

## Effets des variétés de niébé à buts multiples comme précédent cultural sur le rendement du maïs cultivé sur terres de barre dégradées au Sud-Bénin

A. Affokpon<sup>30</sup>, J. A. P. Djèntonin<sup>31</sup>, A. G. Zoffoun<sup>32</sup>, M. C. Allagbé<sup>30</sup>, T. P. Akondé<sup>32</sup>, K. Aïhou<sup>33</sup>, G. Kpagbin<sup>34</sup>, H. Gotoechan-Hodonou<sup>32</sup>, J. Détongnon<sup>30</sup> et G. A. Mensah<sup>35</sup>

### Résumé

Sept variétés améliorées de niébé ont été évaluées en milieu paysan sur des terres de barre dégradées dans les localités de Adingnigon et de Zakpota dans la région centrale de la République du Bénin à fortes infestations de *Striga gesnerioides* pour leur aptitude à contribuer à l'amélioration du rendement du maïs. Il s'agissait des variétés IT99K-491-7, IT98K-506-1, IT99K-409-8, IT98K-1034-92, IT98K-390-2, IT97K-499-35 et IT95K-193-12. La variété de niébé locale du milieu d'étude, dénommée Kpodji, a servi de témoin. Le niébé était cultivé durant la première saison des pluies et le maïs, variété 99 SYNEE-W à cycle court, était cultivé durant la deuxième saison des pluies après l'enfouissement des fanes du niébé. A la récolte, les taux d'infestation de *S. gesnerioides* variaient entre 0 et 57,85% en fonction de la localité. Indépendamment de la localité, les taux de défoliation des variétés améliorées de niébé à la récolte étaient compris entre 5,00 et 31,67% alors qu'ils étaient de 73,33% pour la variété locale Kpodji. En général les rendements moyens en grains les plus élevés étaient obtenus avec la variété améliorée IT95K-193-12. Toutefois, le niveau de rendement était variable selon les localités. A Adingnigon, le rendement moyen était de 824 kg/ha contre 630 kg/ha pour le témoin tandis qu'à Zakpota, le rendement moyen obtenu était de 1.036 kg/ha contre 726 kg/ha pour le témoin. Les rendements moyens en fanes de niébé à la récolte les plus élevés étaient obtenus dans les deux localités avec la variété améliorée de niébé IT99K-491-7. Le rendement moyen du maïs a augmenté à Adingnigon et à Zakpota respectivement de 31,64 et 77,59% sur les parcelles ayant abrité la variété IT99K-491-7 comparativement au rendement moyen du maïs sur les parcelles ayant abrité la variété de niébé Kpodji. L'étude démontre que les variétés de niébé à buts multiples peuvent être utilisées dans l'amélioration des rendements du maïs sur les terres de barre dégradées du Sud-Bénin.

**Mots clés:** Fertilité, systèmes de cultures, *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, Zou.

<sup>30</sup> Dr MSc. Ir. Antoine AFFOKPON, Centre de Recherches Agricoles Sud-Bénin (CRA-Sud), Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), BP 03 Attogon (Niaouli), Tél.: (+229) 95 42 50 35 / 97 12 44 08, E-mail: [affokpon\\_antoine@yahoo.fr](mailto:affokpon_antoine@yahoo.fr), République du Bénin

MPhil. Ir. Marcellin C. ALLAGBE, CRA-Sud/INRAB, BP 03 Attogon (Niaouli), Tél.: (+229) 95 40 62 38, E-mail: [allamarcel@hotmail.com](mailto:allamarcel@hotmail.com), République du Bénin

Dr Ir. Jean DETONGNON, CRA-Sud/INRAB, BP 03 Attogon (Niaouli), Tél.: (+229) 95 18 83 11, E-mail: [jeandetongnon@yahoo.fr](mailto:jeandetongnon@yahoo.fr), République du Bénin

<sup>31</sup> Dr Ir. Jonas André Parfait DJENONTIN, Faculté d'Agriculture, Université de Parakou. BP 123 Parakou, Tél : (+229) 96 17 78 07 / 95 71 56 99, E-mail: [djenjoan@yahoo.fr](mailto:djenjoan@yahoo.fr), République du Bénin

<sup>32</sup> Dr Ir. Alex G. ZOFFOUN, Direction Scientifique (DS/INRAB), 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 96 69 71 53, E-mail : [zofalex@yahoo.fr](mailto:zofalex@yahoo.fr), [alex.zoffoun35@gmail.com](mailto:alex.zoffoun35@gmail.com), République du Bénin

MSc. Ir. Henriette GOTOECHAN-HODONOU, DS/INRAB, 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 90 96 69 89, E-mail : [henriette\\_hodonou@yahoo.fr](mailto:henriette_hodonou@yahoo.fr), République du Bénin

Dr Ir. Pierre T. AKONDE, DS/INRAB, 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 97 68 23 80, Email : [akondetpierre@yahoo.fr](mailto:akondetpierre@yahoo.fr), République du Bénin

<sup>33</sup> Dr Ir. Kouessi AIHOU, CRA-Centre/INRAB, B.P. 112 Savè, Tél. : (+229) 95 80 12 90/97 21 66 75, E-mail : [k\\_ahou@yahoo.fr](mailto:k_ahou@yahoo.fr), République du Bénin

<sup>34</sup> Ir. Gustave KPAGBIN, Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National de Recherche Agronomique du Bénin, 01 B.P. 988 Recette Principale, Cotonou 01, République du Bénin, Tél. : (+229) 97093958. E-mail : [agkpagbin@yahoo.fr](mailto:agkpagbin@yahoo.fr)

<sup>35</sup> Prof. Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 2359 Recette Principale, Cotonou 01, Tél. : (+229) 95 22 95 50/97 49 01 88, E-mail : [mensahga@gmail.com](mailto:mensahga@gmail.com), [ga\\_mensah@yahoo.com](mailto:ga_mensah@yahoo.com), République du Bénin

