

EVALUATION DE 36 ACCESSIONS PROMETTEUSES DE SORGHO [SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH] SOUS INFESTATION ARTIFICIELLE DE *STRIGA HERMONTHICA* DEL. BENTH EN CÔTE D'IVOIRE

LEDJOUE. DEDE¹, HUGUESA. N'DA², SYLVERE R. SIE² LOUISE M. AKANVOU³

¹Université Nangui Abrogoua (UNA), Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire, e-mail : etiennedede.ed88@gmail.com

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Km 17, Rte de Dabou. 01 BP 1740 Abidjan, Côte d'Ivoire, e-mail : ndahuguesannicet@gmail.com

²Université Nangui Abrogoua (UNA), Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire, e-mail : sieraoul@yahoo.fr

³Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Km 17, Rte de Dabou. 01 BP 1740 Abidjan, Côte d'Ivoire, e-mail : makanvou@gmail.com

* Auteur correspondant ; E-mail: ndahuguesannicet@gmail.com

RESUME

Trente-six accessions de *Sorghum bicolor* (L.) Moench ont été évaluées sous infestation artificielle de *Striga hermonthica* à Ferkessédougou, en Côte d'Ivoire, en 2019 et 2020. Les essais ont été réalisés sur une parcelle de 0,3136 ha de superficie, suivant un dispositif en blocs aléatoires complets avec trois répétitions. Onze paramètres quantitatifs relatifs à la croissance du striga, et au rendement ont été mesurés. Les analyses de variance ont indiqué une forte diversité entre les accessions de sorgho infestées. La CHA et l'AFD ont révélé une structuration en trois groupes d'accessions de sorgho. Le groupe G1 (N = 5 accessions), moyennement tolérant a présenté un nombre de striga émergés élevé à la 10e SAS (27,403 ± 3,281 plants de striga/plante de sorgho) et un rendement grain intermédiaire (291,815 ± 31,586 kg/ha). Le groupe G2 (N = 7 accessions), potentiellement tolérant a exprimé un nombre de striga émergés moyen à la 10e SAS (14,948 ± 2,629 plants de striga/plante de sorgho) et un rendement grain plus élevé (445,917 ± 53,538 kg/ha). Le groupe G3 (N = 24 accessions), potentiellement sensible a exprimé un nombre de striga émergés moyen à la 10e SAS (12,697 ± 1,396 plants de striga/plante de sorgho) et un rendement grain très faible (260,201 ± 25,731 kg/ha). Ces résultats constituent une base pour la sélection d'accessions de sorgho tolérantes à *Striga hermonthica* en Côte d'Ivoire.

Mots clés : Côte d'Ivoire, *Sorghum bicolor*, *Striga hermonthica* et tolérance

Citation : DEDE Ledjou E., N'DA Hugues A., SIE Sylvère R., AKANVOU Louise M., 2024, Evaluation de 36 accessions prometteuses de sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] sous infestation artificielle de *Striga hermonthica* Del. Benth en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 2024, 36 (1), pp 1 - 12.

ABSTRACT

EVALUATION OF 36 PROMISING ACCESSIONS OF SORGHUM [*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH] UNDER ARTIFICIAL INFESTATION WITH *STRIGA HERMONTHICA* DEL. BENTH IN IVORY COAST

Thirty-six accessions of *Sorghum bicolor* (L.) Moench were evaluated under artificial infestation of *Striga hermonthica* in Ferkessédougou, Ivory Coast in 2019 and 2020. The trials were carried out on a plot of 0.3136 ha in area following a complete randomized block design with three repetitions. Eleven quantitative parameters relating to *Striga* growth and yield were measured. Analyzes of variance indicated high diversity among infested sorghum accessions. The CHA and AFD revealed a structure into three groups of sorghum accessions. The G1 group (N = 5 accessions), moderately tolerant, presented a high number of emerged striga at the 10th SAS (27,403 ± 3,281 striga plants/sorghum

plant) and an intermediate grain yield ($291,815 \pm 31,586$ kg/ha). The G2 group ($N = 7$ accessions), potentially tolerant, expressed an average number of emerged striga at the 10th SAS ($14,948 \pm 2,629$ striga plants/sorghum plant) and a higher grain yield ($445,917 \pm 53,538$ kg/ha). The G3 group ($N = 24$ accessions), potentially sensitive, expressed an average number of emerged striga at the 10th SAS ($12,697 \pm 1,396$ striga plants/sorghum plant) and a very low grain yield ($260,201 \pm 25,731$ kg/ha). These results constitute a basis for the selection of sorghum accessions tolerant to *Striga hermonthica* in Ivory Coast.

Key words: Côte d'Ivoire, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, *Striga hermonthica* (Del.) Benth and tolerance

Citation : DEDE Ledjou E., N'DA Hugues A., SIE Sylvère R., AKANVOU Louise M., 2024, Evaluation de 36 accessions prometteuses de sorgho [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] sous infestation artificielle de *Striga Hermonthica* Del. Benth en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 2024, 36 (1), pp 1 - 12.

Soumis : 10/10/2023 | Accepté : 15/02/2024 | Online : 30/04/2024

INTRODUCTION

Le sorgho cultivé [*Sorghum bicolor* (L.) Moench (1794)], est une céréale de la famille des Poaceae, de la sous-famille des Panicoideae et de la tribu des Andropogoneae (USDA-ARS, 2012). Plante aux multiples usages, le sorgho est cultivé entre le 8° et le 11° degré de latitude Nord par les populations autochtones, en saison pluvieuse, en culture pure ou en association culturale (Beninga, 2014). La production nationale estimée à 63 000 t/an sur une superficie emblavée de 88 752 ha fait de cette spéculatation la quatrième graminée céréalière la plus cultivée et consommée (FAOSTAT, 2017). En dépit de son importance, les rendements annuels généralement compris entre 400 et 500 kg/ha sont encore faibles. Cette situation est principalement due à la présence de *Striga* spp, une herbe parasitaire.

Originaire d'Afrique, les *Striga* sont des hémiparasites obligatoires des céréales et des légumineuses, appartenant à la famille des *Orobanchaceae* (Riches *et al.*, 1994 ; Johnson *et al.*, 1997 ; Abdulai *et al.*, 2006). Fixés sur les racines de leurs hôtes, le *Striga* engage une compétition interspécifique en détournant l'eau et les éléments nutritifs du sol à leur profit et au détriment de celles-ci. En Côte d'Ivoire, l'espèce *Striga hermonthica* (Del.) Benth., la plus abondante (97,1 %) infeste sévèrement 30 360 ha de terre dévolues au sorgho, avec un taux d'infestation de 51 % (Kouakou *et al.*, 2015). Cette plante parasite constitue une véritable menace à la sécurité alimentaire des populations locales, en raison de ses propriétés invasives importantes occasionnant en Afrique

subsaharienne des pertes de rendements annuels variant entre 15-80 % (Atera *et al.*, 2013).

C'est dans ce contexte qu'il est paru opportun au Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), à travers le projet Korea-Africa Food and Agriculture Initiative (KAFACI) d'inscrire dans le plan d'action du Programme Maïs, Mil et Sorgho (MMS), l'étude relative à l'évaluation de 36 accessions prometteuses de sorgho en champs artificiellement infestés de *Striga hermonthica* en vue de répondre aux défis de l'accroissement de la productivité du sorgho dans cette région du pays.

