

EVALUATION DE LA RESISTANCE A L'ADVENTICE PARASITE, *STRIGA GESNERIOÏDES* DES VARIETES EXOTIQUES DE NIEBE [*VIGNA UNGUICULATA* (L.) Walp.] CULTIVEES AU CAMEROUN

[EVALUATION OF THE RESISTANCE TO A WEED PARASITE, *STRIGA GESNERIOÏDES* OF EXOTIC VARIETIES OF COWPEA [*VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP.] GROWN IN CAMEROON]

Bouba Djilé¹⁻², Ange-Patrice Takoudjou Miafo³, Jacques Djodda⁴, Ousmane Boukar¹⁻⁵, and Gonné Sobda¹

¹Department of Plants genetic and biotechnology,
Agriculture Research for Development Institute (IRAD),
P.O. Box 33 Maroua, Cameroon

²Department of Applied Biology and Agronomy,
Higher Institute of the Sahel (ISS),
P.O. Box: 55 Maroua, Cameroon

³Department of Biochemistry and Food Nutrition,
University of Yaoundé I,
P.O. Box: 812, Yaoundé, Cameroon

⁴Department of Biology Sciences, University of Maroua,
P.O. Box: 55 Maroua, Cameroon

⁵Department of an Improvement of Crops,
International Institute of Tropical Agriculture,
P.O. Box: 189 Kano, Nigeria

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In order to increase the production of cowpea in Cameroon, an agromorphologic evaluation of resistant varieties of cowpea to *Striga gesnerioides* has been made with varieties originated of West Africa. The experimentation taken place in a greenhouse, consisted of carrying on an artificial infestation of vegetable pots full of clay-sand soil in $\frac{3}{4}$ with striga's seeds first of all collected from a farmer field. The morphologic characters evaluated on those planted varieties were the following: the germination of plants, number of leaves, the height of plants, the aspect of their skin and the rate of infection of cowpea's plants by striga. The symptoms of main cowpea's diseases have also been evaluated in order to select varieties that are both resistant to striga and diseases. Finally, 11 varieties: (IT04K-227-4, IT98K-503-1, IT07K-291-89, IT99K-494-6, IT06K-91-11-1, IT06K-108, IT98K-216-44, IT07K-187-55, IT03K-337-6, IT07K-187-24, and IT99K-499-35) are resistant to striga. The following varieties: IT07K-187-24 and IT07K-291-89 have shown interest for their best agro morphologic traits and their resistance to parasite. Those varieties can be considered as gene's sources of resistance to *Striga gesnerioides* for plant breeding, thereby contributing in the increasing of the cowpea production.

KEYWORDS: cowpea, agronomic characteristics, resistant varieties, *Striga gesnerioides*, artificial infestation.

RÉSUMÉ: Dans l'optique d'accroître de la production de niébé au Cameroun, une évaluation agromorphologique des variétés de niébé résistantes au *Striga gesnerioides* a été effectuée avec les variétés d'origine ouest africaine. L'expérimentation conduite sous un abri de serre, consistait à réaliser une infestation artificielle des pots de végétation, remplis de terre sablo-limoneuse au 3/4 par les graines du striga préalablement collectées dans un champ paysan. Les caractères morphologiques évalués sur les plants de ces variétés semés en pots étaient entre autre la levée des plants, le nombre de feuilles et la hauteur des plants, l'aspect des téguments ainsi que le taux d'infection des plants de niébé par le parasite striga. Les symptômes des principales maladies du niébé ont également été évalués pour le choix des variétés résistantes à la fois au striga et aux pathologies. Il ressort de cette étude que 11 variétés (IT04K-227-4, IT98K-503-1, IT07K-291-89, IT99K-494-6, IT06K-91-11-1, IT06K-108, IT98K-216-44, IT07K-187-55, IT03K-337-6, IT07K-187-24, IT99K-499-35) sont résistantes au striga. Les variétés IT07K-187-24 et IT07K-291-89 ont retenu l'attention pour leurs meilleurs traits agromorphologiques et leur résistance au parasite. Ces variétés peuvent être considérées des sources de gènes de résistance au *Striga gesnerioides* pour l'amélioration variétale contribuant à l'accroissement de la production de niébé.

MOTS-CLEFS: niébé, caractéristique agronomique, variété résistante, *Striga gesnerioides*, infestation artificielle.

