

UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



UFR DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES

DEPARTEMENT D'AGROFORESTERIE

MEMOIRE DE MASTER

**Option : Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et
Agroforestiers**

Evaluation de variétés de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] à fort potentiel de rendement à Ziguinchor

Présenté par :

Ansou Ousmane Irah Sané

Sous la direction de Pr. Siré DIEDHIOU, enseignant-chercheur (UASZ)

Encadrant : Dr. Djibril SARR, enseignant-chercheur (UASZ)

Soutenu publiquement le 21 décembre 2022 devant le jury composé de :

Président :	M. Ismaïla COLY,	Maître de Conférences,	UFR-ST / UASZ
Membres :	Mme. Siré DIEDHIOU	Maître de Conférences,	UFR-ST / UASZ
	M. Antoine SAMBOU,	Maître-Assistant,	UFR-ST / UASZ
	M. Djibril SARR,	Maître-Assistant,	UFR-ST / UASZ
	Mme. Oulimata DIATTA,	Assistant	UFR-ST / UASZ

Dédicaces

A mes chers parents,

Youssouph Sane et Adama Badji sur qui je puise courage, sagesse, détermination, honneur et fierté ; merci d'avoir fait de moi ce que je suis ; ainsi qu'à mes trois sœurs Fatima, Astou, Raby et à mon frère Abdourahmane Ndiaye Sané qui m'ont toujours apporté leur soutien.

Remercîments

Je rends grâce d'abord au TOUT MISERICORDIEUX de m'avoir donné le courage, la volonté et la motivation nécessaire pour accomplir ce travail. Ces quelques mots sont pour moi une occasion de remercier les personnes qui ont participé de près ou de loin et de manières diverses à la réalisation de ce travail. Mes sincères remerciements vont à l'endroit :

- de Dr Djibril SARR Enseignant-chercheur à l'Université Assane Seck de Ziguinchor, maître de stage et encadrant de ce mémoire, pour la confiance qu'il a portée en ma personne en dirigeant ce travail. Il m'a surtout marqué par son sens de l'écoute, sa compréhension et sa générosité dans le partage du savoir. Trouvez dans ces quelques mots gratitude et reconnaissance. Merci pour tout, que Dieu vous le rend au centuple.
- de tous les membres du jury qui ont accepté d'évaluer le travail et d'apporter leurs suggestions pour améliorer la qualité du document ;
- de tous les enseignants du département d'agroforesterie pour la qualité de l'enseignement et de la formation ainsi que leur soutien et leurs encouragements ;
- de nos enseignants vacataires ;
- du responsable du Master Pr Ismaïla Coly ;
- de nos aînés pour leur soutien et leur accompagnement ;
- de toutes les personnes qui nous ont apporté conseils, soutien financier et pédagogique.

Nous tenons enfin à remercier la 10^{ème} promotion du département d'agroforesterie pour les liens de fraternité tissés lors de ces six dernières années de dur labeur. Nous voulons citer nos chers amis Cheikh Ahmadou Bamba Gaye, Abdoul Aziz Ndiaye, Abdoulaye Diop, Mor Talla Kontéye, El-hadji Malick Niang, Aliou Bah et son épouse Adama.

Table des matières

Dédicaces	I
Remercîments	II
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VI
Liste des sigles et abréviations	VII
RESUME	VIII
ABSTRACT	IX
Introduction.....	1
Chapitre 1 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1.1 Origine et Emergence du Soja.....	3
1.2 Taxonomie et Phylogénie du Soja	3
1.3 Description du Soja	3
1.4 Les Stades de développement du Soja	4
1.5 Ecologie de la plante.....	5
1.6 Importance du Soja.....	5
1.6.1 Importance alimentaire.....	5
1.6.2 Importance agronomique	6
1.7 Utilisations.....	6
1.7.1 Matières protéiques végétales.....	6
1.7.2 Produits de la trituration du soja.....	6
1.7.3 Produits traditionnels.....	7
1.7.3.1 Produits non fermentés	7
1.7.3.2 Produits fermentés	7
1.7.4 Produits nouveaux.....	8
1.7.5 Biodiesel.....	8
1.8 Maladies et ravageurs	8
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	9
2.1 Description du site	9
2.2 Matériel végétal	10
2.3 Facteur étudié et dispositif expérimental	10
2.4 Conduite de l'essai.....	11
2.4.1 Préparation du sol	11
2.4.2 Installation du dispositif.....	11
2.4.3 Semis.....	12

2.4.4	Entretien des cultures.....	13
2.4.5	Fertilisation	13
2.4.6	Démariage	14
2.4.7	Récolte	14
2.5	Observations et mesures	14
2.5.1	Taux de levée.....	14
2.5.2	Date de floraison	15
2.5.3	Date de maturité	15
2.5.4	Hauteur des plantes à maturité	16
2.5.5	Verse des plantes	16
2.5.6	Le rendement	17
2.5.7	Le poids de 100 graines	17
2.5.8	Maladies et Ravageurs	18
2.6	Traitement et analyse des données.....	18
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION		19
3.1	Résultats	19
3.1.1	Taux de levée.....	19
3.1.2	Floraison.....	19
3.1.3	Maturité.....	20
3.1.4	Taille des plantes	21
3.1.5	Poids des 100 graines.....	22
3.1.6	Rendement en graines	23
3.1.7	Verse	23
3.1.8	Corrélations entre les différents paramètres étudiés	24
3.1.9	Maladies et Ravageurs	25
3.2	Discussion	26
Conclusion et Perspectives.....		29
Références Bibliographiques		30

Liste des figures

Figure 1: Carte du plan d'aménagement du site (UASZ)	9
Figure 2: Pluviométrie mensuelle de l'année 2021 dans la région de Ziguinchor. Source de données de la station météo de Ziguinchor	10
Figure 3: Schéma du dispositif expérimental	11
Figure 4: Dispositif installé	12
Figure 5: Mise en place des poquets pour le semis	12
Figure 6: Désherbage.....	13
Figure 7: Fertilisation	13
Figure 8: Densité des plants après démariage	14
Figure 9: Inflorescences	15
Figure 10: Plantes de Soja à maturité	16
Figure 11: Plantes de Soja versées	17
Figure 12: Pesée du poids de 100 graines avec une balance électronique de haute précision.....	18
Figure 13: Taux de levée en fonction des 15 variétés	19
Figure 14: Variation de la date de floraison en fonction des variétés	20
Figure 15: Nombres de jours avant maturité en fonction des variétés	21
Figure 16: Hauteur des plantes à maturité en fonction des variétés	22
Figure 17: Poids des 100 graines en fonction des variétés	22
Figure 18: Rendement moyen en graines en fonction des variétés.	23
Figure 19: Niveau de verse des différentes variétés	24
Figure 20: Feuille d'une plante attaquée par la pustule du soja	25

Liste des tableaux

Tableau 1 : Matrice de corrélation de Pearson	24
---	----

Liste des sigles et abréviations

ANOVA : Analysis of Variance

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

Ca: Calcium

FAO: Food and Agriculture Organization

IITA: International Institute of Tropical Agriculture

JAS : Jour Après Semis

MPV : matières protéiques végétales

N : Azote

ppm : partie par million

R.D.C : République démocratique du Congo

SNK : Student-Newman-Keuls

UASZ : Université Assane Seck de Ziguinchor

UFR : Unité de Formation et de Recherche

RESUME

Malgré les progrès génétiques réalisés, le potentiel optimal de production est rarement exprimé par les variétés cultivées de soja à cause des contraintes biotiques et abiotiques qui interviennent dans l'élaboration des composantes du rendement. Ainsi, un essai a été réalisé pendant l'hivernage en 2021 dans la région de Ziguinchor pour tester l'adaptabilité agronomique et phytosanitaire de 15 variétés de soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Cette étude vise à identifier un matériel végétal adapté aux conditions pédoclimatiques de la basse Casamance. Un dispositif expérimental en blocs aléatoires complets avec 3 répétitions a été utilisé avec un facteur dont les variétés avec quinze niveaux. Les paramètres quantitatifs que sont le taux de levée, la date à 50% de floraison, la date de maturité, la hauteur des plantes à maturité, le poids des 100 graines et le rendement ont été déterminés. Les observations ont porté essentiellement sur la sensibilité à la verse, la tolérance aux maladies et l'identification des différents ravageurs rencontrés. Sur toutes les variables, des différences significatives ont été révélées sauf pour le rendement et le poids des 100 graines. Les observations sur la verse montrent une tolérance générale pour toutes les variétés sauf certaines variétés qui avaient les hauteurs les plus élevées à l'exemple de TGX 2029-6 FZ (96 cm). Le nombre de jours (du semi à 50% de floraison) a varié de 34 à 45 jours et celui à la maturité, de 86 à 121 jours. La variété la plus tardive a été TGX 2029-25 FZ (120 JAS) et TGX 2030-1 GZ (86 JAS) a été la plus précoce. Le rendement a varié de 341,667 à 785 Kg/ha. Les variétés TGX 2090-9 FZ (729,667 Kg/ha) et TGX 2033-01 FZ (785 Kg/ha) ont été les plus performantes. La variété TGX 2030-1 GZ, a eu le plus faible rendement avec 341,667 Kg/ha. Cette étude montre que la culture du soja peut être envisagée à Ziguinchor.

Mots clés : soja, variété, floraison, maturité, verse, rendement

ABSTRACT

Despite the genetic progress made, the optimal production potential is rarely expressed by cultivated soybean varieties because of the biotic and abiotic constraints that are involved in the development of yield components. A trial was therefore conducted during the winter of 2021 in the Ziguinchor region to test the agronomic and phytosanitary adaptability of 15 soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merr.). The aim of this study was to identify plant material adapted to the soil and climate conditions of the lower Casamance region. A randomized complete block design with 3 replications was used with one factor including varieties with 15 levels. Quantitative parameters such as emergence rate, date at 50% flowering, maturity date, plant height at maturity, weight of 100 seeds and yield were determined. Observations were mainly made on lodging susceptibility, disease tolerance and identification of the different pests encountered. On all variables, significant differences were revealed except for yield and 100-seed weight. Observations on lodging showed a general tolerance for all varieties except for some varieties that had the highest heights such as TGX 2029-6 FZ (96 cm). The number of days (from semi to 50% flowering) varied from 34 to 45 days and the number of days to maturity from 86 to 121 days. The latest variety was TGX 2029-25 FZ (120 days) and TGX 2030-1 GZ (86 days) was the earliest. Yields ranged from 341.667 to 785 kg/ha. TGX 2090-9 FZ (729.667 Kg/ha) and TGX 2033-01 FZ (785 Kg/ha) were the best performing varieties. The variety TGX 2030-1 GZ, had the lowest yield with 341.667 Kg/ha. This study shows that soybean cultivation can be considered in Ziguinchor.

