

Effets comparés de quelques biopesticides et d'un pesticide chimique (cyperméthrine 10 EC) sur les insectes ravageurs et maladies parasitaires du Niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae)

Y. RABO¹, M. ALI ABDOU¹, L. ABDOU¹, A. MAHAMANE^{1,2}

(Reçu le 21/02/2021; Accepté le 18/04/2021)

Résumé

La présente étude, menée à Adébour à l'est du Niger, a porté sur les effets de quelques biopesticides et d'un pesticide chimique (cyperméthrine 10 EC) sur les insectes ravageurs et maladies parasitaires du Niébé. L'objectif de cette étude est de comparer l'effet insecticide et ou répulsif des biopesticides et chimique sur les ravageurs et les maladies parasitaires du Niébé. Au total 6 traitements ont été employés. Les données ont été collectées par parcelle et par traitement et ont porté sur les paramètres nombre de feuilles, d'inflorescences et de gousses attaquées par les ravageurs du niébé d'une part et le nombre de feuilles, d'inflorescences avortées et de gousses malades, d'autre part. En plus, les observations ont porté sur les rendements en gousses et en grains. Le pesticide chimique est le traitement qui s'est avéré le plus efficace sur les ravageurs et maladies du niébé. Les biopesticides, même s'ils n'ont pas eu le meilleur rendement en gousses et en grains, ont permis de réduire les dégâts des ravageurs et des maladies sur les feuilles, les gousses et les inflorescences du niébé. A l'issue de cette étude, on peut recommander aux producteurs l'usage de biopesticides avec des pertes plus accentuées qu'avec les pesticides chimiques mais qui peut être compensé par le rapport coût / bénéfice.

Mots clés: Efficacité, dégâts, rendement, pesticides, ravageur, maladie parasitaire, Niébé

Comparative effects of some biopesticides and a chemical pesticide (cypermethrin 10 EC) on insect pests and parasitic diseases of Cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae), Subject description

Abstract

The present study, carried out in Adébour in eastern Niger, investigated the effects of some biopesticides and a chemical pesticide (cypermethrin 10 EC) on insect pests and parasitic diseases of cowpea. The objective of this study is to compare the insecticidal and / or repellent effect of biopesticides and chemicals on pests and parasitic diseases of Cowpea. A total of 6 treatments were used. The data were collected per plot and per treatment and focused on the parameters number of leaves, inflorescences and pods attacked by cowpea pests on the one hand and the number of leaves, aborted inflorescences and diseased pods, on the other hand. In addition, observations focused on pod and grain yields. Analysis of the results showed that the chemical pesticide was the most effective treatment against pests and diseases of cowpea. Treatments with neem leaf juice, chilli juice and tobacco porridge, even though they did not have the best pod and grain yield, reduced pest and disease damage to the leaves, pods and inflorescences of cowpea. At the end of this study, we can recommend to producers the use of organic pesticides with greater losses than with chemical pesticides but which can be offset by the cost / benefit ratio.

Keywords: Comparative effects, Bio pesticide, chemical pesticide, pest, parasitic disease, Cowpea

INTRODUCTION

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp (Fabaceae), est l'une des principales légumineuses alimentaires produites au monde et particulièrement en Afrique de l'Ouest. Nonobstant, la production de cette légumineuse est limitée par plusieurs contraintes d'ordre biotique et abiotique (Sani et Bagna, 2007; Ajeigbe *et al.*, 2010; Boukar *et al.*, 2016). Selon Ahmed *et al.* (2009), 80 à 100% de la production est perdue en raison des attaques des insectes. Les pucerons (*Aphis craccivora* Koch), les thrips des fleurs (*Megalurothrips sjostedti* Tryb.), les foreurs de gousses (*Maruca vitrata* et *Helicoverpa armigera*) et les punaises brunes (*Clavigralla tomentosicollis* Stal) affectent la culture, de sa mise en place jusqu'à sa récolte (Madamba, 2006; Egho, 2010; Issoufou *et al.*, 2017). La pyrale foreuse des fleurs et de gousses, *M. vitrata* est un important ravageur pouvant entraîner des pertes de l'ordre de 20 à 80% du rendement (Oyewale et Bamaiyi, 2013; Maina *et al.*, 2014). Au regard de son importance économique, les producteurs ont tendance à recourir à l'utilisation systématique des pesticides chimiques de synthèse. Bien qu'efficaces de par leurs effets immédiats, leur utilisation pose de sérieux problèmes de

pollution de l'eau, de l'air avec des conséquences néfastes sur la santé (Adigoun, 2002). En outre, ces pesticides sont onéreux pour les petits exploitants aux revenus modestes. Par ailleurs, à cause du caractère endophyte de leurs larves, le contrôle de ces insectes exige plus de traitements avec des doses plus fortes d'insecticides pour réduire les populations larvaires (Atachi et Sourokou, 1989). De ce fait, certains producteurs ont recours à un épandage d'associations d'insecticides à fortes doses (Abeeluck *et al.*, 1997). Or, une telle pratique favoriserait à long terme le développement de la résistance des insectes (Bell et Wilson, 1995) et la résurgence de souches de ravageurs très redoutées (Repetto, 1985; Van Huis, 1991). Aussi, le risque élevé de contamination des personnes, des animaux et de l'environnement lié à l'emploi des produits chimiques a motivé le développement des programmes de recherche sur les méthodes alternatives répondant aux exigences d'ordre économique, écologique et toxicologique (Mukendi, 2013). D'où l'intérêt pour la recherche de solutions alternatives efficaces (Ilboudo, 2009) qu'est l'utilisation des biopesticides.

¹ Université de Diffa, Faculté des Sciences Agronomiques, Niger

² Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des sciences et techniques, Laboratoire Garba Mounkaila, Niger

Les biopesticides occupent une place de choix (Munyuli, 2009a) en matière de protection des cultures. En Afrique sahélienne, les insecticides à base de dérivés du neem (*Azadirachta indica*), de tabac et de piment constituent une solution prometteuse et durable de lutte contre les ravageurs des cultures, mais aussi respectueuse de l'environnement. Dès lors, les plantes pesticides se présentent comme une alternative prometteuse dans le contexte de l'Afrique de l'Ouest. Mais comme toute autre méthode de lutte, l'utilisation de plantes pesticides présente des avantages et des limites. En vue de suppléer les pesticides bios aux pesticides chimiques, il convient de montrer qu'ils sont également efficaces. C'est dans cette perspective que cette étude a été initiée avec comme objectif global de comparer l'effet insecticide et ou répulsif des pesticides bio et chimique sur les ravageurs et les maladies parasitaires du Niébé.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le site d'étude

La présente étude a été conduite à Adébour, un village de la commune de Maïné Soroa, région de Diffa au Niger. Il est situé entre les longitudes 11° 18' et 12° 18'est et les latitudes 13° 06' et 13° 57' nord (figure 1).

