recherche à une protection phytosanitaire du cotonnier plus respectueuse de l'environnement au Bénin. Actes des premières journées scientifiques, S.N.R.A., Agriculture durable, atouts et contraintes, 17-18 août 1995, 89-100.

VODOUNNON, S. 1997a. Synthèse des travaux réalisés par les entomologistes en Afrique de l'Ouest et du Centre. Actes de la Réunion phytosanitaire de l'Afrique de l'ouest et du centre, Cotonou, Bénin, 27-31 janvier 1997, CORAF ed., 17-29.

VODOUNNON, S. 1997b. Bio-éthologie, dynamique des populations et incidences économiques de deux rongeurs nuisibles (**Mastomys natalensis** et **Arvicanthis niloticus**) en culture cotonnière au Bénin. Actes de la Réunion phytosanitaire de l'Afrique de l'ouest et du centre, Cotonou, Bénin, 27-31 janvier 1997, CORAF ed., 218-228.

VODOUNNON, S. 1998. Concepts, atouts et contraintes de l'agriculture et du coton durables au Bénin. Actes de la Réunion ICS-Senchim, Dakar, 26 -29 janvier 1998, 237-241.

VODOUNNON, S. & SILVIE, P. 1997a. Principaux ravageurs et maladies du cotonnier au Bénin. Plaque illustrée (format poche) à l'usage des agents de terrain pour la vulgarisation du programme de traitement "LEC", 16 pages.

VODOUNNON, S. & SILVIE, P. 1997b. Diffusion de la lutte étagée ciblée. In: Projet d'amélioration des systèmes d'exploitation dans les départements du Zou et du Borgou. Etude de faisabilité. Tome 2, Annexes, 37-52.

VODOUNNON, S. ; SILVIE, P. & GOZE, E. 1996. Risques liés à la prise de décision pour la protection du cotonnier sur seuil d'intervention. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 61/3b, 975-986.

ANNEXES 1

Modalités de mise en culture appliquées sur les CPE

| Zone phytosanitaire | Période de semis | Ecartements (m) | Densités (plants/ha) |
|---------------------|-----------------------|---|----------------------|
| I | 1 au 20 juin | 0.8 x 0.2 (1 plant/poquet) ou 0.8 x 0.3 | 62 500 41 600 |
| II | 10 juin au 5 juillet | -id- | -id- |
| III | 25 juin au 10 juillet | -id- | -id- |
| IV | 25 juin au 15 juillet | 0.8 x 0.4 (2 plants/poquet) | 62 500 |

Itinéraire technique pour les essais “entomologie”

Engrais appliqué au semis NPKSB 14-23-14-5-1 200 kg/ha
 Urée À 40 jour après levée 50 kg/ha

Applications insecticides réalisées avec un appareil à dos à pression entretenue de type Solo 425, équipés d’une rampe horizontale et de 4 buses permettant de traiter deux lignes par passage (125 l de bouillie par hectare).

Vulgarisation: 6 traitements recommandés, espacés de 14 jours et commençant au 45 JAL en zones 1 et 2 et au 50 JAL en zones 3 et 4. Appareil employé: pulvérisateur à disque rotatif permettant d’épandre une bouillie de 10 l/ha (1 l de produit + 9 l d’eau).

Types de produits à employer par zones phytosanitaires selon la position des traitements (Recommandations)

- ZONE 1** Traitements 1 et 2 : association binaire avec OP acaricide à dose réduite
 3 : pyréthri-noïde seul (simple)
 4-5 et 6 : association binaire aphicide
- ZONE 2** Traitements 1 à 4 : association binaire avec OP acaricide à dose réduite
 5 et 6 : association binaire aphicide
- ZONE 3** Traitements 1 à 3 : association binaire avec OP acaricide
 4 : pyréthri-noïde seul (simple)
 5 et 6 : association binaire aphicide
- ZONE 4** Traitements 1 à 3 : association binaire avec OP acaricide
 4 et 5 : pyréthri-noïde seul (simple)
 6 : association binaire aphicide

ANNEXES 2

Liste des formulations recommandées dans les cahiers des charges (1997)

