



Adaptability and Yield Potential of Improved Sorghum Varieties in the Segou Region

Djeneba Diarra, Aly Boubacar, Abdoulaye G. Diallo,
Sirama Niare and Dommo Timbely

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

February 21, 2022

ADAPTABILITE ET POTENTIEL DE RENDEMENTS DES VARIETES AMELIOREES DE SORGHO DANS LA REGION DE SEGOU

Djeneba F. DIARRA¹; Aly BOUBACAR¹, Abdoulaye G. DIALLO¹, Sirama NIARE ¹ et Dommo TIMBELY¹

¹ Institut d'Economie Rurale (IER).

Corresponding author's : diarradjenebaf.@gmail.com

Author's informations : D.F.D., diarradjenebaf.@gmail.com; A.B., alyboubacart@gmail.com ; A.G.D., dialloabdoulayeier@gmail.com ; S. N., sirama.niare@yahoo.com; D.T. , dommotimbely@hotmail.com

Résumé : le sorgho est une céréale d'importance capitale pour l'agriculture et l'alimentation des populations locales du Mali. La céréale occupe une place très importante dans les systèmes d'exploitation agricole familiale du Mali, particulièrement dans la région de Ségou. La nécessité d'accroître la production agricole en milieu rural et d'améliorer le niveau de vie des producteurs agricoles exige d'introduire, dans le secteur rural de Ségou, des variétés améliorées adaptées à la localité. Le développement et la diffusion des variétés améliorées de sorgho à haut potentiel de rendement peuvent contribuer à l'amélioration du bien-être des exploitants agricoles et à la sécurité alimentaire de la région. Cette étude a eu pour objectif d'évaluer les rendements de 51 variétés améliorées de sorgho et le témoin de la localité. Elle a été réalisée dans quatre villages de la région de Ségou (Diakobougou, Seribougou, Sekoro, et Diakoro). Elle a permis d'identifier 20 meilleures variétés améliorées de sorgho à haut potentiel de rendement en première année et en deuxième année sur les 20 variétés, 5 variétés ont été retenues. L'évaluation de l'adaptabilité sur le potentiel de rendements des variétés de Sorgho a contribué à l'analyse de la stabilité des rendements des variétés de sorgho dans les quatre communes rurales de la région de Ségou. Les résultats obtenus révèlent que les variétés réagissent différemment dans les différentes localités de l'étude. Certaines variétés améliorées présentent un rendement supérieur selon les localités qui représentaient la zone de l'étude. Les principales variances de cet article étaient la production grains et le rendement à l'hectare.

Mot clé : Potentiel de rendement des variétés ; exploitants agricoles ; Adaptabilité.