1 INTRODUCTION

Le striga, *Striga gesnerioides* Willd. (Tubiflorales, Orobanchaceae), constitue une grave menace pour la production du niébé en Afrique de l'ouest et centrale [1], [2]. Cinq races physiologiques de *S. gesnerioides* (*Sg1*, *Sg2*, *Sg3*, *Sg4* et *Sg5*) ont été identifiées par leur caractéristique de virulence dans les zones de culture du niébé à travers l'Afrique subsaharienne [3], [4]. Au Cameroun, seule la race physiologique *Sg5* (*Striga gesnerioides* type 5) de ce parasite a été identifiée et est à l'origine des dommages énormes au niébé en champ [5], [6]. L'ampleur des dégâts causés par cette plante parasite est croissante dans toutes les localités de production de cette légumineuse [7], [8]. Les pertes de rendement engendrées par ce parasite varient de 50 à 85% [9], [10]. Cette situation peut mener à l'abandon des champs infestés, voire à l'abandon complet d'exploitations et même du village [11]. Plusieurs méthodes existent pour lutter contre les plantes parasites qui s'attaquent aux cultures, notamment l'arrachage manuel des plants émergés, les rotations avec des faux-hôtes qui font germer les graines sans permettre l'attachement « trap crops » [12] la lutte biologique et chimique [13], [14]. Ces moyens de lutte inaccessibles aux paysans contribuent à l'aggravation de la prolifération du parasite et à la pollution de l'environnement [15]. L'utilisation de variétés résistantes, en combinaison avec des pratiques culturales appropriées constitue la stratégie la plus adéquate, la plus accessible, la plus simple, plus prometteuse et la plus économique de la lutte contre cet adventice [16], [17], [18]. Les variétés résistantes de niébé comme IT81D-994 ; 87-2 ; APL-1 ; B301 ; TN121-80 ; IT93K-693-2 ; Gorom ; 58-57 ; IT 82 K-849 déjà ont été identifiées [19]. Cependant, ces variétés de niébé ne présentent pas une résistance complète à toutes les races du parasite [20]. Des études génétiques avancées ont révélé que la résistance (tolérance) au *Striga gesnerioides* de génotypes de niébé est codée par un gène dupliqué dominant [20], [21], [22]. La détermination des lignées de niébé performantes et adaptées aux conditions pédoclimatiques ne résout pas en totalité les contraintes de l'amélioration de la production de cette légumineuse de choix, source de protéines des populations à faible revenu incapable de s'approvisionner en protéine d'origine animale [5]. La combinaison de la performance agro-morphologique à la résistance au *Striga gesnerioides* est une approche indispensable à l'augmentation de la production du niébé dans les zones agroécologiques de culture [15], [16]. La recherche des sources de gènes de résistance au *Striga gesnerioides* dans différentes variétés exotiques de niébé permettrait l'amélioration variétale du niébé par hybridation ou par transgénèse. Ces approches pourraient aboutir à l'accroissement du rendement de production de cette légumineuse de choix en Afrique subsaharienne.

La présente étude a été entreprise dans le but d'identifier les performances agronomiques et la résistance au *Striga gesnerioides* des variétés exotiques de niébé, afin d'envisager leur utilisation dans un programme d'amélioration variétale de niébé au Cameroun.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

L'expérimentation a été conduite en serre à l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) de Maroua, ville située à l'Extrême-Nord Cameroun dans la zone soudano-sahélienne, entre le 10^e et 12^e de latitude nord. Cette ville est caractérisée par une pluviométrie variant de 800 à 900 mm/an avec une température moyenne annuelle 35°C [23], [24].

2.2 ECHANTILLONNAGE VARIÉTAL

Trente-deux variétés exotiques de niébé ont été collectées au prêt des paysans dans la région de l'Extrême-Nord Cameroun. Ces cultivars testés sont de l'assortiment variétal nigérian, nigérien, burkinabé et une variété témoin, originaire du Cameroun (Vya-Niébé). Ces graines ont été prétraitées suivant la méthode décrite par [25]. Après triage et désinfection (48 heures à -20°C dans un congélateur) puis séchage au soleil pendant 2 heures, les grains ont été semés dans les pots. Les semences du *striga gesnerioïdes* utilisées ont été prélevées dans un champ paysan sévèrement infesté de la localité du Diamaré, Extrême-Nord-Cameroun, puis conservées au laboratoire dans les boîtes en verre à température ambiante jusqu'à usage.

2.3 EXPÉRIMENTATION

La méthode utilisée a été semblable à celle de [26]. Ainsi, des pots en plastique de 14,5 cm de diamètre et 17,5 cm de profondeur ont été utilisés. Chaque pot d'une capacité de trois litres contient de la terre prélevée sur une couche de surface étendue à une profondeur comprise entre 0-15 cm et mélangée à 75% du sable non stérilisé sans débris solides. Ce mélange a été inoculé artificiellement de façon uniforme avec 0,6g de graines de *Striga gesnerioïdes* correspondant à la quantité minimale de 10 000 graines produites par un pied touffu du parasite. Deux graines de chaque variété ont été semées dans chaque pot. Cet essai d'application a été réalisé sans fertilisation et dans un dispositif en blocs complets randomisé à raison de 5 répétitions. Les pots ont été placés sur un support en bois dans la serre et arrosé chaque jour. Les adventices autres que le *Striga* sont progressivement éliminés par arrachage.