Key words: soya, variety, flowering, maturity, lodging, yield

Introduction

Au siècle dernier, en dehors de l'Asie, le soja était quasiment inconnu. Aujourd'hui, partout dans le monde, des centaines de millions de personnes consomment de la viande, des œufs et des produits laitiers issus d'animaux élevés au soja, et on trouve des traces de soja dans un nombre incalculable d'aliments industriels (WWF, 2014). Le soja couvrait 102.6 Millions d'habitants avec une production d'environ 265 millions de tonnes, à l'échelle mondiale (FAO 2010). Actuellement la production mondiale de soja est estimée à plus de 330 millions de tonnes par an avec une augmentation de près de 5 % chaque année (FAO, 2020). La production mondiale est essentiellement assurée par l'Amérique et la Chine (92 %), l'Europe (2%), l'Océanie (0,02%) (FAO, 2012) et en fin l'Afrique (moins de 1 %). Avec comme principaux producteurs (ACIA, 1999) le Nigeria, le Zimbabwe et l'Afrique du Sud. Le rendement moyen à Madagascar était de 539,5 Kg par hectare, mais au Nigéria le rendement moyen a atteint 1,1 tonne par hectare. Le rendement de soja dépend ou varie d'une variété de soja à l'autre et selon les conditions climatiques d'un pays à l'autre (Karaboneye, 2013). Le soja est resté longtemps une culture marginale en Afrique, ce n'est qu'en 1967 que l'IITA a fait de la recherche sur le soja et la vulgarisation des connaissances relatives à cette culture auprès de la population (Karaboneye, 2013). Il a fallu attendre jusqu'en 1970 pour que l'IITA débute son programme d'amélioration de lignées africaines de soja. C'est grâce à l'IITA que le Nigéria est passé d'une production de soja de 60 000 tonnes en 1985 à 285 050 tonnes en 2010 (FAO, 2012).

Il faut ainsi noter que le Soja est une plante qui a de nombreuses qualités. Ainsi selon (Aganze, 2014) le soja [*Glycine max* (L.) Merrill] est une espèce oléo-protéagineuse multifonctionnelle. En effet, le Soja est actuellement la source la plus importante d'huile végétale dans le monde et la plus excellente source de protéines pour l'alimentation humaine et animale (Javeheri et Baudoin, 2001). En industrie, sa transformation se prête à de multiples usages que sont le tourteau, la farine, le lait, le yaourt, les crèmes et les produits dérivés (N'Zoué et al., 2003). En tant que légumineuse, le soja est aussi reconnu pour améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Singh et Shivakumar, 2010). La teneur en protéine des graines peut atteindre une valeur exceptionnelle de 50 % chez certaines variétés (Verville, 2003) alors que le haricot noir n'en possède que 25 à 28 % (Félix, 2014). Il est également riche en huile (20 %) Gazzoni (1995), en vitamines et en éléments minéraux (Pannizzi et Mandarino, 1995).

Aujourd'hui le soja est considéré en Afrique comme une des solutions qui pourrait améliorer la qualité de l'alimentation des populations africaines.

Cependant, au Sénégal la culture du soja est quasi inexistante quoique des études menées dans les années 1970 aient montré la possibilité de la cultiver dans une grande partie des zones agro écologiques du Sénégal notamment dans le Sine Saloum, le Sénégal oriental et surtout en Casamance. Malgré les progrès génétiques réalisés, le potentiel optimal de production est rarement exprimé par les variétés cultivées de soja à cause des contraintes biotiques et abiotiques qui interviennent dans l'élaboration des composantes du rendement (Mako et al., 2010).

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce présent travail. L'objectif général de la présente étude est d'exploiter la diversité des variétés de soja dans le but de contribuer à l'amélioration de la sécurité alimentaire au Sénégal. De manière spécifique il s'agit de tester quinze variétés de soja afin d'identifier un matériel adapté aux conditions pédoclimatiques de la Casamance.

Le présent document s'articule autour de trois points. Le premier porte sur les généralités sur le soja, le deuxième aborde le matériel et les méthodes utilisés, le troisième décrit les résultats obtenus et leur discussion.

Chapitre 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1 Origine et Emergence du Soja

Le soja (*Glycine max*) est considéré comme une des plus anciennes plantes cultivées. Il est d'origine asiatique (Giller, 2001). Il a été domestiqué au 11^{ème} siècle en Chine. De là, le soja a été propagé à travers le monde. Il a été introduit en Europe vers 1700 et aux États-Unis vers 1765 (Hymowitz et Shurtleff, 2005). La date de son arrivée en Afrique n'est pas précise, mais il semble avoir été introduit au 19^{ème} siècle par les commerçants chinois le long de la côte Est. Il aurait été cultivé pour la première fois en Égypte vers 1858, en Tunisie vers 1873, en Algérie vers 1880, en République d'Afrique du Sud vers 1903, en Tanzanie et à Madagascar vers 1907 (Giller et Dashiell, 2006).

1.2 Taxonomie et Phylogénie du Soja

Le soja, soya ou soybean, a pour nom scientifique *Glycine max*. Il appartient à l'ordre des fabales, famille des fabacées, à la sous-famille des papilionaceae, la tribu des *Phaseoleae* et au genre *Glycine*. (Demol *et al.*, 2002 ; Hymowitz 2004). Le genre *Glycine* comprend environ vingt espèces réparties dans les régions tropicales et subtropicales d'Asie et d'Australie. Il est subdivisé en deux sous-genres : *Glycine* (espèces vivaces) et Soja (espèces annuelles) (Demol *et al.*, 2002). Le sous-genre Soja comprend les espèces soja Sieb et Zucc (types sauvages retrouvés en Asie Orientale) et *Glycine max* (L.) Merrill (formes cultivées). Ces deux taxons s'hybrident facilement et peuvent également être considérés comme une seule espèce biologique (Javaheri et Baudoin, 2001).

1.3 Description du Soja

La plante du soja est entièrement (feuilles, tiges, gousses) revêtue de fins poils denses gris ou bruns. Les tiges dressées et rigides peuvent atteindre une longueur allant de 0.3 m à 1m 80 et portent de grandes feuilles alternées composées de 3 folioles qui mesurent de 6 à 15 cm de long et de 2 à 7 cm de large. La forme des feuilles rappelle la forme générale des feuilles de l'haricot et comme chez le haricot les deux premières feuilles sont entières et opposées. Les feuilles tombent avant que les gousses soient arrivées à maturité (Simon *et al.*, 2005).

Le système racinaire du soja est du type pivotant. Il est composé d'une racine principale et d'un grand nombre de racines secondaires. Le soja, et comme la majeure partie des légumineuses, est capable de vivre en symbiose avec des bactéries

de la famille des rhizobiaceae. L'association se traduit par la formation du nodule, organe caractéristique de la symbiose.

Les nodules du se forment 15 à 20 jours après le semi. Ils sont de forme sphérique (Lersten et Carlson 2004 ; Mouhouche 2007).

Les fleurs, blanches ou mauves selon les variétés, de petites tailles, presque inaperçues, sont regroupées par 3 – 15 sur des racèmes courts insères sur la tige à l'axile des feuilles. Elles sont hermaphrodites et autogames, cependant la pollinisation croisée est parfaitement possible (Simon et al, 2005

Les fruits sont des gousses très velues qui se développent aussitôt et terminent leur maturation après la chute des feuilles. Ils sont des légumes typiques de forme droite ou arquée, comprimés latéralement et pubescents sur toutes leurs surfaces. Chaque gousse contient généralement entre 2 à 5 graines globuleuses de couleur noire, marron, verte ou jaune, unies ou mélangées. (Lersten et Carlson 2004 ; Simon, 2005). Les variétés commerciales, le plus souvent, forment des gousses qui ne contiennent que 2 – 3 graines de couleur jaunes (Lersten et Carlson 2004 ; Simon, 2005)

1.4 Les Stades de développement du Soja

Le cycle végétatif du soja varie, selon que la variété soit précoce ou tardive, de 90 à 150 jours (Simon, 2005). Il est caractérisé par les stades de développement suivants :

- **Germination – levée** : sa durée varie de 5 à 8 jours. Ce stade correspond à la germination des graines et la levée des plantules. Il est fortement influencé par la température et l'humidité du sol. La température du sol pour ce stade ne doit pas être inférieur à 8 – 10 °C (Meier, 2001 ; Mouhouche 2007).
- **Développement végétatif** : il dure 25 – 35 jours. Ce stade est marqué par le développement végétatif le plus important comparé aux stades restants. Ce développement fournit une bonne assise pour une bonne fructification (Meier, 2001 ; Mouhouche 2007).
- **Floraison – fructification** : ce stade débute 30 – 35 jours après semis et dure 35 – 45 jours, suivant les variétés. L'inflorescence débute des nœuds de la base et progresse vers le sommet de la plante (Meier, 2001 ; Mouhouche 2007).

- **Maturité** : ce stade dure 2 – 3 semaines. Le soja est dit mure lorsque l'humidité de la graine atteint 12 à 14 %. Des taux d'humidité supérieurs à 16 % peuvent causer des problèmes lors du stockage du soja (Meier, 2001 ; Mouhouche 2007).

1.5 Ecologie de la plante

Le soja est classé parmi les cultures relativement résistantes à la sécheresse (Mouhouche 2007). Selon la région considérée, il peut présenter des besoins en eau de l'ordre de 250 à 450 mm sur son cycle (Bonnemort *et al.*, 2001 ; Gigandon *et al.*, 2005 ; Cetiom, 2009). De la levée à la floraison, le soja résiste assez bien à la sécheresse. Les plus grands besoins en eau se font sentir en début de floraison et en début de fructification. Le soja est une plante fragile, qui craint l'excès d'humidité et qui est moyennement sensible à la salinité (Mouhouche, 2007).

Le soja est classé parmi les plantes de jour court. Il fleurit plus rapidement lorsque les jours sont courts ou décroissants (Mouhouche, 2007).

La germination du soja exige une température minimale de 10°C (Gigandon *et al.*, 2005 ; Mouhouche, 2007 ; Cetiom, 2009). Par contre, sa période de reproduction nécessite des températures d'au moins 13 à 15 °C, avec un optimum de 25°C (22 à 27°C) (Mouhouche 2007). A l'exception de sa sensibilité vis-à-vis du calcaire (notamment actif), le soja peut s'adapter à différents types de sols. Toutefois, un sol profond et meuble ayant une réserve en eau relativement élevée permet à la culture de bien se développer. Le soja préfère les sols neutres, il ne s'adapte pas bien aux sols acides, qui peuvent nécessiter des amendements calcaire (Gigandon *et al.*, 2005 ; Simon, 2005 ; Mouhouche, 2007 ; Cetiom, 2009).

