

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE VEGETALE



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de
Master en Agroforesterie, Ecologie, Adaptation (AFECA)

Par

Mlle Awa TOURE

THEME

**ETUDE DE L'EFFET DE LA DOSE DE FUMURE ORGANIQUE SUR
LES PARAMÈTRES DE CROISSANCE DU GOMBO (*Abelmoschus
esculentus L. Moench*)**

Soutenu publiquement le 20 Avril 2023

devant le jury composé de :

Président : M. Aboubacry KANE Maître de conférences UCAD/FST/BV

Membres :

M. Aliou GUISSÉ Professeur titulaire UCAD/FST/BV

M. Oumar SARR Assistant UCAD /FST/BV

M. Moustapha B SAGNA Assistant UCAD /FST/BV

Directeur de mémoire : Pr Aliou GUISSÉ Professeur titulaire UCAD/FST/BV

Codirecteur de mémoire : Dr Oumar SARR Assistant UCAD /FST/BV

Année universitaire 2022-2023

DEDICAES

À mon très cher **père Babou TOURE**. Je n'ai jamais eu l'occasion de vous en parler, mais sachez que vous avez toujours été une référence pour moi. Grâce à vous papa, j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais vous remercier pour votre amour, votre générosité, votre affection et votre compréhension. Votre soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait suffire pour vous prouver l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que vous avez déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il vous accorde santé et longévité !

À ma très chère **mère Kande DIOP** à qui je dois tout. Vous avez été plus qu'une mère pour ses enfants. Vous avez toujours été à la hauteur afin que ceux-ci suivent le bon chemin dans leur vie et dans le cadre de leurs études. Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, vos prières et vos bénédictions m'ont été d'un grand secours. Vous avez consenti tant d'efforts et de sacrifices pour la réussite de vos enfants. Merci maman, pour votre amour incommensurable et pour l'éducation de qualité que vous nous avez inculquée. Puisse ALLAH, le tout Puissant, vous préserver et vous accorde santé et longue vie !!!

À feu mes frères et sœurs Nd' mbeurou DIENG et Abdou TOURE

À feu mon grand-père Kamara MBAYE et ma grand-mère Fatou MBAYE. Que leur âme repose en paix.

À tous mes frères et sœurs mor, ami, mame diarra, Fatou et El hadj ainsi que toute la famille.

REMERCIEMENTS

Avant tout, je rends grâce à DIEU, le tout-puissant, le clément et Miséricordieux de m'avoir donné la santé, la force et le courage d'accomplir ce travail, ALHAMDOLILAH.

Ce présent travail n'aurait pas vu le jour dans sa forme définitive sans la collaboration effective de plusieurs institutions que sont l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar ; le projet NUTRIGREEN (UE) et la SLE en compagnie de l'Université Humboldt de Berlin et l'Organisation Non Gouvernementale (ONG) de l'Association pour la Promotion des arbres fertilitaires de l'Agroforesterie et de la Foresterie (APAF Sénégal).

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude du doyen de la Faculté des Sciences et Techniques (FST), au Pr Aboubacary KANE, chef du département de Biologie Végétale, pour avoir accepté mon inscription dans ledit département. À travers eux, j'exprime toute ma reconnaissance et mes sincères remerciements au corps professoral de la FST qui a su nous transmettre un enseignement de qualité nécessaire pour mener à bien les activités de recherche.

Mes remerciements vont à l'encontre du professeur Aliou GUISSÉ, qui supervise ce travail.

Mes solennels et sincères remerciements au Dr Oumar SARR pour avoir accepté de m'encadrer. Mais aussi pour votre soutien, votre disponibilité, votre dévouement pour que je puisse écrire ce mémoire et fait de son mieux pour que cela soit un succès malgré son emploi du temps chargé. Je souhaite exprimer toute ma gratitude au Dr Moustapha Bassimbé SAGNA pour ses conseils, sa disponibilité, son soutien sans faille et d'avoir accepté de participer à l'évaluation de mon travail. Nous remercions vivement Dr Sékouna DIATTA coordonnateur du master AFECA pour son soutien, et son enseignement de qualité.

Un grand merci aux Dr. Ndiabou FAYE et Eric Sylvain BADJI pour leur disponibilité et leur appui dans le traitement et l'analyse des données. Un grand merci au doctorant Moussa DIEDHIOU pour ta disponibilité de nous avoir donné un coup de pouce sur l'analyse des données.

Aux membres du jury pour leur disponibilité, remarques, suggestions et conseils.

Toute la promotion AFECA 2019-2020 pour votre amabilité et ces liens de fraternités que nous avons bâtis ensemble. Particulièrement à mon binôme de travail Rehema Said CHANFI à qui j'ai partagé les travaux de terrains, je prie dieu qu'il t'accorde longévité et une santé de fer.

A l'ONG APAF Sénégal, pour leur partenariat et leur disponibilité. Particulièrement monsieur Thiélem DIOUF technicien à APAF et sa famille pour leur humilité, leur ouverture et leur

Une pensée fraternelle à nos camarades de promotions, Amina BADJI, Sofia DIALLO, Mariama DRAME, Maïmouna MANE, Aïda FALL, Abdoulaye KAYA, Mamadou SIGNATE, Sana MENDY.

TABLE DES MATIERES

DEDICAES.....	1
REMERCIEMENTS	2
LISTES DES FIGURES.....	5
LSTE DES PLANCHES	5
LISTE DES PHOTOS.....	5
LISTE DES TABLEAUX	6
SIGLE ET ABREVIATIONS.....	6
RESUME	7
ABSTRACT	8
INTRODUCTION	9
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	11
1.1. Généralités sur le gombo	11
1.1.1. Classification.....	11
1.1.2. Origine	11
1.1.3. Les variétés du gombo au Sénégal	11
1.1.4. Description botanique.....	11
1.1.5. Ecologie du gombo	15
1.1.6. Importance	16
1.1.7. Production mondiale.....	16
1.1.8. Exigences édaphiques	16
1.1.9. Exigences climatiques.....	17
1.1.10. Biologie et mode de reproduction du gombo.....	17
1.1.11. Propriétés du gombo.....	18
1.1.12. Contraintes sur la production du gombo	19
1.2. Fertilisation organique et attaques	19
1.2.1. Fertilisation minérale et organique.....	19
1.2.2. Maladies	20
1.2.3. Ennemis et moyen de lutte	21
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	22
2.1. Présentation du site d'expérimentation	22
2.1.1. La végétation	25
2.1.2. Sols.....	22
2.1.3. Données climatologiques	24
2.2. Matériel et méthode	24
2.2.1. Matériel Biologique	26
2.2.2. Matériel technique.....	26
2.2.3. Dispositif expérimental	27

2.2.4 Conduite de culture.....	28
2.2.5. Observations et mesures.....	29
2.2.6. Traitement et analyse statistique des données	30
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	32
3.1 Résultats	32
3.1.1 Taux de germination.....	32
3.1.2 Évolution du nombre de feuille en fonction de la dose de fumure	32
3.1.3 Évolution de la hauteur en fonction de la dose de fumure.....	33
3.1.4 Évolution du diamètre au collet en fonction de la dose de fumure	34
3.1.5 Effet de la dose de fumure organique sur les paramètres agro morphologiques	34
DISCUSSION	36
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS	38
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	39
WEBOGRAPHIE	45

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site expérimental

Figure 2 : Profil du sol

Figure 3 : Variation moyenne mensuelle de la température et la pluviométrie de 1998 à 2021

Figure 4 : Pluviométrie moyenne mensuelle de 1998 à 2021 à la station de Fatick

Figure 5 : Présentation du dispositif expérimentale

Figure 6 : évolution du nombre de feuilles/plants de la 3eme à la 10eme semaine après semis

Figure 7: évolution de la hauteur des plants de la 3eme à la 10eme semaine après semis

Figure 8 : évolution du diamètre au collet de la plante de gombo

Figure 9: effet de la dose de fumure sur le nombre de feuille

Figure 10: effet de la dose de fumure sur le diamètre

Figure 11: effet de la dose de fumure sur la hauteur

LSTE DES PLANCHES

Planche 1 : Matériels végétales

Planche 2 : Matériels techniques

Planche 3 : Conduite de culture

Planche 4 : Observation et mesure des paramètres de croissance

LISTE DES PHOTOS

Photo a : Plante tige de gombo (Isabelle, 2018)

Photo b : Feuille de gombo original (photo 2022)

Photo c: Plante en fleur original de gombo (photo 2022)

Photo d: Fruit originale de gombo (photo 2022)

Photo e: Grains de gombo original (photo 2022)

Photo f : Racine de gombo original (photo 2022)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau1 : Systématique de l'espèce (classification phylogénétique APG II, 2003)

Tableau 2 : Composition nutritionnelle des fruits et feuilles du gombo (Ngom, 2019)

Tableau3 : ennemis du gombo et moyen de lutte

Tableau 4 : effet de la dose de fumure organique sur les paramètres agro morphologiques

SIGLE ET ABREVIATIONS

ANACIM : Agence National de l'Aviation Civile et de la Météorologie

ANOVA : Analys Of Variance

ANSD : Agence National de la Statistique et de la Démographie

APAF : Association pour la Promotion de l'Agroforesterie de la Foresterie et des arbres fertilitaires

APG II : Angiosperm Phylogeny Group II

CDH : Centre pour le Développement de l'Horticulture

FAO : Fond and Agriculture Organisation

FAOSTAT : Statistics Food and Agriculture Organization of the United Nations

INERA/BF : Institut de l'Environnement et Recherche Agricole/ Burkina Faso

ISRA : Institut Sénégalaise de Recherche Agricole

JAS : Jours Après Semis

J.C : Jésus-Christ

Kg : kilogramme

PIB : Produit Intérieur Brut

UCAD : Université Cheikh Anta Diop de Dakar

RESUME

La faible fertilité des sols en Afrique subsaharienne est l'une des contraintes qui limitent la production agricole et qui justifie l'efficacité des engrais minéraux sur les rendements des cultures. Cependant, si les engrais minéraux sont généralement efficaces pendant les premières années de culture, on observe, après cinq à dix années d'apports continus de fumures exclusivement minérales, une baisse des rendements. La perte de fertilité des sols représente le principal problème de l'agriculture sénégalaise. Une étude comparative des effets d'amendements organiques à base de crottin de cheval a été menée afin d'évaluer l'effet sur la production et la croissance des paramètres agromorphologiques du gombo (*Abelmoschus esculentus*) que sont la hauteur, le diamètre au collet et le nombre de feuilles par plants. L'expérimentation a été menée dans la région de Fatick plus précisément à Nobadane, en plein terre dans la parcelle des femmes avec la variété Clemson spineless. Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher avec trois répétitions et trois traitements D (0%), D (50%) D (100%). Les traitements correspondent respectivement au témoin sans apport de fumure organique (D0%), la dose (D50% soit 1Kg/poquet), la dose (D100% qui correspond à 2Kg/poquet). Dans les conditions de l'expérimentation l'analyse des résultats a montré que l'apport de matière organique n'a aucun effet significatif aussi bien sur la hauteur de la plante que sur le diamètre au collet. Par contre la dose de 50% a montré de performances fertilisantes appréciables sur le nombre de feuilles par rapport au témoin et la dose 100%. Aucune différence significative n'a été notée sur les deux autres paramètres par rapport aux traitements. Cette étude est importante pour proposer des pistes de solutions afin d'améliorer la fertilité du sol.

Mots clés : engrais organique, crottin de cheval, croissance, *Abelmoschus esculentus*

ABSTRACT

Low soil fertility in sub-Saharan Africa is one of the constraints limiting agricultural production and justifying the effectiveness of mineral fertilizers on crop yields. However, while mineral fertilizers are generally effective during the first years of cultivation, a drop in yields is observed after five to ten years of continuous applications of exclusively mineral fertilizers. The loss of soil fertility is the main problem of Senegalese agriculture. A comparative study of the effects of organic amendments based on horse dung was carried out in order to evaluate the effect on the production and growth of Agromorphological parameters of okra (*Abelmoschus esculentus*) which are height, collar diameter and the number of leaves per plant. The experiment was carried out in the Fatick region more precisely in Nobadane, in the open ground in the women's plot with the Clemson spineless variety. The experimental device is in Fisher blocks with three repetitions and three treatments D (0%), D (50%) D (100%). The treatments correspond respectively to the control without addition of organic manure (D0%), the dose (D50% or 1 kg/hill), and the dose (D100% which corresponds to 2 kg /hill). The analysis of the results showed that the contribution of organic matter has no significant effect either on the height of the plant or on the diameter at the collar. On the other hand, the 50% dose showed significant fertilizing performance on the number of leaves compared to the control and the 100% dose. No significant difference was noted on the other two parameters compared to the treatments. This study is important for proposing possible solutions to improve soil fertility.