Matières actives seules (Pyréthrinoïdes)

| Matières actives | Concentrations (g/l) | Noms commerciaux |
|--------------------------|----------------------|--|
| alphacyperméthrine | 21 | Bestox, Fastac |
| bifenthrine | 27 | Talstar |
| cyfluthrine | 21 | Baythroid |
| cyhalothrine | 30 | Cyhalone |
| cyperméthrine | 35 | Arrivo Cyperax Cypercal Efetrine Nurelle Polytrine Ripcord Sherpa |
| cyperméthrine "high cis" | 30 | Fenom |
| deltaméthrine | 10,75 | Decis |
| esfenvalérate | 24 | Sumialpha |
| fenvalérate | 70 | Sumicidin |
| lamdacyhalothrine | 18 | Karaté |
| tralométhrine | 13 | Tracker |

(Suite)

Associations binaires acaricides avec OP à concentration adaptée à la zone à forte pression d'acariens

| Matières actives | Concentrations (g/l) | Noms commerciaux |
|---------------------------------------|----------------------|---|
| alphacyperméthrine- isoxathion | 18-250 | Bestox K 268 |
| profénofos | 18-300 | Fastac C 318 |
| cyfluthrine- chlorpyriphos-éthyl | 18-300 | Dursban B 318 |
| profénofos | 30-300 | Cyfluthrine-PF 318 |
| cyperméthrine- chlorpyriphos-éthyl | 35-300 | Nurelle D 335, Cyclofos 335, Cychlor 335 |
| isoxathion | 30-250 | Cypercal K 280 |
| profénofos | 30-300 | Polytrine C, Cypercal P 330, |
| | 60-600 | Cypercal P 660 |
| pyrimidifen | 30-50 | Acafil 80 |
| triazophos | 30-250 | Sherphos 280 |
| cyperméthrine hc- profénofos | 25-300 | Fenom C 325 |
| deltaméthrine- endosulfan | 10-500 | Decisdan 510 |
| triazophos | 8,75-250 | Decis T 258,75 |
| fenvalérate-profénofos | 70-300 | Fenvalérate PF 370 |
| lambdacyhalothrine- profénofos | 18-300 | Cotalm P 318 |
| triazophos | 15-250 | Lambdaphos 265 |
| tralométhrine- triazophos | 13-250 | Tracker T 263 |
| zêtacyperméthrine- profénofos | 15-300 | Fury P 315 |

(Suite)

Associations binaires avec OP à concentration adaptée à la zone à faible pression d'acariens

| Matières actives | Concentrations (g/l) | Noms commerciaux |
|---|--|--|
| alphacyperméthrine- isoxathion profénofos | 18-150 18-200 | Bestox K 168 Fastac C 218 |
| cyfluthrine- chlorpyriphos-éthyl profénofos | 18-200 30-200 | Dursban B 218 Cyfluthrine-PF 218 |
| cyperméthrine- chlorpyriphos-éthyl isoxathion profénofos | 36-200 30-150 32,5-200 65-400 | Nurelle D 236, Cyclofos 236, Cychlor 236 Cypercal K 180 Polytrine C, Cypercal P 232,5 Cypercal P 465 |
| pyrimidifen triazophos | 30-50 30-150 | Acafil 80 Sherphos 180 |
| cyperméthrine hc- profénofos | 27,5-200 | Fenom C 227,5 |
| deltaméthrine- endosufan triazophos | 10-500 10-150 | Decisdan 510 Decis T 160 |
| lambdacyhalothrine- profénofos triazophos | 18-200 15-150 | Cotalm P 218 Lambdaphos 165 |
| tralométhrine- triazophos | 13-150 | Tracker T 163 |
| zêtacyperméthrine- profénofos | 15-200 | Fury P 215 |

(Suite)

