



**UNIVERSITE PUBLIQUE DU CENTRE
(UPC)**

**FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
FSAA
Promotion 2015-2020**

Essai de deux types d'engrais chimiques (12-12-20), (46-0-0) et organique (fumier de bovin) sur la culture du maïs (*Zea mays L.*), var (*Tibourik*) dans la localité de Bas Papaye, 3^{ème} section communale Aguahédionde Rive Droite, commune de Hinche.

Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du grade licencié en agronomie

Willy PARFAIT

HINCHE-HAITI

Conseiller scientifique : Valdimir VINCENT, Doctorant

Option : Production Végétale (PV)

Juillet 2023

DEDICACES

Ce mémoire est dédié principalement à:

- La famille PARFAIT
- A tous ceux et toutes celles qui ont contribuées dans la réalisation de ce travail.

REMERCIEMENTS

Ce travail ne saurait réaliser sans l'appui et la collaboration d'un ensemble de personnes. Ainsi, je tiens à remercier :

- Dieu pour son amour envers moi en m'accordant la vie et le courage de mener à bien le travail ;
- Mon encadreur Valdimir VINCENT, Doctorant pour son dévouement et sa disponibilité, sont encouragement et ses remarques constructives ;
- Mes parents qui ont consenti d'énormes efforts incommensurables envers moi tout au long de mes études ;
- Mes frères et mes sœurs pour leurs soutiens et leurs aides ;
- Au comité scientifique de l'UPC pour ses remarques et ses conseils constructifs ;
- Mon professeur George. L DUGUÉ, Ing.-Agr, MSc pour son aide en matériels;
- Les membres du Jury pour leur présence, leur participation à l'évaluation et à la conclusion de ce travail ainsi que pour les remarques constructives afin d'améliorer le travail ;
- Le staff professoral de la Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation (FSAA) pour leurs contributions dans ma formation professionnelle ;
- Lovelie CHARLES, mon amie de cœur pour ses conseils ;
- Mon collègue Miphayol JEAN-BAPTISTE pour son soutien et son encouragement qui d'une façon ou d'une autre contribue grandement dans la réalisation de ce travail ;
- Ing. Agronome Eklesias NOVEMBRE, pour ses remarques et suggestions ;
- Mon collègue Jerson VIXAMA pour son aide ;
- Mon collègue Yveto PIERRE pour son aide ;
- Et enfin tous ceux et toutes celles qui ont contribué d'une manière ou d'une autre dans la réalisation de ce travail.

RÉSUMÉ

Le maïs est l'une des céréales les plus importantes pour la consommation humaine et animale dans le monde. En Haïti, il joue un rôle important dans l'alimentation des populations rurales et urbaines. En même temps, il fait face à des contraintes telles que l'infertilité des sols et les problèmes abiotiques, qui sont considérés comme des obstacles majeurs au développement de la culture. Partant de ce constat, l'objectif principal de ce travail consiste à essayer deux types d'engrais : chimique (12-12-20), (46-0-0) et organique (fumier de bovin) sur la culture du maïs (*Zea mays* L.) var dans la localité de Samana, 3^{ème} section communale Aguahédionde Rive Droite, commune de Hinche.

L'essai a été réalisé dans des parcelles orientées d'Est à Ouest. Un dispositif en blocs complets aléatoires (DBCA) a été adopté avec 4 répétitions, soit 16 parcelles, dont 4 parcelles témoins et 12 parcelles fertilisées. La surface totale était de 500 m², dont 320 m² de superficie emblavée. Deux variables ont été prises en compte : la variété et l'engrais. Les données collectées ont porté sur les paramètres agromorphologiques et ont été traitées à l'aide des logiciels Microsoft Excel (2010) et Infostat (2018). Un test d'ANOVA et de Tukey a été réalisé au seuil de 5% pour déceler les différences significatives entre les variables.

Les résultats ont montré que les engrais utilisés n'ont pas eu d'influence significative sur tous les paramètres mesurés. Cependant, les parcelles traitées avec l'engrais complet ont obtenu le meilleur rendement, c'est-à-dire (0,28 T/ha) avec une valeur $p = 0,0078$ selon le test ANOVA. Les parcelles témoins donnent un rendement de 0,24 T/ha. Les parcelles traitées avec du fumier de bovins présentent un rendement de 0,23 T/ha suivi des parcelles traitées avec l'urée, soit 0.21T/ha).

En outre, ils ont clairement montré que le meilleur rendement est obtenu en fonction de l'engrais appliqué et des itinéraires techniques adoptés. Il serait donc souhaitable de répéter l'essai dans la zone ou dans d'autres zones de la commune, surtout pendant la deuxième saison de l'année, voire sur plusieurs années, pour vérifier cette affirmation.

Mots clés : Fertilisation, Maïs, Production.

LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ANOVA	Analysis Of Variance
CIAT	Comité Interministériel d'Aménagement du Territoire
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNSA	Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire
CRDD	Centre Rural de Développement Durable
DARD	Division d'Analyse et de Recherche Démographie
DBCA	Dispositif en Bloc Complètement Aléatoire
FAES	Fonds Assistance Economique et sociale
FAMV	Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GRET	Groupe de Recherche et Echanges Technologies
Ha	Hectare
IHSI	Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique
Kg	Kilogramme
Km²	Kilomètre Carré
MARNDR	Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural
OGM	Organisme Génétiquement Modifié
ONG	Organisation Non Gouvernementale
P	Parcelle
P	Poids
PICV	Projet d'Intensification des Cultures Vivrières
TM	Tonne Métrique
USAID	United States Agency International Développement
UPO	Unité de Promotion des Oléagineuses

Table des matières

DEDICACES	iii
REMERCIEMENTS	iv
LISTE DES SIGLES, ACRONYMES ET ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURE	x
LISTE DES ANNEXES.....	xi
CHAPITRE I : INTRODUCTION.....	1
1.1.-Introduction	1
1.2.-Problématique.....	2
1.3.-Objectifs du travail	3
1.4.-Hypothèse du travail.....	3
1.5.-Intérêt de l'étude.....	4
1.6.-Limite de l'étude	4
CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	5
2.1.-Généralité sur le maïs	5
2.2.-Origine du maïs et zone de production.....	5
2.3.-Taxonomie.....	5
2.4.-Botanique	6
2.5.-Appareil végétatif du maïs	6
2.6.-Appareil reproducteur du maïs.....	6
2.7.-Phénologie de la culture	7
2.8.-Exigences écologiques	7
2.8.1.-Besoin en sol	7
2.8.2.-Besoin en eau	7

2.8.2.-Besoin en température.....	8
2.8.3.-Choix du sol	8
2.9.-Semis	8
2.10.-Conditions édaphoclimatiques du maïs.....	8
2.10.1.-Le climat	8
2.10.2.-La température	9
2.10.3.-La lumière	9
2.10.4.-L'altitude.....	9
2.10.5.-Le vent	9
2.10.6.-Le sol.....	9
2.11.1.-Choix de semence	10
2.11.2.-Préparation du sol	10
2.11.3.-Semis.....	10
2.11.4.-Irrigation et désherbage.....	10
2.12.-Entretien de la culture	11
2.13.-Récolte.....	11
2.14.-Ennemis du maïs	11
2.15.-Contraintes biotiques.....	11
2.15.1.-Adventices.....	11
2.15.2.-Insectes et rongeurs.....	11
2.15.3.-Maladies	12
2.16.-Contraintes abiotiques	12
2.17.-Engrais complet (12-12-20)	13
2.18.-Le fumier de bovin	13
CHAPITRE III : CADRE PHYSIQUE ET METHODOLOGIQUE	14

3.1.-CADRE PHYSIQUE.....	14
3.1.1.- Climat.....	14
3.1.2-Sols.....	15
3.1.3-Réseaux hydrographiques	15
3.1.5-Agriculture	16
3.1.1.6-Production animale	17
3.2.-MÉTHODES	17
3.2.1.-Matériels physiques	17
3.2.2.-Matériels chimiques et organique (fertilisants).....	17
3.1.5.-Matériel génétique	17
3.3.-Dispositif expérimentale	17
3.3.1-L'unité expérimentale	19
3.3.2.-Mise en place et conduite de la culture	19
3.3.3.-Collecte des données.....	21
3.4.-Méthode de collecte des données	21
3.4.1.-Détermination du taux de levée	21
3.4.2.-Détermination de la croissance en hauteur	21
3.4.3.-Détermination de la croissance en diamètre de la tige.....	22
3.4.4.-Détermination de la précocité à la floraison	22
3.4.5.-Détermination de tendance à la verse	22
3.4.6.-Hauteur insertion d'épis	22
3.4.7.-Longueur des épis	22
3.4.8.-Nombre d'épis par pied.....	22
3.4.8.-Nombre de rang par épi.....	22
3.4.9.-Nombre de grain moyen par rang	23

3.4.10.-Rendement moyen 1000 grains.....	23
3.4.11.-Rendement-grain par traitement	23
3.5.-Les observations et mesures effectuées.....	23
3.6.-Les logiciels faisant partie du traitement des données	23
4.1.-Resultats et discussion.....	24
4.1.1.-Taux de levée	24
4.1.2.-Hauteur des plantes au 20, 40, 60 ^{ème} jour	25
4.1.3.-Diamètre des plantes au 20, 40, et 60 ^{ème} jour.....	27
4.1.4.-Taux d'attaque des chenilles	29
4.1.5.-Floraison mâle.....	30
4.1.6.-Floraison femelle	31
4.1.7.-Verse racinaire	33
4.1.8.-Verse tige	34
4.1.9.-Plantes malades.....	35
4.1.10.-Hauteur insertion des épis.....	36
4.1.11.- Nombre d'épis par pied.....	38
4.1.12.-Longueur moyenne des épis a spathes	39
4.1.13.-Longueur épi sans spathes	40
4.1.14.-Nombre de grain moyen par épi.....	41
4.1.15.-Nombre de grain moyen par rang	42
4.1.16.-Nombre de rang moyen par épi.....	44
4.1.16.-Poids moyen mille grains.....	45
4.1.18.-Rendement en grain (T/ha)	46
4.2-. Effet des variables sur le rendement	48
4.2.1.- Corrélation entre le rendement et le taux de levée.....	48

