



**PÔLE RÉGIONAL DE RECHERCHE APPLIQUÉE
AU DÉVELOPPEMENT DES SAVANES
D'AFRIQUE CENTRALE**

Rapport technique 1999 de la composante "Productivité et compétitivité de la filière coton"



Editeur : Samuel NIBOUCHE
Animateur régional

Décembre 2000



ICRA, IRAD, ITRAD, LRVZ,
CIRAD, IRD, Université de Leyde

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	1
PRONOSTIC SUR LA PRODUCTION DE COTON GRAINE A PARTIR D'INDICATEURS PLANTE.....	2
METHODOLOGIE.....	2
RESULTATS	2
TRAITEMENT SUR SEUIL CONTRE LES CHENILLES DE LA CAPSULE	4
ECHANTILLONNAGE	5
ECHANTILLONNAGE A L'ECHELLE DE LA PARCELLE.....	5
ECHANTILLONNAGE A L'ECHELLE DU PLANT	8
SEUIL D'INTERVENTION.....	11
MODÉLISATION DE LA RÉACTION DE LA PLANTE AUX DÉGÂTS D'ABSCISSION	12
MODELISATION DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES CHENILLES DE LA CAPSULE	18
DIFFUSION DE LA LUTTE ETAGÉE CIBLÉE	23
ETUDE DE FAISABILITÉ DE LA DIFFUSION DE LA LEC	23
TEST DE DIFFUSION DE LA LEC	26
SUIVI DE LA SENSIBILITE D' <i>HELICOVERPA ARMIGERA</i> AUX PYRÉTHRINOÏDES	36
APPUI A LA SELECTION DE VARIETES PLASTIQUES	37
GESTION DE LA QUALITE DE LA FIBRE.....	40

PRONOSTIC SUR LA PRODUCTION DE COTON GRAINE A PARTIR D'INDICATEURS PLANTE

rédacteur : Ali Angokaï MOUSSA

En Afrique soudano-sahélienne, la prévision de la production cotonnière s'effectue sur la base des surfaces piquetées par les planteurs ou par les agents d'encadrement, des dates de semis, et des rendements moyens des années antérieures. Cette première estimation est ensuite corrigée en déduisant les pertes dues aux calamités naturelles survenues en cours de saison (inondation, érosion ...).

Ces méthodes de prévision qui ne prennent pas en compte les variations inter annuelles des facteurs de production (climat, itinéraire technique...) sont souvent biaisées. Ces biais sont surtout dus aux variations de pluviosité, et aux multiples dérives dans le respect des opérations culturales préconisées par les structures de développement.

L'approche "prévision de la production de coton graine à partir des variables mesurées sur la plante en cours de cycle" préconisée ici, intègre les diverses interactions entre facteurs de productions pour apporter des informations plus précises sur le niveau de rendement final d'une parcelle. De tels indicateurs, une fois identifiés, permettront aux sociétés cotonnières de disposer d'un outil pertinent pour la gestion des flux de matières premières (approvisionnements des usines d'égrenage, placement de la fibre auprès des filateurs...).

METHODOLOGIE

La production de coton graine à l'échelle d'un plant peut être décomposée en poids moyen capsulaire x nombre de capsules ouvertes. L'analyse consistera à rechercher parmi les variables plante mesurées en cours de végétation (début floraison), celles qui sont les plus corrélées aux deux composantes de production en fin de cycle.

Le dispositif mis en place au Cameroun, est basé sur un réseau de 16 parcelles réparties dans 2 terroirs PRASAC (Mowo et Mafa Kilda), et représentatives de la diversité des conditions du milieu. Dans chaque parcelle, 2 placettes de 120 m² ont été délimitées, et au sein de chaque placette, 10 plants ont été suivis par plant mapping. Les mappings ont consisté à noter à chaque date d'observation :

- le numéro du nœud d'insertion de la première branche fructifère,
- les variables de croissance (hauteur des plants, longueur de la nervure gauche des feuilles)
- les variables de développement (nombre de nœuds sur la tige principale, nombre de branche végétative et fructifère, nombre et la nature des organes floraux et fructifères)

En fin de saison, les capsules récoltables ont été dénombrées et le coton graine récolté plant par plant.

RESULTATS

Relation entre les variables plante mesurées en cours de cycle et la production finale.

L'étude des corrélations entre le nombre de capsules récoltées (variable à expliquer) et les variables de fonctionnement de la plante au stade d'entrée en floraison, montre que la surface foliaire est la variable la plus corrélée au nombre de capsules récoltées (figure 1).

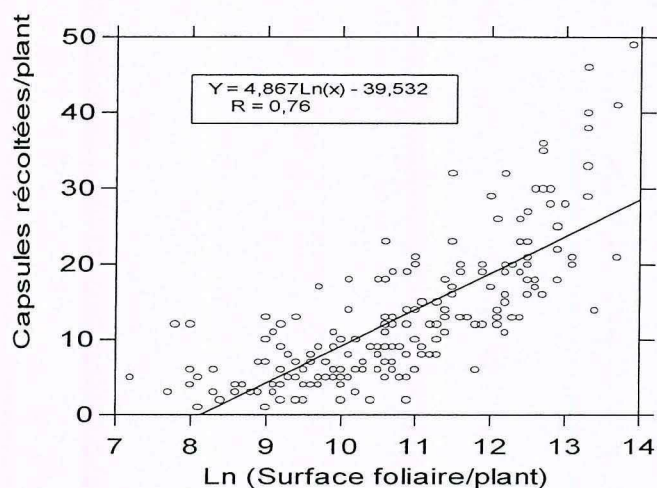


Figure 1: Relation entre le nombre de capsules récoltées et la surface foliaire

Relation entre la surface foliaire et les autres variables plante

Une régression multiple progressive a été effectuée pour déterminer parmi les variables de croissance et développement de la plante, celles qui permettent d'estimer au mieux la surface foliaire. L'équation ci-dessous présente les meilleures variables explicatives de la surface foliaire.

$$\text{Surface foliaire} = 0.354 \text{ RHN} + 0.384 \text{ NBV} + 0.215 \text{ NBF}$$

RHN : rapport hauteur sur nombre de nœuds

NBV : nombre de branches végétatives

NBF : nombre de branches fructifères

TRAITEMENT SUR SEUIL CONTRE LES CHENILLES DE LA CAPSULE

Les chenilles de la capsule sont un des principaux ravageurs de la culture cotonnière dans la zone soudano-sahélienne d'Afrique centrale. Pour contrôler ces déprédateurs, on a le plus souvent recours à la lutte chimique selon un calendrier prédéfini (traitements insecticides à fréquence hebdomadaire ou bi-mensuelle). Ces interventions systématiques, telles qu'elles sont pratiquées, ne sont pas toujours justifiées et la protection sur calendrier peut s'avérer préjudiciable à la rentabilité de la culture. Afin de limiter les inconvénients liés à l'emploi des produits insecticides, il convient de raisonner les traitements afin de n'intervenir que lorsque des dégâts économiques sont susceptibles d'être causés à la culture. La prise de décision d'intervenir ou non contre les chenilles de la capsule implique la possibilité (1) d'estimer les populations d'insectes présentes au champ et (2) d'évaluer les dégâts qui seront occasionnés à la culture en l'absence d'intervention.

L'estimation des populations repose sur un plan d'échantillonnage qui, pour être vulgarisable, doit répondre à deux critères: fiabilité et rapidité. L'échantillonnage doit d'une part permettre une prise de décision avec un risque d'erreur contrôlé et d'autre part minimiser la durée des observations, qui représentent un travail fastidieux pour le paysan.

Dans le cas du cotonnier, plante à croissance indéterminée possédant une aptitude à la compensation des pertes d'organes fructifères, la détermination d'un seuil économique de dégâts est complexe. Les multiples interactions entre le milieu, la croissance de la plante et la dynamique des populations de ravageurs ne permettent pas d'approcher la détermination de seuils d'intervention par une démarche expérimentale classique et nécessitent un recours à une démarche de modélisation.

Les principes de la lutte chimique raisonnée ont été mis en œuvre au Cameroun dans le cadre du programme de protection « lutte étagée ciblée » (LEC), qui associe un calendrier de traitements préétabli et des interventions sur seuil. La part des superficies cotonnières traitées en LEC, qui a atteint 70% au Cameroun en 1994, est depuis en régression régulière. Cette régression s'explique en partie par la lourdeur de la gestion de cette technique pour l'encadrement, mais elle est également le résultat de l'absence d'implication du paysan dans le suivi et la prise de décision. Au Tchad et en Centrafrique, la LEC n'a jamais été vulgarisée sur une surface significative. Un des objectifs de l'étude est de déterminer les conditions nécessaires au développement de la LEC et de proposer un paquet technique adapté aux conditions de chacun des pays de la zone PRASAC.

L'opération « Traitement sur seuil contre les chenilles de la capsule » se subdivise en trois axes :

1. Echantillonnage : *comment évaluer le nombre de chenilles présentes dans une parcelle ?*
2. Seuil d'intervention : *à partir de quel niveau d'infestation est-il nécessaire de traiter ?*
3. Diffusion de la LEC : *comment vulgariser un programme de protection basé sur des seuils d'intervention ?*

ECHANTILLONNAGE

rédacteurs : Jacques BEYO, Samuel NIBOUCHE

ECHANTILLONNAGE A L'ECHELLE DE LA PARCELLE

La mise au point d'un plan d'échantillonnage, fixe ou séquentiel, repose sur la détermination de la loi statistique suivie par le nombre de chenilles portées par un plant. Seule la connaissance de cette loi statistique permet de déterminer les intervalles de confiance des niveaux d'infestation évalués par échantillonnage, et donc les niveaux de risque associés aux prises de décision.

La détermination de cette loi s'opère par l'étude de la relation entre la moyenne et la variance de comptages de chenilles. Une étude lourde menée à partir de données collectées au Burkina Faso et au Cameroun, a permis de caractériser la loi du nombre de chenilles par plant dans le cas d'*H. armigera* (Gozé et al., 1998¹). Il reste à étendre ces résultats aux autres espèces de chenilles carpophages.

MÉTHODOLOGIE

Les données utilisées sont celles collectées grâce au réseau de parcelles non traitées mises en place de 1989 à 1994 par l'Irad et la Sodécoton.

Les observations ont été réalisées sur 80 ou 100 plants suivant les années, sur 31 localités de la zone cotonnière du Nord Cameroun. Le nombre total de relevés exploitables est de 2099.

La loi statistique du nombre de chenilles par plant a été caractérisée au travers des relations entre la moyenne et la variance.

Les travaux menés sur *H. armigera* ont ainsi permis de montrer que la loi du nombre de chenilles par plant était une loi binomiale négative de paramètre de dispersion $k = 2,39$.

Les lois de *D. watersi*, d'*Earias* spp. et du cumul des chenilles carpophages ont été étudiées en partant de l'hypothèse qu'il s'agissait également de lois binomiales négatives. Hypothèse raisonnable, compte tenu de la similitude de mœurs de ces ravageurs appartenant tous à la famille des Noctuidae.

Pour une loi binomiale négative, la relation liant moyenne μ et variance σ^2 est de la forme:

$$\sigma^2 = \mu + \mu^2 / k.$$

Les observations ayant été réalisées sur un faible nombre de plants, la variance n'est pas connue avec une grande précision, aussi sa régression sur la moyenne est-elle effectuée après transformation logarithme.

Le modèle est alors non-linéaire, d'équation $\log(\sigma^2) = \log(\mu) + \log(1 + \mu / k)$.

Les résultats présentés ici ont été obtenus par la méthode du maximum de vraisemblance, à la différence des résultats présentés dans le rapport d'activité 1998 qui avaient été obtenus par régression non linéaire (minimisation de la somme des carrés des écarts entre observations et

¹ Gozé, E. Nibouche, S. & Deguine, J.P. (1998) Bollworm sampling for action thresholds in Sub-Saharan Africa: spatial and probability distribution. 2^e Conférence Mondiale de la Recherche Cotonnière – Athènes. ICAC.

prédictions). La méthode du maximum de vraisemblance est plus précise car elle exploite mieux l'information qu'une régression.

RESULTATS

Loi statistique du nombre de chenilles par plant

Le tableau qui suit donne les résultats du calcul des paramètres de surdispersion pour chacune des espèces et pour le cumul des trois espèces.

Tableau 1 Valeur du coefficient de dispersion k pour les différentes espèces de chenilles carpophages (estimation par maximisation de la vraisemblance).

	<i>H. armigera</i>	<i>D. watersi</i>	<i>Earias</i> spp.	Cumul trois espèces
k	2.79	3.64	1.37	5.70
intervalle de confiance à 95%	2.35 - 3.39	3.34 - 3.99	1.20 - 1.57	5.22 - 6.27

Les valeurs du coefficient de dispersion k indiquées ici concernent la loi du nombre de chenilles par plant. Pour passer à la loi du nombre de chenilles par poquet, il suffit de multiplier k par 2. En effet, en faisant l'hypothèse que les infestations de chacun des deux plants du poquet sont indépendantes l'une de l'autre, les deux lois binomiales s'ajoutent et leurs coefficients k également.

Les résultats obtenus permettent désormais de construire des plans d'échantillonnage dont les risques sont contrôlés. Deux cas de figure ont été étudiés dans ce qui suit : plan d'échantillonnage fixe (nombre de plants observés fixé à l'avance) et plan d'échantillonnage séquentiel (nombre de plants observés variable).

Plan d'échantillonnage fixe

Dans ce qui va suivre, deux notions sont à distinguer :

- le seuil économique de dégâts, qui correspond au niveau de population *vrai* à partir duquel il est nécessaire de traiter.
- le seuil d'intervention, qui est la traduction opérationnelle du précédent, et dont la valeur va dépendre du nombre de plants observés et du niveau de risque choisi.

Les calculs ont été réalisés en fixant à 10% le risque de ne pas traiter alors que le seuil économique est atteint.