Matériel végétal

Une seule variété de niébé dénommée MAI SUGA localement, a été utilisée au cours de cette étude. Ce nom est attribué à la variété du fait du goût sucré de ses grains. La culture de cette variété est la plus répandue dans la zone et donc l'appropriation des technologies se justifie en bon escient. Ainsi, toute efficacité des pesticides bio sur cette

variété pourrait convaincre les populations pour l'adoption de cette technologie. En plus du niébé, le matériel suivant a été utilisé: feuilles de Neem, feuilles de tabac et fruits secs de piment.

Un pesticide chimique, le Cyperméthrine 10 EC a été utilisé pour la comparaison avec les pesticides bio.

Les traitements appliqués

Plusieurs solutions à base de pesticides bio dont les feuilles de neem à deux doses différentes, les feuilles sèches de tabac et les fruits secs de piment ont été utilisées. Aussi, un pesticide chimique, le cyperméthrine, a été utilisé pour jauger l'efficacité des pesticides bios. En somme, six (6) traitements (T0, T1, T2, T3, T4 et T5) ont été définis ainsi qu'il suit:

T0: le témoin où le Niébé ne reçoit aucun traitement phytosanitaire;

T1: le Niébé reçoit un traitement avec le jus des feuilles de neem à une dose de 5% (500 g de graines de Neem pour 10 litres d'eau);

T2: le Niébé reçoit un traitement avec le jus des feuilles de neem à une dose de 10% (500 g de graines de Neem pour 5 litres d'eau);

T3: le Niébé reçoit un traitement avec la bouillie de tabac à une dose de 3% (300 g de feuilles de tabac pour 10 litres d'eau, en infusion);

T4: le Niébé reçoit un traitement avec le jus de piment à une dose 1% (100 g de fruits secs de piment pour 10 litres d'eau);

T5: le Niébé reçoit un traitement avec un pesticide chimique, le cyperméthrine 10 EC.

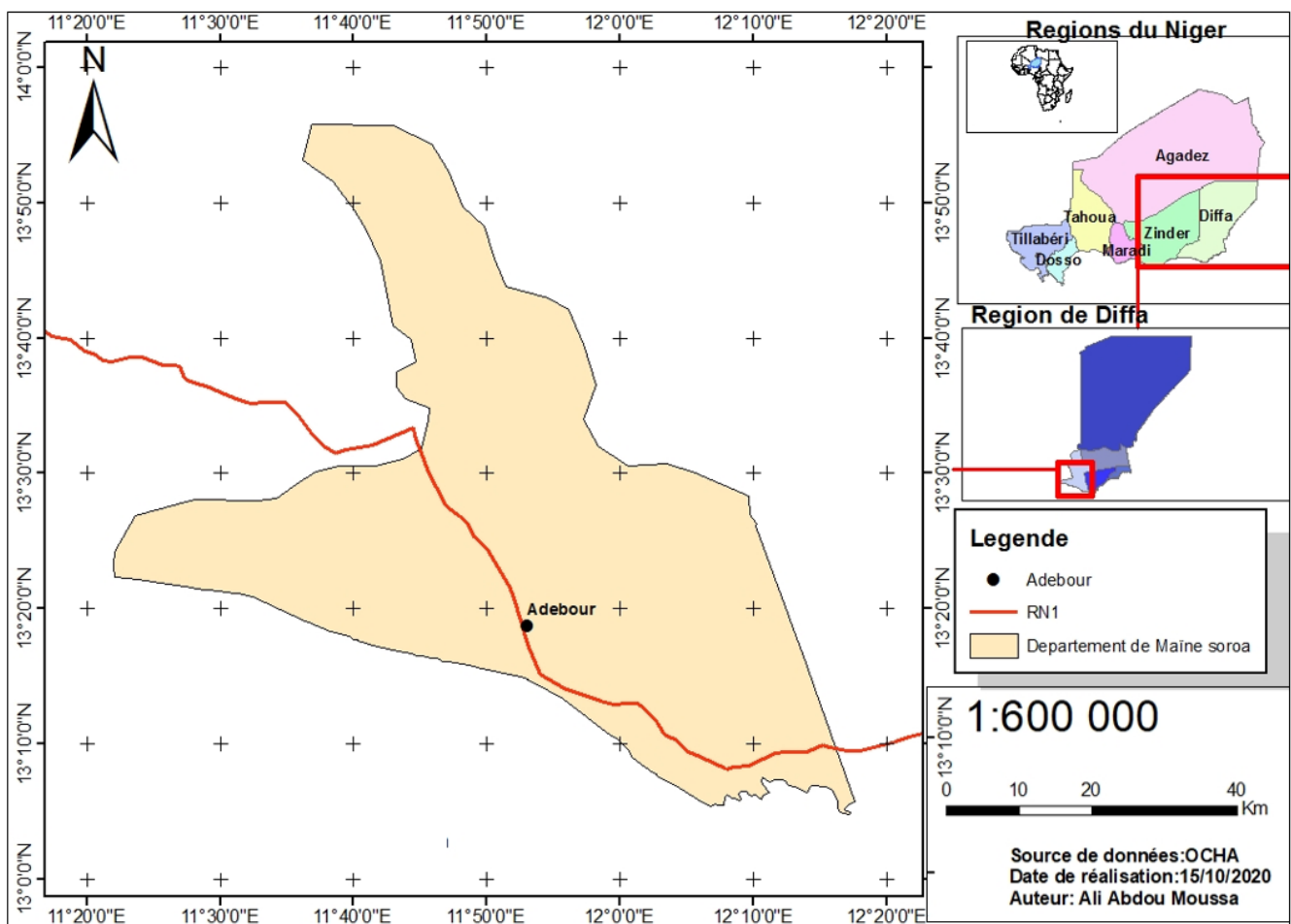


Figure 1: Localisation du site d'étude

Les paramètres étudiés

Au cours de cette étude les paramètres suivants ont été étudiés. Il s'agit de:

- Nombre de feuilles attaquées par les ravageurs du Niébé;
- Nombre d'inflorescences avortées;
- Nombre de gousses attaquées par les ravageurs du Niébé;
- Nombre de feuilles malades;
- Nombre de gousses malades;
- Rendement en gousses et en grains de Niébé;
- Poids de cents grains.

