

## **Adaptabilité des variétés améliorées des sorghos pluviaux à double usage aux conditions climatiques de la zone Soudano-Sahélienne du Cameroun**

**Lazare NDOUVAHAD<sup>1\*</sup>, Philippe KOSMA<sup>1</sup>, Yakouba OUMAROU<sup>1</sup>, Dérík Pierre SAKATAI<sup>2</sup>,  
Pierre METSENA<sup>1</sup> et Venasius LENDZEMO WIRNKAR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Ecole Nationale Supérieure Polytechnique de Maroua, Département d'Agriculture, Elevage et Produits  
Dérivés, BP 46 Maroua, Cameroun*

<sup>2</sup> *Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Laboratoire de Biotechnologie,  
Centre Régional de Maroua, BP 33 Maroua, Cameroun*

<sup>3</sup> *Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD), Direction Générale,  
BP 2067 ou 2123 Yaoundé, Cameroun*

---

\* Correspondance, courriel : [lazare.ndouvahad@yahoo.fr](mailto:lazare.ndouvahad@yahoo.fr)

### **Résumé**

L'étude porte sur l'adaptabilité des variétés améliorées de sorghos pluviaux à double usage aux conditions climatiques de la zone soudano-sahélienne du Cameroun. Neuf variétés améliorées de sorghos pluviaux ont été introduites et testées dans un dispositif en bloc complètement randomisé à quatre répétitions à Guiring, Soukoundou et Béré. Les données ont été collectées sur chaque unité expérimentale et analysées avec le logiciel R. Les résultats montrent une diversité agro-morphologique au sein des variétés testées. Trois groupes ont été identifiés en fonction du cycle cultural: cycle précoce (Séguifa, Djamdigui, S35 et CK60B); cycle intermédiaire (Niathithiama, F4DT-298 et Framida) et cycle tardif (Grinkan et F4DT-15). Les variétés les plus productives en grain sur les trois sites d'étude sont Séguifa, Djamdigui, S35 et Framida. Celles qui ont exprimé les meilleurs potentiels en biomasse aérienne sont Niathithiama, F4DT-298, Framida. L'introduction de ces variétés améliorées pourrait permettre d'accroître la production du sorgho au Cameroun et palier au déficit du fourrage. La variabilité agro-morphologique observée offre des possibilités d'amélioration variétale.

**Mots-clés :** *sorgho, variété améliorée, double usage, adaptabilité, Soudano-Sahélienne.*

### **Abstract**

**Adaptability of improved dual purpose, rainy season sorghum varieties to climatic conditions of the Sudan-Sahel region of Cameroon**

The present study was carried out on the adaptability of improved dual purpose rainy season sorghum varieties, to climatic conditions of the Sudano-Sahelian zone of Cameroon. Nine (9) improved rainy season sorghum varieties were tested at Guiring, Soukoundou and Béré, in a randomized complete block design. Data collected were collated and analyzed using the R statistical analyses programme. Results show that with regards to agromorphological characteristics, the tested varieties are diverse. With regard to the crop growth cycle three distinct groups could be identified: early maturing (Séguifa, Djamdigui, S35 and CK60B);

intermediate (Niathithiama, F4DT-298 and Framida); late maturing (Grinkan and F4DT-15). The most productive varieties in terms of grain yield across the three sites of the study were Séguifa, Djamdigui, S35 and Framida. With regard to above-ground biomass, Niathithiama, F4DT-298 and Framida stood out. Introducing these improved sorghum varieties could lead to an increase in sorghum yield as well as an increase in forage production and supply in North Cameroon. The observed variability among the tested varieties makes room for genetic improvement.

**Keywords :** *sorghum, improved variety, dual purpose, adaptability, Sudan-Sahel.*

## 1. Introduction

L'alimentation des pays en Afrique subsaharienne dépend principalement de l'agriculture [1]. Au Cameroun, l'agriculture est un secteur clé de l'économie. Elle emploie plus de 75 % de la population active et contribue pour près de 25 % au Produit Intérieur Brut (PIB). Les principales céréales cultivées sont le sorgho/mil, le maïs et le riz [2]. Dans le monde, le sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) compte parmi les cinq céréales les plus importantes cultivées [3]. Il est cultivé sur tous les continents, dans les zones tropicales et tempérées [4]. En Afrique, avec une production avoisinant les 16 millions de tonnes, cette céréale occupe le deuxième rang après le maïs [4]. La diversité variétale du sorgho, son adaptabilité aux faibles précipitations (200 à 800 mm), aux sols marginaux et aux températures élevées observées dans les zones semi arides d'Afrique (zone soudano-sahélienne) et d'ailleurs (Inde, Amérique) lui confèrent un succès à sa production. Au Cameroun, le sorgho (*Sorghum bicolor*) est la céréale la plus cultivée avec une superficie moyenne de 0,8 millions d'ha et une production moyenne de 1,15 millions de tonnes [5]. Il est cultivé majoritairement dans la région du Nord et de l'Extrême-Nord. Il est la principale source d'énergie dans la zone soudano-sahélienne. En plus de l'alimentation humaine, il sert aussi comme biomatériaux et source d'alimentation pour les animaux [6, 7]. Divers mets peuvent être préparés à base de ses grains finement écrasés tels que la bouillie, le couscous, les galettes, les pains, les beignets et à la préparation des bières locales [6, 8]. Certains sorghos (sorghos à tanin) sont utilisés dans la teinture [9]. Les jus extraits des tiges de sorghos servent à la production des carburants, à la synthèse de l'éthanol et ses résidus sont utilisés comme engrais verts [7, 10].

Malgré l'importance que joue cette céréale au Cameroun, son rendement est faible (891 kg/ha) par rapport à d'autres céréales cultivées telles que le riz (1,09 t/ha) et le maïs (1,97 t/ha) en 2010 [2]. Ceci est dû en partie à la culture à grande échelle des variétés traditionnelles adaptées aux conditions agro écologiques à faible potentiel productif. Dans le souci d'accroître sa production, des variétés améliorées de sorgho pluvial à cycle court, productives et résistantes aux parasites ont été mises aux pieds par la recherche [11]. Cependant, on note souvent une faible adoption par les paysans. Soit du fait que certaines variétés sont inadaptées aux conditions climatiques locales, soit de leur goût non apprécié par les paysans. En outre, les paysans ont besoin non seulement d'un bon rendement en grain mais des chaumes pour la construction et l'alimentation de leurs animaux. Dans le choix d'une nouvelle variété, des études antérieures [12, 13] rapportent que les producteurs ont leurs critères de sélection qui regroupent les facteurs agronomiques, les facteurs pédoclimatiques et les facteurs organoleptiques. Il est donc nécessaire de trouver des variétés améliorées non seulement adaptées aux conditions pédoclimatiques locales mais qui produisent de bons rendements, et répondant également aux critères spécifiques des paysans [14]. C'est dans cette perspective que L'ICRISAT (Institut International de Recherche sur les Cultures des Zones Tropicales Semi-arides) a mis sur pieds des variétés améliorées de sorgho dites à double usage conçues dans le cadre d'une valorisation en graine pour alimentation humaine et en fourrage pour alimentation du bétail. La culture d'une telle variété offre un avantage en ce sens qu'elle

contribue à la solution de l'insuffisance des pâturages dans des zones en proie à des conflits agropastoraux. Par ailleurs, elle permet une meilleure intégration agriculture-élevage. En outre, face aux exactions perpétrées (prise d'otage, tueries, enlèvement du bétail, etc.) par la secte terroriste Boko-Haram limitant l'accès des éleveurs et leurs troupeaux aux pâturages naturels, l'introduction de ces variétés améliorées constituera une source importante en fourrage. Au regard de la diminution des surfaces pâturables au profit de l'extension des cultures pour la satisfaction des besoins vivriers [15], la culture de ces variétés boosterait la disponibilité en fourrage pour le bétail. C'est dans ce sillage que s'inscrit cette étude dont l'objectif est d'identifier parmi les variétés améliorées de sorghos à double usage testées, celles qui présentent de bonnes performances en rendement en grain et en biomasse aérienne dans les conditions climatiques de la zone soudano-sahélienne du Cameroun.