Deux tailles d'échantillon ont été prises en compte : 25 et 50 plants.

Tableau 2 : Valeur du seuil d'intervention (nombre de chenilles) en fonction du seuil économique de dégâts et de la taille de l'échantillon. Le risque de décider à tort ne pas traiter est fixé à 10%.

seuil économique de dégâts (chenilles/plant)	taille de l'échantillon	
	25 plants	50 plants
0.1	1	2
0.2	2	6
0.3	4	10
0.4	6	14
0.5	8	19

Plan d'échantillonnage séquentiel

La construction d'un plan séquentiel a été réalisée en utilisant le test de rapport de vraisemblance de Wald (1947)², et son application à la loi binomiale négative par Oakland (1950)³. On choisit librement les 4 paramètres suivants :

- μ_0 est le seuil de tolérance, en deçà duquel il ne faudrait pas intervenir,
- μ_1 est le seuil d'intervention, au-delà duquel on devrait intervenir,
- α est le risque d'intervenir, quand l'infestation est égale à μ_0 ,
- β est le risque de ne pas intervenir, quand l'infestation est égale à μ_1 .

La figure ci-dessous fournit le principe de construction d'un abaque pour un plan séquentiel.

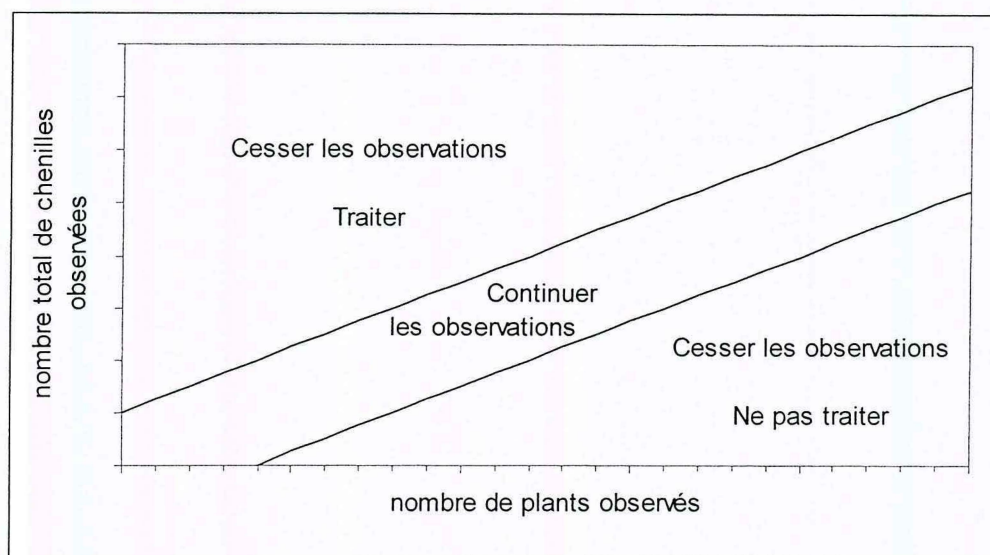


Figure 2 Modèle d'abaque pour plan séquentiel.

Le nombre moyen de plants observés a été calculé comme une fonction de l'infestation moyenne de la parcelle à partir de simulations d'échantillonnage. Le nombre de chenilles par plant a été simulé en utilisant les fonctions de génération aléatoires de la bibliothèque RANLIB (Brown et al., 1997)⁴.

Pour cette simulation, nous avons fixé les paramètres suivants :

$\mu_0 = 0,20$ larve/plant, soit 12 500 larves/ha pour une densité de 62500 plants/ha,

$\mu_1 = 0,40$ larve/plant, soit 25 000 larves/ha pour une densité de 62500 plants/ha

$\alpha=0,20$, $\beta=0,10$. Pour chaque infestation moyenne, on a effectué 10001 simulations, avec μ variant de 0 à 0,5 par pas de 0,005.

A la différence de ce qui se pratique pour un plan séquentiel classique, le nombre de plants observés a été limité à 25 : lorsque aucune décision n'est prise à 25 plants, la décision de traiter est prise systématiquement.

Les détails du plan séquentiel utilisé dans ce qui suit seront fournis ultérieurement dans un document séparé.

² Wald, 1947. *Sequential analysis*. Wiley, New York.

³ Oakland, G. B. 1950. An application of sequential analysis of whitefish sampling. *Biometrics*. 6: 59-67.

⁴ Brown, B. W., J. Lovato, K. Russel, J. Venier. 1997. Randlib.C, Library of C routines for random number generation, version 1.3 – August 1997. http://odin.mdacc.tmc.edu/anonftp/page_2.html#RANLIB

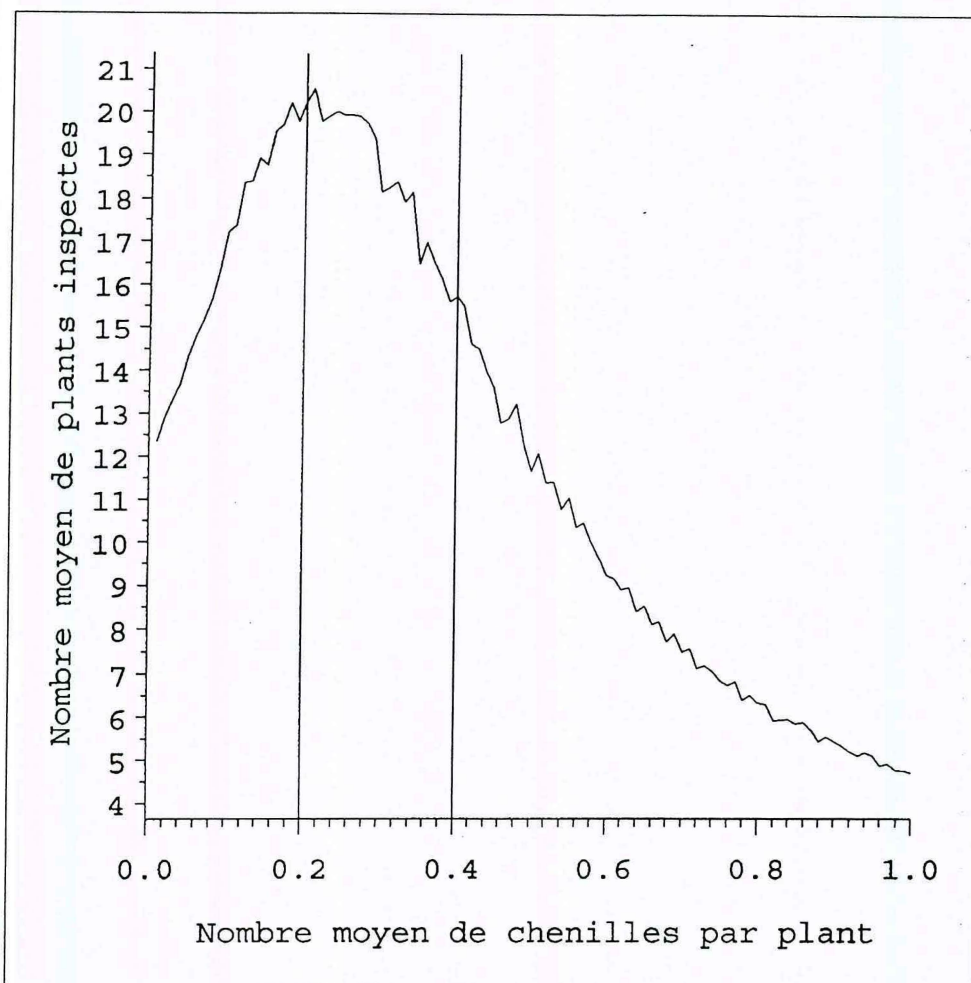


Figure 3 : Echantillonnage séquentiel. Calcul par simulation du nombre moyen de plants observés en fonction du niveau d'infestation de la parcelle.

La figure 3 permet de visualiser l'économie moyenne en plants observés permise par l'utilisation de l'échantillonnage séquentiel. Cette économie s'accroît lorsque le niveau d'infestation s'éloigne du seuil de tolérance μ_0 . Le nombre maximal moyen de plants observés est de 20.

ECHANTILLONNAGE A L'ECHELLE DU PLANT

L'objectif de cette étude est d'accélérer les comptages de chenilles en limitant les observations aux parties du plant les plus infestées.

La détermination de la loi du nombre de chenilles par plant fait l'objet des travaux présentés au chapitre précédent.

Le problème, si on n'observe plus qu'une partie du plant, consiste à trouver la loi du nombre de chenille par portion de plant en fonction de l'infestation moyenne du champ (μ). On peut parvenir à ce résultat par le raisonnement suivant: si on observe une seule chenille sur la portion de plant observée, cela peut se produire lorsque 1, 2, 3, ... jusqu'à une infinité de chenilles sont présentes sur l'ensemble du plant. On va pouvoir ainsi estimer la loi du nombre J de chenilles sur une portion de plant en fonction du nombre i de chenilles sur le plant.

On peut alors passer de la loi de I en fonction de μ à la loi de J en fonction de μ en appliquant le théorème des probabilités totales:

$$P(J = j) = \sum_{i=0}^{\infty} P(J = j / I = i) \cdot P(I = i)$$

La loi de I ayant été identifiée au chapitre précédent, le travail restant à mener consiste donc à déterminer la loi de J conditionnelle à I. Cette loi est caractérisée par les valeurs $P(J=j / I=i)$. Celles-ci sont estimées en construisant un tableau croisé du nombre de chenilles sur la portion de plant étudiée en fonction du nombre total de chenilles du plant.

Pour présenter un intérêt pratique, la loi conditionnelle doit être invariable, que ce soit au cours de la campagne ou d'une année à l'autre. En particulier, elle ne doit pas dépendre de μ , infestation moyenne du champ. Dans le cas contraire, les limites de son utilisation devront être déterminées.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Cette étude a été conduite selon un dispositif non statistique constitué de deux parcelles de 2500 m² chacune, une traitée (à la deltaméthrine 9g/ha) et une autre non-traitée. Quotidiennement des données concernant le nombre de chenilles, leur position sur le plant, leur âge et le type et la taille d'organes attaqués sont collectées alternativement sur les deux parcelles. Le temps mis pour la localisation et l'identification des chenilles sur différentes parties (branches fructifères et végétatives, 10 branches supérieures et le reste du plant) de 25 plants a été enregistré.

La conduite des parcelles a été réalisée conformément à l'itinéraire technique préconisé par la Sodécoton dans l'Extrême-Nord. Conformément à ces recommandations, la densité était de 100.000 plants/ha.

Analyse des données

La loi conditionnelle a été déterminée en construisant un tableau croisé « nombre de chenilles présentes sur la totalité du plant » x « nombre de chenilles présentes sur les 10 BF supérieures ».

Le niveau d'infestation « plant infesté par une chenille et une seule » a été le seul ayant des effectifs suffisants pour permettre une analyse statistique (total de 2807 plants sur 4 années). Les effets de quatre facteurs sur le taux de chenilles portées sur les 10 BF supérieures ont été étudiés :

- effet des traitements insecticides (2 modalités : traité vs non-traité)
- effet de l'espèce de chenille (4 modalités)
- effets conjoints de l'année d'étude et de la date d'observation (cette dernière exprimée en jours après levée avec regroupement hebdomadaire des données).

Dans le cas de l'étude de l'effet d'un facteur unique (traitements, espèce), les analyses ont été réalisées en pratiquant un test du chi-2 sur le tableau croisé facteur x position des chenilles.

L'étude des fluctuations du pourcentage de chenilles localisées en haut de plant a été réalisée sur le même principe mais en utilisant la procédure GENMOD de SAS (qui permet de réaliser des tests de type chi-2 sur des tableaux croisés à plus de 2 dimensions).

Résultats

Dans toutes les analyses qui suivent, deux options ont été prises en compte :

- les chenilles situées sur les BV sont considérées systématiquement comme situées dans la partie inférieure du plant, quelle que soit leur position sur la BV (intitulé tableaux : « position sur BV non prise en compte »).
- les chenilles situées sur les BV sont traitées de la même manière que celles qui sont situées sur l'axe principal (intitulé tableaux : « position sur BV prise en compte »).

Les résultats de l'analyse des effets traitement et espèce sur la proportion de chenilles portées par les 10 BF supérieures sont indiqués dans le Tableau 3.

Tableau 3 Niveau de signification des effets espèce et traitement sur le taux de chenilles portées sur les 10 BF supérieures des plants.

	position sur BV non prise en compte	position sur BV prise en compte
effet traitement	0.751	0.563
effet espèce	0.143	0.131

Les résultats de l'analyse des effets "date d'observation" (en jours après levée, avec regroupement hebdomadaire) et "année" sur la proportion de chenilles portées par les 10 BF supérieures sont indiqués dans le Tableau 4.

Tableau 4 Niveau de signification des effets année et date d'observation (en jours après levée, avec regroupement hebdomadaire) sur le taux de chenilles portées sur les 10 BF supérieures des plants.

	position sur BV non prise en compte	position sur BV prise en compte
effet année	0,0009	0,4067
effet date d'observation	< 0,0001	< 0,0001
interaction année x date	< 0,0001	< 0,0001

Dans le cas de l'option « position sur BV non prise en compte », l'élimination des deux premières semaines d'observation de l'année 1997 (matérialisés par X sur la Figure 4), rend l'effet année non significatif ($p = 0,2454$), le niveau de signification des autres effets restant du même ordre de grandeur.

Les figures ci-dessous permettent de visualiser l'effet de la date d'observation sur la distribution verticale des chenilles (sans prendre en compte l'effet année).