Dispositif expérimental

Le site présentant un gradient de pente et compte tenu du fait qu'un seul facteur est étudié (effet pesticide), le dispositif utilisé est celui en blocs aléatoires complets.

Au total, trois (3) blocs ont été utilisés soit trois (3) répétitions. Le nombre de parcelles est de $6 \times 3 = 18$. Les blocs, tout comme les parcelles, ont été séparés d'un écartement d'un mètre, comme l'indique la figure 2.

Collecte des données

Les observations relatives aux feuilles, inflorescences et gousses ont été faites tous les jours après application des pesticides jusqu'à la prochaine application qui intervient une semaine plus tard. Quant aux inflorescences, leur nombre est compté à chaque observation et il est déduit le nombre ayant donné de jeunes gousses.

Par ailleurs, il a été noté la présence de maladies parasitaires en vue de mesurer l'efficacité des pesticides bio sur les champignons, les bactéries et le virus surtout. Les observations ont été faites à la partie centrale de chaque unité expérimentale, autrement dit des carrés de rendement ont été placés aux points de concours des deux diagonales de chaque parcelle.

Traitement des données

Les données ont été soumises aux logiciels Excel et Minitab pour les traitements statistiques. Les tests de Shapiro-Wilks et celui de Levene ont été effectués pour vérifier la normalité et l'homogénéité des variances respectivement avant de les soumettre à l'analyse de la variance (ANOVA). Une Analyse en Composante Principale (ACP) a été réalisée en vue de trouver un lien entre les traitements et les paramètres étudiés.

RÉSULTATS

Nombre de feuilles attaquées

L'évolution des attaques sur les feuilles est donnée par la figure 3. L'analyse de cette figure montre que le nombre de feuilles attaquées évolue beaucoup plus avec le temps au niveau du témoin (T0). Pour les autres traitements, l'évolution reste similaire. L'analyse de la variance (Tableau 1) montre qu'il y a une différence hautement significative entre le traitement T0 et les autres.

