

Evaluation de la croissance et du rendement de quelques lignées de maïs (*Zea mays* L.) à l'infestation de *Striga hermonthica* (Del.) Benth dans le Nord du Bénin

Samuel Djidjoho Azonhoumon¹, Jhonn Logbo^{2*}, Alain Sèakpo Yaoitcha³, Abdoul-Madjidou Yacoubou¹, Appolinaire Adandonon¹

⁽¹⁾Université Nationale d'Agriculture (UNA). Unité de Recherche en Biotechnologies végétales, Production des cultures et Sciences des semences. Laboratoire des Sciences végétales, Horticoles et Forestières. Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière. BP 43 Kétou (Bénin)

⁽²⁾Université Nationale d'Agriculture (UNA). Unité de Recherche Horticole et d'Aménagement des Espaces Verts. Laboratoire des Sciences végétales, Horticoles et Forestières. Ecole d'Horticulture et d'Aménagement des Espaces Verts. BP 43 Kétou (Bénin). E-mail : jhonn_logbo@yahoo.fr

⁽³⁾Centre de Recherches Agricoles-Nord (CRA-N) d'INA. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. 01 BP 884 Cotonou (Bénin).

Reçu le 13 juillet 2020, accepté le 20 août 2020, publié en ligne le 12 septembre 2020

RESUME

Description du sujet. Dans le Nord du Bénin, la croissance et le rendement du maïs sont compromis par les attaques de *Striga* dont la vie parasitaire permet de prélever chez la plante hôte (maïs), l'eau, les éléments minéraux et les substances organiques nécessaires à son développement et sa production.

Objectif. L'objectif de l'étude est d'évaluer le développement végétatif et le rendement de 28 lignées de maïs face à l'infestation de *Striga hermonthica* en vue de sélectionner les variétés résistantes.

Méthodes. Le matériel végétal utilisé était constitué de vingt-huit différentes lignées de maïs provenant de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) d'Ibadan au Nigéria. Les semences de *S. hermonthica* ont été collectées dans les champs des producteurs de maïs au Nord du Bénin. Le dispositif expérimental utilisé était les Blocs Aléatoires Complètes (BAC) avec deux traitements et trois répétitions. Chaque répétition correspondait à un bloc de 28 parcelles élémentaires d'une ligne de 5 m comportant une lignée de maïs chacune. Une allée de 1 m séparait deux traitements consécutifs et 0,50 m séparait deux répétitions de même traitement. Chaque lignée de maïs était semée avec 8,50 g de sable + 0,085 g de graines de *Striga* par poquet. Les données obtenues (croissance et rendement) ont été analysées selon la procédure d'analyse de variance à l'aide du logiciel R au seuil de probabilité de 5 %.

Résultats. Les résultats obtenus ont montré que *S. hermonthica* a une influence hautement négative sur la croissance végétative et le rendement de 25 lignées de maïs. Les lignées TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225 ont montré une bonne performance végétative vis-à-vis de *Striga*. Pour les lignées infestées avec *Striga*, les rendements les plus élevés ($1,2 \pm 2,3$ t/ha ; $1,5 \pm 2,5$ t/ha et $1,7 \pm 2,8$ t/ha) en grains de maïs ont été respectivement obtenus avec les lignées TZISTR1225 ; TZISTR1162 ; TZISTR1177 ; et les plus faibles ($0,33 \pm 0,63$ t/ha ; $0,50 \pm 0,75$ t/ha et $0,70 \pm 0,90$ t/ha) avec les lignées TZISTR1181 ; 1368STR et TZISTR1010.

Conclusion. Au regard des résultats obtenus, les lignées TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225 qui sont performantes avec des rendements élevés, pourraient servir dans le programme de création des variétés tolérantes et résistantes au *Striga*. Des essais multi-locaux sont nécessaires avant la diffusion à grande échelle de ces lignées en milieu paysan.

Mots clés : Lignée de maïs, performance, *Striga hermonthica*, rendement, Bénin

ABSTRACT

Evaluation of development and productivity some maize lines (*Zea mays* L.) to *Striga hermonthica* (Del.) Benth infestation in North of Benin

Description of the subject. In the North of Benin, the development and productivity of maize are compromised by the attacks *Striga hermonthica* which parasitic life allows to take on the host plant water, some minerals and organic substances necessary for its development and production.

Objectives. The objective of the study is to evaluate the vegetative development and of the productivity/yield of 28 maize lines in on *S. hermonthica* infestation in order to select the resistant varieties.

Methods. The vegetal material used consisted of twenty eight 28 maize lines obtained from the International Institute of Tropical Agriculture of Ibadan in Nigeria. The seeds of *S. hermonthica* were collected in some maize producer's farm in the North of Benin. The experimental device used are a Complete Random Block (CRB) with two treatments and three repetitions. Each repetition contains a block of twenty eight (28) elementary plots of a 5 meter line with one line of corn each. A 1 meter aisle separates two consecutive treatments and 0.5 meter separates two repetitions of the same treatment. Each line of maize was sown with 8.5 g of sand - *Striga* or 0.085 g of *Striga* seeds per poquet - 8,415 g of sand per poquet. The data obtained (growth and productivity) were analysed according to the variation analysis procedure with the help of top R 5% probability software.