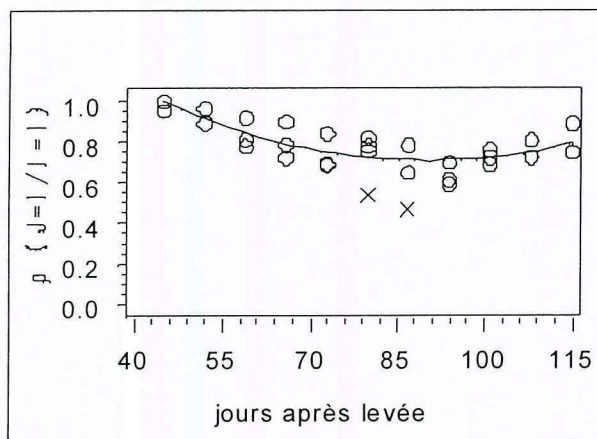


Figure 4 Evolution du taux de chenilles situées sur les 10 BF supérieures en fonction de la date d'observation (en jours après levée, avec cumul hebdomadaire). La position des chenilles situées sur les BV n'est pas prise en compte.

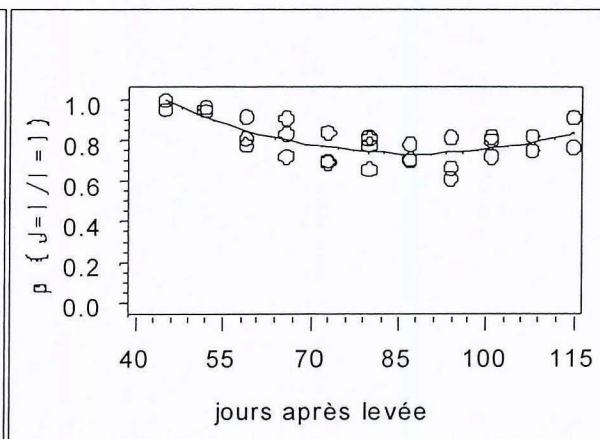


Figure 5 Evolution du taux de chenilles situées sur les 10 BF supérieures en fonction de la date d'observation (en jours après levée, avec cumul hebdomadaire). La position des chenilles situées sur les BV est prise en compte.

Il apparaît nettement une relation de type quadratique dans les deux cas de figure. Rappelons que la mise en évidence d'une interaction année x date significative (cf. Tableau 4) indique que cette relation est variable d'une année à l'autre.

Le tableau qui suit présente l'ensemble des probabilités $p(J=j / I=i)$ pour les autres niveaux d'infestations observés ($i=2$ à 6).

Tableau 5 Valeurs de la loi du nombre J de chenilles sur les 10 BF supérieures, conditionnelles au nombre I de chenilles portées par le plant (les valeurs de J non mentionnées ont une probabilité nulle).

i	j	p (J=j/I=i)	
2	0	0.1250	6/48
	1	0.0625	3/48
	2	0.8125	39/48
3	0	0.111	1/9
	1	0.111	1/9
	2	0	
	3	0.778	7/9
4	2	0.444	4/9
	3	0.111	1/9
	4	0.444	4/9
5	5	1	1/1
6	4	1	1/1

Conclusion

Les calculs qui précèdent ont permis de montrer que la loi du nombre de chenilles sur les 10 branches supérieures, conditionnelle au nombre de chenilles sur le plant, n'était pas invariante. Elle dépend du stade phénologique de la culture, mais est indépendante de l'espèce de carpophage ou de la protection insecticide.

Cette variabilité de la loi conditionnelle lui ôte tout intérêt par rapport à l'objectif fixé (cf. page 9).

SEUIL D'INTERVENTION

L'objectif de cette opération est de rationaliser les seuils d'intervention empiriques actuellement utilisés en LEC pour déclencher des traitements contre les chenilles carpophages.

L'opération comporte deux volets:

- ✓ la modélisation des pertes de rendement, qui a pour objectif de quantifier la perte de production correspondant à la destruction d'un nombre d'organes fructifères donné.
- ✓ la modélisation des dégâts de chenilles, qui a pour objectif de quantifier le nombre et le type d'organes fructifères attaqués par une population de chenilles donnée.

La mise en correspondance de ces deux modèles doit permettre d'évaluer la perte de rendement occasionnée par une population de chenilles carpophages, en fonction de paramètres tels que l'effectif de la population, sa composition faunistique, la date de l'attaque, le potentiel de production de la culture, etc...

Il serait ainsi possible de mettre au point des grilles de décision permettant de déclencher les traitements insecticides en fonction d'objectifs de rendement, de potentiels de production, de scénarios climatiques...

MODELISATION DE LA REACTION DE LA PLANTE AUX DEGATS D'ABSCISSION

rédacteur : Ali Angokaï MOUSSA

Les ravageurs des cultures, et notamment les chenilles carpophages provoquent d'importantes pertes de production en culture cotonnière dans la zone soudano-sahélienne d'Afrique. On estime à 30 voire 40% ces pertes de production dues aux ravageurs (Renou et Deguine, 1992)⁵.

Pour faire face à ce parasitisme, les producteurs ont recours à la lutte chimique. Deux méthodes de lutte chimique sont actuellement vulgarisées dans la zone cotonnière du Cameroun :

- la lutte prédéfinie (LPD) où les dates de traitements, les matières actives et leurs doses sont programmées à l'avance,
- la lutte étagée ciblée (LEC) où le calendrier des traitements est préétabli, mais les modalités d'application (type de matière active et doses d'emploi) sont définies à partir d'observation au champ (Deguine *et al.*, 1993)⁶.

Bien que ces méthodes empiriques aient fait leurs preuves, elles demandent à être rationalisées dans le contexte de crise économique actuelle, où les préoccupations majeures des acteurs de la filière, sont la réduction des coûts de production et la préservation de la qualité de l'environnement. Cette rationalisation requiert, une meilleure connaissance de la réaction de la plante aux attaques de prédateurs.

METHODOLOGIE

Site d'expérimentation

L'expérimentation a été conduite à Maroua (Nord Cameroun), sur un sol alluvial de texture sablo-argileuse. Le climat est de type soudano-sahélien, avec une saison de pluies de pluviosité moyenne de 750 mm, et une température moyenne de 28°C.

Matériel végétal

La variété du cotonnier utilisée est IRMA 1243 créée à Maroua et cultivée dans la plupart des secteurs SODECOTON. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Productivité moyenne : 1551 kg/ha de coton graine
- Rendement égrenage : 42 %
- Durée moyenne du cycle : 140 jours après levée
- Début floraison : 49 jours
- Durée moyenne de floraison : 8 semaines
- Début d'ouverture des capsules : 100 jours
- Durée d'ouverture des capsules : 6 semaines

Dispositif expérimental

Le plan expérimental est un bloc complet randomisé avec 5 blocs et 2 facteurs. Le premier facteur est le stade de développement de la plante à 2 niveaux (S1 et S2), et le deuxième

⁵ Renou, A., Deguine, J.P. 1992. Ravageurs et protection de la culture cotonnière au Cameroun. *Coton et Fibres Tropicales*. Série documents, études et synthèses, n°13. 52 p

⁶ Deguine, J.P., Ekukolé, G., Amiot, E. 1993. La lutte étagée ciblée : un nouveau programme de protection insecticide en culture cotonnière au Cameroun. *Coton et Fibres Tropicales*. 48 : 99-119.

facteur est l'intensité de destruction d'organes floraux et/ou fructifères comportant 3 niveaux (D0, D1 et D2).

Niveaux du premier facteur :

- S1 : 50 jours après levée
- S2 : deux (2) semaines après floraison.

Niveaux du second facteur :

- D0 : aucune destruction d'organes
- D1 : destruction de 20% d'organes floraux et/ou fructifères par rapport à D0
- D2 : destruction de 40% d'organes floraux et/ou fructifères par rapport à D0.

Chaque unité expérimentale comprend 6 lignes de 10 m de long avec des écartements de 0.8 m entre lignes et de 0.25 m entre poquets.

Conditions de réalisation

Les semences ont été traitées à l'Oncol (benfuracarb). Le semis est fait manuellement à raison de 5 à 6 graines par poquet. Au démariage, un seul plant a été laissé par poquet. Une fumure minérale (NPKSB 22.10.15.5.1) appliquée à raison de 200kg/ha au stade 3 feuilles vraies, a été suivie d'un apport de 50 kg/ha d'urée au buttage (35^e jour après levée). Des sarclages manuels ont été effectués dès l'apparition de mauvaises herbes.

Afin de réduire au minimum les abscissions parasitaires, des traitements insecticides décadaires ont été réalisés. Un mélange de deltaméthrine et le monocrotophos (matières actives) aux doses respectives de 12 g/ha et 250 g/ha a été utilisé à chaque intervention, à l'aide d'un appareil ULVA plus.

Méthode d'ablation.

Les dommages causés par les insectes peuvent être simulés en détruisant manuellement des organes floraux et fructifères. Cette approche permet de contrôler avec précision le niveau de dommages et ainsi d'explorer les limites de la capacité de la plante à compenser ces dommages.

Les organes détruits sont les vieux boutons floraux à moins de 5 jours de la floraison, et les jeunes capsules de moins de 10 jours, situés sur les deux premières positions des branches fructifères. La destruction d'organes est faite sur 5 plants marqués de chaque parcelle (à l'exception du témoin). Le nombre d'organes détruits par plant pour chaque traitement (D1 ou D2) est calculé à partir de la quantité d'organes floraux et fructifères dénombrés sur le plant moyen du témoin D0. Ainsi, pour les traitements S1D1 et S1D2 par exemple, sont détruits à 50 jours après levée (JAL), 20% et 40% respectivement du nombre moyen d'organes reproducteurs par plant dénombrés sur l'objet D0.

Les destructions sont étalées sur 15 jours, à raison d'une ablation tous les 5 jours, du tiers du nombre d'organes total à détruire.

Observations

- Suivi des stades phénologiques

Les stades de développement considérés sont la levée, l'apparition du premier bouton floral, l'apparition de la première fleur, l'ouverture de la première capsule.

Pour une unité expérimentale donnée, le stade phénologique est atteint lorsque 50% des plants sont à ce stade.

- Plant mapping

Il s'agit d'une technique de suivi de la croissance et du développement, qui renseigne sur les variables de croissance (hauteur, , surface foliaire) d'une part, et sur les variables de développement (nombre de branches végétatives et fructifères, nombre de nœuds sur la tige principale, nature et état des organes floraux et fructifères) d'autre part. Pour ce faire, cinq

plants de tailles sensiblement égales sont choisis par unité expérimentale en début floraison, puis marqués à l'aide d'étiquettes numérotées.

Trois « plant mapping » ont ensuite été réalisés durant la saison sur ces plants marqués. Le premier a été effectué à 50 jours après levée, le second à 75 jours après levée, et le dernier à 100 jours après levée.

Saisie, extraction et analyse de données

Les données du plant mapping ont été saisies dans une base de données (CESAR), et les variables recherchées ont été extraites à l'aide d'une application (FIND) qui lui est associée. Les données extraites sont ensuite récupérées dans un tableur (Excel) pour être analysées.

Les analyses statistiques des données ont été réalisées à l'aide du logiciel STATITCF. Les analyses de variance ont été effectuées au seuil de signification 5%. Lorsqu'une différence significative existe entre traitements, ces derniers sont comparés deux à deux par le test de Newman et Keuls.

RESULTATS

Suivi des stades phénologiques

La levée a eu lieu le 11/07, soit 5 jours après le semis. La première fleur est apparue avec un retard de 10 jours par rapport à la date théoriquement connue pour le cultivar (49 jours). Ce retard de floraison est dû aux basses températures du mois d'août provoquées par l'abondance des pluies. La date d'ouverture de la première capsule en revanche, n'a pas été décalée (100 jours après levée) (Tableau 6).

Tableau 6 : Dates des principaux stades phénologiques (parcelles témoins)

Stade phénologique	Date d'apparition
Levée	11/07/1999
Premier bouton floral	21/08/1999
Première fleur	13/09/1999
Ouverture de la première capsule	25/10/1999

Suivi de la hauteur des plants

Bien que les différences ne soient pas significatives, les ablations précoces d'organes (50 JAL) de 20 % (D1) et 40 % (D2) par rapport au témoin (sans dégât) provoquent un accroissement de la hauteur des plants de l'ordre de 6.29% et 3.78% respectivement.

En revanche, les destructions tardives (75 JAL) d'organes fructifères entraînent une réduction de la croissance de 8.81% et 0.62% par rapport au témoin, pour les objets D1 et D2 respectivement (Tableau 7).

Tableau 7 : Hauteur des plants en fonction des niveaux de dégâts sur les organes floraux et fructifères (D0, D1 et D2), effectués à 50 jours après levée (S1) et à 75 jours après levée (S2).

Variables	F1/F2	S1	S2	Moyenne	Analyse statistique
Hauteur A 50 JAL	D0	39.44	40.28	39.86	F1 : NS F2 : NS Interaction : NS
	D1	37.82	38.6	38.21	
	D2	39.35	37.12	38.23	
	Moyenne	38.87	38.67	38.77	
Hauteur A 75 JAL	D0	84.32	79.34	81.83	F1 : NS F2 : NS Interaction : NS
	D1	81.84	74.89	78.37	
	D2	80.04	78.52	79.28	
	Moyenne	82.07	77.58	79.83	
Hauteur A 100 JAL	D0	88.38	86.24	87.31	F1 : NS F2 : NS Interaction : NS
	D1	94.03	80.49	87.26	

D2	91.88	87.64	89.76
Moyenne	91.43	84.79	88.11

Evolution du nombre de nœuds sur la tige principale

Le développement de nœuds sur la tige principale ne diffère pas significativement d'un traitement à l'autre. Toutefois, vers la fin de cycle (100 jours après levée), on note une légère augmentation du nombre moyen de nœuds par plant lorsque les destructions d'organes sont effectuées précocement (objets S1D1 et S1D2) (Tableau 8).

Tableau 8 : Evolution du nombre de nœuds sur la tige principale (T.P) en fonction des niveaux d'ablation d'organes floraux et fructifères (D0, D1, et D2) réalisés à 50 JAL (stade S1) et 75 JAL (stade S2).

