

Mise au point de plans d'échantillonnage pour la protection sur seuil contre les chenilles de la capsule du cotonnier

Samuel NIBOUCHE*, Jacques BEYO*, Éric GOZE**

*IRAD-PRASAC, BP 33, Maroua, Cameroun

**CIRAD, Avenue d'Agropolis, 34398 Montpellier cedex 5, France

Résumé — Une étude a été menée au Nord-Cameroun afin de déterminer la loi de probabilité des infestations de chenilles de la capsule du cotonnier, *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Diparopsis watersi* (Rothschild) et *Earias* spp. Des sondages ont été réalisés en milieu semi-contrôlé dans des parcelles de cotonnier sans protection insecticide, sur 31 sites de 1989 à 1993. L'étude de la relation entre la moyenne et la variance de ces sondages a permis de mettre en évidence une loi binomiale négative de coefficient k estimé à 5,70. Pour les échantillons de taille fixe (25 plants observés), la valeur du seuil d'intervention a été calculée en fonction du seuil économique et des risques. Les méthodes d'échantillonnage séquentiel sont présentées et leur intérêt discuté. Des propositions sont avancées visant le transfert de ces résultats en milieu paysan. Une seconde étude a été menée afin de caractériser la distribution verticale des chenilles sur les cotonniers. Des observations ont été réalisées sur station à Maroua, sur parcelles traitées et non traitées, de 1996 à 1999. Ces observations ont permis de montrer que la distribution des chenilles sur la plante se modifiait durant la campagne. La proportion de chenilles portées par les dix branches fructifères terminales de l'axe principal diminue progressivement depuis l'entrée en floraison jusqu'à environ 90 jours après levée, ensuite cette évolution s'inverse en fin de cycle. La distribution des chenilles est dépendante de l'espèce considérée, mais elle n'est pas influencée par la protection insecticide. A partir de ces résultats, une technique d'échantillonnage rapide a été mise au point.

Abstract — **Sampling plans for threshold protection programs against cotton bollworms.** The probability distribution of cotton bollworms *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Diparopsis watersi* (Rothschild) and *Earias* spp. has been studied in Northern Cameroon. Surveys were carried out in untreated cotton plots, at 31 locations from 1989 to 1993. Examination of the relation between mean and variance revealed a negative binomial distribution, with a k parameter estimated at 5.70. Thresholds are presented in graph form for fixed size sampling (25 observed plants). Sequential sampling is also presented and its interest is discussed. Proposal are made for extension of these results for farmers. A second study was carried in order to describe the vertical distribution of bollworms on cotton plants. On-station observations on treated and untreated plots, from 1996 to 1999, showed that the vertical distribution of bollworms changes over the cotton growing season. The proportion of bollworms on the ten upper fruiting branches decreases regularly from the beginning of flowering to approximately 90 days after emergence and reverses towards the end of the season. Vertical distribution is bollworm species dependent, but is unchanged for treated and untreated plots. These results allowed the definition of a quick sampling method.

Introduction

Les chenilles de la capsule, *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Diparopsis watersi* (Rothschild), *Earias* spp. et *Spodoptera littoralis* (Boisduval) sont les ravageurs les plus importants de la culture cotonnière en Afrique subsaharienne. La mise en œuvre de traitements sur seuil contre ces ravageurs suppose de mesurer la population de chenilles au champ pour prendre la décision de traiter ou non. Le risque de prendre une décision erronée est lié à la précision de la mesure et dépend de la loi de probabilité du nombre de chenilles par plant. Une première étude a été menée afin de calculer cette précision, en s'appuyant sur la détermination de la loi de probabilité des infestations.

En pratique, le traitement sur seuil des chenilles carpophages prend beaucoup de temps pour leur comptage au champ. Ces opérations d'échantillonnage sont fastidieuses pour les paysans ou les agents chargés de les réaliser. Une seconde étude a été menée en vue de réduire la pénibilité des observations en n'observant que la partie supérieure des plants, où les chenilles ont tendance à se concentrer.

Matériel et méthodes

Echantillonnage avec observations sur plants entiers

Les chenilles ont été comptées sur 2 099 échantillons en diagonale de 80 ou 100 plants, dans des parcelles non traitées d'un quart d'hectare chacune, réparties dans 31 sites sur l'aire de culture du coton du Nord-Cameroun, de 1989 à 1993.