Results. The obtained results showed that *S. hermonthica* has a highly negative influence on the vegetative development and productivity of 25 maize lines. The TZISTR1162, TZISTR1177 and TZISTR1225 lines have shown a good vegetative performance applied to the *Striga*. For the infested lines with the *Striga*, the (productivity/yield) the most high (1.2 ± 2.3 ton/acre), (1.5 ± 2.5 ton/acre) and (1.7 ± 2.8 ton/acre) of maize grain have been respectively obtained with the TZISTR1225; TZISTR1162 and TZISTR1177 lines. And the lowest (0.33 ± 0.63 ton/acre), (0.50 ± 0.75 ton/acre) and (0.70 ± 0.90 ton/ acre) with the lines of TZISTR1181; 1368STR and TZISTR1010.

Conclusion. Taking into account the obtained results the lines TZISTR1162, TZISTR1177 and TZISTR1225 that are resistant with high productivity could be used in the creation program of tolerant and resistant to the *Striga* varieties. Multilocal trials are necessary before the large broadcasting of these lineages in rural areas.

Keywords : Maize lines, performance, *Striga hermonthica*, yield, Benin

1. INTRODUCTION

Le maïs (*Zea mays* L.) occupe dans le monde le troisième rang des céréales après le blé – *Triticum* sp et le riz – *Oryza* sp (Hiema, 2005) et est l'aliment de base le plus important en Afrique subsaharienne (Naitormbaide *et al.*, 2015). Smith *et al.* (1997) avaient prédit que le maïs deviendra une culture commerciale et assurera la sécurité alimentaire mieux que toute autre culture. Dans le Nord du Bénin par exemple, le maïs vient en deuxième position après le cotonnier – *Gossypium* sp en tant que culture de subsistance et de rente (Baco *et al.*, 2011). Il est utilisé au Bénin sous plusieurs formes suivant les différentes destinations. En alimentation humaine, les modes de consommations diffèrent suivant les régions et les catégories sociales (produit frais ou vert, graines sèches décortiquées et cuites, graines sèches moulues en farine ou semoule). Dans l'alimentation du bétail, le maïs entre dans la composition des provendes et des sous-produits tels que les sons, les tourteaux et les germes. Les tiges et feuilles ensilées sont également utilisées dans l'alimentation de bétail. Dans l'agro-industrie, le maïs entre dans la fabrication de boisson, les farines améliorées infantiles et adultes (Adégbola *et al.*, 2011).

Malgré l'importance que présente cette céréale pour la sécurité alimentaire, la culture du maïs en Afrique tropicale est caractérisée par une faible productivité due essentiellement à la baisse de la fertilité des sols et aux nombreuses contraintes abiotiques (climat, etc.) et biotiques (ravageurs, parasites et mauvaises herbes) (Lawane, 2010 ; Adégbola *et al.*, 2011 ; Kidinda *et al.*, 2015). Parmi les bioagresseurs du maïs, il y a *Striga hermonthica* qui est une plante qui parasite ses racines (Lawane, 2010). Cette plante de la famille

des Orobanchacées est un parasite des cultures annuelles d'importance majeure comme le riz, le maïs, le sorgho - *Sorghum bicolor* (L.) Moench et le mil - *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. L'infestation sévère de ces cultures peut entraîner une perte de production de l'ordre de 50 à 100 % (Watson *et al.*, 2007 ; Doggett, 1988 ; Sunda *et al.*, 2012). La perte financière entraînée par *S. hermonthica* est estimée à sept milliards de dollars américains annuellement et l'infestation affecte la vie de plus de 100 millions de personnes en Afrique (Badu-Apraku *et al.*, 2011).

Au Bénin, *S. hermonthica* (Del.) Benth se rencontre surtout en milieu paysan au Nord et au Sud du pays sur les champs de maïs causant une baisse considérable de rendement (Doggett, 1988). Dans certaines localités, l'infestation atteint un niveau si élevé que les paysans en sont contraints à abandonner la culture de maïs (Sunda *et al.*, 2012). L'importance des pertes de production subies par les cultures est liée au mode de vie parasitaire de *Striga hermonthica*. Après avoir germé à travers la racine de son hôte, le *Striga* développe en effet un suçoir, l'*haustorium*, qui se fixe sur l'une des racines de la céréale, la pénètre et établit une connexion entre les vaisseaux conducteurs de sève des deux plantes. Ceci permet au parasite de prélever chez la plante hôte l'eau, les éléments minéraux et les substances organiques nécessaires à son développement. Le *Striga* altère aussi l'activité photosynthétique des céréales.

Plusieurs méthodes de lutte, comme l'utilisation de stimulants de germination et d'herbicides, la pratique de rotation avec de faux hôtes et la sélection variétale n'ont donné jusqu'à maintenant que des résultats peu satisfaisants. En effet, les

herbicides et engrais organiques utilisés contre *S. hermonthica* demandent des moyens technologiques et financiers très coûteux que le paysan africain n'est pas en mesure de supporter (Lawane, 2010). Les méthodes de lutte pratiquées par les paysans comprennent le sarclage manuel et l'utilisation des pesticides de synthèse. Cependant, aucune de ces méthodes de lutte lorsqu'elle est utilisée seule n'est efficace dans la réduction de la population de *S. hermonthica*.

En effet, de nombreuses variétés de maïs sont cultivées en Afrique en général et au Bénin en particulier; l'évaluation de leur capacité de résistance ou de tolérance vis-à-vis du *S. hermonthica* s'avère indispensable.

