



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

البشير الإبراهيمي برج بوعريش

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

الفلحية
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Amélioration des plantes

**Etude de comportement d'une landrace algérienne du sorgho
(*Sorghum bicolor* L Moench) dans la zone semi-aride**

Présenté par : ROUABAH Marwa
KHAMADJ Ahlam

Soutenu publiquement le : 10 octobre 2021

Devant le jury :

Président : M^{me} KLALECHE Haizia MCB

Encadrant : M^r OULD KIAR Redha MAA

Examineur : M^r BELGUERRI Hamza MCB

Année universitaire : 2020/2021

Table des matières

	Page
Remerciements	
Dédicaces	
Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	1
Chapitre I : Matériel et méthodes	
I.1. Zone d'étude	5
I.2. Conditions climatiques	5
I.3. Protocole expérimental	7
I.4. Préparation du sol	7
I.5. Matériel végétale	7
I.6. Mise en place de la culture	8
I.7. Désherbage	8
I.8. Irrigation	8
I.9. Fertilisation	9
I.10. Prélèvement et mesures effectuées	9
I.11. Paramètres étudiés	9
I.11.1. Hauteur de la tige	9
I.11.2. Hauteur finale de la plante	10
I.11.3. Vitesse de croissance	10
11.4. Longueur feuille	10
11.5. Largeur feuille	10
11.6. Surface foliaire	11
11.7. Diamètre de la tige	11
11.8. Longueur de la panicule	11
11.9. Diamètre pédoncule	11
11.10. Poids frais de la plante	12
11.11. Poids sec de la plante	12
I.12. Analyse statistique des données	13
Chapitre II : Résultats et discussions	
II.1. Analyse statistique descriptive	14
II.2. Paramètres agro-morphologiques étudiés	15
II.2.1. Vitesse de croissance, longueur des racines	15
II.2.2. Hauteur finale de plante	15
II.2.3. Nombre de feuille	16

II.2.4. Largeur et surface foliaire	17
II.2.5. Diamètre de la tige	18
II.2.6. Nombre de talles	18
II.2.7. Diamètre de pédoncule	19
II.2.8. Longueur de panicule	20
II.2.9. Poids frais de la plante	21
II.2.10. Poids sec de la plante	21
II.3. Corrélations	22
Conclusion	24
Références bibliographiques	
Annexes	

Remerciements

Avant tout, nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la force, la patience et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous remercions très vivement notre encadrant, Mr OULD KIAR Redha, pour ses conseils avisés et ses encouragements.

Nous remercions vont aussi, à Mme KLALECHE Haizia pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury et à Mr BELGUERRI hamza d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous adressons nos profonds remerciements à Mr LAABACHI Bachir gérant de l'exploitation, pour avoir mis à notre disposition tous les moyens qui nous ont permis de mener à bien nos essais et le personnel de la ferme.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les enseignants de la faculté SNV qui nous ont fait profiter de leurs savoir et de leurs compétences.

Enfin, nous adressons nos vifs remerciements aux personnes ayant coopéré de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Marwa et Ahlam

Dédicace

Je dédie ce travail à :

A mes chers parents, pour leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes frères : **Seif-eddine, Hamza et Kacem Amine.**

A la mémoire de ma grande mère « **Yamna** ».

A Mon grand-père « **Ali** » dont je le souhaite la bonne santé.

A ma chère tante **Lamria.**

A toute ma famille spécialement mon oncle Omar et ma chère tante **Fadhila.**

A toute la promotion Biotechnologie et protection des végétaux
« **SNV** ».

A Ma promotion 2019-2021

A toutes mes amies **Ahlam, Rania, Meriem, Khawla, Zahra, ..., etc.**

Marwa

Dédicace

Au nom d'**ALLAH** clément et miséricordieux et que le salut d'**ALLAH** soit sur son prophète **MOHAMMED**.

Je dédie ce modeste travail à :

Mon très cher **Papa**.

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.

A Ma très chère **Maman** pour son soutien moral, pour l'amour qu'elle m'a porté et pour ses sacrifices.

Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A ma très chère sœur **Meriem** et mes très cher frères **Adam, Sliman**.

A mon cher mari **Yahia**, mon soutien moral et source de joie et de bonheur.

A ma seule tante **Ferroudja** et ses filles **Dina, Tiziri**.

A mes **Grands-mères**.

A ma chère, mon binôme, **Marwa**.

A mes très chères cousines : **Siham, Louiza**.

A toutes mes amies : **Sylia, Samia, Dounia, Nadjjet, Massilia, Nawal, Fatma**.

A Ma promotion 2019-2021

Et en fin à moi-même.

Ahlam

« Etude de comportement d'une landrace algérienne du sorgho
(*Sorghum bicolor* L Moench) dans la zone semi-aride »

Résumé

Notre travail vise à étudier l'évaluation de 10 paramètres agro-morphologiques d'une population de sorgho local (*Sorghum bicolor* L Moench) en comparaison avec deux autres variétés introduites de l'étranger en régime climatique semi-aride (Bordj Bou Arreridj). Les trois géotypes de sorgho ont été mis en essai expérimental dans l'exploitation agricole d'El Hamadia. Les résultats d'analyse de la variance ont montré une variabilité acceptable de la variété hybride V1 qui a présenté une supériorité sur plusieurs paramètres étudiés, alors que la population/landrace locale V3 a donné une surface foliaire et un nombre de feuilles important. Des corrélations significatives entre les paramètres étudiés ont été enregistrées. Les deux accessions V1 et V3 présentent des qualités fourragères acceptables.

Mots clé : Sorgho (*Sorghum bicolor* L Moench), Semi-aride, hybride.

" سلوكية لذرة الرفيعة الجزائرية في المنطقة شبه القاحل "

درسنا في هذا العمل تقييم 10 متغيرات مورفولوجية-زراعية لأ الذرة الرفيعة المحلية مقارنة مع صنفين آخرين تم إدخالهما من خارج الجزائر في نظام مناخي شبه جاف (برج بوعريبيج). تم اختبار "مزرعة الحمادية". أظهرت نتائج تحليل التباين وجود تباين مقبول بين السلالات المدروسة. أظهر الهجين V1 على العديد من العوامل المدروسة، بينما أعطى النمط المحلي V3 ية واسعة وعدد كبير من الأوراق. تم تسجيل ارتباطات بين المتغيرات المدروسة. صنفين V1 V3 لهما صفات علفية الكلمات المفتاحية: الذرة الرفيعة شبه قاحلة هجينة.

« Behavior study of an Algerian landrace of sorghum (*Sorghum bicolor* L Moench)
in the semi-arid zone »

Abstract

We are studied in this work the evaluation of 10 agro-morphological parameters of a local sorghum population (*Sorghum bicolor* L Moench) in comparison with two other varieties introduced from outside Algeria in a semi-arid climatic regime (Bordj Bou Arreridj). Three sorghum accessions were tested in "El Hamadia farm". Variance analysis results showed an acceptable variation between studied accessions. The hybrid V1 showed superiority on several parameters studied, while the local population/landrace V3 gave a wide leaf area and a large number of leaves means. Significant correlations between the studied parameters were recorded. The two accessions V1 and V3 have acceptable forage qualities.

Keywords : Sorgho (*Sorghum bicolor* L Moench), Semi-arid, Hybride.