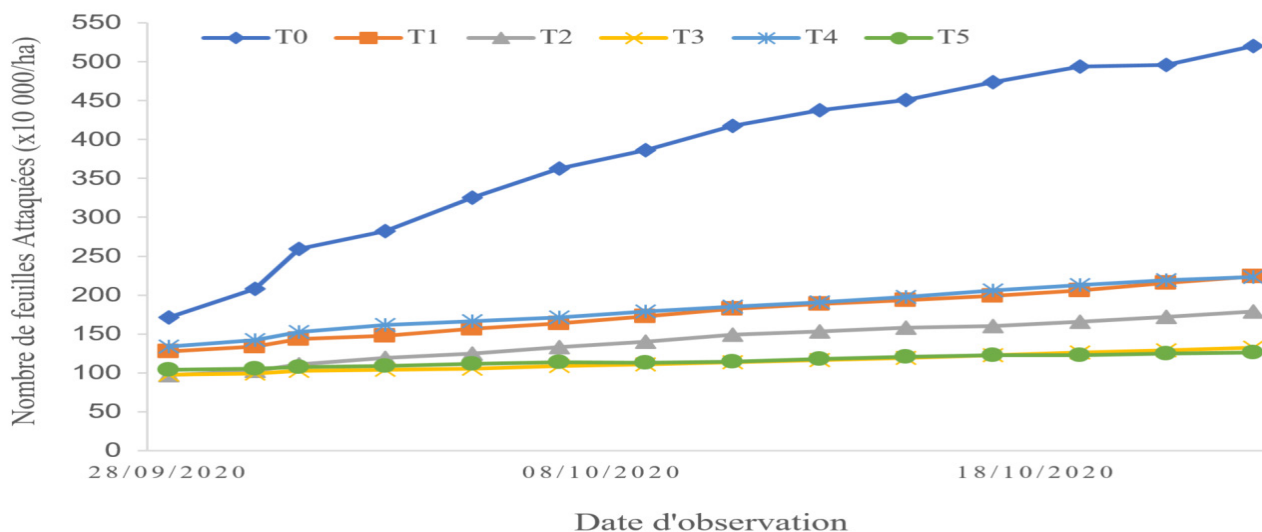


Figure 3: Évolution du nombre de feuilles attaquées en fonction du temps

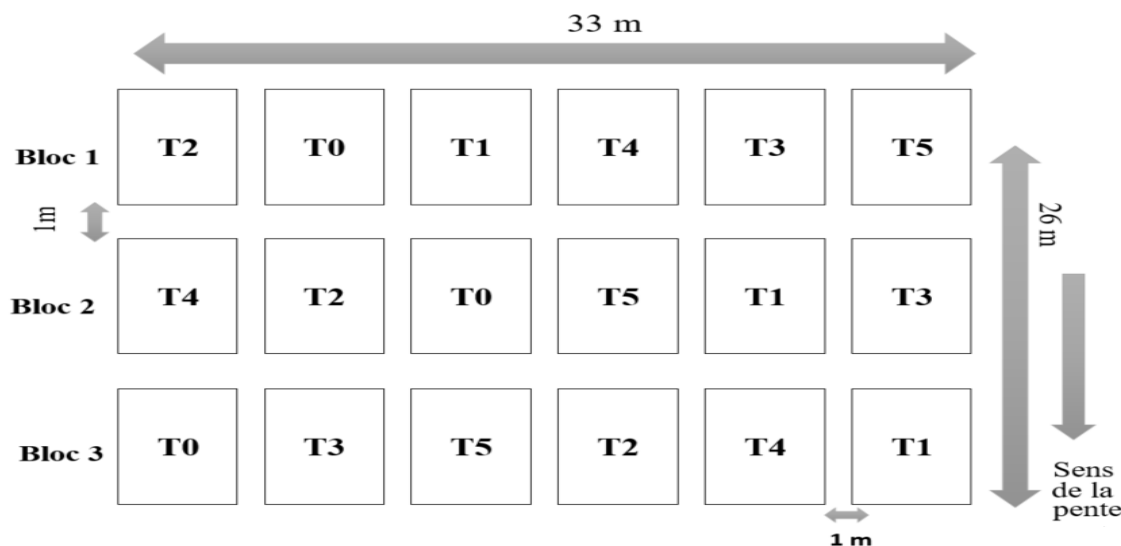


Figure 2: Dispositif expérimental

Nombre d'inflorescences avortées

Certains ravageurs s'intéressent aussi aux fleurs dont ils provoquent l'avortement. La figure 4 traduit l'évolution du nombre d'inflorescences avortées en fonction du temps. L'analyse de cette figure montre que l'évolution la plus importante s'observe au niveau du traitement T0 alors que peu d'inflorescences ont été avortées pour le traitement T5. L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence hautement significative entre les différents traitements (Tableau 1). De l'analyse de ce tableau, il ressort trois groupes. Ainsi, les traitements T0 et T4 sont ceux qui ont subi plus d'avortement d'inflorescences suivis des T3 et T2. Le traitement T5 est celui qui a subi moins d'avortement des inflorescences. Quant au traitement T1, les pertes

subies en inflorescences sont similaires à celles subies par T5 d'une part et, à celles subies par T2 et T3, d'autre part.

Nombre de gousses attaquées

Certains insectes à pièces buccales de type broyeur et les chenilles s'attaquent surtout aux gousses. Les dégâts sont souvent importants. L'efficacité des traitements appliqués devait se traduire sur la réduction ou la diminution des dégâts observables sur gousses. La figure 5 traduit l'évolution des attaques, des ravageurs sur les gousses du niébé sur le temps. L'analyse de cette figure montre que le témoin est le traitement dont des attaques sur les gousses est plus accentuée.

L'analyse de la variance montre que le traitement T5 est statistiquement différent du témoin (Tableau 1).

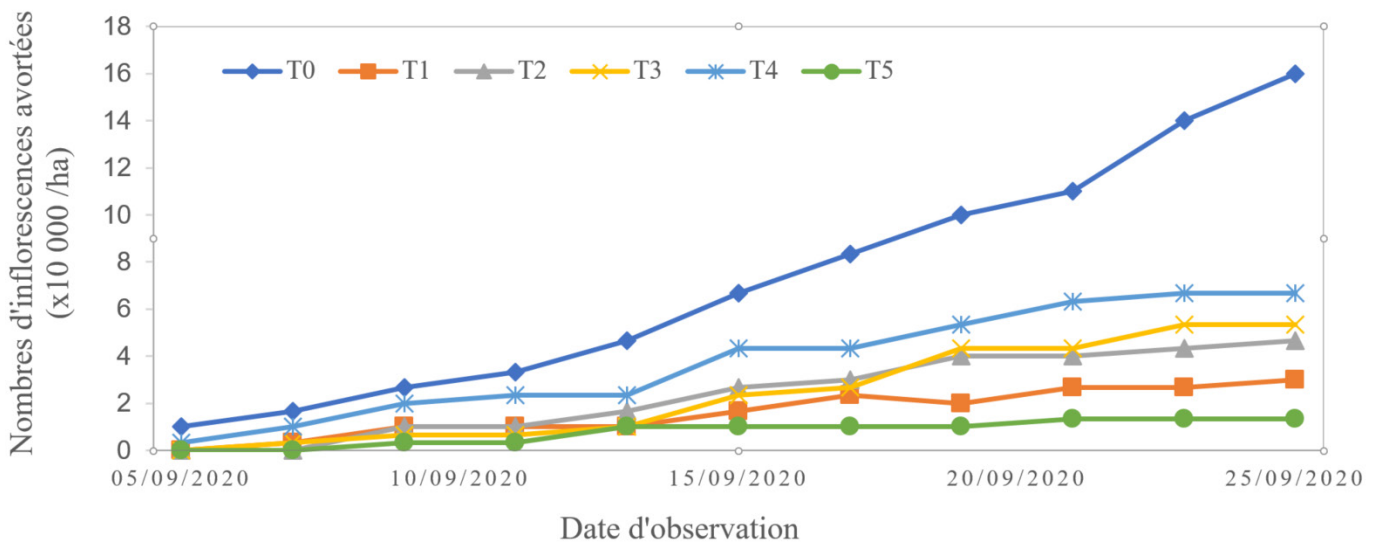


Figure 4: Évolution du nombre d'inflorescences avortées en fonction du temps

Tableau 1: Effet des traitements sur le nombre de feuilles, inflorescences et gousses attaquées(milliers/ha)

Paramètre	Nombre de feuilles attaquées		Nombre d'inflorescences avortées		Nombre de gousses attaquées	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
T0	520,3 (6,24) a	82,9	16,0 (2,76) a	2,00	29,7 (3,38) a	5,13
T1	224,0 (5,41) b	22,6	6,66 (1,82) a	3,52	9,66 (2,19) ab	4,15
T4	223,3 (5,40) b	31,1	5,33 (1,67) b	0,52	6,66 (1,82) ab	3,05
T2	178,7 (5,13) b	76,2	4,66 (1,5) b	1,52	7,00 (1,75) ab	5,29
T3	132,3 (4,87) b	23,2	3,00 (1,0) bc	1,00	8,66 (1,68) ab	6,80
T5	126,3 (4,83) b	21,5	1,66 (0,36) c	1,15	3,66 (1,29) b	0,57
p-value	0,0001		0,0001		0,05	

Les moyennes suivies de la même lettre sur la même colonne ne sont pas statistiquement différentes ; les chiffres entre parenthèses sont les moyennes issues des valeurs numériques transformées en valeurs logarithmiques népériennes.