Variables	F1/F2	S1	S2	Moyenne	Analyse statistique
Nombre de nœuds sur la T.P à 50 JAL	D0	11.00	11.28	11.14	F1 : NS
	D1	11.00	11.20	11.10	F2 : NS
	D2	10.80	11.00	10.90	Interaction : NS
	Moyenne	10.93	11.16	11.05	
Nombre de nœuds sur la T.P à 75 JAL	D0	17.08	17.04	17.06	F1 : NS
	D1	16.56	16.92	16.74	F2 : NS
	D2	16.88	16.88	16.88	Interaction : NS
	Moyenne	16.84	16.95	16.89	
Nombre de nœuds sur la T.P à 100 JAL	D0	18.48	18.72	18.60	F1 : NS
	D1	20.04	18.56	19.30	F2 : NS
	D2	20.68	19.60	20.14	Interaction : NS
	Moyenne	19.73	18.96	19.35	

Dynamique de mise en place des sites fructifères sur un plant moyen.

Les plants ayant subi des destructions précoces d'organes fructifères, réagissent en développant plus de sites fructifères vers la fin de cycle. On note sur la Figure 6 que le surplus de sites fructifères (d'environ 5%) dans le cas des objets S1D1 et S1D2, sont mis en place entre 75 et 100 JAL.

Des destructions tardives d'organes fructifères (S2D1 et S2D2) n'ont aucune incidence sur le développement ultérieur des sites fructifères.

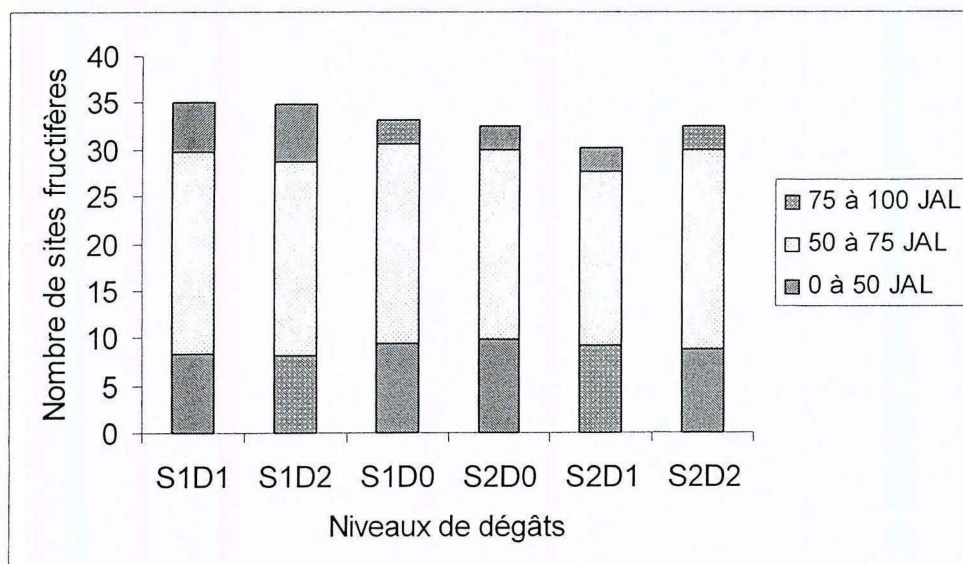


Figure 6 : Evolution du nombre de sites fructifères sur un plant moyen (n= 25), en fonction des niveaux de dégâts (D0, D1, D2) réalisés à 50 ou 75 JAL (S1 ou S2)

Développement des sites fructifères sur les 2 premières positions des branches fructifères (BF).

Une destruction d'organes fructifères de l'ordre de 20% ou 40% réalisée après 50 jours de végétation, accélère le développement des sites au niveau des 2 premières positions des branches fructifères, cette réaction de la plante ne commence que vers le 50^{ème} jour après la réalisation des dégâts.

Dans le cas d'une destruction tardive d'organes fructifères (75 JAL), aucune différence n'est observée entre les objets ayant subi des dégâts et le témoin.

Tableau 9 : Effets d'ablation d'organes fructifères sur l'évolution du nombre de sites fructifères en première et deuxième position des BF.

Variables	F1/F2	S1	S2	Moyenne	Analyse statistique
Nombre de sites fructifères en P1 à 50 JAL	D0	7.80	8.32	5.34	F1 : S F2 : NS Interaction : NS
	D1	7.32	8.36	5.16	
	D2	7.08	7.76	4.98	
	Moyenne	7.40 b	8.15 a	5.16	
Nombre de sites fructifères en P1 à 75 JAL	D0	19.44	18.67	11.20	F1 : NS F2 : NS Interaction : NS
	D1	18.68	18.60	10.72	
	D2	18.84	19.40	10.96	
	Moyenne	18.99	18.89	10.96	
Nombre de sites fructifères en P1 à 100 JAL	D0	21.88	22.36	12.82	F1 : NS F2 : NS Interaction : NS
	D1	23.04	21.20	12.72	
	D2	23.84	22.60	13.32	
	Moyenne	22.92	22.05	12.95	

Développement des sites fructifères par tranche de nœuds sur la tige principale.

Dans le cas des dégâts précoces, la plante compense les organes fructifères abscissés en développant plus de sites fructifères vers le sommet (nœuds 13 à 24). En revanche, lorsque les dégâts ont lieu tardivement, la réaction de la plante dépend du niveau de dégât : une chute de 20 % d'organes aurait une incidence négative sur le développement des sites fructifères, alors qu'une intensité plus forte de 40 % augmenterait légèrement le rythme de développement des sites (Figure 7).

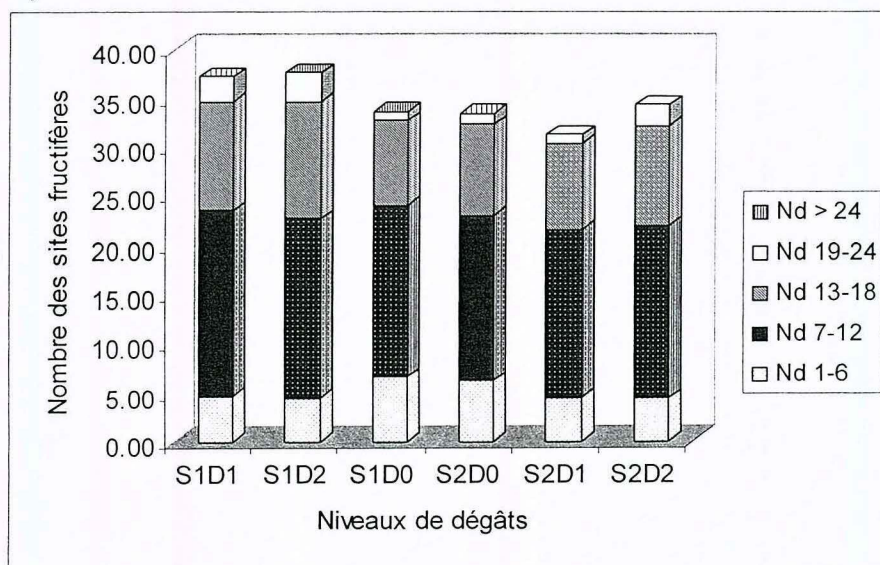


Figure 7 : Répartition des sites fructifères par tranche de six nœuds successifs (sur la tige principale), en fonction des niveaux de dégât. Les valeurs correspondent aux moyennes de 25 plants.

Evolution des taux d'abscission des organes floraux et fructifères.

Les taux d'abscission des organes floraux et fructifères initialement très élevés pour les dégâts précoces (objets S1D1 et S1D2), diminuent fortement pendant les 25 jours après l'ablation des organes, et de façon modérée par la suite (Figure 8).

Dans le cas des dégâts tardifs, on note également un faible ralentissement du rythme d'abscission des organes fructifères.

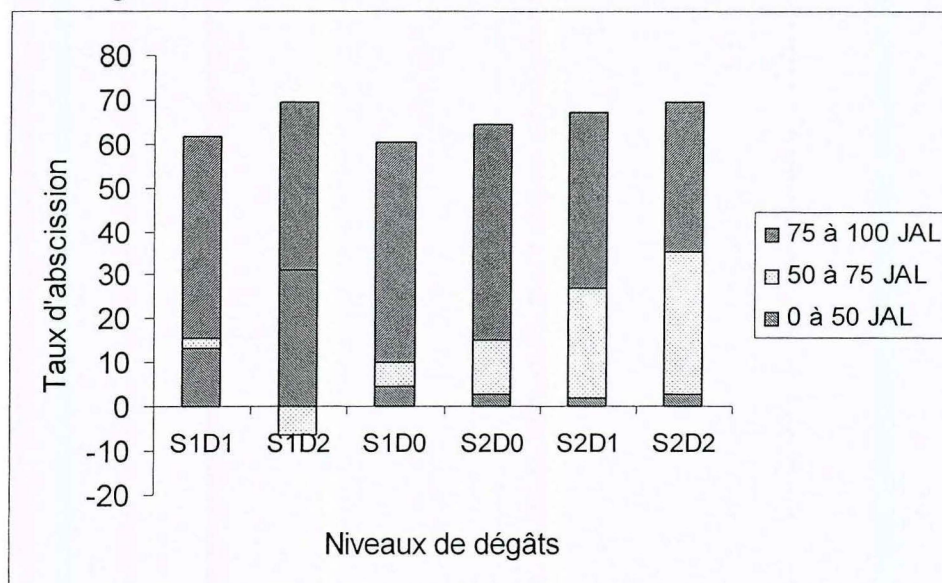


Figure 8 : Evolution des taux d'abscission des organes floraux et fructifères en fonction des niveaux de dégât. Les valeurs correspondent aux moyennes de 25 plants.

Production de coton graine à l'échelle d'un plant moyen

Des destructions précoces (50 JAL) des organes fructifères de 20% et 40% d'organes fructifères (objets S1D1 et S1D2 respectivement) stimulent la production de coton graine. En revanche, des fortes chutes tardives d'organes fructifères (S2D1 et S2D2) se traduisent par une légère baisse de production.

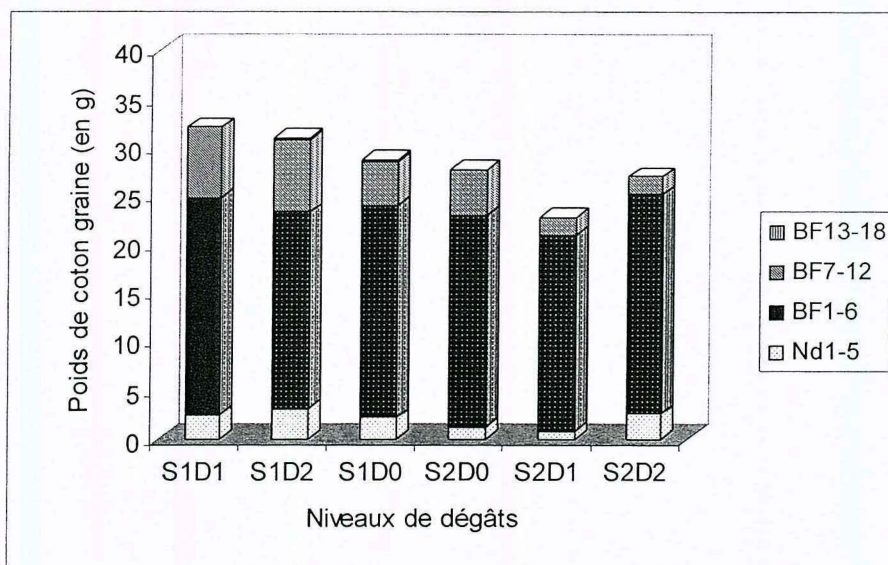


Figure 9 : Répartition de la production de coton graine sur un plant moyen (n = 25), en fonction des niveaux de dégât

CONCLUSION

Le cotonnier réagit aux fortes abscissions pré-florales, en développant plus de sites fructifères vers le sommet des plants, et en augmentant les taux de rétention des organes fructifères. Nos résultats montrent qu'il y a une surcompensation de la plante qui se traduit par des hausses de production allant de 10 % à 14 % selon les niveaux d'abscission.

Lorsque des fortes abscissions d'organes fructifères surviennent en période post florale (vers les 75^{ème} JAL), la production diminue de 4 à 19 % en fonction de l'intensité des dégâts.

Ces résultats confirment les hypothèses émises par Delattre (1973), à savoir qu'il existerait un taux T en deçà duquel le rythme de floraison ne serait pas modifié, mais qu'au-delà de ce taux, il y a un réel effet dépressif sur le volume de la floraison et sur celui de la production. Cet auteur précise également que les niveaux des taux d'abscission tolérables sont variables en fonctions des conditions de production, d'où la nécessité de déterminer dans nos conditions de culture, le seuil d'abscission tolérable par la plante, afin de définir une stratégie de lutte intégrée contre les ravageurs.

MODELISATION DU COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES CHENILLES DE LA CAPSULE

rédacteurs : Jacques BEYO, Samuel NIBOUCHE, Frédérique PEDRON

Préférences alimentaires

Les résultats sont présentés ici sous forme synthétique. On se référera à Gozé (à paraître)⁷ pour plus de détails.