## 2. Méthodologie

### 2-1. Localisation de la zone d'étude

L'étude a été conduite dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun. Dans la région du Nord, l'essai était mené à Soukoundou (13°51975 de longitude Ouest et 9°50623 de latitude Nord) et à Béré (14°22694 de longitude Ouest et 9°01330 de latitude Nord). À l'Extrême-Nord, l'essai a été conduit à Guiring (14.31081° de longitude Ouest et 10.59471° de latitude Nord). Sur ces sites, les essais ont été implantés sur les parcelles expérimentales de l'IRAD durant deux campagnes (2018 et 2019). Les localités ont été choisies en fonction de leurs différences des conditions agro-climatiques. Les pluviométries enregistrées par les différentes zones d'étude durant les deux campagnes sont consignées dans le **Tableau 1**

**Tableau 1** : pluviométrie des différents sites d'étude durant les deux campagnes

Sites	Hauteur de pluie en 2018 (mm)	Hauteur de pluie en 2019 (mm)	Nombre de jours de pluies 2018	Nombre de jour de pluies 2019
Guiring	957	1069	52	65
Soukoundou	972	1027	54	72
Béré	1008	1420	62	68

### 2-2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de huit (08) variétés améliorées à double usage et une variété locale. Le **Tableau 2** présente quelques caractéristiques de ces variétés.

**Tableau 2 : caractéristiques agronomiques et phénotypiques des variétés étudiées**

Noms de la variété	Provenance/ origine	Rendement en T/Ha	Couleur de la graine	Cycle en jours
Grinkan	Mali	2,5	Blanche	120
Niathithiama	Mali	2	Blanche	120
Séguifa	Mali	2	Blanche	100
F4DT-298	Mali	2	Blanche	120
F4DT-15	Mali	2	Blanche	100
Djamdigui	Mali	2	Blanche	120
S-35	Cameroun	3	Blanche	90
Framida	Afrique du Sud	2,5	Rouge	120
CK-60B	ICRISAT	2	Blanche	100

### 2-3. Dispositif expérimental

Un dispositif expérimental en bloc complètement randomisé avec 9 traitements (variétés) et quatre répétitions a été utilisé pour la mise en place des essais sur trois sites d'étude (Guring, Soukoundou et Béré) dupliqué sur deux ans. Les parcelles élémentaires étaient constituées de 6 lignes de semis de 5 m comportant 11 poquets chacune. Les écartements ont été 0,75 m entre les interlignes et 0,50 m entre les poquets. Les parcelles élémentaires étaient séparées de 1 m. Les semis ont été effectués à différentes dates. En 2018, ces semis ont été faits à Guring, Soukoundou et Béré respectivement le 18 juin, 21 juin et le 01 juillet alors qu'en 2019, ils ont été réalisés respectivement le 25, 24 et 22 du mois de Juin. Un démariage à deux plants par poquet a été effectué 14 jours après le semis. Pour éviter la compétition avec les mauvaises herbes, deux (02) sarclages ont été faits respectivement à quatre semaines après semis et au stade épiaison de la panicule. Les plants de sorgho ont été fertilisés avec de l'engrais N-P-K (14-24-14) après sarclage à la dose 100 kg/ha et à l'urée à 46 % d'azote à la dose de 50 kg/ha au stade épiaison de la panicule. Aucun traitement phytosanitaire n'a été appliqué jusqu'à la récolte.

### 2-4. Collecte des données

#### 2-4-1. Paramètres de croissance

##### ➤ Taille des plants

La taille de la plante à la maturité physiologique a été mesurée à l'aide d'une règle graduée à partir du sol jusqu'au sommet de la panicule.

##### ➤ Nombre et surface des feuilles

Le nombre des feuilles et la surface foliaire ont été évalués au stade épiaison. Seules les feuilles vertes ont été comptées. La surface foliaire a été calculée par la **Formule** suivante [16] :

$$SF = (L_{max} \times l_{max})0,75 \quad (1)$$

Où  $L_{max}$  est la longueur maximale,  $l_{max}$  la largeur maximale de la feuille et 0,75 est le coefficient de forme.

##### ➤ Longueur des panicules

La longueur des panicules a été mesurée à partir des premières ramifications jusqu'au sommet de la panicule. Toutes ces mesures des paramètres de croissance ont été faites sur 5 plants choisis de manière aléatoire sur les deux lignes centrales par parcelle élémentaire et dans tous les blocs soit au total 20 plants par variété.

### **2-4-2. Cycle cultural**

- Nombre de jours à la floraison à 50 %

Le nombre de jours à la floraison à 50 % a été estimé en comptant sur l'ensemble de la parcelle élémentaire 50 % des plants dont les panicules ont épié.

- Nombre de jours à la maturité physiologique à 95 %

Le nombre de jours à la maturité physiologique à 95 % a été déterminé en comptant 95 % des plants par parcelle élémentaire ayant acquis leur maturité. À la maturité physiologique, les panicules ont été récoltées sur les deux lignes centrales par variété testée. Elles ont été pesées, battues et les grains ont été récupérés pour la détermination du poids moyen de 1000 graines et le rendement à l'hectare.

### **2-4-3. Composantes de rendement**

- Rendement en grain et en biomasse aérienne

Le rendement en grain à l'hectare a été déterminé en pesant le poids des grains issus des deux lignes centrales. La biomasse sèche a été évaluée à partir du poids des tiges et des feuilles récoltées sur les deux lignes centrales.

- Poids moyen de 1000 grains et d'une panicule

Le poids moyen de 1000 graines par variété testée a été estimé en pesant 1000 graines comptées manuellement par parcelle élémentaire. La détermination du poids moyen d'une panicule s'est faite à partir du poids de 5 panicules choisies par parcelle élémentaire. Toutes ces mesures ont été faites à l'aide d'une balance de précision.

### **2-4-4. Vigueur à la levée, Sensibilité à la verse et aux dégâts des oiseaux**

Elles ont été estimées par observation visuelle sur l'ensemble des parcelles élémentaires. La vigueur à la levée a été évaluée 15 jours après semis suivant une échelle allant de 1 à 5. La sensibilité à la verse et aux dégâts d'oiseaux a été notée au stade maturité des grains suivant une échelle allant de 1 à 9 [17].

## **2-5. Traitements et analyse des données**

Les données obtenues ont été saisies et mises en forme avec Microsoft Office Excel 2013 et importées sous forme de fichiers textes (séparateur : tabulation) dans le logiciel R. L'ANOVA a été utilisée pour vérifier l'effet des variétés sur les paramètres mesurés, tandis que le Test de Tukey au seuil de 5 % nous a permis de comparer deux à deux les moyennes des paramètres mesurés.