La loi de probabilité du nombre de larves par plant a été établie en examinant la relation entre moyenne et variance ; les paramètres de cette loi ont été estimés par la méthode du maximum de vraisemblance. Un abaque permettant de définir un plan d'échantillonnage de taille fixe a été calculé.

Un plan d'échantillonnage séquentiel (Wald, 1947) a été calculé selon (Oakland, 1950). Considérant qu'il serait difficile de vulgariser une technique demandant d'observer parfois un nombre de plants trop important, le nombre maximal de plants observés a été limité à 25. Le nombre moyen de plants observés a été calculé par simulation.

Echantillonnage rapide sur la partie supérieure des plants

Des observations de la position des chenilles sur les plants de cotonnier ont été réalisées sur la ferme de Guiring (Maroua) durant quatre années. Deux parcelles de 2500 m² chacune ont servi de support aux observations, l'une traitée et l'autre non-traitée. Les données concernant la position des chenilles ont été collectées quotidiennement. Le temps mis pour l'observation des plants a également été enregistré.

Durant la campagne 2000, quatre parcelles d'observation non traitées ont été suivies sur les terroirs de Mafa Kilda et Balaza Domayo, ainsi que sur la ferme Irad de Maroua-Guiring et l'antenne Irad de Touboro. Durant la campagne 2001, huit parcelles ont été suivies sur les terroirs de Mowo et Mafa Kilda, ainsi que sur les stations Irad de Maroua-Djarengol et Garoua-Sanguéré. Sur chaque site étaient installées une parcelle traitée et une parcelle non traitée. Les observations ont consisté à échantillonner quotidiennement des plants et à relever pour chaque plant infesté le nombre de chenilles présentes sur les 10 branches fructifères supérieures et le nombre de chenilles présentes sur le reste du plant.

Résultats

Echantillonnage avec observations sur plants entiers

La distribution du nombre de chenilles par plant suit une loi binomiale négative. Son paramètre k a été estimé à 5,70.

La figure 1 est l'abaque permettant de construire un plan d'échantillonnage de taille fixe, avec un risque d'erreur de 10 % (ne pas traiter alors que le seuil économique est atteint).

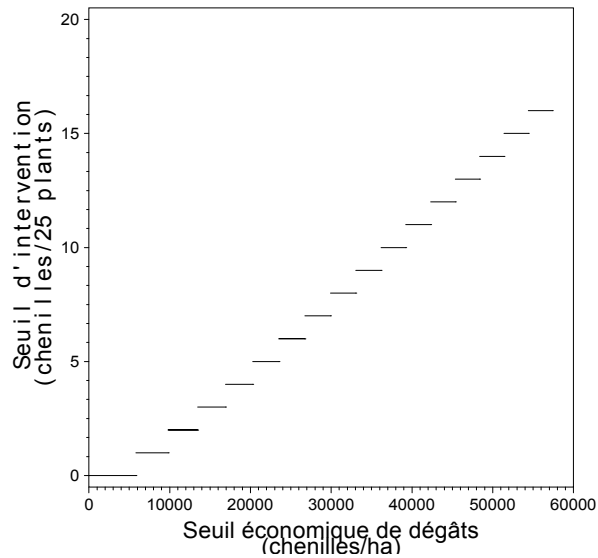


Figure 1. Valeur du seuil d'intervention en fonction du seuil économique et du nombre de plants observés densité de semis de 62 500 plants / ha).

Avec le plan d'échantillonnage séquentiel (figure 2), le nombre moyen de plants observés atteint une valeur maximum de 17 (figure 3). Par rapport à un plan d'échantillonnage à taille fixe de 25 plants, les économies de temps d'observation peuvent être importantes, surtout si le niveau d'infestation est élevé.

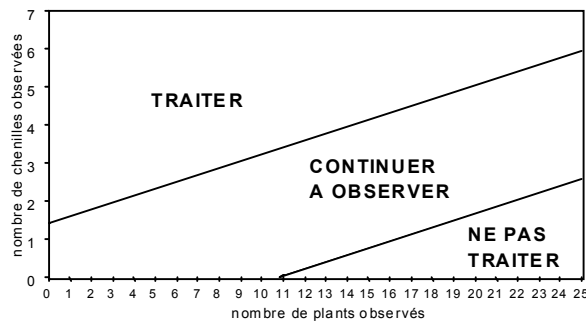


Figure 2. Exemple de plan d'échantillonnage séquentiel pour un seuil économique de 19 000 chenilles/ha (densité de semis de 62 500 plants/ha), un risque maximum de traiter à tort de 20 % et un risque de ne pas traiter à tort de 10 %. On continue les observations tant que l'on se situe dans la zone d'indécision. Dès que l'on franchit une des droites d'acceptation, on prend la décision correspondant à la zone dans laquelle on est entré (traiter ou ne pas traiter).