## Effects of multiple purpose cowpea varieties used as previous crop on the yield of maize grown in degraded reddish ferrous soil in southern Benin

### Abstract

Seven improved cowpea varieties were assessed on-farm in degraded reddish ferrous soil at *Striga gesnerioïdes* infested localities of Adingnigon and Zakpota, central region of Benin Republic, for their ability to contribute to maize yield improvement. These varieties were IT99K-491-7, IT98K-506-1, IT99K-409-8, IT98K-1034-92, IT98K-390-2, IT97K-499-35 and IT95K-193-12. The cowpea variety "Kpodji", native to the study area, was used as control. Cowpea was grown during the first rainy season and maize, early maturing variety 99SYNEE-W, in the second rainy season after cowpea fodder was incorporated into the soil by ploughing. At harvest, percentage of cowpea infestation by *S. gesnerioïdes* ranged between 0 and 57.85% depending on the locality. Regardless the locality, loss of cowpea leaves at harvest varied between 5.00 and 31.67% for the improved cowpea varieties against 73.33% for the local variety Kpodji. In general, the highest grain yields were obtained with the improved cowpea variety IT95K-193-12. However, the levels of yield improvement varied depending on the localities. At Adingnigon, the average yield was 824 kg/ha against 630 kg/ha for the control, while at Zakpota, the average yield was 1,036 kg/ha against 726 kg/ha for the control. The highest cowpea fodder yield at harvest was obtained in both localities with the improved cowpea variety IT99K-491-7. Maize yield has increased at Adingnigon and Zakpota by 31.64 and 77.59%, respectively, in plots previously grown with the cowpea variety IT99K-491-7, compared to that from plots grown with Kpodji. The current study demonstrates that multiple purpose cowpea varieties can be used to improve maize yield in degraded reddish ferrous soil of southern Benin.

**Key words:** Fertility, cropping systems, *Vigna unguiculata*, *Zea mays*, Zou

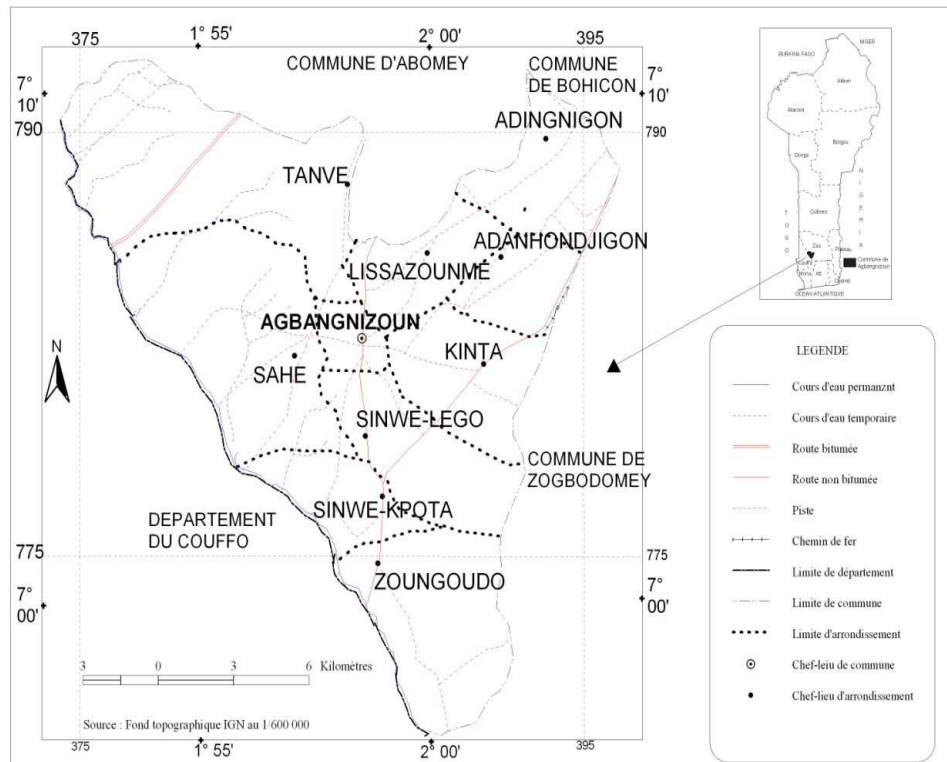
### INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays*) est la plus importante céréale du Bénin. Il occupe près de 82% de la superficie totale consacrée aux céréales et représente environ 84% de la production céréalière (DPP/MAEP, 2010). Sa consommation moyenne est estimée à 85 kg/habitant/an et peut atteindre 100 kg/habitant/an dans les grands centres urbains du Sud-Bénin, notamment Cotonou et Porto-Novo. Malgré les conditions climatiques favorables à la culture du maïs, sa productivité reste encore faible. En effet, certains producteurs continuent d'avoir des rendements inférieurs à 0,5 t/ha contre un rendement potentiel de 3 à 5 t/ha (Azontondé *et al.*, 2005). En dehors des bio-agresseurs, la baisse de la fertilité constitue une cause majeure de ces faibles niveaux de rendement en milieu paysan (Wennick *et al.*, 2000 ; Amadji *et al.*, 2002).

Les résultats d'une étude menée sur les problématiques de la gestion durable des terroirs dans les communes rurales du Bénin ont révélé que la baisse de la fertilité des sols constitue un problème majeur dans certaines localités du Plateau d'Abomey (Houédjissin et Boko, 2009 ; Houédjissin et Boko, 2011). La fumure minérale constitue l'une des solutions immédiates pour suppléer aux carences en éléments nutritifs observées dans les sols cultivés. Toutefois, le coût élevé des engrais minéraux ne permet pas aux petits producteurs de s'en procurer. Par ailleurs, la pratique culturale sans restitution de matières organiques au sol, réduit la fertilité des sols. Face à cette situation, les producteurs pratiquent la rotation et l'association des cultures en faisant intervenir les légumineuses vivrières, notamment le niébé. Selon Rachie (1985), la méthode endogène de gestion de la fertilité des sols basée sur l'utilisation des résidus de niébé, contribue significativement à l'amélioration et au maintien de la fertilité des sols tropicaux. Elle permet également de limiter la perte d'azote observée dans certains systèmes de cultures (Badaruddin et Meyer, 1994).