4.2.2.-Corrélation entre le rendement et le taux d'attaque des chenilles	49
4.2.3.-Corrélation entre rendement et niveau de plantes malades.....	49
4.2.4.-Corrélation entre rendement et nombre rang par épi	49
4.2.4.-Corrélation entre rendement et nombre de grain par rang	49
4.2.5.-Corrélation entre rendement et nombre épi par pied	49
4.2.6.-Corrélation entre le rendement et le nombre de grains par épi	50
CHAPITRE 5: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	52
6-.Reference bibliographie	54
7-.ANNEXE	a

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classifications botanique du maïs.....	6
Tableau 2: Composition chimique du fumier de bovin	13
Tableau 3: Calendrier cultural de la zone	16
Tableau 4: ANOVA du taux de levée	25
Tableau 5: ANOVA de la hauteur des plantes.....	26
Tableau 6: ANOVA du diamètre des plantes	28
Tableau 7: ANOVA du taux d'attaque des chenilles	29
Tableau 8: ANOVA de la floraison mâle	30
Tableau 9: ANOVA de la floraison femelle	32
Tableau 10: ANOVA du taux de verse racinaire	33
Tableau 11: ANOVA du taux de casse tige	34
Tableau 12: ANOVA du taux de plantes malades	36
Tableau 13: ANOVA la hauteur moyenne insertion des épis.....	37
Tableau 14: ANOVA du nombre d'épi par pied.....	38
Tableau 15: ANOVA de la longueur des épis avec spathes.	39
Tableau 16: ANOVA de la longueur des épis sans spathe	40
Tableau 17: ANOVA du nombre de grain moyen des épis	42
Tableau 18: ANOVA du le nombre de grain moyen par rang.....	43
Tableau 19: ANOVA du nombre de rang moyen par épis.....	44
Tableau 20: ANOVA du poids moyen de mille grains.....	45
Tableau 21: Statistique descriptive du rendement (T/ha)	46
Tableau 22: ANOVA de la statistique descriptive du rendement (T/ha).....	47

LISTE DES FIGURE

Figure 1: Cartographie de la commune de Hinche	14
Figure 2 : Courbe ombrothermique de la commune de Hinche.....	15
Figure 3 : Plan du dispositif	18
Figure 4: Croquis de disposition des semences sur un billon	19
Figure 5: Taux de levé	24
Figure 6: Hauteur des plantes	26
Figure 7 : Diamètres des plantes.....	28
Figure 8: Attaque des chenilles.....	29
Figure 9: Floraison mâle	30
Figure 10: Floraison femelle	32
Figure 11: Verse racinaire.....	33
Figure 12: Verse tige.....	34
Figure 13: Plantes malades	35
Figure 14: Hauteur insertion des épis	37
Figure 15: Nombre d'épi par pied.....	38
Figure 16: Longueur des épis avec spathes.....	39
Figure 17: Longueur des épis sans spathe.....	40
Figure 18 : Nombre de grain moyen des épis	42
Figure 19 : Nombre de grain moyen par rang.....	43
Figure 20: Nombre de rang moyen par épis.....	44
Figure 21: Poids moyen mille grains	45

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Synoptique de la variété de maïs Tibourik cultivée dans la troisième section communale de Hinche.....	a
Annexe 2: Base de données de la pluviométrie de la commune de Hinche	a
Annexe 3: Resultat du teste de normalité de Shaporo-Wilks	b
Annexe 4: Résultat de l'analyse sol.....	b
Annexe 5 : Resultat des tests statistiques.....	b

CHAPITRE I : INTRODUCTION

1.1.-Introduction

Le maïs est une plante tropicale de la famille des Poacées, originaire des Amériques. C'est l'aliment de base historique des civilisations d'Amérique Centrale (Imane, 2017). Consommé dans le monde entier, c'est un trésor nutritionnel universel utilisé pour nourrir les animaux et consommé directement par les humains (Saintil et al., 2018). Compte tenu de ses caractéristiques organoleptiques, qui lui confèrent un avantage comparatif appréciable (Bolivar, 2000), c'est la céréale la plus produite au monde, avec 750,6 MT (Patricio, 2008). Grâce à sa forte teneur en glucides et en amidon, il constitue l'une des sources d'éléments essentiels à l'entretien du corps humain.

Aujourd'hui, le maïs est la première culture céréalière au monde, devant le riz et le blé (Imane, 2017). Récolté sous forme de grain ou de plante entière, il est largement utilisé pour l'alimentation humaine, animale et industrielle (Ibid.). Sa production s'est élevée à 843 millions de tonnes sur la période 2013-2014 (Yrvine, 2018). Selon la FAO (2016), la production mondiale annuelle est de 2,5 milliards de tonnes. Compte tenu des différents sous-produits obtenus à partir du maïs, celui-ci revêt une importance stratégique tant à l'étranger qu'en Haïti (Saintil et al., 2018). Il présente des avantages socio-économiques, nutritionnels, environnementaux et agronomiques intéressants.

En Haïti, le maïs est la principale culture pratiquée par les petits exploitants agricoles. Il joue un rôle important dans l'alimentation des populations rurales et urbaines (Saintil et al., 2018). En raison de son caractère sensible, il est nécessaire de développer et de promouvoir cette culture pour répondre aux besoins alimentaires d'Haïti et limiter les importations.

À Hinche, plus précisément dans la troisième section, le maïs est la principale culture en termes de surface cultivée. Il est cultivé pendant les deux saisons de l'année, occupant environ 70% de la surface céréalière à chaque saison. C'est l'aliment de base de la population de la région et la principale source de revenus des agriculteurs. Cependant, avec la baisse des rendements ces dernières années (de 625 kg/ha en 2013 à 165 kg/ha en 2015), cette culture est en voie de disparition dans la zone, non seulement en termes de superficie, mais aussi en termes de consommation par habitant (Saintil et al., 2018).

La situation n'est pas différente à Bas Papaye, où la baisse de rendement est en partie due à la faible teneur en éléments nutritifs du sol. Compte tenu de l'importance indéniable du maïs tant au niveau national que local, cette étude est nécessaire pour surmonter certaines contraintes à la production de maïs.

1.2.-Problématique

En Haïti, la production de maïs est relativement faible par rapport aux normes internationales (FAO/PAM, 2010). Sa production ne permet pas de répondre à la demande de la population locale. Pour compenser cette baisse de rendement, le pays est contraint d'importer environ 78 320 TM (Yvrine, 2018). En 2005, Haïti a importé 6 000 tonnes de maïs de la République dominicaine pour combler le déficit, car les besoins nationaux en maïs étaient de 247 000 tonnes, alors que la production était de 240 000 tonnes métriques selon la FAO, et que la République dominicaine a fait don de 1 000 tonnes métriques (FAO, 2005 ; cité par Jackson, 2015).

Pour la saison de printemps 2012, le volume de production de maïs à l'échelle nationale a été estimé à 151 139,24 tonnes métriques, selon la CNSA. Cependant, la productivité du maïs est limitée par des contraintes pédoclimatiques et techniques (Sedogo, 1993 ; Bado et al. 1997 et 2000 cité par Mahamadi, 2016).

Les contraintes pédoclimatiques peuvent être résumées par la dégradation et l'appauvrissement des sols, l'insuffisance et l'irrégularité des précipitations, l'abondance des adventices et des maladies, etc. Les contraintes techniques sont liées au coût élevé de l'acquisition des intrants d'une part, et aux difficultés d'adoption du savoir-faire technique d'autre part (Ibid.). Ces contraintes sont aggravées par la dégénérescence des variétés, le faible niveau d'intensification du système de production et le manque d'assistance technique, ce qui conduit à une gestion agronomique sous-optimale des cultures et à la perte progressive de la fertilité des sols (USAID-FEWS NET, 2005).

En outre, la fertilisation joue un rôle indéniable dans l'évolution des rendements des cultures. L'amélioration de la fertilité des sols par l'apport d'engrais minéraux ou organiques augmente l'efficacité de l'eau et les rendements des cultures (Sedego et al, 1997, cité par Alouidor, 2021). Ces derniers, qui sont des sources importantes de nutriments pour les plantes, sont très peu utilisés. Haïti est confronté à des pénuries alimentaires chroniques et le problème de l'infertilité des sols réduit la productivité des cultures.

D'autres problèmes mentionnés ci-dessus sont liés à la baisse des rendements du maïs, mais en ce qui concerne la fertilisation, le maïs a besoin d'un sol de bonne fertilité.

La commune de Hinche n'échappe pas à tous ces problèmes, car la consommation de céréales, et de maïs en particulier, est très faible. Selon une étude menée par Nadège Saintil et al (2018) dans la commune de Hinche, les rendements de maïs ont considérablement chuté depuis 1990. D'autres études ont confirmé que les rendements de maïs sont passés de 625 kg/ha en 2013 à 165 kg/ha en 2015, soit une baisse de 41,17%, ce qui pose des problèmes de consommation, de culture et de commercialisation. Les agriculteurs se plaignent de ne pas pouvoir satisfaire leurs besoins alimentaires quotidiens. Ils ont fait des efforts pour augmenter les rendements des cultures, mais malheureusement jusqu'à présent ils n'ont pas pu atteindre les résultats souhaités, car ils ont été laissés à eux-mêmes (Saintil et al., 2018).

Face à ces difficultés, les options d'amendement organique et minéral seraient une alternative. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude. La question de recherche est formulée comme suit : Parmi les trois engrais, lequel donnerait le meilleur rendement en maïs ?

1.3.-Objectifs du travail

L'objectif global de cette étude est d'essayer les différents types d'engrais chimiques et organique dans la culture du maïs (*Zea mays L.*), var (*Tibourik*) dans la localité de Samana, 3^{ème} section communale Aguahédionde Rive Droite, commune de Hinche. De manière spécifique, ce travail vise à :

- Etudier l'effet des traitements sur les paramètres agromorphologiques de la culture du maïs
- Comparer le rendement des traitements ;
- Développer un guide méthodologique pour la vulgarisation des techniques utilisées.

1.4.-Hypothèse du travail

- L'engrais complet (12-12-20) donnerait un rendement agronomique plus élevé que les deux autres.

1.5.-Intérêt de l'étude

L'étude revêt d'un double intérêt :

- Sur le plan académique, elle répond à l'exigence faite par la FSAA/UPC pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Agronome.
- Sur le plan scientifique, elle sera utile aux chercheurs en constituant une base de données.

1.6.-Limite de l'étude

Ce travail ne prend pas en compte des paramètres économiques comme par exemple la rentabilité économique des fertilisants, l'indice de la surface foliaire, l'absence des informations sur la variété est un facteur limitant. D'autre part, le fumier de bovin n'a pas été analysé au laboratoire et est collecté sur les parcelles où on fait le pâturage. Ce fumier se portait à l'hectare selon la dose prévue par la littérature pour le maïs.