1.6 Importance du Soja

1.6.1 Importance alimentaire

Le soja est une espèce oléo-protéagineuse multifonctionnelle ; sa graine fournit des protéines, de l'huile et des hydrates de carbone pour l'alimentation humaine et animale (Karaboneye, 2013). La graine de soja constitue une excellente source de protéine hautement digestible (92-100%) dont la qualité est équivalente à celle des protéines animales. Ses graines peuvent contenir 30 à 50% de protéines de qualité car la protéine de soja contient tous les acides aminés essentiels. Le soja est aussi une source de vitamine B, de minéraux, d'acide folique et d'isoflavone qui sont reconnus pour leur capacité à ralentir le développement du cancer, des maladies cardiovasculaires, et de l'ostéoporose (Tefera *et al.*, 2009). Le tourteau de soja est également utilisé dans l'alimentation des vaches laitières, des porcs, des volailles et des

poissons d'élevage. De plus, le soja produit beaucoup de biomasse aérienne pouvant servir de fourrage pour l'alimentation du bétail (Karaboneye, 2013).

Environ $\frac{3}{4}$ de la production mondiale de soja est destinée à l'alimentation animale. L'utilisation du tourteau de soja a joué un rôle essentiel dans l'accroissement de la production porcine et de volaille qui ont respectivement crû entre 1967 et 2007, de 294 % et de 711 % (FAO, 2011).

1.6.2 Importance agronomique

En tant que légumineuse, le soja est reconnu pour améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Singh et Shivakumar, 2010). Le soja est une légumineuse dont les racines sont naturellement infectées par une bactérie. De cette symbiose résultent les nodules racinaires et la fixation de l'azote de l'air. Sous des conditions optimales, le soja peut fixer jusqu'à environ 450 kg d'Azote par hectare, limitant les besoins en fertilisants azotés de synthèse dans l'agro écosystème (Giller, 2001).

1.7 Utilisations

La richesse du soja en protéine en fait un produit de choix pour l'industrie agroalimentaire ; en effet les protéines représentent la plus grande part de la graine soit 34% du poids total ou 40 % du poids sec (Lecerf, 1995). Les matières protéiques végétales issues du soja sont utilisées pour améliorer l'apport protéique de certains aliments mais surtout pour leurs propriétés fonctionnelles.

1.7.1 Matières protéiques végétales

L'industrie agroalimentaire utilise trois matières protéiques végétales (MPV) issues du soja qui contiennent au moins 45 % de protéines : les farines, les concentrés protéiques et les isolats protéiques (Colot and Louis, 2012).

1.7.2 Produits de la trituration du soja

La trituration des graines de soja est l'opération consistant à extraire l'huile des graines. Elle permet l'extraction d'huile et la production de tourteaux (Solanet et al, 2011). Ces produits représentent à eux-seuls 91 % de la production mondiale de soja en 2009 (Solanet et al, 2011).

L'huile très digeste de grande qualité qui possède de la vitamine E, des phytostérols mais c'est surtout une huile alpha-linolénique qui contient une majorité d'acides gras essentiels

polyinsaturés dont le pourcentage en acide alpha-linolénique est significatif (Cahuzac-Picaud, 2010). Hormis l'utilisation agroalimentaire, l'huile de soja est devenue la principale matière première pour la production de biodiesel particulièrement utilisé au Brésil (80 % du biocarburant brésilien) (Solanet et al, 2011).

La lécithine de soja est particulièrement utilisée par l'industrie agroalimentaire par exemple dans les pâtisseries, les confiseries, le chocolat, la margarine, les sauces ou dans le chewing-gum sous le code de « E322 » pour ses propriétés viscosifiantes et émulsifiantes (Palm et al., 1999).

1.7.3 Produits traditionnels

1.7.3.1 Produits non fermentés

➤ Lait de soja

Le lait de soja qui est connu dans les pays occidentaux sous le nom japonais « tonyu » est une boisson traditionnellement extraite à partir des graines de soja entières. Il peut être également préparé à partir des ingrédients à base de soja comme la farine de soja, les concentras, les isolats de protéines, etc.

➤ Le tofu

Tofu est le nom japonais pour un produit riche en protéines à base de soja. Il est préparé à partir du lait de soja par coagulation.

1.7.3.2 Produits fermentés

➤ La sauce de soja (shoyu) et la pâte de soja (miso)

Le shoyu et le miso sont des assaisonnements savoureux à base de soja qui sont largement consommés en Chine, au Japon et les pays d'Asie du Sud-Est.

➤ Le tempeh

Le tempeh est un produit fermenté très populaire en Indonésie et en Nouvelle Guinée. Il est sous forme d'un gâteau qui est complètement recouvert par des mycéliums blancs des moisissures.

➤ Le natto

Le natto est un produit fermenté à base de soja du Japon qui possède une apparence visqueuse, une texture douce et un goût sucré.

1.7.4 Produits nouveaux

➤ Yaourt de soja

Alors que les yaourts de lait de vache, de chèvre ou de brebis sont consommés dans nombreux pays depuis longtemps, le « yaourt » de soja est un produit relativement nouveau. C'est un produit fermenté à partir de l'extrait liquide de soja, donc lait de soja et autres ingrédients à base de soja, par différentes souches bactériennes, dont *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*. Le produit final contient de 12 à 14% matières sèches, ne contient pas de cholestérol et très peu de matières grasses saturées.

1.7.5 Biodiesel

Le Biodiesel de soja est une alternative au carburant. Il est produit à partir d'huile de soja, de combustibles propre à base d'esther oxygéné fabriqués, de sources renouvelables, y compris l'huile de soja, d'autres huiles végétales et des graisses animales, pour une utilisation dans les moteurs à allumage par compression (diesel). Il peut être utilisé à la place du pétrole dans les voitures, bateau etc., sans aucune modification du réservoir de gaz conventionnel (New York et Genève, 2016.)

1.8 Maladies et ravageurs

Tout au long de la croissance, le soja est susceptible d'être attaqué par de nombreux organismes différents : virus, nématodes, insectes etc. Ces agents pathogènes ainsi que les ravageurs infectent et attaquent toutes les parties des plantes, des racines aux graines. L'étendue des dégâts économique de la plante dépend du type d'agent pathogène, du tissu végétal attaqué, du nombre de plantes atteintes, de la gravité de l'attaque, des conditions environnementales, de la sensibilité de la plante hôte, du niveau de stress de la plante, et de son stade de développement. (Glen L. et al, 2011).

CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

2.1 Description du site

L'expérimentation a été menée sur les terres du domaine de l'Université Assane Seck de Ziguinchor pendant l'hivernage 2021 (figure 1). L'Université de Ziguinchor est située à cheval entre les quartiers de Kenya (au Sud), Diabir (à l'Ouest), Boucotte (au Nord) et Néma (à l'Est). Ces quartiers ceinturent l'université (Faye, 2011). Les sols ferrallitiques sont les seuls présents dans le domaine de l'université (Faye, 2011). Le climat est de type sud soudanien continental (Sagna et al., 2012). Elle a la particularité d'être la zone la plus pluvieuse du pays. La figure 2 montre la répartition de la pluie de l'année 2021 dans la région de Ziguinchor. L'année 2021 était marquée par une pluviométrie déficitaire de 1169 mm. Elle suggère une saison des pluies qui a duré environ cinq (05) mois dans cette zone sud du pays, de juin à octobre. Les mois d'août et septembre sont les plus pluvieux avec 326 mm et 401 mm (Toukara et al., 2022).

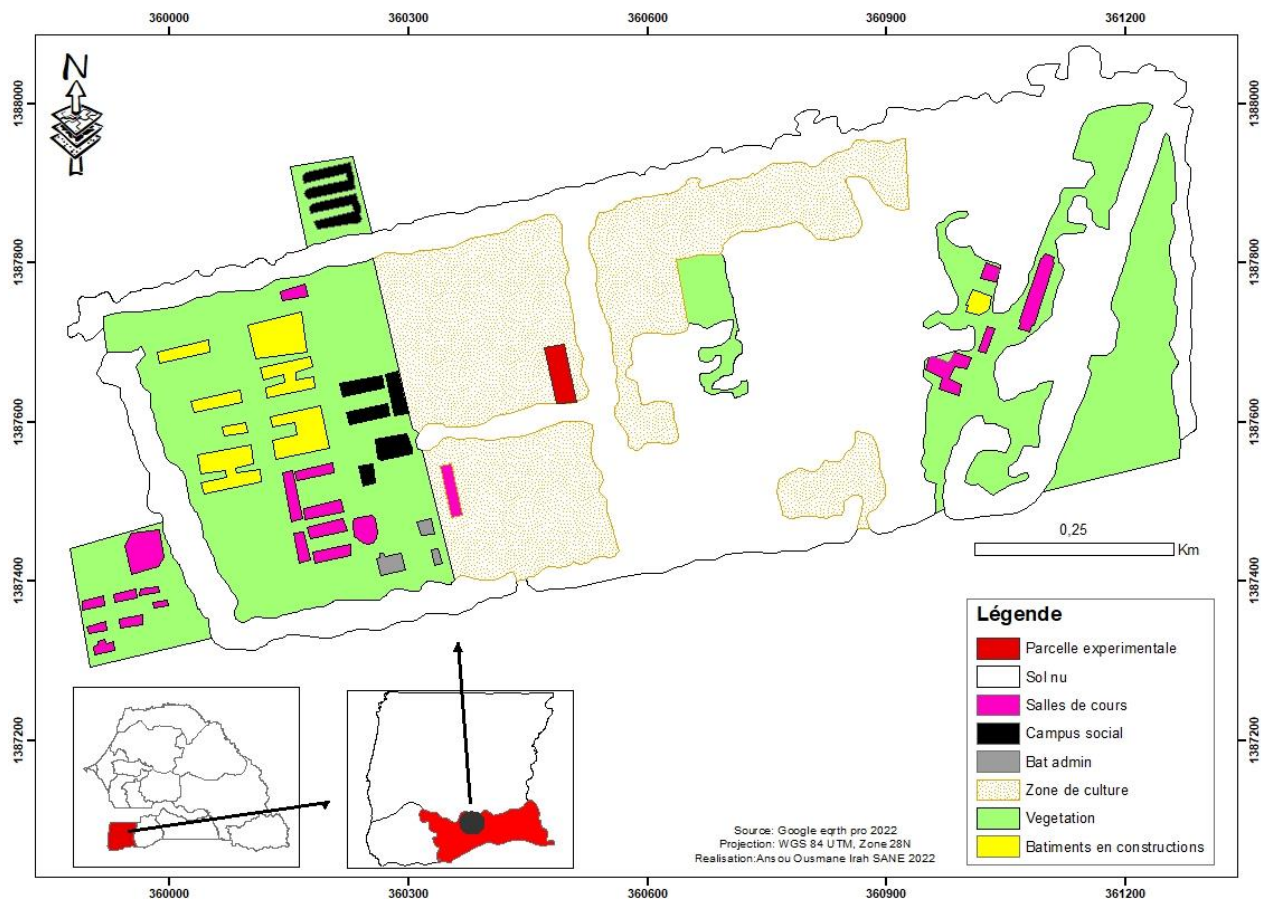


Figure 1: Carte du plan d'aménagement du site (UASZ)

