

**RÉPUBLIQUE DU NIGER
MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT AGRICOLE
DIRECTION DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX**

RAPPORT

**ETUDE SUR L'EFFICACITE DES TRAITEMENTS
ANTIACRIDIENS AU NIGER**

**Diop Amadou
Consultant**

Novembre 2002

REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos remerciements tous ceux qui ont contribué à ce travail, en particulier Mme Pascale Junker représentante de Lux-Développement, pour son implication particulière à la mise au point du protocole de l'essai et sa disponibilité à trouver les solutions aux contraintes de mise en œuvre de l'expérimentation.

La participation active de M. Sani Moudi coordonnateur du projet AFRO14, au à la supervision des activités de suivi de l'expérimentation mérite d'être soulignée en toute reconnaissance.

Cette expérimentation a été conduite avec le concours à tous les niveaux de M. Kogo Salao, chef du service des études biologiques à la DPV, qui a contribué à la mise au point du protocole de l'essai et a pris part aux missions de supervision sur le terrain. Qu'il trouve ici le témoignage de notre profonde gratitude !

La mise en place de l'essai et les observations sur les sites ont été conduites à :

- Tanout : par M. Lamine Adamou agent PV à Tanout et M. Laouali Salé observateur d'appui.
- Mainé Soroa : par M. Amadou Ama Agent PV à Mainé.
- Mayahi : par M. Salissou Oumarou Agent PV de la dite localité.

Que ces précieux collaborateurs trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et félicitations !

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
I. MATERIELS ET METHODES	7
II. ANALYSE DES DONNEES	12
III. RESULTATS	13
3.1. Effets des applications insecticides sur les populations de sauteriaux	13
3.2. Effets des applications insecticides sur la production du mil	16
IV. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS	27
BIBLIOGRAPHIE	30
ANNEXES	31

Liste des Tableaux

<u>Tableau 1</u> : Comparaison des types des traitements et de l'effet application versus non-application d'insecticide	17
<u>Tableau 2</u> : Localité Mainé Soroa ; variable sévérité des dégâts ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide	18
<u>Tableau 3</u> : Localité Mainé Soroa ; variable Sévérité des dégâts ; Comparaison de l'effet application ou non d'insecticide par type de traitement	19
<u>Tableau 4</u> : Localité Tanout ; variable Sévérité des dégâts ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide	20
<u>Tableau 5</u> : Localité Tanout ; variable Sévérité des dégâts ; Comparaison de l'effet application ou non d'insecticide par type de traitement	21
<u>Tableau 7</u> : Localité Mainé Soroa ; variable rendement ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide	22
<u>Tableau 8</u> : Localité Mainé Soroa ; variable Rendement ; Comparaison de l'effet insecticide par type de traitement	23
<u>Tableau 9</u> : Localité Tanout ; variable rendement ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide	24
<u>Tableau 10</u> : Localité Tanout ; variable Rendement ; Comparaison de l'effet application ou non d'insecticide par type de traitement	25

Liste des Figures

<u>Figure 1</u> : Diagramme du dispositif Expérimental	8
<u>Figure 2</u> : Densités des populations acridiennes sur le site de Mainé Soroa ; a) traitement brigades, b) traitement camion	13
<u>Figure3</u> : Mortalité des populations acridiennes sur le site de Mainé Soroa ; a) traitement brigades, b) traitement camion.	14
<u>Figure 4</u> : Densités (a) et Mortalité (b) des populations acridiennes sur le site de Mayahi, traitement brigade.	14
<u>Figure 5</u> : Densités des populations acridiennes sur le site de Tanout ; a) traitement brigades, b)traitement camion, c) traitement avion	15
<u>Figure 6</u> : Mortalité des populations acridiennes sur le site de Tanout a) traitement brigades, b) traitement camion, c)traitement avion	15
<u>Figure 7</u> : Courbe de régression de la variable grain par épi (pg) versus sévérité des dégâts	26
<u>Figure 8</u> : Courbe de régression de la variable différence du poids grain	26

INTRODUCTION

L'indice de développement humain au Niger est l'un des plus faibles du monde (PNUD, 2001), plaçant le Niger au bas de la liste des pays les plus pauvres. Le Niger est aussi l'un des pays à déficit vivrier (PFRDV), dont l'insécurité alimentaire est quasi permanente.

En effet près des deux tiers (64%) de la population soit 5,3 millions vivent en dessous du seuil de pauvreté (75 000 FCFA par personne par an en milieu urbain et 50 000 FCFA en milieu rural) et 36% en deçà du seuil d'extrême pauvreté.

Cette situation s'explique en partie par les ressources naturelles limitées réduites à la frange sud du territoire soit 25% de la superficie, pour supporter plus des $\frac{3}{4}$ de la population estimée à 9,976 millions d'habitants en 2000. Une population à 84% rurale dont le taux moyen d'accroissement annuel de 3,4% peut conduire au doublement de la population en moins de 25 ans.

Aussi, le principal défi du Niger réside dans la lutte contre la pauvreté qui passe nécessairement par la réalisation de la sécurité alimentaire, finalité première et moyen privilégié pour l'éradication de la pauvreté.

En effet l'insécurité alimentaire chronique touche 80% de la population. Chaque année, environ 10 à 30% de la population sont déficitaires de 50% de leurs besoins en céréales qui représentent la source principale de la ration calorique des ménages.

Cependant, le Développement rural constitue la base productive du pays, et offre pour le moment, l'essentiel des capacités de réduction de la pauvreté, accessibles à toute la population et pouvant garantir une plus grande durabilité.

Parmi les contraintes majeures au développement rural et les causes multiples responsables du déficit vivrier on identifie l'instabilité et à la précarité du régime pluviométrique à l'origine de sécheresse sévère et périodique presque tous les dix (10) ans (ex : 1968 - 1975 et de 1984 - 1985), et la pression de plusieurs types de nuisibles sur les cultures vivrières, dont les principaux sont les acridiens, les insectes floricoles, les rongeurs et les oiseaux granivores donnant lieu à des infestations fréquentes et diversifiées tout au long de la campagne agricole d'hivernage étroitement liées à la répartition spatiale et temporelle de la pluviométrie.

En effet, la moyenne annuelle des superficies infestées par ces différents déprédateurs des cultures au cours des cinq (5) dernières années est évaluée à **596.541 ha**. Les pertes causées de l'ordre de 30% en moyenne peuvent dépasser 80% sur une exploitation agricole paysanne.

Les sauteriaux en particulier, sont endémiques et se manifestent sous forme d'invasions à caractère de fléaux couvrant de grandes superficies au cours de leur migration. Les superficies affectées par les sauteriaux ont atteint 789.287 ha en 2000, représentant 82% des superficies totales infestées. Les traitements ont porté sur 345.467 ha.

Comme solution à cette contrainte à la sécurité alimentaire des populations, des efforts importants de protection des cultures sont déployés, coûtant entre 2,5 et 3 milliards FCFA à 82% sur financement extérieur, sur la base de l'emploi d'insecticides comme moyen de lutte le

plus utilisé. La lutte phytosanitaire menée contribue à sauvegarder un équivalent céréalier de l'ordre de 89455 tonnes par an soit environ 18 milliards de F CFA.

Malgré tout, le financement des activités reste encore insuffisant pour embrasser toutes les préoccupations d'ennemis majeurs des cultures. Les taux de couverture des traitements pesticides sont encore bas, respectivement de 36% et 62%, pour les campagnes agricoles 2000 et 2001.

La recherche de solutions moins coûteuses, et de méthodes préventives et écologiques préservant l'environnement, s'avère indispensable pour asseoir les bases d'une protection intégrée des cultures supportable par l'économie nationale et par les capacités d'investissement des collectivités et paysans.

Les efforts de lutte phytosanitaire ont toujours été soutenus par des aides bilatérales et multilatérales qui ont particulièrement contribué au développement des infrastructures, à l'amélioration des moyens didactiques de vulgarisation des méthodes de contrôle des ennemis des cultures, à la formation des cadres et des paysans (brigades phytosanitaires), à l'approvisionnement de ces brigades en matériels et produits de traitement et à l'amélioration des techniques d'application des pesticides.