Key words: organic fertilizer, horse manure, growth, *Abelmoschus esculentus*

INTRODUCTION

L'agriculture des pays d'Afrique tropicale est confrontée à divers problèmes liés aux péjorations climatiques (baisse de la pluviométrie et sa variabilité spatio-temporaire) qui frappent l'ensemble des régions soudano-sahéliennes depuis trois décennies (Koulibaly et *al.*, 2002). Ces variabilités ont une incidence notoire sur le secteur primaire sénégalais (agriculture, élevage, foresterie et pêche) qui joue un rôle socioéconomique très important. En 2020, il a contribué pour 16% du PIB et emploie 52,7% de la population active (Dieng, 2020). C'est ainsi que l'agriculture sénégalaise a connu des changements importantes durant ces cinquante dernières années (Sall, 2020).

Dans l'alimentation humaine, les légumes constituent un élément indispensable. Leur valeur est importante, en particulier dans les pays en développement où la malnutrition est un problème majeur chez les enfants et les adultes (Aishwarva et Bilaspur, 2018). Elles sont source de vitamines et de sels minéraux nécessaires pour une alimentation équilibrée. Parmi les légumes consommés par les populations, les gombos, autrefois rattachés au genre *Hibiscus*, constituent aujourd'hui le genre *Abelmoschus*, au sein de la famille des malvacées (Sall, 2020).

Originaire de l'Inde, cette plante potagère est cultivée dans toutes les régions tropicales et subtropicales (Lescuyer, 2005). Au Sénégal, c'est un légume que l'on retrouve à l'état frais dans tous les marchés durant la période hivernale et à l'état sec (tranches, rondelles séchées ou en poudre) durant la saison sèche (Sall, 2020). ce légume dont on consomme les fruits, parfois les feuilles, a une importance variable selon les régions. Il représente en moyenne 10% de la consommation totale de légumes (25Kg/ habitant / an), ce qui le place parmi les cinq premiers légumes avec les aubergines, la tomate et divers légumes-feuilles différents selon les zones écologiques et les habitudes alimentaires (Siemonsma, 1982). Elle présente une forte valeur marchande et une importance vitale pour l'alimentation des populations des villes et des campagnes (Projet de conservation in situ, INERA/BF, 2001) (Swadogo et *al.*, 2006). Sa production mérite d'être pérennisée vu ses caractéristiques nutritionnelles intéressantes.

Dans les campagnes, les petits exploitants maraichers surexploitent les sols, ce qui conduit à un épuisement progressif de leurs éléments nutritifs et leur dégradation éventuelle (Olukemi et Makinde, 2014). Pour pallier à la dégradation chimique des sols entraînant une insuffisance de nutriments pour les plantes, plusieurs auteurs ont montré que l'amélioration de la fertilité des sols par des apports d'éléments nutritifs sous forme minérales ou organiques permet d'augmenter l'efficacité de l'eau et les rendements des cultures (Kaho et *al.*, 2011; Useni et *al.*, 2014 ; Mosier et *al.*, 2004).

L'utilisation des fumures organiques maintient ou améliore la fertilité des sols avec de très bons rendements des cultures et ce, de façon durable (Khalid et *al.*, 2014; Sikuzani et *al.*, 2014). C'est dans ce contexte que le projet NUTRIGREEN a été développé dont le but est d'améliorer les chaînes de valeur des plantes traditionnelles africaines, afin de renforcer leur intégration et

leur revenu dans le système alimentaire local et régional. Elle se propose d'étudier les paramètres agromorphologiques du gombo sous l'effet de la fumure.

Spécifiquement il s'agit :

- d'évaluer l'effet de la dose de fumure sur la hauteur des plants ;
- d'évaluer l'effet de la dose de fumure sur le diamètre au collet ;
- évaluer l'effet de la dose de fumure sur le nombre de feuilles.

Ainsi la première partie de ce travail traitera la synthèse bibliographique sur le gombo, la description de la méthodologie et du matériel d'étude fera l'objet de la deuxième partie, les résultats et la discussion seront présentés dans la troisième partie qui sera suivie de la conclusion

CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Généralités sur le gombo

1.1.1. Classification

Tableau 1. Systématique de l'espèce (classification phylogénétique APG II, 2003).

Selon la classification taxonomique du gombo se présente comme suit :

Règne	Plantae (plantes)
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta (Angiospermes, phanérogames)
Classe	Magnoliopsida (Dicotylédones)
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Malvales
Famille	Malvaceae
Genre	Abelmoschus
Espèce	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L.)

- ✓ Synonymie : *Hibiscus esculentus* L. (Linne, 1753) ; *Hibiscus longifolius* (Wild, 1800)
- ✓ Nom vernaculaire français : gombo, corne grecque
- ✓ Nom vernaculaire anglais : okra
- ✓ Nom vernaculaire wolof : kandja

1.1.2. Origine

L'origine du gombo est toujours un sujet de controverse. En effet, selon Macleod et Ames (1990), le gombo est une plante originaire d'Afrique, connu depuis l'année 1216 avant J.C pour ses fruits utilisés comme légumes. De Candolle (1883) avait proposé la même origine précisant que le gombo était déjà cultivé par les Egyptiens en 1216 avant J.C., tandis que Van Borssum Waalkes (1996), pense plus tôt qu'il est originaire du Sud-est de l'Asie (Siemonsma, 1982). Le gombo, scientifiquement parlant il s'agit du fruit de *Hibiscus esculentus*, de couleur verte, en forme de capsule pyramidale et d'une longueur de 10 centimètres environ. Cette plante potagère est cultivée dans toutes les régions tropicales et subtropicales. Sa caractéristique est de contenir une substance mucilagineuse utile pour épaissir sauces et ragoûts (Ngom, 2019).

1.1.3. Les variétés du gombo au Sénégal

Au Sénégal, à l'instar des autres pays de l'Afrique le gombo est consommé frais et en poudre dans beaucoup de recettes culinaires. Le gombo y est disponible toute l'année et les variétés cultivées sont : « Clemson spineless », « Puso », « Volta », « Indiana », « Pop 12 », « Emerald Green », « Rouge de Thiès » (CDH/ISRA, 1987) (Bagana, 2004).

1.1.4. Description botanique

C'est une espèce annuelle herbacée à port généralement dressé. Les plantes sont glabres avec une hauteur atteignant 2,5 m. La tige principale peut porter plusieurs ramifications fertiles ; le système caulinaire porte des feuilles palmatilobées atteignant une longueur de 30 à 40 cm. Les fleurs sont solitaires et axillaires leur épicalice est caduque à la floraison (Gueye, 2020).

➤ Tige

L'espèce *A. esculentus* a une tige de forme cylindrique, de couleur pourpre ou verte, glabre ou légèrement pubescente. Etant érigée, la tige peut atteindre une hauteur de 1,5 à plus de 3m et présente des ramifications dressées ou courbées vers le bas et qui sont plus ou moins important suivant les variétés (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma et Hamon, 2004)



Photo a : Plante tige de gombo (photo 2022)

➤ Feuilles

Les feuilles du gombo sont alternes et présentent un limbe généralement palmatilobé (3 à 7 lobes plus ou moins divisés). Elles ont des dimensions variables pouvant aller de 20 à 40 cm. Elles sont plus souvent de couleur verte et parfois marquées de rainures rouges. Les feuilles comportent un long pétiole (jusqu'à 35 cm) et leur forme est variable sur un même pied. Leur forme est stable à partir de la huitième feuille (De Lannoy, 2001).



Photo b : Feuille de gombo original (photo 2022)

➤ **Fleurs**

Le gombo, comme la plupart des Malvacées, a des fleurs hermaphrodites, axillaires, solitaires et de grandes dimensions. Les fleurs (photo c) sont comparables et sont de couleur crème, jaune ou jaune or avec une coloration rouge à la base des cinq grands pétales libres. Son mode de reproduction préférentielle est l'autogamie, soutenu par les indices calculés qui sont de l'ordre de 2 avec un taux très variable d'allogamie allant de 0 à 69%. Les fleurs sont éphémères. L'anthèse se produit très tôt dans la matinée et est suivie par l'épanouissement de la fleur. Elles demeurent ouvertes toute la matinée pour se refermer qu'en milieu de l'après-midi. Ensuite, elles se fanent le soir et les pétales tombent dès le lendemain. Sous des conditions nuageuses et humides, l'ouverture de la fleur est plus souvent légèrement retardée (Hamon, 1987 ; De Lannoy, 2001).



Photo c: Plante en fleur de gombo (photo 2022)

➤ **Fruits**

Le fruit du gombo (photo d) est une capsule érigée, cylindrique, fusiforme, de section ronde ou anguleuse. Avec sa couleur variable (vert à rouge), il peut être légèrement rugueux ou Épineux. Les fruits sont récoltés quelques jours après la floraison. En effet, le fruit atteint sa croissance maximale dès la première semaine. Au-delà, il se lignifie et devient impropre à la consommation (De Lannoy, 2001).



Photo d: Fruit de gombo (photo 2022)

➤ **Graines**

De forme globuleuse à ovoïde, glabres ou duveteuses, les graines de gombo (photo e) sont assez grosses et de couleur grise. Lorsque les graines sont conservées dans les meilleures conditions, elles peuvent garder leur pouvoir germinatif pendant plus de deux ans (De Lannoy, 2001).

comprises entre 20 et 30 °C sont nécessaires pour une bonne croissance et un développement normal du gombo.

1.1.6. Importance

Le gombo est la seule culture légumière d'importance de la famille des malvacées (Kumar et al., 20). C'est une culture polyvalente en raison de diverses utilisations de ses gousses, feuilles fraîches, bourgeons, fleurs, tiges, fruits et grains (Guerrano, 2018). En Afrique les fruits sont beaucoup appréciés dans les recettes culinaires du fait de sa richesse en glucides (7 à 8 % de la matière sèche) présents sous forme de mucilage. Il est assez pauvre en fibres mais riche en protéines pour un légume fruit (1,8 % de la matière sèche) (Fondio et al., 2009). Les fruits immatures peuvent être consommés comme légumes, dans les salades, soupes et ragoûts, frais ou séchés, frits ou bouillis (Roy et al., 2014). Ainsi, le gombo constitue une culture économique majeure dans la sous-région ouest-africaine à raison de son importance dans la composition de diverses recettes et spécialités locales en cuisine (Eshiet et Brisibe, 2015). Sur le plan nutritionnel, une consommation quotidienne de 100 g de gombo frais fournirait environ 20 % des besoins en calcium, 15 % des besoins en fer et 50 % des besoins en vitamines C (Hamon, 1988). Les gousses vertes tendres du gombo sont une importante source de vitamines A, B, B6, C et K, d'acide folique, de potassium, de magnésium, de calcium et d'oligo-éléments tels que le cuivre, le manganèse, le fer, le zinc, le nickel, et l'iode (Lee et al., 2009 ; Bello et al., 2015). Elles contiennent aussi de l'eau, des lipides, des glucides, des protéines, des matières grasses, des enzymes et des fibres (Rabbani, 2009), des acides aminés comme la lysine et le tryptophane plus que d'autres sources de protéines végétales comme les céréales et les légumineuses (Sanjeet et al., 2010). En médecine, des études réalisées à chine ont révélé qu'un extrait alcoolique de feuilles de gombo est susceptible d'éliminer les radicaux libres de l'oxygène, d'améliorer les fonctions rénales et de réduire la protéinurie (Siemonsma et Kouame, 2004). Il existe même des variétés qui sont recommandées pour faciliter ou enrichir la nutrition des malades.

1.1.7. Production mondiale

Selon les données de la FAOSTAT (2015), la production mondiale de gombo pour l'année 2013 était estimée à 8 946 599 tonnes. Les principaux pays producteurs dans le monde étaient l'Inde (6 350 000 tonnes), le Nigéria (1 100 000 tonnes), le Soudan (263 263 tonnes), le Soudan du Sud (257 100 tonnes) et l'Irak (142 409 tonnes). Pour la même année, la production nationale de gombo au Sénégal était estimée à 23 711 tonnes soit 0,27% de la production mondiale.