MATERIEL ET METHODES

SITE D'ETUDE

Deux essais ont été réalisés à la station expérimentale du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Ferkessédougou, respectivement au cours des campagnes 2019 et 2020. Ferkessédougou est géolocalisée entre les longitudes 4°50' et 5°50' Ouest et les latitudes 9°20' et 10°00' Nord (Coulibaly *et al.*, 2016). La végétation est composée de savane arborée et de savane herbeuse. Le climat est chaud et sec, de type soudanien. L'amplitude thermique moyenne est de 26,4° C. La pluviométrie moyenne annuelle d'environ atteint 1260 mm. Une grande saison sèche (novembre à juin) et une grande saison pluvieuse (juillet à octobre) caractérisent cette zone agro-écologique (Coulibaly *et al.*, 2016). Les sols cultivés y sont de types ferrallitiques, peu profonds sur granite ou gneiss (Didier & Dulieu, 1988).

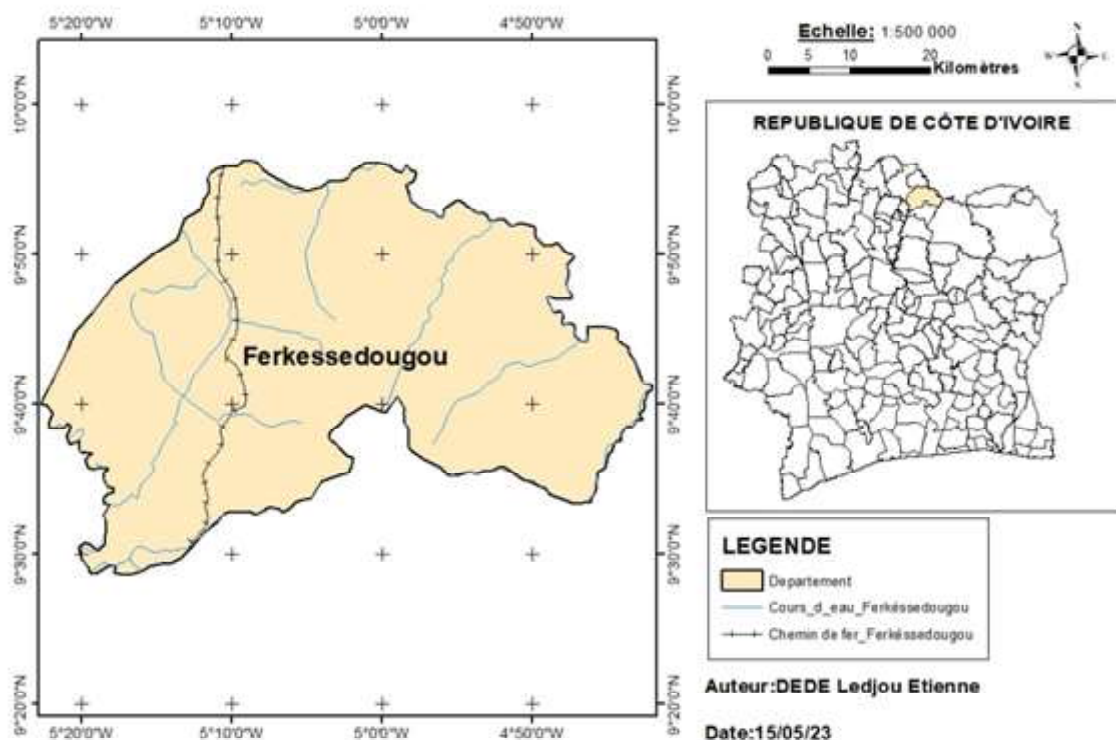


Figure 1 : Localisation de la ville de Ferkessedougou.
location of the city of Ferkessedougou.

MATERIEL VEGETAL

Trente-six accessions de Sorghum bicolor (L.) Moench dont 35 accessions prometteuses et

un témoin résistant à *Striga hermonthica* (la variété soumalemba) ont été évaluées dans cette étude (Tableau 1).

Tableau 1 : Composition des accessions de sorgho étudiées.
composition of the sorghum accessions studied.

Morphotypes	Composition	Caractéristiques	Origine
Morphotype GI (N = 6 accessions)	AC 3, AC 45, AC 107, AC 144, AC 207 et AC 208	Sorgho de race botanique <i>Guinea margaritifera</i> , à petit grain et à cycle de semis-floraison semi-précoce	CNRA
Morphotype GII (N = 21 accessions)	AC 56, AC 61, AC 62, AC 90, AC 98, AC 103, AC 118, AC 122, AC 127, AC 152, AC 173, AC 180, AC 226, AC 281, AC 288, AC 303, AC 305, AC 309, AC 316, AC 318 et AC 355	Sorgho de race botanique <i>Guinea gambicum</i> , à gros grain et à cycle de semis-floraison précoce	CNRA
Morphotype GIII (N = 8 accessions)	AC 5, AC 115, AC 222, AC 244, AC 251, AC 265, AC 268 et AC 276	Sorgho de race botanique <i>Guinea gambicum</i> à gros grain et à cycle de semis-floraison tardif	CNRA
Témoin résistant (N = 1 accession)	TR Sou	Sorgho de race botanique <i>Gunea</i> , à cycle de semis-floraison tardif	ICRISAT

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les essais ont été réalisés selon un dispositif en blocs aléatoires complets de trois répétitions. Les dimensions de la parcelle d'étude ont été de 73 m de longueur et 43 m de largeur, soit une superficie de 0,3136 ha. Les blocs, constitués chacun de 36 parcelles élémentaires, étaient distants de 2 m. la parcelle élémentaire était constituée de quatre lignes de semis (soit deux lignes de semis infestées et 2 lignes de semis non infestées). Chaque parcelle élémentaire comportait 40 plants de sorgho à raison 10 plants/ligne de semis. Les parcelles élémentaires étaient conjointement séparées d'1 m et l'espacement entre lignes de semis était de 0,8 m et l'espacement entre poquets sur la ligne de semis était de 0,5 m.

PREPARATION DU SOL ET INFESTATION ARTIFICIELLE DES ACCESSIONS DE SORGHO

Après un gyrobroyage suivi du labour de la parcelle expérimentale, un hersage a été réalisé pour enfouir l'engrais de fond NPKSB (15 - 15 - 15 - 6 - 1) au sol, à raison de 300 kg/ha. Le semis des graines a été réalisé après le piquetage en raison de dix graines/poquet, après une bonne pluie. Un démariage à un plant par poquet a été effectué deux semaines après semis (SAS). Pour l'infestation artificielle des accessions de sorgho, la masse des graines de *Striga hermonthica* nécessaire a été déterminée selon la méthode décrite par Berner et al., (1997). Les deux premières lignes de semis de sorgho au sein d'une parcelle élémentaire ont été contaminées avec un inoculum pesant 3 grammes, composé de 0,3 gramme de grains de *Striga hermonthica* (soit 5000 graines) mélangés à du sable de carrière finement tamisé dans une proportion de 1 pour 9, équivalant ainsi à une masse de 2,7 grammes de sable fin.