Le système de protection rapprochée des cultures par les brigades phytosanitaires en particulier, présente les avantages de rationner l'emploi des pesticides, d'en minimiser les coûts et diminuer aussi l'impact sur l'environnement. Actuellement, le Niger dispose de plus de 38.000 brigadiers phytosanitaires repartis dans l'ensemble du pays au niveau des 10.000 villages agricoles.

L'action conjuguée des brigades phytosanitaires et des techniciens de la protection des végétaux au niveau régional et départemental, permet de faire face aux attaques des différents ravageurs des cultures vivrières. Lorsque celles-ci deviennent généralisées, la DPV mobilise les moyens de traitements terrestres motorisés et / ou aéroportés.

Ainsi, pour mieux justifier les traitements insecticides antiacridiens qui représentent plus de 80% des épandages effectués contre l'ensemble des ravageurs, le projet **AFR 014**¹ financé par la Coopération luxembourgeoise a initié cette étude afin d'évaluer l'impact socio-économique et financier des applications chimiques contre les acridiens, en juger l'opportunité et affermir les bases stratégiques d'une telle intervention.

¹ Projet LUX-développement

V. MATERIELS ET METHODES

Trois sites de l'essai ont été identifiés dans les localités les plus fréquemment infestées par les sauteriaux au cours de ces cinq (5) dernières années : Maïné Soroa ; Mayahi, et Tanout (Photos en annexe).

Quatre observateurs (Trois agents PV des arrondissements respectifs, et un observateur d'appui pour Tanout) ont servi à la conduite de l'essai.

Trois missions de supervision du consultant en charge de l'essai et du chef du service des études biologiques à la DPV, ont permis de :

- Installer l'expérimentation : La première mission a porté sur l'explication du protocole de l'essai aux observateurs et l'appropriation par ces derniers de la méthodologie (dispositif expérimental et techniques de prise des données). Cette mission a permis le transport du matériel de l'essai (cages d'isolation, petit matériel, produits et appareils de traitement).
- La deuxième mission a été l'occasion de suivre et vérifier la conduite des opérations des traitements et observations et aussi de redresser les imperfections constatées.
- Enfin, la troisième mission de supervision a eu pour objet la vérification des cahiers d'observation et des données recueillies ainsi que de l'état du matériel mis en place.

1.1. Dispositif expérimental :

L'essai avait pour objectif : « Evaluer l'impact socio-économique des traitements insecticides

Le dispositif expérimental (diagramme en figure 1) est un Split plot à deux facteurs de discrimination):

Facteur A = traitement insecticide :

T1 = traitement manuel par les brigadiers

T2 = traitement terrestre au camion

T3 = traitement Avion

Facteur B = Témoin non traité (isolation avec les cages)

B1 = non isolé

B2 = isolé

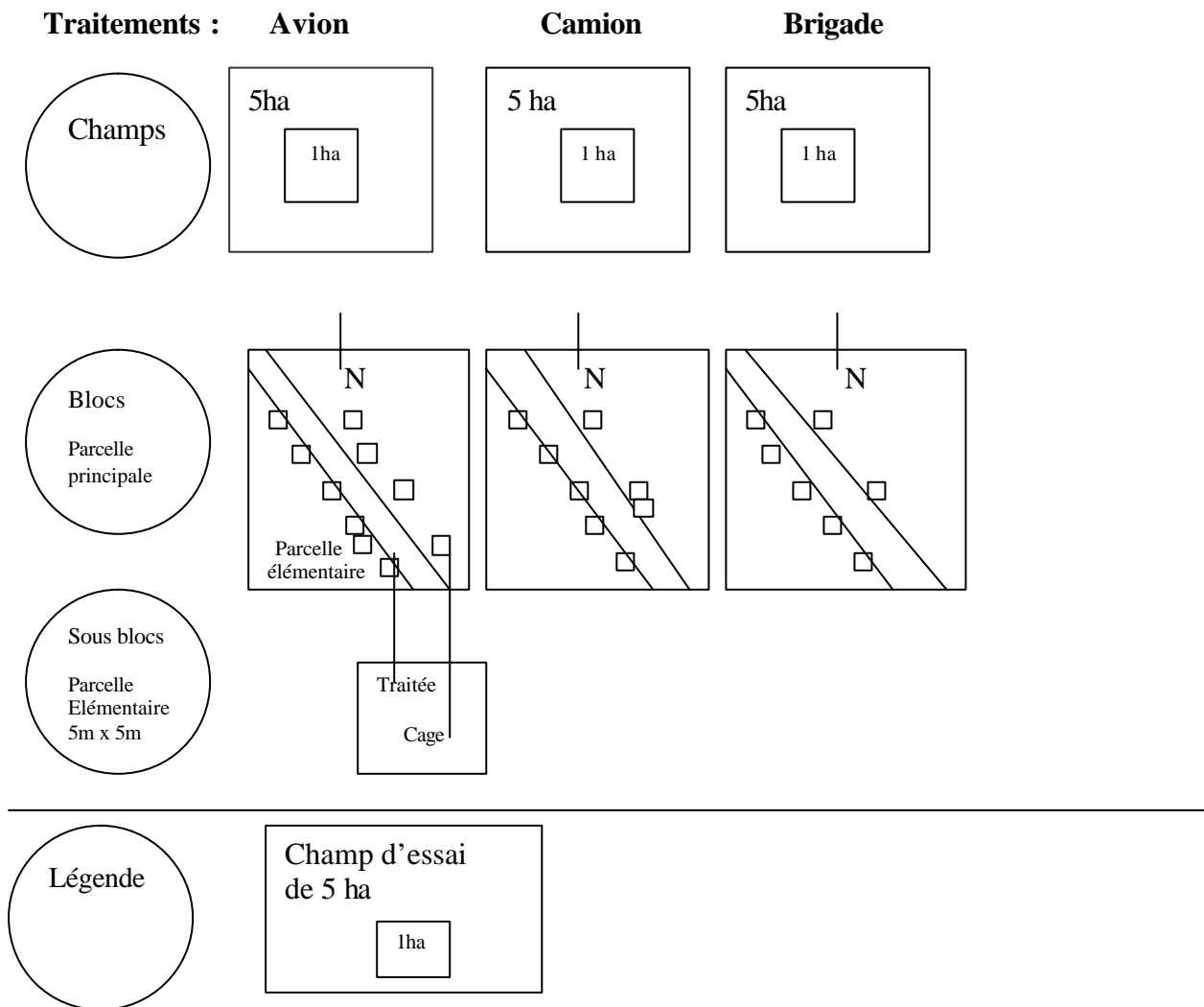
Répétitions = 6 pour le facteur non isolé

4 pour isolé (4 cages)

- La délimitation des parcelles est faite à la suite d'une prospection signalant des niveaux d'infestations du mil au stade nouaison – épiaison, atteignant les seuils d'intervention pour les différents modes de traitements.
- Au niveau de chaque zone, une bande de 5 ha a été délimitée pour servir aux trois types de traitements. Cette bande représente le champ de l'essai.

- Dans chaque bande, une parcelle d'un hectare (1 ha) est délimitée pour servir de parcelle principale, recevant les facteurs (traitements et témoin) du test .
- A l'intérieur de la parcelle principale de 1 hectare, il a été délimité sur la diagonale perpendiculaire à la direction du vent (sens de déplacement des acridiens), des parcelles élémentaires d'observation de 5m x5m, répétées 6 fois pour le facteur traitement et quatre fois pour le facteur témoin en raison des coûts de fabrication des cages.
- Les parcelles élémentaires recevant le facteur témoin non traité sont isolées par des cages grillagées de 5m x 5m x 2,5m répétées 4 fois. Ces cages sont recouvertes par une bâche en toile au moment du traitement, avant l'application du produit pour isoler les populations acridiennes des effets des produits et relever leurs incidences sur les cultures. Les cages sont faites de fer à béton en éléments démontables pour la charpente, et de tissu grillage plastique.
- Toutes les observations sont relevées dans ces parcelles élémentaires.