L'objectif général de l'étude est d'améliorer la production du maïs dans le Nord-Bénin où les champs sont attaqués par la mauvaise herbe *S. hermonthica* entraînant ainsi des pertes importantes de rendement. De façon spécifique, l'étude vise à sélectionner les lignées de maïs performantes et tolérantes au *S. hermonthica* dans les conditions culturales du Nord du Bénin.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

L'étude a été réalisée au Centre de Recherches Agricoles Nord (CRA-Nord) basé à Ina dans la commune de Bembèrèkè situé entre la longitude 09°57' E et la latitude 02°43' N. Le climat est de type soudano-guinéen marqué par une saison sèche de novembre à mai et une saison pluvieuse qui va de juin au mois d'octobre. La température en saison de culture (pluies) se situe entre 30 °C et 31 °C. La quasi-totalité du sol de site est de type ferrugineux tropical à concrétions, formés sur des matériaux issus du granite calco-alcalin. Ce sol est fragile et sensible à l'érosion (Houngnihin, 2006). Le niveau de fertilité de ce sol est moyen, caractérisé par une teneur en matière organique variant entre 1 et 1,5 %, une teneur en phosphore assimilable entre 10 et 15 ppm et la somme des bases échangeables entre 5 et 7,5 méq/100 g de sol (Igué *et al.*, 2015). La pluviométrie moyenne annuelle en régression varie entre 200 mm et 1800 mm. L'amplitude thermique annuelle moyenne était de 6 °C, l'humidité relative varie entre 70 et 90 % en saison des pluies et baisse de 30 à 50 % à partir de novembre, mars et avril.

2.2. Matériel

Le matériel végétal testé était constitué de vingt-huit lignées de maïs (Tableau 1) venues de l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) d'Ibadan au Nigéria.

Tableau 1. Lignées de maïs utilisées pendant l'essai

Lignées de maïs		
TZISTR1177 ;	TZISTR1174 ;	TZISTR1163 ;
TZISTR1166 ;	TZISTR1261 ;	TZISTR1181 ;
TZISTR1186 ;	TZISTR1190 ;	TZISTR1192 ;
TZISTR1199 ;	TZISTR1205 ;	TZISTR1231 ;
TZISTR1232 ;	TZISTR1244 ;	TZISTR1259 ;
TZISTR1262 ;	TZISTR1159 ;	TZISTR1160 ;
TZISTR1162 ;	TZISTR1119 ;	TZISTR1132 ;
TZISTR1137 ;	TZISTR1223 ;	TZISTR1225 ;
TZISTR1010 ;	5057 ; 9540 ;	1368STR

Les semences de *S. hermonthica* ont été collectées dans les champs des producteurs de maïs au Nord du Bénin dans la première décade du mois de février de l'année 2018 (Figure1).



Figure 1. Semences de *Striga hermonthica*

2.3. Méthodes

L'essai a été installé sur les parcelles de STMA (Stress Tolerance Maiz for Africa) au Centre de Recherches Agricoles Nord d'Ina pendant la saison de pluies 2018. La préparation du lit de semis s'est faite avec le tracteur dont la profondeur moyenne de labour était de 15 cm. Le dispositif expérimental utilisé était les Blocs Aléatoires Complets (BAC) de deux traitements (lignées de maïs infestées et non infestées de *S. hermonthica*). Chaque traitement était répété trois fois. En effet, chaque répétition a été représentée par un bloc comportant vingt-huit parcelles élémentaires d'une ligne de 5 m comportant chacune une lignée de maïs. Une allée de 1 m séparait deux traitements consécutifs et 0,5 m séparait deux répétitions de même traitement. Deux facteurs ont été étudiés : (i) **Facteur 1** (Infestation de *S. hermonthica* (2 niveaux) : sans infestation de *S. hermonthica* et sous infestation de *S. hermonthica*), (ii) **Facteur 2** (Lignées de maïs - 28 niveaux).

Les parcelles élémentaires contenues dans les blocs ont été séparées entre elles par des allées de 0,75 m. L'essai a été installé sur une superficie de 748 m² soit 34 m de long sur 22 m de large. Après la levée, le démariage a permis de garder deux plants par

poquets aux écartements de 0,75 m entre les lignes et 0,5 m entre les poquets sur chaque parcelle élémentaire d'une ligne de 5 m. Pour les parcelles sous infestation de *S. hermonthica*, le semis a porté sur 78,54 g de *S. hermonthica* mélangé avec 7,78 kg de sable fin pour 924 poquets. Ainsi, pour chaque lignée de maïs, le semis a été réalisé avec 8,5 g de sable + 0,08 g de graines de *S. hermonthica*. L'entretien était essentiellement consacré au sarclage et au sarclo-buttagé. Pour une meilleure évaluation de l'effet de *S. hermonthica* sur les paramètres végétatifs et le rendement des lignées de maïs, une classification hiérarchique (CH) a été effectuée à partir de 14 paramètres suivants : PLST (Nombre de plants de lignées de maïs à la levée), POLLEN (Date d'apparition des inflorescences mâles), DYSK (Date d'apparition des inflorescences femelles), PLHT (Hauteur d'insertion des fleurs mâles), EHT (Hauteur d'insertion des fleurs femelles), PLST (Nombre de plants de lignées de maïs à la levée), PHARV (Nombre de plants de lignées de maïs avant la récolte), EHARV (Nombre d'épis par lignée de maïs), FWT (Poids des épis par lignée de maïs), GWT (Poids des grains par lignée de maïs), MOIST (Taux d'humidité des grains), SL (Vulnérabilité des chaumes et racines aux termites et à la verse), PASP (Aspect des feuilles) et EASP (Aspect des épis).