En outre, il a été observé une forte colonisation de ces sols appauvris en éléments nutritifs de la région du Plateau d'Abomey par une souche particulièrement virulente de *Striga gesnerioides* (Singh et Emechebe, 1997). *Striga gesnerioides* peut occasionner des pertes de rendement qui atteignent 100% (Singh et Allen, 1979).





**Figure 1b. Situation géographique de la commune d'Agbangnizoun**

### **Matériel végétal**

Sept (7) variétés améliorées de niébé et la variété locale de la région dénommée Kpodji, ont été utilisées dans la présente étude. Les variétés améliorées de niébé sont les suivantes : IT99K-491-7, IT98K-506-1, IT99K-409-8, IT98K-1034-92, IT98K-390-2, IT97K-499-35 et IT95K-193-12. La variété du maïs utilisée est 99SYNEE-W, tolérante au *Striga hermonthica*.

### **Dispositif expérimental et conduite de l'expérimentation**

Le niébé a été installé en première saison des pluies dans chaque localité suivant un dispositif en blocs randomisés à 3 répétitions. Chaque répétition comportait 8 parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire était composée de 6 billons d'une longueur de 4 m. Le semis a été fait sur billons pour respecter la pratique culturale dans les localités d'étude. Les écartements de semis étaient de 75 cm entre les billons et 20 cm entre les plants. Les allées entre les répétitions et entre les parcelles élémentaires avaient une largeur de 1 m. Les parcelles de niébé ont été fumées 4 semaines après le semis avec 100 kg/ha de triple superphosphate à 46% et 50 kg/ha de chlorure de potassium (KCl) à 60%. Après la récolte du niébé, les fanes ont été fauchées et étalées dans leurs sillons respectifs. L'enfouissement dans le sol de ces fanes a été fait à la houe à travers le labour traditionnel de façon à ce que les anciens sillons fussent transformés en nouveaux billons et vice-versa. La variété de maïs 99SYNEE-W a été ensuite semée sur toutes les parcelles suivant le même dispositif expérimental mais avec des écartements de 75 cm entre les billons et de 40 cm entre les plants. Les plants de maïs n'ont reçu aucun apport d'engrais minéral.

### **Données collectées**

Les paramètres mesurés ont été les suivants :

- le taux d'infestation de *S. gesnerioides*, déterminé en pourcentage de plants de niébé infestés à la récolte ;

- la défoliation des plants du niébé à la récolte, évaluée par l'appréciation visuelle de la perte des feuilles à la récolte. Elle a été exprimée en pourcentage de feuilles tombées ;
- le rendement en grains du niébé, estimé à partir des poids des graines sur chaque parcelle élémentaire. Seuls les plants des 4 billons centraux ont été considérés ;
- le rendement en fanes, a été évalué après le dernier tour de récolte des gousses à partir du poids des fanes sur chaque parcelle élémentaire. Les plants ont été coupés à ras le sol ;
- le rendement du maïs a été estimé suivant la même procédure que l'évaluation des rendements en grains du niébé.

### **Analyse statistique des données**

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel SAS version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Afin de normaliser les données relatives au pourcentage, notamment le pourcentage de plants de niébé infestés par le striga et le pourcentage de défoliation, les valeurs réelles ont été transformées en  $\text{Arcsin}(X \cdot 10^{-2})^2$ , où X est la valeur réelle (Affokpon *et al.*, 2011). L'interaction entre les sites et les variétés étant significatives pour les paramètres de rendements, les données ont été analysées et discutées séparément (EPPO, 2012). Ainsi, les données de chaque localité ont été soumises à l'analyse de variance à un critère de classification et les moyennes ont été comparées avec le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%.

## **RESULTATS**

### **Taux d'infestation des plants de niébé par *Striga gesnerioides* et défoliation des plants à la récolte**

Toutes les variétés de niébé évaluées ont été infestées par le *Striga gesnerioides* dans au moins une des localités d'étude (Tableau 1).

**Tableau 1. Infestation des plants de niébé par *Striga gesnerioides* et défoliation des plants à la récolte**

Variétés de niébé	Pourcentage de plants de niébé infestés par <i>S. gesnerioides</i> à		Pourcentage de défoliation à	
	Adingnigon	Zakpota	Adingnigon	Zakpota
IT95K-193-12	19,28 ± 22,53 a	0,00 ± 0,00 a	11,67 ± 2,89 c	5,00 ± 0,00 b
IT97K-1034-92	3,99 ± 4,29 a	0,00 ± 0,00 a	5,00 ± 0,00 d	8,33 ± 2,89 b
IT97K-499-35	11,62 ± 20,12 a	0,00 ± 0,00 a	10,00 ± 0,00 cd	5,00 ± 0,00 b
IT98K-390-2	39,28 ± 36,34 a	2,06 ± 1,01 a	10,00 ± 0,00 cd	6,67 ± 2,89 b
IT98K-506-1	57,85 ± 32,84 a	1,79 ± 3,01 a	31,67 ± 7,64 b	5,00 ± 0,00 b
IT99K-409-8	14,63 ± 18,45 a	0,35 ± 0,60 a	10,00 ± 0,00 cd	6,67 ± 2,89 b
IT99K-491-7	5,98 ± 5,67 a	0,00 ± 0,00 a	5,00 ± 0,00 d	6,67 ± 2,89 b
KPODJI	56,38 ± 49,82 a	1,57 ± 2,73 a	73,33 ± 5,77 a	73,33 ± 2,89 a
<i>F</i> (variété)	1,49	1,69	134,20	137,19
<i>P</i> (variété)	0,2386	0,1830	< 0,0001	< 0,0001
Variétés x Localités	<i>F</i> = 1,11; <i>P</i> = 0,3807		<i>F</i> = 16,35 ; < 0,0001	