1. Introduction

Le sorgho, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, est l'une des céréales majeures dans l'alimentation humaine dans les régions tropicales et subtropicales de l'Afrique et de l'Asie (Doggett, 1988, cités par Missihoun *et al.*, 2012). La céréale joue un rôle important dans la sécurité alimentaire de certains pays qui sont les plus pauvres du monde (Mundia *et al.*, 2019). On estime que plus de 300 millions de personnes dans les pays en développement dépendent essentiellement du sorgho comme source d'énergie (Godwin et Gray, 2000, cités par Dicko *et al.*, 2006). Avec une production moyenne de 58,6 millions de tonnes par an et une superficie emblavée qui s'étend sur plus de 48 millions d'hectares, le sorgho est la cinquième céréale sur le plan mondial après le maïs (*Zea mays*), le riz (*Oryza spp.*), le blé (*Triticum spp.*) et l'orge (*Hordeum spp.*) (FAOSTAT, 2008, cités par Missihoun *et al.*, 2012). Au Mali, il est également une culture-clé pour la sécurité alimentaire et occupe le 3^{ème} rang après le riz et le maïs (Mas-Aparisi *et al.*, 2013). Le grain de sorgho a une large gamme de composants nutritionnels car il est constitué d'environ 11% d'eau, 11,6% de protéines, 73% glucides et 3% de matières grasses en poids et apporte 340 k/cal d'énergie (Seyoum *et al.*, 2019). Cependant, au cours des prochaines décennies, la variabilité saisonnière posera probablement un défi majeur à l'agriculture. Elle constitue une menace pour les programmes conçus dans le but d'éliminer la faim et la pauvreté (Skøt *et al.*, 2017). Au Mali, après les précédentes crises alimentaires des années 1970 liées à la sécheresse, les programmes d'amélioration variétale du sorgho, à l'instar de ceux de l'Afrique occidentale ont mis l'accent sur la création de variétés à haut potentiel de rendement (source) (Lambert, 1983 cités par Soumare, 2004). A cette époque tous les travaux portant sur la génétique du sorgho s'étaient concentrés sur l'amélioration des variétés cultivées. Ils ont permis la mise au point des variétés de Sorgho tolérantes au Striga, à la sècheresse et des variétés précoces. Ainsi des paquets technologies de variétés sélectionnées et améliorées ont été mis à la disposition des paysans afin de pouvoir mieux augmenter les rendements et ainsi que la résistance à la variabilité de la pluviométrie et de la température. Le choix des variétés utilisées est fonction de plusieurs critères. Les producteurs qui ont une vision sur le risque de production sont souvent les plus avisés à adopter les semences améliorées. Sachant que, les variabilités climatiques ont un impact direct sur la production agricole puisque les systèmes agricoles dépendent en partie de la nature du climat (Boko *et al.*, 2007, Mertz *et al.*, 2009, cités par Dupaigne, 2015). La nécessité d'accroître la production agricole en milieu rural et d'améliorer le niveau de vie des producteurs agricoles exige d'introduire, dans le secteur rural de Ségou, des variétés améliorées adaptées à la localité. Cet article vise donc à estimer la

réponse de l'adoption des variétés améliorées par rapport aux variables rendement grains. La question au cœur de cet article est de savoir quels sont les facteurs influençant et motivant l'adoption et la diffusion de nouvelles technologies proposées aux agriculteurs en vue d'une meilleure productivité agricole. Il sera donc intéressant d'analyser les différentes caractéristiques agro morphologique des variétés améliorées étudiées. La présente étude qui utilise une approche de recherche participative proche des réalités paysannes a pour objectifs d'identifier les meilleures variétés améliorées pour la zone d'étude. Enfin, cette étude sera soutenue par des recommandations en matière d'implication des résultats pour la conservation et l'amélioration variétale.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Matériel

Un paquet technologique de cinq (5) variétés de sorgho sélectionnées et améliorées riches en lysine a été mis à la disposition auprès du Programme Sorgho de l'IER et ses partenaires de l'Université de Purdue (USA). Il s'agit des variétés AXTELL⁽⁴⁾, AXTELL⁽⁵⁾, du sorgho normal P721N, du mutant P721Q qui dérive du sorgho normal P721N et enfin du P8511-71. L'objectif de cette démarche est de sélectionner des lignées pouvant répondre à l'amélioration de la production et de la qualité nutritionnelle du sorgho. Les cinq lignées importées ont été croisées dès la première année avec les variétés de sorgho les plus couramment utilisées au Mali (fig.1). Il s'agit des variétés Tiendougou koura, Darrellken, Sangatigui, Séguifa, Grinkan et N'Tenimissa pour obtenir la génération F1.