Associations binaires aphicides

| Matières actives | Concentrations (g/l) | Noms commerciaux |
|---|----------------------------|---|
| alphacyperméthrine diméthoate | 18-300 | Fastac R 318 |
| cyfluthrine-ométhoate | 18-300 | Baythroid F |
| cyperméthrine benfuracarbe diméthoate | 30-250 35-300 | Cypercal B 280 Cypercal D, Cyperpat, Cytoate, Melsect Combi D, Sherpa plus 335 |
| deltaméthrine chlorpyriphos-méthyl diméthoate endosulfan | 10-300 12-300 10-500 | Decis-chlorpyriphos-méthyl Decis-diméthoate 312 Decisdan 510 |
| fenvalérate-benfuracarbe | 70-250 | Sumicidin-Oncol 320 |
| lambdacyhalothrine diméthoate | 15-300 | Cotalm D 315 |
| tralométhrine-diméthoate | 15-300 | Tracker D 315 |

Associations ternaires (pouvant être employées à la place des binaires)

| Matières actives | Concentrations (g/l) | Noms commerciaux |
|--|----------------------|------------------|
| cyperméthrine-diméthoate- triazophos | 30-240-150 | Sherdiphos 420 |
| lambdacyhalothrine- diméthoate-triazophos | 15-240-150 | Lambdadiphos 405 |

ANNEXES 3

Contraintes identifiées pour le développement des programmes LEC

Bio-géographiques et méthodologiques

Dans les zones écologiques à deux saisons des pluies, la présence des ravageurs *C. leucotreta* et *P. gossypiella* dont les larves sont difficiles à détecter visuellement et la cohabitation maïs-coton souvent longue avant la récolte du maïs, nécessitent la définition d'un programme adaptée à ces conditions de culture-relais.

L'adoption des programmes LEC de type "J+7" dans les zones sèches, où les attaques de la chenille carpophage *H. armigera* sont fortes, devrait permettre de mieux protéger la plante contre ce ravageur.

La mise au point d'une méthode d'échantillonnage adaptée au cas des grands blocs de culture est à entreprendre.

Au plan de l'expérimentation il est toujours préférable de disposer d'un grand nombre de comparaisons afin de mieux interpréter les résultats de rendements obtenus. Une analyse à l'échelle de chaque parcelle doit être envisagée de manière parallèle à l'analyse globale. En effet, dans le cas de certaines parcelles le bilan du programme LEC peut se révéler équivalent ou inférieur à celui du programme appliqué par le planteur.

Contraintes de formation

La vulgarisation des programmes LEC nécessite une formation importante des formateurs mais aussi d'interlocuteurs techniques (correspondants ou producteurs-observateurs) au niveau des organisations paysannes en voie de structuration. des séances de recyclage en intercampagne sont nécessaires pour apprendre aux observateurs à reconnaître les ravageurs, les dégâts, et savoir quels produits employer.

Ce besoin de formation demande une grande implication de tous les partenaires de la filière. Les supports de vulgarisation existent, il faut les diffuser à travers un programme de formation concertée pour faciliter une réelle appropriation des méthodes d'observation et de protection par les utilisateurs.

Contraintes d'organisation

Sur les chantiers de traitement, l'homogénéisation des dates de semis pour une zone donnée facilite l'organisation des chantiers. Un travail collectif, pour les observations comme pour les traitements peut se révéler plus motivant donc plus efficace. La contrainte de temps est importante dans le cas des programmes "J+7" pour lesquels le producteur ou l'observateur doit être disponible chaque semaine.

Une bonne gestion des intrants (reports de stocks, commandes, magasinage) est indispensable, en particulier dans le cas d'une distribution des produits par des sociétés privées. Mais il est difficile de quantifier les besoins sans un bon inventaire de fin de campagne et une prévision du nombre de traitements LEC à pleine et demi-dose. Les modalités de crédit et d'approvisionnements doivent être parfaitement organisées.

Contraintes économiques

Elles peuvent constituer le dernier frein au développement de ce type de programmes.

Les modalités de rémunération des observateurs-paysans sont à définir au cas par cas, avec l'approbation des producteurs. Peu de producteurs sont disposés à payer les services d'un observateur spécialisé pour effectuer les observations à leur place. Il faut convaincre, et les raisons économiques sont toujours les plus fortes. Une démarche du type "conseil de gestion" peut sans doute faciliter les choses, ainsi qu'une évaluation post-campagne, technique et économique, à l'aide d'enquêtes auprès des producteurs-utilisateurs de la méthode.