COLLECTE DES DONNEES

Onze paramètres quantitatifs dont six paramètres relatifs à la croissance de *Striga hermonthica* et cinq liés au rendement du sorgho, ont été répertoriés de l'étude réalisée par Kouakou et al. (2015) et du descripteur du sorgho (IPGRI). Il s'agit : du nombre de striga émergés à la 8^e SAS (NtSt 8), du score des pieds de striga à la 8^e SAS (ScSt 8), de la vigueur des pieds de striga à la 8^e SAS (VgSt

8), du nombre de striga émergés à la 10^e SAS (NtSt 10), du score des pieds de striga à la 10^e SAS (ScSt 10), de la vigueur des pieds de *striga* à la 10^e SAS (VgSt 10), du nombre de panicules pleines/plante (NpPI), du poids des grains/panicule pleine (PgPa), du poids des grains/plante (PgPI), du poids de mille grains (PMG) et du rendement grains (RdT). Pour sélectionner les accessions tolérantes à *Striga hermonthica*, deux indices de sélection ont été utilisés : une faible émergence de plants de *Striga hermonthica* et un haut rendement en grains ou en panicules par rapport à la variété témoin résistante.

ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont consisté à effectuer des analyses univariées et multivariées. A cet effet, des analyses descriptive et comparative des paramètres ont été réalisées en vue de révéler d'éventuelles différences entre les accessions. L'Analyse Multiple de la Variance (MANOVA) des paramètres a été préalablement effectuée pour étudier l'effet des facteurs accession (36 accessions), année (2018 et 2019), ainsi que l'interaction (année*accession). Pour le facteur accession, une analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) a été effectuée pour chaque paramètre afin d'identifier ceux contribuant à sa significativité. Pour ce faire, les variables liées à la croissance de *Striga hermonthica* ont été préalablement transformées en utilisant la fonction $[X=\ln(x+1)]$ en vue de stabiliser les écarts à la normalité constatés.

Par la suite, une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a été réalisée afin de regrouper les accessions étudiées en des pools de tolérance homogènes. Pour déterminer la partition optimale de l'arbre hiérarchique, une méthode basée sur la MANOVA a été utilisée (Mohammadi et Prasanna, 2003). Plusieurs troncutures ont été testées. Les troncutures réalisées ont été soumises à une MANOVA pour déterminer la meilleure partition. La partition optimale du dendrogramme a été celle pour laquelle la MANOVA a été plus significative. Une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a été réalisée en vue de calculer les distances de Mahalanobis (D2) séparant les pools de tolérance homogènes issus de la CHA, et d'évaluer la significativité de ces distances. Les analyses descriptives, de variances et multivariées ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA 7.1.

RESULTATS

ANALYSE MULTIVARIEE DE LA VARIANCE (MANOVA) DES PARAMETRES ETUDIES

L'Analyse Multivariée de la Variance (MANOVA) des paramètres a révélé un effet très hautement significatif des facteurs accession ($F = 2,10$; $P < 0,001$), année ($F = 49,79$; $P < 0,001$) et de l'interaction année x accession ($F = 1,58$; $P < 0,001$) pour l'ensemble des paramètres considérés.

ANALYSES DE VARIANCE ET DESCRIPTIVE DES PARAMETRES ETUDIES EN CONSIDERANT LE FACTEUR ACCESSION

Paramètres liés à la croissance du striga à la 8e et 10e SAS

L'analyse de variance à un facteur des paramètres relatifs à la croissance du striga à la 8e et la 10e SAS pris individuellement, a indiqué une absence de différence significative entre les accessions étudiées. Toutefois, de fortes amplitudes de variation ont été observées entre les accessions de sorgho pour les paramètres considérés (Tableau 3). L'ANOVA 1 du paramètre nombre de striga émergés à la 8e SAS (NtSt 8) a indiqué une absence de différence entre les accessions de sorgho ($F = 1,0665$; $P > 0,383416$). Toutefois, les valeurs moyennes ont varié de 1,750 à 23,333 pieds de

striga/plante de sorgho. L'ANOVA 1 du paramètre score des pieds de striga à la 8e SAS (ScSt 8) a révélé une absence de différence significative entre les accessions de sorgho ($F = 0,963$; $P > 0,533936$). Cependant, les accessions de sorgho ont développé des pieds de striga dont les scores ont varié entre $0,500 \pm 0,500$ et $4,167 \pm 1,400$. L'ANOVA 1 du paramètre vigueur des pieds de striga à la 8e SAS (VgSt 8) a révélé une absence de différence significative entre les accessions de sorgho ($F = 1,3281$; $P > 0,126020$). Nonobstant, il a oscillé entre $4,250 \pm 2,105$ à $120,167 \pm 65,166$. L'ANOVA 1 du paramètre nombre de striga émergés à la 10e SAS (NbSt 10) a révélé une absence de différence significative entre les accessions étudiées ($F = 71,8609$; $P > 0,084045$). Toutefois, les accessions étudiées ont développé des pieds de striga dont le nombre a varié entre $2,333 \pm 0,954$ et $38,167 \pm 17,858$ pieds de striga émergés/plante de sorgho. L'ANOVA 1 du paramètre score du striga (ScSt 10) a indiqué une absence de différence significative entre les accessions étudiées ($F = 0,884$; $P > 0,655681$). Aussi, convient-il d'indiquer que les accessions ont développé des plants de striga qui ont exprimé des scores oscillants entre $0,833 \pm 0,543$ à $5,333 \pm 1,174$. L'ANOVA 1 du paramètre vigueur des pieds de striga à la 10e SAS (VgSt 10) a indiqué une absence de différence significative entre les accessions de sorgho ($F = 1,2015$; $P > 0,225673$). Cependant, les valeurs moyennes liées à la vigueur des pieds de striga à la 10e SAS ont oscillé entre $17,000 \pm 9,490$ à $186,667 \pm 69,479$.

Tableau 2 : Valeurs moyennes (\pm erreur-type) des paramètres liés à la croissance du striga et leur significativité.*Mean values (\pm standard error) of striga growth-related parameters and their significance.*