CHAPITRE II : REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1.-Généralité sur le maïs

Le maïs (*Zea mays* L.) est une plante de la famille des graminées. Il tirerait son origine du téosinte par mutation et sélection naturelle sous l'effet de la sélection des premiers agriculteurs. La plupart des variétés modernes ont été obtenus à partir du matériel végétal mis au point dans le sud des Etats-Unis, au Mexique ou en Amérique Centrale (Yvrine, 2018). C'est une plante haute qui peut mesurer plus de 5 m de hauteur (Jackson, 2015).

2.2.-Origine du maïs et zone de production

Le maïs (*Zea mays*) est originaire d'Amérique Centrale tropicale (Mexique, Bolivie, Equateur, Pérou) (Anader, 2017). Il appartient à la tribu des Maydes, au règne des Plantae, au genre *Zea* et à l'espèce *Zea mays* (Bodoharisoa et al., 2009). La plupart des variétés modernes ont été obtenus à partir du matériel végétal mis au point dans le sud des Etats-Unis, au Mexique ou en Amérique Centrale (FAO, 1993). Les Etats-Unis, la Chine, le Brésil, et le Mexique représentent 70 pourcent de la production mondiale (USAID, 2014). Le maïs est une céréale de premier rang en Afrique de l'Ouest et Centrale, représentant un peu plus de 20 pourcent de la production alimentaire nationale du continent (Ibid). En Afrique Subsaharienne, le maïs est la plupart du temps cultivé par de petits exploitants agricoles, généralement comme culture vivrière dans le cadre d'un système agricole mixte (Smale et al., 2011).

2.3.-Taxonomie

Sur le plan taxonomique, cette espèce est le prototype du genre *Zea mays* qui a été identifié par Linné en 1753. Son génome comprend 10 paires de chromosomes. Ces variétés sont traditionnellement regroupées en sept types selon les particularités de l'albumen des caryopses et la morphologie de l'épi femelle. (Ten Hoopen et Maïga, 2012). Le tableau 1 présente la classification du maïs selon Carl Von Linné.

Tableau 1: Classifications botanique du maïs

Règne	Plantes (Plantae)
Sous-règne	Trachéophytes (Tracheobionta)
Division	Angiospermes (Magnoliophyta)
Classe	Monocotylédones (Liliopsida)
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Poacées (Poaceae)
Sous-famille	Panicoideae
Tribu	Maydeae
Genre	<i>Zea</i>
Espèce	<i>Zea mays</i>

Source : *www.classification botanique du maïs*

2.4.-Botanique

Sur le plan botanique, le maïs est une plante complète, car il possède et l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur.

2.5.-Appareil végétatif du maïs

Le nombre de feuilles visibles permet de reconnaître les stades végétatifs du maïs (Yrvine, 2018). Cette phase de développement de la plante se termine lorsque 12 à 14 feuilles sont visibles à l'extérieur. Le maïs est alors une plante qui peut mesurer plus de 5 mètre de hauteur selon les variétés, les hybrides et les conditions de croissance (FAO, 1993). Deux à huit semaines peuvent s'écouler depuis le semis jusqu'à la fin de cette phase selon la précocité des hybrides et des conditions climatiques.

2.6.-Appareil reproducteur du maïs

Cette phase est caractérisée par trois principaux phénomènes : l'émission de la panicule, appelée floraison mâle, suivie d'une émission d'épis et de soies, dite floraison femelle, et le remplissage des grains formés. Donc, après la sortie de la dernière feuille, s'initie la panicule à l'extrémité de la tige par le bourgeon terminal. C'est la floraison mâle. Un nombre variable de rangées de grains qui fournissent entre 300 et 1000 grains pesant 190 à 300 g par 1000 grains se forment sur

les épis (Alphonse, 2014). Chaque grain est composé d'un germe (embryon + cotylédon), d'un albumen et d'un péricarpe (CTA/ISF, 2012 cité par Yrvine, 2018). Les grains représentent environ 42% du poids sec de la plante et leur poids dépend des facteurs génétiques, environnementaux et agronomiques (Alphonse, 2014).

2.7.-Phénologie de la culture

Le maïs, ainsi que d'autres graminées tropicales (la canne à sucre ou le sorgho), fait partie des plantes dites en « C4 ». Ces plantes réalisent leur photosynthèse d'une façon plus efficace que ne le font les autres plantes dites « en C3 ». Selon diverses études, le rendement de la photosynthèse (transformation du CO₂ en matière organique) chez le maïs est de l'ordre de 5 à 6 % dans les meilleures conditions expérimentales. Le rendement pratique dépend des conditions climatiques, de l'ensoleillement et de la température (en supposant que la nutrition de la plante en eau, azote... ne soit pas un facteur limitant) et de l'indice foliaire. Cet indice qui correspond au rapport de la surface des feuilles à celle du sol traduit la capacité de la plante d'intercepter le rayonnement lumineux. En conséquence, le maïs est capable d'accumuler 600 kg de matière sèche par hectare par jour, cette production représente en rendement 2 t/ha de maïs grain. (Saintil et al, 2018)

2.8.-Exigences écologiques

Selon le besoin de la culture de maïs, on trouve :

2.8.1.-Besoin en sol

Le type de sol est un facteur très important pour la culture du maïs. Le maïs s'adapte mieux dans les sols à forte teneur en matière organique (Rouanet, 1997). Le maïs préfère les sols à structure légère du type décru (baiboho) et volcanique (MAEP/UPDR, 2004). En effet, la matière organique joue un rôle primordial dans la nutrition du maïs, en améliorant la qualité physique du sol, la capacité de rétention en eau du sol et le développement de la vie microbienne. Par contre, les sols acides ou salés limitent fortement la croissance et le rendement du maïs.

2.8.2.-Besoin en eau

Le maïs est une plante exigeante en eau avec une capacité photosynthétique très élevée. Une diminution de l'alimentation hydrique provoque une chute de la photosynthèse (Katerji et Bethenod, 1997). Un cumul de 500 mm d'eau bien répartie suffit pour un maïs de 90 jours en zone Guinéenne alors que ces besoins en eau peuvent dépasser 900 mm en zone soudanienne

pour un maïs de 120 jours (Rouanet, 1997). Ses besoins en eau, pendant son cycle végétatif qui dure en moyenne 120 jours, sont d'environ 600 mm (MAEP/UPDR, 2004).

2.8.2.-Besoin en température

Le maïs pousse bien dans la zone tropicale chaude. Donc, la chaleur est d'une importance capitale car elle règle le rythme de développement des plantes. Il a des exigences en température assez importantes à la germination. Ainsi, les optimums sont de l'ordre de 25°C. Cependant la germination n'est possible que lorsque les températures sont en dessous de 10°C (Memento de l'Agronome, 2002).

2.8.3.-Choix du sol

Le maïs pousse bien dans les sols noirs et riches en matières organiques et en éléments nutritifs. Dans les sols compacts, les racines ne peuvent pas se développer normalement. Il faut également éviter les sols marécageux où l'eau stagne car l'eau stagnante entraîne la mort des plantes par asphyxie. En résumé, le terrain à choisir ne doit pas présenter une forte pente, doit être profond, bien drainé, et riche en matière organique (Saintil et al, 2018).

2.9.-Semis

Il est primordial de semer dans des conditions optimales d'humidité et surtout de températures du sol ($> 10^{\circ}\text{C}$), de manière à assurer une levée rapide et régulière des graines. Si les conditions ne sont pas favorables (sol froid et excessivement humide), il vaut mieux retarder la date de semis. Le semis s'effectue en moyenne, début mars pour les variétés précoces (indice 280 à 350) en zone Nord et mi-avril pour les variétés plus tardives (indice 400 à 500). La densité de semis varie selon la variété et les conditions de culture.

2.10.-Conditions édaphoclimatiques du maïs

Les conditions édaphoclimatiques comprennent :

2.10.1.- Climat

Le climat tropical haïtien est caractérisé par la présence de deux saisons agricole, l'hiver et l'été ; ces dernières sont plus connues sous les noms de saison des pluies et de saison sèche (GRET et FAMV, 1990 ; Florian, 2009). La saison des pluies s'étend d'avril à juin et d'octobre à novembre. Cette dernière se coïncide avec les périodes des grandes cultures. Certaines années, cela peut se traduire par de très faibles rendements enregistrés à cause d'une arrivée tardive des pluies

(FAO/PAM, 2005). Par conséquent, la production du maïs est principalement et fortement influencée par la quantité et la répartition des précipitations (GRET et FAMV, 1990 ; Florian, 2009).

2.10.2.-Température

Le maïs présente une grande sensibilité face à la température. Sous les climats tropicaux, pour qu'il y ait une croissance normale, la température optimale doit être située entre 25 °C et 35 °C. Toute température diurne comprise entre 36 °C et 45 °C et toute température nocturne en dessous de 130 °C nuisent à la fécondation et font chuter les rendements. Le maïs est une plante thermophile, le zéro de végétation du maïs est de 10 °C (Jackson, 2015)

2.10.3.-Lumière

La croissance normale du maïs (*Zea mays*) exige beaucoup de lumière. C'est une espèce héliophile qui peut utiliser efficacement de fortes intensités lumineuses. La longueur du jour et la quantité de lumière déterminent la durée du cycle végétatif. Les intensités lumineuses trop faibles privilégient la croissance en longueur sur la croissance en épaisseur et cela ne sera pas sans effet sur la croissance, le développement et le remplissage des grains (Pierre, 1999).

2.10.4.-Altitude

Le maïs se cultive du niveau de la mer à la haute altitude c'est-à-dire jusqu'à 4000 m, mais l'altitude influe sur la durée du cycle de culture. Elle ne doit pas dépasser 1800 m afin de rester dans la durée de cycle acceptable (3-5) mois. Car à partir de cette altitude la baisse de la température et la gelée affectent le cycle cultural de la plante (Pierre, 1999).

2.10.5.-Vent

C'est un facteur négatif pour la culture du maïs. La taille et la largeur des feuilles du maïs, le rend sensible aux vents. La pollinisation du maïs étant croisée à 90% et anémophile, le vent doux la favorise tandis que le vent violent non seulement favorise le transport de peste et de pollen sur de grandes distances 200 à 300 km mais encore provoque la verse (Marty, 1992 ; Pierre, 1999).