Liste des abréviations

V : Variété

CV : Coefficient de variation

FAO : Organisation des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation

JAS : Jours après semis

Nb : nombre

Haut : hauteur

Long : longueur

Larg : largeur

Ep : épaisseur

INRA : Institut national de la recherche agronomique

NbJ : nombres des jours

ANOVA : analyse de la variance

Min : minimum

Max : maximum

PF : poids frais

PS : poids sec

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 1	Pluviosité et la température mensuelles moyennes durant l'année 2021	6
Tableau 2	Analyse statistique descriptive des paramètres quantitatifs étudiés	14
Tableau 3	Corrélations entre les paramètres étudiés	22

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 1	Localisation du site expérimental (Google Earth, 2021)	5
Figure 2	Variation mensuelle des précipitations.	6
Figure 3	Plan de l'essai (Dispositif expérimental)	7
Figure 4	Délimitation et mise en place de la semence (Photo personnelle).	8
Figure 5	l'apport de l'azote (photo personnelle).	9
Figure 6	Mesure de la hauteur de la tige (photo personnelle).	10
Figure 7	Séchage des échantillons sous l'étude (Photos personnelles).	12
Figure 8	Variation montrant la hauteur finale de la plante en cm.	15
Figure 9	Moyenne du nombre de feuilles chez les trois variétés de sorgho.	16
Figure 10	Histogramme montrant la moyenne de la largeur feuille et la surface foliaire pour les trois variétés étudiés.	17
Figure 11	Moyennes du diamètre de la tige.	18
Figure 12	Histogramme montrant les moyennes du nombre de talles.	19
Figure 13	Histogramme montrant les moyennes du diamètre de pédoncule.	20
Figure 14	Moyenne de la longueur panicule des plantes de sorgho.	20
Figure 15	Moyenne de poids frais de la plante.	21
Figure 16	Moyenne de poids sec de la plante.	22

Introduction

Le sorgho [*Sorghum bicolor* (L) Moench] est bien adapté aux régions tropicales semi-arides, en raison de sa rusticité et de ses besoins modérés en eau. Le sorgho est une céréale majeure dans plusieurs régions tropicales du monde (Djè et *al.*, 2007). Il constitue, avec le mil, les principales céréales cultivées en Afrique et en Asie (Abu Assar et *al.*, 2009). C'est une céréale qui a été domestiquée en Afrique (Chanterreau, 2013).

Les principales zones de culture du sorgho se situent dans les régions chaudes, comme l'Inde, l'Afrique, l'Amérique du Nord et du Sud.

Les Etats-Unis occupe la première place mondiale pour la production du sorgho avec environ 9 millions de tonnes par année, suivi par le Nigeria avec environ 7 millions de tonnes par année. L'Ethiopie, le Mexique, Sudan, la Chine et l'Inde viennent après avec une production moyenne entre 3 et 5 millions de tonnes par année. L'Algérie présente une très faible production avec moins de 10000 tonnes par année (Annexe 1).

Cette culture est la cinquième plus importante céréale dans le monde, en terme de la production ou des superficies cultivées (FAO et CIMMYT, 1996). Il appartient à la famille des poacées (graminées).

Grâce à un système racinaire important et profondément ancré dans le sol, le sorgho tolère mieux les variations pédoclimatiques en comparaison avec les céréales traditionnelles telles que le riz et le maïs (Chanterreau et Nicou, 1991). Ceci fait de cette plante, une culture de choix dans les régions où la sécheresse et la pauvreté des sols sont des facteurs limitant (Koffi et *al.*, 2011).

Le sorgho comme la plupart des végétaux supérieurs, dispose d'un système racinaire robuste lui permettant d'absorber l'eau et les sels minéraux pour assurer les

fonctions photosynthétiques pour la croissance et le développement : c'est une plante autotrophe (Sene, 1995). Le plant de sorgho comporte une tige principale. Celle-ci peut présenter un certain nombre de tiges secondaires partant de sa base, appelées talles basales. Chaque tige est constituée d'un empilement d'unités morphologiques identiques appelées phytomère : le phytomère est constitué d'une feuille, d'un nœud portant un bourgeon axillaire et d'un entrenœud développé en dessous du nœud. Pour une tige donnée, les phytomères sont émis successivement par le méristème apical, zone de division et de différenciation cellulaire située à la pointe de la tige. Au niveau de chaque méristème apical, une inflorescence finale est initiée, mettant fin à l'émission de phytomères végétatifs : c'est une croissance de type déterminé. Les tiges se terminent donc par un organe fructifère qui, dans le cas du sorgho, est une panicule. Les panicules portent les graines. Au niveau des entre-nœuds les plus basaux, partent les racines (Chantereau et *al.*, 2013).

En Algérie, le sorgho se cultive dans les régions sahariennes et plus particulièrement à l'extrême sud. Il est utilisé pour l'alimentation humaine (grains) et animale (feuilles et tiges).

Les travaux sur les ressources génétiques de sorgho et de mil ont concerné les régions sahariennes de l'extrême sud, en l'occurrence la région d'Adrar située au sud-ouest (Rahal Bouziane et *al.*, 2003) et la région de Tamanrasset située au grand sud de l'Algérie (Djabali et *al.*, 2005).

Une bonne diversité a été signalée par ces auteurs chez ces espèces. Dans ces zones, le sorgho et le mil ont contribué fortement à la sécurité alimentaire aux côtés du blé et de l'orge. Les bouleversements que connaissent ces régions, qui sont dus entre autre à la modernisation mal planifiée font que les ressources céréalières traditionnelles parmi lesquelles le sorgho et le mil soient de plus en plus menacées de disparition. La perte de la

diversité est une vraie menace pour les populations de ces régions où le niveau de vie est dominé par la pauvreté (Rahal Bouziane, 2011).

La diversité biologique est primordiale pour l'agriculture et la production vivrière, apporte une contribution fondamentale à l'alimentation et à la sécurité alimentaire (FAO, 2004).

L'introduction d'espèces comme le sorgho dans les systèmes d'élevage du nord de l'Algérie où le cheptel est le plus concentré est fortement intéressante afin de pallier au déficit fourrager important.

Ainsi, l'exploitation de la diversité génétique chez les différents variétés locale de sorgho et l'étude de leur comportement dans les conditions du nord comme la zone de Bordj Bou Arreridj, permet d'examiner les possibilités d'intégrer les meilleurs génotypes dans les systèmes agricole des zones semi-aride. La valorisation de ces variétés (connue pour une résistance à la sécheresse) est d'autant plus importante sachant que les changements climatiques risquent d'aggraver la situation de l'agriculture en général.

La conséquence majeure du changement climatique pour les agricultures tropicales et méditerranéennes sera l'accroissement des risques de sécheresse (Gaufichon et *al.* 2010).

Nous avons mené cette étude de comportement d'une population de sorgho local et introduits (du Niger et de la France) sous l'étage climatique semi-aride de Bordj Bou Arreridj. Notre objectif est d'étudier l'adaptation d'une population locale en comparaison avec deux autres variétés étrangères par (i) la caractérisation des accessions étudiés à travers les dix paramètres agro-morphologiques mesurés et (ii) l'évaluation de la variabilité entre ces accessions.

Notre travail est composé de deux chapitres, le premier sur matériel et méthodes pour décrire le matériel utiliser et les méthodes suivies pour la croissance et le développement de notre essai tout en explicant les mesures des paramètres étudiées, le deuxième chapitre est consacré pour les résultats obtenus et la disscussion. Notre travail se termine par une conclusion reflétant les résultats spectaculaires et les perspectives.

I.1. Zone d'étude

Notre expérimentation, sur l'adaptation d'une landrace algérienne du sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) dans l'Est algérien sous un étage climatique semi-aride, a été réalisée au niveau de la commune d'El-Hamadia, située à 12 km du chef-lieu de la Wilaya de Bordj Bou Arréridj chez l'exploitation agricole LAABACHI. Le site se trouve à une altitude de 875 m, latitude de 35°58' et longitude de 4°46' E (figure 1). Cette étude a été conduite au cours de la campagne 2020/2021.



Figure 1 : Localisation du site expérimental (Google Earth, 2021)

I.2. Conditions climatiques

Le climat du site est de type méditerranéen, continental, semi-aride, caractérisé par un été très chaud avec des vents dominants (Sirocco), un automne chaud avec averse et un hiver très froid avec de fortes gelées tardives.