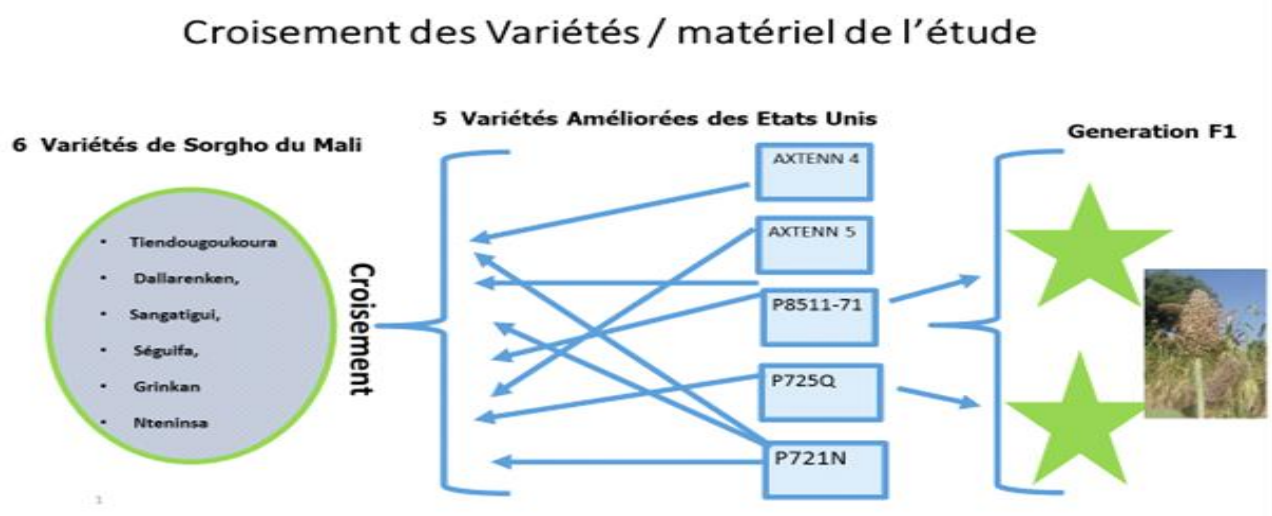


Fig.1 : Cheminement des activités de croisement du Matériel génétique

Les variétés utilisées ont été composées de cinquante-deux (52) variétés dont 14 lignées de 016-KO-BC1-F6HT, 6 lignées de 016-SB-CSF6DT, 17 lignées 016-SB-CS-Double usage, 12 lignées de 016-SB-BC1-F6CT, deux hybrides et le témoin de la zone ont été initialement retenues et utilisées dans toutes les expérimentations présentées dans cette étude.

Caractéristiques des variétés locales utilisées pour obtenir le matériel génétique de l'étude

VARIETES	Nature génétiques	Cycle semis maturité (j)	Hauteur de plante (cm)	Type de panicule	Couleur des grains	Rendement potentiel (t/ha)	Autres caractères
Seguifa (Malisor-92-1)	Population sélectionnée	100	200	Semi compacte	Blanche	3	Peu photosensible résistante à la pourriture charbonneuse et charbon allongé ; tolérante à la moisissure des grains, à la sécheresse
Sangatigui	Ligne	100	250	Lâche	Blanc opaque	2	Résistante à la pourriture charbonneuse et au charbon allongé. Isohyète 400-700mm
Tiandougou - Coura	Lignée	125	200	Semi compacte	Blanche	2,5	Photosensible, Tolérante à la sécheresse aux et au striga, Isohyète 800-1000mm
Grinkan (02-SB-F4DT'275)	Lignée	125	200	Semi compacte	Blanc opaque	2,5	Photosensible, tolérante aux insectes aux maladies et au striga, Isohyète 800-1000mm
Darrell ken (99-BE-F5P-128-1)	Lignée	120	350	Lâche	Blanc opaque	2	Photosensible, olérante aux insectes aux maladies et au striga, Isohyète 600-800
N'Tenimissa	Lignée	105	370	Lâche	Blanche	2	Légèrement photosensible, tolérante aux insectes aux maladies et au striga. Isohyete 800-900mm

2.2. Méthodes :

Les travaux d'expérimentation ont été conduits avec la collaboration de deux producteurs testeurs volontaires par village, soit au total huit producteurs en première année. En deuxième année, le nombre de producteurs testeurs volontaires a été de trois (3) testeurs par site, deux (2) pour les essais avancés de la deuxième année et un (1) testeur pour reconduire les essais de la première année (essai mère), soit douze (12) producteurs pour la campagne. Pour la troisième année, le nombre de producteurs testeurs était de deux (2) par site, soit 8 producteurs testeurs pour la campagne. Les activités de la campagne étaient centrées sur une évaluation participative à la fin de la première année. Elle a permis de retenir 35 variétés améliorées sur la base du taux de préférence obtenue par variété dont 20 de celles-ci ont été reconduite en deuxième année.

Les (5) variétés conduites en troisième année d'étude ont été obtenues suite à une évaluation des variétés par les producteurs au moment de la maturation des plants.