2.10.6.-Le sol

Le maïs aime les sols profonds, meubles, frais, assez légers et bien drainés, fertiles et riches en matière organique. Le maïs n'aime pas les sols acides, salés et gorgés d'eau. Il préfère les sols à texture intermédiaire : sablonneux, sablo-argileux à argilo-sableux. Les meilleurs rendements

sont obtenus dans les sols alluvionnaires plats, à faible acidité. L'apport d'engrais approprié dans des sols ayant un pH allant de 6-7 facilite le développement de la plante. Les sols alcalins à pH 8.5 ne sont recommandés (Jackson, 2015).

2.11.1.-Choix de semence

Le maïs peut être produite en toute saison mais le choix de la période de production est important afin d'éviter une réduction important de rendement. Le choix de la variété de maïs se fait en fonction de la zone de production, du niveau de technicité du producteur et de la demande du marché en maïs. Les variétés de maïs sont classées suivant la durée de leur cycle végétatif d'une part, les caractères de leurs grains d'autre part (couleur, forme) (Anader, 2017).

2.11.2.-Préparation du sol

La mise en place de la culture se débute généralement par une bonne préparation du sol. Le sol doit être suffisamment profond, homogène et bien aéré. Il faut semer après un labour, permettant l'amélioration structurale du sol, la destruction des adventices etc. (Agriconote, 2017).

2.11.3.-Semis

Le semis peut se faire de deux façons soit manuel ou mécanisé. Le semis mécanique se fait en utilisant un semoir de 5 à 6 grains par mètre linéaire. Le semis entraîne l'utilisation de 15 à 25 kilogrammes de semences à l'hectare. Il se fait généralement en ligne sur des billons ou à plat à environ 3 à 4 cm de profondeur. Une distance de plantation de 0,80 m entre les lignes et 0,50 m entre les poquets est généralement recommandée. Il est important de respecter les dates de semis qui se situent au commencement des saisons de pluie pour que la culture puisse bénéficier d'une bonne pluviométrie et un bon ensoleillement pendant la croissance (CTA/ISF, 2012 cité par Yvrine, 2018).

2.11.4.-Irrigation et désherbage

Il est nécessaire de lutter contre les mauvaises herbes pour éviter les concurrences (alimentation, lumière, eau, les insectes et les maladies). Le désherbage peut se faire manuellement ou mécaniquement. Il doit se faire entre 15ème et 21ème jour après le semis. Le deuxième sarclage intervient entre 30ème et le 45ème jour après semis. Si les deux premiers sarclages sont bien exécutés avec une densité adéquate, le troisième sarclage s'avère inutile. Le désherbage chimique doit se faire sur un sol propre après le semis, le jour ou le lendemain du semis lorsqu'il

s'agit d'herbicide de prélevée Bellater (4l/ha) ou Primagram (4l/ha) et 15 jours après le semis pour les herbicides post levée comme Herbextra (2 l/ha), Herbigro (2 l/ha) etc.

2.12.-Entretien de la culture

En plein champ, les besoins en eau du maïs sont très importants après le semis pour assurer une homogénéité dans la levée. L'irrigation est aussi importante au moment de la floraison et pendant la formation des épis pour assurer le développement et la qualité des grains. L'irrigation peut ne se fait par goutte-à-goutte, par aspersion et par voie gravitaire (Leverrier, 2009). Le désherbage est nécessaire pour favoriser une meilleure croissance de la plante en limitant la compétition avec les mauvaises herbes.

2.13.-Récolte

Les épis arrivent généralement à maturité 35^{ème} jours après la floraison femelle et la récolte peut commencer (Mahamadi, 2016).

2.14.-Ennemis du maïs

Les contraintes liées à la culture du maïs sont d'ordres biotiques et abiotiques.

2.15.-Contraintes biotiques

Les contraintes biotiques du maïs comprennent :

2.15.1.-Adventices

Les mauvaises herbes font partie des principaux facteurs qui occasionnent des pertes énormes de rendements du maïs. Les principaux adventices rencontrés chez le maïs sont : *Striga hermontica*, *Borrerias tachydea*, *Andropogon pseudapricus*, *Digitaria horizontalis*, *Cyperus amabilis*, *Mariscus squarosus*, *Bulbostylis barbata*, *Mitracarpus villosus* et *Fimbristylis hispidalus* (Fall et Lo, 2009, cités par Mballo, 2017). Donc, il est important de les maîtriser afin d'avoir un bon rendement.

2.15.2.-Insectes et rongeurs

Les principaux insectes nuisibles qui limitent la production du maïs sont : *Sesamia calamistis*, *Ostrinia nubilalis*, *Macrotermes subhyalinus*, *Cicadulina* spp, *Rhaphalosiphum maidis* et la chenille légionnaire d'automne (*Spodoptera frugiperda*). La chenille légionnaire a été détectée pour la première fois en 2016 en Afrique centrale et occidentale sur le maïs. Selon la FAO, elle est

originaires des régions tropicales et subtropicales des Amériques (FAO, 2017). C'est le stade larvaire de l'insecte, c'est-à-dire la chenille qui cause des dégâts.

2.15.3.-Maladies

La culture du maïs est confrontée à de nombreuses maladies dont les principales

Sont :

- Le charbon commun du maïs : C'est une maladie causée par un champignon de la classe des basidiomycètes,
- Ustilago maydis : Son développement est favorisé par une température allant de 26 à 34 °C et une humidité relative faible.
- La rouille commune du maïs : C'est une maladie fongique mais causée par Puccinia sorghi. Son développement est favorisé par des températures de l'ordre de 17 à 23 °C et une humidité relative de 100%.
- Helminthosporiose : C'est une maladie dont l'agent causal est le champignon Helminthosporium turcicum. Une température allant de 17 à 27 °C et une humidité relative allant de 90 à 100% est favorable à son développement.
- Cercosporiose : Encore appelée maladie des tâches grises, est une maladie fongique foliaire causée par Cercospora Zea maydis.
- Anthracnose : C'est une maladie dont l'agent causal est le champignon Colletotrichum graminicola, du groupe des ascomycètes. Un climat chaud, humide et pluvieux favorise l'extension de cette maladie.
- Le mildiou : C'est une maladie fongique causée par Peronosclerospora sorghi. Son développement est favorisé par des températures allant de 11 à 32 °C, par des temps pluvieux et des inondations. (Yvrine, 2018)
- Le maïze mosaic virus (MMV) : Les feuilles portent des larges stries chlorotiques qui par la suite se nécrosent les jeunes plantes sont bien plus sensibles et ont une croissance réduite. Cette réduction de croissance n'est pas observée sur les plantes adultes. Le MMV est transmis par le Peregrinus maydis (Jackson, 2014).

2.16.-Contraintes abiotiques

Ce sont les contraintes pédoclimatiques telles que le déficit pluviométrique, la pauvreté des sols et les contraintes socio-économiques telles que la pauvreté des populations, la faible technicité

des producteurs. Selon (Mballo 2017 ; M. Cheikh Ahmadou Bamba, 2018) les sols ferrugineux lessivés du Sénégal présentent des teneurs en K₂O, P₂O₅ et soufre relativement faibles. Ces éléments sont importants dans l'augmentation de rendement du maïs car les faibles rendements sont entraînés par un faible niveau de fertilité du sol.

2.17.-Engrais complet (12-12-20)

Les engrais chimiques produits industriellement contiennent une quantité minimale garantie d'éléments nutritifs, et elle est indiquée sur le sac. A titre d'exemple, la formule 12-12-20 indique la proportion d'azote (N), de phosphore (P) et de potassium (K) présente dans l'engrais, soit 12 % de N, 12 % de P₂O₅ et 20 % de K₂O (100 kg d'engrais complet 12-12-20 contient 20 kg d'azote, 12 kg de phosphore et 20 kg de potassium (Parent, 2013).

2.18.-Le fumier de bovin

Le fumier de bovin est un produit relativement mature. L'azote contenu dans le fumier n'est pas disponible dans l'immédiat pour la plante. Il est progressivement libéré en petites quantités par minéralisation biologique après un à trois mois (Deblay, 2006). Cette matière organique a un effet à long terme sur la fertilité du sol.

Tableau 2: Composition chimique du fumier de bovin

Fertilisant	C/N	N (kg/T)	P₂O₅ (Kg/T)	K₂O (Kg/T)
Fumier de bovins	14 à 18	6	3.8	8.9

Source : Hallouin, 2013

2.19.-Urée (46-0-0)

Urée, 46-0-0 avec 46% d'azote sous forme ammoniacale, est l'engrais sec le plus riche en azote et il est complètement soluble dans l'eau. Il agit moins rapidement que les nitrates et son effet dure plus longtemps. L'hydrolyse de l'urée dépend de la température du sol. Elle ne nécessite que trois à cinq jours en sol froid, tant que quelques heures suffisent en sol réchauffé. Son application est recommandée avant une pluie et il doit être enfoui afin d'éviter d'éventuelles pertes par volatilisation (Ziadi, 2007). Il est composé de 46% d'azote sous forme ammoniacale.

CHAPITRE III : CADRE PHYSIQUE ET METHODOLOGIQUE

3.1.-CADRE PHYSIQUE

La Commune de Hinche est située dans le département du Centre dont elle est le chef-lieu. Elle est située à 116 kilomètres de Port-au-Prince, la capitale d'Haïti, à une altitude moyenne de 450 mètres. Elle comprend quatre (4) sections communales : Juanaria, Marmont, 3^{ème} Aguahedionde et 4^{ème} Aguahedionde. Sa population est estimée à 771 264 habitants, dont 355 082 en milieu rural et 416 182 en milieu urbain (IHSI, 2009).

La 3^{ème} section d'Aguahedionde compte une population de 21 000 habitants répartis dans 53 localités et 93 habitations (Ibid.). Elle est limitée au nord par la section Rang, au Sud par la section Marmont, à l'Est par la section Matelgate et à l'Ouest par la 4^{ème} Aguahedionde. La figure 1 présente la carte de la commune de Hinche.