Wilson et Gutierrez (1980) décrivent un modèle de préférence alimentaire en tenant compte d'un coefficient de préférence et celui d'une répartition verticale des chenilles. Or si l'on se dit que la répartition verticale des chenilles reflète uniquement leur préférence alimentaire alors le coefficient de stratification devient inutile. Dans cette étude l'estimation des préférences se

⁷ Gozé, E. à paraître. Rapport de mission au Cameroun. Appui à la composante 6. Prasac, N'Djamena.

fait en examinant le tableau 2x2 croisant le type d'organe, et le fait qu'il soit disponible ou consommé comme l'indiquent les tableaux qui suivent :

Tableau 4 : organe attaqué/stade larvaire (*Diparopsis watersi*)

Organe attaqué	Stade larvaire					Total
	1	2	3	4	5	
Bouton floral						
Fréquence	71	76	73	56	79	355
Pourcentage	5.30	5.68	5.45	4.18	5.90	26.51
Fleur						
Fréquence	30	59	39	24	48	200
Pourcentage	2.24	4.41	2.91	1.79	3.58	14.94
Capsule						
Fréquence	52	84	148	171	329	784
Pourcentage	3.88	6.27	11.05	12.77	24.57	58.55
Total						
Fréquence	153	219	260	251	456	1339
Pourcentage	11.43	16.39	19.42	18.75	34.06	100

Les chenilles du 1^{er} et du 2^{ème} stades larvaires ne montrent pas de préférence particulière pour une classe donnée d'organes. Celles du 3^{ème} 4^{ème} et du 5^{ème} par contre s'attaquent préférentiellement aux capsules avec 48,39 % d'attaques. De manière générale plus la chenille avance dans son développement plus elle préfère se nourrir de capsules. On passe ainsi de 3,9 % pour les larves du 1^{er} stade à 24,6 % pour celles du 5^{ème} stade.

Tableau 5 : organe attaqué/stade larvaire (*Earias* spp.)

Organe attaqué	Stade larvaire					Total
	1	2	3	4	5	
Bouton floral						
Fréquence	12	68	114	150	146	490
Pourcentage	0.92	5.23	8.77	11.54	11.23	37.69
Fleur						
Fréquence	29	89	120	100	147	485
Pourcentage	2.23	6.85	9.23	7.69	11.31	37.31
Capsule						
Fréquence	7	33	61	78	146	325
Pourcentage	0.54	2.54	4.69	6.00	11.23	25.00
Total						
Fréquence	48	190	295	328	439	1300
Pourcentage	3.69	14.62	22.69	25.23	33.77	100

Aucune préférence spéciale ne se dégage de ce tableau à l'exception des larves du premier stade qui s'attaquent plus aux fleurs qu'aux boutons floraux et capsules. Cette non-préférence pour un type donné d'organes est très marquée chez les chenilles du dernier stade avec 11 % d'attaque pour chaque classe d'organes.

Tableau 6 : organe attaqué/stade larvaire (*Helicoverpa armigera*)

Organe attaqué	Stade larvaire					Total
	1	2	3	4	5	
Bouton floral						
Fréquence	40	51	93	98	74	356
Pourcentage	5.03	6.41	11.68	12.31	9.30	44.72
Fleur						
Fréquence	22	23	45	76	61	227
Pourcentage	2.76	2.89	5.65	9.55	7.66	28.52
Capsule						
Fréquence	13	24	38	69	69	213
Pourcentage	1.63	3.02	4.77	8.67	8.67	26.76
Total						
Fréquence	75	98	176	243	204	796
Pourcentage	9.42	12.31	22.11	30.53	25.63	100

Le tableau 6 montre que les larves d'*Helicoverpa armigera* ont un schéma d'alimentation qui diffère de celui du *Diparopsis watersi* et de *Earias* spp. En effet près de 45% d'attaques sont portées sur les boutons floraux contre seulement 28% sur les fleurs et 27% sur les capsules. Le stade le plus destructif est le 4^{ème} avec 31% d'attaque. Ceci s'oppose aux conclusions de Ramalho et al. (1984) qui disent que chez *Helicoverpa armigera* les stades avancés préfèrent les organes plus âgés.

Tableau 7 : organe attaqué/stade larvaire (*Spodoptera littoralis*)

Organe attaqué	Stade larvaire			Total
	4	5	6	
Bouton floral				
Fréquence	149	70	14	233
Pourcentage	25.00	11.74	2.35	39.09
Fleur				
Fréquence	124	108	27	259
Pourcentage	20.81	18.12	4.53	43.46
Capsule				
Fréquence	65	35	4	104
Pourcentage	10.91	5.87	0.67	17.45
Total				
Fréquence	338	213	45	596
Pourcentage	56.71	35.74	7.55	100

En réalité les fleurs du cotonnier ont une durée de vie d'un jour et peuvent être assimilées aux boutons floraux dont elles constituent le prolongement. Vu sur cet angle deux classes d'organes seulement intéressent notre étude de voracité : classe des boutons floraux et classe des capsules et la préférence alimentaire d'un stade larvaire par rapport à une classe peut s'identifier à un coefficient *C* défini comme suit :

$$C = \frac{\text{nombre de capsules consommées}}{\text{nombre de boutons consommés}} \times \frac{\text{nombre de boutons disponibles}}{\text{nombre de capsules disponibles}}$$

Le calcul et l'analyse des propriétés de *C* pour chaque espèce stade par stade sont en cours.

Voracité

Cette étude a été conduite seulement avec *S. littoralis* pour tester et asseoir la méthodologie. Elle sera étendue aux autres espèces de carpophages. Les premiers résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 10 : Durée (en jours) des stades de développement de *Spodoptera littoralis* en relation avec le type d'organe.

Organes		Stades		
		L3-L4	L5	L6
MBF	N	11	11	11
	Moyenne	4.7	3.0	6.6
	Erreur standard de la moyenne	11.25	8.24	12.31
	min.	3.3	2.0	4.0
	max.	7.0	5.6	10.6
GBF	N	11	11	11
	Moyenne	3.8	2.2	6.6
	Erreur standard de la moyenne	3.28	7.25	7.22
	min.	3.3	1.0	5.3
	max.	4.3	4.0	9.0
PC	N	10	10	10
	Moyenne	3.8	2.4	7.3
	Erreur standard de la moyenne	3.80	7.73	16.78
	min.	3.3	1.7	5
	max.	4.3	4	13
MBF : Bouton Floral Moyen		GBF : Gros Bouton Floral		
PC : Petite Capsule		N : Nombre de chenilles observées.		

Tableau 11 : Consommation moyenne de *Spodoptera littoralis* pour chaque type d'organe en relation avec le stade larvaire.

Organes		Stades		
		L3-L4	L5	L6
MBF	N	11	11	11
	Moyenne	2.5	6.1	16.4
	Erreur standard de la moyenne	0.57	0.56	1.461
	min	0	4	9
	max	6	11	25
GBF	N	11	11	11
	Moyenne	2.1	3.9	8.1
	Erreur standard de la moyenne	0.21	0.63	0.59
	min	1	0	6
	max	3	7	12
PC	N	10	10	10
	Moyenne	2.3	1.2	2.8
	Erreur standard de la moyenne	0.36	0.38	0.55
	min	1	0	1
	max	4	4	6

MBF : Moyen Bouton Floral

GBF : Gros Bouton Floral

PC : Petite Capsule

N : Nombre de chenilles observées

De manière générale la durée du stade larvaire ne varie pas de façon significative avec le type d'organe consommé. Par contre les larves de dernier stade consomment plus d'organes que les autres et dévorent plus rapidement les boutons floraux que les capsules.

Dégâts sur capsules âgées

Méthodologie

Dans une parcelle de 2500 m² semée avec la variété IRMA1243 et non traitée, 100 plants sont choisis au hasard et étiquetés. Soixante-dix jours après semis, des capsules saines ayant un diamètre supérieur ou égale à 30 mm sont choisies et protégées chacune par un sachet en tissu transparent. Les sachets cylindriques mesurent 50 mm de diamètre sur 100 mm de long avec un orifice à chaque extrémité. Les orifices sont munis chacun d'une cordelette qui permet de fixer les sachets à la base du pédoncule de la capsule et de fermer le sachet après introduction de la chenille (Sharma et al. 1992)⁸.

Vingt chenilles par espèce de carpophage (*Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi*, *Spodoptera littoralis* et *Earias* spp) sont introduites individuellement dans les sachets et l'orifice d'introduction est hermétiquement attaché. Vingt capsules témoins sont ensachées sans introduction de chenilles. Pour chaque espèce, seules les chenilles des 3ème, 4ème et 5ème capsules sont prises en compte. En maturité, les capsules ensachées sont récoltées et ramenées au laboratoire où le poids du coton graine produit par chaque capsule est pesé.

⁸ Sharma, H.C., Taneja, S.L., Leuschner, K. et Nwanze, F. 1992. Techniques to screen sorghums for resistance to insect pests. *Bulletin d'information* n° 32, International Crops Research Institute for the Semi Arid tropics, Patancheru, India.

Résultats

Tableau 12 Poids moyen de coton graine porté par des capsules attaquées par chacune des quatre espèces de carpophages.

Espèce de chenille	Poids moyen capsulaire (g)
<i>Diparopsis watersi</i>	0.55 c
<i>Earias</i> spp.	1.53 b
<i>Helicoverpa armigera</i>	1.70 b
<i>Spodoptera littoralis</i>	1.82 b
Témoin non infesté	4.05 a
F	20.09
p	< 0.0001

Toutes les espèces des carpophages causent des dégâts très significatifs sur les capsules âgées mais de toutes ces espèces *Diparopsis watersi* se présente comme la plus destructrice (0,55 g contre 4,05 g pour le témoin).

DIFFUSION DE LA LUTTE ETAGEE CIBLEE

ETUDE DE FAISABILITE DE LA DIFFUSION DE LA LEC

CAMEROUN

rédacteurs : Jacques BEYO et André DJONNEWA

Initialement prévue pour être réalisée au Tchad et en République centrafricaine, l'étude de faisabilité de la lutte étagée ciblée (LEC) a pour objectif d'évaluer la possibilité de mise en place de ce mode de traitement dans les conditions de ces deux pays. Lors de l'atelier d'animation de la C6 qui s'est tenu à Garoua du 25 au 26 novembre 1999 cette étude a été étendue au Cameroun compte tenu d'une forte régression que connaît l'adoption de ce mode de traitement qui couvrait 70% des surfaces cotonnières en 1995 et seulement 17% en 1999. L'étude s'est déroulée du 31/01/2000 au 12/02/2000. Elle a concerné 5 terroirs de référence PRASAC à savoir Balaza Domayo, Mowo, Gadas, Séboré et Mafa-Kilda. Elle s'est attelée en plus des aspects purement économiques (coût, produits, gestion des stocks...) à déterminer les différentes causes de la régression de l'adoption de cette méthode au Cameroun et à un sondage d'opinion des planteurs pour une réadoption éventuelle.

Méthodologie.

Bibliographie :

Les rapports des chefs des zones desquels dépendent les terroirs référence visités, les archives des groupements des paysans, les fiches des traitements et les bordereaux d'achat de coton encore disponibles chez les paysans ont été consultés. Les documents élaborés par la C4 (conseil de gestion) ont été également exploités pour la collecte des informations.

Entretien avec les paysans :

Un questionnaire détaillé a été élaboré à ce sujet et deux jours ont été consacrés à chaque terroir de référence : un jour de contact et d'explication des objectifs de l'enquête aux paysans et à leurs encadreurs (chefs traditionnels, moniteurs agricoles et agents SODECOTON) puis un deuxième jour pour un entretien individuel ou chaque planteur a été visité chez lui par une équipe d'enquêteurs. Dans une causerie tout à fait libérale les paysans répondent aux questions qui leur sont posées. Très souvent ils font recours à leurs reçus de paiement pour aider à l'estimation des superficies en coton, du nombre de traitements et des forfaits de traitement insecticides qui leurs sont imposés.

Renseignements auprès des agents de la SODECOTON.

Un autre type de questionnaire a été élaboré pour les agents de la SODECOTON travaillant dans les terroirs de référence enquêtés. Il s'agit des chefs de zones et des surveillants de cultures dont les opinions sont très déterminantes dans la vulgarisation et l'adoption des innovations technologiques en zones cotonnières. C'est souvent eux qui servent de tableau de reflet de ce que leurs paysans ressentent à propos d'une innovation donnée.

Les informations ainsi collectées ont été dépouillées et analysées pour donner les résultats qui suivent.

Résultats.

Rapport des Superficies :

Les cinq terroirs de référence étudiés possèdent au total 870 exploitations pour une superficie moyenne de 2,2 ha par exploitation. Diverses spéculations sont pratiquées dont le sorgho, le mil, le muskuwaari (sorgho repiqué de saison sèche), l'arachide, le niébé, le sésame et le coton pour ne citer que ceux-là. Les rapports des superficies coton/superficies cultivées et quelques caractéristiques des terroirs sont représentés dans le tableau qui suit.

Tableau 13 : quelques caractéristiques des terroirs de référence PRASAC étudiés.

Caractéristique	Terroir				
	Balaza Domayo	Mowo	Gadas	Séboré	Mafa-Kilda
Population en 1999	235	1274	1018	-	878
Population active en 1999	81	665	645	-	459
% d'alphabétisés	0.45	0.86	0.69	-	0.25
superficie cultivée (1999)	67 ha	477	6.11	56	406
superficie en coton	17.5	213	150	23	194
% superficie coton/cultivée	0.26	0.45	0.26	0.41	0.48
Superficie en LEC	0.0	0.0	0.0	100	100

De ce tableau il ressort les points suivants :

- Le Coton occupe en moyenne 40% des superficies cultivées ce qui le place comme une culture d'importance pour ces terroirs. En effet le coton constitue la principale culture de rente de ces populations et tout ce qui concourt à l'amélioration de sa productivité est toujours bien apprécié par les planteurs. Le traitement insecticide est l'un de facteurs d'amélioration.
- La pratique de la LEC est présente sur deux des cinq terroirs étudiés. Cela signifie que la LEC se pratique toujours et qu'au lieu peut-être de s'attacher à une étude purement de faisabilité, il faudrait rechercher plutôt les causes de sa régression pour la valoriser davantage.
- Chaque terroir de référence a plus de la moitié de sa population qui est inactive. Ceci constitue un handicap sérieux pour le développement en général et le développement de l'agriculture en particulier d'autant plus chaque personne travaille pour au moins satisfaire les besoins de deux autres.
- Le faible pourcentage des personnes scolarisées dans les 5 terroirs de référence visités : en moyenne 0.56% des personnes ont été à l'école et souvent ne dépassent pas le niveau du cours moyen deux (CM2). Cette situation ne milite pas pour la diffusion d'une technologie étroitement liée au niveau de l'éducation. Il faut être plus imaginatif pour faire passer une telle technologie. La LEC dans sa conception actuelle s'apparente à ce genre de technologie.