1.1.8. Exigences édaphiques

Le gombo tolère une grande diversité de sols. Cependant, il préfère les sols profonds limono-sableux, bien drainés et riches en matières organiques (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma et Hamon, 2004). Les ressources pédologiques font état de 3 à 4 types de sol qui varient selon les

zones écologiques : les sols ferrugineux tropicaux (Dior et Deck), les sols hydro morphes des vallées, les sols halo morphes (sols salins, « tanne ») et les sols des mangroves observés dans les îles et les estuaires.

Le pH optimal pour la culture du gombo varie de 6,2 à 6,5 (Albert, 2009)

1.1.9. Exigences climatiques

Le gombo est une espèce bien adaptée aux climats chauds et humides. Il est sensible à la sécheresse mais cette sensibilité varie suivant les phases du cycle. (Sawadogo, 2006) a montré que l'effet du stress hydrique en phase de boutonnisation est très néfaste pour le gombo et se manifeste par une baisse des composants du rendement.

Cependant, un arrosage artificiel peut permettre au gombo de satisfaire ses besoins en eau et en éléments minéraux (Dupriez et Leener, 1983). En climat sahélien, les besoins en eau du gombo au cours d'un cycle culturale complet sont de l'ordre de 780 à 1000mm (De Lannoy, 2001).

Abemoschus. esculentus ne supporte pas des températures nocturnes trop basses. Il nécessite des températures supérieures à 20°C pour avoir une croissance normale. L'initiation florale et la floraison sont retardées à mesure que la température s'élève (De Lannoy, 2001). Par contre, Les meilleurs rendements sont obtenus en période chaude (Siemonsma et Hamon, 2004).

Le gombo est une plante photopériodique. C'est une plante à jours courts. Cependant, sa large répartition géographique (jusqu'à des latitudes de 35-40°) indique qu'il y a des différences marquées entre cultivars à cet égard (Siemonsma et Hamon, 2004).

1.1.10. Biologie et mode de reproduction du gombo

Les plantes du gombo se caractérisent par une croissance indéterminée. Ils ont une floraison continue mais très dépendante des stress biotiques et abiotiques (Charrier et al., 1997). Selon la variété et les conditions climatiques, la floraison se produit un à deux mois après semis (Charrier, 1983).

Pour *Abelmoschus. esculentus*, il y a alors émission d'une fleur, uniquement au niveau de l'axe orthotrope tous les deux ou trois jours. Le nombre de fleurs épanouies par jours peut être d'une quinzaine pour les espèces telle qu'*Abelmoschus. moschatus*, *Abelmoschus. manihot*, *Abelmoschus. caillei* et dépend du degré de ramification, alors que leurs exigences photopériodiques sont encore mal connues. Le fruit du gombo est une capsule. Sa croissance est rapide pouvant atteindre 5 centimètres de long après 3 jours de floraisons. Cette période correspond au stade de récolte le plus fréquent pour la consommation en frais du gombo (Charrier et al., 1997). Les espèces du genre *Abelmoschus* ont toutes de fleurs hermaphrodites, dont les pétales, le plus souvent de couleur jaune. Attirent de nombreux insectes. Leur floraison est fugace : les fleurs s'épanouissent le matin peu avant l'aube et flétrissent au milieu de l'après-midi. Le style, long de 3 à 5 centimètres, est entouré d'une colonne staminale pouvant porter plus d'une centaine d'anthères. L'auto pollen des anthères supérieures est mise en contact avec

les stigmates par simple élongation de la colonne staminale ou par l'intermédiaire des insectes. Ces derniers sont susceptibles aussi de véhiculer de l'allopolen. La germination de l'auto pollen est toujours possible ; et il n'y a pas d'auto-incompatibilité, sans que l'autogame soit stricte pour autant. Des taux d'allogamie très variables, de 0 à 69% ont été observés pour *Abelmoschus. esculentus* (Charrier, 1984).

1.1.11. Propriétés du gombo

Tableau 2 : Composition nutritionnelle des fruits et feuilles du gombo (Ngom, 2019)

Eléments nutritifs	Organes	
	Fruits	Feuilles
Eau	88	81,5
Energie (Kcal)	144	235
Protéines (g)	2,1	4,4
Lipides (g)	0,2	0,6
Fibres (g)	1,7	2,1
Calcium (mg)	84	532
Phosphore (mg)	90	70
Fer (mg)	1,2	0,7
Glucides (g)	8,2	11,3
Carotène (µg)	185	385
Thiamine (mg)	0,04	0,25
Riboflavine (mg)	0,08	2,8
Niacine (mg)	0,6	0,2
Acide ascorbique (mg)	47	59

Comparé à d'autres légumes-fruits charnus (tomate, aubergine), le gombo est particulièrement riche en calcium et en acide ascorbique. Les glucides sont présents principalement sous forme de mucilage.

Les principaux composants sont le galactose (25%), le rhamnose (22%), l'acide galacturonique (27%) et des acides aminés (11%). Le mucilage est très soluble dans l'eau.

Les graines de gombo contiennent environ 20% de protéines (dont la composition en acides aminés est comparable à celle des protéines du soja), et 20% de lipides (dont la composition en acides gras est comparable à celle de l'huile de graines de coton).

➤ Propriétés thérapeutiques

Le gombo également appelé okra est un légume à la texture collante utilisé traditionnellement en Afrique comme liant dans les soupes. Mais c'est surtout un aliment aux vertus nutritionnelles exceptionnelles. De même, des vertus thérapeutiques ont été argumentées par (Lapointe, 1987 et Nacoulma, 1996).

Outre ces avantages nutritionnels, les différentes parties de la plante sont largement utilisées en médecine traditionnelle (antidiabétique, antipyrétique, diurétique, antispasmodique, etc.) dans le monde entier (Lim, 2012 ; Roy et *al.*, 2014).

Le gombo a aussi une activité antifongique, antioxydant, antistress et nootrope (Jayaseelan et *al.*, 2013 ; Doreddula et *al.*, 2014). C'est également une excellente source d'iode, un élément utile pour traitement du goitre (Pendre et *al.*, 2012).

Dans l'ensemble, le gombo est une culture légumière importante avec un large éventail de qualités nutritionnelles et d'avantages potentiels pour la santé (Gemede, 2015).

1.1.12. Contraintes sur la production du gombo

➤ Contraintes abiotiques

La salinité constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles (Khales et Baaziz, 2006).

Cette situation est aggravée par une évaporation estivale intense en particulier dans les régions arides et semi-arides, en provoquant la remontée des sels en surface (Lapeyrouny et *al.*, 1982) et la mortalité des plantes à cause d'une diminution du potentiel osmotique dans le sol (Guerrier, 1983).

Cette salinisation des sols est non seulement liée aux conditions climatiques, mais également au recours souvent mal contrôlé à l'irrigation (Bennaceur, 2001).

Le terme de stress salin s'applique surtout quand la quantité des solubles contenus dans l'irrigation ou dans la solution du sol, a des concentrations anormales élevées en chlorure, sulfate, carbonate ou bicarbonate de sodium, calcium ou magnésium (Slama, 2004).

➤ Contraintes biotiques

Au Sénégal, la culture du gombo est confrontée à diverses contraintes dont on peut citer les suivantes parmi les principales :

- _ inadaptations des variétés cultivées aux conditions des températures basses (novembre à Avril) avec des rendements très bas se situant entre 3 et 5 tonnes/ha comparés à 10-25 tonnes/ha entre avril, mai et octobre ;
- _ sensibilité de la plupart des variétés cultivées aux nématodes à galles (*Meloidogyne* spp) et la fusariose vasculaire due à *Fusarium oxysporum* fsp. *Vasinfestum*: par ailleurs, la culture connaît d'autres ravageurs et maladies, mais ils sont facilement contrôlables chimiquement (TROPICASEM, 2011).

1.2. Fertilisation organique et attaques

1.2.1. Fertilisation minérale et organique

La pratique de la fertilisation des cultures a pour objectif de répondre aux besoins de la plante en nutriments essentiels pour sa croissance. Ces déchets d'animaux servent à transformer et à valoriser les résidus de culture pour obtenir une fumure organique de bonne qualité en plus

grande quantité. Pour atteindre progressivement un bilan organique et minéral du sol équilibré qui permette de maintenir la fertilité et d'assurer une nutrition minérale correcte des cultures. Ces besoins nutritifs sont variables d'une espèce à l'autre. Bien qu'elle soit rarement pratiquée, il est recommandé d'appliquer un engrais organique (10 tonnes par hectare) avant le semis, puis de réaliser un apport d'urée (150 kilos par hectare) et de chlorure de potassium (150 kilos par hectare) en deux ou trois applications (Hamon et Charrier, 1997). L'apport de fumure minérale devra être fractionné et leurs applications intervenir 30, 50 et 70 jours après semis en fonction de la longueur du cycle végétatif de la plante (De Lannoy, 2001).

1.2.2. Maladies

Les maladies cryptogamiques les plus rencontrées sont:

✓ la fonte de semis

Elles sont dues à une multitude de champignons du sol tels que *Macrophomina phaseoli* (Maubl) et *Fusarium oxysporum* (Schelcht) qui provoquent un flétrissement des plants de gombo. Le stade plantule est le plus sensible.

✓ la cercosporiose

Elle se manifeste par des taches foliaires et peut causer une défoliation rapide des plantes. Les deux agents causaux sont *Cercospora abelffschi* (Elle. et Everch.) Et *Cercospora malayensis* (Stev. et Solh.).

✓ le blanc

Les symptômes du blanc (*Oidium Abelmoschus*) apparaissent sous forme de taches poudreuses blanches sur les deux faces des feuilles. Celles-ci se dessèchent et finissent par tomber.

✓ la Fusariose

La fusariose est provoquée par *Fusarium oxysporum* f. sp. Vasinfectum. Elle affecte tous les stades de croissance du gombo. Cependant, le stade préfloraison est très favorable à la manifestation de la maladie.

✓ les bactérioses

La bactériose due à *Xanthomonas axonopodis* pv. Malvacearum est la principale maladie bactérienne du gombo dans les stations où celui-ci est cultivé par irrigation. Les symptômes apparaissent à tous les stades du développement. Les bactéries causent la fonte des semis et la perte des jeunes plants.

✓ les viroses

Les maladies virales importantes rencontrées en Afrique tropicale sont dues: au virus de la mosaïque du gombo (okra mosaic tymovirus) qui est surtout disséminé par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*) ; au virus de l'enroulement des feuilles (okra leaf curl virus) avec des symptômes qui apparaissent le plus souvent au stade plantule. Sur les jeunes feuilles, on observe des boursouffures et sur les feuilles âgées, des déchirures apparaissent sur le limbe; au virus de

la mosaïque à nervures jaunes (Hibiscus yellow vein mosaic virus, HYMV). Les feuilles des plantes attaquées deviennent chlorotiques. La nervure principale et les nervures secondaires s'épaississent et prennent une coloration jaune caractéristique de même que les tissus environnants (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma et Hamon, 2004)

1.2.3. Ennemis et moyen de lutte

Toutes les parties du gombo sont victimes d'attaques du champ à la conservation. Selon les observations faites par Siemonsma (1982c), les dégâts sont causés par les insectes, les maladies, les mauvaises herbes.