✓ Dispositif expérimental

Tous les essais ont été conduits selon un même dispositif Alpha lattice complets randomisés avec deux répétitions (2 répétitions) de 2 m entre les répétitions. Chaque répétition était composée de 4 blocs. Pour la même répétition, l'intervalle entre les Blocs était d'un (1) mètre. A l'intérieur des Blocs, il y avait les parcelles élémentaires confectionnées sous forme de lignes ou billons ou bandes. Le nombre de lignes par Blocs était de 26 billons avec une longueur de 3 mètres. Les écartements étaient de 0,5 m entre les poquets et 0,75 m entre les billons (0,75 m x 0,5 m). Au moment du semis, dans chaque Bloc, étaient semées 13 variétés, soit deux bandes par variétés, ce qui donnait un total de 26 bandes. Ainsi, il y avait 13 variétés par Bloc x 4 (nombres de Bloc), soit 52 variétés par répétition. Ce qui fait que le nombre de variétés par testeur était de 104 variétés. Ainsi on note par village, pour les deux testeurs, 208 variétés. Soit un total de 832 variétés pour les 8 producteurs testeurs dans les 4 sites (villages) d'expérimentation. Les Semis ont été faits à la main dans de bonnes conditions d'humidité pour éviter les re-semis. Le fertilisant utilisé au moment du semis a été le phosphate d'ammoniaque (DAP= 18N-46P-0K) apporté à la dose de 100 kg/ha, soit 23 g/ligne. L'urée a été apportée 45 jours après le semis à la dose de 50 kg/ha, soit 12 g/ligne. Le démariage a été effectué 15 jours après le semis à raison de 2 plants par poquet.

2.3. Analyse statistique

Analyses statistiques des données : Les données du poids panicule et de rendements grains ont d'abord fait l'objet d'une analyse de la variance par environnement. L'analyse des résultats avait porté sur le poids panicule, le poids grains, la comparaison des poids grains première et deuxième année, l'identification des variétés les plus productives intra -villages et inter-village. Les analyses de la variance ont été faites avec le logiciel GenStat Procedure Library Release9.2. Le Test de Tukey a été utilisé pour discriminer les moyennes et déterminer les variétés améliorées les plus productives.

3. Résultats

3.1. Adaptabilité et potentiel de rendements

La diversité agro-morphologique est organisée principalement autour des paramètres liés au rendement notamment le poids de la panicule (PPA) par variété, le poids des grains de la panicule (GPA) et le rendement grains par plante (GPL).

- *Poids de la panicule (PP)*

Les résultats ont montré que le poids moyen de la panicule de la première année était de (**1252** grammes) pour la zone. La différence n'est pas statistiquement significative entre les localités et au niveau de la zone d'étude. Par contre, elle est significative entre les moyennes du poids des panicules de la zone de l'étude. Dans les localités, de Diakoro, Sekoro et Seribougou le poids moyen de la panicule a été respectivement meilleur (1285 grammes), (1278 grammes), (1260 grammes). A Diakobougou, le poids moyen des panicules a été de (1229 grammes) relativement inférieur aux trois premières localités. Par ailleurs, certaines variétés améliorées ont présenté des poids de la panicule nettement supérieure à celui du témoin de la localité. De même, les variétés marquées par une croix étaient des variétés améliorées retenues lors de la sélection participative pour leurs adaptations par rapport à la zone d'étude et qui ont présenté un poids moyen supérieur à la moyenne par localité.

Cependant, les résultats des observations de la deuxième année sur le poids moyen de la panicule indiquaient que le poids moyen de la panicule pour la zone a été de 1207 grammes. Ce poids a été légèrement inférieur au poids moyenne de la première année (1252 grammes) et était supérieur à celui de la moyenne de la variété locale pour la zone (1179 grammes). Dans les localités, le poids moyen de la panicule a été meilleur à Diakobougou (1276 grammes) et faible à Diakoro (1159 grammes). Pour les localités de Sekoro et Seribougou, le poids de la panicule a été respectivement (1224 grammes et 1171 grammes). Le coefficient de variation a été plus élevé dans la localité de Seribougou (18,50%) alors, qu'il a été faible dans les localités de Diakobougou et de Diakoro (14,60% et 14,50 %).