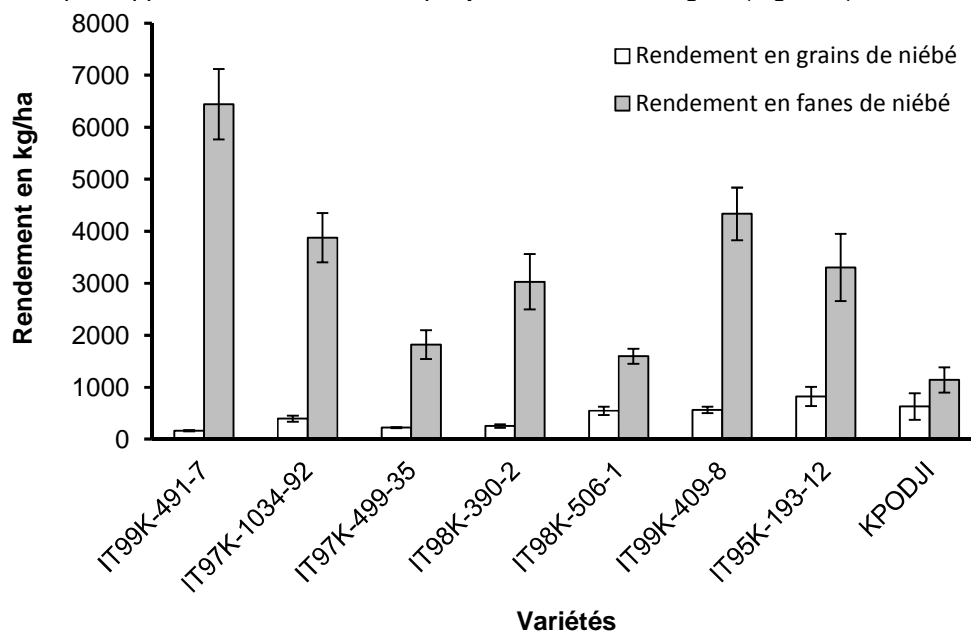
Les valeurs sont les moyennes ± écart-type de trois (3) répétitions. Les moyennes dans la même colonne suivies de différentes lettres alphabétiques sont significativement différentes ( $P \leq 0,05$ ) selon le test de Student-Newman-Keuls. L'analyse statistique est basée sur la valeur transformée  $\text{Arcsin}(X \cdot 10^{-2})^2$ .

Malgré l'absence d'interaction entre les variétés et les localités ( $F = 1,11$ ;  $p = 0,3807$ ), les variétés de niébé ont été significativement plus infestées par le striga à Adingnigon qu'à Zakpota ( $F = 23,84$ ;  $p < 0,0001$ ). Toutefois, pour une localité donnée, les taux moyens d'infestation entre les variétés n'ont pas été statistiquement différents ( $F = 1,49$ ;  $p = 0,2386$  à Adingnigon et  $F = 1,69$ ;  $p = 0,1830$  à Zakpota).

Le pourcentage de défoliation des variétés à la récolte a subi l'interaction variétés X localités ( $F = 16,35$ ;  $p < 0,0001$ ). Que ce soit à Adingnigon ou à Zakpota, le pourcentage de défoliation à la récolte a varié significativement avec  $F = 134,20$ ;  $p < 0,0001$  et  $F = 137,19$ ;  $p < 0,0001$  respectivement, en fonction des variétés. La variété locale Kpodji a enregistré le pourcentage moyen de défoliation le plus élevé dans les deux localités, avec la perte de plus de 70% de la masse foliaire avant la récolte (Tableau 1). Au niveau des variétés améliorées, le taux de perte de feuilles a varié entre  $5,00 \pm 0,00\%$  pour les variétés IT99K-491-7 et IT97K-1034-92 et  $31,67 \pm 7,64\%$  pour la variété IT98K-506-1 à Adingnigon, puis entre  $5,00 \pm 0,00\%$  pour les variétés IT95K-193-12, IT99K-499-35, IT98K-506-1 et  $8,33 \pm 2,89\%$  pour la variété IT97K-1034-92 à Zakpota. L'aptitude des variétés IT95K-193-12, IT99K-499-35 et IT98K-506-1 à la défoliation a varié significativement ( $p < 0,01$ ) en fonction des localités.

### Rendements des variétés de niébé

L'interaction variétés X localités a été significative aussi bien pour les rendements en grains avec  $F = 2,41$ ;  $p = 0,0422$  et en fanes avec  $F = 6,06$ ;  $p = 0,0001$  des variétés de niébé testées que pour les rendements de maïs avec  $F = 5,23$ ;  $P = 0,0005$ . A Adingnigon, les rendements moyens en grains et en fanes de niébé et le rendement moyen du maïs ont été significativement différents en fonction des variétés de niébé avec  $F = 10,97$ ;  $p < 0,0001$  et  $F = 17,61$ ;  $p < 0,0001$  pour le niébé et  $F = 5,94$ ;  $p = 0,0016$  pour le maïs. La variété de niébé IT95K-193-12 a fourni le rendement moyen en grains le plus élevé de  $824 \pm 186$  kg/ha, correspondant à un accroissement de 30,79% par rapport à la variété locale Kpodji avec  $630 \pm 257$  kg/ha (Figure 2).