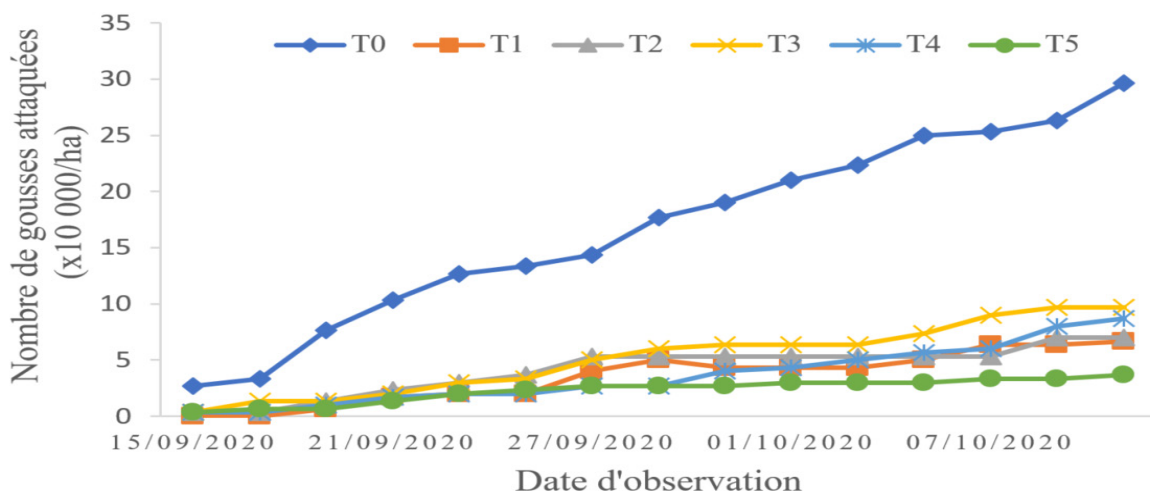


Figure 5: Évolution du nombre de gousses attaquées en fonction du temps

Nombre de feuilles malades

Certains parasites tels que les champignons, les bactéries et même les virus s'attaquent aux feuilles du niébé et leurs attaques se manifestent le plus souvent par des maladies. Le nombre de feuilles malades est donc un bon indicateur pour mesurer les dégâts occasionnés par ces phytopathogènes. L'effet des traitements doit permettre dans ce cas de contrôler leur présence. La figure 6 montre l'évolution des attaques sur les feuilles. L'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les différents traitements appliqués sur le nombre de feuilles malades (Tableau 2).

Nombre de gousses malades

Certains parasites tels que les champignons, les bactéries et même les virus s'attaquent aux gousses du niébé et leurs attaques se manifestent aussi, le plus souvent, par des maladies. Le nombre de gousses malades est aussi un bon indicateur pour mesurer les dégâts occasionnés par ces pathogènes. L'effet des traitements doit permettre de minimiser les dégâts

sur les gousses. La figure 7 montre l'évolution de ces attaques sur les gousses, en fonction du temps.

Effet des traitements sur le rendement en gousses

Les traitements ont eu un effet statistiquement significatif sur le rendement en gousses du niébé (Tableau 2). Ainsi, le traitement T5 est celui qui a eu le meilleur rendement en gousses et que les traitements T0, T1 et T2 sont ceux qui ont eu le rendement en gousse le plus faible.

Effet des traitements sur le rendement en grains

L'analyse du tableau 2 montre que le traitement T5 est celui qui a eu de très loin le meilleur rendement en grains alors que le rendement en grains le plus faible est obtenu avec les traitements T0, T1, T2 et T4.

Effet des traitements sur le poids de cent grains

Parmi les paramètres étudiés figure le poids de cent grains. Ainsi, l'analyse de la variance (Tableau 2) montre que les traitements n'ont pas eu d'effet sur ce paramètre.

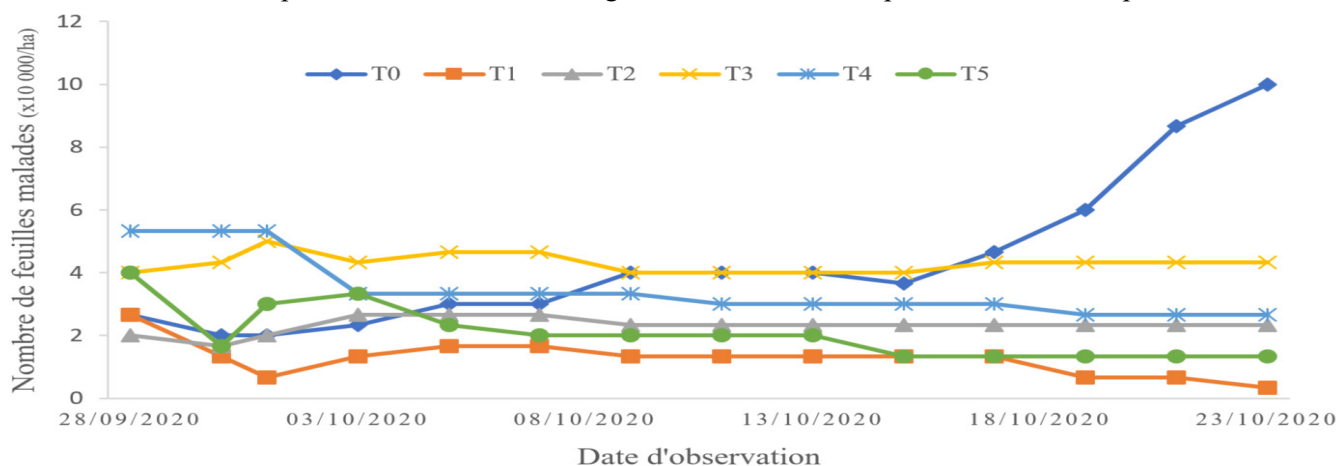


Figure 6: Évolution du nombre de feuilles malades en fonction du temps

Tableau 2: Effet des traitements sur le nombre de feuilles malades, le rendement en gousses et en grains (kg/ha) du niébé et sur le poids des cents (100) grains

Paramètre	Nb. feuilles malades (x1000/ha)		Rendement gousse (kg/ha)		Rendement en grains (kg/ha)		Poids de cent grains (g)	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart Type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
T0	60,0 a	16,1	493,3 a	127	340 b	69,3	20 a	2
T1	17,7 a	2,31	2193 a	1560	1527 b	1091	22 a	2
T2	32,3 a	12,5	1893 a	961	2033 b	583	22 a	2
T3	60,3 a	6,66	3680 ab	1369	2593 ab	911	22 a	2
T4	49,3 a	28,0	2720 ab	2319	1933 b	1679	21 a	3
T5	25,7 a	21,0	6393 b	892	5193 a	952	20 a	0
p-value	0,09		0,004		0,002		0,644	

Les moyennes suivies de la même lettre sur la même colonne ne sont pas statistiquement différentes