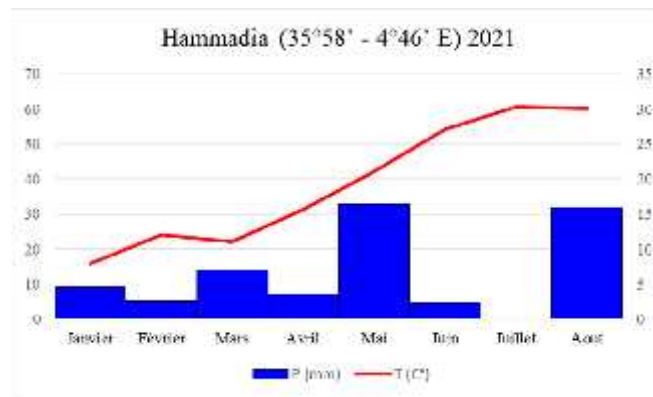
- **Précipitations et températures** : Des moyennes mensuelles ont été fournies par l'institut National des Sols, de l'Irrigation et Drainage (I.N.S.I.D). Ces informations concernent la pluviosité et la température moyenne durant la campagne 2020/2021 (Tableau 1).

Tableau 1 : Pluviosité et la température mensuelles moyennes durant l'année 2021.

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
P (mm)	9,1	05	14	07	33	4,5	00	32
T (C°)	7,9	12	11,1	15,6	21,1	27,1	30,3	30

(INSID, 2020-2021)

Une très faible pluviosité a été enregistrée cette année avec une précipitation annuelle de 183,8 mm. La mauvaise répartition et l'irrégularité de ces précipitations par rapport au cycle végétatif de sorgho ont influencé négativement sur leur croissance et développement (Figure 2).

**Figure 2 :** Variation mensuelle des précipitations.

Le taux pluviométrique le plus élevé est enregistré au mois de Mai avec une valeur de 33 mm, tandis que le taux le plus faible est marqué au mois de juillet avec 00 mm de précipitation. Les moyennes des températures sont évaluées à 19,39 °C dont l'amplitude thermique calculée, entre la plus basse et la plus haute température, est de 22,4 °C. Quant aux précipitations, la somme des précipitations égale à 104,6 mm et le nombre de mois secs concerne tous les mois de la culture.

I.3. Protocole expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en bloc aléatoire complet avec trois répétitions (blocs), chaque bloc est composé de trois micro-parcelles. L'essai comporte donc neuf micro-parcelles d'une dimension de 0,60 m de long 1,20 m de large soit une superficie de 0,72 m². L'espacement entre les blocs et entre les micro-parcelles est de 0,50 m (Figure 3). La surface totale du dispositif est de 12,88 m².

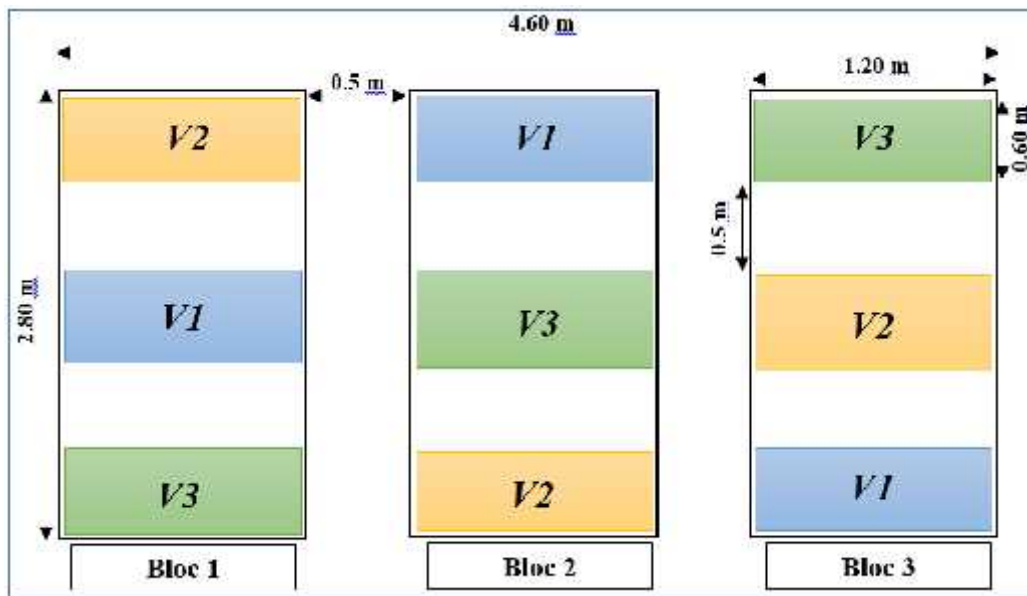


Figure 3 : Plan de l'essai (Dispositif expérimental)

I.4. Préparation du sol

Le travail du sol (retournement du sol puis la préparation du lit de semis) a été effectué manuellement, à l'aide d'un outillage traditionnel, le 03 Mai 2021. Notre essai a été délimité à l'aide de la ficelle en suivant le dispositif expérimental (Figure 4).

I.5. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre essai est le sorgho à savoir :

- V1 (Fr1) originaire de la France (Caussade - 2014).
- V2 (Nig2) originaire du Niger (INRAN - 2014).

- V3 (Bei Bouirka) originaire d'Aïn Salah (Population/Landrace autochtone - 2018).

I.6. Mise en place de la culture

Le semis a été réalisé manuellement le 03 Mai 2021 avec une profondeur de 2 à 3 cm en poquets à raison de 3 graines (pour assurer la bonne levée), à une densité de 15 plants par micro parcelle (Figure 4). Un éclaircissage a été effectué pour éliminer les plants chétifs et mal formé.

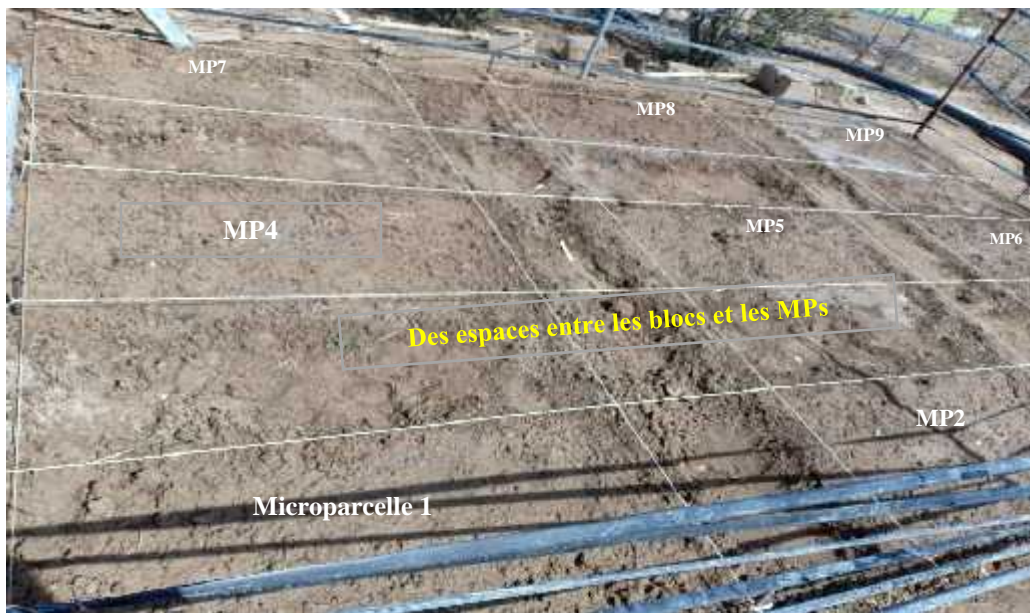


Figure 4 : Délimitation et mise en place de la semence (Photo personnelle).