## **3. Résultats et discussion**

### **3-1. Effet de la variété sur les paramètres de croissance**

Les paramètres de croissance (Taille, nombre de feuille, longueur panicule et surface foliaire) des différentes variétés améliorées de sorgho sur les trois sites d'étude sont résumés dans les **Tableaux 3** et **4**. L'analyse de variance (ANOVA) montre qu'il y a une différence hautement significative entre les différentes variétés au seuil de 5 % pour tous les paramètres évalués. Cette différence significative entre les paramètres de croissance est due à des caractères intrinsèques aux variétés. A Guiring, la taille moyenne varie respectivement de 106,30 à 266,62 cm; à Soukoundou de 108,50 à 223,07 cm et à Béré de 84,95 à 183,30 cm. Quant au nombre moyen de feuille, il varie de 7,32 à 12,05; de 9,17 à 13,00 et de 6,92 à 9,45. Sur ces différents

sites d'étude, la variété CK60B enregistre la plus petite taille et le moins de feuille. Par contre, Framida enregistre les plus grandes tailles exception faite de Béré où c'est plutôt Djamdigui. Ces observations sur la variabilité pour ces paramètres de croissance au sein des variétés ont aussi été rapportées sur les sorghos du Burkina-Faso [18] et sur les sorghos d'Algérie [19]. Les hauteurs de ces plantes varient respectivement de 225,94 à 319,22 cm et de 78,88 à 174,5 cm. En outre, leur nombre de feuilles oscille entre 5 et 10 au Burkina-Faso et de 6,5 à 10,83 en Algérie.

**Tableau 3 : Paramètres de croissance des variétés de sorgho étudiées**

Variétés	GUIRING		SOUKOUNDOU		BERE	
	Taille (cm)	NBFE	Taille (cm)	NBFE	Taille (cm)	NBFE
V1	173,90± 20,95a	11,87± 1,81a	169,82± 26,78b	13,00± 1,63a	114,32 ±19,97d	9,45± 1,66a
V2	238,72± 33,09 b	12,05 ±1,197 a	219,57 ±22,17a	10,95± 1,41c	179,25± 27,47 ab	8,60± 1,94 abc
V3	222,55±30,87b	9,82± 2,08c	211,42± 28,48a	9,47 ±1,06 e	174,12 ±32,41ab	7,32± 2,98 cd
V4	235,40± 28,39b	11,60± 1,43a	222,45± 31,67a	11,74 ±1,29bc	160,91± 31,26 b	7,85± 2,21bcd
V5	171,12± 23,88a	11,25± 2,18ab	166,05± 11,50b	12,00 ±1,60ab	138,70±29,75c	8,87 ±1,47ab
V6	234,67± 28,08b	9,95± 1,64c	209,55± 27,08a	9,82 ±1,10de	183,30± 37,84 a	7,92± 2,16bcd
V7	235,650±30,09 b	10,27±1,70bc	208,15± 23,99a	10,82± 1,51cd	167,17±27,61ab	7,72± 2,14bcd
V8	266,62± 30,21a	11,20±1,22 ab	223,07±39,58	11,45± 1,43bc	179,05 ±33,62ab	8,20± 2,36abcd
V9	106,30± 10,08d	7,32± 1,38 d	108,50± 12,31c	9,17± 1,83 e	84,95± 32,94e	6,92 ±1,57d
P	2e-16 ***	2e-16 ***	2e-16***	2e-16***	2e-16 ***	1.39e-6 ***

*Dans une même colonne d'un même paramètre, les moyennes suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % V1 : Grinkan ; V2 : Niathithiama ; V3 : Séguifa ; V4 : F4DT-298 ; V5 : F4DT15 ; V6 : Djamdigui ; V7 : S35 ; V8 : Framida ; V9 : CK60B NBFE : Nombre de feuille.*

Quant à la longueur des panicules, elle varie entre 20,01 et 28,51 cm ; 22,32 et 28,28 cm et entre 23,17 et 31,22 cm respectivement à Guiring, Soukoundou et Béré. La variété CK60B a la plus petite mesure de la longueur des panicules à Guiring et Soukoundou alors qu'à Béré, ce sont les variétés S35 et Djamdigui. Les variétés tardives Grinkan et F4DT15 sont celles qui présentent les panicules les plus longues. La variation des longueurs (28,8 à 58,2 cm) des panicules a été aussi observée sur les sorghos cultivés au Nord de la cote d'ivoire [20]. Des observations similaires (25,42 à 48,92 cm) ont été faites sur les sorghos performants du Burkina Faso [21]. De même, les travaux antérieurs [22] sur le sorgho sucré au Burkina Faso, rapportent que les panicules principales de certaines variétés sont longues de 20,7 à 51,3 cm. Les panicules des différentes variétés de cette étude peuvent être classées parmi les panicules des sorghos sucrés du Burkina Faso. La variabilité morphologique obtenue au sein des variétés sur les trois sites d'étude pourrait être due à leur nature génomique, aux conditions édapho-climatiques et à l'origine de provenance des semences. Dans la même lancée, dans les conditions du Niger, la variabilité des écotypes des sorghos est non seulement liée aux aspects botaniques mais aussi à la position géographique du site de collecte des semences [23]. De même, les résultats concordants ont été obtenus sur l'existence de la variabilité morphologique des oignons au Cameroun en fonction du lieu de provenance des semences [24]. Par ailleurs, la surface foliaire varie de 314,62 à 475 cm<sup>2</sup> à Guiring; de 369,14 à 481 cm<sup>2</sup> à Soukoundou et de 261,30 à 409,13 cm<sup>2</sup> à Béré. Sur l'ensemble des sites, la variété Framida a exprimé la plus grande surface foliaire et la plus petite a été enregistrée par

la CK60B. Une grande surface foliaire crée un ombrage à la surface du sol réduisant ainsi l'évaporation de l'eau du sol. Ceci permet une utilisation efficace de l'eau par la plante et lui permet aussi de faire face à des petites poches de sécheresse. Chez le Blé, il existe une corrélation positive entre le rendement et la surface foliaire [25]. Toutes les variétés ont manifesté de bonnes performances végétatives à Guiring et à Soukoundou qu'à Béré. Ces résultats peuvent se justifier par une plus ou moins bonne répartition de la pluviométrie enregistrée à Guiring et Soukoundou qu'à Béré. A Béré, les plantes ont été soumises à une grande pluviométrie responsable du nanisme ou rabougrissement des plantes. A la fin du mois de septembre de la deuxième campagne, ce site a fait l'objet des violentes averses qui ont occasionné l'inondation des parcelles. Chez les plantes, un excès d'eau crée une asphyxie. Le sorgho est une culture moins exigeante en eau et présente un intérêt certain face à des conditions environnementales toujours plus aléatoires.

**Tableau 4 : Paramètres de croissance des variétés de sorgho étudiées**

Variétés	GUIRING		SOUKOUNDOU		BERE	
	LPan (cm)	SURFO (cm2)	LPan (cm)	SURFO (cm2)	LPan (cm)	SURFO (cm2)
V1	28,51± 1,94a	458,34± 101,14 ab	28,28± 2,38 a	440,77± 62,54 a	31,22 ±31,27ab	358,18± 109,89a
V2	26,52± 2,35b	425,92± 79,05abc	26,74± 1,70 a	463,77± 85,82a	25,43± 2,06ab	384,91± 117,42ab
V3	23,59±3,08 c	441,20± 138,90abc	22,76 ±2,99b	448,04 ±117,94 a	21,27 ± 2,38ab	344,12± 97,26b
V4	26,06 ±2,89b	433,81± 77,29abc	26,75± 4,05a	482,51 ± 78,52a	25,05± 4,49bc	329,03 ± 88,83ab
V5	27,58± 1,88ab	387,20± 92,00c	28,73± 1,72 a	445,10 ± 86,49a	25,52± 2,53ab	358,34± 103,95ab
V6	23,14± 1,61c	398,15± 94,48bc	23,11± 2,87b	461,41 ±150,86a	21,06± 2,05ab	345,96 ± 82,97b
V7	23,12± 1,55c	384,70± 96,39c	23,61± 3,32b	437,09± 108,56 ab	21,08±2,65ab	351,80 ± 89,31b
V8	27,40± 2,15ab	475,20 ± 89,87a	26,99± 2,08a	481,35 ± 88,50a	22,57±2,96a	409,13± 106,52b
V9	20,01± 2,22d	314,62± 48,96d	22,32± 4,08b	369,14 ± 72,08b	23,17 ± 2,80c	261,30± 66,27b
P	2e-16 ***	2.66e-13 ***	2e-16 ***	2.05e-5 ***	9.54e-4 ***	1.54e-8 ***