Accession	NbSt 8	ScSt 8	VgSt 8	NbSt 10	ScSt 10	VgSt 10
AC 3	15,500 \pm 6,722	2,667 \pm 0,667	51,167 \pm 22,468	19,333 \pm 9,178	4,333 \pm 1,174	85,500 \pm 37,114
AC 5	23,333 \pm 11,248	3,1667 \pm 0,872	70,833 \pm 26,731	38,167 \pm 17,858	5,333 \pm 1,174	169,167 \pm 69,683
AC 45	4,833 \pm 3,487	2,000 \pm 1,291	26,833 \pm 18,111	15,167 \pm 3,885	4,500 \pm 1,500	90,500 \pm 40,148
AC 56	1,333 \pm 1,145	1,333 \pm 0,989	3,333 \pm 2,348	4,000 \pm 2,380	2,500 \pm 1,310	17,833 \pm 9,901
AC 61	9,000 \pm 6,860	1,833 \pm 0,749	19,000 \pm 13,552	24,167 \pm 16,316	2,500 \pm 0,922	73,000 \pm 48,810
AC 62	1,333 \pm 0,954	1,167 \pm 0,601	2,000 \pm 1,000	5,167 \pm 3,816	2,167 \pm 1,014	14,500 \pm 11,615
AC 90	6,167 \pm 3,962	1,833 \pm 0,601	17,167 \pm 11,836	19,333 \pm 12,352	2,667 \pm 0,667	56,833 \pm 37,103
AC 98	8,333 \pm 4,609	2,000 \pm 0,447	18,000 \pm 9,169	14,167 \pm 9,379	3,167 \pm 0,980	47,667 \pm 28,971
AC 103	10,500 \pm 6,984	2,333 \pm 0,919	28,500 \pm 15,556	17,333 \pm 8,747	4,167 \pm 1,662	77,167 \pm 32,402
AC 107	17,333 \pm 7,839	2,583 \pm 0,663	62,500 \pm 26,135	18,917 \pm 8,523	3,250 \pm 1,365	91,250 \pm 34,922
AC 115	15,000 \pm 8,854	2,333 \pm 0,919	40,333 \pm 25,019	31,500 \pm 15,044	4,000 \pm 1,265	102,000 \pm 43,135
AC 118	3,833 \pm 2,548	1,500 \pm 0,500	7,833 \pm 5,062	8,667 \pm 4,876	2,667 \pm 0,882	31,000 \pm 17,478
AC 122	5,500 \pm 2,349	1,833 \pm 0,601	15,667 \pm 7,130	3,333 \pm 1,926	3,000 \pm 1,414	17,333 \pm 8,500
AC 127	6,167 \pm 3,646	2,500 \pm 1,384	15,833 \pm 8,569	13,500 \pm 8,107	4,000 \pm 1,673	43,500 \pm 23,517
AC 144	17,667 \pm 6,741	4,167 \pm 1,579	120,167 \pm 65,166	33,333 \pm 9,844	5,000 \pm 1,291	186,667 \pm 69,479
AC 152	0,333 \pm 0,333	0,833 \pm 0,833	1,667 \pm 1,667	2,333 \pm 0,954	2,333 \pm 1,202	6,667 \pm 2,667
AC 173	7,833 \pm 3,439	2,167 \pm 0,792	21,000 \pm 9,004	9,667 \pm 5,852	3,667 \pm 1,430	35,667 \pm 21,202
AC 180	7,333 \pm 7,333	0,500 \pm 0,500	22,000 \pm 22,000	20,000 \pm 17,002	0,833 \pm 0,543	57,333 \pm 51,201
AC 207	3,750 \pm 1,806	1,083 \pm 0,523	9,750 \pm 4,708	27,750 \pm 14,033	2,250 \pm 0,512	83,250 \pm 42,099
AC 208	6,833 \pm 4,069	2,333 \pm 0,919	20,667 \pm 10,388	12,500 \pm 7,393	4,667 \pm 1,358	72,667 \pm 44,652
AC 222	6,500 \pm 2,513	3,000 \pm 0,894	17,000 \pm 4,435	10,000 \pm 4,187	4,667 \pm 1,453	41,500 \pm 15,573
AC 226	8,167 \pm 3,341	2,417 \pm 0,554	20,000 \pm 7,019	17,000 \pm 7,160	3,250 \pm 0,704	59,917 \pm 25,242
AC 244	10,000 \pm 5,837	2,833 \pm 1,558	39,833 \pm 20,820	16,167 \pm 13,479	3,500 \pm 1,803	62,500 \pm 40,453
AC 251	4,167 \pm 3,124	0,667 \pm 0,494	10,500 \pm 9,351	9,500 \pm 5,596	2,500 \pm 1,455	54,167 \pm 33,943
AC 265	5,500 \pm 4,515	2,833 \pm 1,352	18,167 \pm 13,447	23,000 \pm 15,135	4,167 \pm 1,327	71,667 \pm 44,693
AC 268	2,333 \pm 1,382	3,000 \pm 1,505	16,500 \pm 10,184	6,000 \pm 2,463	4,667 \pm 1,520	31,000 \pm 11,843
AC 276	10,833 \pm 5,134	2,167 \pm 0,792	37,667 \pm 19,867	18,333 \pm 7,433	4,000 \pm 1,183	90,333 \pm 36,894
AC 281	3,500 \pm 1,118	4,167 \pm 1,400	22,000 \pm 11,228	6,833 \pm 2,600	6,000 \pm 1,366	35,167 \pm 10,104
AC 288	12,833 \pm 5,805	3,333 \pm 1,145	39,667 \pm 16,824	23,167 \pm 15,835	5,000 \pm 1,414	94,333 \pm 62,882
AC 303	7,333 \pm 4,800	2,167 \pm 1,424	17,000 \pm 9,363	15,167 \pm 11,350	2,667 \pm 1,453	49,167 \pm 34,684
AC 305	8,500 \pm 5,226	1,833 \pm 1,108	25,333 \pm 13,737	18,000 \pm 7,979	3,167 \pm 1,352	66,500 \pm 23,754
AC 309	6,667 \pm 4,364	1,500 \pm 0,847	22,333 \pm 14,233	10,000 \pm 5,514	2,667 \pm 1,453	42,667 \pm 19,729
AC 316	5,000 \pm 4,050	1,167 \pm 0,543	10,167 \pm 8,068	9,167 \pm 5,630	2,500 \pm 0,806	33,833 \pm 21,900
AC 318	6,000 \pm 2,769	2,500 \pm 1,432	33,000 \pm 21,354	17,500 \pm 7,056	5,000 \pm 1,291	79,667 \pm 24,206
AC 355	5,500 \pm 3,667	0,667 \pm 0,422	11,000 \pm 7,335	21,167 \pm 13,390	2,167 \pm 1,046	75,833 \pm 49,468
TR SOU	1,750 \pm 1,014	1,750 \pm 0,873	4,250 \pm 2,105	4,000 \pm 2,366	2,500 \pm 1,147	17,000 \pm 9,490
Moy	7,68056	2,115741	25,5185	15,64815	3,483796	62,9097
Min-Max	1,750-23,333	0,500-4,167	4,250-120,167	2,333-38,167	0,833-5,333	17,000-186,667
F	1,0665	0,963	1,3281	1,1013	0,884	1,2015
P	0,383416 ns	0,533936 ns	0,126020 ns	0,337804 ns	0,655681 ns	0,225673 ns

NbSt 8 : nombre de striga émergés à la 8^e SAS ; ScSt 8 : score des pieds de striga à la 8^e SAS ; VgSt 8 : vigueur des pieds de striga à la 8^e SAS ; NbSt 10 : nombre de striga émergés à la 10^e SAS ; ScSt 10 : score des pieds de striga à la 10^e SAS ; VgSt 10 : vigueur des pieds de striga à la 10^e SAS. NB : (ns) non significatif / (ns) non significant.