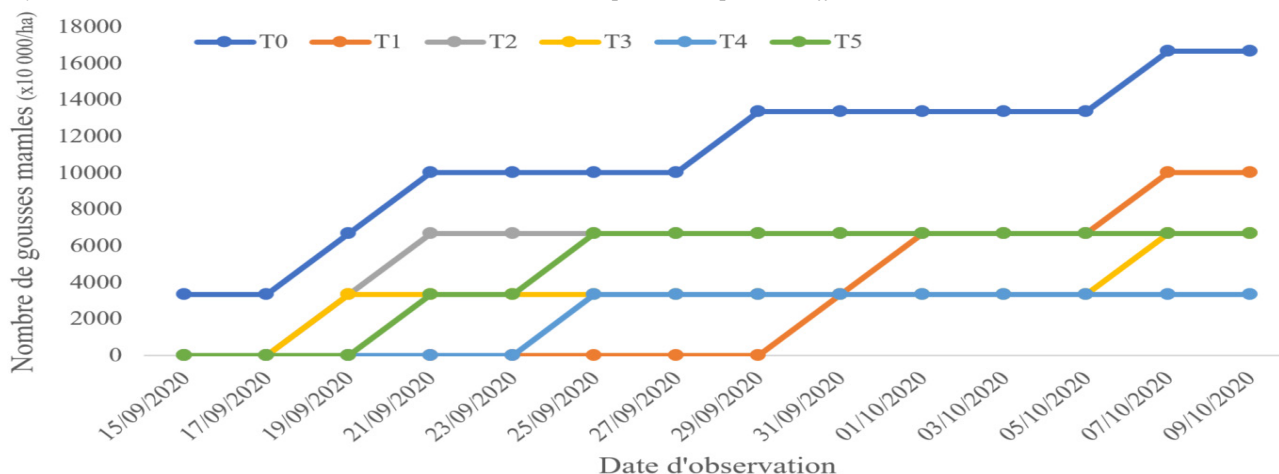


Figure 7: Evolution du nombre de gousses malades en fonction du temps

Analyse en composante principale (ACP)

Les trois axes concentrent à eux seuls 98,6% de l'information. Ce qui est suffisant pour interpréter les données. Par ailleurs, l'analyse de la figure 8 fait ressortir que le traitement T0 est corrélée positivement avec l'axe 1 et donc se caractérise par des gousses malades et attaquées, des feuilles malades et attaquées, des avortements des inflorescences élevés et des rendements en gousses et en grains faibles. Par contre, le traitement T5 est caractérisé par un bon rendement en gousses et en grains et de faibles attaques sur les feuilles et les gousses, de faibles avortements des inflorescences et de faibles gousses et feuilles malades. Les traitements T1, T2 et T5 se trouvent du côté négatif pour chacun des axes et donc même s'ils ne sont pas caractérisés par de bon rendement comme T5, ne sont pas non plus caractérisés par beaucoup de gousses malades et attaquées, des feuilles malades et attaquées et des avortements des inflorescences élevés. Le traitement T3 a une très mauvaise représentation étant donné qu'il est proche du centre et donc ne peut pas être bien interprété.

DISCUSSION

Les résultats obtenus ont montré qu'au niveau des parcelles la culture de niébé a été exposée aux diverses attaques des insectes et parasites pendant tous ses stades de développement notamment pendant la croissance végétative et surtout la floraison, la fructification et la maturation qui constituent des stades critiques.

Ce résultat est en harmonie avec les conclusions de Talekar (2006) en Tanzani, Dugji *et al.* (2009) en Afrique de l'Ouest, Tonessia *et al.* (2009) au Sénégal, N'gbesso *et al.* (2013) en Côte d'Ivoire. En effet, dans leurs études, ces auteurs ont trouvé que le niébé, dans son écologie, se trouve confronté à des multiples agressions des insectes et parasites.

Pour faire face à ces ravageurs et maladies des cultures de manière générale et du niébé en particulier, les exploitants ont généralement recours à des produits chimiques. Ainsi, selon une étude menée au Niger par Rabé *et al.* (2017), dans les régions de Maradi et Zinder, 57,2% des paysans ont recours à la lutte chimique pour augmenter leur production.

Dans le cadre de cette étude, les résultats ont montré que les données sur l'évolution du paramètre nombre de feuilles attaquées et nombre de gousses attaquées sont similaires pour les traitements bio (T1, T2, T3 et T4) et le traitement chimique (T5) contrairement au témoin (T0) ou l'évolution du dégât est non seulement importante mais aussi statistiquement différente. Cette situation s'expliquerait en partie par le fait que les bio-pesticides bien que de faible rémanence arrivent à maintenir la population des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité. Cela est confirmé par Amoabeng *et al.*, (2014) qui ont rapporté que dans certaines conditions, les extraits de plantes peuvent avoir une efficacité comparable à celle des insecticides classiques. Si cette efficacité n'est pas complète, elle peut néanmoins permettre de maintenir la population des ravageurs en dessous du seuil de nuisibilité et réduire l'usage des pesticides de synthèse utilisés sur les légumes. En termes de résidus de pesticides, la qualité sanitaire des cultures est ainsi améliorée, ce qui peut minimiser les risques d'intoxication des populations.

De l'évaluation des paramètres nombre d'inflorescences avortées, il ressort trois groupes. Ainsi, les traitements témoin (T0) et le traitement au jus de piment (T4) sont ceux qui ont subi plus d'avortement d'inflorescences suivis des traitements à la bouillie de tabac, T3 et au jus de feuilles de neem (10%), T2. Le traitement au pesticide chimique, la cyperméthrine 10 EC, T5 est celui qui a subi moins d'avortement des inflorescences. Quant au traitement au