I.7. Désherbage

Un désherbage manuel a été effectué pour éviter toute sorte de concurrence entre les plants de notre culture et les plantes adventices.

I.8. Irrigation

Des irrigations par l'eau de forage (bassin de la ferme) ont été appliquées (même quantité pour chaque micro parcelle) deux fois par semaine.

I.9. Fertilisation

Des amendements en fumier d'ovin ont été apportés avant l'installation de l'essai. Une fumure azotée complémentaire a été échelonnée en deux apports :

Le premier apport réalisé le 24 Juin 2021 (9 gramme).

Le deuxième apport réalisé le 22 Juillet 2021 (9 gramme)

Les besoins théoriques du sorgho en azote sont évalués à 120 unités/ha donc 120 kg/ha.

Si la dose de semis du sorgho est de 100000 plants/ha cela veut dire que les besoins de chaque plante sont de 1,2g d'azote/plante.

Cependant, si le nombre de plants par micro-parcelle est de 15 donc la quantité d'azote à apporter égale $15 \times 1,2g = 18g$ d'azote par micro-parcelle.



Figure 5 : l'apport de l'azote (photo personnelle).

I.10. Prélèvement et mesures effectuées

Nous avons ciblé trois plantes situées au milieu de chaque micro parcelle pour prendre l'ensemble des mesures des paramètres étudiés tout en évitant l'effet de bordure.

I.11. Paramètres agro-morphologiques étudiés

I.11.1. Hauteur de la tige

Nous avons mesuré la hauteur de la tige, à l'aide d'une règle graduée, depuis le collet (niveau du sol) jusqu'à l'extrémité supérieure de la plante (le point le plus haut). Plusieurs hauteurs ont été effectuées pour déterminer la vitesse de la croissance par la suite et aussi une autre mesure de la hauteur finale de la plante.



Figure 6 : Mesure de la hauteur de la tige (photo personnelle).

I.11.2. Hauteur finale de la plante

La hauteur finale a été mesurée en centimètres, à l'aide d'une règle graduée, sur trois pieds choisis au sein de la micro parcelle. Les plantes aux bordures n'ont pas été prises en compte pour éviter l'effet de bordure.

I.11.3. Vitesse de croissance

C'est la vitesse de la croissance en longueur de la tige pour chaque jour. Elle est déduite suite à la mesure de deux hauteurs des dates différentes, puis utiliser la formule suivante :

$$\text{VitCr} = (H2 - H1)/\text{Nb J}$$

dont :

VitCr : Vitesse de la croissance,

H1 : Hauteur mesurée en date 1 (43 JAS),

H2 : Hauteur mesurée en date 2 (52 JAS),

NbJ : $52 - 43 = 9$ jours.

I.11.4. Longueur feuille

La longueur de la feuille a été mesurée en centimètre, à l'aide d'une règle graduée, depuis la ligule (le point de contact de la feuille avec la tige) jusqu'à l'extrémité de l'avant dernière feuille.

I.11.5. Largeur feuille

La largeur de la feuille a été mesurée en centimètre, à l'aide d'une règle graduée, sur le point le plus large qui se situe généralement 3 à 4 cm loin de la ligule de cette feuille.

I.11.6. Surface foliaire

La surface foliaire est estimée par la formule suivante :

$$\text{SF} = \text{Long} \times \text{Larg} \times 0,747$$

Où : SF : surface moyenne de l'avant dernière feuille (cm²),

Long : longueur moyenne de l'avant dernière feuille (cm),

larg : largeur moyenne de l'avant dernière feuille (cm),

0,747 : un coefficient de majoration spécifique pour le sorgho.

I.11.7. Diamètre de la tige

A l'aide d'un pied à coulisse, nous avons mesuré le diamètre de la tige en millimètre, de chaque plante juste en dessus du collet entre les nœuds.

I.11.8. Longueur de la panicule

La longueur paniculaire a été mesurée en centimètre, à l'aide d'une règle graduée, depuis la base de la panicule jusqu'au sommet de celle-ci.

I.11.9. Diamètre pédoncule

Le diamètre du pédoncule a été mesuré en millimètre, à l'aide du pied à coulisse, juste en dessous de la base de l'épi.

I.11.10. Poids frais de la plante

Nous avons commencé par le prélèvement et les opérations de nettoyage, ensuite à l'aide d'une balance de précision en vue de peser le poids frais de la plante (Ces étapes ont été effectuées rapidement pour minimiser les pertes de poids dues à l'évaporation des jeunes plantules).

I.11.11. Poids sec de la plante

Une fois terminé avec la première opération, les échantillons ont été mis dans des sachets en papier étiquetés afin de les sécher sous une étuve à 72° pendant 3 jours. La stabilité du poids nous a indiqué le séchage complet des échantillons. Une autre pesée des échantillons a été effectuée pour déterminer le poids sec de la plante.



Figure 7 : Séchage des échantillons sous l'étuve (Photos personnelles).

12. Analyse statistique des données

Une analyse statistique descriptive a été effectuée pour une vue d'ensemble de nos résultats.

L'analyse statistique unidimensionnelle (analyse de la variance ANOVA) a été adoptée pour déduire les effets significatifs des facteurs étudiés à l'aide du logiciel STATISTICA 8.

Le test Post-Hoc de Tukey a été utilisé pour faire ressortir les groupes homogènes.

Les résultats obtenus ont été représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel Office Excel.

Les corrélations phénotypiques entre les différentes variables sont calculées, selon la Méthode décrite par Snedecor et Cochran (1981).

II.1. Analyse statistique descriptive

L'analyse descriptive nous a révélée des coefficients de variation (CV) modérés (entre 20 et 50%) pour la majorité des paramètres étudiés (Tableau 2). Exception faite pour la surface foliaire (SurfF) avec un CV supérieure à 55% et la hauteur finale (HautF) avec CV inférieure à 18%.

Tableau 2. Analyse statistique descriptive des paramètres quantitatifs étudiés.

Paramètres	Min	Max	Coef. Var.
HautFin	48,00	91,00	<u>17,47</u>
LargF	3,00	8,30	36,95
SurfF	65,36	322,41	55,54
PF	53,23	207,03	39,00
PS	14,02	61,06	38,98
EpT	5,66	18,91	29,62
EpPed	3,73	8,89	28,88
NbT	2,00	6,00	34,75
NbF	7,00	16,00	25,39
LongPan	10,50	26,80	28,90

HautF : hauteur finale de la plante (cm). **LargF** : largeur des feuilles (cm). **SurfF** : surface foliaire (cm²). **PF** : poids frais de la plante (g). **PS** : poids sec de la plante (g). **EpT** : Épaisseur de la tige (mm). **EpPed** : Épaisseur du pédoncule (mm). **NbT** : Nombre des talles. **NbF** : Nombre des feuilles. **LongPan** : longueur de la panicule (cm).

Suite à l'analyse descriptive, nous pouvons déduire une certaine variabilité entre les accessions étudiées.

II.2. Paramètres agro-morphologiques étudiés

II.2.1. Vitesse de la croissance

L'analyse de la variance de la vitesse de la croissance et la longueur des racines n'a montré aucune différence statistique significative entre les variétés étudiées.

II.2.2. Hauteur finale de la plante

L'analyse de la variance a permis de noter des différences hautement significatives entre les cultivars pour la hauteur finale de la plante (Figure 7). Le test Tukey a donné deux groupes homogènes chevauchants.

La variété hybride Fr1 a donné les hauteurs les plus élevées 82,67 cm, en revanche la variété Nig2 a montré la valeur la plus faible avec 60,33 cm, l'autre population V3 données des valeurs intermédiaires avec 77 cm de la hauteur.

Selon plusieurs études montrant que La différence de hauteur des plantes peut être due à caractéristique génétique des génotypes et adaptabilité à un environnement particulier (Khan *et al.*, 2013), en particulier que ce caractère est dépendant de l'environnement (Solberg *et al.*, 2015).