Les produits chimiques de traitement.

Les produits utilisés sont les mêmes pour les deux modes de traitement, c'est-à-dire la lutte prédéfinie (LPD) et la lutte étagée ciblée (LEC). Il s'agit pour l'année 1999 de l'endosulfan 500, le Decis 60, le Cyperax 200, le Dursban, le Curacron et le Nuvacron selon le rapport de campagne de la direction de production de la SODECOTON. Ces produits ont été confirmés par les planteurs et leurs encadreurs dans les différents terroirs lors de l'enquête. Les produits sont achetés et stockés par la SODECOTON qui les distribue selon elle, au moment opportun à ses planteurs. Jusqu'à nos jours les planteurs n'ont pas eu de contact formel avec les firmes

insecticides ou du moins les chaînes de commercialisation de ces produits. La SODECOTON est toujours prête à continuer d'assumer ce rôle de fournisseurs d'intrants qui lui semble primordial pour garantir la production du coton.

En principe il n'y a pas de crainte de mauvaise gestion des stocks de produits chez les paysans puisqu'ils n'en disposent pas. Ce risque est réel au cas où les planteurs auraient à gérer leurs propres stocks de produits surtout dans le cadre de la LEC où certains produits peuvent ne pas être utilisés immédiatement l'année où ils sont commandés. La gestion et la conservation des produits au niveau de la SODECOTON sont favorisées par le choix des formulations. Les formulations actuellement commandées sont selon la SODECOTON, faites pour une conservation plus ou moins longue. C'est des solutions plus ou moins stables utilisables en TBV (10L/ha).

Un sondage d'opinion a été fait sur le coût des deux modes traitement insecticide. Les résultats sont dans le tableau qui suit.

Tableau 14 : Comparaison des coûts de traitement en LEC et en LPD par les planteurs.

	Balaza Domayo	Mowo	Gadas	Séboré	Mafa
Nombre de planteurs Interrogés	50	73	112	45	130
LEC > LPD.	8%	5%	12%	25%	19%
LEC < LPD.	88%	80%	88%	45%	76%
LEC = LPD	4%	15%	0%	30%	5%

LEC > LPD : LEC coûte plus cher que la LPD

LEC < LPD : LEC coûte moins cher que la LPD

LEC = LPD : LEC = LPD pas de différence dans les coûts des deux de traitement

De ce tableau il ressort que, mis à part la situation atypique du terroir de Séboré, les paysans sont à 83% convaincus qu'en terme relatif la LEC coûte moins cher que le programme calendaire (LPD), environ 11% des personnes interrogées pensent que la LEC est plus chère et 6% seulement ne se sont pas prononcées. A la question de savoir si les planteurs veulent la réintroduction et ou la continuation de la LEC, la réponse a la même allure que l'exercice de comparaison des coûts. Mais si telle est l'opinion des planteurs, pour quoi la LEC régresse-t-elle au Cameroun ?

Causes de la régression et de la moindre adoption de la LEC au Cameroun.

- **Mauvaise foi des observateurs :** la principale cause décrite de tous est la mauvaise observation réalisée par les observateurs payés pour le faire. Les planteurs comme les dirigeants de la SODECOTON décrivent la mauvaise attitude des observateurs qui remplissent les fiches d'observation à la maison, ce qui conduit à un traitement inadapté (peu ciblé comme il devrait l'être). A ce point l'on est en droit de se poser la question de savoir pourquoi les planteurs recrutent des observateurs pour réaliser des observations afin de pouvoir traiter leurs parcelles ? La réponse à cette question constitue la cause suivante.
- **La non-scolarisation des planteurs :** la non-scolarisation des planteurs les oblige à recruter des observateurs alphabétisés qui savent lire et écrire pour tenir les cahiers d'observation. Cette non-scolarisation constitue la cause n°1 de l'échec de l'adoption de la LEC, car les planteurs font appel à des observateurs parce qu'ils ne maîtrisent pas des observations aussi complexes que celles que la LEC impose. Mais les observateurs pour économiser leur peine trompent leurs employeurs, qui sont les planteurs, en remplissant les fiches d'observation à la maison. Ceci a pour conséquence l'échec des traitements et a résulté en une suspicion et un sentiment de trahison d'où le rejet par les planteurs.

- **Méthode d'observation difficile et exigeante** : les quelques observateurs interrogés quant à leur mauvaise fois dans la réalisation des observations ont laissé savoir que malgré leur bonne volonté de bien faire, ils sont confrontés à l'utilisation d'une méthode difficile et fatigante car il n'est pas facile d'examiner totalement des plants de cotonnier de 1,5 m de haut avec de multiples branchages pour y détecter des ravageurs qu'on connaît très peu. Il y a lieu de se fatiguer et de se tromper.
- **Manque de concertation**. Plusieurs paysans ont signalé au cours de l'entretien que le mode de traitement (LEC ou LPD) s'applique selon la volonté de la SODECOTON, les planteurs ne font qu'exécuter. Il y a lieu de croire que sur la plainte de quelques planteurs négligeables en nombre la SODECOTON a retiré la LEC de certains marchés. Or la SODECOTON a toujours joué le rôle d'éducateur de ses planteurs et pouvait facilement discipliner ceux des observateurs indécis pour faire avancer la LEC qu'elle apprécie tant dans ses rapports.

Conclusion

Malgré l'enthousiasme des paysans à reprendre le traitement en LEC, ce mode de traitement insecticide tout à fait économique a des sérieux handicaps qui freinent son adoption : Le non-scolarisation des planteurs qui ne les autorise pas à travailler sur des supports écrits, une méthode d'observation très lourde et contraignante et l'impossibilité des paysans de choisir librement le mode de traitement qu'ils préfèrent utiliser. Pour rendre la LEC opérationnelle, il faut d'abord faire en sorte que chaque paysan soit son propre observateur et qu'il soit capable de faire ses observations sans trop de peine. Cette conditionnalité, est un préalable à la réussite de la vulgarisation de la LEC. Cela est tout à fait faisable dans la mesure où dans d'autres pays comme le Mali, le Burkina Faso des planteurs non lettrés réalisent leurs observations à l'aide des planchettes de comptage.

TESTS DE DIFFUSION DE LA LEC

TCHAD

rédacteur : Idriss GOIPAYE

Dans la zone soudanienne du Tchad où se pratique la culture cotonnière, les ravageurs de cette première culture de rente, notamment les chenilles carpophages provoquent d'importantes pertes de production. Pour lutter contre ces déprédateurs, on a souvent recours aux produits chimiques et en plus, ces produits sont appliqués de façon calendaire donc avec effet certain sur l'environnement. L'utilisation non raisonnée de ces produits insecticides augmente les coûts de production, compromettant ainsi la rentabilité de la filière. En plus de cette lutte chimique appliquée de façon calendaire sur la culture, se développent à long terme des mécanismes de résistance chez certaines espèces de ces ravageurs.

Face à cette situation, il convient d'adopter une approche de lutte chimique simplifiée qui prend en compte la dynamique des populations de certains ravageurs clés et leur comptage avant la décision de traiter ou non. Une telle approche permettrait de former les planteurs à la reconnaissance des principaux ravageurs, d'économiser une partie d'insecticides prévus donc la baisse des coûts de production et d'effet d'insecticides sur l'environnement. Pour garantir une bonne production aux planteurs, cette approche prévoit une pratique de lutte chimique calendaire allégée, intercalée par de lutte chimique sur seuil de cinq chenilles carpophages sur vingt cinq plants par corde (5000m').

La présente étude a été initiée dans le cadre du Projet PRASAC permettant la mise en place d'une première démonstration de la LEC aux agriculteurs sur une surface d'environ 100 cordes en comparaison avec 100 cordes témoins. Toutefois, les résultats de cette étude permettraient d'évaluer les possibilités d'économie ou non liée à la pratique de la LEC.

Matériel et méthodes

Dispositif expérimental

Quatre terroirs (BEHONGO, KOUDOTI, NDABA et TCHANAR) ont été retenus pour la mise en place de cet essai. Sur chaque site 25 cordes appartenant à 25 planteurs volontaires étaient retenues pour la mise en place de la LEC, en comparaison avec 25 autres cordes témoin utilisant la pratique de protection calendaire actuellement vulgarisée. Les 25 cordes de la pratique LEC par site reçoivent chacune 10 dosettes de CYPERCAL P720 EC (120 + 600)g/ha de cyperméthrine + profenofos spécialement formulées par la Société CALLIOPE. Chaque dosette contient 7,5 g de cyperméthrine + 37,5 g de profenofos et sert pour le traitement d'une corde de cotonniers (on a donc bien ainsi la demi-dose de cyperméthrine 15 g/ha et de profenofos 75g/ha). Les 10 dosettes par corde pour la LEC seront appliquées à intervalle de 7 jours à partir du 45^e jour après la levée donc (les traitements n° 01, 03, 05, 07 et 09 seront obligatoires=calendaires et les n° 02, 04, 06, 08 et 10 le seront si et seulement si le seuil de 5 chenilles carpophages sur 25 cotonniers par corde est atteint).

Par contre les cordes témoin reçoivent 5 traitements à pleine dose (30+150 g/ha), appliqués tous les 14 jours, à partir du 45^e jour après la levée, avec du produit distribué par la COTONTCHAD (CYCLOFOS 720 EC = cyperméthrine + chlorpyrifos-éthyl à 120+600 g/l).

Opérations culturales

En dehors des programmes de protection(LEC et Programme recommandé), les 25 cordes LEC et 25 cordes témoins par site doivent bénéficier de la même pratique de fertilisation. Chaque couple de cordes doit être semé à la même date (ou au pire à peu de jours après). L'idéal est de trouver des agriculteurs assez performants, ayant semé deux cordes à la même date, afin que les traitements débutent à la même période, avec la même formule d'engrais et respectant les bonnes pratiques d'entretien de leurs parcelles de cotonniers.

Traitements phytosanitaires

A) Les traitements obligatoires ou calendaires.

Ils auront lieu à 45, 59, 73, 87 et 101 jours après la date de la levée des cordes LEC et témoins sans observations quelconques.

B) Les traitements sur seuil de trois espèces chenilles carpophages (*Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi* et *Earias* spp.).

Ils auront lieu à 52, 66, 80, 94 et 108 jours après la date de la levée des cordes LEC en fonction d'un seuil de 5 chenilles carpophages sur 25 plants par corde LEC. Si ce seuil de 5 chenilles carpophages n'est pas atteint la dosette servant à ce traitement est économisée au profit du planteur mais gardé par l'agent du site.

Observations

A) Pendant la campagne, 5 observations de chenilles carpophages sont prévues sur chaque couple de cordes(LEC et témoin). Dans chaque corde 25 plants de cotonniers sont marqués une fois par toutes par des piquets en bois suivant le sens de la diagonale.

Ces observations ont lieu un jour avant les dates de traitements sur seuil donc à 51, 65, 79, 93 et 107 jours après la date de levée du couple de cordes (LEC et Témoin). A chaque occasion, on observe les trois chenilles carpophages sur les 25 plants marqués de chaque corde (LEC) et corde (Témoin). Le nombre de chenilles carpophages rencontrées sur les 25 plants est noté sur de fiches prévues à cet effet. Sur chaque corde LEC, si le seuil de 5 chenilles carpophages est atteint ou dépassé, le jour suivant cette corde sera traitée ; si le seuil de 5 chenilles carpophages n'est pas atteint (0-4 chenilles), le jour suivant, on ne traite pas mais on économise la dosette. Donc il y a possibilité de faire 1- 5 traitements supplémentaires sur chaque corde LEC quand le seuil est atteint ou d'économiser 1-5 dosettes lorsqu'il ne l'est pas. Sur les cordes témoins, les mêmes observations sont faites seulement à titre indicatif

B) À la fin de la campagne, on récolte dans chacune des cordes de chaque couple, le coton- graine dans un carré de 20 m x 20 m, prévu à cet effet. Les productions de ces deux carrés (LEC et Témoin) sont pesées séparément.

Résultats

Sur les quatre sites, les observations ont permis de dégager les tendances suivantes en comparant la corde LEC et la corde Témoin. Le résumé des moyennes observées (seuil atteint) est donné dans le tableau qui suit.

Tableau 15 Nombre de seuils atteints par couple de cordes (Témoin et LEC) et les moyennes pour les 4 sites.

N° DE COUPLE DE CORDES	BEHONGO Nombre de seuils atteints sur 5		KOUDOTI Nombre de seuils atteints sur 5		NDABA Nombre de seuils atteints sur 5		TCHANAR Nombre de seuils atteints sur 5	
	TEMOIN	LEC	TEMOIN	LEC	TEMOIN	LEC	TEMOIN	LEC
01	1	3	2	0	3	1	3	3
02	0	3	0	0	2	1	4	4
03	2	2	3	0	2	1	3	2
04	0	2	2	0	0	1	0	0
05	2	3	0	0	1	3	3	5
06	0	2	0	0	0	1	3	4
07	0	1	0	0	0	2	4	5
08	1	2	0	0	2	3	3	3
09	1	3	1	0	2	2	1	2
10	1	3	0	0	0	1	3	3
11	0	4	0	0	2	2	2	4
12	1	2	0	0	1	2	0	0
13	1	3	0	1	0	2	4	5
14	1	2	0	0	1	1	2	3
15	0	3	1	0	0	0	5	5
16	0	2	1	0	2	1	4	4
17	1	2	0	0	2	2	2	2
18	3	3	0	0	1	0	3	1
19	0	3	0	0	1	0	2	2
20	0	2	0	2	1	0	2	3
21	2	3	0	0	1	2	2	4
22	1	3	0	0	2	2	1	3
23	2	3	0	0	2	1	0	1
24	2	2	1	0	0	1	1	0
25	2	3	0	0	3	2	0	1
Moyenne /site	0.96	2.56	0.44	0.12	1.24	1.4	2.28	2.76
Moyenne générale	TEMOIN				LEC			
	1.22				1.72			

Au vu de ce tableau, il en ressort une moyenne générale d'environ 2 seuils atteints sur les 5 observés et partant une économie de 3 dosettes par corde, soit une économie de 300 dosettes sur 1000 engagées. Ce qui représente 30% d'économie en dosettes.