Figure 1 : Diagramme du dispositif Expérimental



1.2. Techniques d'application du produit

Le produit ayant servi aux traitements est du Fénirothion 20% ULV pour les traitements manuels et camion, et du Fénirothion 1000 ULV pour les traitements aériens :

Fénirothion 20% ULV : dose : 1,5 l/ha

Fénirothion 1000 ULV : dose : 0,25 l/ha

1.3. Technique d'observations et prise de données.

Les observations sont enregistrées dans des cahiers d'observations édités à cet effet.

Routing des activités :

- Prospection dans les zones de l'étude : évaluation des densités et superficies infestées et prise de décision de traitement et mode d'intervention suivant l'ampleur des infestations au stade de la culture défini pour l'essai, nouaison épisaison:
 - densité moyenne du ravageur $\geq 5/m^2$ (tous stades du ravageur confondus)
 - superficie infestée = ≥ 5 ha
- Exécution des traitements en respectant les normes techniques (direction du mouvement de traitement, espacements, doses de produits, normes de protection). Pour l'étude de la répartition des gouttelettes de pesticide, des plaquettes carrées de papier oléo-sensibles seront placées dans le champ traité avant traitement et récupérées juste après traitement.
- Enregistrement des renseignements généraux sur la fiche d'observation F01 (localisation des sites d'implantation de l'essai, dates de semis des champs identifiés, stades des cultures, complexe des ravageurs observés) et relevés pluviométriques du site à poursuivre jusque à la récolte.
- Délimitation des champs (5 ha) du site de l'essai, piquetage des parcelles, placement des cages d'isolation avant le traitement.
- Evaluation des densités acridiennes sur les parcelles infestées en suivant la fiche d'observation F03 (densités au sol et sur les plants, densités sur les épis).
- Applications du produit.
- Suivi des populations acridiennes après traitement suivant les indications de la fiche d'observation F03.

Suivi des populations et dégâts

- évaluations des populations dans les parcelles de l'essai avant et après traitements :
 - Le suivi de la densité de la population se fera à différents intervalles de temps (J0 : avant traitement ; J0+1 : un jour après traitement; J0+3 ; J0+7 ; J0+15). Le comptage des individus au sol et sur les plants est fait sur trois (3) carrés de 1m de côté à l'intérieur de chaque parcelle élémentaire le long de la diagonale perpendiculaire au sens du mouvement des acridiens.

- Le suivi de la densité par épi infesté est fait par comptage des individus sur les épis échantillons identifiés suivant la méthode d'échantillonnage en X dans chaque parcelle élémentaire.
- évaluation de la mortalité après traitement à intervalle de temps (J0 : avant traitement ; J0+1 : un jour après traitement; J0+3 ; J0+7 ; J0+15) sur trois carrés de 1 m de côté par parcelle élémentaire suivant la même méthode de comptage des individus ;
- évaluation de la sévérité des dégâts sur des échantillons d'épis suivant le même intervalle de temps en utilisant la clé (DPV) des dégâts des acridiens sur les épis ;
- Suivi éco-toxicologique sur les insectes et faune non cibles (F04).
- Récolte des épis et pesées des épis et grains suivant la fiche d'observation.(F05)
- Vérification des renseignements fournis dans les fiches d'observation.

Observations : Elles ont porté sur les données suivantes relevées sur cinq fiches d'observation : F01, à F05.

Culture : Mil en champ paysan

A déterminer à l'implantation de l'essai : Fiche d'observation F01.

- Semences : (traitement)
- Variété :
- Date de semi :
- Densité : à déterminer à l'implantation de l'essai.
- Travaux culturaux : travail du sol, apport d'engrais, sarclages.

Prospections phytosanitaires : Fiche d'observation F02.

- Dates de prospection
- Coordonnées de la signalisation ; distance du chef lieu d'Arrondissement.
- Densité acridienne
- Superficies infestées
- Populations acridiennes : description du complexe des espèces en présence et des stades de développement
- Migration : sens du déplacement

Suivi des populations du ravageur : F03

- Densité de ravageur dans les parcelles élémentaires (au sol et sur les plants) durant la période de 15 jours après traitement ;
- Densité de ravageur par épi dans les parcelles élémentaires durant la période de 15 jours après traitement ;
- évaluation de la mortalité durant la période de 15 jours après traitement
- Sévérité des dégâts sur les épis durant la période de 15 jours après traitement ;

Traitements phytosanitaires : F04.

- Type de traitement
- Date de traitement
- Doses de produit à l'ha
- Effets toxicologiques (phyto-toxicité et toxicité sur les utilisateurs)

Suivi éco-toxicologique:

- Observations sur les populations d'abeilles (nbre de ruches, mortalité, vitalité)
- Captures d'insectes utiles (hyménoptères) au filet; Mortalité des lézards;

Estimation des pertes: F05

- Sévérité des dégâts sur les épis à la récolte et niveaux de perte ;
- Poids des épis à la récolte ;
- Poids grain par parcelle élémentaire et rendements;

Déroulement de la conduite de l'essai sur les sites

L'essai s'est déroulé au cours de la période allant du 27 août 2002 (Date de la mission d'implantation) au 21 octobre 2002 date de la troisième mission de supervision.).

Cette année, la pluviométrie a été tardive sur l'ensemble du pays et au niveau des localités de l'essai ce qui explique les faibles infestations et les stades assez jeunes du ravageur à l'étude au cours de la période d'expérimentation..

Au cours du suivi de l'expérimentation, les corrections suivantes ont été apportées au protocole :

- Le traitement témoin non traité sur des parcelles identiques aux autres modes de traitement a été supprimé suite aux difficultés rencontrées de laisser les champs paysans sans traitement. Les cages d'isolation sont suffisantes à produire le contraste «traité non traité » recherché.
- Sur le site de Mayahi, les observations ont été réduites au suivi des populations acridiennes, suite à la faiblesse des infestations observées, et les cages transférées à Tanout pour mieux sécuriser l'essai sur ce site.
- Sur le site de Mainé Soroa, suite aux contraintes de temps les cages placées pour le traitement « brigade » ont servi de contraste au traitement camion dont l'urgence pressait.

Pour les perturbations accusées par l'essai, il faut noter les réinfestations après traitement observées à Mainé Soroa, et la déchirure du toit d'une des cages d'isolation lors du traitement « avion » observée par le pilote, ce qui a influencé les données recueillies pour ce mode de traitement.

Les difficultés rencontrées dans la conduite de l'essai ont été relevées par les observateurs dont les principales sont les suivantes :

- La faiblesse de la rigidité de la charpente des cages.
- Les difficultés causées par les réinfestations qui nécessitent une autre application insecticide dont la disponibilité en produits n'est pas prévue..
- La nécessité d'un observateur d'appui pour chaque site compte tenu du volume d'activités des agents PV des différentes localités et de l'ampleur des infestations à maîtriser.
- Les insuffisances en produits destinés aux interventions brigades pour traiter tous les champs infestés dans le voisinage immédiat du site de l'essai afin de satisfaire les demandes et éviter un sentiment d'exclusion pour les autres paysans du même village ou des villages avoisinants.
- Le manque de fonds pour destinés au dédommagement des paysans.

- Les contraintes de carburant pour élargir le rayon d'implantation de l'essai nécessaire pour sécuriser l'implantation de l'essai.
- La faiblesse de la toile de bâche pour recouvrir les cages.
- L'insuffisance des cages pour le nombre de modes de traitement à l'étude.

VI. ANALYSE DES DONNEES

L'analyse statistique des données est effectuée avec le logiciel «SPSS 10.0 pour WINDOWS 2000 » et les présentations graphiques sur le logiciel Excel.