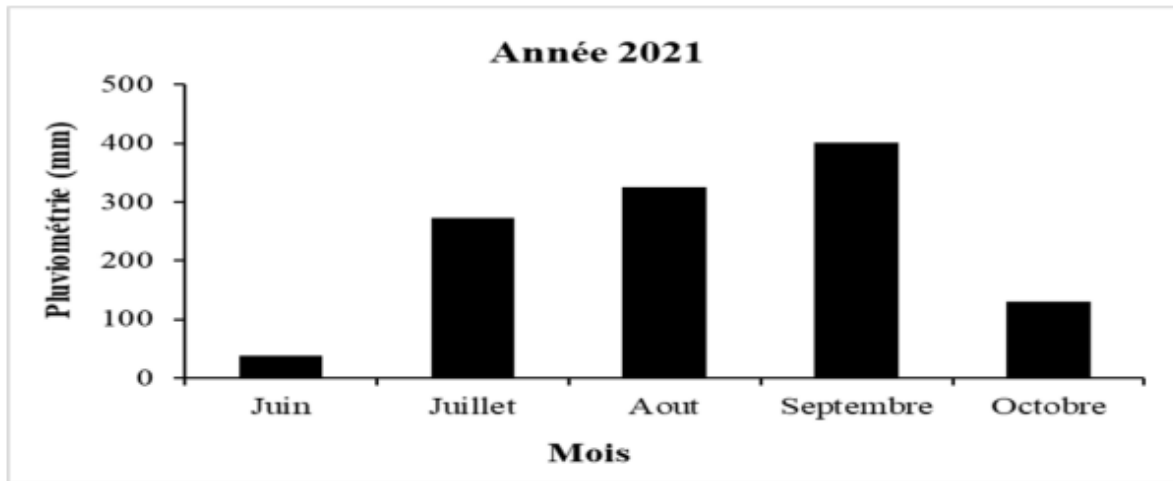


Figure 2: Pluviométrie mensuelle de l'année 2021 dans la région de Ziguinchor. Source de données de la station météo de Ziguinchor

2.2 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de 15 variétés de soja que sont :

TGX 2090-9 FZ	TGX 2029-9 FZ	TGX 2029-36 FZ
TGX 2092-4 FZ	TGX 2087-6 FZ	TGX 2029-13 FZ
TGX 2029-52 FZ	TGX 2029-6 FZ	TGX 2033-1 FZ
TGX 2033-17 FZ	TGX 2081-8 FZ	TGX 2014-16 FM
TGX 2030-1 GZ	TGX 2029-37 FZ	TGX 2029-25 FZ

Elles proviennent toutes de l'IITA en Zambie.

2.3 Facteur étudié et dispositif expérimental

Le facteur étudié est la variété dont chacune représente un niveau. Le dispositif expérimental utilisé est celui de Fisher (blocs aléatoires complets) avec trois répétitions (Figure 3). Chaque parcelle est longue de 5 m et large de 1,5 m. La distance entre 2 parcelles (allée) est de 1 m et celle entre les blocs est de 1 m. Chaque parcelle est constituée de 4 lignes. La distance entre les lignes est de 0,5 m et celle entre deux poquets sur la ligne est de 5 cm. Et sur chaque ligne nous avons 100 poquets donc 100 plants sur les lignes latérales et 200 plants sur les lignes centrales.

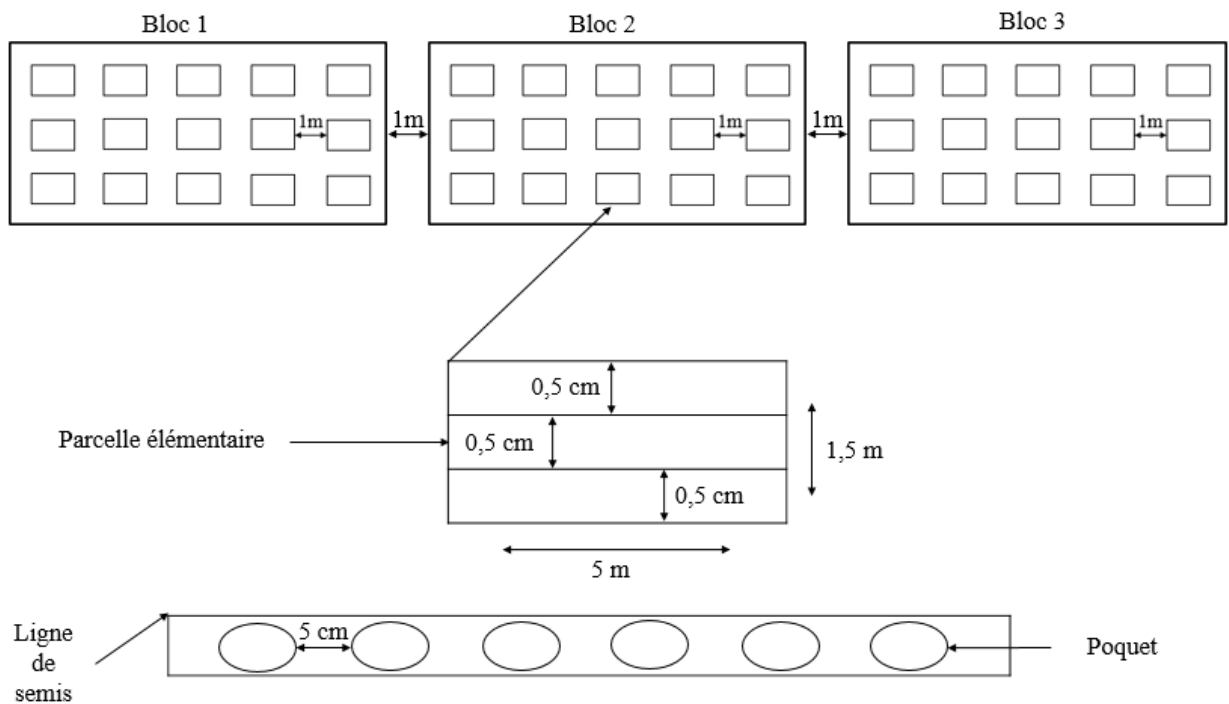


Figure 3: Schéma du dispositif expérimental

2.4 Conduite de l'essai

2.4.1 Préparation du sol

Un labour peu profond a été réalisé du 15 au 19 juillet 2021 de façon manuelle avec un "kajandu".

2.4.2 Installation du dispositif

La délimitation de la parcelle a été effectuée après le travail du sol. La méthode trois, quatre, cinq a été utilisée pour la délimitation afin d'avoir des angles droits sur les quatre côtés de la surface (figure 4). Un ruban métrique a permis de faire les mesures.

D'abord 3m ont été mesuré le long d'un côté à partir de l'angle. A la fin des 3m un repère est marqué. Puis 4m mesuré le long de l'autre côté et un repère est marqué. Avec ce second côté mesuré le premier côté de l'angle droit est formé. En fin nous avons mesuré la distance entre les repères qui nous a donné 5m, ainsi l'angle droit est formé.



Figure 4: Dispositif installé

2.4.3 Semis

Le semis a été réalisé le lundi 26 juillet 2021 avec deux graines par poquet sur les lignes centrales et une graine par poquet sur les lignes latérales. Les graines sont semées à une profondeur d'environ 3 cm dans des poquets distants de 5 cm (figure 5).



Figure 5: Mise en place des poquets pour le semis

2.4.4 Entretien des cultures

Trois opérations de désherbage avec des binettes ont été réalisées au 15^e, 33^e et 51^e JAS (Figure 6).



Au 15^e JAS



Au 33^e JAS



Au 51^e JAS

Figure 6: Désherbage

2.4.5 Fertilisation

Deux applications d'engrais (figure 7) ont été effectuées aux 22^e et 34^e JAS. A la première application l'engrais de 18-46-0 a été appliqué à la dose de 160 g/ligne et la deuxième application constituée d'un mélange d'urée et 18-46-0 (50 Kg d'urée plus 25kg de 18-46-0) a été effectuée à la dose de 120 g/ligne.



Au 22^e JAS



Au 34^e JAS

Figure 7: Fertilisation

2.4.6 Démariage

Le démariage a été réalisé 24 JAS sur les deux (2) lignes centrales de chaque parcelle élémentaire. Sur chaque ligne centrale un plant par poquet a été conservé (figure 8).



Figure 8: Densité des plants après démariage

2.4.7 Récolte

A la maturité la récolte est réalisée manuellement en coupant la plante au niveau du collet pour récupérer la partie aérienne. Après la récolte, les graines sont séchées au soleil sur des bâches pendant une semaine. Après le séchage les plantes sont battues pour libérer les graines des gousses avant le vannage qui sépare les graines des débris.

2.5 Observations et mesures

2.5.1 Taux de levée

Une semaine après le semis, la levée est relevé en comptant le nombre de plants ayant émergé sur les deux lignes centrales de chacune des 45 parcelles. Après comptage, le nombre de plantules qui ont émergé rapporté au nombre total de graines semées donne le taux de levée.

2.5.2 Date de floraison

Le nombre de jours, du semis, jusqu'à la date où 50 % des plants d'une parcelle ont fleuri correspond à la date de floraison (figure 9).



a : Inflorescence de couleur violets



b : Inflorescence de couleur blanche

Figure 9: Inflorescences

2.5.3 Date de maturité

L'observation de la maturité (Figure 10) repose sur le changement de couleur des gousses qui passent du vert au brun ou beige mais aussi lorsque 95% des plantes d'une parcelle changent de couleur.



Figure 10: Plantes de Soja à maturité

2.5.4 Hauteur des plantes à maturité

Pour chaque parcelle, 5 plantes sont choisies au hasard sur les 200 des deux lignes centrales. Pour chacune des 5 plantes choisies, la mesure a consisté à prendre la distance, de la surface du sol (collet) au nœud supérieur de la tige principale.

2.5.5 Verse des plantes

La verse (figure 11) a été évaluée sur une échelle de sévérité de 1 à 5 avec :

Niveau 1 : Toutes les plantes sont presque dressées ;

Niveau 2 : Toutes les plantes sont dressées ou bien quelques plantes sont penchées ;

Niveau 3 : Toutes les plantes s'inclinent modérément avec un angle de 45° degrés ou 25 à 50 % des plantes sont inclinées ;

Niveau 4 : 50 à 80 % des plantes sont inclinées ;

Niveau 5 : Toutes les plantes sont inclinées.



Figure 11: Plantes de Soja versées

2.5.6 Le rendement

La production de chaque parcelle est pesée avec une balance électronique de précision 1g et rapportée à la surface occupée.

2.5.7 Le poids de 100 graines

Des graines sont triées, comptées et pesées avec une balance électronique de précision 10^{-4} g (Figure 12).



Figure 12: Pesée du poids de 100 graines avec une balance électronique de haute précision

2.5.8 Maladies et Ravageurs

2.5.8.1 Ravageurs

Au cours de l'expérimentation les différents ravageurs rencontrés sur le terrain sont répertoriés.

2.5.8.2 Maladies

A l'image des autres informations, les données sur les maladies constatées sur le terrain ont également été répertoriées.