Tableau1 : Récapitulatif de l’appréciation du Poids moyen de la panicule (PP) en grammes des variétés de sorgho testées en première et deuxième année d’expérimentation

Variables		Diakobougou	Diakoro	Sekoro	Seribougou	Moyenne
Poids Panicule Première Année	Témoin	1170	1285	1278	1260	1249
	Moyenne	1229	1258	1264	1258	1252
	CV%	14%	12,40%	10,80%	8,20%	11,54%
	Signification	Non	Non	Non	Non	Non
Poids Panicule Deuxième Année	Témoin	1215	1060	1335	1108	1179
	Moyenne	1276	1159	1224	1171	1207
	CV%	14,60%	14,50%	15,80%	18,50%	15,90%
	Signification	0,75	0,002	0,88	0,76	<0,001

- **Rendement moyen des variétés améliorées**

Les moyennes marginales estimées avec la variable dépendante qui était le rendement à l’hectare. La moyenne de la zone en première année a été de **1129 kg/ha** avec un rendement maximum de 1226 kg/ha observé au niveau de la variété 016-KO-BC1-F6HT-1025* et un minimum de 1021 kg/ha pour la variété 016-KO-BC1-F6HT-1022* avec un coefficient de variation de 16 %. Les résultats ont montré que, pour la zone de Seribougou, le rendement moyen à l’hectare a été de (1151 kg/ha) avec un minimum de (919 Kg/ha) pour la variété 016-SB-CS-F6DT-122. A la deuxième année la moyenne du rendement à l’hectare de la zone a été de (1093 kg/ha) avec un rendement moyen maximum de (1168 kg/ha) observé au niveau de la source 016-SB-CS-DU-24. A Seribougou, les résultats ont montré que 75% des variétés testées ont obtenu plus d’1 T/ha de rendement. Contrairement à la localité de Sekoro avec seulement 25 % des variétés qui ont atteint un rendement d’1 t/ha. Par ailleurs, dans les localités de Diakobougou et Diakoro, on observe une disparité claire entre les poids moyens et les Blocs. Sur la liste des 52 variétés améliorées testées, les variétés marquées d’un signe Astérix (*) ont été retenues lors de la sélection participative et celles avec deux signes Astérix (**) constituent les variétés retenues du fait qu’elles ont un rendement moyen supérieur à la moyenne de la zone (1129 kg/ha).

Tableau1 : Récapitulatif de l'appréciation du rendement des variétés de sorgho testées en première et deuxième année d'expérimentation

Variables		Diakobougou	Diakoro	Sekoro	Seribougou	Moyenne Zone
Récapitulatif du Rendement Première Année	Témoin	1005	1187*	1202*	1101	1124
	Moyenne	1101	1142	1120	1151	1129
	CV%	18,40%	17%	16,70%	11,90%	16,10%
	Signi	Non	Non	Non	Non	<0,001
Récapitulatif du Rendement Deuxième Année	Témoin	1101.	889.	1222.	1030.	1061.
	Moyenne	1162.	1035.	1114.	1062.	1093
	CV%	11,05%	14,10%	16%	13,15%	19,7%
	Signi	Non	Non	Non	Non	<0,001

3.2. Comparaison des rendements moyens des variétés de sorgho des 2 années d'expérimentation

Le rendement moyen des données de la première année était de **1129 kg/ha**. Sur les 52 variétés testées dans les quatre localités, le rendement moyen des données de la première année observée était de (1101 Kg/ha) pour la localité de Diakobougou, (1142 Kg/ha) pour la localité de Diakoro, (1120 Kg/ha) pour Sekoro et (1151 Kg/ha) pour Seribougou. Ainsi, la localité de Seribougou a enregistré le rendement moyen le plus élevé. A la deuxième année la moyenne du rendement à l'hectare de la zone a été de (1093 kg/ha). Sur les 20 meilleures variétés retenues et testées à la deuxième année montre que la localité de Diakobougou a enregistré le rendement le plus élevé (1162 Kg/ha), suivi de la localité de Sekoro. Le rendement le plus faible a été observé dans la localité de Diakoro avec un rendement de (1035 Kg/ha). Il ressort de la comparaison des rendements des deux campagnes (la première année et la deuxième année), que la localité de Diakobougou a enregistré le plus faible rendement pour la première année (1101 Kg/ha) alors que pour la deuxième année, c'était la localité de Diakoro. Mais la localité de Diakobougou a enregistré le rendement le plus élevé en deuxième année (1162 Kg/ha). Cette localité semble être la zone la plus favorable pour l'adoption des variétés améliorées. Les facteurs explicatifs de ce résultat sont entre autres, les bonnes conditions agro-climatiques et la mise en place à temps des semis.