Pour décrire les liens entre les paramètres des lignées de maïs infestées et de donner les caractéristiques de chaque groupe de lignées, une Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée à l'aide du logiciel R version 3.0.2.

3. RESULTATS

3.1. Classification hiérarchique des lignées du maïs

La classification hiérarchique a permis de regrouper les 28 lignées de maïs en quatre (04) groupes statistiquement homogènes. L'analyse des tableaux 2 et 3 révèle quatre groupes très distincts de lignées de maïs, mais les lignées de chaque groupe sont statistiquement similaires au sein du groupe.

Les résultats d'analyse de variance comparant les quatre groupes pour chacun des paramètres indiquent des différences significatives entre les groupes ($p < 0,05$) pour les paramètres suivants : la date d'apparition des inflorescences (mâle, femelle et le début de 50 % d'inflorescences mâle et femelle : POLLEN, DYSK), la hauteur d'insertion des fleurs mâles et femelles (PLHT, EHT), le nombre de plants de lignées de maïs à la levée et avant la récolte (PLST, PHARV), le poids des épis par lignée de maïs (FWT) et le poids des grains par lignée de maïs (GWT).

Tableau 2. Classification hiérarchique des 28 lignées de maïs non infestées

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
5057	9540	TZISTR1119	TZISTR1159
1368STR	TZISTR1166	TZISTR1137	TZISTR1174
TZISTR1010	TZISTR1186	TZISTR1160	TZISTR1190
TZISTR1132	TZISTR1231	TZISTR1162	TZISTR1192
TZISTR1163	TZISTR1232	TZISTR1177	TZISTR1199
TZISTR1181		TZISTR1223	TZISTR1205
TZISTR1259		TZISTR1225	TZISTR1244
TZISTR1261			
TZISTR1262			

Le Groupe 1 représente les lignées de maïs ayant fait apparaître les inflorescences mâles (65 jours après le semis), femelles (67 jours après le semis) et début de 50 % des inflorescences (20 plants/28), une hauteur d'insertion des fleurs mâles (69,61 cm au-dessus du sol) et femelles (24,54 cm au-dessus du sol), un bon aspect des feuilles avec un rendement moyen en grains de maïs de 1,2 t/ha.

Le Groupe 2 indique les lignées de maïs dont les épis ont une grosseur acceptable avec un rendement moyen en grains de maïs de 1,1 t/ha.

Le Groupe 3 représente les lignées de maïs avec un bon aspect (vert foncé) des feuilles, n'ayant connu aucun retard dans l'apparition des inflorescences mâles (64 jours après le semis), femelles (67 jours après le semis) et le début de 50 % des inflorescences, une hauteur d'insertion des fleurs mâles (90,41 cm au-dessus du sol) et femelles (36,60 cm au-dessus du sol), un rendement en grains de maïs de 2,8 t/ha, un poids moyen des grains de maïs de 0,19 g/grain, un bon aspect des épis, deux épis par plant et un bon enracinement pour résister à la verse.

Le groupe 4 concerne les lignées de maïs ayant une hauteur d'insertion des fleurs mâles (46,24 cm au-dessus du sol) et femelles (17,09 cm au-dessus du sol) et un rendement moyen en grains de maïs de 1,3 t/ha.

Tableau 3 : Classification hiérarchique des 28 lignées de maïs infestées

Groupes lignées de maïs infestées			
Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4
5057	9540	TZISTR1119	TZISTR1190
TZISTR1132	1368STR	TZISTR1137	
TZISTR1159	TZISTR1010	TZISTR1160	
TZISTR1163	TZISTR1162	TZISTR1223	
ZISTR1174	TZISTR1166		
TZISTR1186	TZISTR1177		
TZISTR1192	TZISTR1181		
TZISTR1199	TZISTR1205		
TZISTR1231	TZISTR1225		
TZISTR1232	TZISTR1244		
	TZISTR1259		
	TZISTR1261		
	TZISTR1262		

Le groupe 1 représente les lignées de maïs qui ont connu de retard dans l'apparition des inflorescences mâles (68 jours après le semis), femelles (75 jours après le semis) et moins de 50 % des inflorescences (11 plants/28 plants), une faible hauteur d'insertion des fleurs mâles (68,62 cm au-dessus du sol) et femelles (25,02 cm au-dessus du sol), une couleur jaunâtre suivi du dessèchement des feuilles et un faible rendement en grains du maïs de 0,45 t/ha.

Le groupe 2 concerne les lignées de maïs qui ont un bon aspect (vert foncé) des feuilles, n'ayant connu aucun retard dans l'apparition des inflorescences mâles (66 jours après le semis), femelles (70 jours après le semis) et début de plus de 50 % des inflorescences (24 plants/28 plants), une bonne hauteur d'insertion des fleurs mâles (90,41 cm au-dessus du sol) et femelles (36,60 cm au-dessus du sol), un rendement élevé en grains de maïs de 2,8 t/ha, un poids moyen des grains de maïs de 0,10 g/grain, un bon aspect des épis, deux épis par plant de maïs et un bon enracinement pour résister à la verse.