2.6 Traitement et analyse des données

Les données collectées sur le terrain ont été saisies sur le tableur Excel également utilisé pour le codage des données. En ce qui concerne l'analyse de variance (ANOVA) et la matrice de corrélation, le logiciel IBM APSS a été utilisé. Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% a été effectué pour comparer les moyennes. La mesure de dispersion utilisé pour les barres d'erreurs est l'erreur type.

CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Résultats

3.1.1 Taux de levée

La figure 13 présente le taux de levée de chaque variété. L'analyse de variance montre des différences significatives du taux de levée ($p = 0,0149$) entre les variétés. Les variétés : TGX 2030-1 GZ (84%), TGX 2029-37 FZ (83.667%) et TGX 2090-9 FZ (82%) ont les taux de levée les plus élevés tandis que la variété TGX 2029-36 FZ a le taux de levée le plus faible (50.33%).

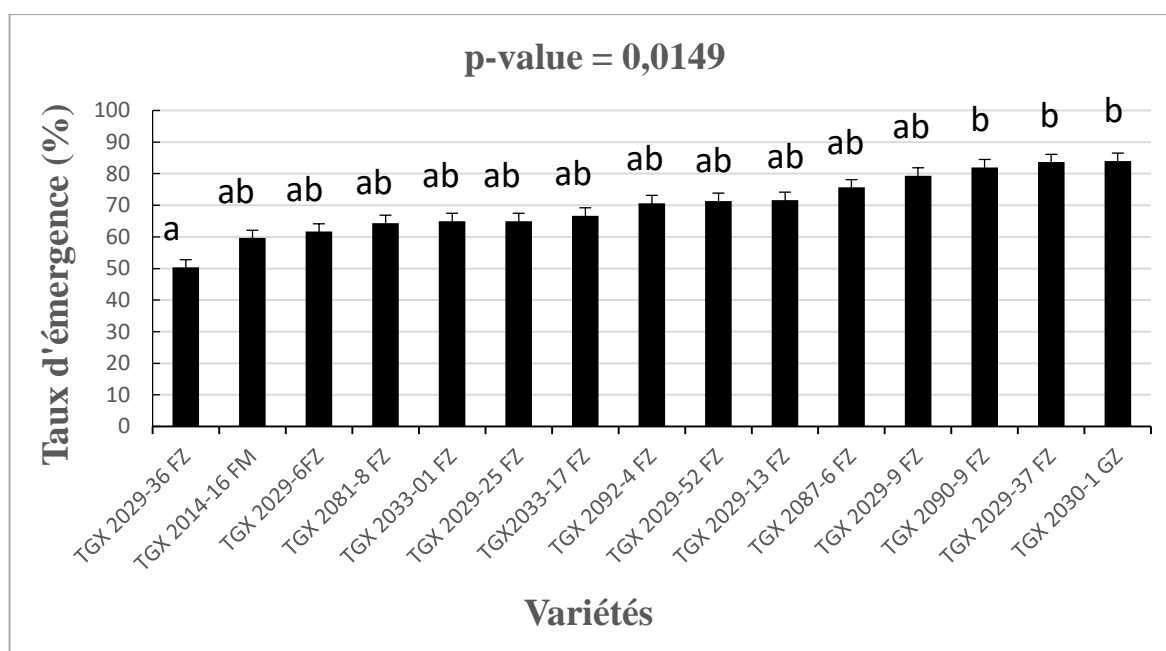


Figure 13: Taux de levée en fonction des 15 variétés

3.1.2 Floraison

La figure 14 présente la variation de la durée de floraison en fonction des variétés. Une différence très hautement significative ($p < 0.001$) est notée entre les dates de floraison des différentes variétés. Les tests de comparaison multiple de SNK montrent une subdivision en 6 groupes. Les variétés TGX 2030-1 GZ (34 JAS), TGX 2090-9 FZ (37 JAS), TGX 2092-4 FZ (37 JAS), TGX 2029-6 FZ (37 JAS) présentent la date de floraison la plus courte. Cependant les variétés TGX 2029-25 FZ (45 JAS) et TGX 2029-36 FZ (45 JAS) ont présenté des durées de floraison les plus longues.

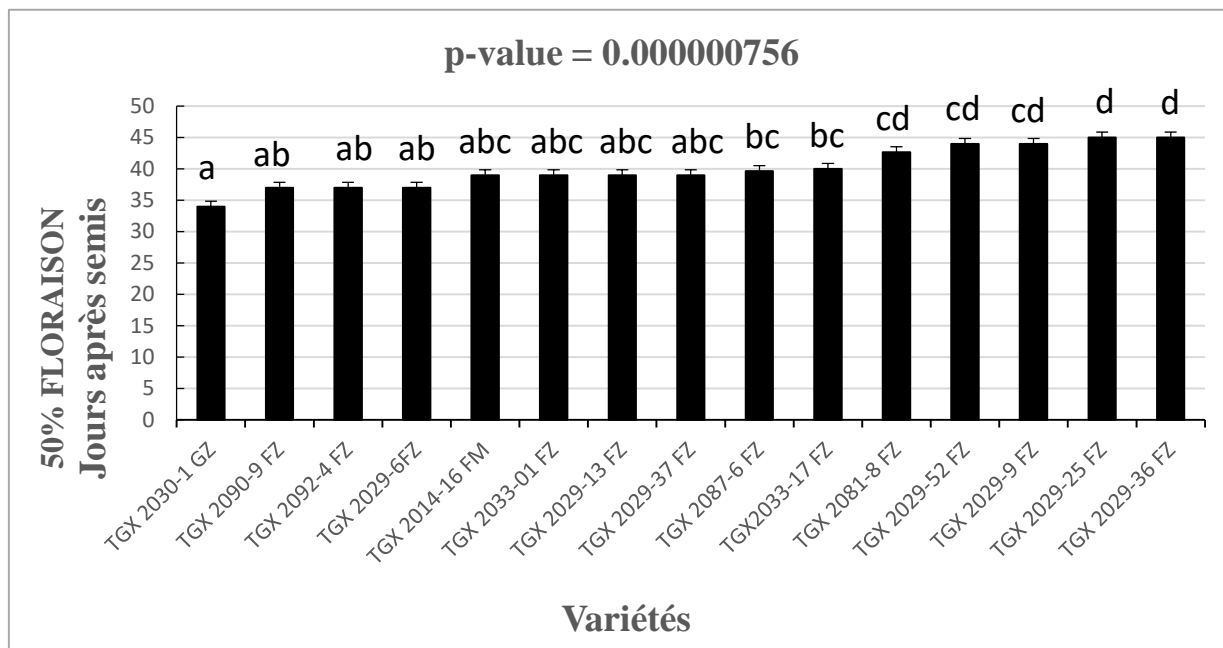


Figure 14: Variation de la date de floraison en fonction des variétés

3.1.3 Maturité

La figure 15 présente le nombre de jour mis par chaque variété pour atteindre la maturité. L'analyse de variance montre une différence très significative entre les variétés ($p < 0,001$). Le test de SNK distingue sept sous-ensembles. La variété TGX 2030-1 GZ est la plus précoce avec une maturité à 86 JAS. Les variétés les plus tardives sont TGX 2029-9 FZ, TGX 2029-52 FZ, TGX 2029-36 FZ, et TGX 2029-25 FZ. Elles ont mis plus de 110 jours avant d'atteindre la

maturité.

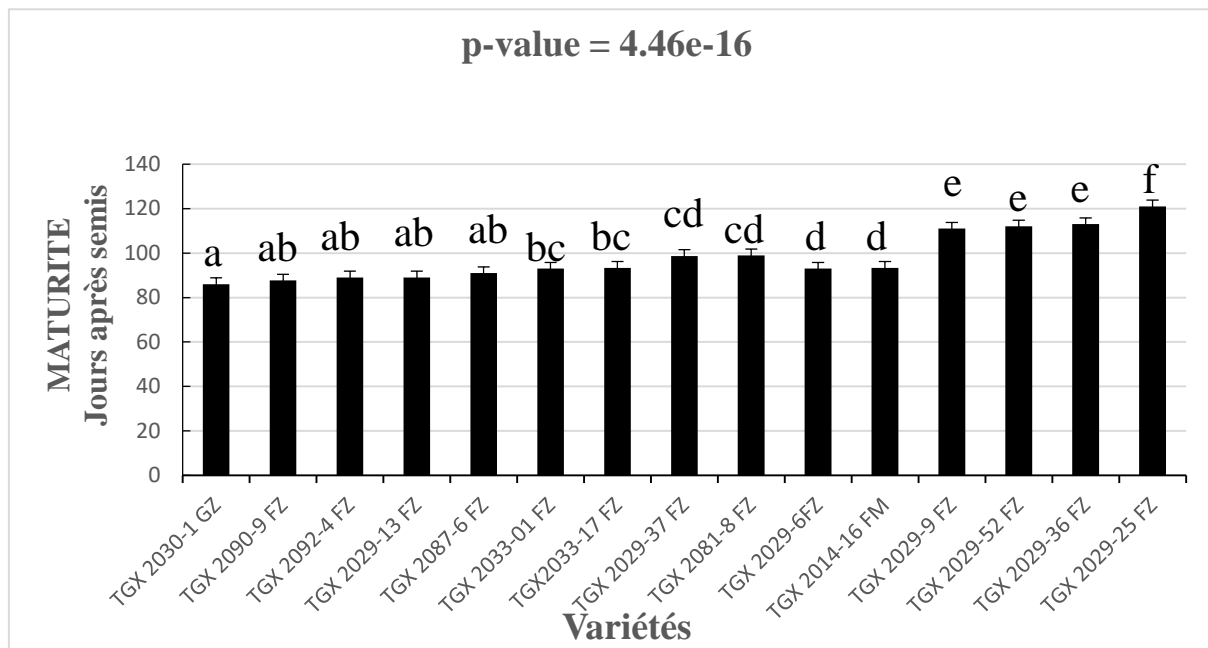


Figure 15: Nombres de jours avant maturité en fonction des variétés

3.1.4 Taille des plantes

La figure 16 présente la variation de la hauteur des plantes de soja en fonction des variétés. La hauteur des plantes varie entre 41cm pour TGX 2090-9 FZ et 96cm pour TGX 2029-36 FZ. L'analyse de variance montre une différence très significative de la hauteur des plantes entre les variétés ($p = 0,00000142$). La hauteur des variétés TGX 2029-25 FZ et TGX 2029-36 FZ est plus élevée avec des valeurs respectives de 95 cm et 96 cm. Cependant les variétés TGX 2090-9 FZ, TGX 2029-13 FZ, TGX 2030-1 GZ et TGX 2087-6 FZ présentent les plus faibles tailles (entre 41 cm et 44 cm).