Paramètres liés au rendement en grains et en panicules de sorgho

L'analyse de variance des paramètres liés au rendement en panicules et en grains individuellement a indiqué l'existence de différence significative entre les accessions étudiées, et de forte variation des moyennes des paramètres étudiés. Pour le paramètre poids de

mille grains (PMG), une différence très hautement significative ($F = 14,9$; $P < 0,001$) a été observée entre les accessions de sorgho. Les amplitudes des poids de mille grains ont oscillé entre $12,33 \pm 0,130$ à $27,95 \pm 0,39$ g. L'ANOVA 1 du paramètre poids des panicules/plante (PgPI) a indiqué l'existence d'une différence significative ($F = 2,181$; $P < 0,001$) entre les accessions de sorgho étudiées. En

effet, elles ont exprimé des poids de panicules/plante de sorgho qui ont varié entre $1,817 \pm 1,371$ à $24,383 \pm 8,923$ g/plante. L'ANOVA 1 du paramètre nombre de panicules pleines/plante de sorgho (NpPI) a révélé la présence de différence très hautement significative entre les accessions ($F = 5,91$; $P < 0,001$) entre elles. Pour ce paramètre, les moyennes ont varié entre

$0,163 \pm 0,113$ et $2,989 \pm 2,600$ panicules. L'ANOVA 1 du paramètre rendement grains (RdT) a indiqué l'existence d'une différence hautement significative entre les accessions étudiées ($F = 1,6589$; $P < 0,05$). Pour l'ensemble des accessions, les rendements grains ont oscillé entre $32,500 \pm 23,936$ à $693,750 \pm 358,582$ kg/ha.

Tableau 3 : Valeurs moyennes (\pm erreur-type) des paramètres de rendement et leur significativité.

Mean values (\pm standard error) of yield parameters and their significance.

Accession	NpPI	PgPa (g)	PgPI (g)	PMG (g)	RdT (kg/ha)
AC 3	$0,565 \pm 0,165$	$3,806 \pm 0,909$	$7,675 \pm 3,222$	$17,65 \pm 2,420$	$291,667 \pm 131,128$
AC 5	$0,550 \pm 0,277$	$3,074 \pm 1,397$	$5,203 \pm 3,042$	$23,28 \pm 0,690$	$284,550 \pm 167,876$
AC 45	$0,612 \pm 0,272$	$9,337 \pm 5,628$	$17,893 \pm 11,288$	$14,87 \pm 2,670$	$166,292 \pm 14,375$
AC 56	$0,411 \pm 0,133$	$3,110 \pm 1,094$	$4,376 \pm 2,458$	$19,00 \pm 0,850$	$202,083 \pm 95,110$
AC 61	$0,368 \pm 0,126$	$3,526 \pm 1,178$	$4,445 \pm 1,924$	$17,77 \pm 0,720$	$223,012 \pm 97,235$
AC 62	$1,044 \pm 0,409$	$3,311 \pm 0,807$	$8,409 \pm 3,478$	$16,90 \pm 0,850$	$301,292 \pm 133,844$
AC 90	$1,181 \pm 0,326$	$5,714 \pm 2,495$	$13,614 \pm 7,029$	$17,33 \pm 0,930$	$693,750 \pm 358,582$
AC 98	$1,643 \pm 0,451$	$5,312 \pm 0,773$	$17,044 \pm 6,879$	$12,33 \pm 1,300$	$545,833 \pm 241,990$
AC 103	$0,976 \pm 0,173$	$5,525 \pm 0,993$	$9,420 \pm 2,213$	$19,50 \pm 1,230$	$508,333 \pm 108,141$
AC 107	$1,175 \pm 0,422$	$1,936 \pm 0,733$	$2,567 \pm 1,127$	$14,77 \pm 0,550$	$195,508 \pm 107,635$
AC 115	$0,451 \pm 0,109$	$3,614 \pm 0,895$	$4,632 \pm 1,926$	$24,95 \pm 1,150$	$222,917 \pm 93,731$
AC 118	$0,720 \pm 0,152$	$3,650 \pm 1,132$	$5,249 \pm 1,461$	$20,83 \pm 0,370$	$241,667 \pm 70,020$
AC 122	$0,883 \pm 0,262$	$1,982 \pm 0,652$	$2,509 \pm 0,859$	$21,30 \pm 1,300$	$97,917 \pm 43,110$
AC 127	$0,615 \pm 0,172$	$4,250 \pm 1,032$	$5,601 \pm 2,599$	$19,87 \pm 0,790$	$272,917 \pm 135,954$
AC 144	$1,133 \pm 0,340$	$3,223 \pm 0,971$	$7,369 \pm 2,964$	$12,97 \pm 0,159$	$400,000 \pm 159,033$
AC 152	$1,118 \pm 0,363$	$3,038 \pm 0,988$	$6,720 \pm 3,007$	$20,88 \pm 1,160$	$325,000 \pm 143,904$
AC 173	$1,181 \pm 0,327$	$4,786 \pm 2,363$	$8,334 \pm 3,801$	$14,63 \pm 0,960$	$358,333 \pm 178,146$
AC 180	$0,877 \pm 0,114$	$7,712 \pm 3,442$	$19,595 \pm 6,873$	$17,70 \pm 1,110$	$491,667 \pm 176,590$
AC 207	$1,888 \pm 0,772$	$2,194 \pm 1,176$	$16,652 \pm 9,372$	$12,45 \pm 0,410$	$455,208 \pm 290,834$
AC 208	$1,006 \pm 20,288$	$4,579 \pm 1,306$	$10,882 \pm 5,403$	$20,33 \pm 1,000$	$342,079 \pm 139,854$
AC 222	$0,639 \pm 0,099$	$5,900 \pm 1,966$	$7,053 \pm 2,587$	$22,58 \pm 1,970$	$330,850 \pm 136,556$
AC 226	$0,479 \pm 0,198$	$3,30 \pm 2,097$	$4,994 \pm 3,184$	$26,61 \pm 2,420$	$237,500 \pm 171,513$
AC 244	$0,649 \pm 0,184$	$4,462 \pm 2,049$	$7,452 \pm 3,928$	$25,08 \pm 0,640$	$404,167 \pm 206,500$
AC 251	$0,163 \pm 0,113$	$0,338 \pm 0,211$	$1,817 \pm 1,371$	$20,10 \pm 0,590$	$32,500 \pm 23,936$
AC 265	$0,508 \pm 0,101$	$3,327 \pm 1,147$	$3,045 \pm 0,615$	$25,50 \pm 1,020$	$172,917 \pm 46,706$
AC 268	$0,238 \pm 0,170$	$1,670 \pm 0,880$	$3,540 \pm 1,642$	$22,87 \pm 0,530$	$172,917 \pm 83,567$
AC 276	$0,456 \pm 0,154$	$1,208 \pm 0,359$	$1,920 \pm 0,967$	$20,28 \pm 0,920$	$91,667 \pm 48,161$
AC 281	$0,609 \pm 0,187$	$4,046 \pm 1,444$	$5,351 \pm 2,887$	$18,77 \pm 1,170$	$272,917 \pm 143,411$
AC 288	$0,880 \pm 0,204$	$4,982 \pm 1,138$	$7,763 \pm 2,598$	$20,83 \pm 1,880$	$356,250 \pm 143,460$
AC 303	$0,752 \pm 0,221$	$4,597 \pm 1,300$	$7,070 \pm 2,646$	$20,12 \pm 0,960$	$339,583 \pm 137,098$
AC 305	$0,892 \pm 0,247$	$1,044 \pm 0,258$	$2,833 \pm 0,744$	$20,55 \pm 0,930$	$95,833 \pm 31,236$
AC 309	$0,624 \pm 0,181$	$4,285 \pm 1,906$	$11,563 \pm 8,707$	$22,55 \pm 0,610$	$364,583 \pm 206,519$
AC 316	$0,776 \pm 0,147$	$7,016 \pm 3,278$	$9,972 \pm 4,893$	$19,80 \pm 1,210$	$450,000 \pm 209,364$
AC 318	$0,773 \pm 0,284$	$5,772 \pm 1,361$	$7,917 \pm 4,486$	$18,32 \pm 0,660$	$447,917 \pm 244,830$
AC 355	$0,606 \pm 0,168$	$4,181 \pm 1,465$	$5,413 \pm 2,395$	$19,55 \pm 0,580$	$253,033 \pm 121,268$
TR SOU	$2,989 \pm 1,061$	$6,284 \pm 2,021$	$24,383 \pm 8,923$	$27,95 \pm 0,390$	$400,000 \pm 79,909$
Moy	0,8453	4,058183	8,06318	19,74398	306,7405
Min-Max	0,163 - 2,989	0,338 - 9,337	1,817 - 24,383	12,33 - 27,95	32,500 - 693,750
F	5,91	1,311	2,181	14,9	1,6589
P	0,000000***	0,136719 ns	0,000712***	0,000000***	0,020609*