**Figure 2. Rendements de niébé dans un système de rotation niébé-maïs à Adingnigon**

La variété de niébé IT99K-491-7 a fourni le rendement moyen en fanes le plus élevé avec  $6.444 \pm 679$  kg/ha, tandis que la variété locale Kpodji a donné le rendement moyen en fanes le plus faible avec  $1.139 \pm 242$  kg/ha. Le rendement moyen du maïs le plus élevé de  $1.577 \pm 125$  kg/ha a été obtenu sur les parcelles ayant abrité la variété de niébé IT99K-491-7, avec un accroissement de plus de 31,64% par rapport aux parcelles ayant abrité la variété locale de niébé

(Figure 3). Toutefois, dans cette localité, la corrélation entre le rendement en fanes de niébé et le rendement du maïs a été très faible avec  $R^2 = 0,0572$  (Figure 4).

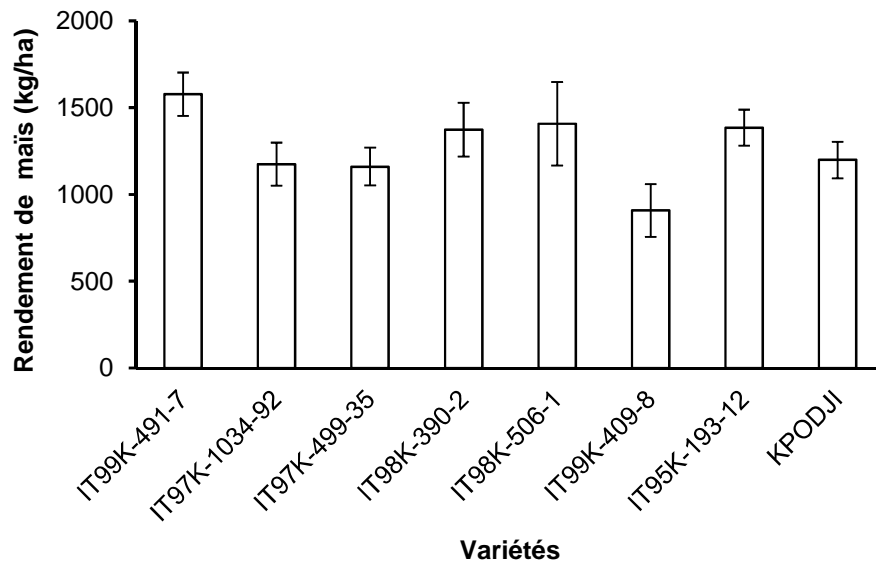


Figure 3. Rendement de maïs dans un système de rotation niébé-maïs à Adingnigon

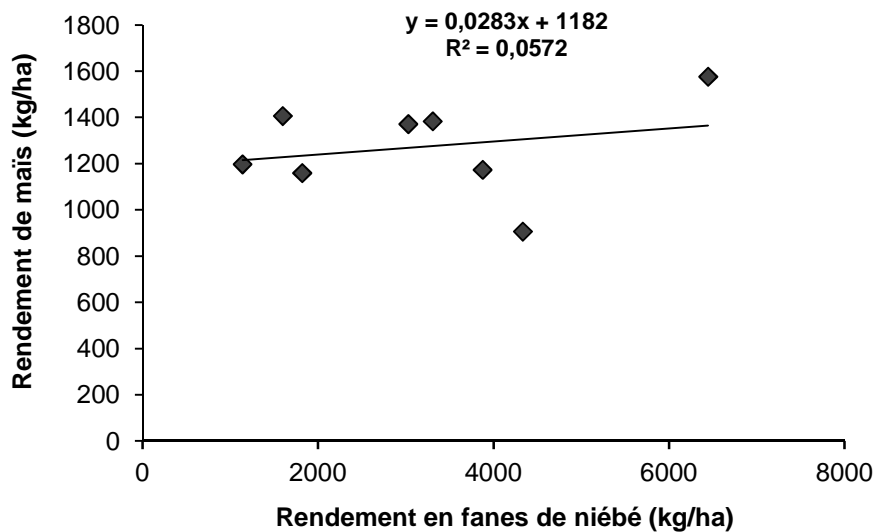
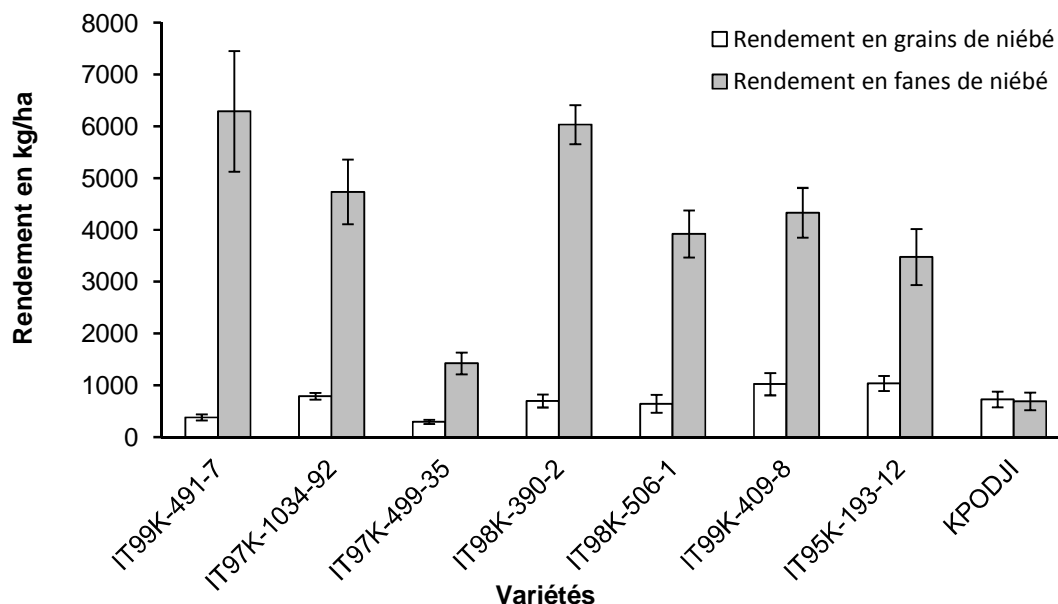