Les analyses les suivantes ont été effectuées sur les données recueillies:

- Représentation graphiques des variables densités de population et mortalités des populations acridiennes.
- Analyse de variance de la variable sévérité au niveau global tous les sites confondus par niveau du facteur B incidence insecticide (1=traité et 2=non traité) afin de mettre en évidence l'effet des modes de traitements.
- Analyse de variance de la variable sévérité des dégâts au niveau global tous les sites confondus suivants les deux facteurs traitement et insecticide pour faire ressortir l'effet global insecticide.
- Analyse de variance de la variable sévérité des dégâts par localité pour faire ressortir les l'effet mode de traitement par localité et l'effet insecticide par localité.
- Analyse de variance de la variable sévérité des dégâts par localité par mode de traitement pour mettre en évidence l'effet insecticide par mode de traitement.
- Analyse de variance de la variable rendement par localité pour faire ressortir l'effet mode de traitement par localité et l'effet insecticide par localité.
- Analyse de variance de la variable rendement par localité par traitement pour faire ressortir l'effet insecticide par mode de traitement.
- Régression linéaire des variables dépendantes «poids grain par épi » et «écart du poids grain par épi à la moyenne » par rapport à la variable sévérité des dégâts sur un échantillon de 28 épis prélevés sur le site d'essai à Tanout.

VII. RESULTATS

Les résultats des analyses des données sont résumés dans les tableaux et commentaires ci-dessous :

3.1. Effets des applications insecticides sur les populations de sauteriaux

Le suivi des populations du ravageur a porté respectivement sur les variables « densités de population » et « mortalité ».

Les résultats sont assez significatifs pour prouver l'efficacité de l'application insecticide et l'effet biocide du produit. En effet, sur tous les trois sites de l'essai, la densité de population accuse une baisse suite aux traitements insecticides, mais différemment selon les localités et les modes d'application. La mortalité est élevée le premier jour après traitement témoignant de l'effet de choc du produit utilisé, et se prolonge jusqu'au dixième jour montrant ainsi la rémanence du produit dans les conditions d'utilisation en milieu réel. Les résultats par localité sont les suivants :

3.1.1 Site de Mainé Soroa :

Les infestations de sauteriaux ont été d'envergure moyenne dans cette localité (superficie infestée de 7 et 15 ha sur les sites respectifs d'implantation de l'essai à densités de 14 et 50 individus au m²) et ont permis d'effectuer deux modes de traitement : Le traitement manuel par les brigades d'intervention phytosanitaires, et le traitement par ULVA monté sur camion.

Le traitement manuels par les brigades (figure 2a) a donné une baisse de la densité des populations en moyenne de 64% au septième jour après traitement, la réduisant à un niveau inférieur au seuil critique d'intervention de 5individus/m². Par la suite une réinfestation a porté préjudice aux résultats jusqu'au niveau de la sévérité des dégâts et des rendements obtenus.

Le traitement à l'ULVA monté sur camion (figure 2b), a réduit la densité de population de 60% au troisième jour après traitement, sans pour autant la ramener en dessous du seuil critique d'intervention de 5individus/m².

La mortalité des populations acridiennes sur ce site (figure 3a et b) a duré jusqu'au dixième jour après traitement pour les deux modes de traitement utilisés (brigades et camion).

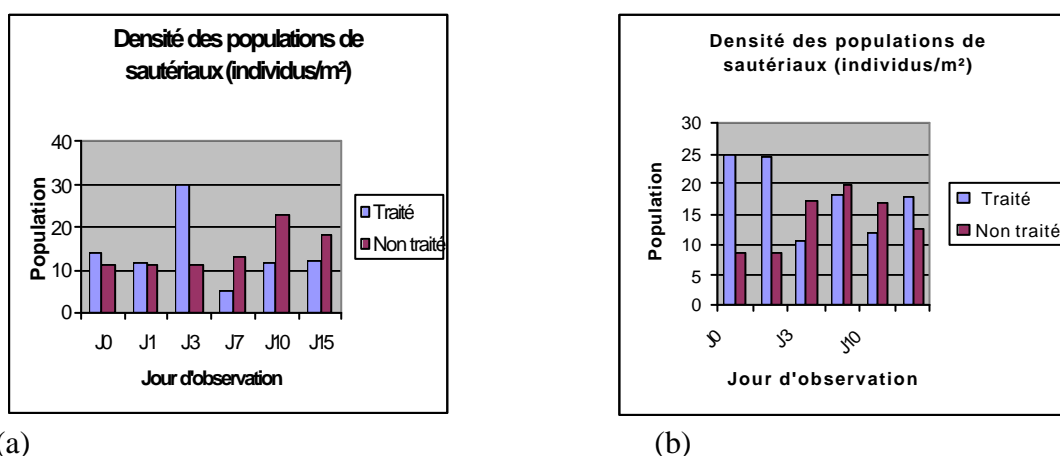
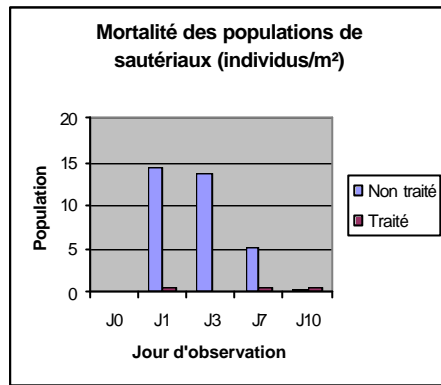
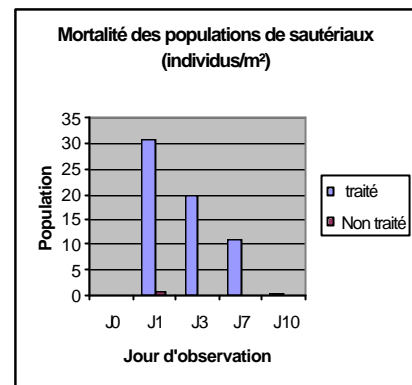


Figure 2: Densités des populations acridiennes sur le site de Mainé Soroa ; a) traitement brigades, b) traitement camion



(a)



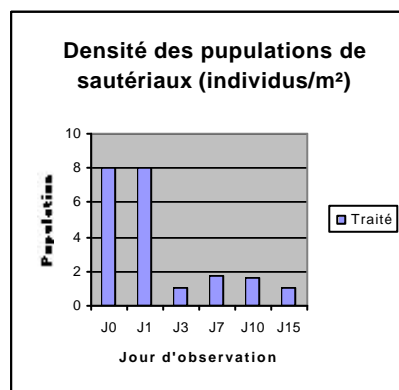
(b)

Figure 3: Mortalité des populations acridiennes sur le site de Mainé Soroa ; a) traitement brigades, b) traitement camion.

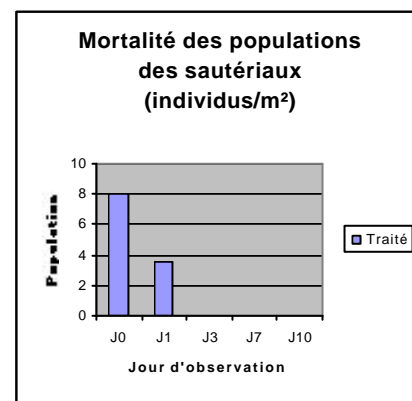
3.1.2. Site de Mayahi :

Les infestations de sautériaux ont été de faible ampleur (densités de 7 à 9/m² sur 10 ha infestés) sur ce site et n'ont permis d'effectuer que le traitement «brigade ». L'essai a été limité au suivi des populations.

Le traitement par les brigadiers (figure 4) a réduit la densité de populations de 87% au troisième jour après application et la mortalité a été nulle par la suite , prouvant ainsi le contrôle obtenu sur les faibles infestations par l'intervention prompte des brigades.



(a)



(b)

Figure 4: Densités (a) et Mortalité (b) des populations acridiennes sur le site de Mayahi, traitement brigade.

3.13. Site de Tanout :

Les trois modes de traitement à l'étude ont été réussis sur ce site, en raison de l'ampleur des infestations acridiennes ayant nécessité le traitement aérien. Les densités acridiennes variaient entre 15 et 25/m² sur la période de l'essai.