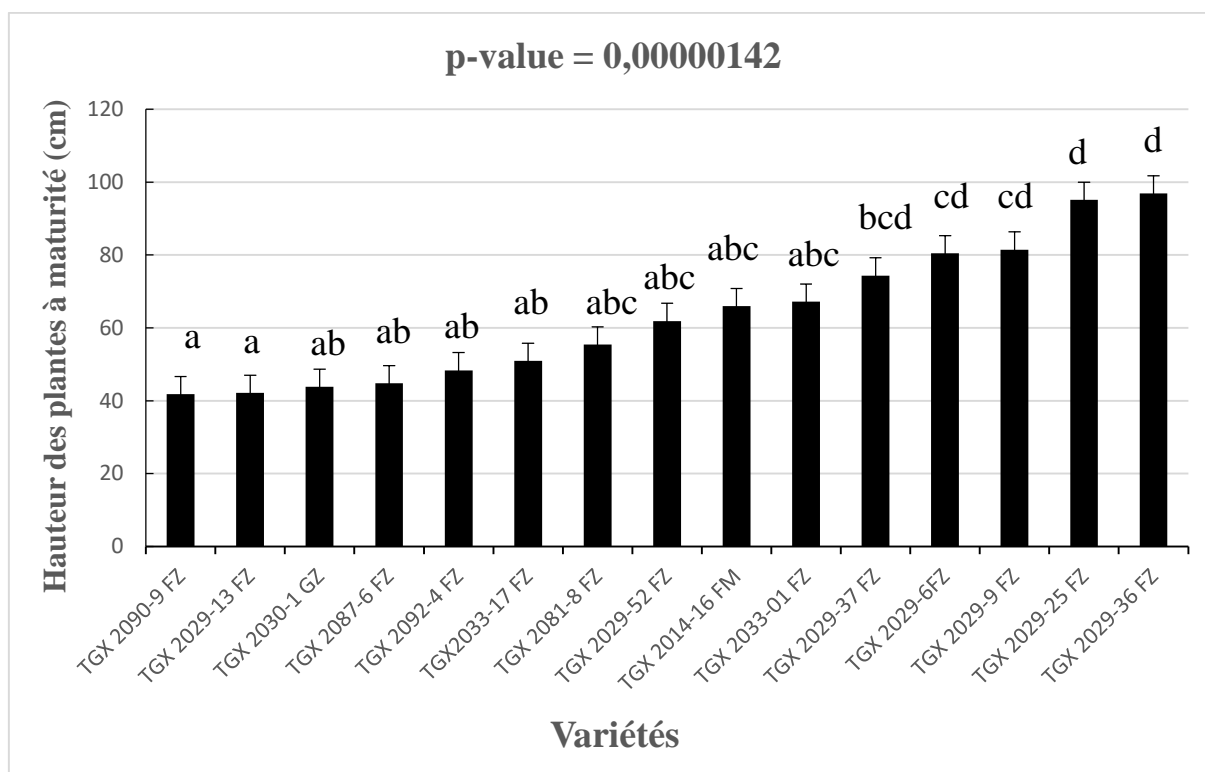


Figure 16: Hauteur des plantes à maturité en fonction des variétés

3.1.5 Poids des 100 graines

La figure 17 présente la variation du poids de 100 graines en fonction des variétés. L'analyse de variance montre qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative ($p = 0,224$) entre les variétés. Néanmoins on observe que les variétés TGX 2029-6FZ et TGX 2029-13 FZ ont un poids plus faible en valeur absolue par rapport aux autres.

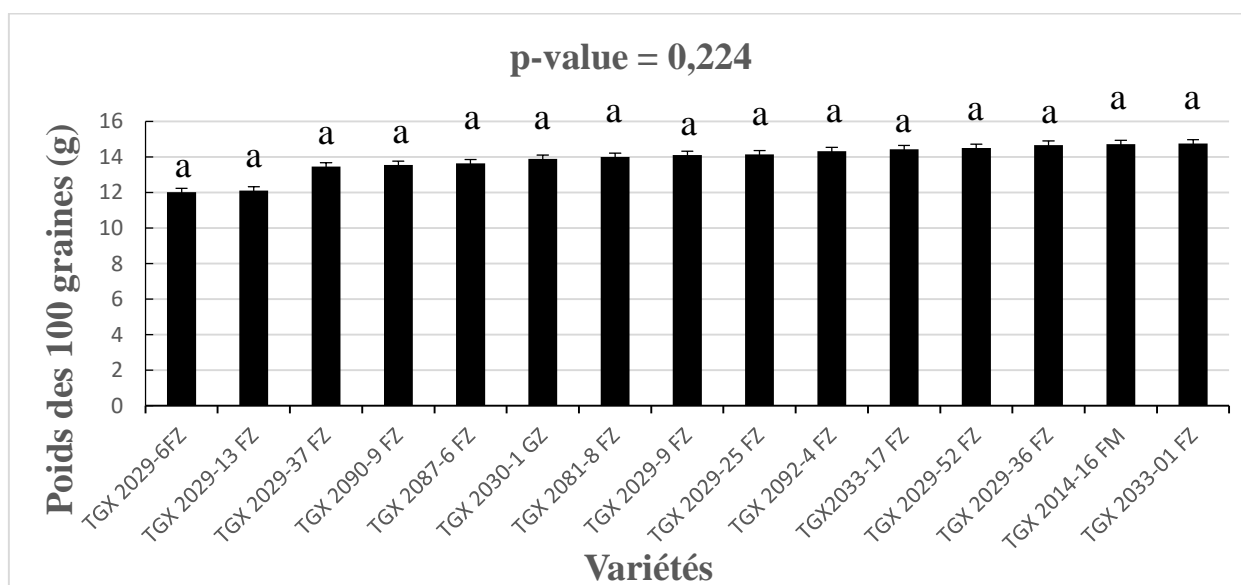


Figure 17: Poids des 100 graines en fonction des variétés

3.1.6 Rendement en graines

La figure 18 présente le rendement (kg/ha) en fonction des variétés de soja. L'analyse de variance montre que les différences observées ne sont pas statistiquement significatives ($p = 0,514$). Cependant les variétés TGX 2029-37 FZ (700 kg/ha), TGX 2090-9 FZ (729kg/ha) et TGX 2033-01 FZ (785 kg/ha) ont des rendements plus élevés en valeur absolue par rapport autres.

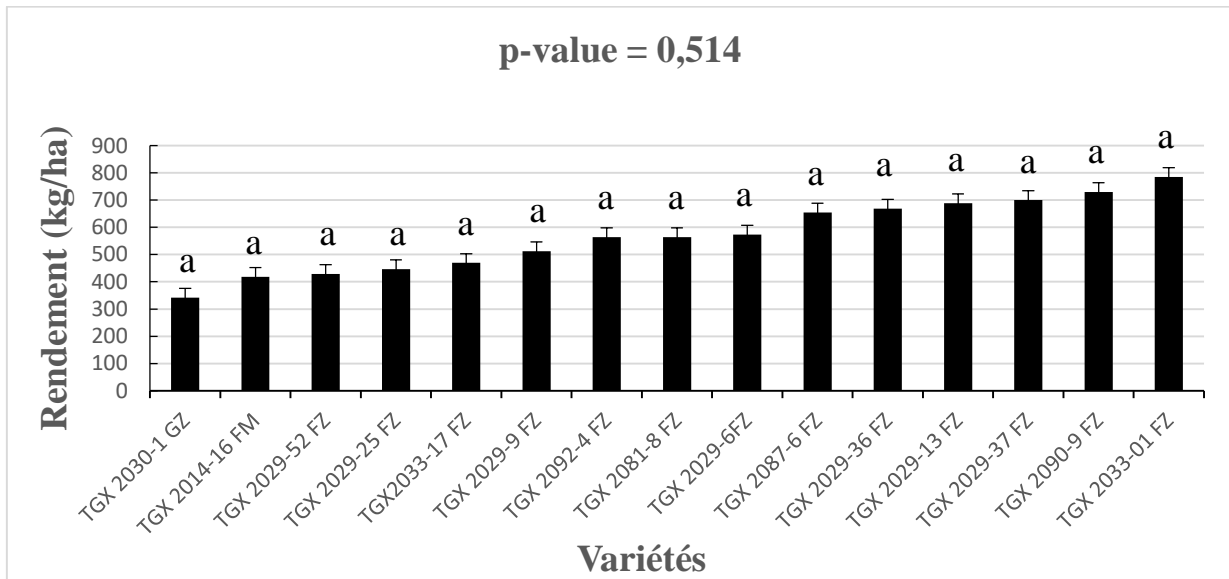


Figure 18: Rendement moyen en graines en fonction des variétés.

3.1.7 Verse

La figure 19 présente le niveau de verse des différentes variétés. Dix variétés parmi les quinze testées sont tolérantes à la verse avec un score égal à 1. Une seule variété TGX 2029-6FZ, présente un score relativement élevé avec un score de 4. Quatre autres variétés (TGX 2014-16 FM, TGX 2029-25 FZ, TGX 2029-36 FZ et TGX 2087-6 FZ) présentent le score de 2.

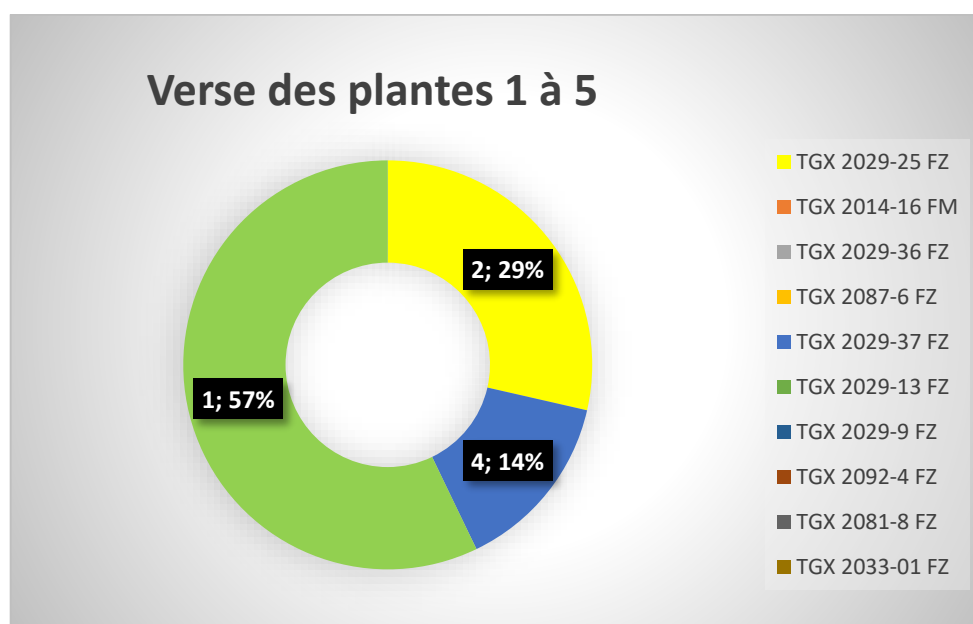


Figure 19: Niveau de verse des différentes variétés

3.1.8 Corrélations entre les différents paramètres étudiés

Le tableau 1 indique la corrélation qui existe entre les différents paramètres mesurés. Les résultats ont été obtenus à l'aide du test de Pearson.