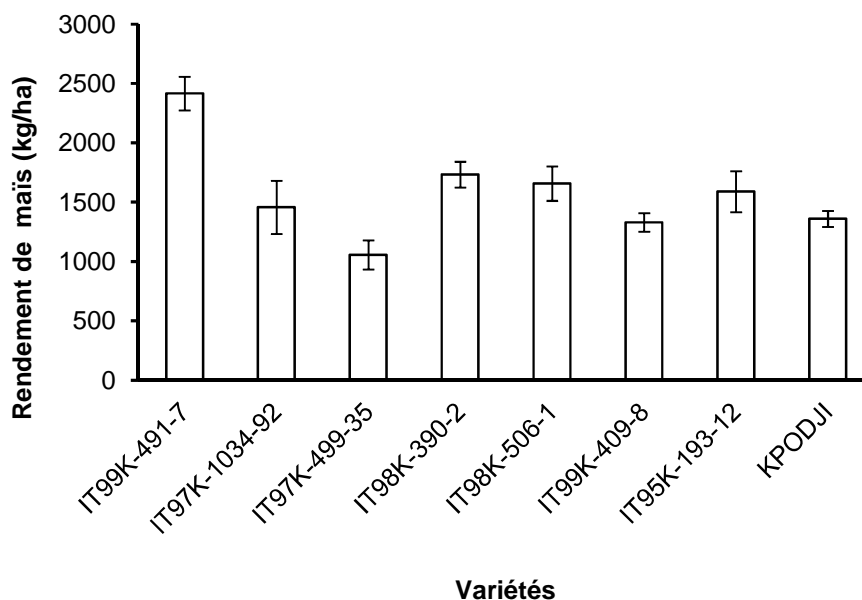
Figure 4. Evolution du rendement de maïs en fonction du rendement en fanes de niébé dans un système de rotation niébé-maïs à Adingnigon

A Zakpota, les rendements moyens en grains et en fanes de niébé et le rendement moyen du maïs ont également varié en fonction des variétés de niébé avec  $F = 11,77$ ;  $p < 0,0001$ ;  $F = 35,35$ ;  $p < 0,0001$  pour le niébé et  $F = 24,28$ ;  $p < 0,0001$  pour le maïs. Les rendements moyens en grains de niébé ont présenté des valeurs comprises entre  $1.036 \pm 146$  kg/ha pour la variété de niébé IT95K-193-12 et  $295 \pm 39$  kg/ha pour la variété de niébé IT95K-499-35, avec un taux d'accroissement de 42,70% par rapport au rendement moyen en grains de la variété locale Kpodji avec  $726 \pm 151$  kg/ha (Figure 5). Le rendement en fanes de niébé le plus élevé de  $6.293 \pm 1.165$  kg/ha, a été obtenu avec la variété de niébé IT99K-491-7. Sur les parcelles ayant abrité la variété de niébé IT99K-491-7, le rendement moyen du maïs a été le plus élevé avec  $2.417 \pm 142$

kg/ha, correspondant à un accroissement de 77,59% en comparaison avec le rendement moyen de maïs de  $1.361 \pm 67$  kg/ha, obtenu sur les parcelles ayant abrité la variété locale de niébé Kpodji (Figure 6). Dans cette localité, le rendement moyen du maïs a été fortement lié au rendement moyen en fanes de niébé avec  $R^2 = 0,5398$  (Figure 7).



**Figure 5. Rendements de niébé dans un système de rotation niébé-maïs à Zakpota**



**Figure 6. Rendement de maïs dans un système de rotation niébé-maïs à Zakpota**



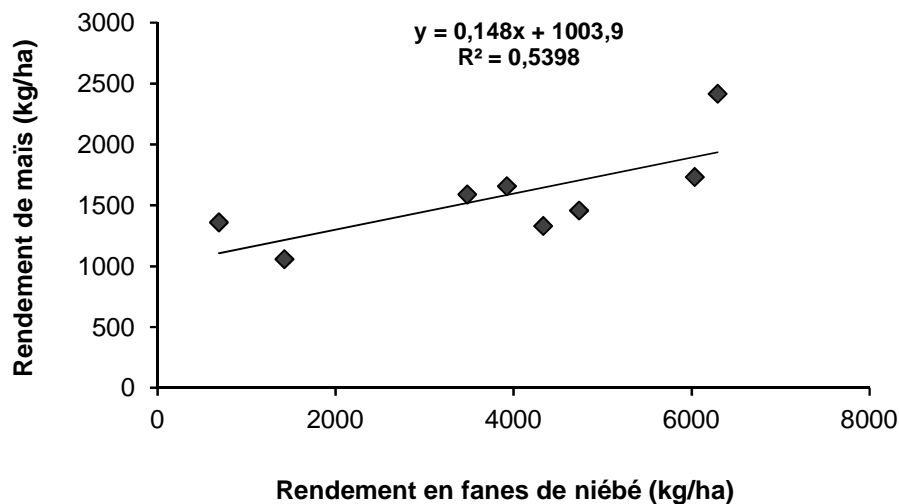


Figure 7. Evolution du rendement de maïs en fonction du rendement en fanes de niébé dans un système de rotation niébé-maïs à Zakpota

## DISCUSSION

La présente étude confirme l'inexistence de variétés de niébé complètement résistantes à la souche de *S. gesnerioides* du Bénin (Singh et Emechebe, 1997). Le faible taux d'infestation des variétés de niébé à Zakpota, comparé à Adingnigon, s'explique par la pression exercée sur le striga du niébé dans la localité de Zakpota suite aux essais répétés qui ont réduit la densité des graines de *S. gesnerioides* dans le sol ou affecté le temps de dormance de ces graines. Des résultats des travaux antérieurs ont montré que des variétés de niébé qui ont présenté un taux d'infestation de 0% pendant la première saison de culture à Zakpota ont été infestées pendant la seconde saison culturale (Détongnon et Affokpon, 2001). Dans cette étude, les variétés améliorées de niébé ont des rendements supérieurs au rendement de la variété locale et aux rendements de niébé généralement enregistrés dans les localités d'étude qui ne dépassent pas 600 kg/ha (Amadji et Aholoukpè, 2008). Cette amélioration des rendements en grains du niébé constitue une contribution majeure à la production du niébé dans le département du Zou où cette plante a une importance culturelle significative.