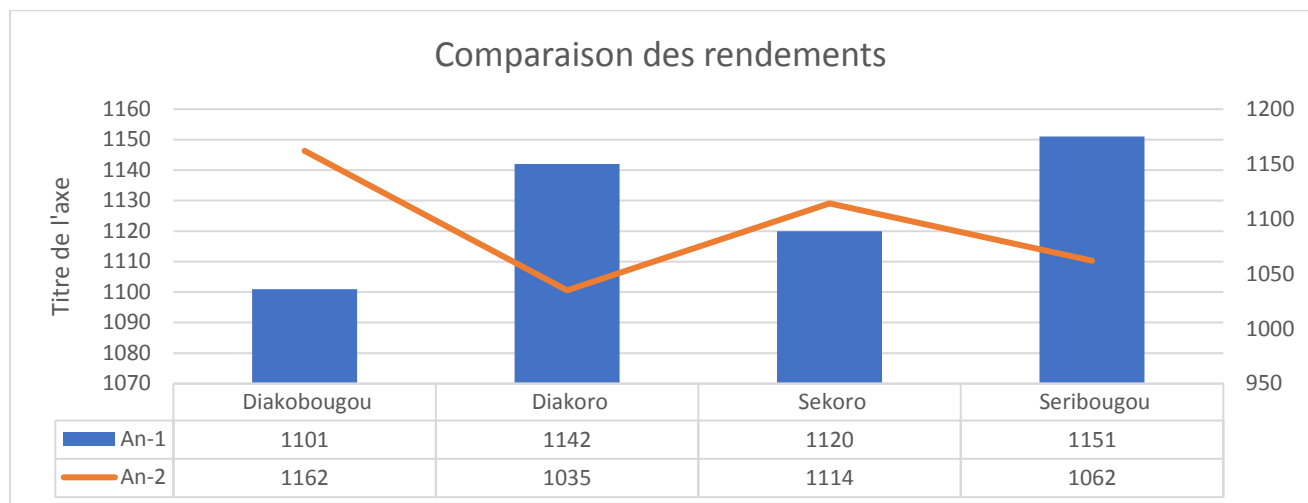


Fig.1 : Comparaison des rendements moyens des variétés de sorgho des 2 années d’expérimentation