Au niveau de la production, nous avons observé les tendances suivantes sur 4 sites (tableau ci-dessous).

Tableau 16 Production de coton-graine du programme recommandé par rapport au programme LEC.

N° DE COUPLE DE CORDES	BEHONGO Poids de coton-gr. kg 400 m ²		KOUDOTI Poids de coton-gr. kg 400 m ²		NDABA Poids de coton-gr. kg 400 m ²		TCHANAR Poids de coton-gr. kg 400 m ²	
	TEMOIN	LEC	TEMOIN	LEC	TEMOIN	LEC	TEMOIN	LEC
01	24.5	28	17	43.5	52.5	61.5	10.1	27.4
02	23.5	41.5	31.5	26	53.5	58.5	22.6	24.4
03	24.5	14	16.5	22	16.5	23	15.7	27.4
04	23.5	37.5	22	18	33	28	30.2	45.6
05	36	45	30	24.5	15	52.5	7.1	14.5
06	15	29	23.5	46.5	35	22.5	3.6	21.4
07	10	15	22.5	22	33.5	42	39.7	67.4
08	23	14	24	34	46	17	19.1	28.7
09	22	36.5	28.5	35.5	24	41.5	13.7	34.3
10	22	36.5	33.5	32	16	42	13.8	34.7
11	12	37.5	29.5	19	33.5	46	18.5	35.7
12	37	35	28.5	11.5	29	32.5	51.4	81.8
13	24.5	36	24.5	26.5	30	35.5	10.4	14.5
14	19	24	31	33.5	20	26	10.4	22.3
15	19	28	31.5	24.5	27	29	11.6	14.4
16	18.5	21.5	18.5	27	14	21	12.3	18.4
17	15.5	12.5	41	21	25.5	21	11.2	27.8
18	23	25.5	21	17.5	14	29	8.8	10.2
19	26	36.5	13	25.5	25.5	23	9.2	9.45
20	15.5	32	25	16	30	36	22.5	26
21	24.5	19.5	18	24	25	48	6.4	12
22	24.5	33	12.5	11	27	35	14	14.5
23	32.5	31	10	13.4	46.5	66.5	8.5	13.5
24	23.5	18.5	8	15.5	23	22.5	4.5	8
25	22.5	28.5	6.5	14.5	30	55.5	11.5	18.5
Moyenne /site	22.46	28	22.7	24.17	29	36.6	15.47	26.1
Rdt moyen kg/ha/site	561.5	716	567.5	604.25	725	915	386.75	652.55
Rdt moyen kg/ha /programme	560,2 PROGRAMME VULGARISE				721,95 PROGRAMME LEC			

En moyenne sur les 4 sites, ces premiers résultats au niveau de rendement kg/ha montrent une certaine supériorité du programme LEC par rapport au programme actuellement vulgarisé. Sur le terroir de Tchanar, la production LEC est presque le double du programme vulgarisé pour des raisons de forte dilution d'insecticides constatée lors des traitements.

Conclusion:

Même si les deux programmes apportaient la même production, le programme LEC semble permettre une économie substantielle en dosettes de l'ordre de 30%, la formation de producteurs à la reconnaissance des ravageurs cardinaux du cotonnier et une rationalisation dans l'usage d'insecticides sur coton.

Mais le problème du programme LEC résiderait certainement dans la façon d'étendre cette formation à un plus grand nombre de planteurs et surtout dans la gestion de dosettes économisées d'une campagne à une autre. Pour ce faire, l'implication des services du développement et de la Société cotonnière pourrait pour beaucoup contribuer à l'amélioration de cette approche.

CENTRAFRIQUE

rédacteur : Abel YANDIA

L'opération de recherche, faisabilité de la lutte étagée ciblée (LEC), est une analyse technique et économique devant permettre de décider de la mise en place de ce nouveau programme de protection du cotonnier qui soit adapté à la République centrafricaine. Elle a été réalisée suite aux recommandations de l'atelier d'animation de la Composante « Productivité et Compétitivité de la Filière Coton » du Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique Centrale (PRASAC), qui s'était tenu du 25 au 26 novembre 1999 à Garoua, au Cameroun.

Cette analyse repose sur les résultats techniques obtenus des actions de pré vulgarisation de la lutte étagée ciblée menées en 1997-98 (Financement du Fonds d'Aide et de Coopération, FAC) et 1998-99 (Financement du Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique Centrale, PRASAC) et les résultats d'enquête réalisée au moyen d'un questionnaire auprès de la Direction de Production et du Service chargé du Suivi des Objectifs de la Société Cotonnière Centrafricaine (SOCOCA) et d'un entretien verbal avec les producteurs de coton qui avaient accepté de tester la lutte étagée ciblée en 1998-99.

L'enquête auprès des services techniques de la SOCOCA a permis de recueillir les informations sur les modalités techniques et pratiques de recommandation et d'achat la nature, les types de conditionnement, la gestion des stocks des produits insecticides, et le coût des traitements insecticides.

L'entretien verbal avec les paysans LEC a permis de recueillir leur avis sur la lutte étagée ciblée.

Analyse des conditions pratiques de mise en œuvre de la LEC en République centrafricaine

La chute des cours du coton sur le marché mondial, la pratique de la vérité des prix sur les intrants (engrais et insecticides) qui ne sont plus subventionnés par l'état centrafricain depuis 1998, la réduction du prix d'achat du coton graine aux producteurs (11,7%), le souci constant de pratiquer une lutte chimique raisonnée dans cette conjoncture difficile qui soit efficace sur les ravageurs du cotonnier, respectueuse de l'environnement, facilement appliquée par les paysans, et génératrice d'économie, ont aussi amené la recherche agronomique centrafricaine à travailler depuis 6 à 7 ans sur la lutte étagée ciblée.

Présentation de la lutte étagée ciblée

La lutte étagée ciblée (LEC) est un nouveau programme de traitements sur calendrier susceptible de générer une économie de matières actives et permettre une réduction du coût de la protection phytosanitaire du cotonnier.

A la veille de chaque traitement (J-1), l'évaluation du niveau des populations des principaux ravageurs ou groupes de ravageurs au moyen des observations réalisées au champ permet de choisir la ou les matière(s) active(s) à épandre et de définir sa ou leurs dose(s) d'utilisation.

On parle de lutte étagée lorsque des doses variables de matières actives sont épandues à l'hectare (dose nulle, demi-dose, pleine dose), et de lutte ciblée lorsque seule la matière active efficace contre le principal ravageur ou le principal groupe de ravageurs est appliquée [

pyréthrinocide de synthèse contre la ou les chenille (s) carpophage (s), organophosphoré et carbamate aphicide contre le puceron, organophosphoré acaricide contre l'acarien].

La lutte étagée ciblée Peut être principalement pratiquée de deux manières :

- application de la demi-dose sans faire d'observations selon le programme calendaire classique vulgarisé et revenir une semaine après traiter avec l'autre demi-dose si le seuil du ravageur donné est atteint
- application de la demi-dose selon le programme vulgarisé lorsque les observations indiquent que le seuil du ravageur donné n'est pas atteint et la pleine dose quand il est atteint.

Bases de la mise en place de la LEC en RCA

C'est suite aux résultats des travaux réalisés sur les seuils des principaux ravageurs du cotonnier en République centrafricaine que la LEC a été mise en place. Ces travaux ont porté sur le puceron et le ver rose de 1988 à 1989 et sur les piqueurs suceurs (pucerons, jassides, aleurodes confondus) et les chenilles carpophages.

Les seuils d'infestation retenus sont :

- chenilles carpophages : 3 chenilles sur 25 plants
- acarien : 4 plants (15 %) sur 25 présentant des dégâts d'acarien tous grades confondus
- puceron : 38 feuilles (30 %) sur 125 infestées par au moins un puceron.

La mise en place du test sur la lutte étagée ciblée a été toujours précédée d'une formation des techniciens et des paysans observateurs un peu lettrés pour leur permettre d'appréhender les enjeux et le bien fondé de la LEC et d'être bien outillés pour :

- reconnaître sans grandes difficultés les principaux ravageurs ou groupes de ravageurs et plus particulièrement ceux qui intéressent la LEC, à savoir l'acarien, les pucerons, et les chenilles carpophages.
- de bien mesurer les parcelles, délimiter les quarts et choisir au hasard les quarts d'observations.
- de bien effectuer les observations sur 25 plants pris sur une des diagonales des quarts d'observations sur les ravageurs cibles.
- de décider selon les résultats de comptage d'un apport de demi-dose ou pleine dose de matière (s) active (s) selon que les seuils fixés ne sont pas ou sont atteints.
- de bien suivre les consignes en matière de manipulation et d'utilisation des pesticides.

Pesticides vulgarisés en RCA

Les produits commerciaux vulgarisés sont recommandés par la recherche à la SOCOCA après deux années de test d'efficacité en milieu contrôlé (station de recherche) et deux années de pré vulgarisation en milieu producteur.

Les pesticides utilisés par les producteurs de coton sont achetés par appel d'offre par La Compagnie Française de Développement des Textiles (CFDT) auprès des firmes phytosanitaires ou leurs représentations et par la SOCOCA elle-même auprès du Secrétariat National du Comité de Gestion du Don Japonais KR 2. Les produits achetés par appel d'offre doivent être commandés en septembre pour être disponibles en mars et sont le plus souvent des produits binaires prêts à l'emploi. Ils sont sujets à un dédouanement. Ces pesticides sont ensuite transférés de la douane au magasin de la Direction de Production à Bossangoa. Ils sont ensuite dispatchés dans les postes et les cases à intrants construits par la SOCOCA dans les Groupements d'intérêts Ruraux (GIR).

Ils sont généralement manufacturés dans des bidons plastiques de 1 litre et depuis deux à trois ans dans des sachets plastiques de 0,5 litre ou sachets doses. Un sachet dose permet de traiter 0,5 ha et d'éviter les manipulations pour mesurer des petites quantités avec des éprouvettes graduées. La LEC peut être adaptée à ce dernier type de conditionnement.

Normalement les produits commandés sont évacués après deux ans. Les reports de stocks sont gérés par la SOCOCA au niveau du magasin de la Direction de Production à Bossangoa et les Groupements d'intérêts Ruraux (GIR) au niveau des cases à intrants. La SOCOCA met en place les produits issus du report des stocks dans les GIR la campagne suivante tandis que ceux des cases à intrants sont directement utilisés par les producteurs l'année suivante.

Les insecticides vulgarisés de 1994 à 1999 appartiennent à trois groupes qui peuvent être souvent associés entre eux pour lutter contre le complexe des ravageurs du cotonnier.

Groupe	Type	Nom commercial	Matière active	Dose (g/ha)
Pyréthrinioïde		Tracker	tralomethrine	10 et 12
		Sumicidin	fenvalerate	60
		Talstar	bifenthrine	25
		Trébon	etofenprox	100
		Baythroid	cyfluthrine	15
		Cypercal	cypermethrine	30 et 36
		-	esfenvalerate	24
Organophosphoré	Aphicide	Karaté	lambdacyhalothrine	15
		Callidim	dimethoate	360
		Reldan	chlorpyrifos-methyl	350
		Ofunak	pyridaphention	200
	Acaricide	Curacron	profenofos	300
Carbamate	Aphicide	Oncol	benfuracarb	150
		Marshall	carbosulfan	250

Pré vulgarisation de la LEC

Elle avait été réalisée en 1997-98 sur 50 ha conjointement par l'ICRA et la SOCOCA sur financement du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) et en 1998-99 sur 67,78 ha sur financement du Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savanes d'Afrique Centrale (PRASAC). Seuls, les résultats de 1998-99 sont présentés ici.

La pré-vulgarisation avait pour but :

- de tester ce nouveau programme de protection en vraie grandeur en milieu producteur
- d'apprécier la qualité des traitements réalisés de noter l'appréciation des paysans LEC
- d'évaluer les économies de matières actives et d'argent réalisées
- et de corriger les insuffisances après avoir identifié avec la participation des producteurs et agents du développement les contraintes à la diffusion de la LEC.

a) Localisation

Le test a été conduit dans trois anciens GIR LEC de 1997-98 et les terroirs de Ngoumbélé et Doukoumbé.

Poste	Terroir	Village	Sous Préfecture	Superficie (ha)
Ndim		Kowone	Ndim	18,50
Bossangoa		Béa Bac 1	Bossangoa	12,85
Guiffa		Nagayan	Dékoa	16,68
	Doukoumbé	Ngouaka 1	Kaga Bandoro	3,80
		Ngoulékpa 3		2,95
	Ngoumbélé	Bokengué	Sibut	8,26
		Kpangou		2,34
		Fouma		2,40

b) Dispositif expérimental

Il est non statistique. L'idéal serait de retenir des parcelles de 1 hectare dans les différents blocs LEC. Or la réalité de terrain en Centrafrique nous montre qu'il est difficile d'avoir des parcelles de cette dimension. La superficie moyenne des parcelles est de 0,5 ha à l'ouest et 0,25 ha à l'est de la zone cotonnière. Pour contourner cette difficulté technique, les parcelles ayant au minimum 0,25 ha peuvent être retenues pour la LEC. Ainsi des parcelles contiguës peuvent être regroupées pour constituer un hectare. Chaque hectare est divisé en quatre sous parcelles de 25 ares chacune ou quarts. Un quart est tiré au hasard et numéroté. Il sert de quart d'observations.

c) Programme de traitements et mode d'épandage

Le programme de traitements comprend 5 à 6 traitements à intervalles de 14 jours à partir du 60e jour après semis, en fonction de la date moyenne de semis. Les applications foliaires sont réalisées à l'aide d'appareils très bas volume (TBV 10 L/ha) tels que Berthoud C5 ou C8 et ULVA plus.