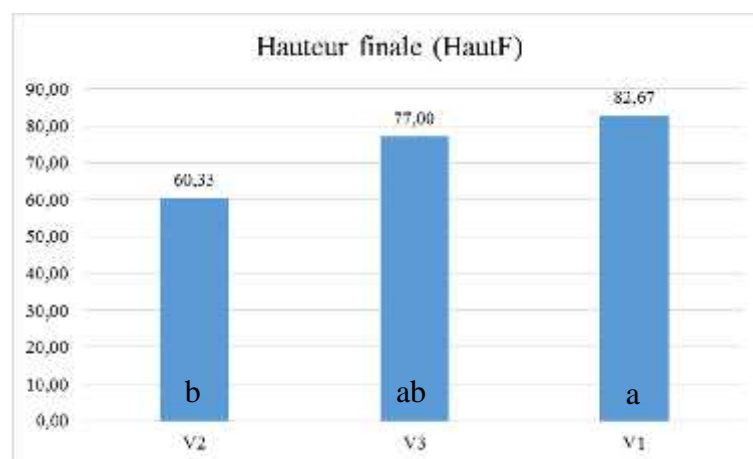


Figure 7 : Variation montrant la hauteur finale de la plante en cm.

Breitaudeau *et al.* (2001) déclarent que la hauteur des plantes est une caractéristique très importante car ce paramètre joue un rôle dans la sensibilité envers la verse, la productivité et la possibilité de culture associée. Luce (1988) indique qu'une taille courte de la tige avec un maximum de 2 m est parmi les principaux objectifs de sélection pour une intensification de la culture du sorgho pluvial.

II.2.3. Nombre des feuilles

L'analyse statistique de la variance a montré une différence significative pour les trois génotypes. . Le test Tukey a révélé deux groupes homogènes chevauchants.

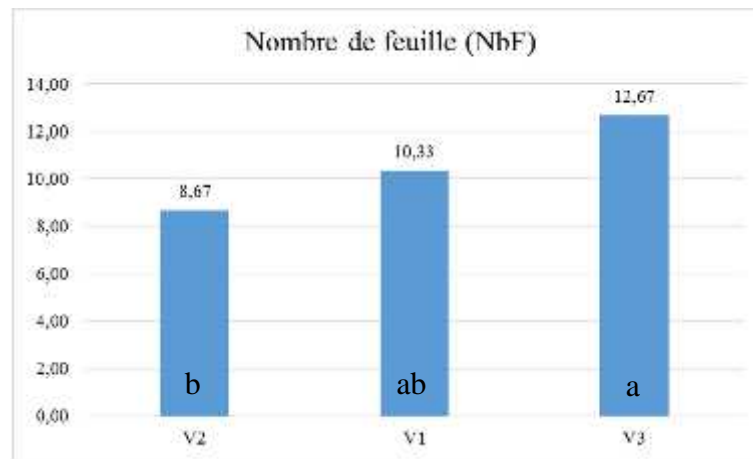


Figure 8 : Moyenne du nombre de feuilles chez les trois variétés de sorgho.

La population V3 a donné la moyenne la plus élevée de 12,67 feuilles, alors que les plantes de la variété V2 a montré la moyenne la plus faible avec 8,67 feuilles. La variété hybride V1 a enregistré une valeur moyenne intermédiaire de 10,33 feuilles.

Des travaux de physiologie ont montré que ce sont les feuilles du tiers central de la tige qui pourvoient en produits de photosynthèse la panicule et les feuilles supérieures en formation. Ce sont ces feuilles qui assurent le remplissage du grain (Sapin, 1983) ; les feuilles inférieures sont donc inutiles en fin de cycle. Le nombre de feuilles est corrélé avec la longueur du cycle végétatif (Sapin, 1983) ; il varie ordinairement de 14 à 17 mais peut atteindre 30 chez les plantes moins adaptées (Chantereau et Nicou, 1991).

II.2.4. Largeur feuille et surface foliaire

L'analyse de la variance a révélé une différence significative à très hautement significative pour les trois géotypes étudiés. Le test Tukey a donné deux groupes homogènes distincts pour les deux paramètres (Figure 9).

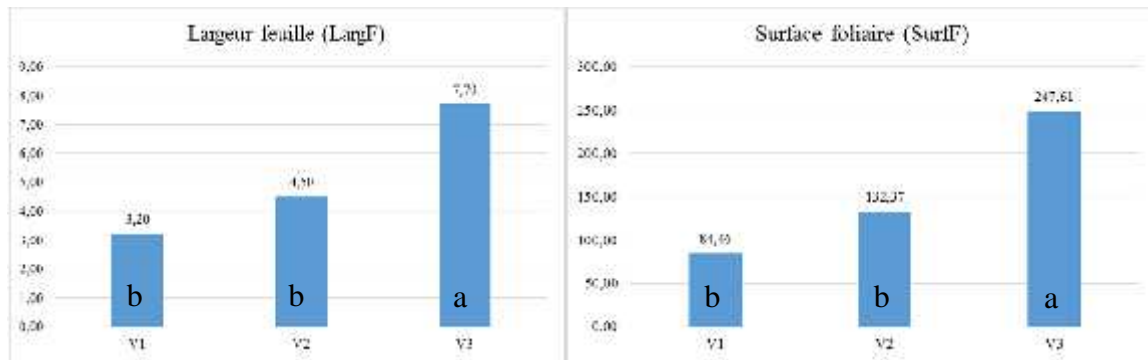


Figure 9 : Histogramme montrant la moyenne de la largeur feuille et la surface foliaire pour les trois variétés étudiés.

La population V3 a enregistré les moyennes les plus élevées pour les deux paramètres largeur feuille et surface foliaire avec respectivement 7,7 cm et 247,61 cm². Les deux autres variétés ont donné des moyennes faibles.

En effet, La dynamique du développement de surface foliaire se fonde sur des relations mathématiques qui prennent en compte les caractéristiques génotypiques, l'importance de chaque feuille, le nombre et la température, pour différents scénarios environnementaux (Lafarge et *al.*, 2002). La surface foliaire verte est celle qui fixe la lumière et le CO₂ atmosphérique, utile à la photosynthèse (Ouattara, 2017). Selon Blum (1996), la réduction de la surface foliaire est considérée comme une réponse ou adaptation au manque d'eau. Cette réduction est un moyen judicieux pour le contrôle des pertes d'eau. Cette stratégie permet à la plante des économies en eau qui seront utilisées pour la survie au cours du stress et s'adapter à un environnement peu favorable. Or, la réduction de la surface foliaire tend à minimiser les pertes en eau en réduisant la transpiration (Slama et *al.*, 2005)

II.2.5. Diamètre de la tige

L'analyse de la variance, du paramètre diamètre de la tige, nous a révélé une différence statistique significative pour le facteur génotype étudié. Le test Tukey a donné deux groupes homogènes chevauchants (Figure 10).

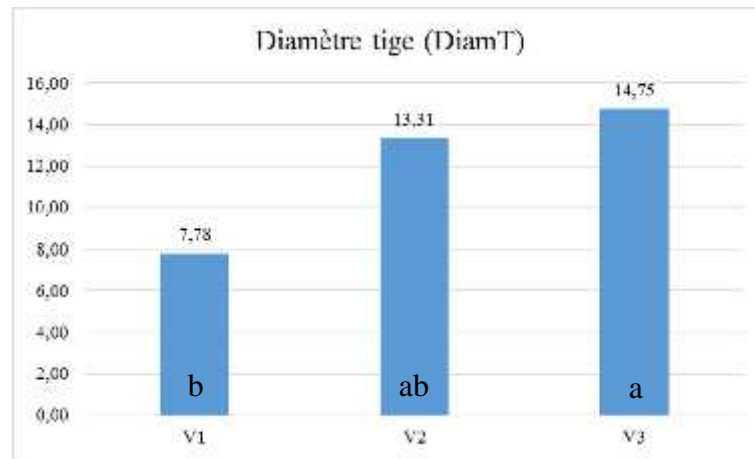


Figure 10 : Moyennes du diamètre de la tige.