*Dans une même colonne d'un même paramètre les moyennes suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. V1 : Grinkan ; V2 : Niathithiama ; V3 : Séguifa ; V4 : F4DT-298 ; V5 : F4DT15 ; V6 : Djamdigui ; V7 : S35 ; V8 : Framida ; V9 : CK60B LPan : Longueur panicule ; SURFO : Surface foliaire*

### 3-2. Cycle cultural

Le **Tableau 5** présente le nombre de jours moyen après semis jusqu'à 50 % floraison (F50 %) et à la maturité physiologique à 95 % (MAT95 %) des différentes variétés testées. Pour tous les sites d'étude, l'analyse de variance (ANOVA) montre qu'il existe une différence hautement significative ( $P > 2.e-16$ ) au seuil de 5 %. Ce résultat suggère que les variétés diffèrent entre elles pour le cycle cultural. La floraison à 50 % varie de 60 à 86 jours après semis à Guiring ; de 61 à 88 jours à Soukoundou et 68 à 91 jours à Béré alors que la maturité physiologique à 95 % se situe de 91 à 119 jours à Guiring; de 95 à 119 jours à Soukoundou et 91 à 121 jours après semis à Béré. En fonction du cycle cultural, les variétés peuvent être classées en trois groupes : les variétés précoces sont constituées de CK60B, Séguifa, Djamdigui et S35 et les plus tardives sont Grinkan et F4DT15. Les variétés intermédiaires sont constituées de Niathithiama, F4DT-298 et Framida. Les observations similaires sur la diversité phénologique ont été faites sur les accessions de mil au Sénégal [26]. La date de début et de fin des pluies étant incertaines dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun, cette variabilité de cycle cultural offre aux agriculteurs la possibilité de semer les variétés tardives en cas d'installation précoce des pluies et les variétés précoces en cas de début tardif des pluies. Par ailleurs, au regard des effets

induits (raccourcissement du calendrier cultural) par le changement et la variabilité climatiques, les variétés à cycle court et intermédiaire de cette étude pourraient servir de source de géniteurs pour la mise au point de nouvelles variétés de sorgho adaptées aux conditions climatiques du Cameroun. Comparativement aux cycles culturaux des lieux de provenance des différentes variétés importées (**Tableau 2**), nos résultats montrent que Grinkan a pratiquement conservé la durée de son cycle (119 et 121) alors que F4DT-15 a vu son cycle s'allonger sur tous les sites d'étude. Par contre, les cycles des autres variétés (Niathithiama, Séguifa, F4DT-298, Djamdigui, Framida et CK60B) se sont raccourcis. Cette variation du cycle cultural pour une même variété d'un site à un autre a été aussi observée sur les accessions de mil au Sénégal [27]. La variation du cycle cultural de nos variétés de sorgho testées se justifierait par la répartition géographique et spatiale du site d'essai, de la date de semis et de la répartition des pluies. Une abondance des pluies peut aussi prolonger la durée de la phase végétative. A l'issue de nos résultats, les variétés qui ont vu leur cycle se réduire ou s'allonger sont des variétés très photosensibles sur tous les sites d'étude. Par contre, Grinkan semble être une variété très peu photosensible. Le photopériodisme permet la synchronisation de la floraison avec la fin de la saison des pluies indépendamment de la date de semis [28]. Sur chaque site, on note une variabilité au sein des variétés pour le cycle cultural. Des observations similaires ont aussi été rapportées sur les accessions du sorgho au Nord de la Côte d'Ivoire [20] et de la zone soudano-sahélienne du Cameroun [29]. Leur floraison à 50 % varie respectivement de 66 à 119 jours et de 54 à 94 jours. Par ailleurs, d'un site à un autre, la majorité des variétés ont des cycles différents. Ces différences de cycle cultural entre les sites pour une même variété sont liées à l'adaptation spécifique de chaque variété à un environnement varié. Dans la zone soudano-sahélienne, la grande diversité des cycles des cultures est un caractère clef de l'adaptation aux risques climatiques et aux différents types de conditions édaphiques [30]. Lorsque les conditions environnementales sont favorables, la floraison tardive allonge la phase végétative et favorise l'accumulation de ressources pour la production des graines.

**Tableau 5 : cycle cultural des différentes variétés de sorgho**

Variétés	GUIRING		SOUKOUNDOU		BERE	
	F50 (jrs)	MAT95 (jrs)	F50 (jrs)	MAT95 (jrs)	F50 (jrs)	MAT95 (jrs)
V1	86 ± 3,24a	119 ± 2,43a	88 ± 3,54d	119 ± 2,13c	91 ± 3,50a	121 ± 1,51a
V2	78 ± 5,73b	106 ± 6,84b	83 ± 2,29c	111 ± 2,97b	83 ± 2,32c	111 ± 2,50b
V3	69 ± 2,43d	94 ± 2,03c	71 ± 2,49b	96 ± 1,40a	70 ± 1,88d	91 ± 2,13d
V4	77 ± 6,61bc	104 ± 8,15b	83 ± 3,33c	111 ± 3,20b	86 ± 3,35bc	112 ± 3,35b
V5	86 ± 2,74a	118 ± 2,13a	88 ± 2,26d	119 ± 2,10c	88 ± 3,52ab	119 ± 1,60a
V6	67 ± 2,06d	93 ± 2,06c	71 ± 1,92b	96 ± 2,13a	70 ± 2,23d	91 ± 2,60d
V7	69 ± 2,76d	94 ± 3,01 c	73 ± 1,03b	97 ± 2,10a	71 ± 2,32d	93 ± 2,67d
V8	71 ± 1,40cd	102 ± 1,77b	82 ± 2,35c	111 ± 3,58b	82 ± 2,19c	107 ± 1,66c
V9	60 ± 1,99e	91 ± 3,06c	61 ± 3,37a	95 ± 1,48a	68 ± 2,13d	91 ± 1,4d
P	2. e-16 ***	2. e-16 ***	2. e-16 ***	2 e-16 ***	2 e-16 ***	2 e-16 ***

Dans une même colonne d'un même paramètre les moyennes suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. F50 : Floraison à 50 % ; MAT95 : Maturité à 95 % .V1 : Grinkan ; V2 : Niathithiama ; V3 : Séguifa ; V4 : F4DT-298 ; V5 : F4DT15 ; V6 : Djamdigui ; V7 : S35 ; V8 : Framida ; V9 : CK60B

### 3-3. Composantes de rendement

Le rendement grain, la biomasse sèche en paille, le poids de mille grains et le poids des panicules sont des paramètres qui déterminent le rendement. Les **Tableaux 6 et 7** présentent le rendement des différentes variétés de sorgho étudiées. L'analyse de variance (ANOVA) montre qu'il y a une différence hautement significative entre ces paramètres au seuil de 5 % exception faite du poids moyen d'une panicule à Béré. A Guiring, Soukoundou et Béré, les rendements grain et biomasse sèche varient respectivement de 1,04 à 5,20 t/ha et de 2,46 à 14,6 t/ha; de 0,15 à 2,02 t/ha et 5,12 à 17,24 t/ha; de 0,05 à 0,66 t/ha. Les variétés les plus productives en grain sont S35 (5,2 t/ha) et Niathithiama (5,03 t/ha) à Guiring, S35 (2,02 t/ha) et Framida (2,02 t/ha) à Soukoundou, Djamdigui (0,61 t/ha) et Framida (0,66 t/ha) à Béré. Cette variabilité en rendement grain au sein des variétés est due au potentiel génétique et aux conditions édapho-climatiques de chaque site. A Guiring et Soukoundou en dehors des variétés tardives (Grinkan et F4DT15), toutes les variétés ont eu des rendements sensiblement égaux ou supérieurs à la moyenne nationale (1,43 t/ha) du sorgho en 2016. Par contre à Béré, les rendements obtenus sont inférieurs. L'introduction de ces variétés améliorées dans la zone soudano-sahélienne du Cameroun boosterait la production du sorgho. Sur le site de Guiring, en dehors de Grinkan et CK60B, toutes les autres variétés ont eu des rendements supérieurs à ceux de leurs lieux de provenance (**Tableau 2**) ce qui n'est pas le cas à Soukoundou et à Béré. Les conditions environnementales variables et l'origine de la provenance des différentes variétés peuvent expliquer les variations agronomiques observées dans cette étude. Des résultats similaires ont été aussi rapportés sur les accessions de Voandzou au Nord Cameroun [31]