Par ailleurs, la comparaison des rendements entre les variétés révèle une grande disparité entre les variétés sur un même site. A Diakobougou les variétés suivantes 016-SB-CS-DU-38 (1207*), 016-SB-CS-DU-25 (1210*), 016-KO-BC1-F6HT-1001 (1202*), 016-SB-CS-F6DT-122 (1253*), 016-SB-BC1-F6CT-1084 (1232*), 016-KO-BC1-F6HT-1046 (1295*) ont eu les rendements en grains les plus élevés en moyenne alors que les variétés 12A/016-SB-CS-DU-30 (808), 016-SB-CS-DU-35 (997), 016-SB-CS-DU-19 (854), 016-SB-BC1-F6CT-1160 (929), 016-KO-BC1-F6HT-1089 (960). Dans la localité de Diakoro ces les variétés 016-KO-BC1-F6HT-1025 (1237*), 016-KO-BC1-F6HT-1067 (1272*), 016-SB-BC1-F6CT-1019 (1302*), 016-SB-BC1-F6CT-1084 (1268*), 016-SB-CS-DU-24 (1278*) 016-SB-CS-DU-28 (1258*), 016-SB-CS-DU-35 (1268*), 016-SB-CS-DU-5 (1275*), ont eu les rendements en grains les plus élevés en moyenne. De même à Sekoro les variétés suivantes 016-KO-BC1-F6HT-1025 (1268*), 016-KO-BC1-F6HT-1038 (1293*), 016-SB-BC1-F6CT-1065 (1242*), 016-SB-CS-DU-1 (1283*), 016-SB-CS-DU-5 (1283*), 12A/016-SB-CS-DU-30 (1237*) ont eu les rendements en grains les plus élevés en moyenne. A Seribougou 016-KO-BC1-F6HT-1020 (1253*), 016-KO-BC1-F6HT-1025 (1293*), 016-KO-BC1-F6HT-1046 (1232*), 016-SB-BC1-F6CT-1038 (1247*), 016-SB-CS-DU-15 (1278*), 016-SB-CS-DU-28 (1237*), 016-SB-CS-DU-37 (1242*), 016-SB-CS-DU-4 (1237*), 016-SB-CS-F6DT-102 (1247*), , 016-SB-CS-F6DT-141 (1237*), 12A/016-SB-CS-DU-30 (1237*) qui ont eu les rendements en grains les plus élevés en moyenne.

4. Discussion et conclusion sur les rendements des variétés de sorgho testées

4.1. Discussion

L'analyse de la variance a révélé une grande variabilité de rendement graine au sein des variétés de sorgho améliorées dans la zone de Ségou. L'interprétation des composantes du rendement (le poids panicule, le poids grains et le rendement) de la première année a montré des différences non significatives entre les traitements de la première année pour les paramètres mesurés. Le rendement moyen de la zone a varié de 1226 kg/ha pour la variété 016-KO-BC1-F6HT-1025* à 1021 kg/ha pour la variété 016-KO-BC1-F6HT-1022* et la moyenne a été de 1129 kg/ha. Le témoin a eu une production de 1124 kg/ha, rendement qui a été statistiquement inférieur aux variétés retenues pour la deuxième année. En première année d'expérimentation, toutes les 52 variétés améliorées testées ont eu un rendement moyen supérieur à une tonne/ha pour la zone. Ces résultats ont montré l'importance de tester des variétés pour sélectionner les meilleures. Les résultats de recherche de Gasura *et al.* (2015) montrent l'importance de tester et de comparer les génotypes afin de sélectionner ceux ayant une adaptation spécifique et large en conséquence. Il permet également au chercheur d'avoir une justification spécifique et valable afin de recommander les génotypes qui sont meilleurs pour un environnement particulier. Selon plusieurs études, l'utilisation des variétés améliorées par les producteurs s'explique aussi par leur potentiel de rendement, leur précocité et la résistance aux ravageurs (Dugje *et al.*, 2009, Saidou *et al.*, 2011, cités par World Bank, 2014). Ces résultats rassurent sur la chance d'adaptation de ces variétés car elles étaient demeurées stables en rendement et en préférence. La variabilité des cycles entre les variétés dans une même localité illustre bien cette stratégie de lutte contre les risques climatiques.

4.2. CONCLUSION

Les environnements ont provoqué des réponses différentes des génotypes et la plupart de ces génotypes ont montré une spécificité environnementale. Le rendement des cultures est un trait complexe qui est influencé par un certain nombre de facteurs associés à l'environnement, directement ou indirectement rendant difficile la sélection de sorghos stables à haut rendement pour divers environnements. De ce fait, il faut préciser que ces résultats ont été obtenus suite à une sélection faite dans des villages se trouvant dans une zone marginale avec des risques climatiques élevés et des sols pauvres. Les performances des entrées (rendement en grains, cycle biologique, etc.) ont varié d'un environnement à un autre. Les résultats ont montré que le

poids moyen de la panicule par localité était supérieur à 1000 grammes. La phase de l'appréciation de la graine et de la panicule lors de l'évaluation participative a montré une différence hautement significative entre les localités. Ces résultats peuvent être ajoutés à la série des variétés potentielles pour l'adaptation au changement climatique. L'analyse des rendements par localités a montré que le rendement le plus haut a été enregistré dans la localité de Diakoro, avec 1302 kg/ha pour 016-SB-CS-F6DT-1019. Par contre le minimum des rendements dans les quatre localités était supérieur à 800kg/ha. Les observations de la deuxième année sur les rendements en grains ont montré que ce facteur a varié, à Diakoro, entre 1302 kg/ha (variété 016-SB-CS-F6DT-1019) et 894 kg/ha pour la variété 016-SB-CS-DU-25.