Une réduction drastique des densités de population acridiennes en dessous du seuil critique d'intervention, a été observée au troisième jour après traitement pour tous les modes d'application insecticide à l'étude. (figure 5) Le traitement «brigade » a réduit en moyenne les populations de 90.9% ; le traitement « camion » a donné 95.6% % de réduction de densité de population ; et pour le traitement avion 100 % de réduction de densités de population sont observés .

La mortalité des populations acridiennes (figure 6) suite aux traitement a duré 7jours suite aux traitements «brigades » et «camion » et 10 jours suite u traitement «avion ».

La mortalité dans les cages a été insignifiante sur les sites des traitements « brigades » et « camion », mais par contre assez élevée sur le site du traitement «avion » où une des bâches couvrant la cage avait une déchirure au moment du passage de l'avion. Une mortalité importante a été observée dans les cages (figure 6 c) et les résultats du traitement au niveau de l'analyse des rendements en ont été influencé.

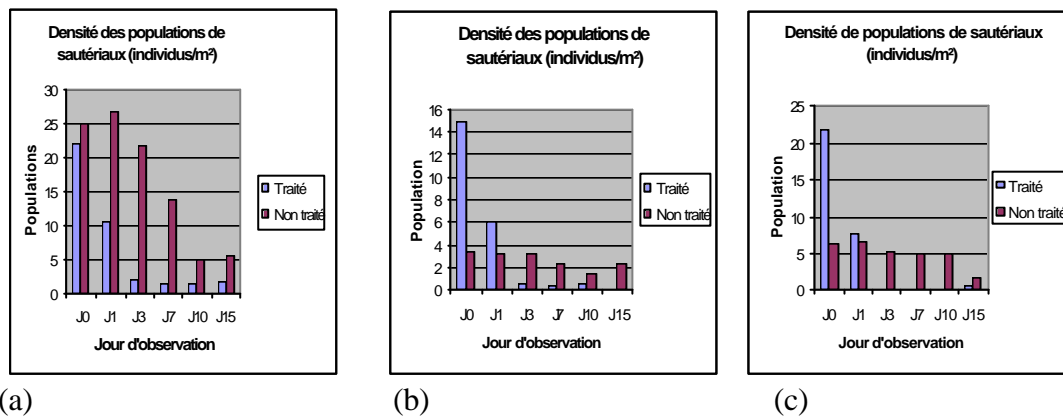


Figure 5: Densités des populations acridiennes sur le site de Tanout; a) traitement brigades, b)traitement camion, c) traitement avion

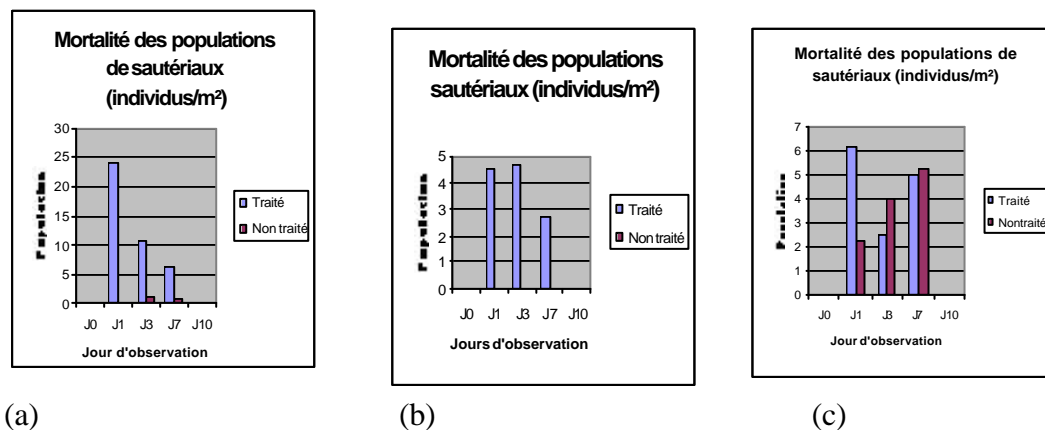


Figure 6: Mortalité des populations acridiennes sur le site de Tanout a) traitement brigades, b) traitement camion, c)traitement avion

3.2. Effets des applications insecticides sur la production du mil

Sur le plan de l'effet des traitements insecticides sur la production du mil, les variables « sévérité des dégâts » et « rendement grains » sont analysées. Les résultats significatifs sont obtenus surtout à Tanout au niveau de tous les traitements et dans une moindre mesure à Mainé Soroa au niveau du traitement au camion.

3.2.1. Variable Sévérité des dégâts

La sévérité des dégâts a été moyenne sur tous les sites suivis (Mainé et Tanout) en raison des stades de développement majoritairement assez jeunes des populations acridiennes (Stades en majorité larvaires), surtout au moment des traitements « brigades » et « camion ». En effet la remontée sur les épis des stades larvaires est moins importante que celle des imagos, et les dégâts sur la partie végétative de la plante ont une incidence physiologique très peu significative sur la partie reproductive, vu le stade phénologique avancé (floraison à grenaison) de la plante. Cependant, les résultats de l'essai ne sont pas moins significatifs à travers cette variable.

3.2.1.1. Variable Sévérité des dégâts : Analyse au niveau total (toutes les localités et traitements confondus).

L'analyse de la sévérité des dégâts (tableau n°1) au niveau de l'ensemble des données de toutes les deux localités (Mainé et Tanout), donne les niveaux moyens de sévérité de 42.9% dans les cages non traitées et 19.8% dans les parcelles traitées soit une efficacité des traitements insecticides (tous modes de traitement confondus) de 53.8%. Les trois modes de traitement effectués sont efficaces, mais différemment, les traitements « avion » et « brigade » ayant été meilleurs au traitement « camion » .

L'effet cage (non traité) a été identique pour les traitements « brigades » et « camion » mais différent au niveau du traitement « avion » en raison de l'ampleur des infestations qui ont nécessité le traitement « avion ».

Tableau 1 : Comparaison des types des traitements et de l'effet application versus non application d'insecticide

Facteurs	N	Moyenne	Signification ****
Application Insecticide			
*Modes de Traitement			
1	157	15.62 a)	
2	152	25.80 (b)	Pr(F)= 0.001 **SE=3.00
3	39	9.90 (a)	Pr(F)= 0.016 SE=4.48
Total	348	19.83	Pr (F)= 0.000
Effet cages (témoin non traité)			
Modes de Traitements			
1	117	45.03 (c)	
2	96	37.10 (c)	Pr(F)=0.097 SE=4.76
3	25	55.52 (d)	Pr(F)=0.049 SE=7.31
Total	238	42.93	Pr(F)=0.041
***Effet Insecticide Total			
1	348	19.43 (e)	
2	238	42.93 (f)	Pr (F)= 0.000 SE= 3.1
Total	586	28.97	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ; 3= traitement avion

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

****Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.1.2. Localité : Mainé Soroa Analyse de l'efficacité des traitements

Les résultats sont présentent l'effet insecticide global (niveau total), tous modes de traitement confondus et l'efficacité comparée entre les modes de traitements d'une part, et d'autre part donnent l'efficacité au niveau de chaque traitement (analyse par modalité de traitement).

a). Variable Sévérité des dégâts : niveau d'analyse total :

Le tableau n°2 ci-dessous, donne efficacité significative identique pour les deux modes de traitement (mais différente à (brigade et camion) à Mainé Soroa. La moyenne de sévérité des dégâts est de 30.2% dans les cages non traitées et 20.5% dans les parcelles traitées.

Tableau 2: Localité Mainé Soroa ; variable sévérité des dégâts ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide

Facteurs	N	Moyenne	Signification Pr=0.05
**Traitement			
1	115	17.47 (a)	
2	123	23.34 (a)	Pr(F)=0.097 *SE=3.53
Total	238	20.50	
***Insecticide			
1	238	20.50 (c)	
2	146	30.22 (d)	Pr(F)= 0.001 SE= 2.96
Total	384	28.58	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ;

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

****Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

b) Variable Sévérité des dégâts : niveau d'analyse par modalité de traitement

Pris séparément, le traitement « brigade a été d'efficacité plus significative que le traitement camion (sans efficacité significative) sur le site de Mainé Soroa (tableau n°3). Ceci est dû sans doute au retard accusé par l'exécution du traitement camion attendant la fin des observations du traitement « brigade » pour placer les cages.