**Tableau 6 :** performances agronomiques des différentes variétés de sorgho

Variétés	GUIRING		SOUKOUNDOU		BERE	
	Rdt en T/ha	Bioséche T/Ha	Rdt en T/ha	Bioséche T/Ha	Rdt en T/ha	Bioséche
V1	1,69± 1,21cd	8,92± 0,81d	0,12±0,05 a	17,24± 2,70e	0,11± 0,05d	/
V2	5,03± 1,54a	12,41± 0,42abc	1,11± 0,74ab	13,74± 2,25ce	0,05± 0,03d	/
V3	4,08±0,57ab	11,50± 0,79bcd	1,91±1,12b	8,80± 0,62ac	0,48 ±0,16abc	/
V4	3,85 ±0,65abc	14,69± 2,37 a	2,01± 1,78b	12,63± 3,02 ce	0,07±0,02d	/
V5	2,34 ±1,86bcd	9,60±1,00cd	0,15± 0,10 a	15,07 ±3,26 de	0,17± 0,07cd	/
V6	4,18± 0,95ab	10,82± 1,33bcd	1,70± 0,74ab	7,56± 1,23 ab	0,61 ±0,28 ab	/
V7	5,20± 1,98a	9,40 ±1,07d	2,02± 0,49b	10,16± 1,59bcd	0,53± 0,23ab	/
V8	4,80±1,49a	12,64 ±1,47ab	2,02± ±2,06b	16,32± 1,59e	0,66 ±0,14a	/
V9	1,04± 0,19d	2,46± 0,48e	1,14 ±0,49 ab	5,12± 0,20a	0,35± 0,31bcd	/
P	2.34 e-9 ***	8.19 e-12 ***	4.04e-4 ***	2,13e-8 ***	3.28e-10 ***	/

*Dans une même colonne d'un même paramètre les moyennes suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. V1 : Grinkan ; V2 : Niathithiama ; V3 : Séguifa ; V4 : F4DT-298 ; V5 : F4DT15 ; V6 : Djamdigui ; V7 : S35 ; V8 : Framida ; V9 : CK60B. Rdt = rendement ; Bioséche = Biomasse sèche de la paille (tige + feuilles)*

Concernant le rendement en biomasse, toutes les variétés ont produit des biomasses aériennes considérables. Les meilleurs rendements en biomasse aérienne ont été enregistrés avec les variétés F4DT298 (14,69 t/ha), Framida (12,64t/ha) et Niathithiama (12,41t/ha) à Guiring. Alors qu'à Soukoundou, F4DT15

(15,07 t/ha), Framida (16,32 t/ha et Grinkan (17,24 t/ha) ont eu des meilleurs potentiels productifs en biomasse par rapport à d'autres variétés. Ces variétés se présentent ainsi comme une véritable source fourragère pour l'alimentation du bétail. Compte tenu du déficit fourrager induit par le changement climatique et la pression démographique, ces variétés serviront de fourrage pour assurer la sécurité alimentaire du bétail. Par ailleurs, à Béré, le rendement en biomasse n'a pas été évalué à cause de l'incursion des animaux. Les variétés qui disposent d'un bon rendement grain et biomasse sont Niathithiama, Séguifa, F4DT-298, Djamdigu et Framida à Guiring. Alors qu'à Soukoundou, ce sont les variétés Niathithiama, F4DT-298 et Framida qui sont plus performantes. Au regard de leur potentiel productif en grain et en biomasse, ces variétés pourraient servir de source de géniteurs dans les programmes de création des variétés à haut potentiel productif en fourrage et en grain. La variation observée en rendement grain et biomasse au sein des variétés dans cette étude a été aussi rapportée sur dix génotypes de sorghos au Sénégal [32]. Les résultats de ces travaux ont montré que les rendements varient entre 547 kg/ha et 1854 kg/ha pour le grain et entre 4647 kg/ha et 12103 kg/ha pour la biomasse. En outre, le poids de mille grains varie de 14,5 à 29 g à Guiring; de 11,25 à 20,75 g à Soukoundou; de 10,28 à 20 g à Béré. Pour le poids d'une panicule, il oscille respectivement entre 28,40 et 91,80 g; 28,52 et 64,65 g; de 20,17 à 42,27 g.

Toutes les variétés ont enregistré les grandes valeurs en composantes de rendement à Guiring et Soukoundou par rapport à Béré. Ces résultats peuvent se justifier par une bonne répartition des pluies et aux bonnes conditions agro-pédologiques. Cependant à Guiring, lors de la deuxième campagne (2019), les variétés tardives (Grinkan et F4DT15) ont été affectées par une poche de sécheresse qui a duré 13 jours pendant la phase de floraison-remplissage des grains. Ce stress hydrique a empêché le remplissage en grains de leurs panicules. De même à Soukoundou pendant les deux campagnes et surtout lors de la première campagne (2018), il y a eu une poche de sécheresse qui a influencé négativement la performance des composantes de rendement (rendement grain, poids de mille grains et poids moyen d'une panicule) de toutes les variétés. Sur ce site, ces différentes variétés auraient dû enregistrer des bons rendements comme à Guiring sans cette poche de sécheresse. Un stress hydrique qui survient au stade gonflement-épiaison du sorgho affecte le remplissage, la qualité des grains et l'avortement des panicules entières [33]. En plus de ces facteurs climatiques, le potentiel génétique de ces variétés expliquerait aussi ces différences de rendement entre ces variétés et divers environnements. Cependant à Béré, les faibles rendements obtenus lors des deux campagnes (2018 et 2019), s'explique par une grande pluviométrie qui a causé un retard de croissance et dont une mauvaise expression du potentiel de production des différentes variétés.

**Tableau 7 : Performances agronomiques des différentes variétés de sorgho**

Variétés	GUIRING		SOUKOUNDOU		BERE	
	PMG en g	PoidPAN en g	PMG en g	PoidPAN en g	PMG en g	PoidPAN en g
V1	15,12±2,90b	44,02± 11,01c	11,75 ±2,49a	29,52± 5,20 c	12,80± 3,70bcd	24,52± 12,11ab
V2	19,12± 5,93b	67,95± 10,82b	14,87± 2,53ab	48,92± 12,02b	11,12± 2,16cd	25,47± 6,67ab
V3	28,12±3,97a	85,95± 15,76ab	20,25± 1,38c	59,85± 9,29ab	16,62 ±3,42abc	42,27± 20,02a
V4	17,42 ±2,07b	89,14± 19,17a	14,57±2,22ab	55,51± 2,09a	10,28± 3,19d	20,48± 7,03b
V5	14,50± 1,92b	37,85 ±6,49c	11,25± 2,05a	28,52± 5,10c	11,28 ±1,88bcd	31,00± 13,17ab
V6	27,12± 4,67a	81,25 ± 5,93ab	20,75± 2,76c	62,45± 7,67ab	17,12± 1,88 ab	33,42± 15,62ab
V7	29,00± 4,56a	91,80±17,54a	18,50± 2,07bc	64,65 ±13,46 a	18,62± 4,43a	28,15± 9,84ab
V8	25,75± 4,65a	83,00 ±10,37ab	17,50± 6,11bc	49,40± 23,82 ab	20,00± 5,34a	20,17± 6,26b
V9	15,50± 2,61b	28,40± 7,00c	14,62± 4,24ab	40,02± 14,68c	12,87 ±4,12bcd	26,40± 12,21ab
P	4.95e-14 ***	2e-16 ***	2.63e-8 ***	8.41e-7 ***	4,81e-7 ***	0.0214 *