Les variétés (016-KO-BC1-F6HT-1006, 016-SB-BC1-F6CT-1065, 016-SB-CS-DU-1 et 016-SB-CS-F6DT-102) ont eu les rendements en grains les plus élevés en moyenne alors que les variétés 016-KO-BC1-F6HT-1022 et 016-SB-CS-DU-25 ont eu les rendements les plus faibles alors qu'elles étaient retenues lors de la sélection participative.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Programme Sorgho de de l'IER-Sotuba, la Délégation du Programme Sorgho de la Station de Recherche Agronomique de Cinzana (SRAC), pour l'opportunité qui nous a été offerte en termes du matériel végétal et le suivi au quotidien de son agent M. Bocar Diallo.

Nous remercions infiniment la Faculté Agronomique et de Médecine Animale (FAMA-Université de Ségou) à travers le Projet niche pour le financement des travaux de terrain.

Nos remerciements vont également à l'endroit des producteurs testeurs et leurs familles et de tout le personnel de la Station De Recherches Agronomique de Cinzana (SRAC).

BIBLIOGRAPHIE

- **Dicko M. H., Gruppen H., Traoré A. S. & Berkel A.** (2006b). *Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities.*
- **Dupaigre B. F.** (2015). *Changement climatique : un défi de plus pour l'agriculture en Afrique* [Perspectives 2050 pour la sécurité alimentaire et la productivité agricole] FARM.
- **Antoine Abel MISSIHOUN, Clément AGBANGLA, Hubert ADOUKONOU-SAGBADJA, Corneille AHANHANZO1 et Raymond VODOUHE** (2012) *Gestion*

traditionnelle et statut des ressources génétiques du sorgho (Sorghum bicolor L. Moench) au Nord-Ouest du Bénin ISSN 1991-8631

- **Gasura, E., Setimela, P. S., Tarekegne, A., Icishahayo, D., Edema, R., Gibson, P. T. and Okori, P.** (2015). *Variability of grain-filling traits in early maturing CIMMYT tropical maize inbred lines*. Crop Sci. 54 : 530_536.

Kouressy, M., Dingkuhn, M., Vaxsmann, M. and Heinemann, A.B., (2008). *Adaptation to diverse semi-arid environments of sorghum genotypes having different plant type and sensitivity to photoperiod*. Agric. For. Meteorol., 148: 357-371.

- **Mas-Aparisi A., Diallo F., Balié J.,** (2013). *Analyse des incitations et pénalisations pour le mil et le sorgho au Mali*. [Notes techniques, SPAAA, FAO], Rome.
- **Mundia C.W., Secchi S., Akamani K. and Wang G.** (2019). *A Regional Comparison of Factors Affecting Global Sorghum Production: The Case of North America, Asia and Africa's Sahel* [Revue].
- **Seyoum A., Gebreyohannes A., Nega A., Nida H., Tadesse T., Tirfessa A. et Bejiga T.** (2019). *Évaluation de la performance du sorgho (Sorghum bicolor (L.) Moench) : Génotypes pour le rendement en grain et les caractères associés au rendement dans les zones exposées à la sécheresse*. -Ethiopie : [s.n.].
- **Skøt J., Lipper L. & Thomas G. e. A. A.** (2017). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*, [revue Changement climatique agriculture et sécurité alimentaire] -Rome, FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Rome : s.n.
- **Soumare Mamy** (2004). *Contribution à la prévision de l'aire de diffusion de variétés de sorgho au Mali Couplage entre Modèle de Croissance des Cultures et Système d'Information Géographique*. Mémoire de DEA « Géographie et Pratique du Développement ». Université de Paris X
- **World Bank** (2014). *Turn Down the heat confront the new climate normal*, s.l.: s.n.