Tableau 3 : Localité Mainé Soroa ; variable Sévérité des dégâts ; Comparaison de l'effet application ou non d'insecticide par type de traitement

Facteurs		N	Moyenne	Signification
Traitement	Insecticide			
1	1	115	17.47 (a)	
	2	73	30.22 (b)	Pr(F)=0.002 SE= 4.05
	Total	188	22.42	
2	1	123	23.34 (c)	
	2	73	30.22 (c)	Pr(F)=0.113 SE= 4.32
	Total	196	25.90	
Total	1	238	20.50 (d)	
	2	146	30.22 (e)	Pr(F)= 0.001 SE= 2.96
	Total	384	24.20	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ;

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

****Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.1.3. Localité : Tanout

a). Variable Sévérité des dégâts : niveau d'analyse total :

Le tableau n°4 ci-dessous montre que tous les trois modes de traitement insecticide sont efficaces à Tanout, avec les traitements «avion» et «brigade» plus efficaces que le traitement «camion». La moyenne de sévérité des dégâts est de 17% dans les parcelles traitées comparée à 63% dans les cages non traitées soit une réduction de sévérité au niveau global de 73%.

Tableau 4: Localité Tanout ; variable Sévérité des dégâts ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide

Facteurs	N	Moyenne	Signification
Traitement			
1	86	10.57 (a)	
2	52	36.24 (b)	Pr(F)= 0.000 SE=5.73
3	64	9.90 (a)	Pr(F)=0.005 SE=4.76
Total	202	17.10	Pr(F)=0.000
Insecticide			
1	110	17.10 (c)	
2	92	63.11 (d)	Pr(F)= 0.000 SE= 4.11
Total	202	38.05	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ; 3= traitement avion

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

****Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

b). Niveau d'analyse par modalité de traitement

Pris séparément, les traitements ont eu chacun une efficacité significative sur la sévérité des dégâts des sauteriaux (tableau n°5) avec une plus forte réduction de sévérité par le traitement brigade (84.8%), suivi du traitement « avion » (82.16%), et le traitement camion pour 38.5% .

Tableau 5: Localité Tanout ; variable Sévérité des dégâts ; Comparaison de l'effet application ou non d'insecticide par type de traitement

Facteurs		N	Moyenne	Signification
Traitement	Insecticide			
1	1	42	10.57 (a)	
	2	44	69.59 (b)	Pr(F)=0.000 SE=5.9
	Total	86	40.77	
2	1	29	36.24 (c)	
	2	23	58.96 (d)	Pr(F)=.007 SE= 8.11
	Total	52	46.29	
3	1	39	9.90 (e)	
	2	25	55.52 (f)	Pr(F)=0.012 SE=4.40
	Total	64	27.72	
Total	1	110	17.10 (g)	
	2	92	63.11 (h)	Pr(F)=0.000 SE=4.11
	Total	202	38.05	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ; 3= traitement avion

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

***Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.Variable Rendement :

L'analyse de la variable rendement a porté sur le poids grain corrigé par l'indice $X_{ne(i)}/ne(i)$ où $X_{ne(i)}$ est le moyenne du nombre d'épi par parcelle d'observation, et $ne(i)$ le nombre d'épi de la parcelle, au niveau de chaque traitement, afin de tenir d'éliminer la variabilité due à la l'hétérogénéité de la densité des plants et la fertilité du sol.

D'une manière générale les rendements obtenus sur les parcelles traitées sont plus élevés à Mainé Soroa (moyenne de 452.7 Kg/ha) qu'à Tanout (moyenne de 343.2 Kg/ha) en raison des différences au niveau des pluviométries, des variétés de mil, et des caractéristiques du sol. Aussi, l'analyse ne peut porter que sur les localités séparées.

3.2..1. Variable Rendement: Analyse des rendements; Localité : Mainé Soroa ; niveau d'analyse total.

Les rendements (tableau n°7) sont significativement différents suivant les modes de traitement insecticides et plus élevés dans les parcelles du traitement «camion» (480kg/ha en moyenne) que dans les parcelles du traitement «brigade» en raison sans doute de la réinfestation observée sur ces parcelles.

Pris globalement, les deux traitements effectués à Mainé Soroa n'ont pas significativement influé sur le rendement des parcelles avec un gain de production moyen de 53.7 Kg/ha soit 13.45% par rapport aux parcelles non traitées.

Tableau 7 : Localité Mainé Soroa ; variable rendement ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide

Facteurs	N	Moyenne	Signification
Traitement			
1	10	382.14 (a)	
2	10	480.38 (b)	
Total	20	341.26	Pr (F)=0.033 SE=35.12
Insecticide			
1	12	452.73 (c)	
2	8	399.05 (c)	
Total	20	341.26	Pr(F)=0.146 SE=35.12

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ;

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

***Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.2 Variable Rendement: Analyse des rendements; Localité : Mainé Soroa ; niveau d'analyse par modalité de traitement.

L'analyse séparée par traitement (tableau^o8) donne des gains de production significatifs (33.97%) sur les parcelles du mode de traitement «camion» que sur les parcelles du mode de traitement «brigade» (- 7% pas significatif). Ceci s'explique par la réinfestation observée sur les parcelles traitées, contribuant à réduire les rendements et les dégâts relativement faibles dans les cages avec des niveaux de densité acridienne bas, et des stades à majorité larvaires causant moins de dégâts sur les épis.

Tableau 8 : Localité Mainé Soroa ; variable Rendement ; Comparaison de l'effet insecticide par type de traitement

Facteurs		N	Moyenne	Signification
Traitement	Insecticide			
1	1	6	370.87 (a)	
	2	4	399.05 (a)	Pr(F)=0.613 SE=53.57
	Total	10	382.14	
2	1	6	534.60 (c)	
	2	4	399.05 (d)	Pr(F)=0.018 SE=45.44
	Total	10	480.38	
Total	1	12	452.73 (e)	
	2	8	399.05 (e)	Pr(F)=0.146 SE=35.12
	Total	20	341.26	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ;

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

***Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.3 Variable Rendement: Analyse des rendements; Localité Tanout ; niveau d'analyse total.

Au niveau global, les rendements du mil sont significativement différents entre les parcelles traitées et non traitées (tableau n°9), avec un gain de production moyen de 48% . Les rendements sont différents selon le mode de traitement insecticide, avec le mode de traitement par « brigade » (391.5 Kg/ha) non différent significativement du traitement « avion » (243.0 Kg/ha), mais plus élevés significativement que dans les parcelles du mode traitement camion (197.0 Kg/ha).

Tableau 9 : Localité Tanout ; variable rendement ; comparaison des types de traitement et de l'effet application d'insecticide

Facteurs	N	Moyenne	Signification
Traitement			
1	10	391.51 (a)	
2	10	197.03 (b)	Pr(F)=0.000 SE=28.91
3	10	243.04 (a)	Pr(F)=0.174 SE=25.04
Total	30	277.19	
Insecticide			
1	18	343.20 (c)	
2	12	178.18 (d)	Pr(F)=0.000 SE=23.60
Total	30	277.19	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ; 3= traitement avion

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

****Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.4. Variable Rendement: Analyse des rendements; Localité : Tanout ; niveau d'analyse par modalité de traitement.

De manière séparée (tableau 10), les gains moyens de production sont plus élevés et significatifs avec le traitement « brigade » 183% que sur les parcelles du traitement « camion » (68.9%). Pour le traitement « avion » le gain de production moyen est de 21.6% et n'est pas significatif en raison de la cage entrouverte au moment du traitement, ce qui a réduit les populations dans la cage et élevé le rendement du groupe non traité. Ce gain de production serait de 91.2% en comparant le résultat du groupe traité aux résultats du groupe non traité (cages) du site du traitement camion qui a eu lieu en même temps dans le même milieu.