*Dans une même colonne d'un même paramètre les moyennes suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %. V1 : Grinkan ; V2 : Niathithiama ; V3 : Séguifa ; V4 : F4DT-298 ; V5 : F4DT15 ; V6 : Djamdigui ; V7 : S35 ; V8 : Framida ; V9 : CK60B. Rdt = rendement ; PMG = poids de mille grains ; PoidPAN = Poids panicule*

**3-4. Vigueur à la levée, sensibilité à la verse et aux dégâts d'oiseaux**

Les résultats sur la vigueur à la levée, la sensibilité à la verse et aux dégâts d'oiseaux des différentes variétés de sorghos sur les trois sites d'étude sont consignés dans le **Tableau 8**. La vigueur à la levée exprime l'énergie physique avec laquelle les plantules se dégagent de la terre. Elle permet également de juger de la qualité sanitaire des graines et de leur maturité. Les résultats montrent qu'à l'exception de Grinkan et CK60B qui sont dotées visuellement d'une vigueur médiocre à Béré, toutes les autres variétés présentent une bonne et moyenne vigueur à la levée. Il ressort de ce tableau également que ces variétés semblent toutes résistantes à la verse à Guiring et Soukoundou. Des observations similaires ont été rapportées pour les sorghos d'Algérie [19]. A Béré en dehors de Framida, toutes ces variétés en sont sensibles. Sur ce site, la variété locale (S35) en est la plus sensible. Cette forte sensibilité de toutes les variétés à la verse à Béré s'explique par le fait qu'à la fin du mois de septembre, les plantes ont été sujettes à des violentes averses. Par ailleurs, les résultats montrent que ces variétés ont présenté différents degrés de sensibilité aux dégâts d'oiseaux. Ceci suppose que toutes les variétés ne sont pas appréciées de la même manière par les oiseaux. A Guiring et Soukoundou, les variétés les plus appréciées sont Séguifa, Djamdigui et S35 par conséquent se sont illustrées par plus de dégâts. Les variétés (Séguifa, Djamdigui, S35 et CK60B) qui ont fleuri tôt ont été plus exposées. À l'exception de Framida à béré, toutes les variétés ont subi plus de dégâts d'oiseaux. Cette forte exposition des différentes variétés aux dégâts d'oiseaux peut se justifier par le fait que cette localité est une zone de prédilection de la culture du maïs. Les céréales telles que le sorgho et le mil n'y sont pratiquement pas cultivées. Ces différents dégâts causés par les oiseaux ont été beaucoup plus observés pendant la phase de remplissage-maturation des grains. De nombreuses pertes sont aussi observées au début et à la fin de la floraison des variétés de sorgho [34].

**Tableau 8 : Vigueur à la levée, Sensibilité à la verse et aux dégâts d'oiseaux des différentes variétés de sorgho étudiées**

Variétés	GUIRING			SOUKOUNDOU			BERE		
	Vigueur	Verse	oiseaux	Vigueur	Verse	oiseaux	Vigueur	Verse	oiseaux
V1	Bonne	T.Faible	T.Faible	Bonne	T.Faible	T.Faible	Médiocre	Médiocre	Forte
V2	Bonne	Faible	T.Faible	Bonne	Faible	Faible	Bonne	Bonne	Forte
V3	Moyenne	T.Faible	Forte	Bonne	T.Faible	Moyenne	Bonne	Bonne	Forte
V4	Bonne	T.Faible	T.Faible	Bonne	T.Faible	Faible	Bonne	Bonne	Forte
V5	Moyenne	T.Faible	T.Faible	Bonne	T.Faible	T.Faible	Moyenne	Moyenne	Forte
V6	Bonne	T.Faible	Forte	Bonne	T.Faible	Moyenne	Bonne	Bonne	Forte
V7	Bonne	Faible	Moyenne	Bonne	T.Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Forte
V8	Bonne	T.Faible	T.Faible	Bonne	T.Faible	T.Faible	Moyenne	Moyenne	T.Faible
V9	Moyenne	T.Faible	Faible	Bonne	T.Faible	Faible	Médiocre	Médiocre	Forte

### 3-5. Interaction génotypes-environnement

L'interaction entre les génotypes et environnement nous permet de savoir s'il y a un effet environnement sur les performances agro-morphologiques au sein des génotypes (variétés). Les résultats des analyses de variance sont consignés dans le **Tableau 9**. Pour le paramètre cycle cultural, l'analyse de variance montre respectivement qu'il y a une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ), moyennement significative ( $P < 0,01$ ) au seuil de 5 % pour la floraison à 50 % au sein des variétés, en fonction de l'année et de l'année  $\times$  variété sur les trois sites. Cependant à Soukoundou, cette différence n'est pas significative pour la variété  $\times$  année. Quant à la maturité physiologique à 95 %, on note une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ), non significative ( $p > 0,1$ ) au seuil de 5 % respectivement entre les variétés, en fonction des années et des variétés  $\times$  années. Toutefois à Guiring, cette différence est significative ( $p < 0,05$ ) pour la maturité à 95 %. Ces résultats traduisent le fait que les différentes variétés fleurissent et atteignent leur maturité physiologique à différentes dates suivant les sites et les années. Quant au paramètre de croissance, l'analyse de variance montre qu'il y a une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ) au seuil de 5 % pour la taille, le nombre de feuilles, la surface foliaire et la longueur de panicule au sein des variétés, en fonction des années et variété  $\times$  année à Soukoundou et Guiring. Toutefois à Guiring, cette différence est moyennement significative pour ces paramètres en fonction de variétés  $\times$  années. A Béré pour les paramètres tels que la taille, la longueur des panicules et la surface foliaire, il y a aucune différence significative pour variété  $\times$  année. Cependant, on note une différence moyennement significative pour la surface foliaire et la longueur de la panicule. Ces résultats révèlent que l'effet année est significatif pour la majorité des caractères morphologiques étudiés. Cela suggère aussi que les différentes variétés se sont comportées différemment d'un site à un autre et d'une année à une autre. Les résultats similaires sur les sorghos au Sénégal ont été rapportés [33]. La variabilité morphologique observée montre qu'il y a une hétérogénéité au sein des variétés testées. Cette variabilité génétique est le fondement de tout programme

de sélection variétale [35]. Concernant les composantes de rendement (Rdt, PMG et Ppan), il y a une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ) au sein des variétés sur tous les sites. Il en est de même pour ces paramètres en fonction des années à Guiring. A Soukoundou et Béré, cette différence est respectivement non significative et significative pour les paramètres PMG et le Rdt. Cependant pour le PMG, cette différence n'est pas significative pour l'année  $\times$  variété. Ces résultats peuvent se justifier par le fait que les composantes de rendement des variétés ont été influencées par des poches de sécheresse. A Guiring, la première campagne n'a pas connu de poche de sécheresse permettant ainsi aux variétés tardives de réaliser de bons rendements. Tandis que sur les deux sites (Guiring et Soukoundou), lors de la deuxième campagne, il y a eu une poche de sécheresse pendant la période floraison maturation des variétés tardives (Grinkan et F4DT15) ayant occasionné leur faible rendement. Par ailleurs à Soukoundou, les campagnes (2018 et 2019) ont été sujettes à des poches de sécheresse justifiant ainsi leur faible rendement grain par rapport à Guiring. Ces poches de sécheresses sont en partie responsables de la fluctuation des paramètres agro morphologiques.