Tableau3 : Ennemis du gombo et moyen de lutte

Noms	Dégâts	Traitements
Chenilles (<i>Xanthodes graellsis</i> , <i>Earia</i> spp, <i>Héliothis armigera</i>) : plusieurs chenilles attaquent le gombo.	Rongent le feuillage Trouent les capsules et attaquent les fleurs	Acéphate endosulfan cyperméthrine deltaméthrine cyfluthrine
Jassides (<i>Jacobiasca lybica</i>) : Insectes piqueurs-suceurs que l'on trouve sur la face inférieure des feuilles.	Jaunissement des feuilles, celles-ci se recroquevillent en cuillère et peuvent tomber en cas de forte attaque	Diméthoate acéphate endosulfan
Altises (<i>Nisotra uniformis</i>) : petits coléoptères bruns clairs sur le dessous des feuilles.	Ils perforent les feuilles de petits trous. Dégâts parfois très graves sur jeunes semis et jeunes plantes.	Diméthoate acéphate endosulfan
Cétoines (<i>Pachinoda</i> sp.) : gros coléoptères.	Ils dévorent feuilles, tiges, fleurs et capsules.	destruction manuelle diméthoate deltaméthrine
Le blanc : maladies des feuilles provoquées par un champignon. (<i>Oïdium abelmoschi</i>).	Sur les deux faces des feuilles, des tâches poudreuses blanches recouvrent progressivement la plante de bas en haut.	Cultivars résistants soufre triforine triadimefon fenarimol pyrazophos chinométhionate
Cercosporiose : maladie des feuilles provoquées par un champignon (<i>Cercospora fuliginea</i> , <i>C. abelmoschi</i>)	Tâches verts, jaunes à noirâtres sur les feuilles avec, à la face inférieure, des tâches d'abord grises puis noires Les feuilles s'enroulent et se dessèchent.	Manèbe mancozèbe zinèbe captafol benomyl
Flétrissement : maladie provoquée par un champignon (<i>Fusarium oxysporum</i>).	Flétrissement de la plante, parfois d'un côté seulement En coupant la tige en oblique, on observe des stries brunes.	Rotation culturale d'au moins 3ans cultivars tolérant peltar (3kg /ha)
Nématodes (<i>Meloïdogyne</i> spp.)	Nodosités sur les racines Mauvais développement de la plante Dégâts parfois très sévères.	Rotation culturale nématicide Furanda à raison de 20 Kg/ha

(Source : CDH, 1984, 1987)

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du site d'expérimentation

Cette étude a été réalisée dans la région de Fatick plus précisément à Nobadane situé dans l'arrondissement de Fimela et la commune de Loul Sessène figure 1. La région de Fatick se situe au centre ouest du Sénégal et couvre depuis 2002 une superficie de 7535km², soit 3,8% du territoire nationale (196720km²). Sa population est estimée à 932 629 habitants en 2021 (ANSD 2021). Elle est limitée par la région de Kaolack à l'Est, la région de Thiès au Nord-Ouest, l'Océan Atlantique à l'Ouest, la République de Gambie au Sud, les Régions de Thiès, Diourbel et Louga au Nord et Nord-Est. Le climat est de type soudano-sahélien. La température varie fortement d'une zone à l'autre et également d'un mois à l'autre (24° en Janvier et 39° en avril/ mai). La pluviométrie varie entre 600 et 900 mm aux années normales (1931-1985) et se distingue par son irrégularité durant cette dernière décennie avec des pluviométries supérieures à 1200mm (Gomis et al., 2022).

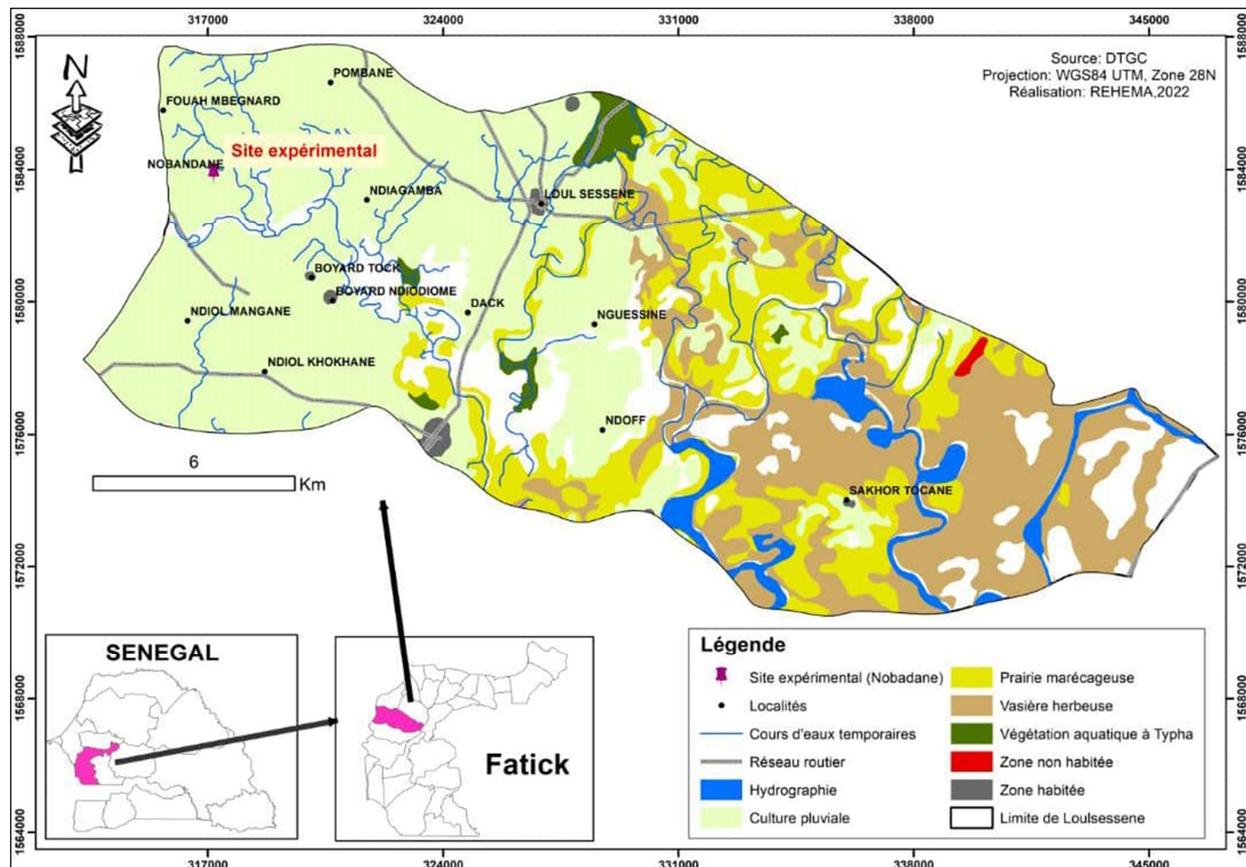


Figure1 : Localisation du site expérimental

2.1.1. Sols

✓ Profil du sol

Le profil présenté par la figure 8 a été réalisé à l'intérieur du périmètre maraicher des femmes de Nobadane (14°19'10''Nord et 16°42'0,5''Ouest). La fosse a été réalisée sur une pente légère

et son environnement est couvert par un tapis herbacé composé par les espèces comme *Panicum Laetum*, *Cyperus rotundus*, *Senna obtusifolia*, *Sesbania sp.*

Le profile fait (1,5mx 1,5m) avec trois horizons dont les caractéristiques sont les suivant :

- H1 (0-30 cm) : cette couche est composée d'un mélange d'humus et de particules de roches. Sa couleur foncée montre qu'elle est riche en matière organique, cette couche est très importante pour la croissance des végétaux. Cet horizon peu compact avec une texture limono-argileuse a une structure fragmentaire à particulaire ;
- H2 (30- 67cm): cette couche est très pauvre en humus, mais très riche en éléments minéraux tels que les oxydes de fer et les silicates. Cet horizon compact de texture argilo-sableuse présente une structure fragmentaire. De couleur plus pâle que l'horizon H1 ou encore de teinte rougeâtre. Les débris provenant des horizons supérieurs s'y accumulent ;
- H3 (67-130cm) : on note l'absence de matière organique dans cette couche composée de roche-mère altérée et fragmentée par des facteurs physiques et chimiques. Très compact de texture argileuse, sa consistance est massive.

En somme ces horizons peu compacts voir très compacts ont une texture limono-argileuse à argileuse et une structure fragmentaire à particulaire voir massive. Ils sont caractérisés par une présence de radicules et de nombreux axes d'infiltrations qui diminuent en profondeur. Des intrusions (rougeâtres, noirâtres) ont été noté dans les horizons H2 et H3, puis des galeries sont observées uniquement dans l'horizon H1. Les transitions sont nettes à progressives et l'état des horizons est humide.

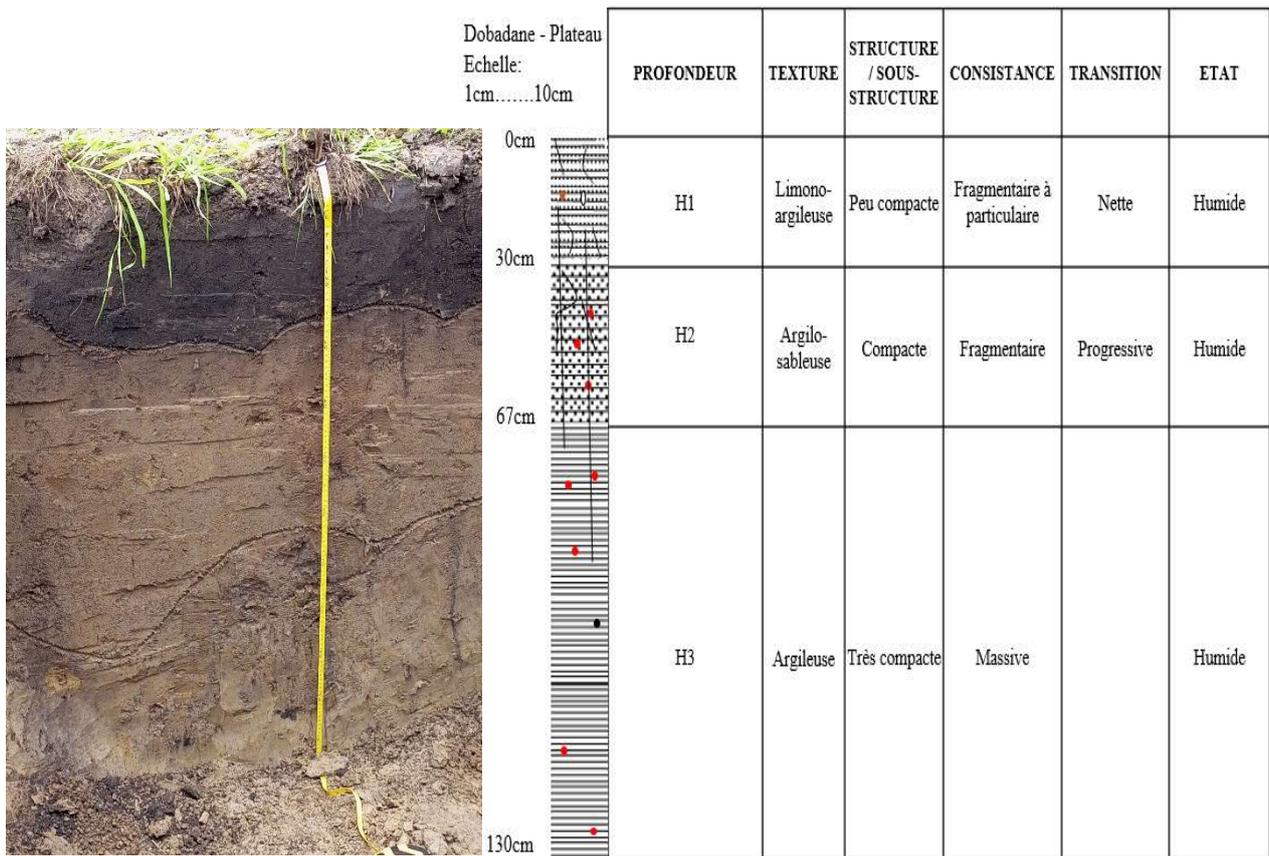
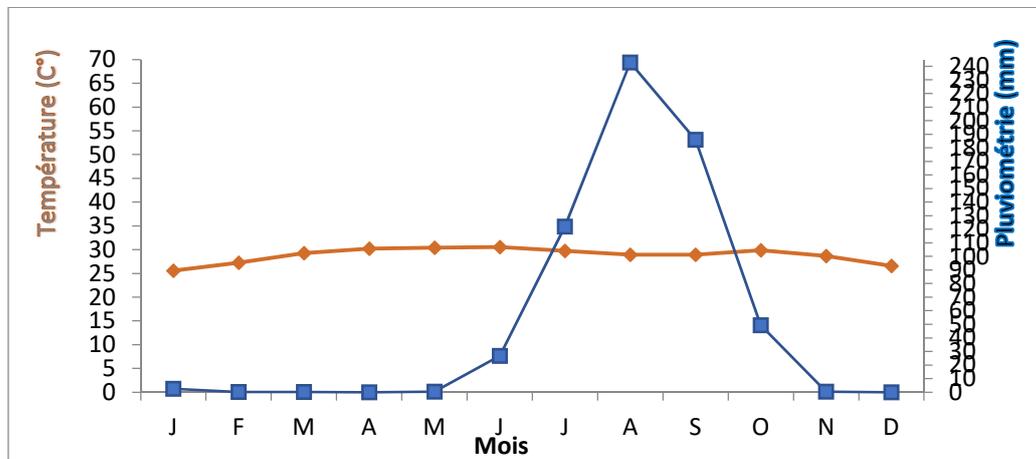


Figure 2 : Profil du sol (M.B. SAGNA, 2022)