PMG : poids de mille grains ; NpPI : nombre de panicules/plante ; PgPa : poids des grains/panicule ; PgPI : poids des grains/plante ; RdT : rendement grains. NB : (***) très hautement significatif ; (*) significatif ; (ns) non significatif / (***) very highly significant ; (*) significant ; (ns) non significant.

IDENTIFICATION DES GROUPES D'ACCESSIONS TOLERANTES A STRIGA HERMONTHICA

Classification hiérarchique ascendante (CHA)

La Classification Hiérarchique Ascendante des accessions de sorgho par la méthode de Ward et la distance euclidienne a permis d'obtenir le dendrogramme ci-dessous (Figure 3). La partition optimale du dendrogramme ($F = 4,4584$; $P <$

0,001) définit trois (03) pools de tolérance distincts à partir des paramètres analysés. Le groupe 1 (N = 6 accessions) est composé des accessions AC 3, AC 5, AC 107, AC 115, AC 144 et AC 288. Le groupe 2 (N = 8 accessions) est constitué des accessions AC 45, AC 90, AC 98, AC 180, AC 207, AC 309, AC 316 et TR SOU. Le groupe 3 (N = 22 accessions) est composé de AC 56, AC 61, AC 62, AC 103, AC 118, AC 122, AC 127, AC 152, AC 173, AC 208, AC 222, AC 226, AC 244, AC 251, AC 265, AC 268, AC 276, AC 281, AC 303, AC 318, AC 305 et AC 355.

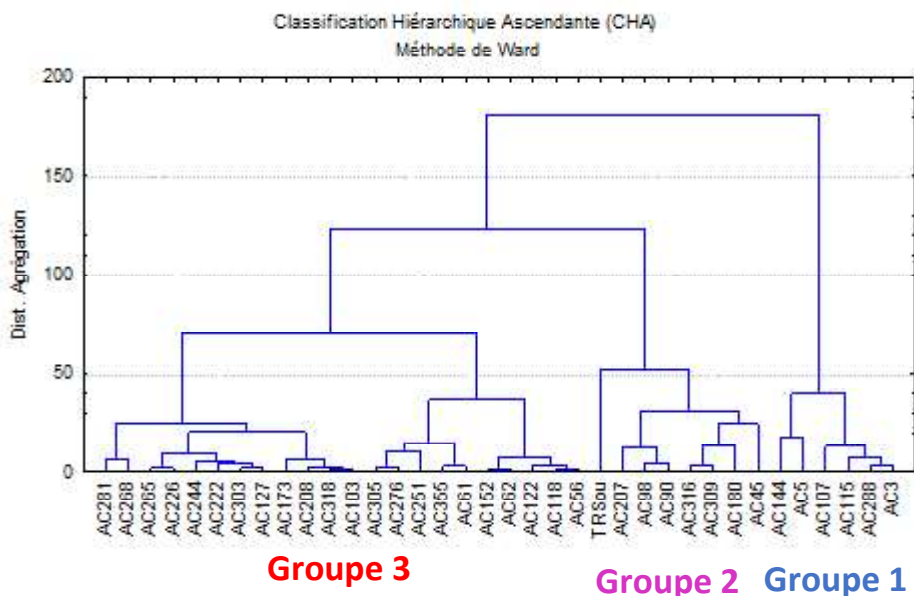


Figure 3 : Classification Hiérarchique Ascendante de 36 accessions prometteuses de sorgho.

Hierarchical Ascending Classification of sorghum accessions.

CARACTERISTIQUES DES POOLS D'ACCESSIONS DE SORGHO

Le pool Gp1 (N = 6 accessions) a présenté à la 10^e SAS, un nombre de striga émergés (121,486 ± 18,118 plants de striga/plante de sorgho), un score de *striga* élevés (4,486 ± 0,318) et une vigueur de *striga* (121,486 ± 18,118) plus élevés. Toutefois, ce groupe d'accessions a exprimé un nombre de panicules/plante de sorgho (0,792 ± 0,129 panicule), un poids de grains/panicule (3,439 ± 0,408 g) et un poids de grains/plante de sorgho (5,868 ± 0,856 g) faible. Toutefois, ce groupe d'accessions a exprimé un rendement grain (291,815 ± 31,586 kg/ha) intermédiaire en raison de son poids de mille grains nominale intermédiaire (1,907 ± 0,194 g). Ce pool d'accessions de sorgho est potentiellement

moins tolérant à *Striga hermonthica*. Le pool Gp2 (N = 8 accessions) a présenté des accessions de sorgho ayant à la 10^e SAS, un nombre de striga émergés (14,948 ± 2,629 plants de striga/plante de sorgho), un score de striga (2,635 ± 0,358) et une vigueur de striga (53,635 ± 8,609) faibles. Toutefois, ce groupe d'accessions a présenté un nombre de panicules pleines/plante (1,324 ± 0,290 panicules), un poids de grains/panicule (5,982 ± 0,769 g), un poids de grains/plante (16,339 ± 1,632 g) plus élevés. Par ailleurs, il a exprimé un rendement grain plus élevé (445,917 ± 53,538 kg/ha). Ce pool d'accessions de sorgho est potentiellement tolérant à *Striga hermonthica*. Le pool Gp3 (N = 22 accessions) a révélé à la 10^e SAS des accessions de sorgho ayant un nombre de *striga*

émergés ($12,697 \pm 1,396$ pieds de *striga*/plante de sorgho), un score de *striga* ($3,519 \pm 0,227$) et une vigueur de *striga* ($50,307 \pm 5,195$) faibles. En outre, il a présenté un nombre de panicules pleines/plante ($0,686 \pm 0,060$ panicule), un poids

de grains/panicule ($3,527 \pm 0,325$ g), un poids de grains/plante ($5,652 \pm 0,533$ g) et un rendement grain ($260,201 \pm 25,731$ kg/ha) très faibles. Ce pool d'accessions de sorgho est potentiellement sensible à *Striga hermonthica*.