L'effet des fanes du niébé sur la productivité du maïs est attribué à l'approvisionnement du sol en azote dont l'estimation est de 40 à 80 kg/ha pour 70 à 350 kg/ha d'azote atmosphérique fixé (Quin, 1997). Des études antérieures ont d'ailleurs révélé que la limitation en azote est la principale contrainte de la production agricole au Bénin (Adjanohoun, 2006). D'autres études en Afrique Sub-Saharienne (Singh *et al.*, 2001 ; Azontondé *et al.*, 2005 ; Carsky *et al.*, 2003 ; Singh *et al.*, 2003 ; Badou *et al.*, 2013) ont montré dans leurs études que les légumineuses à graines (niébé ou soja) avaient un effet positif sur le rendement de la céréale en rotation et que cet effet prenait de l'importance en fonction de la durée du cycle végétatif de la légumineuse. Ces mêmes auteurs ont indiqué que l'impact sur le rendement des céréales dépendait de la quantité de biomasse produite. Toutefois, l'absence de relation entre le rendement en fanes de niébé et le rendement du maïs à Adingnigon n'est pas en conformité avec les observations précédentes. Le niveau de dégradation avancé des sols d'Adingnigon (Adjanohoun *et al.*, 2011) est l'une des causes de cette absence de corrélation. En effet, des études antérieures portant sur la fertilité des terres de barre à Adingnigon ont montré que morphologiquement, l'épaisseur de la couche humifère était réduite ou absente avec un changement de la couleur sombre au brun rougeâtre, et une carence en phosphore et en potassium (Azontondé *et al.*, 1998 ; Igué, 2005 ; Amadji et Glitho, 2005).

Dès lors, la présence de l'azote n'a pas pu bénéficier au maïs, corroborant ainsi les observations de Brassard (2007) qui a constaté que l'azote n'est complètement valorisé que si les quantités de phosphore et de potassium disponibles dans le sol sont suffisantes. Ce qui est en adéquation avec la loi du facteur limitant (Elalaoui, 2007). Les résultats de la présente étude sont d'autant plus importants que la baisse de la fertilité des sols constitue un problème majeur et une principale contrainte à la production agricole au Sud-Bénin en particulier et dans la plupart des pays au Sud du Sahara en général (Balogoun, 2012 ; Hilhost et Muchena, 2000 ; Saïdou *et al.*, 2012).

## CONCLUSION

L'étude montre que l'utilisation des variétés de niébé à buts multiples dans les systèmes culturaux à base de maïs permet d'accroître de façon substantielle le rendement du maïs sur les sols dégradés du Sud-Bénin. La contribution des fanes de niébé à l'amélioration du rendement de maïs est affectée par le niveau de dégradation du sol. Les résultats de l'étude sont d'autant plus importants que la baisse de la fertilité des sols constitue un problème majeur et une principale contrainte à la production agricole au Sud-Bénin. En effet, la baisse de la fertilité des sols est l'une des principales causes de la faible productivité du maïs au Bénin. Le fait que la plupart des variétés de niébé présentent un rendement en grain relativement élevé constitue un atout supplémentaire pour la relance de la production du niébé dans les localités confrontées aux effets néfastes du striga.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Projet d'Appui aux Programmes de Recherche Agricoles (APRA) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) pour son appui financier à la réalisation de cette expérimentation. Ils remercient également le Programme Légumineuses de l'IITA pour la fourniture des semences des variétés de niébé.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adjanohoun, A., 2006 : Détermination des doses d'azote, de phosphore et de potassium pour l'accroissement des rendements et la rentabilité du manioc au Sud du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **51**: 37- 45.
- Adjanohoun, A., L. Baba-Moussa, R. Glèlè Kakai, M. Allagbé, B. Yèhouénou, H. Gotoéchan-Hodonou, R. Sikirou, Ph. Sessou, C.K.D. Sohounhloué, 2011 : Caractérisation des rhizobactéries potentiellement promotrices de la croissance végétative du maïs dans différents agrosystèmes du Sud-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5** (2): 433-444.
- Affokpon, A., D.L. Coyne, L. Lawouin, C. Tossou, R. Dossou Agbèdè, J. Coosemans, 2011: Effectiveness of native West African arbuscular mycorrhizal fungi in protecting vegetable crops against root-knot nematodes. *Biology and Fertility of Soils*, **47**, 207-217.
- Amadji, F., I.T. Adjé, R. Maliki, 2002: Gestion durable des terres avec des légumineuses herbacées: approches méthodologiques pour une rapide et large adoption des technologies. Actes de l'Atelier Scientifique n° 2. Niaouli, Bénin, 214-223.
- Amadji, G.L., Aholoukpè, H.N.S., 2008. Impact du niébé (*Vigna unguiculata*) et de la fumure minérale sur les propriétés chimiques de la terre de barre du Bénin. *Etude et Gestion des sols*, **15** (3) : 147–159. ISSN : 1252 – 5851- CPPAP : 0612 G82389, France.
- Amadji, G.L., Glitho, M., 2005. Diagnostic des carences minérales d'une terre de barre du sud Bénin sous le niébé (*Vigna unguiculata*). *Annales des Sciences Agronomiques du Bénin* (7) 1 : 69-89. ISSN 1659-5009.
- Azontondé, A., C. Feller, F. Garry, J-C. Remy, 1998 : Le mucuna et la restauration des propriétés d'un sol ferrallitique au sud du Bénin. *Agriculture et Développement Spécial Sols Tropicaux* N° 18 – juin 1998. Revue trimestriel. CIRAD-CA. Montpellier
- Azontondé, A., F.A.G. Hazoumè, C. Gnagassi, G. Kpagbin, 2005 : Impact d'une plante de couverture (*Mucuna pruriens utilis*) sur la productivité du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique du Sud-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*. N° 50 : 47-56.
- Badaruddin, M., Meyer, D.W., 1994: Grain legume effects on soil nitrogen, grain yield, and nitrogen nutrition of wheat. *Crop Science*, **34**, 1304-1309.