Le groupe 3 représente les lignées de maïs avec un nombre important de plants de maïs morts avant la récolte (12 plants/28), plusieurs lignées de maïs sont sans épis (18 plants/28), de faible poids (0,05 g/grain) et avec un très faible rendement (0,34 t/ha).

Le groupe 4 représente les lignées de maïs ayant des tiges rabougries, très chétives et avec très peu d'épis.

3.2. Effet de *S. hermonthica* sur les paramètres végétatifs des lignées de maïs

L'influence de *S. hermonthica* sur les paramètres végétatifs du maïs est présentée au tableau 4. Les coefficients de détermination les plus élevés ont été obtenus pour les paramètres ci-après : le nombre de plants de lignées de maïs à la levée et avant la récolte (PLST, PHARV) ; la date l'apparition des inflorescences (mâles, femelles et début de 50 % d'inflorescences mâle et femelle : POLLEN, DYSK) et la hauteur d'insertion des fleurs mâles et femelles (PLHT, EHT). En effet, le coefficient de détermination (R^2) mesure la part des variations entre les groupes de lignées de maïs qui est expliqué par le paramètre considéré. Ainsi, plus la valeur de ce coefficient est élevée, plus ce paramètre est important dans la discrimination des groupes de lignées pour les paramètres qualitatifs.

En se basant sur le coefficient de détermination et de la significativité des variables entre les différents groupes de lignées de maïs des deux tableaux, il s'avère que *S. hermonthica* a une influence sur les paramètres végétatifs et plus particulièrement sur le nombre de plants de lignées de maïs à la levée (PLST), le nombre d'épis par lignée (EHARV), le taux d'humidité dans les grains (MOIST), la vulnérabilité des chaumes et racines aux termites et à la verse (SL) et l'aspect des feuilles (PASP).

Tableau 4 : Résultats d'analyse de variance des paramètres physiologiques et morphologiques des lignées de maïs infestées

Groupe		PLST	DYSK	POLLEN	PLHT	EHT	PHARV	EHARV	FWT	GWT	MOIST	SL	PASP	EASP
Groupe1	M	11,37	70,30	66,87	68,62	25,02	10,57	7,90	0,16	0,14	9,40	3,37	4,50	2,93
	Sd	3,44	1,76	1,74	4,04	1,16	3,60	3,22	0,07	0,06	1,81	0,64	1,56	0,54
Groupe2	M	12,23	70,31	66,90	101,77	40,73	10,80	7,92	0,23	0,17	9,10	2,10	2,44	2,87
	Sd	2,79	2,40	2,56	4,65	4,29	2,82	2,01	0,08	0,07	1,49	0,66	1,70	0,60
Groupe3	M	11,92	69,58	66,50	101,08	39,48	12,50	10,50	0,31	0,27	9,81	2,58	6,25	3,34
	Sd	2,63	1,53	1,64	6,02	7,83	2,70	4,40	0,11	0,06	0,84	0,32	1,20	0,61
Groupe4	M	2,67	47,33	46,00	40,56	15,11	1,67	1,00	0,03	0,03	6,70	1,33	2,80	3,67
	Sd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
R-carré (R^2)		0,18	0,80	0,75	0,90	0,62	0,19	0,18	0,29	0,32	0,01	0,27	0,15	0,12
Probabilité		0,467	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	0,052	0,010	0,005	0,354	0,014	0,073	0,107

Légende : PLST (Nombre de plants de lignées de maïs à la levée), POLLEN (Date d'apparition des inflorescences mâles), DYSK (Date d'apparition des inflorescences femelle), PLHT (Hauteur d'insertion des fleurs mâles), EHT (Hauteur d'insertion des fleurs femelles), PLST (Nombre de plants de lignées de maïs à la levée), PHARV (Nombre de plants de lignées de maïs avant la récolte), EHARV (Nombre d'épis par lignée de maïs), FWT (Poids des épis par lignée de maïs), GWT (Poids des grains par lignée de maïs), MOIST (Taux d'humidité des grains), SL (Vulnérabilité des chaumes et racines aux termites et à la verse), PASP (Aspect des feuilles), EASP (Aspect des épis).

3.2. Relation entre les paramètres végétatifs des lignées de maïs

Les résultats de la figure 2 indiquent que les deux premières composantes principales concentrent respectivement 92,45 % et 7,16 %, soit au total 99,61 % des variations du tableau de la caractérisation des groupes des infestés, ce qui est suffisant pour garantir une précision d'interprétation. L'analyse des corrélations entre les paramètres végétatifs dans chacune des composantes principales révèle qu'à l'exception des paramètres de vulnérabilité des chaumes et racines aux termites et à la verse (SL) ; l'aspect des feuilles (PASP) et des épis par lignée de maïs (EASP) qui sont faiblement (2,10 ; 2,44 et 2,87) représentés sur la deuxième composante principale, tous les autres paramètres sont bien représentés sur la première composante principale.