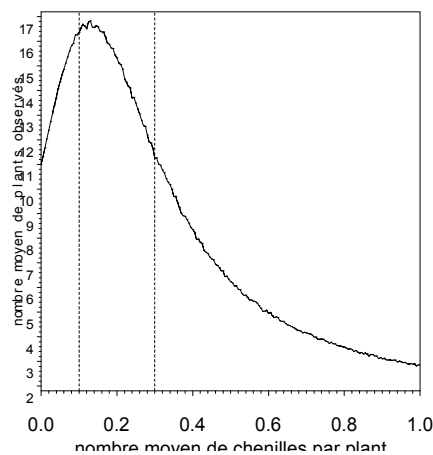


Figure 3. Nombre moyen de plants observés avec le plan d'échantillonnage séquentiel.

Méthode d'échantillonnage rapide

La distribution verticale des chenilles sur les plants subit des évolutions durant la campagne (figure 4). En début de campagne, les cotonniers sont de faible taille et toutes les chenilles sont regroupées sur les 10 branches terminales. En cours de végétation, la croissance des plants conduit les chenilles à se répartir plus équitablement de haut en bas, en restant cependant majoritairement en haut de plant. En fin de cycle, la maturation des capsules « repousse » les chenilles vers la périphérie et le haut des plants.

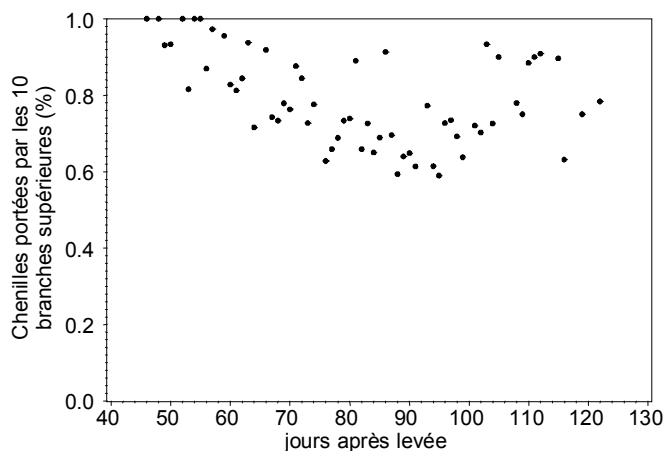


Figure 4. Evolution du taux de chenilles situées sur les 10 branches supérieures en fonction de la date d'observation (en jours après levée (l'effet de l'espèce n'est pas représenté)).

Ces évolutions s'observent indépendamment de l'année ($p = 0,1360$) et de l'application ou non d'une protection insecticide ($p = 0,7649$). En revanche, la distribution verticale est significativement influencée par l'espèce de ravageur ($p = 0,0075$).

La proportion de chenilles observées en haut du plant est variable, mais toujours supérieure à 60,2 % (ce qui correspond à la valeur minimale obtenue dans le cas de *Diparopsis watersi*). Nous avons mis au point un plan d'échantillonnage reposant sur l'observation des seules 10 branches fructifères supérieures des plants, en considérant que cette proportion était toujours de 60,2 %. De cette façon, la population au champ est généralement surestimée, ce qui augmente le risque de traiter à tort, et diminue le risque de rater un traitement. Les seuils d'intervention correspondants ont été calculés (figure 5).

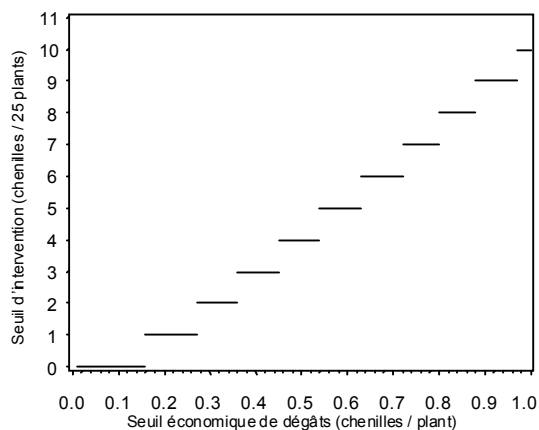


Figure 5. Valeur du seuil d'intervention (chenilles / 25 plants) en fonction du seuil économique (chenilles / plant) en cas d'observation des 10 branches fructifères terminales.