Badou, A., P.T. Akondé, A. Adjanohoun, I.T. Adjé, K. Aïhou, A.M. Igué, 2013 : Effets de différents modes de gestion des résidus de soja sur le rendement du maïs dans les conditions agroécologiques du Centre-Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, Numéro Spécial Fertilité du maïs*, pp. 39-42.

Balogoun, I., 2012 : Essais de validation des formules d'engrais et des périodes de semis recommandées par le modèle DSSAT pour la production de maïs (*Zea mays* L.) au Sud et Centre Bénin. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 78 p.

Brassard, M., 2007 : Développement d'outils diagnostiques de la nutrition azotée du maïs-grain pour une gestion optimale de l'engrais azoté. Mémoire de maîtrise. Université de Laval, 105 p.

Carsky, R.J., B. Douthwaite, V.M. Manyong, N. Sanginga, S. Schulz, B. Vanlauve, J. Diels, J.D.H. Keatingue, 2003 : Amélioration de la gestion des sols par l'introduction de légumineuses dans les systèmes céréaliers des savanes africaines. *Cahiers Agriculture* 12 (4) : 227-233.

Détongnon, J., Affokpon, A., 2001 : Identification des variétés de niébé pour la résistance/tolérance au *Striga gesnerioides* dans la zone du centre-Bénin: Cas de Zakpota. Actes de l'Atelier Scientifique n°1, 36-42.

DPP/MAEP (Direction de la Planification et de la Prospective/Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche), 2010: Campagnes agricoles 2008 et 2009, Cotonou, Bénin. 90 p.

Elalaoui, A.C., 2007 : Fertilisation minérale des cultures : les éléments fertilisants majeurs (Azote, Potassium, Phosphore). *Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA* n°155, 4 p.

EPPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), 2012: Mise en place et analyse des essais d'évaluation biologique. PP1/152(4), 3è Révision approuvée.

Hilhost, T., Muchena, F.M., 2000: Nutrient on the move-soil fertility dynamics in African farming systems. International Institute for Environment and Development, London, UK. 146 p.

Houédjissin, R.C., Boko, M., 2009: Diagnostic des systèmes pédologiques et agraires dans la commune d'Agbangnizoun au Sud-Bénin: approche systémique de restauration de l'équilibre agro-écologique. In *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*. Numéro 65, pp. 44-51.

Houédjissin, R.C., Boko, M., 2011: Démarche méthodologique de la ruralité comme système de gestion durable des terroirs au Bénin : cas de la commune rurale d'Agbangnizoun. *Revue du C.A.M.E.S. Nouvelle Série B*. Vol. 015, N°13-2011 (2e semestre), pp. 149-161.

Igué, A.M., 2005 : Fertilité des terres de barre à Adingnigon (Cas de la Commune d'Agbangnizoun). Actes de l'Atelier Scientifique National n°4. Abomey-Calavi, Bénin, 246-252.

Quin, F.M., 1997: Introduction: ix-xv. In: Singh, B.B., Mohan Raj, D.R., Dashiell, K.E., Jackai, L.E.N. (eds), *Advances in Cowpea Research*. IITA, Ibadan, Nigeria and JIRCAS, Ibaraki, Japan.

Rachie, K.O., 1985: Introduction: 21-28. In Singh, R., Rachie, K.O (eds), *Cowpea research, production and utilization*,

Saïdou, A., D. Kossou, C. Acakpo, P. Richards, W.T. Kuyper, 2012: Effects of farmers' practices of fertilizer application and land use types on subsequent maize yield and nutrient uptake in Central Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(1): 363-376.

Singh, S.R., Allen, D.J., 1979: Les insectes nuisibles et les maladies du niébé. 113 p.

Singh, B.B., Emechebe, M.A., 1997. *Advances in research on cowpea Striga and Alectra*: 215-224. In: Singh, B.B., Mohan Raj, D.R., Dashiell, K.E., Jackai, L.E.N. (eds), *Advances in Cowpea Research*. IITA, Ibadan, Nigeria and JIRCAS, Ibaraki, Japan.

Singh, U., J. Diels, J. Henao, H. Breman, 2001: Decision Support Systems for Improving the Application of Integrated Nutrient Management Technologies: 305-321. In: *Sustainability of Agricultural Systems in Transition*, Payne, W.A., D.R. Keeney and S.C. Rao (eds.). *Crop Science Society of America and Soil Science Society of America*, Madison, WI.

Singh, A., R.J. Carsky, E.O. Lucas, K. Dashiell, 2001: Maize grain yield response to previous soyabean crop and residue management in the Guinea Savanna of Nigeria. In: Badu-Apraku, B., M.A.B. Fakorede, M.R.J. Ouédraogo, R.J. Carsky, edits. *Impacts, challenges and Prospects of Maize Research and Development in West and Central Africa Proceedings of a Regional Maize Workshop 4-7 May, 1999, Cotonou, Bénin Ibadan (Nigeria) IITA, 2001*: 214-224.

Wenninck, B., G. Dagbenonbakin, V. Agossou, 2000: Cotton farming in Northern Benin and mixed farming in southern Benin. In : *Managing soil fertility in the tropics. PLAR and resource flow analysis in practice. Case studies from Benin, Ethiopia, Kenya, Mali and Tanzania*. A. Budelman & T. Defoer (Eds). Royal Tropical Institute (KIT). Amsterdam. 143-166.