L'axe 1 est donc considéré comme l'axe des paramètres ci-après : le nombre de plants de lignées de maïs à la levée (PLST), la date d'apparition des inflorescences (mâle, femelle et début de 50 % d'inflorescences mâle et femelle : POLLEN et DYSK), la hauteur d'insertion des fleurs mâles et femelles (PLHT, EHT), le nombre de plants de lignées de maïs à la récolte (PHARV), le nombre d'épis par ligne (EHARV), le poids des épis par lignée de maïs (FWT), le poids des grains par lignée de maïs (GWT) et le taux d'humidité dans les grains (MOIST).

L'axe 2 est celui des paramètres de la vulnérabilité des chaumes et racines aux termites et à la verse (SL) et l'aspect des épis par lignée de maïs (EASP).

Par ailleurs, la projection des groupes de lignées de maïs dans le plan formé par CP1 et CP2, révèle que les lignées de maïs des groupes 2 et 3 (tableau 2) sont celles ayant de fortes valeurs pour tous les paramètres à l'exception de la vulnérabilité des chaumes et racines aux termites et à la verse (SL) qui donne 2,10, tandis que les lignées du groupe 4 présentent de faibles valeurs pour tous les paramètres. Les lignées de maïs du groupe 1 ont une valeur moyenne pour le paramètre vulnérabilité des chaumes et des racines aux termites et à la verse (SL). De fortes valeurs ont été obtenues pour tous les autres paramètres. En effet, les lignées de maïs des groupes 2 et 3 sont celles dont les paramètres végétatifs ne subissent pas de grande influence de *S. hermonthica*.

Dans l'optique de sélectionner les lignées de maïs plus performantes et tolérantes au *S. hermonthica*, seules les lignées de maïs du groupe 3 issues de celles non infestées et du groupe 2 issues de celles infestées par *S. hermonthica* peuvent être choisies. Il s'agit de trois principales lignées suivantes : TZISTR1162, TZISTR117 et TZISTR1225.

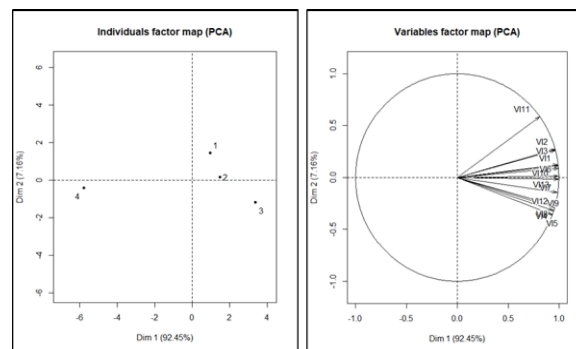


Figure 2. Projection des 28 lignées de maïs infestées dans les plans 1-2 de l'Analyse en Composantes Principales

3.3. Rendements en grains des lignées de maïs

Les résultats d'analyse statistique de la variation des rendements en grains de maïs des lignées du groupe 2 (Tableau 5) révèlent que *S. hermonthica* a une influence significative sur les rendements en grains de ces lignées de maïs.

Tableau 5 : Variation des rendements en grains de maïs des lignées du groupe 2 infestées avec *S. hermonthica*

Lignées de maïs infestées du groupe 2	Coefficient (Erreur type)	Rendements (t/ha) (Statistique de t Student)	Probabilité de significativité
9540	0,10 (0,07)	0,95 ± 1,03	0,009
1368STR	0,05 (0,06)	0,50 ± 0,75	0,002
TZISTR1010	0,06 (0,03)	0,70 ± 0,90	0,068
TZISTR1162	0,23 (0,08)	1,5 ± 2,5	0,002
TZISTR1166	0,05 (0,04)	0,45 ± 0,84	0,035
TZISTR1177	0,23 (0,08)	1,7 ± 2,8	0,001
TZISTR1181	0,04 (0,02)	0,33 ± 0,63	0,519
TZISTR1205	0,12 (0,06)	0,83 ± 1,07	0,008
TZISTR1225	0,16 (0,05)	1,2 ± 2,3	0,003
TZISTR1244	0,08 (0,04)	0,90 ± 1,40	0,005
TZISTR1259	0,90 (0,05)	0,86 ± 1,01	0,009
TZISTR1261	0,08 (0,07)	0,95 ± 1,20	0,007
TZISTR1262	0,04 (0,05)	0,94 ± 0,94	0,004

Les rendements les plus élevés (1,2 ± 2,3 t/ha ; 1,5 ± 2,5 t/ha et 1,7 ± 2,8 t/ha) en grains de maïs ont été respectivement obtenus avec les lignées TZISTR1225 ; TZISTR1162 ; TZISTR1177 ; et les plus faibles (0,33 ± 0,63 t/ha ; 0,50 ± 0,75 t/ha et 0,70 ± 0,90 t/ha) avec les lignées TZISTR1181 ; 1368STR et TZISTR1010.

4. DISCUSSION

Striga hermonthica (Del) Benth est un véritable fléau dans plusieurs régions du continent africain. Cette mauvaise herbe s'attaque en effet à plusieurs cultures céréalières, auxquelles elle inflige des dommages qui provoquent une diminution importante de leur rendement.