Tableau 10 : Localité Tanout ; variable Rendement ; Comparaison de l'effet application ou non d'insecticide par type de traitement

Facteurs		N	Moyenne	Signification
Traitement	Insecticide			
1	1	6	528.13 (a)	
	2	4	186.58 (b)	Pr(F)= 0.000 SE=53.51
	Total	10	391.51	
2	1	6	235.46 (c)	
	2	4	139.37 (d)	Pr(F)=0.007 SE=26.67
	Total	10	197.03	
3	1	6	266.00 (e)	
	2	4	208.59 (e)	Pr(F)=0.169 SE=37.95
	Total	10	243.04	
Total	1	18	343.20 (f)	
	2	12	178.18 (g)	Pr(F)=0.000 SE=23.60
	Total	30	277.19	

*SE = Erreur standard de la différence entre les moyennes

**1= Traitement brigades ; 2= Traitement camion ; 3= traitement avion

** *1 = Traité ; 2= Cage (non traité)

****Les moyennes du même groupe marquées par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.2.5. Relation sévérité des dégâts pertes en poids grain

L'analyse en régression linéaire d'un échantillon de 28 épis prélevés sur le site d'essai Tanout met en évidence la même relation forte et négative relation (R Square= 0.59 ; Pr(F)=0.000) entre le degré de sévérité des dégâts et le poids grain par épi d'une part et avec l'écart du poids grain à la moyenne. Ces relations sont :

$$X = - 0.77 Y + 11.9 \text{ où } X = \text{poids grain par épi (g), et } Y = \text{Sévérité des dégâts (\%)}$$

$$X = - 0.77 Y + 4.6 \text{ où } X = \text{écart poids grain par épi à la moyenne , et } Y = \text{Sévérité des dégâts (\%)} .$$

La courbe de l'écart en poids grain par rapport à la moyenne de l'échantillon donne la relation entre les pertes en poids grain la sévérité des dégâts.

Ces relations sont représentées par les figures n°7 et n°8 ci-dessous :

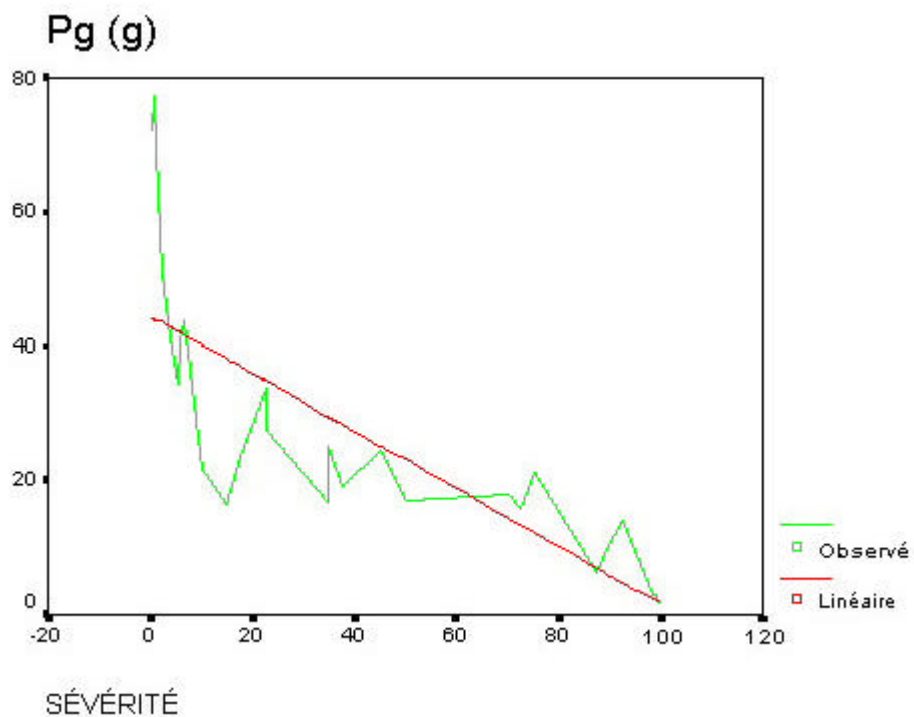


Figure 7 : Courbe de régression de la variable grain par épi (pg) versus sévérité des dégâts

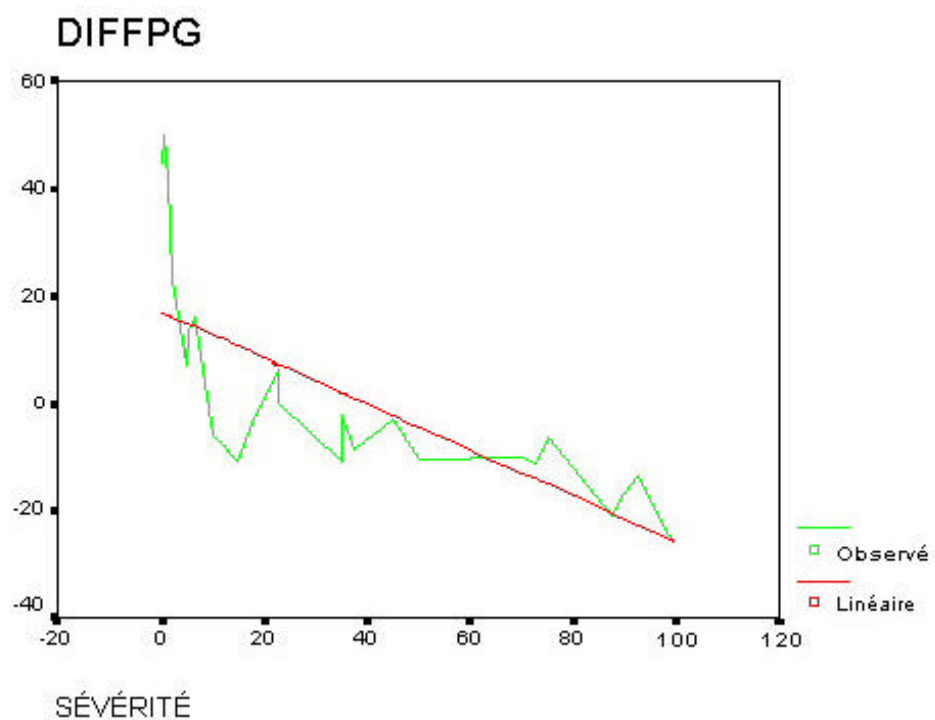


Figure 8 : Courbe de régression de la variable différence du poids grain par épi à la moyenne (DIFFPG) versus sévérité des dégâts (SEVERITE).

VIII. DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

De manière générale les traitements insecticides au Fénitrothion sous les deux formulations 20% ULV et 1000 ULV ont été efficaces contre les sauteriaux au niveau des trois localités sites de l'essai. En effet, l'effet biocide sur les populations de sauteriaux à dominance *Oedaleus sénégaleensis* est observé à travers la réduction des densités de population et la mortalité relevée.

Les traitements insecticides effectués à Mainé Soroa ont réduit les densités de population en moyenne de 62% avec la différence du traitement manuel par les brigades plus efficace à réduire les populations de sauteriaux à un niveau de 5 individus/m² bien en dessous du seuil critique d'intervention de 15 individus au m² correspondant aux stades larvaires observés et au stade phénologique de la plante (floraison) au moment du traitement. Le traitement au camion, réalisé plus tard sur des populations dont les imagos sont dominants a aussi réduit les populations juste au niveau du seuil critique de 10 individus au m² correspondant.

Les résultats obtenus à Mayahi bien que modestes, ont mis en évidence l'efficacité des traitements manuels par l'intervention prompte des brigades, avec le niveau de réduction des densités de populations de 87% au troisième jour après application insecticide.