Les 1er et 3ème traitements sont acaricides dans la zone de Guiffa. Ils ne le sont qu'au 1er dans la zone de Bossangoa. Tous les traitements sont aphicides dans la zone de Ndim. Ils le sont également du 2e au 6e traitement à Bossangoa.

d) Résultats

Pour l'ensemble des blocs ou parcelles LEC, les économies de matières actives réalisées sont les suivantes :

Terroir	Village	N° tranche Semis	Superficie (ha)	Nbre quarts d'observation	tralomethrine	chlorpyrifos methyl	profenofos
	Kowone		18,50	23	37,8	3,0	35,0
	Béa Bac 1		12,85	15	45,4	33,7	-
	Nagayan		16,68	17	42,2	25,0	50,0
Doukoumbé	Ngouaka 1	T3	3,03	5	12,5	11,1	50,0
		T4	0,77	2	26,6	25,0	50,0
	Ngoulékpa 3	T3	2,95	6	12,0	0	45,0
Ngoumbélé	Bokengué	T2	5,76	7	33,3	0	50,0
		T3	2,50	4	20,0	0	50,0
	Kpangou Fouma	T3	2,34	5	30,0	0	50,0
		T3	2,40	5	30,0	0	25,0

Pour les deux terroirs, les quantités de produits consommées sont les suivantes :

Terroir	Village	N° tranche Semis	Superficie (ha)	Quantité de produits consommée (ml)		
				tralomethrine	profenofos	chlorpyrifos methyl
Doukoumbé	Ngoulékpa 3	T3	2,95	12 915	3 804	13 275
	Ngouaka 1	T3	3,03	9 971	3 636	12 975
		T4	0,77	2 770	924	1 620
Ngoumbélé	Bokengué	T2	5,76	23 040	6 912	34 560
		T3	2,50	10 000	3 000	11 250
	Kpangou	T3	2,34	8 190	2 808	10 530
	Fouma	T3	2,40	8 400	4 320	10 800

T2= 6 au 10 juillet

T3= 11 au 20 juillet

T4= 21 au 30 juillet

Les économies en pyréthrinocide de synthèse, tralométhrine, n'atteignent pas 20 % dans le terroir de Doukoumbé et 30 % à Ngoumbélé. Les économies en organophosphoré aphicide, chlorpyrifos-méthyl, sont nulles à Ngoumbélé et très faibles à Doukoumbé (8,3%). Par contre, les économies en organophosphoré acaricide, profenofos, sont satisfaisantes (43 à 49 %).

Analyse économique

Elle est difficilement réalisable car les prix du litre des trois types de pesticides utilisés ne sont pas disponibles. Les produits du Don Japonais coûtent excessivement chers.

Les parcelles de la 4ème tranche de semis ont reçu 4 traitements insecticides, et celles des 3ème et 2ème tranches ont respectivement reçu 5 et 6 traitements.

Les redevances traitements insecticides de la SOCOCA comprennent :

- la location de l'appareil de traitement à 1600 F /ha pour 5 traitements
- le prix des piles à 175 F l'unité et à raison de 1,8 piles /ha
- le reste pour les produits commerciaux

Elles s'élèvent à :

- 18 800 F pour 5 traitements
- 15 040 F pour 4 traitements
- 22 560 F pour 6 traitements

Les estimations de coûts semblent indiquer que le pyréthrinocide représenterait 40 % et les organophosphorés 60 % du prix de revient des insecticides. Les redevances par type de produit reviendraient à :

Nbre traitements	tralomethrine	profenofos	chlorpyrifos methyl	Total
4	6 012	4 512	4 512	15 040
5	7 520	4 512	6 768	18 800
6	9 024	4 512	9 024	22 560

Les économies réalisées sont de :

Terroir	Village	N° tranche Semis	Superficie (ha)	tralomethrine	chlorpyrifos methyl	profenofos	total
Doukoumbé	Ngouaka 1	T3	2,95	940	751	2 256	3 947
		T4	3,03	1 601	1 128	2 256	4 985
	Ngoulékpa 3	T3	0,77	902	0	2 030	2 932
Ngoumbélé	Bokengué	T2	5,76	3 005	0	2 256	5 261
		T3	2,50	1 504	0	2 256	3 760
	Kpangou	T3	2,34	2 256	0	2 256	4 512
	Fouma	T3	2,40	2 256	0	1 128	3 384

Conclusion

Des économies substantielles de matières actives et d'argent ont été réalisées.

Le type de LEC testé avec les paysans observateurs payés à 150 F le quart d'observation pendant deux campagnes est bien adapté aux contextes socio-économique et parasitaire de la République Centrafricaine.

Les préalables à la diffusion, les principaux ravageurs cibles, la taille moyenne des parcelles et les seuils de nuisibilité sont connus.

Le ver rose ne peut être écarté de la liste des chenilles carpophages car il sévit dans presque toute la zone cotonnière. Aucun prélèvement d'organes fructifères ne peut être effectué en milieu producteur. Le comptage reposerait sur les chenilles rencontrées et les fleurs en rosette qui peuvent être considérées comme étant aussi des chenilles même si les chenilles ne sont pas visibles.

Les paysans LEC, avec qui nous avons eu un entretien verbal, préfèrent le type de LEC expérimenté car l'autre les obligerait à venir effectuer un traitement à demi dose sans faire des observations et revenir une semaine après apporter la demi-dose complémentaire. Ils veulent consacrer ce temps à autre chose.

La SOCOCA est favorable à une diffusion progressive de la LEC expérimentée en 1997-98 et 1998-99.

Une sensibilisation des paysans au respect des semis groupés (non étalés dans le temps) et aux normes des superficies LEC permettrait une bonne application de cette technique de protection du cotonnier. Les sachets doses doivent être adaptés à la LEC.

SUIVI DE LA SENSIBILITE D'*HELICOVERPA ARMIGERA* AUX PYRETHRINOÏDES

Problématique et objectifs

Helicoverpa armigera est un ravageur majeur du cotonnier en Afrique soudano-sahélienne. Le contrôle de ce déprédateur repose actuellement essentiellement sur la lutte chimique. Les pyréthrinoides de synthèse, grâce à leur efficacité et leur faible coût, sont la principale famille d'insecticides utilisée contre *H. armigera*.

Dans de nombreuses régions du monde (Australie, Asie, Afrique de l'Ouest), le ravageur a développé des mécanismes de résistance aux pyréthrinoides. L'apparition d'une résistance dans la zone PRASAC conduirait à l'abandon des pyréthrinoides au profit d'autres familles de matières actives plus onéreuses, avec pour conséquence une forte réduction de la rentabilité de la culture. La détection précoce d'une perte de sensibilité pourra permettre la mise en œuvre de stratégies visant à freiner le développement du phénomène et à gérer la résistance.

Méthodes

L'évaluation de la sensibilité des souches prélevées sur le terrain sera réalisée par la technique des vial-tests (chenilles placées durant 24 h dans un flacon imprégné d'insecticide). Les matières actives utilisées seront la cyperméthrine et la deltaméthrine. Le laboratoire de Maroua sera chargé de préparer les flacons pour les deux autres pays.

Le choix des sites de prélèvement se fera *a priori* ou sur la base des indications du Développement relatives à des foyers d'attaque d'*H. armigera*.

En cas de détection d'une résistance sur une des populations étudiées, celle-ci sera conservée au laboratoire de Maroua et son niveau de sensibilité sera contrôlé par la technique de l'application topique. Si le test se révèle positif, les chrysalides obtenues seront stockées en arrêt de développement (à 15°C) et des études complémentaires pourront alors être menées (pression de sélection au laboratoire, transfert sur le laboratoire de Montpellier pour identification des mécanismes de résistance).

Résultats

Le matériel de laboratoire nécessaire à la mise en œuvre de cette opération n'étant pas arrivé à temps, l'opération n'a pas pu être mise en place en 1999 et a été reportée à la campagne 2000.

APPUI A LA SELECTION DE VARIETES PLASTIQUES

rédacteurs : Bruno BACHELIER et Célestin KLASSOU

Objectif général

Identifier des paramètres plus simples que le rendement, mais liés à celui-ci, pouvant être utilisés de manière précoce dans le processus de sélection.

Objectif 1999

- Identifier une gamme de variétés d'origine génétique et géographique très diversifiée et présentant également une variabilité marquée des caractéristiques mesurées (phénologie, morphologie) ;
- Se les procurer et les multiplier.

Présentation

Localisation

Neuf génotypes envoyés par la banque de gènes du CIRAD, Montpellier, ont été mis en place pour multiplications à Djarengol-Maroua.

Multiplications en open pollination protection renforcée (O.P.P.R.)

Pour limiter les coûts d'autofécondation, une partie importante des multiplications est réalisée en OPPR: pollinisation libre sous protection insecticide très forte à la Section Coton de l'IRAD Maroua. Pour la campagne 1999/2000, huit des introductions identifiés dans le cadre de l'étude de la plasticité variétale ont été multipliées en OPPR afin d'en maintenir la pureté, tout en couvrant les besoins pour les essais de la campagne suivante. Chaque parcelle est constituée de 20 lignes de 20 m (récolte des 18 lignes centrales), à écartement de 1 m x 0,5 m entre poquets, avec traitement insecticide 3 fois par semaine dès floraison (lundi, mercredi et vendredi).

Tableau 17 : Multiplication O.P.P.R. 1999/2000 – Semences produites

Parcelle	Variété	CG (kg)	G (kg)	F (kg)	FNS (%)
790	Belizvoz	34,5	22,23	11,7	33,5
791	CR80	19,62	11,94	7,27	37,8
792	CS189	19,80	711,65	7,79	40,1
793	Guazuncho 2	21,65	12,04	9,16	43,2
794	IRMA 772	17,18	9,47	7,49	44,2
795	OC 92-183	28,00	16,6	12,00	42,0
796	Rocket	46,15	28,69	16,02	35,8
797*	STAM 42	0,00	0,00	0,00	-

*: n'a pas germé.

CG = coton graine

G = graine

F = fibre FNS = fibre net scie

Multiplications autofécondées

Les multiplications autofécondées (AF) ont concerné 8 des génotypes introduits cette campagne pour l'étude de la plasticité variétale. Chacune est semée sur 10 lignes de 20 m, à écartement de 1,00 × 0,50 m. Numérotation : 823 à 829. Les semences produites (pureté variétale garantie) seront multipliées en OPPR afin de couvrir les besoins pour les essais de la campagne suivante et en AF afin d'en maintenir la pureté pour une éventuelle utilisation des meilleurs génotypes dans un programme de création variétale.

Tableau 18 : Multiplication autofécondée. 1999/2000 – Semences produites

Parcelle	Variété	CG (kg)	G (kg)	F (kg)	FNS (%)
810	Guazuncho 2	3.96	2.05	1.61	43.99
823	Belizvoz	3.28	2.03	1.04	33.88
824	CR80	1.85	0.93	0.62	40.00
825	CS189	1.56	0.70	0.51	42.15
826	IRMA 772	6.49	3.45	2.70	43.90
827	OC 92-183	8.98	5.21	3.34	39.06
828	Rocket	6.01	3.66	2.02	35.56
829*	STAM 18	0,00			

* : n'a pas germé

GESTION DE LA QUALITE DE LA FIBRE

Problématique et objectifs

La qualité du coton est déterminée par ses caractéristiques intrinsèques (longueur, ténacité, maturité, allongement à la rupture) et extrinsèque (charge en matières étrangères) qui conditionnent sa filabilité. Elle est fonction du déterminisme génétique de la plante mais peut être affectée par les conditions de culture (pluviométrie, apport en intrants, techniques culturales) et par les traitements post-récoltes comme l'égrenage.

L'objectif de l'opération consiste :

à évaluer la possibilité de maîtriser la qualité de la fibre produite par la conduite d'une variété donnée dans un milieu pédoclimatique donné.

à étudier l'effet de l'égrenage sur la qualité de la fibre.

Méthodes

Influence du milieu et de l'itinéraire technique sur la qualité :

Le principe consiste à mettre en relation le schéma de fructification avec les paramètres de qualité de la fibre, en vue de se donner ultérieurement les moyens (techniques culturales) de maîtriser ce schéma de fructification. La variabilité des conditions du milieu et de modalité de conduite de culture sera obtenue par le choix de parcelles de paysans implantées sur les terroirs de référence. La variabilité des caractéristiques technologiques de la fibre sera étudiée à l'échelle du plant et à l'échelle de la parcelle. La croissance d'un échantillon de plants sera suivie par plant-mapping. Le coton-graine sera récolté (récoltes fractionnées) sur des placettes et sur les plants suivis par plant-mapping. Les échantillons seront expédiés à Moundou où ils seront analysés.

Influence du traitement post récolte sur la qualité :

Etude en micro usine, au LRTC, de l'influence séparée et conjuguée de plusieurs types de nettoyeurs coton-graine et fibre sur la qualité de coton en fonction de la qualité du coton-graine. En parallèle des mesures technologiques qui permettront de comparer l'efficacité des nettoyeurs, l'analyse des rendements, des déchets et de la consommation d'énergie et les pertes ou bénéfices commerciaux résultants de la qualité de la fibre, permettront d'étudier la rentabilité de l'égrenage. Réalisation de tests d'égrenage sur du coton-graine 1^{er} et 2^e choix de diverses origines (3 pays) en utilisant séparément ou de manière associée plusieurs systèmes de nettoyage du coton-graine et de la fibre.

Résultats

Influence du milieu et de l'itinéraire technique sur la qualité :

Les échantillons de coton ont été collectés et les analyses technologiques sont en cours.

Influence du traitement post récolte sur la qualité :

La micro usine n'étant pas encore fonctionnelle, cette opération n'a pu être menée à bien.