2.4 ESTIMATION DE PARAMÈTRES

La détermination du taux de levée a été réalisée 7 jours après semis. La croissance des plants dans les pots a été estimée par dénombrement de feuilles et par mensuration de la hauteur des plants à 14, 21 et 28 jours après semis. La détermination de nombre de plants parasites apparus intervient au moment où le *striga* a émergé sur 10% de plants d'une variété dans les pots. Les taux de l'émergence de plants du *striga* à partir du jour de la première apparition à la surface et les taux d'infestation variétale du niébé ont été déterminés en concordant à la formule de [16]:

$$TES(\%) = \frac{\sum SEv}{NSE} \times 100$$
, avec TES : taux d'émergence du *striga* à un temps donné en pourcent, SEv : le nombre de plants du *striga* émergés d'une variété et NSE : total de plants du *striga* émergés de variétés.

$$TIS(\%) = \frac{\sum PISv}{NPIS} \times 100$$
, avec TIS : taux d'infection de plants d'une variété par le *striga* à un temps donné, PISv : somme de plants d'une variété infectés par *striga* et NPIS : le total de plants infectés par *striga* à un temps connu.

Les empreintes de bactériose, mycose, virose et des insectes sur les variétés en étude ont été caractérisées par une notation de leurs symptômes sur les feuillages à 21, 35 et 49 jours après semis [27]. Ces maladies ont été identifiées respectivement par le jaunissement, lésions, dessèchement de feuilles et tiges, la perforation de feuilles et fleurs selon le relevé chiffré de 1 à 5 de [28]. Les symptômes généraux d'infestation de plants par le *striga* définies pour la résistance sont le rabougrissement, jaunissement, défoliation précoce de feuilles, chute précoce de fleurs et la mort prématurée de la plante-hôte [29]. L'expérience a été arrêtée par calcul de nombre moyen du *striga* apparu dans les 5 répétitions à 77 jours après semis en submergeant chaque pot dans un seau d'eau de 25 l pendant environ 10 minutes et en lavant pour enlever la terre rattachée aux racines des plants de niébé. Les racines de chaque plant ont été séparées soigneusement et le nombre du *Striga* attaché à chaque plant a été compté, additionné au total émergés. La résistance a été caractérisée par la présence très peu ou non apparition de *striga* sur les plantes résistantes, par comparaison au témoin non infesté au *striga*.

2.5 ANALYSE DES DONNÉES

Les résultats sont exprimés en termes de moyenne \pm écart type. La comparaison des moyennes est faite en utilisant le test-t de Student et l'analyse des variances (ANOVA) au seuil de signification 5% à l'aide du logiciel IBM/SPSS 20.0 pour Windows.

3 RÉSULTAT ET DISCUSSION

3.1 CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DE GRAINES DE VARIETES TESTEES

Les caractéristiques morphologiques de graines de variétés testées sont très diversifiées (Tableau 1). Trois couleurs tégumentaires ont caractérisé les différentes graines des variétés testées : blanc, marron et noir. Vingt quatre variétés à graines colorées en blanc, huit en marron et une seule (IT93K-503-2) en noire ont été enregistrées. Les graines blanches sont dues à l'absence de gène coloration, généralement dominant. [30] a démontré que la couleur de la graine est déterminée par le gène *C*, *general color factor*, dominant et associé aux gènes contrôlant les types de pigments (anthocyanine acide, anthocyanine basique et mélanine) dans les différentes couches du tégument. Dans l'ensemble, les graines de ces variétés sont multicolorées de manière non uniforme à leur surface, surtout dans la zone de l'œil autour du hile. Il a été distingué deux types de tégument des graines dans cette étude d'évaluation: tégument lisse et ridé. L'observation des marques morphologiques des graines et de taux de la levée plants dans les pots montre qu'il existe une corrélation entre les graines marron et d'aspect tégumentaire lisse d'une part, blanches et la nature tégumentaire ridée d'autre part au cours de cette activité biologique de variétés de niébé (Figure 1). La gamme de variétés testées renferme de graines blanches et ridées plus nombreuses par rapport aux graines marron et lisses moyennement représentées. Les variétés à graines noires et lisses sont faiblement enregistrées. La dominance des variétés à graines blanches et ridées (Figure 1) confirme les préférences et les habitudes alimentaires de consommateurs comme les critères de choix pouvant être retenu pour l'amélioration d'une variété de niébé. Dans cette même logique, [31] ont distingué en fonction de préférences de consommateurs deux classes majeures de graines: les graines marron à tégument lisse n'ayant pas des faveurs des consommateurs urbains et blanches à tégument ridé à forte appréciation pour leur cuisson rapide et meilleur goût pour les consommateurs.