La population V3 (bourirka) nous a montré la moyenne du diamètre de de la tige la plus élevée de 14,75 mm, alors que la variété hybride V1 n'a montré qu'un faible diamètre de 7,78 mm. Des diamètres intermédiaires ont été enregistrés chez la variété V2 avec 13.31 mm. Donc les deux génotypes V3, V2 ont présenté des tiges plus grosses que le génotype V1 caractérisé par une tige fine.

Selon Chantereau et *al.* (2001), une tige sans épaisseur ni dureté excessive chez le sorgho est recherchée par la sélection pour l'amélioration de la qualité fourragère.

II.2.6. Nombre de talles

L'analyse statistique de la variance, du paramètre nombre de talles, a montré une différence très hautement significative pour le facteur génotype étudié. Le test Tukey nous a donné deux groupes homogènes chevauchants (Figure11).

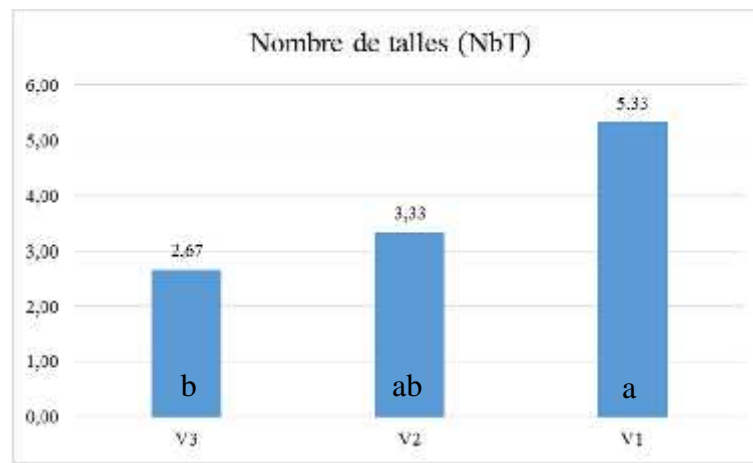


Figure 11 : Histogramme montrant les moyennes du nombre de talles.

La variété hybride V1 a donné une moyenne de 5,33 talles par plante. V2 et V3 ont donné des moyennes faibles de 3,33 et 2,67 talles par plante respectivement.

Nos résultats sont comparables à ceux observés par House (1987), rapportant que l'importance du tallage varie selon la variété et qu'avec une bonne alimentation hydrique, il est possible d'avoir jusqu'à 10 talles et 14 à 17 feuilles par plante. L'aptitude au tallage dépend aussi bien de la variété que des conditions du milieu en occurrence de la densité de la population, de l'apport d'azote, de la température et de la photopériode (Doggett, 1988).

Les sorghos-grains ont une capacité de tallage variable mais en général ils ne tallent que si l'humidité du sol est convenable ou que si le peuplement est clair (Ouedraogo, 2014).

II.2.7. Diamètre du pédoncule

L'analyse statistique de la variance a montré des différences significatives pour le paramètre diamètre pédoncule. Le test Tukey a révélé deux groupes homogènes distincts (Figure 12).

La population V3 (Bouirka) a donné la moyenne la plus élevée avec 7,76 mm, contrairement aux deux accessions V1 (Fr1) et V2 (Nig2) qui ont donné de faibles moyennes de 4,94 mm et 4,63mm respectivement.

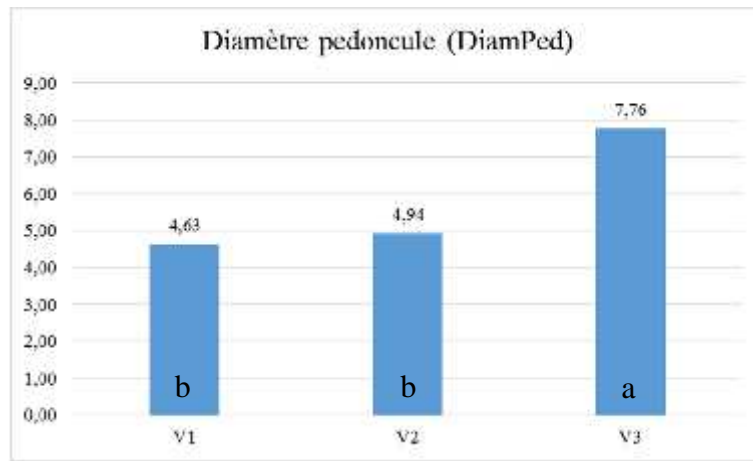


Figure 12 : Histogramme montrant les moyennes du diamètre de pédoncule.

II.2.8. Longueur panicule

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative pour la longueur panicule. Le test Tukey a donné deux groupes homogènes distincts (Figure13).

Pour la longueur des panicules, nous avons observé une variation entre la variété V1 par 23,17 cm contre de faibles moyennes pour la variété V2 (14,50 cm) et la population V3 (12,33 cm).

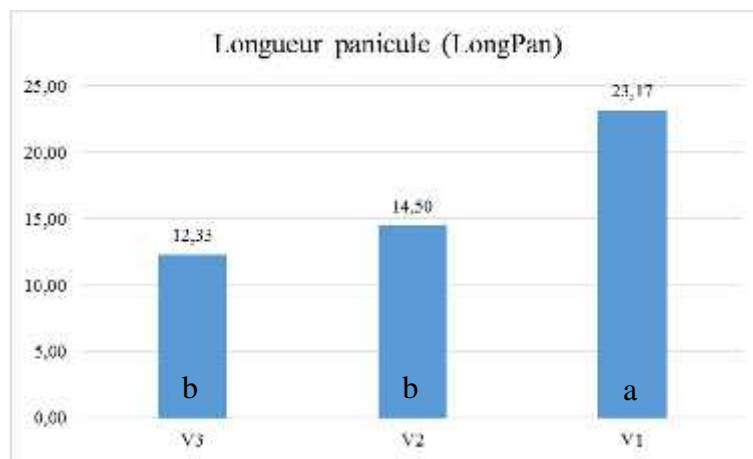


Figure 13 : Moyenne de la longueur panicule des plantes de sorgho.

D'après Luce (1988), une bonne exsertion de la panicule est un bon critère de sélection chez le sorgho. House (1987) signale que les panicules de certains sorghos peuvent

atteindre 25 cm ou plus de long, ces cultivars peuvent être rangés parmi les types à panicules longues.

II.2.9. Poids frais de la plante

L'analyse statistique de la variance du poids frais de la plante pour le facteur génotype étudié fait ressortir une différence hautement significative. Le test Tukey a révélé deux groupes homogènes distincts (Figure 14).

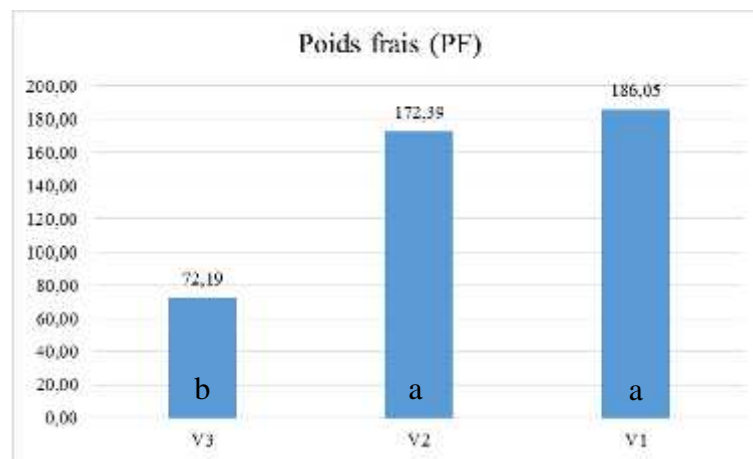


Figure 14 : Moyenne de poids frais de la plante.