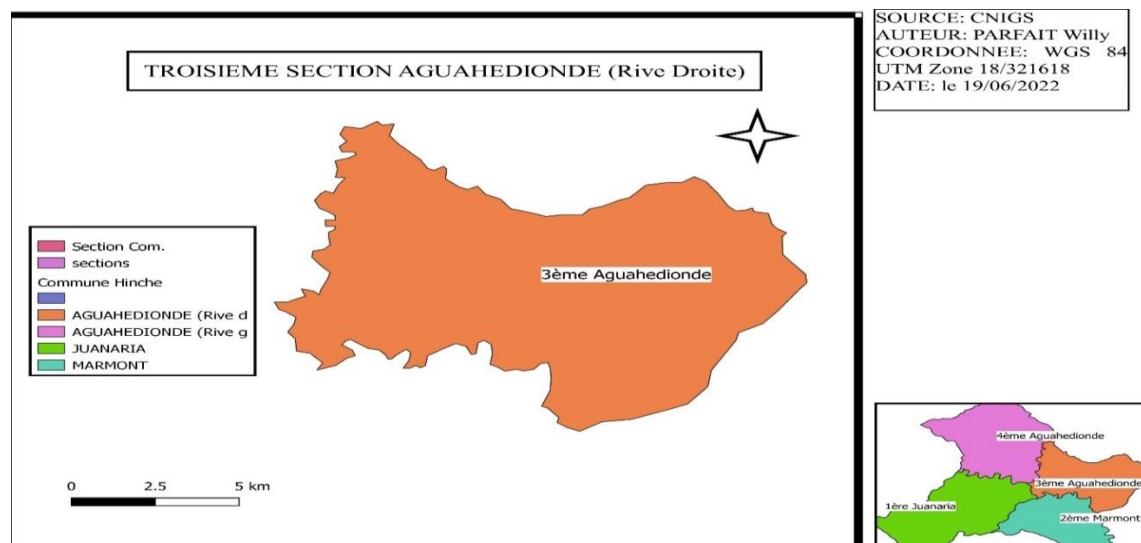


Figure 1: Cartographie de la commune de Hinche, Source : Parfait Willy (2022)

3.1.1.- Climat

Le climat de Hinche se caractérise par une alternance de saisons sèches et de saisons des pluies. La saison sèche s'étend en moyenne de novembre à mars, tandis que la saison des pluies est caractérisée par de fortes précipitations d'avril à octobre. Hinche a un climat de savane avec un hiver sec (AW) selon la classification de Koppén-Geiger (<http://fr.climate-data.org>). Les précipitations annuelles moyennes sont de 786 mm. Les températures relevées indiquent une

moyenne de 25,5°C, avec une température maximale de 31°C et une température minimale de 20°C. La figure 3 montre la courbe ombrothermique de la commune pour l'année 2014 (Novembre, 2021).

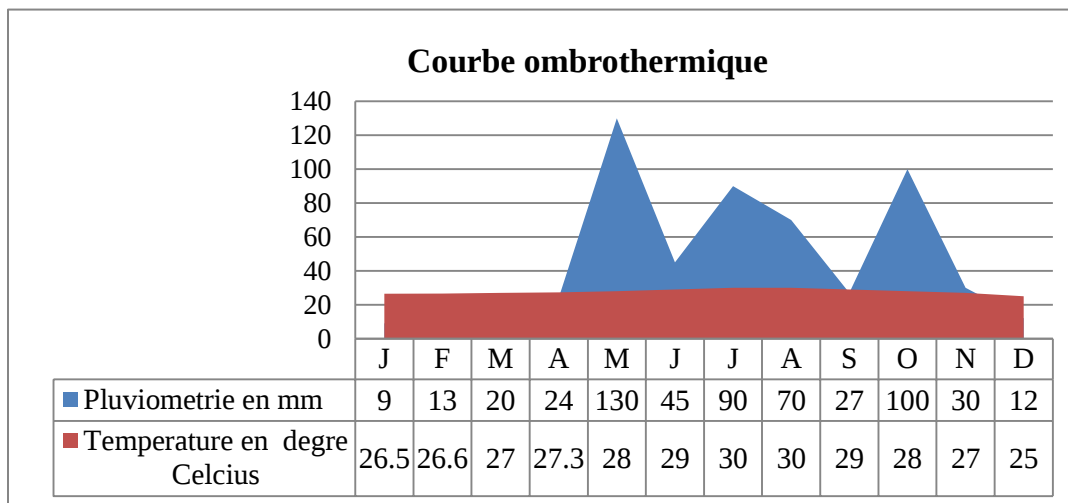


Figure 2 : Courbe ombrothermique de la commune de Hinche, Source : Saintil et al.,2018

3.1.2-Sols

Les sols de la commune de Hinche sont en grande partie de type alluvionnaire. Ils sont très profonds et de texture argileuse, sablo-limoneux ou limono-sableux et de pH plus ou moins neutre dans certaines zones et alcalins dans d'autres zones. En ce qui a trait à la fertilité des sols, elle varie d'une zone à d'autre (Plan de Développement Communal de Hinche, 2007).

3.1.3-Réseaux hydrographiques

La commune présente un bon réseau hydrographique totalisant cinq (5) importantes rivières qui la parcourent comme des serpentins. La principale rivière est le Guayamouc qui reçoit les eaux des affluents, Canot, Bouyaha, Samana, Hinquitte, Rio Frio, etc. Ces rivières sont alimentées par des ravines permanentes ou saisonnières ou des cours d'eau plus ou moins importants et une multitude de sources distribuées sur toute la commune. Ces rivières forment des vallées encaissées où se développe une formation alluviale pliocénique, relativement profonde. Du fait que ces vallées sont plus profondes que la base du Plateau, celle-ci présente un paysage d'un aspect aride et semi- désertique (Plan de Développement Communal de Hinche, 2007).

3.1.4-La couverture végétale

Dans la commune, la couverture végétale n'est pas uniforme. La strate arborée est différente au niveau des habitations. Dans la commune en générale la déforestation est forte en raison de la coupe anarchique des arbres pour la production du charbon de bois. Les espèces telles que manguier, avocatier, citrus, dominant en grande partie ces habitations. La couverture Végétale de la commune est composée d'espèces fruitières, forestières et arbustives. Certaines sont d'origine locale, d'autres sont d'origine exotique (Plan de Développement de la Communal de Hinche, 2007).

3.1.5-Agriculture

L'agriculture dans la commune est l'activité dominante de la paysannerie. Elle occupe près de 90% de la population totale. L'agriculture de la zone est une agriculture de subsistance dont les systèmes de production visent, avant tout, à assurer l'autoconsommation de la famille. Les associations des cultures sont t les plus dominantes de la zone. Les associations varient avec la saison, le relief, l'aire agro-écologique et les espèces cultivées. Le tableau 4 présente le calendrier cultural de la zone (Plan de Développement de la Commune de Hinche, 2007).

Tableau 3: Calendrier cultural de la zone

Espèces	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Maïs												
Haricot												
Manioc												
Patate d.												
Vigna												
Sésame												
Arachide												
Pois C.												

Source : Enquête semi-structurée

3.1.1.6-Production animale

La commune est réputée comme une région d'élevage à cause de la vocation pastorale des savanes, de vastes étendues de terre où pousse l'herbe Madan Michel qui sert d'alimentation pour le bétail. Les espèces élevées sont principalement : les bovins, les caprins, les porcins, les équidés et les volailles (Plan de Développement Communal de Hinche, 2007).

3.2.-MÉTHODES

Présentation des matériels et méthodes.

3.2.1.-Matériels physiques

Nous avons utilisé des matériels physiques tels que : plume, cahier de note, crayon pour la notation des informations, houe, pioche, machette, ruban métrique etc.

3.2.2.-Matériels chimiques et organique (fertilisants)

Dans la réalisation de cette expérience, plusieurs types de fertilisants ont été utilisés tels que :

- L'engrais minéral (12-12-20) à la dose de 1017,7 g
- L'engrais urée (46-0-0) à la dose de 569,47g
- Fumier de bovins, soit 134, kg ou 134 400g

Le fumier de bovin n'a pas été analysé au laboratoire et est apporté selon la dose mentionnée dans la littérature du maïs. Selon la littérature, on peut l'apporter soit 30 à 40 ou 20 à 50 tonnes/ha. Il a été apporté en faisant la moyenne.

3.1.5.-Matériel génétique

Le matériel génétique qui a été utilisé est la semence de maïs locale : la variété Tibourik habituellement utilisé dans la zone.

3.3.-Dispositif expérimentale

Le dispositif DBCA a été adopté. C'est un dispositif en blocs complets aléatoires. L'essai a été constitué de 4 blocs orientés de l'Est vers l'Ouest avec chacun 4 parcelles élémentaires de 3 mètres de longueur et de 3.20 mètres de largeur. La distance entre les blocs étant 1.5 m. L'unité expérimentale a donc eu une superficie de 9.6 m². Chaque parcelle élémentaire a été constituée

de 4 billons espacés de 0.8 m du billon voisin. La distance entre les répétitions a été de 1.5 mètres alors qu'une distance d'1 mètre sépare les parcelles de bordures des parcelles utiles. L'expérimentation a été donc réalisée sur une superficie totale de 500 m² soit une largeur de 20 mètres et une longueur 25 mètres dont la surface utile était de 320m². Chaque bloc renferme 4 traitements, et tous les traitements ont été répartis dans chaque bloc, comme représenté dans la figure ci-après. Une plaquette a indiqué chaque traitement au niveau de chaque parcelle élémentaire, de même pour les blocs. Le semis a été fait dans des poquets à partir de 1/3 de la base de chaque billon. Chaque poquet a contenu deux semences et a été espacé sur un même billon de 20 cm du poquet voisin suivi d'un démariage après la levée en laissant un pied par poquet.