Tableau 9 : Interaction Génotype / Environnement

Sites	GUIRING			SOUKOUNDOU			BERE		
	VARIETE	ANNEE	VARIETE ANNEE	VARIETE	ANNEE	VARIETE ANNEE	VARIETE	ANNEE	VARIETE ANNEE
F50	2e-16 ***	0.00521 **	0.00149 **	2.2e-16 ***	1.052e-11 ***	0.2061ns	2e-16 ***	0.00514 **	0.00253 **
MAT95	2e-16 ***	0.2183ns	0.0135 *	2.2e-16 ***	8.168e-5 ***	0.2947ns	2e-16 ***	0.108 ns	0.750 ns
Taille	2e-16 ***	8.73e-15 ***	0.0064 **	2e-16 ***	2e-16 ***	4.57e-08 ***	5.022e-3 **	2.11e-4 ***	0.226775ns
NFE	2e-16 ***	8.73e-15 ***	0.0064 **	2e-16 ***	1.87e-13 ***	9.70e-10 ***	2e-16 ***	2e-16 ***	2.48e-10 ***
SURFO	2e-16 ***	8.73e-15 ***	0.0064 **	1.31e-15 ***	2e-16 ***	2e-16 ***	5.022e-3 **	2.11e-4 ***	0.226775ns
LPAN	2e-16 ***	8.73e-15 ***	0.0064 **	2e-16 ***	2e-16 ***	2e-16 ***	5.022e-3 **	2.11e-4 ***	0.226775 ns
RdT/ha	2e-16 ***	2e-16 ***	1.1e-11 ***	2.2e-16 ***	2.2e-16 ***	2.2e-16 ***	5.83e <sup>-13</sup> ***	4.1496e-2 *	1.81e-4 ***
PMG	2e-16 ***	2.31e-11 ***	0.198 ns	3.308e-14 ***	0.4773ns	2.857e-9 ***	2.31e-11 ***	7.18e-10 ***	0.149 ns
POIPAN	2e-16 ***	8.73e-15 ***	0.0064 **	2e-16 ***	2e-16 ***	2.48e-10 ***	5.022e-3 **	2.11e-4 ***	0.226775ns
F50	2e-16 ***	0.00521 **	0.00149 **	2.2e-16 ***	1.052e-11 ***	0.2061ns	2e-16 ***	0.00514 **	0.00253 **
MAT95	2e-16 ***	0.2183ns	0.0135 *	2.2e-16 ***	8.168e-5 ***	0.2947ns	2e-16 ***	0.108 ns	0.750 ns

\*\*\*Hautement significatif \*\* moyennement significatif \* : significatif ns : non significatif

#### 4. Conclusion

L'objectif de cette étude est d'identifier les variétés améliorées de sorghos à double usage qui s'adaptent mieux aux conditions climatiques de la zone soudano-sahélienne du Cameroun. A l'issue des résultats, à Guiring toutes les variétés ont exprimé des meilleurs rendements en grains ( $> 1$  t/ha) mais seules Niathithiama, Séguifa, F4DT-298, Djamdigui et Framida ont produit des rendements en biomasse sèche supérieures à 10t/ha. A Soukoundou, seules F4DT-298, S35 et Framida ont enregistré plus de bons rendements en grain. Celles qui ont produit des meilleurs rendements en biomasse ( $> 10$  t/ha) sont Grinkan, Niathiamia, F4DT-298, F4DT-15, S35 et Framida. A Béré, toutes les variétés ont eu des faibles rendements en grains ( $< 1$  t/ha). Les variétés qui ont exprimé des meilleurs rendements en grain et/ou en biomasse serviront de source de géniteurs pour les programmes de création des variétés à haut potentiel productif en grain et en fourrage. Une mise en place du champ école paysanne (essai multilocal) permettra aux producteurs de sélectionner les variétés qui répondront mieux à leur critère.

#### Références

- [1] - Z. R. KHAN, C. A. O. MIDEGA, T. J. A. BRUCE, A. M. HOOPER and J. A. PICKETT, Exploiting phytochemicals for developing 'push-pull' crop protection strategy for cereal farmers in Africa. *Journal of Experimental Botany*, vol. 61, (2010) 4185-4196 <https://doi.org/10.1093/jxb/erq>
- [2] - AGRI-STAT, Annuaire des statistiques du secteur agricole, Campagne 2009 et 2010. N° 17 (2012) 123 p.
- [3] - E. A. AKATA, C. DIATTA, J. M. FAYE, A. DIOP, F. MAINA, B. SINE and N. CISSE, Combining ability and heterotic pattern in West African sorghum landraces. *African Crop Science Journal.*, vol. 25, N°4 (2017) 491 - 508. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/acsj>
- [4] - FAO, *The state of food insecurity in world.* (2012) 65 p.
- [5] - USDA, World Agricultural Production, Studies on Variability Parameters in Pearl Millet (*Pennisetum Glaucum* (L.) R. Br.). *Madras Agricultural Journal.* Vol. 94, n° 1/6 (2016) 118 - 120
- [6] - I. M. MUKISA, Y. B. BYARUHANGA, C. M. MUYANJA, T. LANGSRUD and J. A. NARVHUS, Production of organic flavor compounds by dominant lactic acid bacteria and yeasts from Obushera, a traditional sorghum malt fermented beverage. *Food science & nutrition.* Vol. 5 N°3 (2017) 702 - 712, DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.450>
- [7] - J. DAHLBERG, J. BERENJI, V. SIKORA and D. LATKOVIC, Assessing sorghum [*sorghum bicolor* (L) Moench] germplasm for new traits : food, fuels & unique uses. *Maydica* vol. 56 N°2 (2011) 1750
- [8] - M. SAMBE, L. S. TOUNKARA, M. F. J. S. LOPY and Y. N'DIAYE, Etude des comportements rhéologiques des mélanges de farine blé/sorgho sans tanins issue de trois nouvelles variétés cultivées au Sénégal et mise au point de pains à base de farines composées (blé/sorgho). *Agronomie Africaine.* Vol. 29, N°1 (2017) 69 - 74
- [9] - S. BONZI, Evaluation de la mycoflore des semences de sorgho et de Poaceae sauvages : Analyse de la variabilité des isolats de *Phoma sorghina*(Sacc.) *Boerema Dorenbosch et Van Kest.* et recherche de méthodes de lutte alternatives. Thèse de doctorat. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso. Burkina Faso. (2013) 135 p.
- [10] - Y. OUMAROU, A. SAIDOU, A. MADI, Z. F. WATANG and F. YEMATA, Perception paysanne des perturbations pluviométriques et stratégies d'adaptation dans les systèmes de culture à sorgho repiqué en zone soudano-sahélienne du Cameroun. *Afrique Science*, vol.13, N°4 (2017) 50 - 65
- [11] - PROJET C2D, Sorgho/Programme d'Appui à la Recherche Agronomique : Valorisation des méthodes de production intensive de sorgho et de ses dérivés en zone soudano-sahélienne du Cameroun. (2012) 24 p.