2.1.2. Données climatologiques

✓ Climat

Il est de type tropical soudano-sahélien dans le département de Fatick. Avec deux saisons : une saison pluvieuse de juin à novembre et une saison sèche de décembre à mai. Les températures moyennes tournent autour de 24 °C. Les zones côtières sont fortement influencées par le climat maritime. Les précipitations dont l'irrégularité et la faiblesse décrivent un gradient nord sud, oscillent entre les isohyètes 400 et 800 mm (ANACIM, 2014)



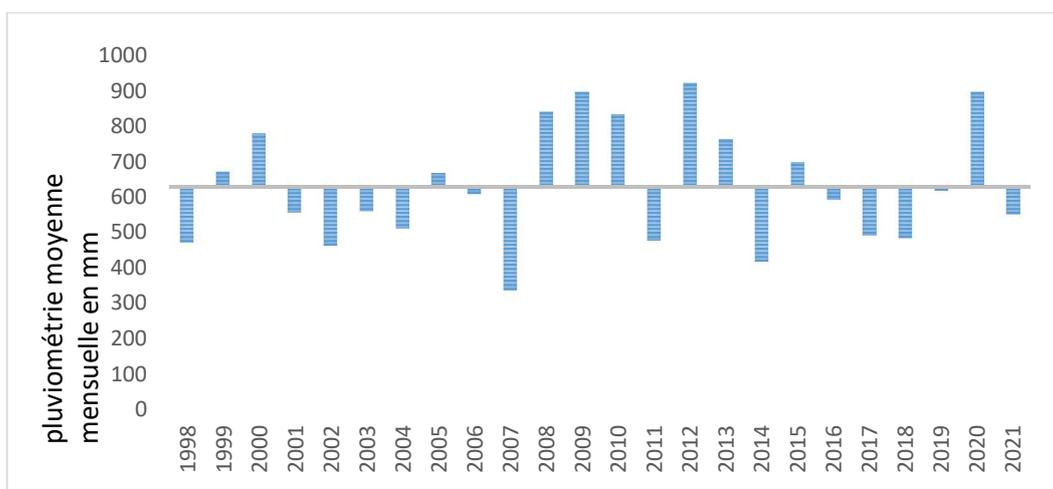
(Source : ANACIM, 2022)

Figure 3 : Variation moyenne mensuelle de la température et la pluviométrie de 1998 à 2021

✓ Les Températures

L'analyse des données thermiques concerne la température moyenne minimale, la température moyenne maximale et la pluviométrie (figure 3).

Les températures ne varient près que pas au cours de l'année par rapport à la pluviométrie. Des températures de 29 °C font des mois d'avril, mai et Octobre les plus chauds de l'année. Avec une température moyenne de 24.0 °C, les mois de Janvier et décembre sont les plus froids de l'année. L'amplitude des précipitations s'observe à 240 mm au mois d'août avec une température correspondant à 25°C un peu humide. Une différence de 4°C existe entre la température la plus basse et la plus élevée sur toute l'année.



(Source : ANACIM, 2022)

Figure 4 : Pluviométrie moyenne mensuelle de 1998 à 2021 à la station de Fatick

✓ Pluviométrie

La pluviométrie est variable d'une année à une autre. En 2014, le cumul des quantités d'eau de pluie du département est estimé à 884,9 mm en 45 jours. Le diagramme des précipitations annuelles de 1998 à 2021 de la station de Fatick est présenté sur la figure 4, la pluviométrie moyenne interannuelle est de 600mm.

L'examen de la figure 4 révèle deux périodes d'années sèches. Une allant de 1998 à 2007 avec 3 années excédentaires (1999, 2000 et 2005) et une seconde période allant de 2016 à 2021 avec une seule année largement excédentaire (2020).

La période humide de 2008 à 2015 est caractérisée par 2 années déficitaires (2011 et 2014).

Durant ces 24ans, les 10 années sont excédentaires et 14 années sont déficitaires. L'année 2019 est la plus sèche, et celle de 2012 la plus pluvieuse de toute la série.

2.1.3. La végétation

La végétation est dominée par la savane. Avec un faciès allant de la savane arbustive à la savane boisée. La composition de la flore *Panicum Laetum*, *Cyperus rotundus*, *Senna obtusifolia*, *Sesbania* sp. Varie suivant les sites. Les Mimosaceae et les Combretaceae sont les mieux

représentées. La variabilité est plus importante avec les *Mimosaceae* et particulièrement dans le genre *Acacia* (Minda et al., 2013)

2.2.1. Matériel Biologique

Le matériel végétal qui a été utilisée dans cette étude est constitué de graines de gombo (*Abelmoschus esculentus* L., Malvacée) (planche 1) de la variété Clemson Spineless. Cette variété la seule faisant l'objet d'une large diffusion par les sociétés de production de semences (Hamon et Charrier, 1997). Sa durée de cycle total de culture 110-120 jours et son rendement moyen obtenu en culture améliorée est de 8-10 tonnes par hectare (Hamon et Charrier, 1997). La variété Clemson donne des plantes qui sont entièrement de couleur verte et atteignent en fin de cycle un peu plus de 1,5 mètres. Ses feuilles sont assez découpées. La longueur de ses fruits mesure environ 12 centimètres à maturité et présentent de 6 à 7 arrêtes. Sa production débute environ 2 mois après semis (Hamon et Charrier, 1997).

Le crottin de cheval (planche 1) a été utilisé comme fertilisant.



Semence local de gombo

Planche 1 : Matériels végétales

2.2.2. Matériel technique

Un râteau pour le désherbage et le nivellement des planches, un penta décimètre pour la mise en place du dispositif expérimental, une corde à fil pour relier les placettes et fixer les piquets. Les piquets en fer sont aussi utilisés comme plaque d'affichage des différentes doses. Des piquets en bois pour délimiter les blocs des parcelles élémentaires. Pour la mesure des paramètres un pied à coulisse nous a permis d'avoir le diamètre au collet et le ruban mètre 1m50 pour la prise des hauteurs. Le pulvérisateur d'un litre a été utilisé pour le traitement des plantes à base de terraclean et l'aneliclean favorise la prévention des champignons et nématodes. Et enfin une balance électrique pour le pesage des récoltes.



Arrosoir



Cordon



Râteaux



Penta décimètre



Pied à coulisse



Ruban mètre



Plaque d'affichage



Pulvérisateur

Planche 2 : matériels techniques

2.2.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est installé sur une parcelle d'au moins un hectare du groupement des femmes de Ndobadane. Il est subdivisé en trois blocs de Fisher avec 3 répétitions et 3 traitements dont un témoin (figure 5). La dimension des parcelles est de 10*10 (100m²), l'écartement entre les poquets et entre les lignes est de 0,80 m. La parcelle contient 16 poquets par ligne soit 156 poquets sur toute la parcelle. En tenant compte de l'effet lisière sur les 10 m de la parcelle élémentaire les 1m sur 10 m (soit 10m²) représentent la parcelle d'expérimentation d'une dose donnée. Les mêmes doses de fumure ont été appliquées comme suit

- bloc 1: Dose de crottin de cheval 50%
 - bloc 2 : Dose de crottin de cheval 0% (témoin)
 - bloc 3 : Dose de crottin de cheval 100 %
- } Parcelle élémentaire

Pour le bloc1 le crottin de cheval a été apporté à une dose (50%) soit 1Kg/poquet, 0 comme témoin pour le bloc 2 et en fin une dose de 100% pour le bloc 3 soit 2Kg/poquet. Elles ont été appliquées en quatre étapes successives

- ❖ 1er apport fumure de fond (15 jours après semis)
- ❖ 2ème apport fumure de fond (30 jours après semis)
- ❖ 3ème apport fumure de fond (45 jours après semis)
- ❖ 4ème apport fumure de fond (60 jours après semis)

Chaque bloc a été espacé d' 1m environ soit 2lignes entre chaque bloc, ils ont été définis de la façon suivante.

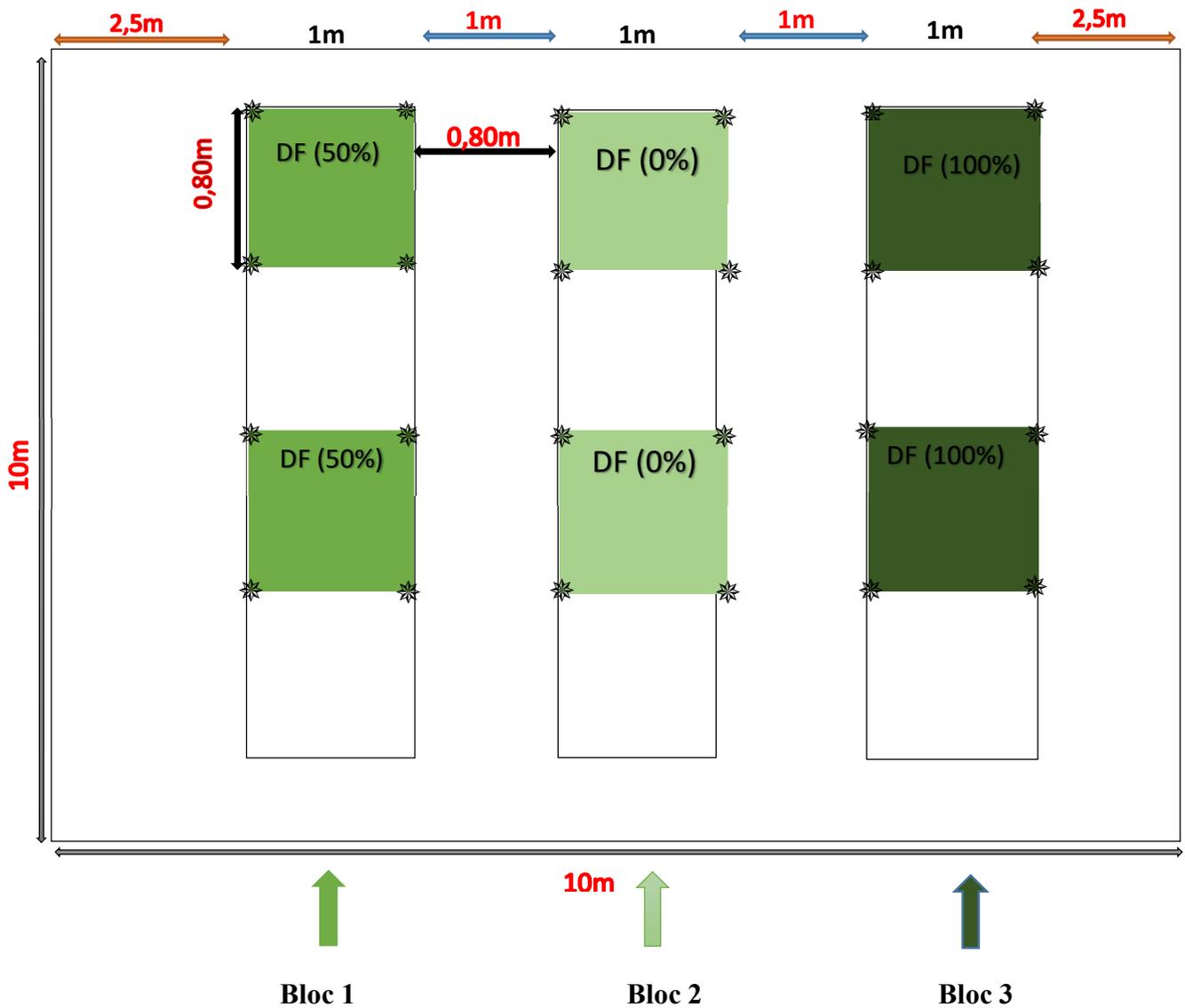


Figure 5 : Présentation du dispositif expérimentale

DF = Dose de fumure

0,80m : Ecartement entre les lignes et les poquets

10m : longueur et largeur de la parcelle

* : individus à suivre

2.2.4 Conduite de culture

– Préparation du sol

Après un labour au tracteur de 15 à 20 cm de profondeur. Le sol a été bien drainé et arrosé en compagnie des femmes du village. Ensuite on a procédé au désherbage puis remuer le sol et faire le nivellement afin d'avoir un bon lit de semis. Un rayonneur, pour tracer les écartements entre les lignes et entre les poquets. On a aussi utilisé l'hilaire pour faire le binage et la formation des poquets. Des piquets pour délimiter les parcelles élémentaires.