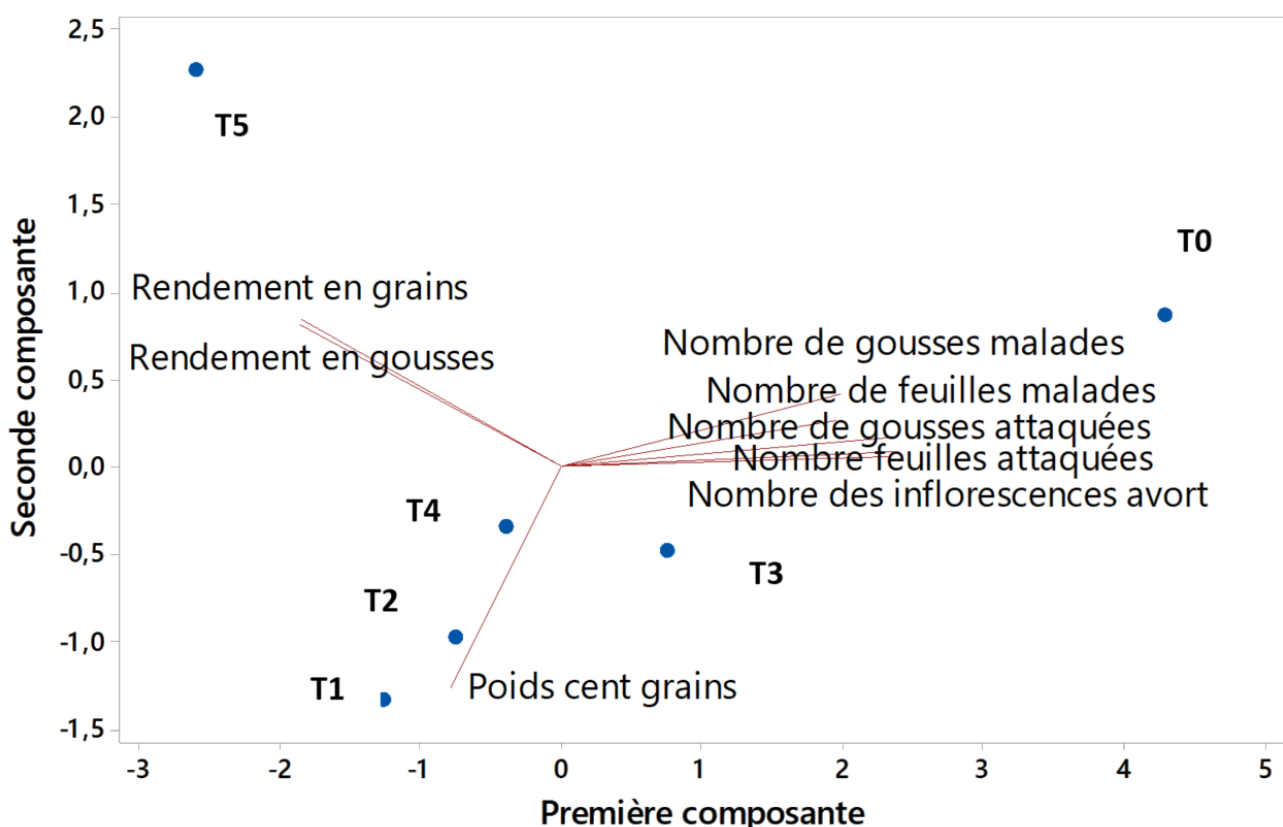


Figure 8: Plan factoriel de l'analyse en composante principale (ACP)

jus de jus de feuilles de neem (5%), T1, les pertes subies en inflorescences sont similaires à celles subies par T5 d'une part et, à celles subies par T2 et T3, d'autre part. Le traitement au jus de piment (T4) est le seul, à part le témoin, à ne pas induire une réduction de perte d'inflorescences, ce qui pourrait s'expliquer par la faible dose (1%) de ce pesticide bio. Des résultats similaires ont été observés par plusieurs auteurs (Tounou *et al.*, 2016; Harouna *et al.*, 2019) qui ont montré que les extraits botaniques ont réduit de façon significative, à toutes les dates d'échantillonnage, le développement des insectes ravageurs de niébé et dans bien de cas (cas de neem et de ricin) les extraits ont entraîné des effets de toxicité similaires à celui induit par l'insecticide chimique de synthèse.

Les produits naturels issus des plantes peuvent aussi permettre d'accroître les rendements avec un rapport coût/bénéfice comparable à celui des pesticides de synthèse. Ainsi les résultats obtenus sur le rendement des cultures ont porté sur: le rendement en gousses, le rendement en grains et le poids de cent grains. L'étude a montré avec l'ACP que le rendement en gousses du niébé est plus important sous traitement chimique que sous traitement biologique. Les traitements au jus de feuilles de neem, au jus de piment et à la bouillie de tabac, même s'ils n'ont pas eu le meilleur rendement en gousses et en grains, ont permis de réduire les dégâts des ravageurs et des maladies sur les feuilles, les gousses et les inflorescences du niébé. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les pesticides végétaux ont une faible rémanence et un spectre d'action très réduit. Même remarque au niveau des rendements en grains des différents traitements. Selon Adékambi *et al.*, (2010) et Tounou *et al.*, (2011), en matière d'efficacité, la lenteur des effets des pesticides bio, leur faible rémanence et le spectre d'action très réduit, comparé à celui des produits de synthèse, sont souvent considérés comme des inconvénients par les producteurs.

Par ailleurs, le poids de cent grains n'est pas influencé par les traitements. Cela sous-entend que les dégâts causés par les bio-agresseurs sur les gousses semblent ne pas atteindre significativement les grains.

Les résultats de cette étude ont révélé que le nombre de gousses et de feuilles malades sont plus importants au niveau des parcelles témoins. Cela serait dû au fait que pesticides utilisés ont des effets néfastes sur le développement de certains organismes phytopathogènes. Ces résultats corroborent ceux d'Ahmed et Boubaker (2018) dans une étude portée sur l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de Romarin sur la croissance de quelques champignons phytopathogènes qui ont montré un effet antifongique important des extraits de romarin sur trois champignons (*Penicillium sp.*, *Aspergillus niger*, et *aspergillus flavus*).

CONCLUSION

L'utilisation des pesticides bio constitue donc une technologie à promouvoir, surtout en milieu paysan, comme lutte alternative contre les principaux insectes ravageurs et maladies parasitaires du niébé. Cette technologie doit largement être vulgarisée pour permettre aux producteurs de l'utiliser en vue de contrôler les jeunes stades des ravageurs avant la phase de dégâts. Cependant, il est à noter que les insecticides bio se sont avérés moins efficaces que les pesticides chimiques en l'occurrence la cyperméthrine 10 EC.