Les résultats des tests statistiques en rapport avec l'infestation des lignées de maïs par *S. hermonthica* ont montré qu'il y a une différence significative entre les différents groupes des lignées de maïs. En effet, les paramètres végétatifs des lignées de maïs des groupes 1, 3, 4 et certains du groupe 2 sont fortement influencés par *S. hermonthica*. Des résultats semblables ont été obtenus par Yallou *et al.* (2010) et Badu-Aprakou *et al.* (2011) qui ont montré que les paramètres végétatifs comme le nombre de plants de lignées de maïs à la levée et avant la récolte (PLST, PHARV), la date d'apparition des inflorescences (mâle, femelle et début de 50 % inflorescence mâle et femelle : POLLEN, DYSK) et l'aspect des feuilles ont été significativement influencés par *S. hermonthica* pour les 25 lignées de maïs (5057, TZISTR1132, TZISTR1159, TZISTR1163, ZISTR1174, TZISTR1186, TZISTR1192, TZISTR1199, TZISTR1231, TZISTR1232, 9540, 1368STR, TZISTR1010, TZISTR1166, TZISTR1181, TZISTR1205, TZISTR1244, TZISTR1259, TZISTR1261, TZISTR1262, TZISTR1119, TZISTR1137, TZISTR1160, TZISTR1223, TZISTR1190) par rapport aux témoins non infestés. Cette influence se manifeste par une inhibition de la levée des plantules de maïs, le dessèchement et le rabougrissement des plants, le changement de la couleur verte des feuilles en jaune, l'apparition précoce des fleurs mâles et femelles et finalement la perte d'un grand nombre de plants. Les résultats de cette étude ont indiqué que les paramètres végétatifs des lignées TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225 sont faiblement influencés par *S. hermonthica*. Ces lignées ont montré une bonne performance et une tolérance acceptables vis-à-vis du *S. hermonthica*. Elles peuvent donc être utilisées pour l'obtention des variétés hybrides.

Les résultats de l'étude indiquent que *S. hermonthica* a considérablement influencé les paramètres morphologiques des lignées de maïs. De même, des différences hautement significatives ont été enregistrées sur les comportements des lignées de maïs infestées et non infestées. Il a été remarqué que pour les paramètres tels que la hauteur d'insertion des fleurs mâles et femelles (PLHT, EHT), l'aspect des feuilles (PASP), la vulnérabilité des chaumes et des racines aux termites et à la verse (SL), le recouvrement des épis par les spathes (RL), le nombre d'épis par ligne (EHARV), l'aspect des épis par lignée de maïs (EASP), le

poids des épis par lignée de maïs (FWT), le poids des grains par lignée de maïs (GWT) et le taux d'humidité dans les grains (MOIST) des lignées de maïs des groupes 1 ; 3 ; 4 ; et certaines du groupe 2 ont subi une forte influence de *S. hermonthica* sauf les lignées (TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225) dont ces paramètres ont été faiblement influencés par cette mauvaise herbe.

Il convient de signaler qu'après la classification hiérarchique, trois lignées de maïs figurent parmi les meilleures (lignées de maïs non infestées) et qui après infestation par *S. hermonthica*, elles se trouvent encore parmi les lignées de maïs performantes et résistantes au *S. hermonthica*. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Chabi *et al.* (2007), Fakorede et Hinvi (2008) et Aïhou *et al.* (2010) qui ont fait les mêmes constats. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que *S. hermonthica* est une mauvaise herbe très sévère qui se fixe directement sur les racines des plants de maïs et puise ainsi les éléments nutritifs et affecte ainsi les stades de développement en affaiblissant la plante (Adango *et al.*, 2003). Les autres mauvaises herbes qui envahissent le champ du maïs ont des systèmes racinaires qui ne se fixent pas sur celui du maïs et puisent donc leurs éléments nutritifs directement au sol (Gbèhounou et Adango, 2003). En effet, l'obtention des faibles valeurs par les trois lignées de maïs (TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225) sur chacun des paramètres végétatifs vient confirmer leur performance après l'infestation par *S. hermonthica*.

Les meilleurs rendements en maïs grains ont été obtenus chez les trois lignées de maïs suivantes : TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225. Les rendements ($1,2 \pm 2,3$ t/ha ; $1,5 \pm 2,5$ t/ha et $1,7 \pm 2,8$ t/ha) en grains de maïs enregistrés dans le cadre de la présente étude corroborent ceux obtenus par Adégbola *et al.* (2004), Karama *et al.* (2004) et Yallou *et al.* (2010) confirmant la meilleure résistance de ces lignées au *S. hermonthica*. Au regard des performances développées par des lignées de maïs TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225, il est apparu qu'elles peuvent donc être utilisées pour créer les variétés hybrides performantes et tolérantes au *S. hermonthica*.

5. CONCLUSION

Cette étude qui a été menée au Centre de Recherches Agricoles Nord d'Ina a permis d'évaluer le comportement végétatif et le rendement de 28 lignées de maïs provenant de l'IITA Ibadan à l'infestation de *S. hermonthica* dans le Nord-Bénin. Les résultats obtenus ont montré que *S. hermonthica* influence négativement les paramètres végétatifs et le rendement des lignées de maïs. Les résultats de l'étude ont permis de sélectionner statiquement trois lignées de maïs

dont TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225 qui sont performantes et tolérantes à l'infestation de *S. hermonthica*. Ces lignées ont présenté de bonnes performances concernant tous les paramètres mesurés par rapport aux autres lignées qui sont très sensibles aux attaques de *S. hermonthica*. Les rendements obtenus avec ces trois lignées (TZISTR1162, TZISTR1177 et TZISTR1225) sont respectivement de $1,2 \pm 2,3$ t/ha ; $1,5 \pm 2,5$ t/ha et $1,7 \pm 2,8$ t/ha. D'après la résistance/tolérance développées par ces trois lignées de maïs face à l'infestation de *Striga hermonthica*, les études sur le croisement entre ces lignées en vue de la création des variétés hybrides du maïs résistantes/tolérantes au *Striga hermonthica* qui est une mauvaise herbe qui sévit dans les champs du maïs au Nord du Bénin sont nécessaires.