– Semis et démariage

Les semis ont été réalisés à raison de trois à quatre graines par poquets à la date du 23 mai 2022 jour de semis. Le taux de germination est relevé trois jours après semis (3 JAS) par comptage du nombre de levés par poquets. Le démariage a été effectué 15 jours après semis (15 JAS) au stade de quatre feuilles/plants, et un seul plant vigoureux a été retenu. Ensuite l'épandage de la fumure de fond (crottin de cheval mélangé avec la poudre de neem) a été apporté suite à un arrosage de 4 fois/jour selon les groupes de femmes pendant 15 jours pour que celle-ci soit bien décomposé, puis a été appliqué le 07 juin 2022 soit (15 JAS). La dose de 100% soit 2Kg et 50% soit 1Kg ont été appliqué sur chaque poquet et un témoin sans apport de fumure.



(a) Délimitation des parcelles



(b) Semis



(c) Arrosage



(d) Démariage



(e) Epandage de fumure de fond



(f) Traitement

Planche3 : Conduite de culture

2.2.5. Observations et mesures

– Nombre de feuille, hauteur de la plante et diamètre au collet

Trois (3) paramètres agro morphologiques ont été mesurés (qui sont la hauteur, le nombre de feuille et le diamètre au collet). La date de semis a été notée ainsi que le taux de germination. Les mesures du diamètre au collet de la hauteur et du nombre de feuille des plantes ont été prises de façon hebdomadaire à partir du 15e jour après semis (15 JAS). Elles sont portées sur huit (8) individus choisis de façon aléatoire pour chaque dose. Les paramètres

agromorphologiques sont portés sur la production et la croissance des plantes suivant les différentes doses. La mesure de la hauteur de la plante (HP) s'est effectuée du collet jusqu'au bourgeon terminal à l'aide d'un ruban mètre. Le diamètre au collet (DC) au moyen d'un pied à coulisse gradué en millimètre. Le nombre de feuilles par comptage simple.



(a) Parcelle du gombo



(b) Comptage des feuilles



(c) Mesure e la hauteur



(d) Mesure du diamètre



(e) Récolte

Planche 4 : Observation et mesure des paramètres de croissance

2.2.6. Traitement et analyse statistique des données

Pour déterminer le taux de levés des graines semées d'*Abelmoschus esculentus* la formule suivante a été utilisée :

$$\text{Taux de levés} = \frac{\text{Nombre de graine levées}}{\text{Nombre total de graines semées}} \times 100$$

Les moyennes des données ont été calculées sous forme d'une moyenne de 3 répétitions à l'aide du tableur EXCEL 2013 et les graphiques également réalisés à l'aide du même tableur. Pour apprécier les différences entre les variantes doses de fumure, les données obtenues ont fait l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA). Les tests de comparaison des moyennes sont effectués selon la méthode Tukey (HSD), pour déterminer les différences significatives entre les moyennes de groupes dans une analyse de variance. Les niveaux de signification des traitements sont déterminés à un seuil de probabilité de 0,05. Toutes ces analyses ont été réalisées avec le logiciel Statistix version 8.0.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats

3.1.1 Taux de germination

Le comptage des graines levées d'*Abelmoschus* a été réalisé 4 jours après semis, les résultats ont montré que sur 144 graines semées 100 ont germé, soit un taux de 70%.

3.1.2 Évolution du nombre de feuille en fonction de la dose de fumure

Le comptage hebdomadaire du nombre de feuilles des individus échantillonnés à partir de la 3^{ème} semaine après semis (soit 23 JAS) jusqu'à la 8^{ème} semaine (soit 63 JAS) a permis d'obtenir la figure 6.

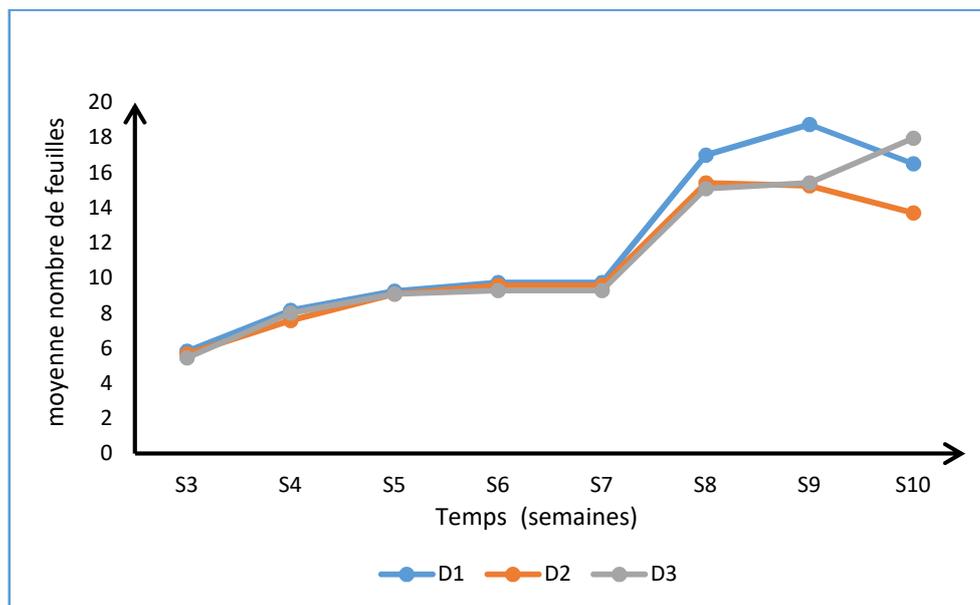


Figure 6 : Evolution du nombre de feuilles/plants de la 3eme à la 8eme semaine après semis (D1 : dose de fumure (50%) ; D2 : dose de fumure (0%) ; D3 : dose de fumure (100%) S3 à S10 : de la 3eme à la 10eme semaine après semis)

Les résultats obtenus montrent que :

- comparé au témoin (D2), l'application de la fumure avec les doses (D1) et (D3) n'ont montré aucune différence sur la production du nombre de feuilles observés au début des premières semaines. En revanche à partir de la 8^{ème} voire la 9^{ème} semaine de comptage, la dose (D1) a induite une production assez importante de feuilles (19 en moyenne ; $p < 0.05$ (tableau 4)) par rapport à la dose témoin (D2) ;
- l'application de la dose (D3) n'a d'effet positif sur la production de feuilles qu'à partir de la 10^{ème} semaine en moyenne (18 feuilles/plants). Au même moment, la production de feuilles des individus soumis aux doses (D1) et (D2) tend vers une réduction progressive, respectivement 16,5 et 13,71 en moyenne.

3.1.3 Évolution de la hauteur en fonction de la dose de fumure

Le suivi hebdomadaire de la hauteur des plantes à partir de la 3^{ème} semaine après semis (23 JAS) jusqu'à la 8^{ème} semaine (63 JAS) a permis d'obtenir la figure 7.

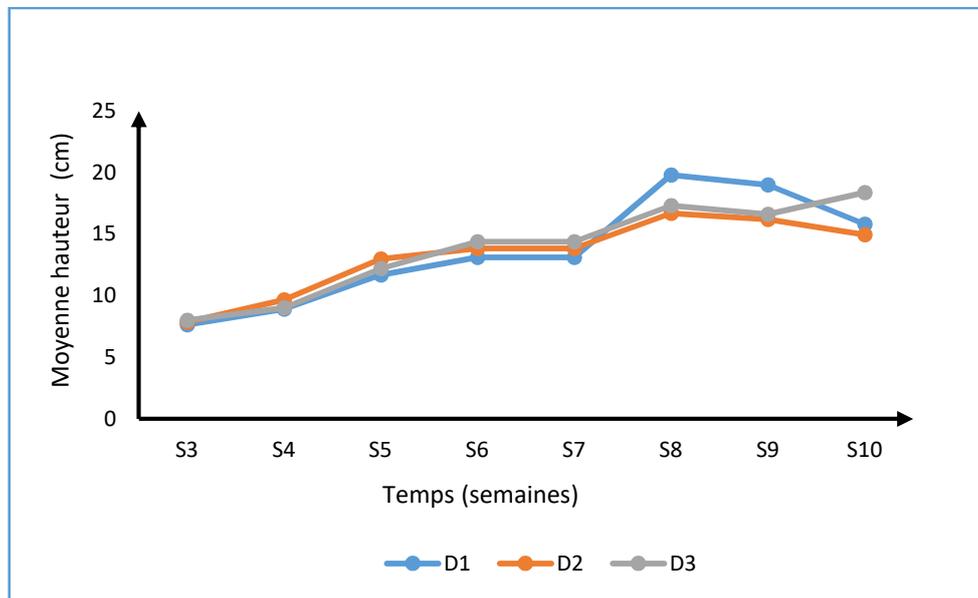


Figure 7: Evolution de la hauteur des plants de la 3^{ème} à la 8^{ème} semaine après semis (D1 : dose de fumure (50%) ; D2 : dose de fumure (0%) ; D3 : dose de fumure (100%))

Ces résultats montrent que la croissance verticale augmente progressivement aussi bien sur le témoin que sur les doses de fumure appliquées, aucune variation n'a été constatée suite à l'application de fumure organique durant les premières semaines de mesure.

Certes l'analyse de la variance n'a pas indiquée de différence significative entre les plantes témoins et les plantes soumises au traitement de matière organique ($p > 0,05$; tableau 4), on note cependant un écart de taille à partir de la 8^{ème} semaine de mesure entre la dose (D1) qui a induit une hauteur moyenne de 19,8cm et la dose témoin (D2) avec une hauteur en moyenne de 16,7cm.

Pour la dose (D3), le phénomène observé au niveau du nombre de feuilles est également constatée sur la croissance en hauteur. C'est à partir de la 10^{ème} semaine de mesure qu'on a observé une augmentation progressive de la hauteur.

L'influence de la fumure organique sur la croissance en hauteur se traduit par des accroissements importants, ainsi les meilleures performances ont été obtenues avec la dose (D1).

3.1.4 Évolution du diamètre au collet en fonction de la dose de fumure

La figure 8 présente l'évolution du diamètre au collet des plantes de gombo mesuré pendant 10 semaines après semis.

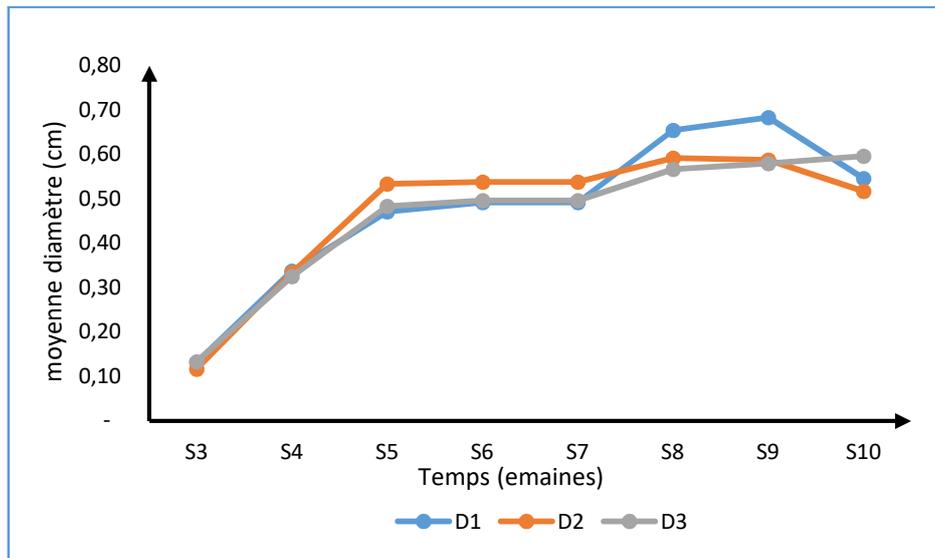


Figure 8 : Evolution du diamètre au collet de la plante de gombo (D1 : dose de fumure (50%) ; D2 : dose de fumure (0%) ; D3 : dose de fumure (100%))

La même tendance obtenue avec la hauteur des plantes est également constatée sur le diamètre au collet. Par contre une légère augmentation sur la grosseur du diamètre a été notée avec la dose témoin (D2) de la semaine 5 à la semaine 8 par rapport aux doses (D1) et (D3). Au cours de la 8^{ème} semaine de mesure, on note une augmentation importante avec des diamètres au collet très élevés obtenus avec la dose (D1) dont les valeurs en moyennes sont de 0,65cm, tandis que le dynamisme de la dose témoin (D2) et (D3) reste stable à une valeur moyenne de 0,59cm. A partir de la 10^{ème} semaine on constate une réduction progressive du diamètre au collet de la plante, cette tendance est observée pour les doses (D1) et (D2) tandis que la dose (D3) évolue dans le sens de l'augmentation de la grosseur du diamètre à la même période.

3.1.5 Effet de la dose de fumure organique sur les paramètres agro morphologiques

Le tableau 4 présente un résumé des analyses de variance des trois paramètres étudiées au cours de l'expérimentation.