RÉFÉRENCES

- Abeeluck D., Benimadhu S.P., Rajkomar B., Ramnauth R.K., (1997). Pesticide use in Mauritius. A Report of a Survey. Agricultural Research and Extension Unit, Réduit, Maurice.
- Adékambi S.A., Adégbola P.Y., Arouna A., (2010). Perception paysanne et adoption des biopesticides et/ou extraits botaniques en production maraîchère au Bénin. In: Contributed Paper Presented at the Joint 3rd African Association of Agricultural Economists (AAAE) and 48th Agricultural Economists Association of South Africa (AEASA) Conference, September 19-23, Cape Town, South Africa.
- Adigoun F.A., (2002). Impact des traitements phytosanitaires du niébé sur l'environnement et la santé des populations: cas des Klouékanmé et de la basse vallée de l'Ouémé (Bénin). Mémoire de maîtrise professionnelle, Université d'Abomé Calavi (UAC) 71p.
- Ahmed B.I., Onu I., Mudi L., (2009). Field bioefficacy of plant extracts for the control of post flowering insect pests of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in Nigeria. *Journal of Biopesticides*, 2: 37-43.
- Ahmed D., Boubaker K.I., (2018). Étude de l'effet des extraits aqueux et éthanoliques de Romarin sur la croissance de quelques champignons phytopathogènes, mémoire de fin d'études, Université de Bouira, 59 p.
- Ajeigbe H.A., Ekeleme F., Chikoye D., (2010). Improved Crop-livestock System for Enhanced Food Security and Income Generation in West Africa. Final Project Report, Gatsby Improved Crop-livestock Project (Project Number: GAT2833), International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigeria, 50 p.
- Amoabeng B.W., Gurr G.M., Gitau C.W., Stevenson P.C., (2014). Cost:benefit analysis of botanical insecticide use in cabbage: implications for smallholder farmers in developing countries. *Crop Prot.*, 57: 71-76.
- Atachi P., Souroukou B., (1989). Use of decis and systoate for the control of *Maruca testulalis* (Geyer) in cowpea. *Insect Science and its application*, 3: 373-381.
- Bell C.H., Wilson S. M., (1995). Phosphine tolerance and resistance in *Trogoderma granarium* Everts (Coleoptera: Dermestidae). *Journal of Stored Product Research*, 31: 199-205.
- Boukar O., Fatokun C.A., Huynh B.L., Roberts P.A., Close T.J., (2016). Genomic tools in cowpea breeding programs: status and perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 757: 1-13.
- Dugjé I.Y., Omoigui L.O., Ekeleme F., Kamara A.Y., Ajeigbe H., (2009). Production du niébé en Afrique de l'Ouest: Guide du paysan. IITA, Ibadan, Nigeria, p. 20.
- Egho E.O., (2010). Comparative studies on insect species of cowpea (*Vigna unguiculata*) (L) Walp in two agro-ecological zones during the early cropping season, in Delta State, southern Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 1: 946-949.
- Harouna A.M., Ibrahim B., Sitou L., Manuele T., Laouali A., Saadou M., Barry P., (2019). Essai comparatif de l'utilisation des extraits du Neem et du virus entomopathogène MaviNPV dans la gestion des insectes ravageurs du niébé en milieu paysan au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13: 950-961.
- Ilboudo Z., (2009). Activité Biologique de quatre huiles essentielles contre *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae), insecte ravageur des stocks de niébé au Burkina Faso. Thèse de doctorat, université de Ouagadougou, 150 p.
- Issoufou O.H., Boubacar S., Adam T., Boubacar Y., (2017). Identification des insectes, parasites et évaluation économique de leurs pertes en graines sur les variétés améliorées et locale de niébé en milieu paysan à Karma (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11: 694-706.
- Madamba R., Grubben G.J.H., Asante I.K., Akromah R., (2006). *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Plant Resources of Tropical Africa*, 1: 221-229.
- Maina U. M., Sastawa B. M., Biu B. M., (2014). Evaluation of cultivars and insecticides on insect pests and grain loss of rain-fed cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp.) at Baga, Lake Chad shore area of Nigeria. *Journal of Entomology and Nematology*, 6: 161-168.

- Mukendi R., Tshleng P., Kabwe C., Munyuli T. M. B., (2013). Efficacité des plantes médicinales dans la lutte contre *Ootheca mutabilis* sahlb. (chrysomelidae) en champ de niébé (*Vigna unguiculata*) en RDC. *Lebanese Science Journal*, 15.
- Munyuli T.M.B., (2009a). Is *Pardosa pseudoannulata* an effective predator agent of *Aphis craccivora* in Uganda and in Democratic Republic of Congo? *Tunisian Journal of Plant Protection*, 4: 91-98.
- N'gbesso M.F.P., Zohouri G.P., Fondio L., Djidji A.H., Konate D., (2013). Étude des caractéristiques de croissance et de l'état sanitaire de six variétés améliorées de niébé (*Vigna unguiculata*) en zone centrale de Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7: 457-467.
- Oyewale R.O., Bamaiyi L. J., (2013). Management of Cowpea Insect Pests. *Scholars Academic Journal of Biosciences*, 1:17226.
- Repetto R., (1985). Paying the price: pesticide subsidies in developing countries. World resources institute publication. Holmes USA, 27 p.
- Sani R. M., Bagna A., (2007). Adoption of improved seeds of millet and cowpea by farmers in Madarounfa district, Niger republic. *Continental Journal of Agricultural Economics*, 1: 1-6.
- Talekar N., (2006). Éléments de cours en défense des cultures: Pest management in soybean and cowpea cultivation. Treizième cours régional sur la recherche et la production des plantes légumières, 01 Juillet au 06 Octobre 2006 en Tanzanie, AVRDC, Arusha-Tanzania, 54 p.
- Tonessia C., Wade M., Cissé N., Aké S., (2009). Caractérisation de *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke du Sénégal: Réactions de plusieurs cultivars de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Journal of Applied BioSciences*, 24: 1462-1476.
- Tounou A.K., Mawussi G., Amadou S., Agboka K., Gumedzoe Y.M.D., Sanda K., (2011). Bio-insecticidal effects of plant extracts and oil emulsions of *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) on the diamondback, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) under laboratory and semi-field conditions. *J. Appl. Biosci.*, 43: 2899-2914.
- Tounou A.K., Sokame B.M., Akpavi S., Ganyo K.K., Ketoh K.G., Gumedzoe Y., Mawuena D., (2012). Effets des extraits végétaux sur la dynamique de populations des insectes ravageurs de niébé, *Vigna unguiculata*, dans le sud du Togo. *J.Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Série A*, 14: 25-34.
- Van Huis A., (1991). Biological methods of bruchid control in the tropics: a review. *Insect science and Its application*, 12: 87-102.