La validation de ce nouveau plan d'échantillonnage a été réalisée à partir des données collectées sur les parcelles d'observations installées sur les terroirs et sur station en 2000 et 2001. Les résultats obtenus, comme on pouvait s'y attendre, montrent que la méthode d'échantillonnage rapide a tendance à surévaluer légèrement les populations de chenilles, surtout lorsque les seuils économiques de dégâts choisis sont élevés.

Les économies de temps d'observation permises par la technique d'échantillonnage rapide sont importantes (figure 6). Le gain moyen est de l'ordre de 50 % par rapport l'observation sur plants entiers.

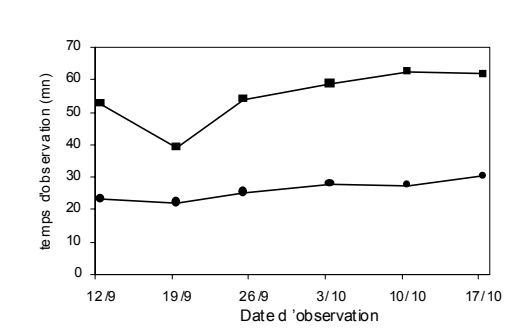


Figure 6. Durée des observations pour 25 plants dans le cas d'une observation complète des plants (■) ou d'une observation des 10 branches fructifères terminales (●). Données obtenues sur la ferme de Guiring durant la campagne 2000.

Discussion

Ces résultats trouvent leur application dans le développement de programmes de lutte contre les ravageurs utilisant des seuils d'intervention. Cependant, des problèmes pratiques de mise en œuvre se posent. En effet, les taux d'alphabétisation généralement faibles en milieu paysan rendent difficile l'usage par les paysans de fiches d'observation.

Une des manières de contourner la difficulté consiste à avoir recours à des observateurs lettrés salariés, qui effectuent les comptages d'insectes pour les paysans, moyennant rétribution. Cette stratégie est celle qui a été adoptée au Cameroun pour développement de la lutte étagée ciblée (LEC). Ce système a montré ses limites et est en grande partie responsable de la forte régression des superficies protégées en LEC au Cameroun (Nibouche *et al.*, 2001).

Une autre stratégie consiste à mettre à la disposition des paysans des outils permettant de réaliser les observations, même pour des non-lettrés. La planchette de comptage décrite par (Beeden, 1972) est un des outils qui pourrait être utilisé à cet effet. Des modèles de planchettes de comptage pour échantillonnage à taille fixe et pour échantillonnage séquentiel ont été développés dans le cadre des présentes études. L'expérience a prouvé que les planchettes pour échantillonnage à taille fixe pouvaient être utilisées par les paysans au Burkina Faso (Nibouche *et al.*, 1998) et au Mali (Michel *et al.*, 1997). Les « planchettes séquentielles » n'ont en revanche jamais été testées en milieu paysan et la démonstration de leur utilisation par des paysans reste à faire.

Bibliographie

BEEDEN P., 1972. The pegboard - An aid to cotton pest scouting. PANS, 18, p. 43-45.

MICHEL B., TERETA I., BAGAYOKO B., TRAORE N., 1997. Lutte étagée ciblée : l'expérience malienne. In Réunion phytosanitaire de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, EKORONG J., KATARY A., VAISSAYRE M. (éds.), Cotonou, Bénin, CORAF, INRAB, CIRAD, p. 213-217.

NIBOUCHE S., BEYO J., DJONNEWA A., 2001. Diffusion de la lutte étagée ciblée en culture cotonnière au Nord-Cameroun. N'Djamena, Tchad, Prasac, 20 p.

NIBOUCHE S., FAURE G., KLEENE P., OUEDRAOGO S., 1998. First step toward integrated pest management on cotton in Burkina Faso. Crop Protection, 17, p. 697-701.

OAKLAND G. B., 1950. An application of sequential analysis of whitefish sampling. Biometrics, 6, p. 59-67.

WALD, 1947. Sequential analysis. New York, USA, Wiley.