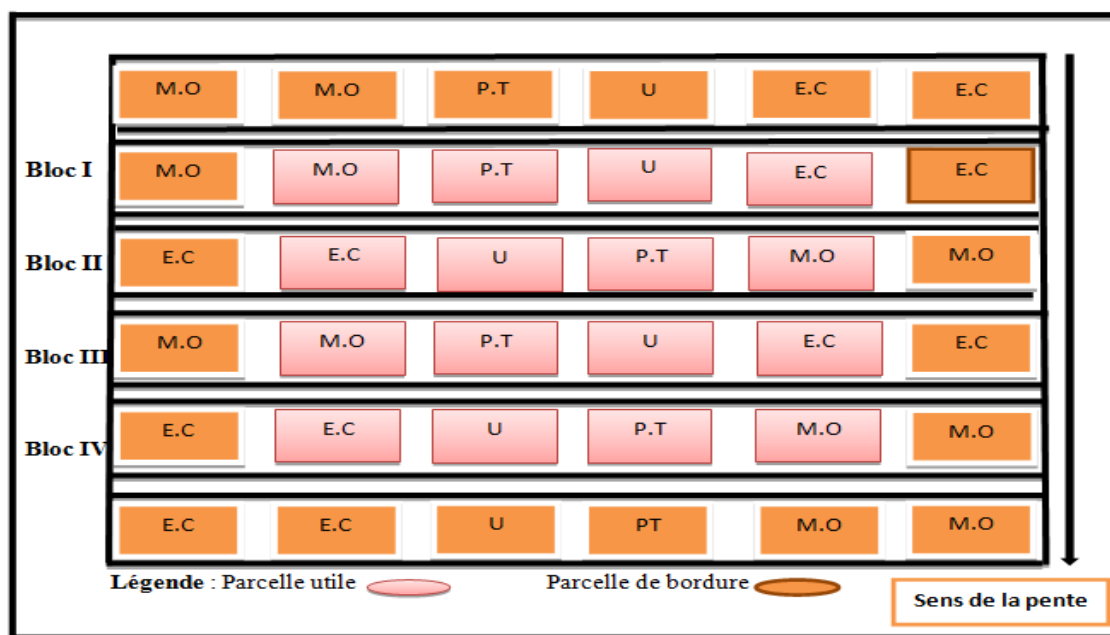


Figure 3 : Plan du dispositif

Signification des lettres : M.O: Matière Organique. P.T : Parcelle Témoin. E.C : Engrais Complet. U : Urée.

3.3.1-L'unité expérimentale

Chaque unité expérimentale a été constituée de 4 billons de 3 m de longueur. La distance entre deux billons est de 0,8m et celui des poquets 0.2 m. Chaque bloc ainsi que chaque parcelle élémentaire a été identifié à l'aide d'une plaquette portant le numéro de chaque bloc et chaque traitement au sein de chaque bloc a été identifié. Dix (10) échantillons ont été choisis au hasard pour la prise des mesures dans chaque unité. Le nombre d'unité pour cet essai est de 16. La figure ci-dessous présente la disposition des semences sur les billons.

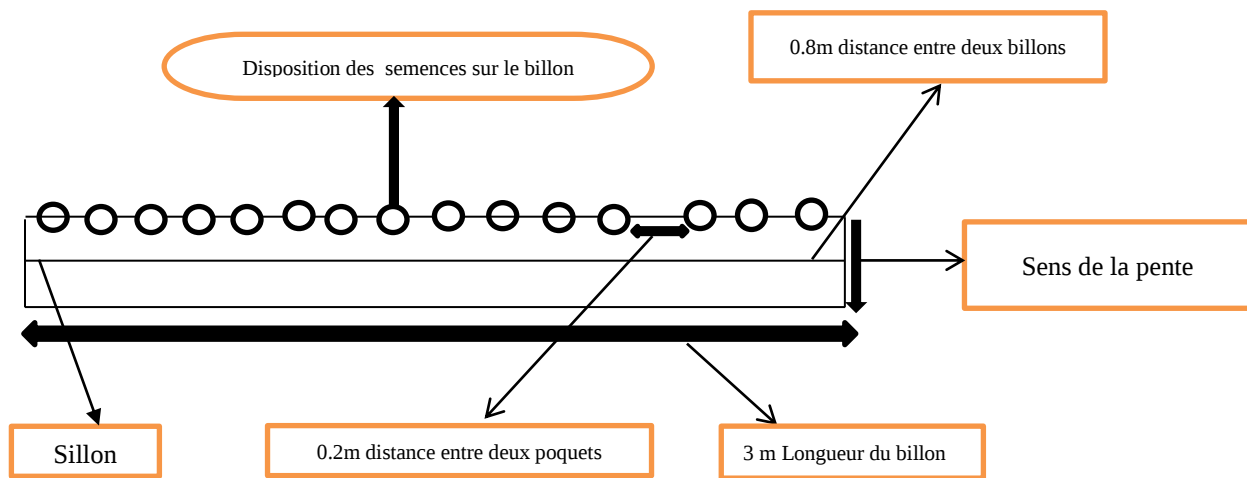


Figure 4: Croquis de disposition des semences sur un billon

3.3.2.-Mise en place et conduite de la culture

Pour la mise en place en place de cet essai, ces procédés ci-dessous ont été pris en compte

- Prélèvement d'un échantillon de sol ;
- Préparation du sol
- Amendement organique et chimique;
- Plantation ;
- Désherbage ;
- Fertilisation ;
- Lutte phytosanitaire
- Récolte etc.

L'essai a été installé suivant un dispositif en bloc complet aléatoire. Les traitements, en quatre répétitions, consistaient en un seul génotype de maïs local (Tibourik) et trois moments d'apport de NPK (engrais complet), trois moments d'apport d'urée (46-0-0) et un moment d'apport du fumier de bovin au moment de l'érection des billons qui ont été à un témoin sans engrais minéral et fumier de bovin. Avant la mise en place de cette expérience, un prélèvement a été fait sous forme W en cinq (5) points différents pour la prise des échantillons de sols qui a été mélangé à l'aide d'une machette à une profondeur de 25cm, puis une portion a été transférée au laboratoire d'analyse de sol de CRDD de Bas Boën pour les analyses physico-chimiques selon l'annexe 4.

L'expérimentation a été débutée avec deux travaux. Un labourage à traction animale suivi d'un hersage 15 jours après. Après ces opérations, la parcelle a été délimitée à l'aide de ficelle, du ruban métrique et des piquets pour délimiter les parcelles élémentaires. Les poquets des parcelles témoins ont été creusés à l'aide d'une houe. Manuellement, les billons ont été confectionnés. Le semis a été ensuite réalisé manuellement au moyen d'un plantoir niveau des poquets placés à 1/3 de la hauteur des billons. Les poquets ont été écartés les uns des autres de 20 cm à raison de 60 semences par unité, soit une densité de 960 plants pour cette expérience. Les soins d'entretien ont consisté aux sarclages et aux traitements phytosanitaires. Au total 3 sarclages ont été effectués à partir du 30ème jour après levée, aux intervalles de 15 jours.

Parmi les mauvaises herbes rencontrées les plus dominantes ont été l'afio (*Cyperus rotundus* L.), le chient dent (*Imperata cylindrica*) et la patte de poule (*Echinochloa crus-Galli*). En ce qui attrait à la lutte contre les chenilles, la mouche blanche, les pucerons et les criquets, deux insecticides ont été utilisés à tour de rôle : Dipel (0.5 kg) et Actara (0.08 kg) au cours de l'expérience.

Pour la fertilisation minérale (urée), 569.47g ont été utilisés pendant trois reprises dont 20% à la plantation, 50% entre 4-5 feuille et 30% avant la floraison pour cet essai. Pour l'engrais complet (12-12-20), 1017.6g ont été utilisés pendant trois reprises dont 20% à la plantation, 50% entre 4-5 feuille et 30% avant la floraison selon le tableau de fertilisation proposé par CRDD Bas Boën. Pour le fumier de bovin, une incorporation a été faite avant le semis. Une dose de 134.4 kg a été utilisée à raison de 33.6 kg par parcelle selon le besoin du maïs.

En dernier lieu, la récolte a été effectuée au stade de maturité complète. Après égrenage, les graines ont été séchées entre 12 à 13% d'humidité près (mesurée à l'aide d'un humidimètre) et pesées moyennant d'une balance de 0.1 gramme de précision après avoir compté.

3.3.3.-Collecte des données

La collecte des données se porte notamment sur : le taux de levée, les données de croissance en hauteur et diamètre, jour à la floraison mâle et femelle, hauteur insertion d'épis, longueur des épis avec et sans spathes, nombre d'épis par pied en moyenne, nombre de grain par épis en moyenne, nombre de rangé par épis en moyenne et le poids 1000 grains par unité séché a taux d'humidité 12 à 13%.

3.4.-Méthode de collecte des données

La collecte des données a été portée sur 10 échantillons par unité (Jackson, 2015, Yvrine, 2018). Ces 10 échantillons ont été choisis en prenant deux aux deux extrémités des deux premiers billons et un au milieu du billon. Dans les deux autres billons, on fait choix d'un échantillon à la 1^{ère} et 8^{ème} plantes pour former les 10 échantillons. Ces derniers sont marqués jusqu'à la récolte.

3.4.1.-Détermination du taux de levée

Le taux de levée a été déterminé 15 jours après le semis, pour chaque unité (Jackson, 2015). En effet, le nombre de semences ayant été semé au niveau de chaque parcelle élémentaire a été indiqué, ainsi que le nombre de plantules émergées au niveau de chaque unité (Yvrine, 2018).

Le taux de levée a été calculé avec la formule suivante :

$$\text{Taux de levée} = (\text{Nombre de plantules levées} / \text{Nombre de grains semés}) * 100$$

3.4.2.-Détermination de la croissance en hauteur

La hauteur des plantes a été mesurée à intervalle de 20 jours à trois (3) reprises au cours du cycle de production à l'aide d'un ruban métrique. Ce dernier a été placé au collet du pied jusqu'à l'apex de la tige noté en cm sur 10 échantillons marqués dès le début à l'aide d'un transect. Toutes les trois mesures ont été prises sur les 10 échantillons marqués au préalable (Jackson, 2015).

3.4.3.-Détermination de la croissance en diamètre de la tige

Le diamètre des tiges a été déterminé à l'aide d'un ruban métrique autour de la circonférence des tiges. La moyenne des mesures sera faite. La formule pour le diamètre est : $\text{Diamètre} = \text{circonférence} / \pi$ (Yvrine, 2018)

3.4.4.-Détermination de la précocité à la floraison

Pour chaque bloc, et chaque unité, le nombre de jour mis par chaque traitement a été calculé pour vérifier les unités qui émettent plus de 50%+1 de plante qui vont (fleurs mâles et femelles). La parcelle qui aura plus de plante observée sera précoce pour le traitement en question. Cette donnée concerne tous les individus de la population (INARA, 1983).

3.4.5.-Détermination de tendance à la verse

La résistance à la verse a été évaluée en déterminant dans chaque répétition le nombre de plantes versées à partir du collet tout au long de l'expérience.

3.4.6.-Hauteur insertion d'épis

La détermination de la hauteur insertion d'épis a été portée sur un échantillon de 10 plants par parcelle (unité) à l'aide d'un ruban métrique au niveau du collet jusqu'à l'insertion des épis sur la tige (Jackson, 2015).

3.4.7.-Longueur des épis

La longueur des épis avec spathes après séchage a été déterminée sur un échantillon de 10 plants dans chaque parcelle à l'aide d'un ruban métrique après récolte.