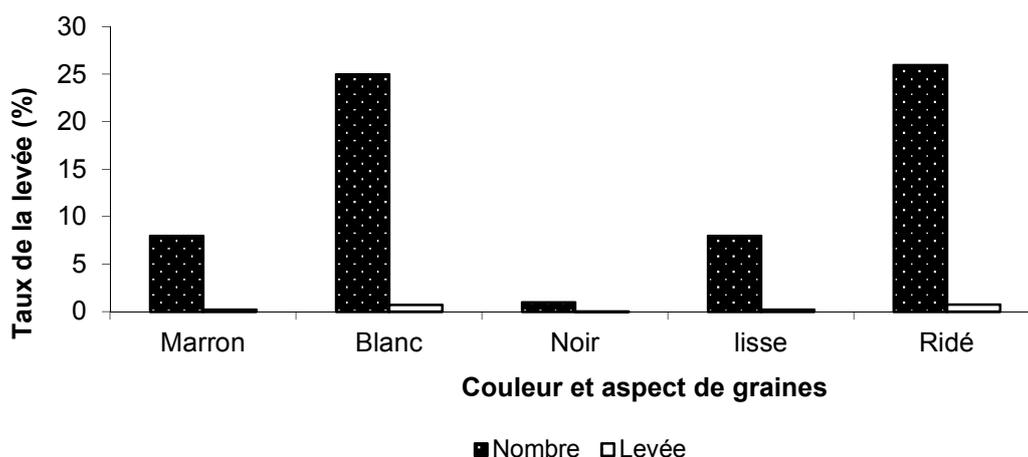


Figure 1. Corrélation entre la levée et l'aspect morphologique des graines

Le taux de levée des 33 variétés de niébé testés varie de 60 à 100 % (Tableau 1). Une seule variété, IT99K-499-35, a donné un taux de levée de 60 %. Deux variétés IT04K-227-4 et IT07K-187-24, une levée de 80% et quatre IT06K-281-1, IT07K-187-56, 05-FCV-46-CRSP et IT99K-216-44 ont levé de 90%. Par contre les vingt six autres restantes ont eu un taux de levée de 100 %. Les effets de *Striga gesnerioides* ne sont pas perceptibles sur la levée de plantes hôtes; le taux de levée moyen des variétés testées est de 96,36% à 7 jours après semis. Dans le même contexte, il a été observé et démontré que l'émergence et les manifestations du *Striga gesnerioides* sur le niébé nécessitent un temps moyen de 45 jours après semis [16]. En outre, ces résultats confirment ceux de [32], ils découvrent que l'émergence du *Striga gesnerioides* survient 4 à 5 semaines après la germination de graines (7 à 10 jours) dans le sous sol.

Tableau 1. Morphologie et taux de levée des graines de variétés testées

Génotypes	CGr	ATGr	TaL	Génotypes	CGr	ATGr	TaL
IT04K-227-4	marron	lisse+	80 ^a	06-Fcv-63-IAR-7	Blanc	ridé++	100 ^c
TVu-7778	marron tacheté	lisse++	100 ^c	IT06K-270	marron clair	lisse+	100 ^c
IT06K-281-1	blanc	ridé+	90 ^b	IT07K-187-24	blanc	ridé+	80 ^a
IT99K-499-35	blanc	ridé+	60 ^a	IT99K-216-44	Blanc	ridé+	90 ^b
IT93K-503-2	noir marron	lisse+	100 ^c	IT03K-337-6	marron foncé	lisse+++	100 ^c
IT07K-187-56	marron	lisse+	90 ^b	IT98K-216-44	Blanc	ridé+	100 ^c
IT06K-147-2	blanc sale	ridé+	100 ^c	IT06K-154-1	Blanc	ridé+	100 ^c
IT07K-303-1	blanc	ridé++	100 ^c	IT07K-187-55	Blanc	ridé++	100 ^c
IT04K-339-1	blanc	ridé++	100 ^c	IT07K-194-3	blanc jaune	ridé+	100 ^c
IT987K-503-1	blanc jaune	ridé+	100 ^c	IT03K-378-4	Blanc	ridé+	100 ^c
IT07K-291-89	blanc	ridé++	100 ^c	IT07K-249-1-11	blanc jaune	ridé+	100 ^c
05-FCV-46-CRSP	blanc	ridé++	90 ^b	IT04K-321-2	blanc jaune	ridé+	100 ^c
IT07K-211-1-8	marron	lisse+++	100 ^c	IT06K-270-1	Blanc	ridé+	100 ^c
IT99K-494-6	marron clair	lisse+	100 ^c	IT90K-365/ Ghazal	Blanc	ridé+	100 ^c
IT06K-91-11-1	blanc jaune	ridé++	100 ^c	TN-5-78	Marron	ridé+++	100 ^c
IT06K-123-1	blanc	ridé++	100 ^c	VYA (Check local)	Blanc	ridé+	100 ^c
IT06K-108	blanc	ridé+	100 ^c				

Les moyennes en colonnes affectées de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5% pour la levée de plants (PPDS). + : ridé et non lisse, ++ : lisse et ridé, +++ : très lisse et non ridé, CGr: Couleur des graines, ATGr: Aspect de tégument de graines, TaL (%): Taux de levée de plants en pourcentage.