Tableau 4 : Analyse de la variance à un facteur et test LSD de Fisher.

One-way variance analysis and Fischer LSD test.

Paramètres	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	F	P
NbSt 8	$16,944 \pm 1,463^a$	$5,479 \pm 0,744^b$	$5,954 \pm 0,6401^b$	21,7994	0,000001
ScSt 8	$3,042 \pm 0,272^a$	$1,479 \pm 0,187^b$	$2,095 \pm 0,182^b$	6,688	0,003645
VgSt 8	$64,111 \pm 12,275^a$	$16,312 \pm 2,703^b$	$18,341 \pm 2,206^b$	20,3851	0,000002
NtSt 10	$27,403 \pm 3,281^a$	$14,948 \pm 2,629^b$	$12,697 \pm 1,396^b$	7,9971	0,001473
ScSt 10	$4,486 \pm 0,318^a$	$2,635 \pm 0,358^b$	$3,519 \pm 0,227^a$	5,896	0,006469
VgSt 10	$121,486 \pm 18,118^a$	$53,635 \pm 8,609^b$	$50,307 \pm 5,195^b$	11,2130	0,000192
PMG (g)	$19,070 \pm 1,940^a$	$18,120 \pm 1,870^a$	$20,510 \pm 0,591^a$	1,478	0,242846
PgPa (g)	$3,439 \pm 0,408^b$	$5,982 \pm 0,769^a$	$3,527 \pm 0,325^b$	5,6980	0,007479
NpPI	$0,792 \pm 0,129^b$	$1,324 \pm 0,290^a$	$0,686 \pm 0,060^b$	5,681	0,007583
PgPI (g)	$5,868 \pm 0,856^b$	$16,339 \pm 1,632^a$	$5,652 \pm 0,533^b$	31,354	0,000000
RdT (kg/ha)	$291,815 \pm 31,586^{ab}$	$445,917 \pm 53,538^a$	$260,201 \pm 25,731^b$	5,3099	0,010016
Effectifs	6	8	22	-	-
	16,67 %	22,22 %	61,11 %	-	-

--NbSt 8 : nombre de *striga* émergés à la 8^e SAS ; ScSt 8 : score des pieds de *striga* à la 8^e SAS ; VgSt 8 : vigueur des pieds de *striga* à la 8^e SAS ; NbSt 10 : nombre de *striga* émergés à la 10^e SAS ; ScSt 10 : score des pieds de *striga* à la 10^e SAS ; VgSt 10 : vigueur des pieds de *striga* à la 10^e SAS ; PMG : poids de mille grains ; NpPI : nombre de panicules/plante ; PgPa : poids des grains/panicule ; PgPI : poids des grains/plante ; RdT : rendement grains NB : (***) très hautement significatif ; les moyennes portant les mêmes lettres alphabétiques sont statistiquement identiques / (***) very highly significant; averages with the same alphabetical letters are statistically identical.

ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE (AFD)

L'Analyse Factorielle Discriminante (AFD) réalisée sur l'ensemble des paramètres étudiés, a indiqué que les groupes formés sont significativement distincts. En effet, les distances de Mahalanobis (D2) calculées entre les trois groupes (G1, G2 et G3) pris deux à deux se sont avérées toutes très hautement significatives (Tableau 6). La plus grande

distance (D2 = 48,495) est celle qui sépare le couple (Groupe G1 ; Groupe G2) tandis que la plus faible distance (D2 = 25,898) est enregistrée entre le groupe G1 et le groupe G3. En outre, la réalisation du test de classification de l'AFD a préconisé le reclassement des accessions AC 288 et AC 316 issues respectivement des groupes Gp1 et Gp2 vers le Gp3, portant ainsi l'effectif des groupes G1 à 5 accessions, le groupe G2 à 7 accessions et le groupe G3 à 24 accessions de sorgho (Figure 4).

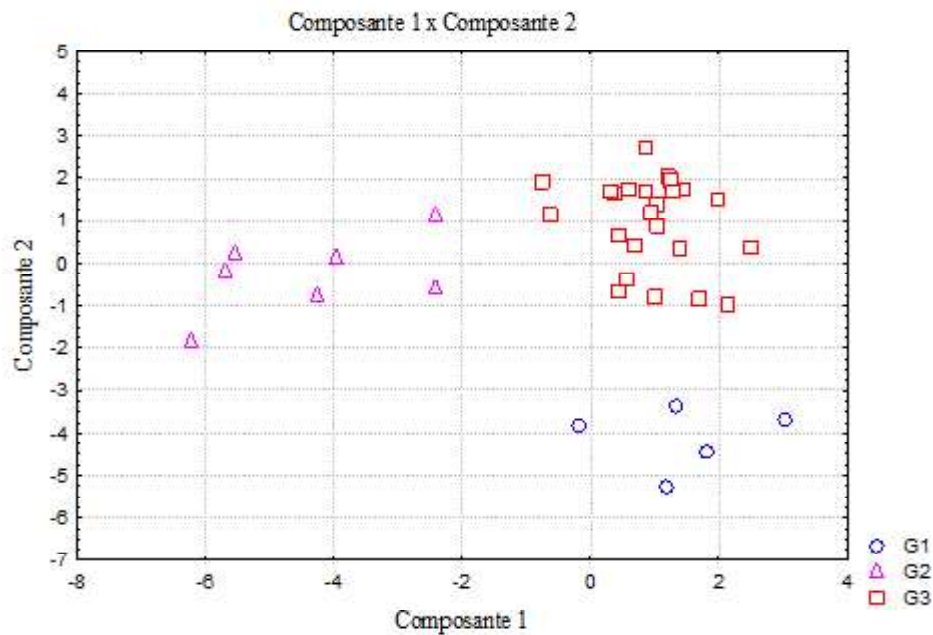


Figure 2 : Analyse Factorielle Discriminante des groupes de la CHA.

Discriminant Factor Analysis of CHA groups.

Tableau 5 : Distance de Mahalanobis (D2) et la significativité (P) de ces distances calculées entre les groupes de la CHA.

Mahalanobis distance (D2) and the significance (P) of these calculated distances between CHA groups.

	Groupe G1		Groupe G2		Groupe G3	
	D	P	D	P	D	P
Groupe G1	0	-	48,445	< 0,001	25,898	< 0,001
Groupe G2	48,445	< 0,001	0	-	29,621	< 0,001
Groupe G3	25,898	< 0,001	29,621	< 0,001	0	-

-D = Distance de Mahalanobis ; P = Probabilité ; significatif au seuil $P < 0,05$ / D = Mahalanobis distance ; P = Probability; significant at $P < 0.05$.