Les moyennes les plus élevées, du poids frais plante, sont enregistrées chez V1 et V2 avec 186,05 et 172,39g respectivement. La population V3 (Bouirka) a donné la plus faible valeur avec 72,19 g.

D'après ces résultats (Figure 14) les populations V1, V2 montrés les meilleures performances pour la production en vert.

II.2.10. Poids sec

L'analyse de la variance a révélée des effets statistiques significatifs pour le facteur génotype étudié. Le test Tukey nous a donné deux groupes homogènes distincts.

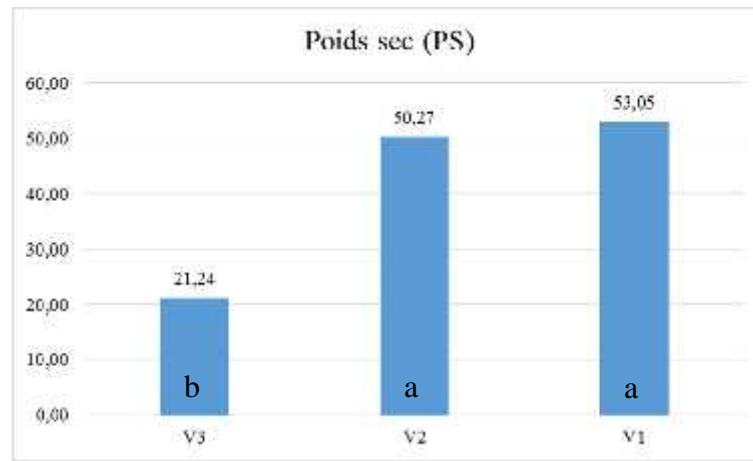


Figure15 : Moyenne du poids frais (tige et racine).

Les deux variétés V1 et V2 ont donné le poids sec le plus élevé avec respectivement 53,05 et 50,27 g. La population V3 a enregistré la plus faible valeur avec 21,24 g. Une bonne accumulation de la matière sèche explique une bonne qualité fourragère (Levivère et *al.*, 2008).

II.3. Corrélations

Tableau 2 : Corrélations entre les paramètres étudiés.

	<i>NbT</i>	<i>HautF</i>	<i>LargF</i>	<i>SurfF</i>	<i>PF</i>	<i>PS</i>	<i>EpT</i>	<i>EpPed</i>	<i>NbF</i>
<i>HautF</i>	0,43								
<i>LargF</i>	-0,73	0,07							
<i>SurfF</i>	-0,73	0,05	0,94						
<i>PF</i>	0,67	-0,04	-0,93	-0,91					
<i>PS</i>	0,65	-0,08	-0,93	-0,91	0,99				
<i>EpT</i>	-0,72	-0,33	0,76	0,84	-0,67	-0,67			
<i>EpPed</i>	-0,51	0,24	0,91	0,88	-0,88	-0,91	0,71		
<i>NbF</i>	-0,23	0,52	0,68	0,75	-0,78	-0,80	0,34	0,71	
<i>LongPan</i>	0,86	0,52	-0,78	-0,72	0,73	0,71	-0,77	-0,65	-0,21

HautF : hauteur finale de la plante (cm). **LargF** : largeur des feuilles (cm). **SurfF** : surface foliaire (cm²). **PF** : poids frais de la plante (g). **PS** : poids sec de la plante (g). **EpT** : Épaisseur de la tige (mm). **EpPed** : Épaisseur du pédoncule (mm). **NbT** : Nombre des talles. **NbF** : Nombre des feuilles. **LongPan** : longueur de la panicule (cm).

La matrice des coefficients de variation des variables quantitatives étudiées est représentée dans le tableau 2. Cette matrice a révélé des corrélations positives et d'autres négatives hautement significatives (en gras) entre certains caractères :

- Le paramètre nombre de talles (NbT) est corrélé négativement avec la largeur feuille (LargF), surface foliaire (SurfF), épaisseur tige (EpT) et positivement avec longueur panicule (LongP).
- La largeur feuille est corrélée positivement avec SurfF, EpT, épaisseur pédoncule (EpPed), LongPan et négativement avec le poids frais (PF) et le poids sec (PS).
- SurfF est corrélé négativement avec PF et PS, LongPan et corrélé positivement avec EpPed et nombre des feuilles (NbF). Selon plusieurs travaux ont montré la corrélation entre la surface foliaire et le rendement des cultures (Ledent et *al.*, 1995 ; Sridhara et Prasad, 2002 ; Beed et *al.*, 2007) .
- PF et PS sont corrélés positivement avec LongP et négativement avec le NbF et EpPed.
- EpT est corrélé positivement avec EpPed et négativement avec LongPan.
- EpPed est corrélé avec NbF.

La corrélation entre les paramètres est expliquée comme suit :

- Quand deux paramètres sont corrélés **positivement**, lorsque le premier donne de bonnes valeurs le deuxième donne aussi de bonnes valeurs. Cependant, il suffit de mesurer un seul de ces deux paramètres.
- Quand deux paramètres sont corrélés **négativement**, lorsque le premier donne de bonnes valeurs le deuxième donne de mauvaises valeurs. Cependant, il suffit aussi de mesurer un seul paramètre.

Conclusion

Notre étude est basée sur le comportement du sorgho local (landrace/population V3) en comparaison avec deux autres variétés introduites de l'étranger, à savoir l'hybride de la France (V1) et la variété fixe du Niger (V2), sous l'étage climatique semi-aride de Bordj Bou Arréridj.

La caractérisation agro-morphologique des trois accessions du sorgho utilisé ont présenté une certaine diversité surtout par rapport à la hauteur finale de la plante, le nombre de feuilles, le nombre de talles, le pois frais plante, le poids sec plante et la surface foliaire. Des corrélations positives et négatives ont été enregistrées entre les paramètres étudiés.

La population V3 et la variété V2 ont présenté une certaine adaptation en comparaison avec la variété hybride V1. Cette dernière a donné de bonne moyenne du poids sec plante, ce qui montre ses qualités fourragères. La variété V2 a présenté des valeurs moyennes à faibles pour l'ensemble des paramètres étudiés, elle pourra servir comme parent (géniteurs) pour d'autres caractères dans des futurs programmes d'amélioration génétique du sorgho. La population locale V3 a montré des capacités similaires avec les deux autres variétés introduites voir supérieures pour certains paramètres. Elle a prouvé aussi des potentialités fourragères (fourrage vert) acceptables avec des moyennes importantes en surface foliaire et le nombre de feuilles.

La confirmation des résultats par d'autres essais nécessaire pour étudier des aspects liés à la production, aux rendements, au stress hydrique, à la valeur fourragère et technologique du grain, ..., etc.