3.4.8.-Nombre d'épis par pied

Les plantes ont été observées l'une après l'autre dans chaque unité pour voir celui qui comporte au moins un épi par pied.

3.4.8.-Nombre de rang par épi

Le nombre de rang par épi dépourvue de leur spathe a été compté sur un échantillon de 10 plants dans chaque unité, puis noté. Le premier rangé de chaque épi a été marquée à l'aide d'un marqueur comme figurée en annexe photo j (Yvrine, 2018).

3.4.9.-Nombre de grain moyen par rang

Le nombre moyen de grains pour chaque rangée sur un échantillon de 10 plants a été compté et en suite noté (Yvrine, 2018).

3.4.10.-Rendement moyen 1000 grains

Après avoir égrainé 10 échantillons qui a été pris dans chaque unité, 1000 grains de chaque échantillon prélevé au hasard ont été comptés puis peser dans un récipient portant le nom du traitement. Une balance de 0.1 gramme de précision pouvant supporter un poids maximal de 2000 gramme a été utilisé. Le maïs sera récolté à maturité physiologique (sèche), par la suite ses graines après avoir resté un taux d'humidité de 12 à 13% à l'aide d'un humidimètre de 0.1% de précision ont été pesées (Alphonse, 2014).

3.4.11.-Rendement-grain par traitement

Le poids de l'ensemble des grains récoltés dans chaque répétition pour chaque traitement sera déterminé à l'aide d'une balance dont le poids maximal à supporter est de 20 kg. Le rendement a été calculé par la formule suivante : $R = P * 10\,000m^2 / \text{superficie des parcelles}$ (Yvrine, 2018).

3.5.-Les observations et mesures effectuées

- Les observations qui ont été effectuées au cours de l'essai se sont portées sur le taux de levée, l'attaque des ravageurs, les maladies, la résistance à la verse, le nombre de jours à la floraison mâle et femelle, le nombre d'épis par pied.
- Les mesures qui ont réalisées se portent sur la hauteur et diamètre moyenne des plantes, la longueur des épis avec et sans spathes, la mesure de la hauteur insertion des épis. La hauteur de plantes a été prise du collet jusqu'à la dernière feuille complètement développée. Les mesures ont été effectuées avec un ruban métrique gradué en centimètre (cm). Pour la prise de la longueur des épis, un ruban métrique est utilisé et la mesure est fait du point d'attache de l'épi jusqu'à la pointe.

3.6.-Les logiciels faisant partie du traitement des données

Les moyennes (calcul des valeurs de tendance centrale [moyenne] et de variation [écart-type]) ont été décelées sur Excel. Elles ont ensuite été soumises à une analyse de variance avec le logiciel Infostat et le QGIS pour la réalisation des cartes limitrophes et en fin le Word pour le traitement de texte.

CHAPITRE IV: PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre nous présentons nos résultats qui ont porté sur les paramètres mesurés comme le taux de levée, les hauteurs et diamètres moyennes, l'attaque des chenilles, le taux de verse des plantes, le nombre de jours à la floraison, le nombre rang moyen par épi, le nombre de grain moyen par rang, le nombre moyen de grain par épi, le nombre d'épi par pied expérimentale, la longueur moyenne des épis avec et sans spathes et le poids moyen de mille grain. Des discussions ont été portées sur les résultats. Pour effectuer le test ANOVA, un test de normalité a été effectué avec Shapiro-Wilks pour vérifier si la distribution suit une loi normale. Le résultat du teste se trouve en annexe 3.

4.1.-Resultats et discussion

Le résultat et la discussion se présentent comme suit :

4.1.1.-Taux de levée

Les données collectées sur le taux de levée dans les parcelles montrent que le taux moyen de levée varie entre 76.67 à 98.33% avec une dispersion de 6.86% dont 75% des parcelles ont un taux levée moyen supérieur ou égale à 98.33%. Les parcelles témoins ont eu le meilleur taux de levée avec un taux moyen de 98.58%, tant disque les parcelles traitées avec le fumier de bovin ont eu le taux de levée le plus faible, soit 84.59%. La figure ci-dessous présente le taux moyen de levé.

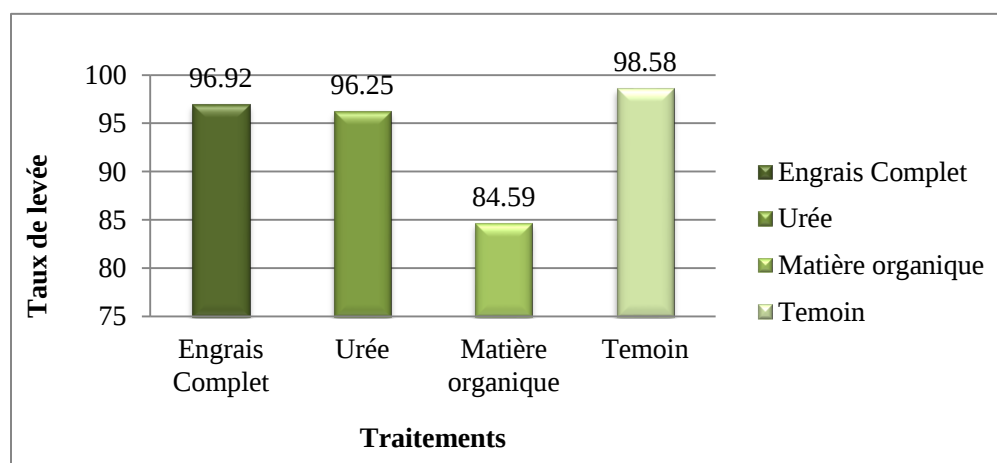


Figure 5: Taux de levé

Tableau 4: ANOVA du taux de levée

Traitements	Moyennes
Matière organique	84.59± 2.10 A
Urée	96.25±2.10 B
Engrais complet	96.92±2.10 B
Parcelle témoin	98.58± 2.10 B

NB : Les moyennes affectées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey.

Les traitements présentent une moyenne de 76,67 à 98,33%. Selon l'ANOVA, une différence significative a été observée entre les traitements avec une valeur $p = 0,0019$. Le traitement à base de matière organique (fumier de bovins) était différent des autres. Le résultat du test de germination étant de 98%, on peut dire que les semences ont une bonne capacité germinative (Annexe a). On peut donc émettre l'hypothèse que le faible taux de levée obtenu pour le traitement au fumier de bovin est dû à l'étouffement de certains germes de semences, puisque selon Leclerc, (2004) l'apport de matière organique trop jeune consomme de l'oxygène et crée ainsi une anaérobiose préjudiciable aux racines et aux êtres vivants dans le sol. L'oxygène est un des facteurs essentiels à la germination des graines. Cependant, aucune différence significative n'a été observée entre les blocs avec une valeur $p = 0,8822$. Cela implique que les blocs sont homogènes. En conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est rejetée car il existe une différence significative entre les engrais dans leur réponse à la variété.

4.1.2.-Hauteur des plantes au 20, 40, 60^{ème} jour

La prise de hauteur des plantes a permis de suivre la croissance végétative dans le temps des plantules. Les mesures ont été effectuées en pleine période végétative et après floraison. Les données recueillies sur la hauteur des plantes au 20^{ème} jour, les plantes ont eu une hauteur

moyenne 22.20 à 30.60.59 cm avec une dispersion observée par rapport à la moyenne 5.9 cm. 75% des plantes ont eu une hauteur supérieure ou égale à 30.60 cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu la hauteur la plus élevée, soit 30.65cm et les parcelles traitées avec la matière organique enregistrent la plus faible hauteur, soit 23cm. Au 40^{ème}, les plantes ont eu une hauteur moyenne de 57.50 à 84.80 cm avec un écart de 17.03 cm et 75% des plantes ont une hauteur supérieure ou égale à 80.84 cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu la hauteur la plus élevée, soit 86.93cm et les parcelles traitées avec la matière organique enregistre la plus faible hauteur, soit 61.68cm. Au 60^{ème} jour, les plantes ont eu une hauteur moyenne de 147 à 174.20 cm avec une dispersion de 14.24 cm. 75% des plantes ont eu une hauteur supérieure ou égale à 174.20cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu la hauteur la plus élevée, soit 176.65 cm et les parcelles traitées avec la matière organique enregistrent la plus faible hauteur, soit 152.23 cm. La figure ci-dessous présente le graphe de la hauteur des plantes pour la prise de ces trois mesures.

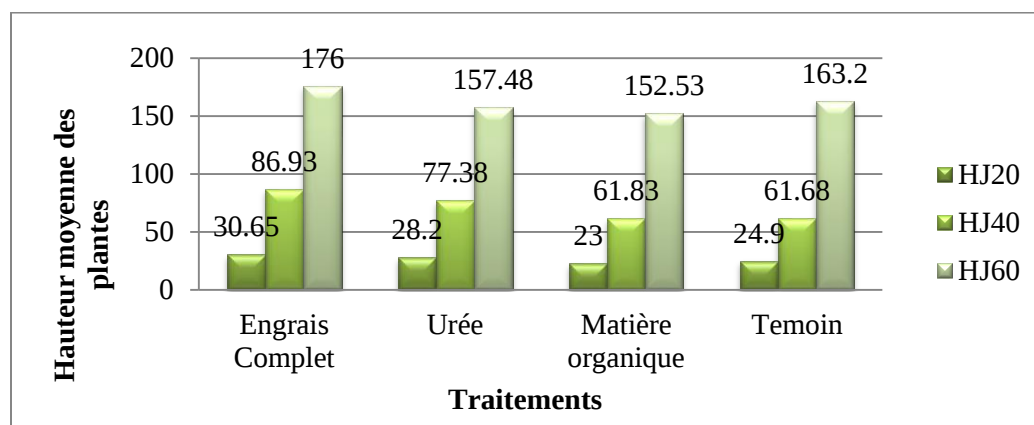


Figure 6: Hauteur des plantes

Tableau 5: ANOVA de la hauteur des plantes

Traitements	Moyennes J 20	Moyennes J 40	Moyennes J 60
Matière organique	23± 2.35A	61.68±7.22A	152.53±6.15 A
Urée	28.20±2.35A	77.38±7.22A	157.48±6.15 A
Engrais complet	30.65± 2.35A	86.96±7.22A	176.00±6.15 A
Parcelle témoin	24.90± 2.35A	61.83±7.22A	163.20±6.15 A

NB : Les moyennes assignées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey.