Références

- Adango E., Hinvi J. C. & Nonfon R., 2003. Sowing date or transplanting as components for integrating *S. hermonthica* control in grain-cereal crops. *Crops Protection* 23(2004), 379-386.
- Adegbola P. Y & Aboubakry S., 2004. *Sensibilité de quelques variétés de maïs cultivées dans la vallée du fleuve Sénégal au mauvaise Striga hermonthica*, 30 p.
- Adegbola P. Y., Gbèhounou G. & Toukourou A.M., 2011. Evaluation des variétés améliorées de maïs EVD T 97 STR C1 et TZEE W SR (Variété extra précoce) dans les zones infestées par *Striga hermonthica* au sud Bénin. *Bulletin de recherche Agronomique du Bénin*, n° 45.
- Aïhou S.T., Ekraekene T. & Akinneye J.O., 2010. Laboratory evaluation of four medicinal plants as protectants against the maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Mots.). *African Journal of Biotechnology*, 5 (21), 2032–2036.
- Baco I., Blum A. 2011. *Place de maïs au nord du Bénin*. Bulletin de recherche Agronomique du Bénin, n° 12, 20 p.
- Badu-Aprakou B., Ewool M. & Yallou C. G., 2011. Registration of *Striga* Resistant Tropical Extra-Early Maize Population. *Journal of Plant Registration*, 4(1), 60-68.
- Chabi S.J., Boersma, M.G. Alink, G.M. VanLoon, J.J.A. Huis A., Dicke M. & Rietjens I.M.C.M., 2007. Safety evaluation of neem (*Azadirachta indica*) derived pesticides. *Journal of Ethnopharmacology*, 94, 25-41.
- Doggett H. J., 1988. *Protection des grains au cours du stockage contre les ravageurs dans la zone sahélienne (cas de l'Extrême Nord du Cameroun)*. Rapport final, Réseau Raft-AHT, 32 p.
- Fakorede A. & Hinvi J., 2008. *Physiologie de plusieurs espèces au Bénin*, 10 p.
- Gbèhounou G. & Adango E., 2003. Trap crops of *S. hermonthica* in vitro identification and effectiveness in situ. *Crops Protection* 22 (2003), 395-404.
- Hougnihin A. R., 2006. *Monographie de la Commune de Bembèrèkè*. Programme de soutien de démarrage des communes, 28 p.
- Hiema S. C., 2005. *Caractérisation et classification de lignées de maïs (Zea mays L.)*. Mémoire de fin de cycle. IDR, UPB, Bobo- Dioulasso, Burkina Faso, 71 p.
- Igue A. M., Adjanonhoun A., Aïhou C. & Mensah G. A., 2015. Aptitude climatique et état de fertilité des sols des différentes zones agroécologiques pour la production du maïs au Bénin. In: *Atelier Scientifique Spécial du Projet de Productivité Agricole de l'Afrique de l'Ouest (PPAAO)*, INRAB-Bénin, 10 p.
- Karama A. Y. & Fayalo G., 2004. Methods of plants breeding for drought resistance. In agriculture. *Drought resistance in Plant Physiological and genetic aspect*, 153-190.
- Kidinda N., Kaushik N., Kumar J., Koul O. & Parmar B., 2015. In: *Singh RP (ed) World Maize Conf. Oxford and IBHCO, New Delhi*, 207 p.
- Lawane G., 2010. *Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains et la lutte contre S. hermonthica (Del.)*. *Savanes africaines en développement innover pour durer*. Garoua, Cameroun, Cirad, 8 p.
- Naitormbaide F., Philogène B.J.R., Armson J.T. & Lambert J.D.H., 2015. *Sélection inter et intra variétale pour la résistance à la sécheresse en cours de culture chez le maïs (Zea mays L.)*. Mémoire de fin de cycle d'ingénieur du développement rural, IDR/UPB, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 79 p.
- Smith J., Sprague G. F. & Eberhart A., 1997. *Corn breeding in Improvement*. Number 18 in the series AGRONOMY. *American Society of Agronomy*, 305-354.
- Sunda W., Ochuodho J., Ngode L., Okalebo J. R., Othieno C. O., Nekesa A. O. & Kipkoech A. K., 2012. Development of integrated *Striga* management package to improve maize production in Western Kenya. *Third RUFORUM Biennial Meeting 24 - 28 September 2012, Entebbe, Uganda*, 375-381.
- Waston D. & Akinneye J.O., 2007. Mode of action and variability in efficacy of plant essential oils showing toxicity against the poultry red mite. *Dermanyssus gallinae*. *Vet. Parasitol.*, 276-282.
- Yallou C. G., Badu-Apraku B. & Menkir A., 2010. *Création de deux populations précoces de maïs résistantes au S. hermonthica et tolérantes à la sécheresse*. Fiche technique. Dépôt légal N°4923 du 03/12/89.