L'application du prix réel des produits permet de juger du réel intérêt des planteurs.

ANNEXES 4

Liste des appuis du CIRAD apportés à la filière "coton" du Bénin au cours des 5 dernières années (missions ou autres services, stages de formations)

1. Missions

Dans un cadre plus large que celui du seul domaine de la protection des végétaux, il faut rappeler la réalisation d'autres missions du CIRAD, pour la filière "coton" (agronomie, amélioration variétale, aide à la définition du projet "CFD").

ANNEE 1993

- * M. Crétenet : 13 au 21 octobre : appui en agronomie
- * S. Goebel : 15 au 25 novembre : appui en sélection cotonnière

ANNEE 1994

- * C. Gaborel: 15 au 25 juin: appui à Recherche agricole, composante 1, sélection cotonnière.
- * H. Saint-Macary: 19 au 25 juin. Information scientifique et technique.
- * E. Hequet: 12 au 23 juillet: appui en technologie (laboratoire et chaînes HVI).
- * A. Joly : 11 au 22 décembre : appui méthodologique (évaluation des besoins de formation en informatique et statistiques; besoins en matériel et logiciels informatiques; aspects méthodologiques de l'expérimentation). Les problèmes d'archivage des données furent discutés et le système d'informations géographiques (SIG) présenté brièvement.
- * G. Faure : 19 au 29 janvier puis 2 au 12 décembre. Appui à l'enquête sur "les pratiques paysannes et l'utilisation des intrants". Les responsables de cette enquête (Catherine COLNARD, Calixte AGOUA) et le responsable de la division "Entomologie" de la RCF, Samuel VODOUNNON, ont effectué une mission au Burkina Faso du 8 au 17 octobre 1994 pour le début du traitement informatique des données.

ANNEE 1995

- * G. Raymond et V. Beauval : 15 janvier au 3 février 1995. Etude de la filière.
- * G. Faure (avec F. Bérout, CFDT) : 8 au 17 mai; propositions pour une amélioration de la productivité de la culture cotonnière.

*B. Hau : 26 juin au 8 juillet: appui en génétique

* C. Gaborel: 16 au 27 octobre: mission complémentaire sur la composante coton (Projet d'appui à la recherche agronomique).

*J.L. Chanselme: 20 novembre au 2 décembre: Génétique cotonnière et technologie (égrenages).

ANNEE 1996

* J. Lançon: 25 mars au 1er avril. Préparation du projet "sélection cotonnière".

* P. Marnotte: 1er au 3 octobre. Participation à l'atelier régional sur les plantes de couverture. Contacts et visites des parcelles du CENAP et de la station de Niaouli.

* F. Razakaboana (CIRAD-SAR): décembre. Objectif: rencontrer les acteurs des filières intrants au Bénin (intrants agricoles et vétérinaires) afin d'organiser l'Atelier sur les problèmes d'approvisionnement en intrants aux producteurs qui s'est tenu à Bamako du 24 au 27 juin 1997.

ANNEE 1997

* C. Gaborel et M. Vaissayre (CIRAD-CA, programme Coton) : fin janvier 1997: participation à la réunion phytosanitaire de Cotonou (ed. CORAF).

* V. Beauval (consultant IRAM), F. Doligez (IRAM) et G. Faure (CIRAD-CA): 17 mars au 1er avril: Etude de faisabilité du projet alors intitulé "Programme d'amélioration des systèmes d'exploitation dans les départements du Zou et du Borgou".

Les cadres de la RCF ont participé à la mission (S. Vodounnon du 19 au 22 mars dans le Zou; P. Silvie du 24 au 28 mars dans le Borgou) et à la rédaction de propositions pour ce projet CFD.

* Tournée commune du 8 au 16 octobre 1997 des chercheurs du Togo et du Bénin financée par la MCAC à Cotonou avec pour objectif une visite des essais de ces pays.

* A. Bidaut (ACADE), G. Raymond (CIRAD-CA) et B.G. Soule (LARES): 11 au 28 novembre 1997. Evaluation du système d'approvisionnement et de distribution des intrants agricoles du Bénin.