Tableau 4 : Effet de la dose de fumure organique sur la croissance des paramètres

Doses	Nombre de feuilles	Hauteur de la plante	Diamètre au collet
D1	11.875 ^a	13.625 ^a	0.4758 ^a
D2 (témoin)	10.734 ^b	13.250 ^a	0.4693 ^a
D3	11.198 ^{ab}	13.779 ^a	0.4594 ^a
P	< 0.05	> 0.05	> 0.05

D1 (dose de fumure 50%) ; D2 (dose de fumure 0%) ; D3 (dose de fumure 100%). Des lettres différentes dans la même colonne indiquent une différence significative entre les niveaux de paramètres selon les tests de Tukey

L'analyse du tableau nous montre l'effet global de la dose de fumure sur les différents paramètres agro morphologiques produites par les plantes du gombo. Le test de Tukey montre une réponse hautement significative ($p < 5\%$) par rapport au nombre de feuilles, néanmoins la comparaison des moyennes obtenues avec les doses appliquées révèle que la dose (D1) a obtenu la plus grande nombre de feuilles en moyenne (11,875) par rapport à la dose témoin (D2) (10,734). Ainsi, les plus faibles productions de feuilles sont attribuées aux doses (D2 et D3) et la meilleure à la dose (D1).

D'ailleurs l'analyse du tableau dévoile aussi que la dose de fumure n'a aucun effet aussi bien sur la hauteur que sur le diamètre au collet, avec un ($p > 0,05$). Le test ne révèle aucune différence significative autant que sur le témoin que sur les doses de fumure organique appliquées. Les doses D1, D2 et D3 sont sensiblement égales en termes de comparaison des moyennes sur ces deux paramètres citées.

DISCUSSION

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'étudier les paramètres agromorphologique et l'effet de la dose de fumure sur *Abelmoschus esculentus*. Le taux de germination réalisé sur le gombo est relativement acceptable (70%). Ceci peut être lié aux caractéristiques géomorphologiques et physiologiques des zones de provenance des graines qui sont proches de celles du milieu d'essai mais aussi des conditions physico-chimiques et biologiques du sol (Dossa et al., 2020). En effet la germination est conditionnée par l'humidité, la température et l'aération du sol. Ces conditions aident à la croissance de la racine principale ainsi que les racines secondaires. D'autres parts les résultats obtenus sur l'évolution de la croissance des paramètres agromorphologique du gombo soumis au traitement ont montré une production élevée avec la fumure organique de crottin de cheval utilisée. Ces résultats sont en harmonie avec les travaux de Abdou et al., (2022), montrant que l'apport de fiente a permis d'obtenir les plus grandes plantes de gombo portant beaucoup de ramifications. Cette action de la fiente pourrait être justifiée par le fait qu'elle libère les minéraux progressivement, ce qui peut assurer leur disponibilité au moment opportun du besoin effectif de la plante (Ali et al., 2014). Ainsi, les productions obtenues démontrent l'importance de l'apport de fertilisants minéraux dans l'amélioration de la productivité des cultures maraichères (Gomgnimbou et al., 2019). Statiquement aucune différence significative n'a été observée aussi bien sur le diamètre au collet que sur la hauteur de la plante, le seul paramètre morphologique où on a obtenu une différence hautement significative est le nombre de feuille qui a montré un effet stimulant avec la dose de (50%) dont le p value est inférieure au seuil de probabilité (5%) avec une production maximale de 19feuilles/plants. Il ressort de ces résultats que l'évolution des paramètres augmente avec l'application de fertilisants. En outre les déjections animales sont une excellente source de nutriments et peuvent être incorporées comme fertilisants. En raison de leur faible teneur en éléments chimiques, elles peuvent être utilisées en grande quantité pour améliorer les sols en toute sécurité (Gomgnimbou et al., 2019). Outre les éléments nutritifs apportés, la fumure améliore la structure du sol en augmentant son activité biologique (micro et macro faune) (Bangana, 2004). L'analyse de variance montre que la variation du nombre de feuille est hautement significative ($p = 0,025$), alors que celle du diamètre au collet et de la hauteur de la plante n'a aucune différence significative ($p = 0,361$ et $p = 0,142$). Ainsi la production exclusive de la dose 50% pourrait être expliquée par la fertilité du sol mise en place de l'essai qui fait que la teneur en éléments nutritifs disponible dans le sol est suffisante pour la croissance donc un faible apport d'engrais suffi pour booster la croissance foliaire (Ngom, 2019). Du coup il serait important de différencier les exigences d'une plante en termes de besoins globaux pour une saison de culture donnée, du moment que la quantité, la disponibilité au moment approprié est souvent l'enjeu principal qui fait la différence entre un succès et un échec de la culture, cité

Isola et al., (2020). En même temps plus le sol est basique, plus la disponibilité des éléments minéraux est importante (Ngom, 2019). En fin de récolte la production en biomasse foliaire n'a pas été obtenue. Toute fois le spectre phytosanitaire des cultures maraîchères peut être aggravé par la présence des cultures environnantes et des mauvaises herbes infectées ou hébergeant des insectes ravageurs et /ou vecteurs de virus évoque Gnago et *al.*, (2010). En effet notre parcelle d'expérimentation était côte à côte de celle des hommes du village qui par conséquent utilisé abusivement des insecticides chimiques lors de leurs traitements. En outre, jusqu'à présent pour lutter contre ces ravageurs et /ou vecteurs de virus, seuls sont utilisés les traitements chimiques. Plusieurs chercheurs ont montré que certaines maladies virales du gombo peuvent causer des pertes de rendement significatives.

D'ailleurs, le gombo est une herbacée qui supporte bien les conditions de sécheresse et est capable d'attendre un arrosage naturel ou artificiel pour satisfaire ses besoins en eau et en sels minéraux (Dupriez et De Leener, 1987). Bien que l'accès à l'eau fût un peu difficile au bout de 5 semaines de semis, du coup un jaunissement des feuilles a été remarqué. Et selon Hamon et Charrier (1997) le gombo est très exigeant en chaleur et par contre ceci pourrait être dû à la pubescence des feuilles du gombo qui permet une réduction des pertes d'eau par transpiration.

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

L'objectif de la présente étude était d'étudier les paramètres agro morphologiques du gombo et l'effet de la fumure organique de crottin de cheval sur la croissance et la production.

Des paramètres tels que le nombre de feuilles, la hauteur de la plante et le diamètre au collet ont montré un effet stimulant sur l'épandage de la fumure fond par rapport au témoin au bout d'1 mois 15 jours de semis.

L'étude a montré que les doses les moins élevées ont nettement donné les meilleurs résultats par rapport aux doses élevées et aux témoins. Ceci montre que la plante de gombo réagit bien aux apports de fumure organique et qu'il est possible d'améliorer la productivité du gombo par l'utilisation de fertilisant en quantité modérée surtout dans un sol riche en matière organique.

De plus l'efficacité des engrais minéraux sur les rendements des cultures montre qu'il est intéressant de les appliquer lors des semis.

Pour mieux appréhender ces résultats, il serait bien de prévoir un certain nombre d'activité d'où la poursuite des analyses au laboratoire. Ces analyses nous permettrons de voir l'action des différentes doses sur la composition nutritive du gombo mais aussi en quoi sont liées ces présentes attaques. En plus de cela vu que la mise en place de nos essais a été affectée par la non maîtrise de l'utilisation des fertilisants, il serait donc intéressant de soutenir la recherche par la création des centres spécialisés dans la production de compost.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdou, R., Halilou, A. I., Zango, O., So, T. K. A., Yahaya, M. I., et Bakasso, Y. (2022). Effet des fertilisants sur la productivité de trois variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench.) de la région de Zinder (Niger). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 16(1), 378-389.

Aishawara Ray et Bt cars IGKV Bilaspur (2018), studies on insect-pests of okra (*Abelmoschus esculentus*) with special reference to seasonal incidence and bio-rational management of okra shoot and fruit borer (*Earias* spp.)

Albert, ASARE-BEDIAKO, Elvis, ADDO-QUAYE, et BI-KUSI, Appiah. Efficacité comparée d'extraits de plantes dans la lutte contre l'aleurode (*Bemisia tabaci* Gen) et la maladie de l'enroulement des feuilles chez le gombo (*Abelmoschus esculentus* L). 2014.

ALI, Mahmoud Babawuro, LAKUN, Hamma Idi, SANI, Saidu Mohammed, et al. Effet de la fumure organique et de la date de semis sur la croissance et le rendement du gombo (*Abelmoschus esculentus* Moench) à Samaru, Zaria, Nigeria. *Revue internationale d'agronomie et de recherche agricole (IJAAR)* , 2014, vol. 5, n° 5, p. 111-117.

Ames, JM, et Macleod, G. (1990). Composants volatils du gombo. *Phytochimie*, 29 (4), 1201-1207.

ANSD (2013) _Recensement Générale de la population et de l'habitat de l'Agriculture et de l'Elevage. Etat et structure de la population

ANSD, NARNE, Vijaya Kumar, BARMAN, Animesh, DEEPTHI, M., et al. Effet de la compression-extension sur la reconnaissance vocale dans le calme et le bruit pour les auditeurs. *Journal international d'audiologie* , 2014, vol. 53, n° 2, p. 94-100.

APG II (2003)

Bangana, effet de la consommation du gombo sur la cholestérolémie adulte, 2004

BELLO, OB, AMINU, D., GAMBO, A., et al. Diversité génétique, héritabilité et progrès génétique chez le gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics* , 2015, vol. 28, n° 2, p. 25-38.

BENNACEUR, Hachemi et AFFANE, Mohamed-Salah. Partition-k-ac : une technique de filtrage efficace combinant partition de domaine et cohérence d'arc. Dans : *Principles and Practice of Constraint Programming—CP 2001: 7th International Conference, CP 2001 Paphos, Chypre, 26 novembre–1er décembre 2001 Actes 7*. Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 560-564.

CDH, (1984) – Les principaux ennemis des cultures maraîchères au Sénégal, 2^{ème} édition, 95p.

- CDH, (1987)** – Guide pratique du maraichage au Sénégal. Les cultures horticoles. N°1 de Collection Cahiers d'information, 144 p.
- Charrier A. (1983)** – Les ressources génétiques du genre *Abelmoschus* Med. (Gombo). Conseil International des ressources phylogénétiques Ed. CIRPG, FAO, Rome, 61p.
- Charrier A. (1984)** – Genetic resources of the genus *Abelmoschus* Med. (Okra). Rome, Italie, IBPGR, 61p.
- Charrier A., Jacquot M., Hamon S. et Nicolas D. (1997)** – l'amélioration des plantes tropicales. Les gombos. Editeur Cirad et Orstom. Montpellier, France, pp. 313-333.
- De Candolle, A. (1883).** *Nouvelles remarques sur la nomenclature botanique*. H. Georg.
- De Lannoy, G. (2001).** Gombo *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Agriculture en Afrique Tropicale. Légumes. Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI). Paris, France, 478-484.*
- DE LEENER-ROSIER, N., DEUTSCH, Jules, LEBRUN, Marcel, et al.** New limits on generation mixing for massive neutrinos from $\pi \rightarrow e\nu$ decay. *Physics Letters B*, 1986, vol. 177, no 2, p. 228-232.
- DOREDDULA, Sathish Kumar, BONAM, Srinivasa Reddy, GADDAM, Durga Prasad, et al.** Analyse phytochimique, activités antioxydantes, antistress et nootropiques d'extraits aqueux et méthanoliques de graines de doigt de dame (*Abelmoschus esculentus* L.) chez la souris. *La revue scientifique mondiale*, 2014, vol. 2014.
- Dossa, B. A., Sourou, B., et Ouinsavi, C. (2020).** Germination des Graines et Croissance en Pépinière et en Champ des Plantules de *Detarium senegalense* au Bénin. *European Scientific Journal*, 16, 12.
- ESHIET, Anwanobong Jonathan et BRISIBE, Ebiamadon Andi.** Progrès de la science et de la technologie des cultures. 2015.
- FONDIO, ADJE, K., DJIDJI, A. H., , L., et al.** Efficacité des traitements phytosanitaires contre les ravageurs et maladies de quatre variétés de tomate au centre de la côte d'ivoire. *Agronomie Africaine*, 2009, vol. 21, no 2.
- Gemedede, H. F., Ratta, N., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., et Beyene, F. (2015).** Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. *J Food Process Technol*, 6(458), 2.
- Gnago, J. A., Danho, M., Agneroh, T. A., Fofana, I. K., et Kohou, A. G. (2010).** Efficacité des extraits de neem (*Azadirachta indica*) et de papayer (*Carica papaya*) dans la lutte contre les insectes ravageurs du gombo (*Abelmoschus esculentus*) et du chou (*Brassica oleracea*) en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(4).