3.2 DEVELOPPEMENT DE PLANTES HOTES SOUS L'INFESTATION DU STRIGA

La durée de germination et le nombre de feuilles formées de variétés sont deux paramètres du développement des plantules. La durée de germination de graines des différentes variétés est en moyenne de 3 jours. Cette durée montre que les graines possèdent une courte période de levée et une dormance faible sous température moyenne de 35,5°C. Une étude réalisée par [33] a montré que la physiologie germinative de graines dans le système d'irrigation est accélérée par une température élevée du milieu. Aussi, qu'une gamme de température variant de 28 à 35° C abaisse la dormance des graines des légumineuses herbacées. En outre, la durée de germination des graines est la même aussi bien dans les milieux infestés de *striga* que dans le milieu témoins sans *striga*. Ceci montre que le *striga* n'affecte pas la germination des graines de niébé. Ces résultats sont en accord avec ceux de [32], qui ont également trouvé que la germination du *Striga gesnerioïdes* se déclenche en présence de substances chimiques spécifiques exsudées par les racines du niébé.

Par ailleurs, 21 jours après semis les plants ont en moyenne 5 feuilles (Tableau 2). La plus petite valeur (4,70) est enregistrée sur la variété IT99K-499-35 et la plus grande (6,20) avec IT04K-339-1. Le taux de développement de feuilles varie de 45 à 79,17 %. Par rapport à la valeur moyenne de taux du témoin (55,34%), treize variétés ont eu un taux de développement de feuilles supérieur à cette valeur. Par contre, les autres variétés ont cru en feuilles avec une valeur inférieure à la moyenne du témoin. Une croissance importante de feuilles du plant en phase végétative sous infestation du *striga* met en exergue a priori la résistance de ces variétés au parasite. Le taux de foliation élevé à trois semaines après semis présage une période d'émergence du *striga* supérieur à cette durée. Par ailleurs, ce taux a été évalué par [34], qui confirme que l'augmentation en nombre de feuilles de niébé est importante à partir de 45 jours après semis.

Tableau 2. Développement de feuilles des plants de variétés

Géotypes	TML	NMF, 21 JAS	TDF, 21JAS	TESg 77JAS	Géotypes	TML	NMF, 21 JAS	TDF, 21JAS	TESg
IT04K-227-4	03	5.25	65.62	++	06-Fcv-63-IAR-7	03	5.90	59.00	10,00
TVu-7778	03	5.50	55.00	59,09	IT06K-270	03	6.00	60.00	16,67
IT06K-281-1	03	5.40	60.00	89,28	IT07K-187-24	03	5.50	68.75	++
IT99K-499-35	03	4.75	79.17	++	IT99K-216-44	03	5.10	56.67	20,00
IT93K-503-2	03	5.00	50.00	80,64	IT03K-337-6	03	4.50	45.00	++
IT07K-187-56	04	5.50	61.11	50,00	IT98K-216-44	03	5.30	53.00	++
IT06K-147-2	04	5.10	51.00	50,00	IT06K-154-1	03	6.00	60.00	62,50
IT07K-303-1	04	5.00	50.00	64,28	IT07K-187-55	03	5.10	51.00	++
IT04K-339-1	03	6.20	62.00	80,00	IT07K-194-3	04	4.80	48.00	58,33
IT987K-503-1	03	5.20	52.00	++	IT03K-378-4	03	5.80	58.00	70,00
IT07K-291-89	03	5.70	57.00	++	IT07K-249-1-11	03	5.10	51.00	57,14
05-FCV-46-CRSP	03	5.50	61.11	01	IT04K-321-2	03	5.10	51.00	84,37
IT07K-211-1-8	03	5.20	52.00	33,33	IT06K-270-1	03	5.25	52.00	46,67
IT99K-494-6	03	4.90	49.00	++	IT90K-365/ Ghazal	03	4.70	47.00	++
IT06K-91-11-1	03	5.10	51.00	++	TN-5-78	03	5.30	53.00	33,33
IT06K-123-1	03	4.80	48.00	40,00	VYA (Check local)	03	5.40	54.00	80,00
IT06K-108	03	5.50	55.00	++	Moyennes	3,12	5,30	55,34	32,92
					SD	0,33	0,41	7,01	01,07
					CV (%)	0,32	0,40	6,91	0,49

Les moyennes en colonnes ne sont pas significativement comparatives entre elles au seuil de 5%, le Fisher théorique ($F_{th} = 1,69$) supérieur à Fisher calculé (0,62) pour le développement de feuilles sur plants de variétés. TML : temps mis pour la levée de plants, NMF : Nombre moyen de feuilles, TDF (%) : Taux de développement foliaire en pourcentage, TESg (%) : Taux d'émergence du *Striga* en pourcentage, ++ : absence d'émergence des plants du *Striga*

Il n'existe pas une différence significative des variétés dans le développement des feuilles au seuil de probabilité 5%, la valeur de Fisher théorique ($F_{th} = 1,69$) est supérieure à celle de Fisher pratique ($F_{cal} = 0,62$). La foliation à 21 jours après semis est très faible sur la variété IT03K-337-6 (moyenne 4,5) alors qu'elle est maximale avec la variété IT04K-339-1 (moyenne 6,2). Il n'existe pas de différence significative dans le développement foliaire de toutes les variétés et le témoin. Au-delà de 5 semaines les chloroses, rabougrissement de plants, les nécroses et diverses déformations causées par *striga* sont visibles sur la plante et les réactions du parasite sont reconnues à travers la croissance et la foliation. Les résultats similaires ont été obtenus par [16], qui trouvent que l'émergence et l'incidence du *Striga gesnerioides* sur le niébé sont enregistrées en moyenne six semaines après semis.