Tableau 1 : Matrice de corrélation de Pearson

Paramètres	Taux d'émergence	Moyenne TPM	Date Floraison	Poids des 100 grains	Rendement	Date Maturité
Taux d'émergence	1					
Moyenne TPM	-0,114	1				
Date Floraison	-0,296*	0,294*	1			
Poids des 100 grains	0,247	0,381**	-0,086	1		
Rendement	0,04	0,264	-0,275	0,235	1	
Date Maturité	0,114	0,759**	0,254	0,745**	0,17	1

*La corrélation est significative au niveau 0,05 (bilatéral).

** La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).

La date de maturité est fortement corrélée à la hauteur des plantes à maturité ainsi qu'au poids des 100 grains soit respectivement à 75.9% et 74.5%. La hauteur des plantes à maturité est également corrélée au poids des 100 graines. La date de maturité est corrélée négativement au taux de levé et positivement à la hauteur des plantes à maturité.

3.1.9 Maladies et Ravageurs

3.1.12.1 Maladies

La Pustule du soja (Figure 19) est la seule maladie qui a été observée sur la variété TGX 2092-4 FZ.



Figure 20: Feuille d'une plante atteinte par la pustule du soja

3.1.12.2 Ravageurs

Les principaux ravageurs ont été remarqués principalement sur deux périodes : la première période allant du semis à 15 JAS et la seconde période qui s'étend de la maturité des plantes jusqu'à la récolte. Les ravageurs observés sur ces deux périodes sont principalement les corbeaux et les pigeons qui déterrent les graines semées. Leur action a été constatée à partir du jour du semis jusqu'à l'apparition des deux premières feuilles. Les attaques se faisaient en deux périodes : très tôt le matin jusqu'au lever du soleil et l'après-midi, un peu avant le coucher du soleil.

3.2 Discussion

Un taux de levée très variable et généralement très faible a été noté chez la plupart des variétés étudiées (seulement trois variétés ont un taux de levée dépassant à peine 80 %). Cette situation pourrait être expliquée par trois facteurs. Le premier facteur serait l'excès d'eau dans le sol pendant le semis, qui peut être à l'origine du pourrissement de plusieurs graines entraînant un faible taux de levée. En effet selon Thomas et al. (2005), l'excès d'eau affecte particulièrement l'émergence du soja. Il faut rappeler que le semis a été réalisé le 26 juillet en pleine saison des pluies, avec des précipitations très abondantes pendant cette période. Le deuxième facteur explicatif peut être la nature du sol qui est plutôt lourd, créant ainsi un problème de levée au niveau de la graine. Le troisième facteur pourrait être les attaques d'oiseaux surtout pour les parcelles situées aux extrémités du périmètre de l'essai.

L'étude de la date de floraison a montré une variabilité entre les différentes variétés étudiées. En effet, toutes les variétés ont fleuri avant 46 JAS, avec la plus précoce (TGX 2030-1 GZ) qui a fleuri à 34 JAS et la plus tardive (TGX 2029-36 FZ) à 45 JAS. A première vue on pourrait dire que c'est une caractéristique intrinsèque des variétés. Mais une autre situation liée aux facteurs environnementaux du milieu peut expliquer ce phénomène. D'abord la température et ensuite la photopériode. En effet le soja est une plante classée dans la catégorie -des plantes à « jours courts » donc très sensible à la variation de la longueur du jour. Or l'essai a été réalisé entre le mois de juillet et de novembre, une période où les températures sont relativement élevées et où la longueur du jour diminue. Cette combinaison entre température élevée et courte durée des jours serait également une cause du raccourcissement du cycle végétatif et de surcroît de l'entrée précoce des plantes dans la phase de reproduction. Les résultats obtenus sur la date de floraison sont différents de ceux obtenus par Nzoue., (2003), dont les dates de floraison se situaient entre 52 et 59 JAS. Des essais réalisés récemment au Mali, dans des conditions plus ou moins identiques mais pour un semis réalisé le 2 juillet, soit 24 jours avant notre essai, ont montré que les dates de floraison des différentes variétés se situaient entre 46 et 62 JAS (SIL, 2019).

Les mêmes effets ont été aussi observés pour la maturité avec des dates comprises entre 86 et 121 jours après semis. Cette précocité peut être imputée à la génétique des différentes variétés sans oublier les rôles majeurs joués par la température et la photopériode. Déjà dans les années 1930, les chercheurs japonais catégorisaient en variétés précoces, celles dont le nombre de jours (du semis à la maturité) se situaient entre 100 et 120 JAS (Gay, 2018). Par ailleurs (Ugouag et

Laytou, (1978) concluaient que pour les mêmes variétés de soja semées à deux périodes différentes (période de semis conventionnelle et 30 jours plus tard) la différence dans la longueur du cycle variait de 10 à 15 jours et les dates de maturité se situaient entre 85 et 117 JAS pour les variétés semées tardivement. Ces résultats sont similaires aux nôtres même si les variétés sont différentes.

Les résultats sur la taille des plantes présentent quatre groupes homogènes en ce qui concerne la hauteur de plants de soja. Les résultats de ce paramètre montrent que la hauteur des plants de soja a variée selon la variété, allant du plus faible TGX 2014-16 FM (41,8cm) au plus élevé TGX 2029-36 FZ (96,9cm). Pour Delaveau (2003) et Doré et al (2006) la hauteur du soja varie entre 30 cm à 150 cm. D'autre Le semis tardif a pu avoir un impact en diminuant la hauteur des plantes. En tout cas c'est ce que soutiennent Louis et al., (2015), en remarquant que pour les mêmes variétés semées à intervalle de 30 jours il y'avait une diminution de plus de 20 cm de la taille au niveau des plantes lors du dernier semis.

Les observations sur la verse ont montré que la plupart des variétés étudiées n'étaient pas sensibles à la verse. La remarque qui a été faite est que la seule variété TGX 2029-6 FZ a enregistré un score de verse élevé par rapport aux autres variétés. Elle faisait partie des variétés qui ont les plus grandes tailles avec une hauteur de 80,4cm. Ce qui fait dire qu'il existe une relation entre taille des plantes et sensibilité à la verse. Kato et al., (2019) ont montré que la sensibilité à la verse augmenterait avec la hauteur. Par ailleurs Roumet, (2010) soutient que les variétés déterminées de taille courte sont beaucoup plus résistantes à la verse que les variétés indéterminées qui ont tendance à avoir une taille beaucoup plus grande.

Le poids de 100 grains a varié de 12,023 à 14,756 grammes. Une différence non significative a été observée entre les variétés. Ces résultats ne sont pas similaires à ceux réalisés par Anonyme, (2017) au Congo avec des variétés qui présentent des poids de 100 graines variant entre 14,51 à 27,93. Ce paramètre nous renseigne exactement sur la capacité de la translocation des photosynthétats des sources vers les puits pour une variété donnée. En outre il faut préciser qu'à cause du semis un peu tardif, les variétés ont connu des périodes de sécheresse assez longue à partir du 70e JAS avant l'arrêt complète des pluies dans la zone. Ces périodes de sécheresse observée sont des étapes cruciales chez les plantes correspondant au début de la phase de remplissage des gousses. Ces périodes de sécheresse ont également eu un impact sur la qualité des graines et de facto une répercussion sur le poids des graines. Ces résultats diffèrent de ceux de Nzoue et al (2003) qui avaient des poids de 100 graines variant entre 17 et 22,5 gr. En

revanche ceux du Pan-African Soybean Variety Trials présentent des résultats plus faibles dont les poids varient entre 9,9 et 18,6 g.

En ce qui concerne les maladies et ravageurs hormis les corbeaux (ravageurs) qui ont représenté une menace pour la culture du soja, aucune variété n'a présenté des signes visibles de maladie à part la variété TGX 2092-4 FZ. La pustule bactérienne causée par *Xanthomonas axonopodis* pv *Glycines* est la maladie observée mais elle n'a pas eu un effet assez conséquent sur le rendement de TGX 2092-4 FZ.

Les rendements obtenus varient entre 341,6 kg/ha et 785 kg/ha. Ils sont faibles par rapport à la moyenne mondiale qui tourne autour de 3 000 kg/ha (IAEA, 2020). La photopériode, le pH du sol, les attaques des ravageurs, le génotype des variétés ont contribué à ces résultats mais aussi et surtout les périodes de sécheresse constatées en fin de cycle. En effet l'arrêt des pluies a coïncidé avec le stade reproductif. Ainsi les plantes soumises à la contrainte hydrique avortent de leurs gousses ou produisent tout simplement des graines de très mauvaise qualité. Ces résultats confirment ceux de Vidal et al., (1981) qui avaient observé le même phénomène d'avortement des gousses sur 15 variétés soumises à un stress hydrique pendant la phase de mise en place et de remplissage des gousses. Le pH (4,5) du sol dans la zone d'étude étant acide pourrait aussi contribuer à ces faibles rendements. L'optimum de pH du soja se situe entre 6,5 à 7,5 ce qui correspond à des pH beaucoup plus élevés que le pH du sol du site d'expérimentation. Selon Javaheri et Baudoin, (2001), bien que les cultivars de soja ne produisent jamais sur un sol acide autant que sur un sol sans contraintes d'acidité. Le soja doit une grande part de son importance à sa qualité de plante fixatrice d'azote.

Conclusion et Perspectives

Au cours de cette étude, il a été déterminé le niveau d'adaptation de quinze (15) variétés de soja (*Glycine max.* L.).

Les résultats ont montré, à l'exception de quelques variétés une tendance générale à la précocité et une tolérance à la verse. Du point de vue morphologique, toutes les variétés présentent un port dressé. La taille des plantes a varié de 41,8 à 96,9 cm. Les variétés TGX 2029-36 FZ et TGX 2029-25 FZ ont présenté les hauteurs les plus élevées. Pour la floraison et la maturité, la variété TGX 2030-1 GZ a été la plus précoce et les variétés TGX 2029-25 FZ et TGX 2029-36 FZ les plus tardives.

Toutes les lignées ont donné des rendements plus ou moins faible par rapport à la moyenne mondiale. Les plus performantes ont été, par ordre décroissant : TGX 2033-01 FZ, TGX 2090-9 FZ et TGX 2029-37 FZ, tous ayant atteint la barre des 700 kg/ha. Ces variétés pourraient être considérées comme les meilleures car présentent un faible niveau de verse et un taux de levée relativement élevé.

Concernant les problèmes phytosanitaires, exception faite de la variété TGX 2092-4 FZ qui a été affectée par la pustule bactérienne causée par *Xanthomonas axonopodis* pv *Glycines* toutes les autres variétés ont été indemnes de maladie.

Au vu de ces résultats, il serait judicieux :

- ✚ De procéder à des tests d'inoculation de ces variétés avec les souches de *Bradyrhizobium japonicum* pour comparer les rendements obtenus avec les témoins sans inoculation ;
- ✚ De reproduire l'expérience dans d'autres localités de la Casamance ;
- ✚ De réaliser des tests organoleptiques sur les différentes variétés pour celles qui conviendront les plus au goût des consommateurs du pays.