Gomguimbou, AP, Bandaogo, AA, Kalifa, C., Sanon, A., Ouattara, S., et Nacro, HB (2019). Effets à court terme de l'application des fientes de volaille sur le rendement du maïs (*Zea mays* L.) et les caractéristiques chimiques d'un sol ferrallitique dans la zone sud-soudanaise du Burkina Faso. *Journal international des sciences biologiques et chimiques*, 13 (4), 2041-2052.

GOMIS, Daniel, BENGA, Agnès Daba Thiaw, FAYE, Babacar, et al. Caractérisation du peuplement ligneux des zones de culture dans l'Arrondissement de Djilor (Fatick, Sénégal). *Revue internationale des sciences biologiques et chimiques*, 2022, vol. 16, n° 2, p. 824-841.

GUERRIER, Luc, ROYER, Jacques, GRIERSON, David S., et al. Equivalents 1,4-dihydropyridines chiraux : une nouvelle approche de la synthèse asymétrique des alcaloïdes. La synthèse énantiospécifique de (+)- et (-)-coniine et dihydropinidine. *Journal de l'American Chemical Society*, 1983, vol. 105, n° 26, p. 7754-7755.

Gueye, A.Z (2020). *Influence de la nutrition potassique sur la réponse du gombo (Abelmoschus esculentus L.), en condition de stress salin: cas de la variété Clemson Spineless.*

Hamon S. et Charrier A. (1997) _ les gombos. In : Amélioration des plantes tropicales. CIRAD et ORSTOM, ISSN 1251-7224, ISBN 2-87614-292-9, 2-7099-1374-7, pp. 313-333

HAMON, Caroline. *Broyage et abrasion au néolithique ancien : caractérisation technique et fonctionnelle de l'outillage en grès du bassin parisien.* 2004. Thèse de doctorat. Paris 1.

Hamon, S. (1988). Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (Gombo): co-adaptation et évolution de deux espèces de Gombo cultivées en Afrique de l'Ouest (*A. esculentus* et *A. caillei*). *A. esculentus* et *A. caillei*. Paris : ORSTOM, Travaux et documents microédités, 46, 191.

ISOLA, ADESIDA, OA, SMART, MO, JO, et al. Méthodes d'application du fumier de volaille et son effet sur la croissance et le rendement du gombo (*Abelmoschus esculentus* L.). *Journal de recherche en foresterie, faune et environnement*, 2020, vol. 12, n° 1, p. 122-128.

JAIN, Nilesh, JAIN, Ruchi, JAIN, Vaibhav, et al. A review on: *Abelmoschus esculentus*. *Pharmacia*, 2012, vol. 1, no 3, p. 84-89.

Jayaseelan, C., Ramkumar, R., Rahuman, A. A., et Perumal, P. (2013). Green synthesis of gold nanoparticles using seed aqueous extract of *Abelmoschus esculentus* and its antifungal activity. *Industrial Crops and Products*, 45, 423-429

KAHO, F., YEMEFACK, M., FEUJIO-TEGUEFOUET, P., et al. Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun. *Tropicicultura* , 2011, vol. 29, n° 1, p. 39-45.

KHALES, A. et BAAZIZ, M. Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia ficus indica* L. en relation avec le développement dans les conditions de stress salin. *Congrès international de Biochimie*, 2006.

KHALID, Samina, KHALIL, Tehmina, et NASREEN, Shamila. Une enquête sur les techniques de sélection et d'extraction de caractéristiques dans l'apprentissage automatique. Dans : *Colloque science et information 2014* . IEEE, 2014. p. 372-378.

KHORAIRI, AIN NADIAH SOFIAH AHMAD, SOFIAN-SENG, NOOR-SOFFALINA, AZIZ, NURUL SHAHIRAH, et al. Propriétés rhéologiques des dispersions aqueuses de gomme de gombo (*Abelmoschus esculentus*). *Biologie appliquée malaisienne* , 2018, vol. 47, n° 5.

KOULIBALY, BENOIT, Michel, Pierre Malick, MIGNECO, Octave, et al., Brain perfusion in Alzheimer's disease with and without apathy: a SPECT study with statistical parametric mapping analysis. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 2002, vol. 114, no 2, p. 103-111.

Kumar, A., Kumar, P. et Nadendla, R. (2013). Un avis sur : *Abelmoschus esculentus* (Okra). *Journal de recherche international des sciences pharmaceutiques et appliquées*, 3 (4), 129-132.

LAPOINTE, Brian E., LITTLER, Mark M., et LITTLER, Diane S. Une comparaison de la productivité limitée en nutriments chez les macroalgues d'un récif barrière des Caraïbes et d'un écosystème de mangrove. *Botanique aquatique* , 1987, vol. 28, n° 3-4, p. 243-255.

LEE, Chai Siah, CHONG, Mei Fong, ROBINSON, John, et al. Optimisation des rendements d'extraction et de déshydratation des boues des bio-floculants extraits d'*Abelmoschus esculentus* (okra). *Journal de la gestion environnementale* , 2015, vol. 157, p. 320-325.

Lescuyer, G. (2005). La biodiversité, un nouveau gombo? *Natures Sciences Sociétés*, 13(3), 311-315.

LIM, TK et LIM, TK *Abelmoschus esculentus*. *Plantes médicinales et non médicinales comestibles : Volume 3, Fruits* , 2012, p. 160-167.

M. Mahamat-saleh et al. / Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(5): 2117-2132, 2013

Majanbu, I. S., Ogunlela, V. B., Ahmed, M. K., et Olarewaju, J. D. (1985). Response of two okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) varieties to fertilizers: yield and yield components as influenced by nitrogen and phosphorus application. *Fertilizer research*, 6, 257-267.

MERITA, Keisham, JOHN KATTUKUNNEL, Joseph, RAMCHANDRA YADAV, Shrirang, et al. Chromosome counts in wild and cultivated species of *Abelmoschus Medikus* from the Indian sub-continent. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2012, vol. 87, no 6, p. 593-599.

MIRYAM, O. U. I. S. *Recherche des marqueurs biochimiques de la tolérance à la salinité chez le Gombo (Abelmoschus esculentus L.)*. 2017. Thèse de doctorat. Université de Mascara.

MUHAMMAD, OSTROFF, Cheri, KINICKI, Angelo J., et Rabiah S. *Culture et climat organisationnels*. John Wiley & Fils, Inc., 2013.

NACOUUMA, O. G., et al. Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles au Burkina Faso: cas du plateau central. *Faculté des Sciences et Techniques, Université de Ouagadougou*, 1996, vol. 320, p. 42-53.

Ngom. A (2019). Composition nutritionnelle de deux variétés de Gombo consommées au Sénégal.

Olukemi T. et MAKINDE, AYOOLA, , Eyitayo A. Dynamique des éléments nutritifs du sol, croissance et rendement du maïs vert et du niébé potager avec une fertilisation à base organique. *Archives de l'agronomie et des sciences du sol*, 2014, vol. 60, n° 2, p. 183-194.

PENDRE, NK, NEMA, Prabhat K., SHARMA, Harsh P., et al. Effet de la température de séchage et de la taille des tranches sur la qualité du gombo séché (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Journal des sciences et technologies alimentaires*, 2012, vol. 49, p. 378-381.

RABBANI, Naila, ALAM, S. Shahzad, RIAZ, Samreen, et al. Thérapie à haute dose de thiamine pour les patients atteints de diabète de type 2 et de microalbuminurie : une étude pilote randomisée, en double aveugle et contrôlée par placebo. *Diabétologie*, 2009, vol. 52, p. 208-212.

Roy, A., Shrivastava, S. L., et Mandal, S. M. (2014). Functional properties of Okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences. *Plant science today*, 1(3), 121-130.

Sall, R. (2020). Analyse de la chaîne de valeurs des fruits de *Balanites aegyptiaca* (L.) DEL., *Ziziphus mauritiana* Lam., *Sclerocarya birrea* (A. RICH.) HOCHST. Et *Bossia senegalensis* (Pers.) Lam. Dans le Ferlo (Sénégal).

SANJEET, Kumar, SINGH, OP, et al. Réponse du blé à différentes combinaisons de gestion intégrée des éléments nutritifs dans des conditions irriguées. *L'agriculture verte*, 2010, vol. 1, n° 1, p. 27-29.

SATISH, K., BHATT, Kejal, SURESH, K., et al. Etude de l'hétérosis chez le gombo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Multilogic in Sci*, 2017, vol. 7, n° 24, p. 85-89.

Sawadogo, M., Zombre, G. et Balma, D. (2006). Expression de différents écotypes de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) au déficit hydrique intervenant pendant la boutonnisation et la floraison. *BASE*.

Siemonsma, J. S. (1982). *La culture du gombo (Abelmoschus spp.), légume-fruit tropical (avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire)*. Wageningen University and Research.

SIEMONSMA, J. S. et KOUAMÉ, C. Abelmoschus esculentus (L.) Moench. Fiche de Protabase. Grubben GJH and Denton OA PROTA. *Plant Resources of Tropical Africa*. Wageningen, Pays Bas, 2004, vol. 14.

Siemonsma, J.S. (1982c). Gombo ouest-africain—Indications morphologiques et cytogénétiques de l'existence d'un amphidiploïde naturel d'*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench et *A. manihot* (L.) Medikus. *Euphytica*, 31, 241-252.

SIEMONSMA, PORRAS, Desiderio Cano, Petra, INZELBERG, Rivka, et al. Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait: systematic review. *Neurology*, 2018, vol. 90, no 22, p. 1017-1025.

SIKUZANI, Yannick Useni, ILUNGA, Gladys Mwamba, MULEMBO, Theodore Mwamba, et al. Amélioration de la qualité des sols acides de Lubumbashi (Katanga, RD Congo) par l'application de différents niveaux de compost de fumiers de poules. *Journal of Applied Biosciences*, 2014, vol. 77, p. 6523-6533.

SIX, Johan, OGLE, Stephen M., JAY BREIDT, F., et al. Le potentiel d'atténuation du réchauffement climatique avec une gestion sans labour n'est réalisé que lorsqu'il est pratiqué à long terme. *Biologie du changement global*, 2004, vol. 10, n° 2, p. 155-160.

SLAMA, BORRA, Margie T., LANGER, Michael R., James T., et al. Substrate specificity and kinetic mechanism of the Sir2 family of NAD⁺-dependent histone/protein deacetylases. *Biochemistry*, 2004, vol. 43, no 30, p. 9877-9887.

TROPICASEM, 2011 Leader dans la recherche et la production de semences maraîchères de qualité pour les zones tropicales

USENI, MPUNDU MUBEMBA, Michel, Yannick, NYEMBO, Lucien, et al. Effets d'amendements carbonatés et organiques sur la culture de deux légumes sur sol contaminé à

Lubumbashi (RD Congo). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 2014, vol. 18, no 3.

Van Borssum-Waalkes J. (1996) – Malaysian Malvaceae revised. *Blumea*, 14 : 1-251.

Winters, HF et Miskimen, GW (1967). *Le maraîchage dans la zone Caraïbe* (n°323). Service de recherche agricole, Département de l'agriculture des États-Unis.

DIENG, Abdou Khadre. Genre, capital humain et productivité des entreprises sénégalaises: une solution pour une relance économique post-covid-19 efficace. 2020.

WEBOGRAPHIE

Aperçu de l'agriculture sénégalaise [en ligne]. Disponible sur : <http://www.au-senegal.com/l-agriculture-senegalaise,359.html> , (Consulté le 02.01.2023)

FAOSTAT (2015). Production de gombo en 2013 [en ligne]. Disponible sur : <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/F>, (Consulté le 02.01.2023)

Acknowledgement to Research Grant: The NUTRiGREEN project and research results is financially supported by the German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) through the Federal Office for Agriculture and Food (BLE), grant 2821ERA14C. This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 862555.

Remerciements pour la subvention de recherche: Le projet NUTRiGREEN et les résultats de la recherche sont soutenus financièrement par le ministère fédéral allemand de l'alimentation et de l'agriculture (BMEL) par l'intermédiaire de l'Office fédéral de l'agriculture et de l'alimentation (BLE), subvention 2821ERA14C. Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de l'accord de subvention n° 862555.

With support from
 Federal Ministry
of Food
and Agriculture
by decision of the
German Bundestag