DISCUSSION

La présente étude a porté sur l'évaluation de 36 accessions de *Sorghum bicolor* (L.) Moench, pendant deux ans, en vue d'y déceler des accessions de sorgho potentiellement tolérantes ou résistantes à *Striga hermonthica*. L'Analyse Multivariée de la Variance (MANOVA) des paramètres a révélé un effet très hautement significatif des facteurs accession ($F = 2,10$; $P < 0,001$), année ($F = 49,79$; $P < 0,001$) et de l'interaction année x accession ($F = 1,58$; $P < 0,001$). L'effet accession révèle l'existence d'un fort potentiel génétique des accessions de

sorgho face à l'infestation artificielle de *Striga hermonthica* (Douglas *et al.*, 2020). Ce potentiel génétique des accessions de sorgho est perceptible à travers la forte amplitude de variation du rendement grain et des autres paramètres liés à la panicule, malgré la croissance et la vigueur avérées des plantes de *Striga hermonthica*. En effet, le paramètre rendement grain a varié de façon significative ($P < 0,05$) entre 32,500 à 693,750 kg / ha, soit un ratio de 21. Ces résultats suggèrent que certaines accessions de la collection de sorgho sont pourvues d'un potentiel génétique leur permettant de produire des grains de sorgho de manière

substantielle, même en présence avérée de *Striga hermonthica*, tandis que d'autres montrent une production moindre dans des conditions de culture similaires. Les rendements grain observés présentent des similitudes avec ceux obtenus par Udoh *et al.*, 2018. Dans leur étude, les accessions de sorgho provenant de l'ICRISAT et évaluées dans un environnement infesté de *Striga hermonthica* ont affichés des rendements grains variant entre 80 et 695 kg / ha. Quant au paramètre nombre de *striga* émergés à la 10^e semaine après semis ($P > 0,05$), il a oscillé entre 2,333 et 38,167 plantes de *Striga hermonthica*, soit un ratio de 16. Cette variation du nombre de *Striga hermonthica* émergés au niveau des accessions de sorgho suggère qu'il existe une variabilité de réponse des accessions de sorgho pour le paramètre considéré. La variation du nombre de *striga* pourrait être attribuée d'une part à la capacité intrinsèque des accessions à produire des stimulants de germination des graines de *Striga hermonthica* (Ilboudo *et al.*, 2016), et d'autres parts, à leur aptitude respective à synthétiser des phytoalexines pour inhiber la croissance de cette herbe parasitaire (Ejeta et Butler, 1993). Les résultats obtenus présentent des similitudes notables avec ceux de Ilboudo *et al.*, 2016, où les accessions de sorgho évaluées en milieu infesté de *Striga hermonthica* ont également montré une variabilité, avec un nombre de *striga* émergés à 60 jours après le semis variant entre 0 et 41,80 pieds ($P > 0,05$) en 2014.

L'analyse de variance des groupes issus de la Classification Hiérarchique Ascendante a montré qu'il y a une différence hautement significative ($P < 0,0001$) entre les groupes d'accessions de sorgho étudiées par rapport aux paramètres évalués excepté pour le poids de mille grains (PMG). Le nombre de plants de *striga* émergés à la 10^e semaine après semis est élevé pour le groupe 1 avec une moyenne de $27,403 \pm 3,281$ comparé à ceux du groupe 2 et 3. Les accessions de ces groupes ont présenté des chloroses au niveau des feuilles et/ou un rabougrissement des plantes. Ces symptômes

témoignent de leur sensibilité à l'infestation à *Striga hermonthica* des accessions de ces groupes. Ces résultats sont similaires à ceux de Press *et al.* (1999). Selon ces auteurs, lorsqu'une variété sensible de sorgho est infestée par le *Striga*, il apparaît des symptômes de rabougrissement sévère, des chloroses ou nécroses foliaires avec une dessiccation qui conduit finalement à un flétrissement prématuré de la plante de sorgho. Les accessions du groupe 2 bien que infestées par le *striga* ont maintenu une bonne production ($445,917 \pm 53,538$ kg / ha) contrairement aux individus du groupe 1 ($291,815 \pm 31,586$ kg / ha) et du groupe 3 ($260,201 \pm 25,731$ kg / ha). Ces résultats corroborent les observations faites par Rodenburg *et al.* (2005) qui ont défini la tolérance au *Striga* comme la capacité de la plante hôte à maintenir la biomasse et le rendement en grains par rapport à la plante sensible à un même niveau d'infection de *Striga*. En se basant sur les critères définis à savoir une faible émergence de plants de *Striga hermonthica* et un haut rendement en grains ou en panicules par rapport à la variété témoin résistante, les accessions du groupe 2 semblent être prometteuses pour mener une lutte intégrée.

CONCLUSION

L'étude réalisée a eu pour objectif d'évaluer 36 accessions de sorgho pour la tolérance à *Striga hermonthica*. Il ressort qu'il existe des différences significatives pour la quasi-totalité des paramètres liés au rendement. Les analyses multivariées des paramètres ont mis en évidence trois pools d'accessions de sorgho, notamment le pool G1 (N = 5 accessions) potentiellement moins tolérant, le pool G2 (N = 7 accessions) potentiellement tolérant et le pool G3 (N = 24 accessions) potentiellement sensible à *Striga hermonthica*. En perspectives, des essais en milieu contrôlé des accessions des groupes G1 et G2 pour confirmer leur tolérance à *Striga hermonthica* en y introduisant des témoins non infestés pour chaque accession.

REFERENCES

- Abdulai M.S, Denwar N.N. and M. Haruna. 2006. Combating the menace of *Striga hermonthica* infestation : an integrated approach adopted in the North-Eastern Ghana. *Journal of Agronomy* 5 : 617- 620.
- Atera E. A., Ishii T., Onyango J.C., Itoh K. and T. Azuma. 2013. *Striga*
- Infestation in Kenya : Status, Distribution and Management Options. *Sustainable Agriculture Research*. 2 (2) : 99 - 108.
- Béninga M. B. 2014. Diagnostic des systèmes de culture à base de mil en Côte d'Ivoire et perspectives d'amélioration. *Journal of Applied Biosciences*. 79 : 6878 - 6886.
- Berner D.K., Winslow M.D., Awad A.E., Cardwell K.F., Mohan Raj D.R. and S. K. Kim. 1997. *Striga* research methods - A manual. 2nd edition. Ibadan (Nigeria): International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 81p.
- Coulibaly L., Soro G.E., Savane I. and K. H. Kouassi. 2016. Analyse du processus de savanisation du nord de la Côte d'Ivoire par télédétection : cas du département de Ferkessédougou. *International journal of innovation and supplied studies*. 17 (1) : 136 - 143.
- Didier C. and D. Dulieu. 1988. *Fruit*. 43 : 735 - 737.
- FAOSTAT. 2017. <http://www.fao.org/faostat/fr/#home>.
- Johnson D.E., Riches C.R., Diallo R. and M.J. Jones. 1997. *Striga* on rice in West Africa; Crop host range and the potential of host resistance. *Crop Protection* 16 (2) : 153-157.
- Mohammadi S. A. and B. M. Prasanna. 2003. Analysis of Genetic Diversity in Crop Plants - Salient Statistical Tools and Considerations. *Crop Science*. 43 (4) : 1235 - 1248.
- Riches C. R., Johnson D. E. and R. Diallo. 1994. *Striga* in Côte d'Ivoire. *Haustorium*. 29 : 3.
- Kouakou C. K., Akanvou L., Zoro-Bi I.A., Akanvou R. and H.A. N'Da. 2015. Distribution des espèces de *Striga* et infestation des cultures céréalière dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *Cahier Agriculture*. 24 (1) : 37 - 46.
- [USDA-ARS] United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. 2012. National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN). National Germplasm Resources Library, Beltsville, MD, USA.