2. Formations

1994

Blaise Fadoegnon, dans le cadre de la réalisation d'un DESS "Agriculture et environnement" à l'Institut National Polytechnique de Toulouse, a effectué un stage de fin d'études au CIRAD de mars à juillet.

1995

Joël Olou a effectué un stage du 29 mai au 10 juillet intitulé "Expérimentation paysanne". Alexis Hougni a bénéficié d'un stage sur la technologie du cotonnier du 30 août au 28 novembre.

1996

Blaise Fadoegnon, responsable de la Division Agronomie et chef d'antenne de Bohicon, a effectué un stage d'approfondissement des connaissances en informatique et biométrie du 1er octobre au 30 novembre. Il est le correspondant national des services de biométrie du CIRAD.

1998 André Katary, Directeur de la Recherche Coton et Fibres (RCF), a effectué un stage du 16 février au 22 mars 1998, en statistiques-biométrie.

3. Stages ou formations en cours

1997 E. Sekloka: DEA Génétique

1998 A. Djihinto: DAA Protection des cultures

1998 4 bourses de stages de courte durée ont été attribuées à la RCF par la MCAC à Cotonou pour C. Nobimé, T. Hougnon, G. Fayalo et M. Kouagou, dans les domaines de l'analyse des sols, la génétique cotonnière, l'expérimentation et la technologie cotonnière.

ANNEXES 5

Liste des publications rédigées par les chercheurs "coton" au Bénin avant 1993

* publications dans "*Coton et Fibres tropicales*"

COGNEE M. 1962. Note sur une pourriture des feuilles et des capsules du cotonnier produites par *Rhizoctonia solani* au Dahomey. 17 (3) 303-308.

GABOREL C. 1985. La protection contre les adventices dans le cadre d'un système de culture au Bénin. 40 (1) 7-17.

GABOREL C. 1987. La pré vulgarisation des traitements herbicides en culture cotonnière et en maïsiculture au Bénin. 42 (2) 111-115.

GABOREL C. & AKLE J. 1984. La culture cotonnière au Bénin. 39 (4) 153-158.

GERMANI G. & DELATTRE R. 1981. Les nématodes phytoparasites du cotonnier et des plantes à fibres jutières. Observations et expérimentations au Bénin. 36 (4) 319-333.

JOLY A. 1976. Expérimentation sur les régulateurs de croissance au Nord Dahomey. 31 (2) 273-281.

JOLY A. 1978. Apparition d'une déficience magnésienne sur cotonnier au Nord Bénin. 33 (2) 211-227.

LAGIERE R, FRINKING H., FAGLA P. & THIERRY H. 1968. Sur les pourritures des capsules du cotonnier dans le sud du Dahomey. 23 (3) 391-393.

MASSENOT M. & CASSINI R. 1967. *Corynespora cassiicola* sur cotonnier au Dahomey. 22 (3) 427-430.

STAEUBLI A. 1977. Contribution à l'étude de *Cryptophlebia leucotreta* (Meyrick), particulièrement au Bénin. 32 (4) 325-349.

** parues dans "Bulletin de la Recherche Agronomique" du Bénin*

AKLE J & GABOREL C. 1991. La culture cotonnière au Bénin. 2,10-15.

KATARY A., GABOREL C., JOUVE G. & VODOUNNON S. 1992. Les apports de la recherche agronomique à la filière coton au Bénin. 3, 18-28.

** communications à congrès*

FADOEGNON B. & GABOREL C. 1989. Etude de l'utilisation de la fertilisation sur le coton par les paysans de la province du Borgou au Bénin. Actes de la 1ère Conférence de la recherche cotonnière africaine, Tome I, Lomé, Togo, 333-345.

GABOREL C. 1989. La nuisibilité des adventices en culture cotonnière au Bénin. Relations entre le niveau d'enherbement et les temps de travaux. Actes de la 1ère Conférence de la recherche cotonnière africaine, Tome I, Lomé, Togo, 385-394.

GABOREL C. & FADOEGNON B. 1991. Le désherbage chimique du cotonnier et du maïs au Bénin. Actes de la réunion de coordination de recherche phytosanitaire cotonnière, 26-31 janvier 1991, Ouagadougou, Burkina Faso, 135-151.