3.3 RESISTANCE AU STRIGA DES VARIETES A 77 JAS

La détermination de la résistance ou la sensibilité a été évaluée à 8 et à 11 semaines après semis (SAS). Pendant ces temps d'évaluations, on a observé une résistance partielle à la première séquence et fortement prononcée à la seconde période. Aucune présence du *striga* n'a été enregistrée sur 11 variétés à savoir IT04K-227-4, IT99K-499-35, IT98K-503-1, IT07K-291-89, IT99K-494-6, IT06K-91-11-1, IT06K-108, IT07K-187-24, IT03K-337-6, IT98K-216-44 et IT07K-187-55. On note par contre une apparition de *striga* sur les 22 autres variétés exotiques testées. Par le modèle d'estimation des plants émergence de [35], on peut confirmer que la présence des plants du parasite est régulée par le facteur intrinsèque de la variété. Les taux d'émergence du parasite enregistrés sur ces variétés de niébé varient de 0 à 89,27 % (Tableau 3). A l'issue de cette évaluation de la résistance et de taux d'apparition du *striga*, il ressort que les variétés exotiques sont classées dans quatre groupes variétaux du niébé (Tableau 3). Il s'agit de variétés résistantes complètes indiquées par la non apparition des plants de *striga*, les variétés tolérantes et résistantes dont le taux d'apparition de plants parasite varie de 1-20 %, les variétés moyennement résistantes (un taux supérieur à 20% et inférieur à 50%) et les variétés sensibles, plus de 50%. On n'a constaté que les variétés tolérantes et résistantes font émerger les plants parasites à 21 jours après semis et se sèchent pendant les phases de la floraison et de la maturation de variétés testées. Ceci, explique l'absence d'influence des effets du *striga* sur la productivité de certaines variétés de niébé. Dans le même contexte, il semble avoir une barrière physiologique à la pénétration de la racine de l'hôte par le *S. gesnerioides*. Ces résultats ont été obtenus par [32]; ils ont montré, grâce à un système de

croissance in vitro, que la résistance du niébé au striga est associée à la nécrose des cellules de l'hôte autour du point d'entrée du parasite. Ainsi, il se produit un noircissement de la radicule du *S. gesnerioides* de 3 à 4 jours après la pénétration révélant la mort du parasite.

Tableau 3. Comportement des variétés exotiques vis-à-vis du *Striga gesnerioides*

Variétés exotiques de niébé	Taux de résistance au striga à 77 JAS	Classification	Caractéristiques de la résistance des groupes
IT04K-227-4 ; IT99K-499-35 IT98K-503-1; IT07K-291-89; IT99K-494-6 ; IT06K-91-11-1; IT06K-108; IT98K-216-44 ; IT07K-187-55 ; IT03K-337-6; IT07K-187-24	Le taux d'émergence est nul (%).	Groupe1 : Variétés résistantes complète	Absence complète apparition de plants de Striga, pas de symptômes de Striga sur les plants de niébé
05-Fcv-46-CRSP; 06-Fcv-63-IAR-7; IT06K-270; IT99K-216-44; IT09K-365/Ghazal	Le taux d'émergence varie de 1-20%	Groupe2 : Variétés résistantes tolérantes	Présence du Striga à 21 JAS, dessèchement précoces de plants du parasite, légère présence de symptômes du Striga
IT07K-211-1-8 ; IT06K-123-1; IT06K-270-1; TN-5-78 ; IT07K-187-56 ; IT06K-147-2	Le taux d'émergence varie de 21-50%	Groupe3 : Variétés résistantes moyennes	Augmentation progressive et légère d'apparition de Striga, visibilité exacte des symptômes du parasite sur les plants de niébé, perte en rendement probable.
TVu-7778 ; IT06K-281-1 ; IT93K-503-2 ; IT04K-339-1 ; IT06K-154-1 ; IT07K-194-3; IT03K-378-4; IT07K-249-1-11 IT04K-321-2; IT07K-303-1; VYA (Check local)	Le taux d'émergence supérieur à 50 %	Groupe4 : Variétés résistantes incomplètes ou sensibles	Augmentation exponentielle du striga durant l'essai, l'attaque de plants de niébé très accentuée avec les taux de dégâts pouvant atteindre 80 %.

Ces mêmes résultats ont été observés par [36] dans une étude similaire dans une zone à agroécologie semblable au Sénégal.

Des observations effectuées pour la compréhension de l'état sanitaire des plants de variétés pendant la période de l'essai, ont montré la présence des maladies d'origine bactérienne, virale et fongique sur les variétés de niébé testées pour la résistance au *Striga gesnerioides*. Des études antérieures seraient indispensables pour comprendre l'interaction *Striga gesnerioides* et les maladies du niébé.