- [12] - L. KUHFUSS, R. PREGET and S. THOYER, "Préférences individuelles et incitations collectives : quels contrats agroenvironnementaux pour la réduction des herbicides par les viticulteurs ?," *Revue d'Études en Agriculture et Environnement*, Vol. 95, N°01 (2014) 111 - 143
- [13] - K. KOMBATE, C. P. KPADE, M. EDAH, E. L. Y. LOKO, ADJATIN and A. D. ANAGONOU, "Préférences et facteurs de choix des variétés de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) au Togo," *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* (BRAB), N° 229 (2016) 884 p.
- [14] - B. K. VON, G. TROUCHE, E. WELTZIEN, C. P. BARRO-KONDOMBO, E. GOZE and J. CHANTEREAU, Participatory variety development for sorghum in Burkina Faso : Farmers selection and Farmers criteria. *Field Crops Research*, vol.119, (2010) 183 - 194
- [15] - M. F. OBULBIGAI, V. BOUGOUMA and H. O. SANONI, Amélioration de l'offre fourragère par l'association culturale céréale légumineuse à double usage en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* ISSN 1991-8631, Vol.9, N°3(2015) 1431 - 1439
- [16] - R. BONHOMME, F. RUGET, M. DERIEUX and P. VINCOURT, Relations entre production de matière sèche et énergie interceptée chez différents génotypes de maïs. *C R Acad Sc Paris*, sér III 294 (1982) 393 - 398
- [17] - IBPGR/ICRISAT, Descripteurs du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. (1993) 38 p.
- [18] - J. TIENDREBEOGO, N. SAWADOGO, T. KIENDREBEOGO, Z. KIEBRE, B. SAWADOGO, KIEBRE A. ZERBO, K. R. NANEMA and M. SAWADOGO, Réponse agro-morphologique de 14 génotypes de sorgho grains sucrés du Burkina Faso à la fertilisation minérale. *Journal of Applied Biosciences* ISSN 1997-5902, Vol. 145, (2020) 14880 - 14891
- [19] - A. ABDELKADER, T. AÏSSA, M. HABIB and B. WIAM, Variabilité morphologique du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench), cultivé dans la vallée d'Oued Righ (Sud-Est Algérien). *Journal Scientifique Libanais*, vol.19, N°1(2018) 10 - 18
- [20] - G. KOUAME, K. CYRILLE, A. LOUISE, A. B. I RENE, Z. ARSENE, C. K. KOUAKOU and A. N. HUGUES, Diversité morphologique du sorgho (*sorghum bicolor* l. moench) cultivé au nord de la côte d'ivoire. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, ISSN 1813-3290, Vol. 17, (2011) 125 - 142
- [21] - G. NAOURA, B. NEBIE, R. K. NANEMA, P. B. KANDO, E. R. TRAORE, M. SAWADOGO and J. D. ZONGO, Caractérisation de quelques écotypes performants de sorghos Burkinabés. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* ISSN 1991-8631, Vol.8, N°5 (2014) 2109 - 2118
- [22] - N. SAWADOGO, B. NEBIE, M. KIEBRE, P. B. KANDO, R. K. NANEMA, R. E. TRAORE, G. NAOURA, M. SAWADOGO and J. D. ZONGO, Caractérisation agromorphologique des sorghos à grains sucrés (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol.8, N°5 (2014) 2183 - 2197
- [23] - M. DEU, F. SAGNARD, J. CHANTEREAU, C. CALATAYUD, D. HERAULT, C. MARIAC, J. L. PHAM, Y. VIGOUROUX, I. KAPRAN, P. S. TRAORÉ, A. MAMADOU, B. GÉRARD, J. NDJEUNGA and BESANÇON G., Niger-wide assessment of in situ sorghum genetic diversity with microsatellite markers, *heor. Appl. Genet.*, Vol.16, (2008) 903 - 913
- [24] - D. P. SAKATAI, R. CHENDJOU, J. P. OLINA BASSALA., G. SOBDA, R. T. KAMGA and A. A. HAMIDOU, Caractérisation de cinq variétés d'oignons (*Allium cepa*. L) à partir des paramètres physiques de la maturation des bulbes en vue d'optimiser leur production à l'Extrême-Nord Cameroun. *Afrique Science*, ISSN 1813-548X Vol. 15, N°1 (2019) 314 - 331, <http://www.afriquescience.net>
- [25] - F. CHEHILI, L. BOUDOUR and K. BOUCHTAB, Etude de la variabilité agronomique et biochimique des quatre génotypes d'une variété de blé dur cultivé en Algérie (*Triticum durum* Desf.). *European Scientific Journal March edition* ISSN 1857 - 7881, Vol.13, N°9 (2017), doi: 10.19044/esj
- [26] - S. Y. OUSMANE, F. AMADOU, C. NDIAGA, N. KANDIOURA, D. DIAGA, N. IBRAHIMA, S. DJIBRIL, K. ABOUBACRY, K. A. NDJIDO, H. TOM, H. BETTINA and E. EVA, Étude de la variabilité agro morphologique de la collection nationale de mils locaux du Sénégal, *Journal of Applied Biosciences*, ISSN 1997 - 5902, Vol. 87, (2015) 8030 - 8046

- [27] - P. K. KOUAKOU, B. MULLER, A. GUISSSE, R. N. YAO, A. FOFANA et N. CISSE, Étude et prise en compte en modélisation de l'effet de la latitude sur la réponse à la photopériode chez divers génotypes de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) du Sénégal. *Journal of Applied Biosciences* 67 (2013) 5289 - 5301
- [28] - B. I. G. HAUSSMANN, F. H. RATTUNDE, W. FREDERIK, E. WELTZIEN, P. S. TRAORE, K. B. VOM and H. K. PARZIES, Breeding strategies for adaptation of pearl millet and sorghum to climate variability in West Africa. *Journal of Agronomy and Crop Science*.vol.198, N° 5 (2012) 327 - 339
- [29] - N. DANBE, O. YAKOUBA UMAROU, G. SOBDA, S. BASGA DJACKBAS, V. LENDZEMO, P. KAOUVON, C. DICKMI VAILAM, C. SUH, A. DJONNEWA, A. YOURI et A. KABOUI, Caractérisation de la diversité phénotypique et génotypique du Sorgho pluvial dans la zone soudano sahélienne du Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, ISSN 1997-5902, Vol. 129, (2018) 12973 - 12981
- [30] - M. KOURESSY, S. SISSOKO, N. TEME, M. DEU, M. VAKSMANN, Y. CAMARA, D. BAZILE, A. F.M. SAKO and A. SIDIBE, Impact de la diffusion d'une variété améliorée de sorgho au Mali : Interaction avec les variétés locales. *Agronomie, Environnement et société*. Vol.4, N°2 (2014) 115 - 123
- [31] - F. A. WASSOUO, Amélioration agronomique des systèmes de culture du voandzou [*Vigna subterranea* (L.) Verdcourt] à l'Extrême-Nord Cameroun. Thèse de Doctorat/Ph.D en Agronomie. Phytotechnie et Biologie Appliquée. Université de Maroua Cameroun (2020) 172 p.
- [32] - M. NDIAYE, M. ADAM, B. MULLER, A. GUISSSE and N.CISSE, Performances agronomiques et stabilité phénotypique de génotypes de Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) au Sénégal : une étude des interactions génotypes-environnement. *Journal of Applied Biosciences*, ISSN 1997-5902, Vol. 125 (2018) 12617 - 12629
- [33] - L. RADHOUANE, A. NESRINE and L. ROMDHANE, Effets d'un stress hydrique appliqué à différents stades de développement des semences chez un écotype autochtone de sorgho grain. *Journal of Applied Bioscience*, ISSN 1997 - 5902, Vol. 74, (2014) 6149 - 6156
- [34] - M. A. MOFOKENG N.G. and SHARGIE, Bird damage and control strategies in grain sorghum production. *Int. J. agr. env. Res.* Vol. 2, (2016) 264 - 269
- [35] - K. P. DEFFAN, L. AKANVOU, R. AKANVOU, G. J. NEMLIN and P. L KOUAMÉ, Évaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*zea mays* L.) produites en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, ISSN 1813-548X, Vol.11, N°3 (2015) 181 - 196, <http://www.afriquescience.info>