JOUVE G. 1989. Les déprédateurs des organes floraux du cotonnier au Bénin. Actes de la 1ère Conférence de la recherche cotonnière africaine, Tome II, Lomé, Togo, 107-114.

VODOUNNON S. 1989. Evolution de la protection phytosanitaire du cotonnier au Bénin. Actes de la 1ère Conférence de la recherche cotonnière africaine, Tome II, Lomé, Togo, 191-201.

Ouvrages parus depuis 1995

- n° 1-95 CLAVEL D., WELCKER C., GUINET I.
Projet CIRAD-INRA Guadeloupe. Synthèse des principaux résultats d'amélioration variétale du maïs pour la zone caraïbe, 1989-1993, 16 p.
- n° 2-95 GUIBORDEAU P., 1995.
L'amélioration variétale du cotonnier au Sénégal, 36 p.
- n° 3-95 RENOU A., MARTIN T.
50 ans de recherches phytosanitaires sur la culture cotonnière au Tchad, 133 p.
- n° 4-95 HOMMAN N.
Propriété et protection du matériel végétal, 152 p. et annexe.
- n° 5-95 LUCE C.
Le sorgho. Création variétale et étude de la diversité génétique, 72 p.
- n° 6-95 JOURDAIN D.
Utilisation des modèles bio-économiques pour l'analyse des stratégies de protection des plantes, 89 p. et annexes.
-
- n° 1-96 MORANT P., BALIMA M., KONE N., OUARO S., PARE S., SANOU P., ZERBO L.
Création d'une cellule de traitements d'images satellitaires et d'applications thématiques au sein de l'INERA, 63 p. et annexes.
- n° 2-96 SEGUY L., BOUZINAC S.
Le soja au Brésil : production et systèmes de culture, 42 p.
- n° 3-96 SEGUY L., BOUZINAC S. (éditeurs)
Systèmes de culture mécanisés en zone tropicale humide. Expériences de recherche-développement au Brésil, 130 p.
- n° 4-96 MORANT P., RENEAUD H., GOUNEL C., GRELLET G., GUILLOBEZ S., LHERBET A.
Base de données géographiques pour la mise en place des pôles régionaux de recherche. Savanes d'Afrique centrale PRASAC. Savanes d'Afrique de l'Ouest, 31 p.
- n° 5-96 LACAPE J.-M.
Effets de la sécheresse sur le cotonnier et amélioration génétique de son adaptation au déficit hydrique. Revue bibliographique, 35 p.
-
- n° 1-97 BOUSSOU C., ALLAFORT M.-T.
Comment valoriser vos études de terrain ? A quelles revues confier votre expérience d'agronome ? 25 p.
- n° 2-97 CHARPENTIER H.
Fixation de l'agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire, 142 p. et planches en couleurs.
- n° 3-97 DEGUINE J.-P., MARTIN J., MERLIER H., LECLANT F.
Inventaire des plantes-hôtes d'*Aphis gossypii* Glover (Hemiptera, Aphididae) en Afrique, 17 p.
- n° 4-97 BACHELIER B., DEGUINE J.-P., EKORONG J., KLASSOU C., MARTIN J.
Le cotonnier à feuilles okra. Synthèse des études réalisées au Cameroun, 33 p.
-
- n° 1-98 POUZET D., CHABALIER P.-F., LEGIER P.
Fertilité des sols et conseil en fertilisation. Système expert d'interprétation des analyses chimiques des sols réunionnais, 97 p.
- n° 2-98 VIOT C.
Amélioration variétale du coton en Côte d'Ivoire, 17 p.



**Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement**

**Département
des cultures
annuelles
Cirad-ca**

**Programme
coton**

**Avenue
Agropolis
BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France**

**téléphone :
33 (0)4 67 61 55 00**

**télécopie :
33 (0)4 67 61 71 60**



**Institut
national
des recherches
agricoles
du Bénin**

**01 BP 715
Cotonou
Bénin**

**téléphone
229 31 34 46**

**télécopie :
229 31 11 88**