4 CONCLUSION

Le criblage des variétés de niébé résistantes au striga (*Striga gesnerioides*) en milieu contrôlé est suffisamment simple pour une mise au point de banque de gènes de résistance. La réaction de 33 variétés de niébé vis-à-vis de cet adventice parasite a permis de dégager 11 variétés phénotypiquement résistantes. Au milieu d'elles, les variétés (IT07K-187-24 et IT07K-291-89) des graines de couleur blanches ont été résistantes avec une croissance et un développement rapide et adoptables par la population. Par ailleurs, les variétés IT98K-503-1, IT99K-494-6, IT06K-108, IT98K-216-44, IT03K-337-6 et IT07K-187-55 ont été résistantes, mais une croissance rapide et un développement retardé. Enfin, les variétés IT99K-495-35 et IT04K-227-4 résistantes avec une croissance ralentie et un développement accéléré. Une seule variété résistante à la fois aux *Striga gesnerioides* et maladies fongiques, qui soit agronomiquement acceptable est IT99K-499-35, mais il est sensible aux agents pathogènes viraux et bactériens. Cette étude d'évaluation des variétés a permis la détermination des variétés résistantes susceptibles d'élargir la base des données génétiques et par conséquent, d'améliorer les variétés existantes qui sont sensibles au *Striga gesnerioides* par des hybridations simples suivies de rétrocroisements. Il est donc indispensable d'étendre l'étude sur la nature de la résistance et les facteurs moléculaires qui la contrôlent. Une telle étude pourrait déboucher sur un marquage moléculaire permettant un criblage rapide pour la résistance à *Striga gesnerioides*, ce qui contribuerait au bon fonctionnement des programmes d'amélioration variétale et d'accélérer le processus de production en quantité de cette légumineuse de choix en Afrique subsaharienne.

REFERENCES

- [1] A.T. Asare, I.K.A. Galyuon, F.K. Padi, E.P. Otwe and J.F.Takrama, "Responses of recombinant inbred lines of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] to *Striga gesnerioides* infestation in Ghana," *Proceedings*, pp. 503-513, 2013.
- [2] D.K. Berner, J.G. Kling et B.B. Singh, « Activités de recherche et de lutte contre le Striga : une perspective africaine, » *La recherche à l'IITA*, no. 13, pp. 15-21, 1997.
- [3] J.A. Lane, T.H.M. Moore, D.V. Child et J.A. Bailey, Variation in virulence of *Striga gesnerioides* on cowpea: new sources of crop resistance, In: B.B. Singh, D.R. Mohan Raj, K.E. Dashiell et L.E.N. Jackai (Éds). *Advances in cowpea research: Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria*, pp. 225-230, 1997.
- [4] C.J. Botanga and M.P Timko, "Phenetic relationships among different races of *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke from West Africa," *Genome*, no. 49, pp. 1351-1365, 2006.
- [5] B. Magen, Crawford E. et Maredia M., Impact économique des investissements du CRSP sur le développement et la diffusion des variétés améliorées de niébé : Nouvelles évidences du Sénégal, In: *Dry grain pulses collaborative research support program*, no. 4, pp. 1- 4, 2013.
- [6] J.A. Lane, I.H.M. Moore, D.V.Child, K.F., Cardwell, B.B Singh. et J.A. Bailey, Virulence characteristics of a new race of the parasitic angiosperm *Striga gesnerioides* from southern Benin on cowpea. *Euphytica*, no. 72, pp. 183-188, 1996.
- [7] B.B. Singh, A.M. Emechebe « la sélection pour la résistance au Striga et à l'Alectra chez le niébé. *La recherche à l'IITA*, no.4, pp. 5-8, 1992.
- [8] I.D.K. Atokple, B.B. Singh et A.M. Emechebe, "Transmission, au génotype B-301 de niébé, d'un gène indépendant de résistance au Striga et à l'Alectra, *La recherche à l'IITA*, no. 11, pp.16-21, 1995.
- [9] A.S. Langyintuo, J. Lowenberg-Deboer, M. Faye, D. Lambert, G. Ibro, B. Moussa, A. Kergna, S. Kushwaha, S. Musa. and G. Ntoukam, "Cowpea supply and demand in West and Central Africa," *Field Crops Research*, no.82, pp. 2215-2231, 2003.
- [10] G. Sallé, Des vampires chez les plantes, en guerre contre les plantes parasites, *Bulles de sciences*, pp.237, 2002.
- [11] P. Thalouarn et A. Fer, le Striga, un ravageur de cultures vivrières: le point sur les connaissances récentes et sur les méthodes de lutte, *Cahiers Agricultures*, no.2: 167-182, 1993.
- [12] P.V. Vissoh, G. Gbèhounou, A. Ahanchédé, N.G. Röling et T.W. Kuyper "Evaluation of integrated crop management strategies employed to cope with *Striga* infestation in permanent land use systems in southern Benin," *International Journal of Pest Management*, vol.3, no. 54, pp.197-206, 2008.
- [13] H. De Groote, L. Wangare, F.Kanampiu, M. Odendo, A. Diallo, H. Karaya et D. Friesen, "The potential of a herbicide resistant maize technology for *Striga* control in Africa" *Agricultural Systems*, no.97, pp. 83-94, 2008.
- [14] E. Zahran, J. Sauerborn, A.A. Elmagid, A.A. Abbasher and D. Müller-Stöver, "Granular formulations and seed coating: delivery options for two fungal biological control agents of *Striga hermonthica*", *Journal of Plant Diseases and Protection*, vol. 4, no. 115, pp.178-185, 2008.
- [15] Touré M., la résistance génétique du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) à deux biotypes de *Striga gesnerioides* (Willd) Vatke. Thèse de doctorat, Département de phytologie, Université Laval, Québec, Canada. pp. 206, 1992.
- [16] V.D. Aggarwal et J.T. Ouédraogo, "Estimation of cowpea yield loss from striga infestation," *Tropical Agriculture*, no. 66, pp. 91-92, 1989.
- [17] C. Tonessia, M. Wade, N. Cissé et S. Aké Caractérisation de *Strigagesnerioides* (Willd.) Vatke du Sénégal : réactions de plusieurs cultivars de niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], *Journal of Applied Biosciences*, no. 24, pp. 1462-1476, 2009.
- [18] J. T. Ouédraogo, M. Sawadogo, J-B Tignegre, I. Drabo et D. Balma, Caractérisation agro-morphologique et moléculaire de cultivars locaux de niébé (*Vigna unguiculata*) du Burkina Faso, » *Cameroon Journal of Experimental Biology*, no. 6, vol. 1, pp. 31-40, 2010.
- [19] J.A. Lane, D.V Child., G.C. Reiss, V. Entcheva et J.A. Bailey, "Crop resistance to parasitic plant" *The Gene-for-gene relationship in plant-parasite interaction*, CAB, Wallingford, UK, pp. 81-87, 2009.
- [20] K.I., Mohamed, J.F. Bolin, L.J. Musselman and A.T. Peterson, "Genetic diversity of striga and implications for control and modeling future distributions", *World scientific*, pp. 71-84, 2007.
- [21] V.D.,Aggarwal, "Research on cowpea striga resistance at IITA in combatting striga in Africa, Ibadan, Nigeria," pp. 90-95, 1991.
- [22] Singh B.B., A.M. Emechebe et I. D. K Atople., Inheritance of Alectra resistance in cowpea genotype B-301, *Crops Science* 33: 70-72. 1993.
- [23] IRAD, Contribution de la recherche à l'amélioration de la production et la consommation des légumineuses alimentaires au Cameroun. C2D/Programme d'appui à la recherche agronomique, *Projet 6 : Légumineuses*, pp. 1-25, 2013
- [24] IRAD, Rapport de synthèse du diagnostic discontinue de base de la zone soudano-sahélienne, pp. 52, 2006.