Références bibliographiques

- Abu Assar A. H., Uptmoor R., Abdelmula A. A., Wagner C., Salih M., Ali A. M., Ordon F. & Friedt W. (2009). Assessment of sorghum genetic resources for genetic diversity and drought tolerance using molecular markers and agromorphological traits. U. K. J. Agric. Sci. 17, 1-22.
- FAO/ICRISAT (1996). The world sorghum and look. A joint study by the Basic Foodstuffs Service (FAO) and socio-economics and policy division (ICRISAT). 67 p.
- FAO (2004). La biodiversité au service de la sécurité alimentaire. Journée mondiale de l'alimentation. 12 p.
- Blum A. (1996). Crop responses to drought and the interpretation of adaptation plant growth regulation.
- Bretaudeau A., Bakary T., Ousmane N., Adama B. et Sako D. (2001). Variabilité génétique des sorghos de décrue au Mali. In « La culture du sorgho de décrue en Afrique de l'Ouest et du centre ». Ed. Comas J. et MacPherson HG. Publié par l'Agence Espagnole de coopération internationale avec la collaboration de la FAO : 123-141.
- Bréda N. (1996). L'indice foliaire des couverts forestiers : mesure, variabilité et rôle fonctionnel (*Quercus petraea*). Tree Physiology, 15 : 295-306.
- Chantereau J. et Nicou R. (1991). Le sorgho, Maisonneuve et Larose, Paris, 159p.
- Chantereau J., Friot D., Roberge G. et Vivien A. (2001). Les sorghos à double fin. In «Vers une production, utilisation et commercialisation durables du sorgho en Afrique occidentale et centrale».
- Chantereau J., Cruz J.F., Ratnadass A., Trouche G. & Fliede G. (2013). Presses Agronomiques de Gembloux, Quae, CTA, Gembloux, 244 p.
- Clerget B. (2004). Le rôle du photopériodisme dans l'élaboration du rendement de trois variétés de sorgho cultivées en Afrique de l'ouest. Thèse de doctorat Institut National Agronomique. Paris Grignon. 103 (11) p.

- Djè Y., Heurtz M., Ater M., Lefebvre C. et Vekemans X. (2007). Evaluation de la diversité morphologique des variétés traditionnelles de sorgho du Nord-Ouest du Maroc. *Biotechnologie Agronomie sociologie Enterrement*, 11(1) : 39-46.
- Dehaynin N. (2007). Utilisation du sorgho en alimentation animale .Thèse de doctorat en alimentation animale. Thèse de Docteur Vétérinaire. Université Claude-Bernard, Lyon. 109 p.
- Djabali D., Boudries N., Lemgharbi M., Mokrane H., Nadjemi B. et Belhaneche N. (2005). Les céréales locales du sorgho et mil. Séminaire International sur les productions végétales. Centenaire de l'INA, Pp 193-196.
- FAOSTAT (2021). Food and agriculture database provides free access to food and agriculture statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- House LR. (1987). Manuel pour la sélection du sorgho. Deuxième édition, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Andhra Pradesh, Inde. 229 pp.
- Gaufichon L., Prioul JL. et Bachelier B. (2010). Quelles sont les perspectives d'amélioration génétique de plantes cultivées tolérantes à la sécheresse. Fondation pour l'agriculture et la ruralité dans le monde (FARM), 60p.
- Khan TN., Ramzan A., Jillani G. et Mehmood T. (2013). Morphological performance of peas (*Pisum sativum* L) genotypes under rainfed conditions of potowar region. *J. Agric. Res.*
- Luce C. (1988). L'amélioration variétale du sorgho au Sénégal. Acquis (1950-1986) et perspectives de recherches. Unival-isra, études et documents. 1 : 2. 22 p.
- Lafarge TA. et Hammer GL. (2002). Predicting plant leaf area production. Shoot assimilate accumulation and partitioning, and leaf area ratio are stable for a wide range of sorghum population densities. *Field Crops Research*. 77 : 137-151.
- Ouattara OZ. (2017). Caractérisation de l'indice foliaire de dix variétés de sorgho suivant différentes méthodes de mesure en station expérimentale de Farako-Bâ. Burkina Faso.
- Rahal-Bouziane H., Mossab K., Hamdi S. et Kharsi M. (2003). Situation des fourrages cultivés dans la région d'Adrar. *Recherche Agronomique, INRAA*, 12: 37-49

- Rahal Bouziane H. (2011). Sécurité alimentaire assurée par des ressources céréalières : véritable enjeu pour les populations du sud, en Algérie. Dans, Sanni Yaya H. et Benhassi M. (eds). Changement climatique, crise énergétique et insécurité alimentaire : le monde en quête d'un visage Québec : Presses de l'université Laval. Pp 307- 318.
- Rahal-Bouziane H., Semiani Y., Yahiaoui S., Oumata S., Kharsi M., Nait Merzoug S. et Djeddou R. (2013). Caractérisation de quelques génotypes traditionnels de Sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) dans les conditions de la Mitidja (Algérie). INRAA, Recherche agronomique, 26: 47-58.
- Sene L. (1995). Réponse de la variété du sorgho à l'alimentation en eau : effets du stress hydrique sur le rendement et la qualité des semences 3ème promotion, CE 145-66.
- Solberg SO., Brantestam AK., Olsson K., Leino MW., Weibull J. et Yndgaard F. (2015). Diversity in local cultivars of *Pisum sativum* collected from home gardens in Sweden. Biochem. Syst. Ecol.
- Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M. et Zid ED. (2005). Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Sécheresse, 3(16): 225-9.
- Ouedraogo M. (2014). Agro-morphologique du sorgho et identification de cultivars tolérants au stress hydrique post-floral.

Annexes

Annexe 01 : Présentation de la région de EL Hammadia (lieu d'installation de l'essai).



Figure I : Carte d'El Hammadia.

Annexe 02 : Tableaux d'analyse statistique de paramètres étudiés.

Tableau 01 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (vitesse de croissance).

VitCr					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	20.93756	20.93756	165.2246	0.000014
Accession	2	0.75666	0.37833	2.9855	0.125910
Error	6	0.76033	0.12672		
Total	8	1.51699			

Tableau 02 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (nombre des talles).

NbT					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	128.4444	128.4444	192.6667	0.000009
Accession	2	11.5556	5.7778	8.6667	0.017003
Error	6	4.0000	0.6667		
Total	8	15.5556			

Tableau 03 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (nombre des talles).

HautF					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	48400.00	48400.00	799.2661	0.000000
Accession	2	808.67	404.33	6.6771	0.029794
Error	6	363.33	60.56		
Total	8	1172.00			

Tableau 04 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (longueur et largeur des feuilles, surface foliaire).

LongF					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	13924.00	13924.00	327.1958	0.000002
Accession	2	82.67	41.33	0.9713	0.431094
Error	6	255.33	42.56		
Total	8	338.00			
LargF					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	237.1600	237.1600	781.8462	0.000000
Accession	2	32.1800	16.0900	53.0440	0.000153
Error	6	1.8200	0.3033		
Total	8	34.0000			
SurfF					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	215699.7	215699.7	140.0913	0.000022
Accession	2	42191.0	21095.5	13.7010	0.005796
Error	6	9238.2	1539.7		
Total	8	51429.2			

Tableau 05 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (poids frais et sec de plante).

PF					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	185439.3	185439.3	591.9531	0.000000
Accession	2	23189.9	11594.9	37.0130	0.000421
Error	6	1879.6	313.3		
Total	8	25069.5			
PS					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	15512.70	15512.70	400.1141	0.000001
Accession	2	1862.35	931.17	24.0174	0.001369
Error	6	232.62	38.77		
Total	8	2094.97			

Tableau 06 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (longueur des racines).

LongR					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	1613.361	1613.361	1708.265	0.000000
Accession	2	7.722	3.861	4.088	0.075814
Error	6	5.667	0.944		
Total	8	13.389			

Tableau 07 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (épaisseur de la tige).

EpTige					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	1284.506	1284.506	180.0484	0.000011
Accession	2	81.375	40.687	5.7031	0.040958
Error	6	42.805	7.134		
Total	8	124.180			

Tableau 08 : Résultats de l'analyse statistique de la variance (épaisseur de pédoncule, la longueur des panicules).

EpPed					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	300.3289	300.3289	268.3132	0.000003
Accession	2	17.9019	8.9509	7.9967	0.020304
Error	6	6.7159	1.1193		
Total	8	24.6178			
LongPan					
	DDL	SCE	CM	F	Prob
Intercept	1	2500.000	2500.000	775.8621	0.000000
Accession	2	197.167	98.583	30.5948	0.000712
Error	6	19.333	3.222		
Total	8	216.500			