Références Bibliographiques

Aganze MV. 2014. Réponse de trois variétés de soja à l'inoculation par *Bradyrhizobium japonicum* sans limitation de phosphore et de Potassium à buhehe/birava en territoire de Kabare (République Démocratique du Congo). Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université Catholique de Bukavu (République Démocratique du Congo), 52 p.

ACIA. 1996. Document de biologie BIO1996-10. La biologie du *Glycine max* (L.) Merr. (Soja). Cahier parallèle à la Directive 94-08, *Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux.*

Anonyme, 2017. L'évaluation de la réponse de cinq variétés de soja à l'inoculum, université catholique de bakavu, Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome.

Anonyme 2, 1977 : République Française ministère de la coopération. Mémento de l'agronome. Nouvelle édition. Techniques rurales en Afrique. 1591.

Arné, F. 2002. Essai de comportement de neuf (9) variétés de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) dans les conditions de plaine semi-humide (Cul-de-Sac, Damien). Mémoire de fin d'études agronomiques non publié. FAMV/UEH. 29p.

B. Ugouag, F. Laytou, F. N. 1978. Influence de l'époque de semis sur la durée du cycle végétatif et sur le rendement en grains de quelques variétés de soja dans les conditions pédoclimatiques de la Mitidja. Retour Au Menu, 1–8.

Bonnemort, C., Ferre, S. et Storup, B. 2001. Soja biologique : organisation de la production agricole et des filières de transformation. *Agronomie*. **47** : 15- 17.

Cetiom. 2009. Les points-clés de la conduite du soja. Brochure. Cetiom (Ed). 6p.

Colot, C., & Louis, H. 2012. Les protéines de soja et leur utilisation en agroalimentaire.

<http://www.univ-rouen.fr/ABISS/L3CAB/soja/index.htm>

DasyIva.M., Ndour.N., Ndiaye.O., Sambou.B. 2017. Analyse de la flore, de la végétation ligneuse et des fonctions des vallées en zone péri-urbaine post-conflit (Ziguinchor, Sénégal). *International Journal Biological and Chemical Sciences*. 11(1): 360-377p

Delaveau, P. 2003. Voyage en botanique. Pharmathèmes Editions. ational de la recherche agronomique.

Demol J., Baudoin J.-P., Louant B. P., Maréchal Robert., Mergeai G., 2002. Amélioration des plantes : Application aux principales espèces cultivées en Afrique Tropicales (591).

Demol, J., Baudoin, J.-P., Louant,B.-P., Maréchal,R. et Mergeai, G. (2002). Amélioration des plantes application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Les Presses agronomiques de Gembloux. Louvain-la-Neuve par communication. (ed)

Doré, C., & Varoquaux, F. (2006). Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Paris : institut

FAO. 2011. Future Expansion of Soybean 2005-2014. Bureau Régional de la FAO pour l'Amérique latine et la zone caraïbe, Rome, Italie.

FAO. 2012. Dynamique du marché foncier en Amérique latine et Les Caraïbes. Concentration et étrangéisation. Avec Murmis M et Murmis MR, « Le cas de l'Argentine », pp. 1–42 ; Urioste M, « Le cas de la Bolivie », pp. 59-104 ; Wilkinson J, Reydon B, Di Sabbato A, « Le cas du Brésil », pp. 105-143 ; Galeano LA, "Le cas de Paraguay », p. 407–434 ; Piñeiro D, « Le cas de l'Uruguay », pp. 521–552

FAO. 2021. Perspectives de récolte et situation alimentaire #1, mars 2021. In 2020 Rapport mondial trimestriel (Ed.), Perspectives de récolte et situation alimentaire #1, mars 2021. <https://doi.org/10.4060/cb3672fr>

Felix, J. F., 2014. Phytotechnie des légumineuses. Cours à la FAMV.

Fredot, E. 2009. Connaissances des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique (Vol. 2). Lavoisier.

Gay, H. (2018). La culture et les usages du Soja. 309–324.

Gazzoni, D.L. 1995. Le soja dans les tropiques : Amélioration et production (Botanique) Collection FAO : Production végétale et protection des plantes n° 27-p.1-11. Rome

Gigandon, C., Jouffret, P., Gagnant, M., Jung, L., et Harel, N. (2005). Les points clés de la conduite du soja. *Cetiom février 2005*. 2-4. 21p.

Giller, K. E., 2001. Nitrogen fixation in tropical cropping systems. Second ed. CABI Publishing.

Glen L. Hartman & Ellen D. West & Theresa K. Herman. 2011

- Hymowitz, T. 2004.** Speciation and cytogenetics. In: Boerma HR, Specht JE (eds) Soybeans: Improvement, Production, and Uses. Agronomy Monographs, 3rd ed. No. 16, ASACSSA- SSSA, Madison, WI, pp 97–13
- Hymowitz, T et Shurtleff, W.R. 2005.** Debunking soybean myths and legends in the historical and popular literature. Crop Science, 45: 476 pp
- Karaboneye, F. 2013.** Caractérisation de l'efficacité symbiotique des lignées africaines de soja à haute promiscuité. Mémoire Master, Université Laval/Québec, inédit, 86 pp.
- Kato, S., Sayama, T., Taguchi-Shiobara, F., Kikuchi, A., Ishimoto, M., & Cober, E. 2019.** Effect of change from a determinate to a semi-determinate growth habit on the yield and lodging resistance of soybeans in the northeast region of Japan. Breeding Science, 69(1), 151–159. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.18112>
- Lecerf, J.-M. 1995.** L'intérêt nutritionnel du soja. Nutrition clinique et métabolisme (9), p. 137. doi :10.1016/S0985-0562(05)80091-3
- Lersten, R.F., Carlson. J.B. 2004.** Vegetative morphology. In: Boerma HR, Specht JE (eds) Soybeans: Improvement Production and Uses. 3rd edn. Agron Monogr 16. ASA, CSSA and SSSA, Madison WI, pp 15–96
- Louis, B. L., Laurent, K. K., Maurice, K. K., & Michel, M. K. 2015.** Influence du semis tardif sur la croissance et le rendement du soja (*Glycine max* Merrill) cultivé sous différents écartements à Lubumbashi , RD Congo [Influence of late sowing on growth and yield of Soybean (*Glycine max* Merrill) grown under 10 different s. International Journal of Innovation and Applied Studies, 12(1), 104– 109.
- Mako, F. ; N'Guessan C. et Kouahou F., 2010.** Evaluation de l'efficacité de l'inoculation des semences chez 11 génotypes de soja (*Glycine max* L. Merrill) en zone de savane de Côte d'Ivoire. Sciences et Nature Vol.7 N°1: 60 pp.
- Meier, U. 2001.** Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées. BBCH Monographie. 2^{ème} Édition. Centre Fédéral de Recherches Biologiques pour l'Agriculture et les Forêts. 166 p.
- Mouhouche, B. 2007.** Manuelle sur la conduite de la culture de soja *G. max* L. Merr. Réalisé pour la société AGRO INDUSTRIE ALGERIE.
- Ndabayi M. 2012. Réponse de trois variétés exotiques de Soja (*Glycine max*) à l'inoculation avec le *Rhizobium* sans limitation de phosphore et de potassium à Mudaka,

territoire de Kabare (République Démocratique du Congo). Mémoire de fin d'études, UCB/Bukavu, inédit : 45 p

New York et Genève, 2016

N'Zoué A, Kouame C, Mondeil F, N'Gbesso M. 2003. Analyse agro-morphologique de deux lignées de soja (*Glycine max* L. MERR), agronomie africaine, 15(3) : 93-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/aga.TGX.2092-4.FZi3.1632>

Palm, M., Monneret-Vautrin, D., Kanny, G., Denery-Papini, & Fremont, S. 1999. Food allergy to egg and soy lecithins. Allergy, 54(1116).

Pannizzi, M.C.C. et Mandarino, J.M.G. 1995. Le soja dans les tropiques : Amélioration et production (Le soja pour la consommation humaine : qualité nutritive, transformation et utilisation). Collection FAO : Production végétale et protection des plantes n°27. Rome, FAO : 41-63.

Roumet, P. 2010. La sélection du soja en France : Quels états des lieux. Innovations Agronomiques, 11, 175–186.

Sagna P., Yade M. & Sambou P.C., 2012. Migrations de l'équateur météorologique, fréquences de la mousson et importance des précipitations au Sénégal en 2008 et 2009. Annales de la faculté des lettres et sciences humaines N° 42/B -2012, Université Cheikh Anta Diop.

Simon, J-P. 2005. Plantes utilisées par l'Homme : *chapitre 11 les légumineuses*. Préparés pour le département de Sciences biologiques. Université de Montréal.

Singh, C. et Shivakumar, B.G., 2010. The role of soybean in agriculture: The soybean. Botany, production and uses. CABI. London, UK: 28 Pp.

Solanet, G., Levard, L., Castellanet, C., Feret, S. 2011. L'impact des importations européennes de soja sur le développement des pays producteurs du Sud. Paris ; Nogentsur-Marne: CFSI ; Gret. URL : <https://www.gret.org/wp-content/uploads/09708.pdf>

Soybean Innovation Lab. 2019. Pan-African Soybean Variety Trials. Figure 1, 1– 4.

Tefera, H. ; Kamara, A.Y. ; Asafo-Adjei, B. et Dashiell, K.E., 2009. Improvement in grain and fodder yields of early- maturing promiscuous soybean varieties in the Guinea savanna of Nigeria. Crop Science, 49: 2037 pp.

Toukara, A., Camara, B., Diédhiou, M.A.A., Ndiaye, A., Sow, F.B., Ngom, D., 2022. Performances agronomiques de la microdose sur le mil sanio (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br)

en Basse Casamance (Sénégal). Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture 2022 ; 5(3), 2-10

Verville, J. 2003. Les légumineuses. 18p. récupéré de http://www.mapageweb.umontreal.ca/bruneau/simon/chapitre11_legumineuses1

Victoire, A-M. 2014. Réponse de trois variétés de soja a l'inoculation par Bradyrhizobium japonicum sans limitation de phosphore et de Potassium à buhehe/birava en territoire de Kabare (République Démocratique du Congo). Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Université Catholique de Bukavu (République Démocratique du Congo), 4 p.

Vidal, A., Arnaudo, D., Arnoux, M., Blayac, H., Meynie, S., Claparede, L. 1981. La résistance à la sécheresse du soja I. - Influence d'un déficit hydrique sur la croissance et la production. Agronomie, 1981, 1 (4), pp.295-302. fahal-00884258f

([Www.africmemoire.com/read-levaluation-a-linoculum-908.html](http://www.africmemoire.com/read-levaluation-a-linoculum-908.html))

WWF, 2014. Le boum du soja L'essor du soja, impacts et solutions ; WWF. 2014. The growth of soy : Impacts and solutions. WWF International, Gland, Suisse. ISBN : 978-2-940443-79-6. <https://www.iaea.org>