Les traitements réalisés à Tanout ont très efficaces à contrôler des infestations à caractère de fléaux dont les niveaux de densités sont élevés. La réduction des populations acridiennes observée est importante entre 90 et 100% au niveau des trois modes de traitement. Le traitement « avion » a montré plus de rémanence que les autres types de traitements compte tenu de la concentration de la formulation.

S'agissant de l'efficacité des traitements à réduire l'impact des dégâts causés par les acridiens sur la production les résultats significatifs sont obtenus surtout à Tanout au niveau de tous les traitements et dans une moindre mesure à Mainé Soroa. Les traitements insecticides ont permis de réduire les dégâts de 53.8% au niveau global des deux sites de l'essai (Mainé et Tanout). Les traitements « avion » et « brigade » ont été meilleurs au traitement « camion » à réduire la sévérité des dégâts sur l'ensemble des sites.

Au niveau de chaque site pris séparément, la réduction des dégâts est suite aux traitements insecticides est démontrée. Elle est de 32% à Mainé Soroa pour les deux modes de traitement confondus. Le traitement brigade avec une réduction de dégâts de 42.2% est meilleur au traitement camion qui a donné 22.8% de réduction. Le retard accusé par l'intervention au camion est l'une des raisons expliquant cette différence entre les modes de traitement dans cette localité.

A Tanout, les trois modes de traitement effectués ont été plus efficaces avec un niveau de réduction global des dégâts de 73%. Le traitement brigade a été meilleur avec 84.8%, suivi du traitement « avion » (82.16%), et le traitement camion avec 38.5%.de réduction des dégâts.

Au niveau des rendements de la culture, les traitements insecticides en ont contribué dans une plus grande mesure à Tanout avec le traitement « brigade » multipliant les rendements presque par quatre (4), le traitement avion le multipliant par deux et le traitement camion avec 69% de gain de production.

A Mainé Soroa les gains de production sont moindre en raison de la réinfestation observée sur le site et du retard de l'intervention au camion.

La concordance des résultats entre les trois variables étudiées à savoir les densités de populations, la sévérité des dégâts et le rendement est parfaite pour les résultats obtenus à Tanout . Pour résultats du site de Mainé Soroa, la réduction des densités de population et la sévérité des dégâts sont concordants par rapport aux modalités de traitement, mais les rendements n'ont pas suivi en raison des paramètres de réinfestation, des stades différents du ravageur, et de la qualité des observations. (Standard Erreur plus élevés).

La relation sévérité des dégâts et pertes en poids grain, tirée à partir d'un échantillon prélevé sur le site de Tanout, donne un exemple d'évaluation des pertes causées par les acridiens et atteste de la fiabilité de la méthode d'observation de la sévérité des dégâts utilisée. Cette méthode est un outil d'évaluation des pertes pouvant être utilisé pour améliorer le protocole de l'essai , et éviter les inconvénients causés par l'utilisations des cages d'isolation.

Ces résultats confirment l'efficacité et la rémanence du Fénitrothion de 10 à 15 jours en milieu réel. Cependant les observations des mortalités d'abeille et autres espèces d'hyménoptères relevées au premier jour après traitement témoignent de l'effet choc du produit sur les auxiliaires utiles. Aussi, son utilisation aux doses réduites par traitement manuel par les brigades serait plus appropriée afin d'en réduire les effets sur la faune non cible.

Enfin, l'essai a ciblé les stades floraison –maturité du mil afin de mettre en évidence l'incidence des infestations acridiennes sur la production. Mais les dégâts des acridiens portent à tous les stades phénologiques de la culture et peuvent occasionner des pertes totales de production, des abandons de champs et des migrations des populations victimes.

La problématique de la lutte chimique contre les acridiens se résume par :

- La reconnaissance unanime de la nécessité du contrôle chimique contre ces ravageurs d'importance économique eu égard à l'expérience vécue au Niger et dans le Sahel par les organisations régionales comme l'OCLALAV et le CILSS, et par les institutions de recherche comme le GERDAT et le PRIFAS ;
- Les coûts élevés des interventions chimiques (coûts du produit et logistique d'intervention) ;
- Les effets polluants des insecticides utilisés ;
- Le manque de produits de substitution efficaces et moins toxiques pour l'environnement ;
- Les difficultés de formation des producteurs pour créer des brigades d'intervention phytosanitaires (coûts de formation perpétuelle et d'équipement des brigades) ;

- Le manque de développement des méthodes alternatives efficaces et fiables adoptables par les paysans.

Dans ces conditions, l'emploi de la lutte chimique raisonnée doit pouvoir allier la lutte préventive basée sur des prospections généralisées et la protection rapprochée des cultures par les brigades phytosanitaire, aux interventions de grande envergure réduites à la stricte nécessité.

Cette stratégie de lutte doit être mise en œuvre avec toutes les précautions d'emploi des pesticides (homologations des substances les moins toxiques pour l'environnement, prohibition des substances dangereuses, utilisation à faible doses, etc...).

Pour l'instant, une insuffisance des interventions chimiques pourrait s'avérer catastrophique pour la grande majorité des producteurs qui sont des petits exploitants ne possédant pas plus de 1.5 ha par chef de ménage. Car, les pertes de 40% en moyenne observées dans les cages non traitées sur des rendements en moyenne de 400 Kg/ha réduiraient la production à 360 Kg par chef de ménage pour nourrir 5 actifs agricoles par ménage (moyenne ménage) ,donnant ainsi une disponibilité en céréale de 72Kg par actif par an .

La norme de consommation de céréales établies au Niger étant de 250Kg par personne par an., la couverture des besoins annuels serait de 29% par actif, très inférieure au seuil d'insécurité alimentaire situé à 50% de couverture des besoins céréaliers annuels..

Aussi, l'importance des traitements insecticides sur les acridiens, endémiques dans les zones marginales nord de la bande agricole du Niger, dont la productivité est faible (300 Kg/ha en moyenne), se situe surtout au niveau de la nécessité absolue de sécuriser ce minimum de production que le paysan peut gagner pour couvrir le maximum possible de ses besoins en céréales pour l'année.

En conclusion, cette expérience a permis de mettre en exergue l'efficacité et l'opportunité de la lutte chimique employée au Niger pour contrôler les infestations acridiennes, et la nécessité d'une stratégie plus élaborée, basée sur la protection rapprochée par les brigades d'intervention phytosanitaires généralisées au moins sur les zones d'infestation endémiques, la sélection et le contrôle de l'utilisation des produits appropriés moins nocifs pour l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

DIOP, A. 2000. Manuel de lutte antiacridienne a l'usage des agents de vulgarisation de base (AVB) ; DPV. Projet AFRO14 ;34pp. Niamey. Niger

DIOP, A. GARBA, Y. 2000. Lutte intégrée contre les acridiens : Atelier de formation des agents de la Protection des Végétaux ; AFRO14 ; 33pp. Niamey. Niger.

LAUNOIS, Michel. 1978. Modélisation écologique et Simulation opérationnelle en Acridologie. Application à *Oedaleus senegalensis* (Krauss, 1877) : GERDAT. Paris.

LECOQ, Michel 1978. Le problème sauteriaux en Afrique Soudano-Sahélienne : Agronomie tropicale, xxxiii : 17pp.

Ministère du Développement Agricole 2002, Programme National Global de Sécurité Alimentaire (PNGSA) :Volume I et II. FAO. DIOP Amadou consultant national. Avril 2002

Overseas Development Natural Research Institute, (1988). Manuel de lutte antiacridienne. Steedmann, A. (2^{ème} éd.) Londres, 191pp.

RIBA, Guy. SILVY Christine. Combattre les ravageurs des cultures. Enjeux et perspectives. INRA. Paris.

Waloff, N. 1970. Some thoughts on studies of population dynamics of Acridids. Proc.Int.Study.Conf.Current and Future Problems of Acridology. Imperial College. London

ANNEXES



Démonstration d'installation de cages : cages grillagée



Démonstration d'installation de cages : cages grillagées couvertes de toile de protection



Champ protégé et récoltes de mil provenant du même champ



Récoltes des parcelles et pesées