- [25] B.B. Koubala, T.A.P. Miafo, B. Djilé, A.G.S. Kamda and G. Kansci, "évaluation of insecticide properties of ethanolic extract from *Balanites aegyptiaca*, *Melia azedarach* and *Ocimum gratissimum* leaves on *Callosobruchus maculatus* (Coleptera: Bruchidae)," *Asian J. Agr. Sci.*, vol. 5, no. 5, pp. 93-101, 2013.
- [26] Z. Ambang, B. Ndongo, D. Amayana, B. Djilé, J-P. Ngoh, G.M. Chewachong, "Combined effect of host plant resistance and insecticide application on the development of cowpea viral disease," *Australian Journal of Crop Science*, vol.3, no.3, pp.167-172, 2009.
- [27] D. Harahagazwe, J. Vermeulen and A. Niyomvo, Evolution d'un germoplasme européen de pomme de terre dans les conditions écologiques du Burundi, *Institut des Sciences Agronomiques de Burundi*, pp. 8, 1998.
- [28] M.-P. Dubé, Etude de la diversité génétique au sein des génomes nucléaire et chloroplastique chez les cinq races connues du *Striga gesnerioides*, une plante parasite d'importance mondiale, thèse de Doctorat en biologie végétale, pp.150, 2009.
- [29] R.L. Fery, The genetics of cowpea: a review of the world literature in cowpea research, production and utilization, pp. 25-62, 1985.
- [30] R.S. Pasquet et M. Fotso, Répartition des cultivars de niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. du Cameroun : influence du milieu et des facteurs humains, *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, nouvelle série*, no.36, vol. 2, pp. 93-143, 1994.
- [31] M-P. Dubé et A. Olivier, Le *Striga gesnerioides* et son hôte, niébé : interactions et méthodes de lutte. *Canada Journal Botanique*, no. 79, pp. 1225-1240, 2012.
- [32] R.S. Pasquet et J-P. Baudoin, Cowpea, *Tropical Plant Breeding*. CIRAD, Paris, pp. 177-198, 1997.
- [33] J.A. Landéo, M. Castélo and G. Forbes, "Screening for horizontal resistance to late blight in population," *Specialized technology document*, pp.11, 1997.
- [34] A. Diaga, W. Moctar et M.M. Cheikh, Criblage du niébé [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] pour la résistance au *Striga gesnerioides*, pp.40, 1999.