Les données collectées sur la hauteur des plantes montrent que la hauteur moyenne des plantes varie de 22.20 à 30.60 cm au 20^{ème} jour, de 57.50 à 84.80 cm au 40^{ème} jour, de 147 à 174.20 cm au 60^{ème} jour. Selon l'ANOVA réalisée, avec un p-value = 0.1541, 0.0755, 0.0917, aucune différence significative n'a été observée entre la hauteur moyenne des plantes prise pour ces trois mesures. Ceci pourrait être lié à l'effet du génotype de la plantes. Entre les bocs, aucune différence significative n'a été observée avec un p-value = 0.2944, 0.3604, 0.6271. Cela sous-entend qu'il y a l'homogénéité au niveau des blocs. En conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée puisqu'il y a aucune différence significative entre les fertilisants dans leurs réponses à la variété.

4.1.3.-Diamètre des plantes au 20, 40, et 60^{ème} jour

Les données collectées sur diamètre des plantes au 20^{ème} jour, a donné un diamètre moyen de 5.30 cm avec une dispersion observée par rapport à la moyenne 0.73 cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu le diamètre moyen le plus élevé, soit 5.56 cm et les parcelles traitées avec la matière organique enregistrent le plus faible diamètre, soit 5.08 cm. Au 40^{ème} jour. Les plantes ont eu un diamètre moyen 6.6 cm avec un écart de 0.54 cm dont 75% des plantes ont un diamètre supérieur ou égal à 7.10 cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu le diamètre le plus élevé, soit 7.16 cm et les parcelles témoins enregistrent le plus faible diamètre, soit 6.13 cm Au 60^{ème} jour, les plantes ont eu un diamètre moyen de 7.16 cm avec une dispersion de 0.58 cm. 75% des plantes ont eu un diamètre supérieur ou égale à 7.70 cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet figurent le diamètre le plus élevé, soit 7.78 cm et les parcelles traitées avec la matière organique enregistrent le plus faible diamètre, soit 6.58 cm. La figure ci-dessous présente le graphe de diamètre des plantes pour la prise de ces trois mesures.

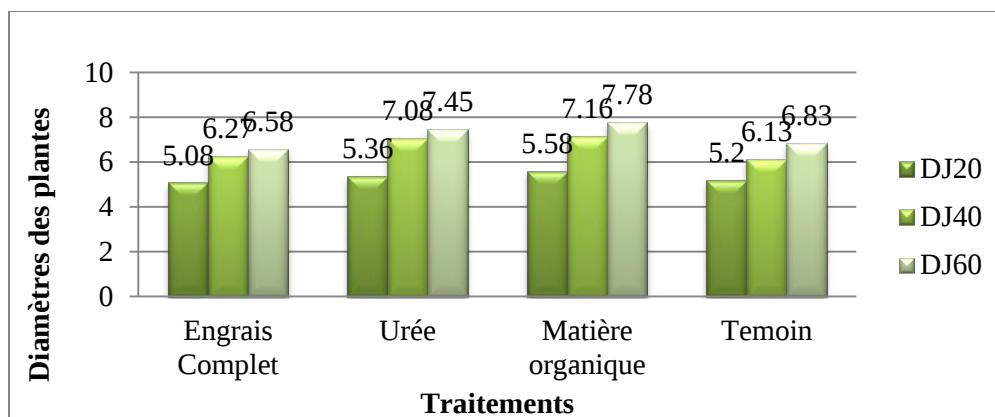


Figure 7 : Diamètres des plantes

Pour vérifier s'il y a de différence significative entre le diamètre observé des, un test ANOVA a été réalisé (voir tableau 6). Les hypothèses sont présentées ci-dessous.

Tableau 6: ANOVA du diamètre des plantes

Traitements	Moyenne DJ20	Moyenne DJ40	Moyenne DJ60
Matière organique	5.08 ± 0.39 A	6.27 ± 0.13A	6.58 ± 0.18 A
Engrais complet	5.58 ± 0.39 A	7.16 ± 0.13 B	7.78 ± 0.18 C
Urée	5.36 ± 0.39 A	7.08 ± 0.13B	7.45 ± 0.18 BC
Témoin	5.20 ± 0.39 A	6.13 ± 0.13A	6.83 ± 0.18 AB

NB : Les moyennes accompagnent d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

Au cours de l'étude, les données collectées sur le diamètre moyen des plantes au 20^{ème} jour montrent qu'aucune différence significative n'est observée selon l'ANOVA avec un p-value=0.8247. L'hypothèse a été que les traitements n'ont pas encore exprimés leurs effets. De même, aucune différence significative n'a été observée entre les blocs avec un p-value = 0.2944. Cela sous-entend que l'homogénéité règne au niveau des blocs.

Les données prises au 40^{ème} jour montrent des différences significatives sur le diamètre des plantes avec un p-value=0.0002 selon l'ANOVA. Les parcelles traitées avec la matière organique (fumier de bovin) et les parcelles témoins ne présentent pas de différences significatives. Une différence significative a été observée pour les parcelles traitées avec l'engrais complet et l'urée. L'hypothèse a été que les fertilisants chimiques commencent à exprimer au mieux leurs effets sur

le diamètre des plantes Ce même constat a été observé pour le diamètre des plantes au 60^{ème} jour avec un p-value=0.0015, il y a des différences hautement significatives. Les parcelles traitées avec l'engrais complet se montrent la plus différente. Nous pouvons émettre l'hypothèse sur l'effet de l'engrais complet (NPK) sur le diamètre selon Mahamadi (2016). Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs avec un p-value = 0.5370.

4.1.4.-Taux d'attaque des chenilles

Le taux d'attaque moyen des chenilles est compris entre 10 à 50% avec une dispersion de 9.6%. 75% des parcelles ont eu un taux d'attaque supérieur ou égal 25%. Les parcelles traitées avec l'engrais urée enregistrent le taux d'attaque le plus élevé, soit 20.25 % et les parcelles témoin enregistrent le taux d'attaque le plus faible, soit 17.25%. La figure ci-dessous présente le graphique du taux d'attaque des chenilles.

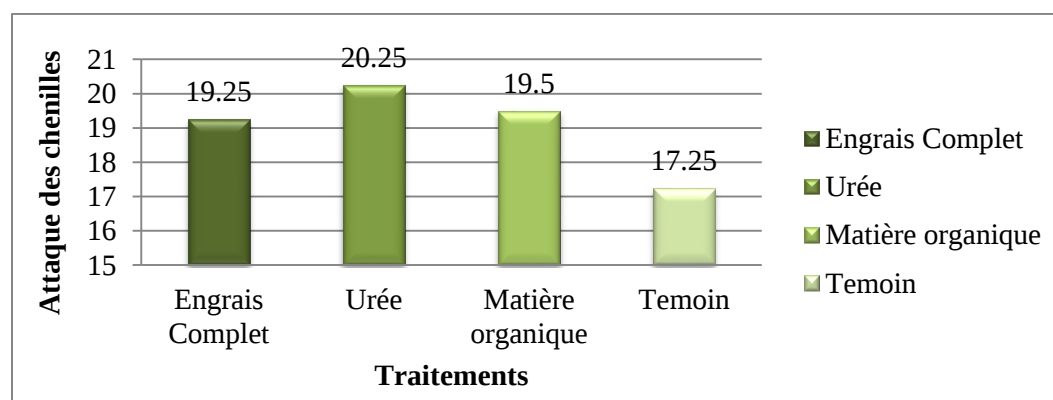


Figure 8: Attaque des chenilles

Tableau 7: ANOVA du taux d'attaque des chenilles

Traitement	Moyennes
Matière organique	19.50± 3.30A
Urée	20.25± 3.30A
Engrais complet	19.25± 3.30A
Parcelle témoin	17.25± 3.30A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

En ce qui attrait au taux d'attaque des chenilles, une variation de 10 à 50% a été observée pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.9440, aucune différence significative n'a été observée pour les traitements. Ceci pourrait être lié à la saison et aux interventions régulières dans les parcelles. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.1671.

4.1.5.-Floraison mâle

Selon les données collectées sur le nombre de jour pris par les parcelles pour atteindre leurs floraisons mâles, le nombre de jour est compris entre 58 à 64 jours avec une dispersion de 1.97. 75% des parcelles ont pris un nombre de jour supérieur ou égal à 62. Les parcelles traitées avec la matière organique ont eu le nombre de jour le plus élevé, soit 63.25 et les parcelles traitées avec l'urée enregistrent le nombre de jour le plus bas, soit 59. La figure ci-dessous présente la date à la floraison mâle.

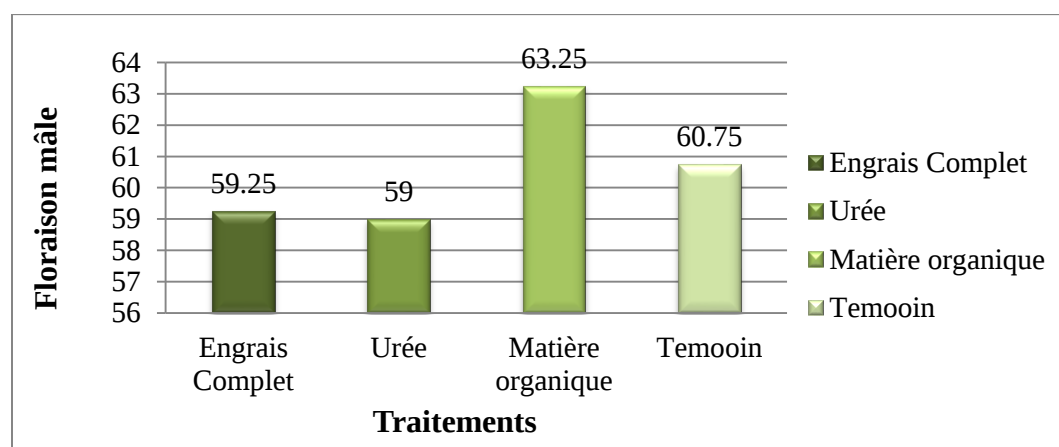


Figure 9: Floraison mâle

Pour vérifier s'il y a de différence significative entre les fertilisants pour la floraison mâle observé, un test ANOVA a été réalisé (voir tableau 8). Les hypothèses sont présentées ci-dessous.

Tableau 8: ANOVA de la floraison mâle

Traitement	Moyennes
Matière organique	63.25±0.51B

Urée	59.00±0.51A
Engrais complet	59.25±0.51A
Parcelle témoin	60.75±0.51A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey.

Pour ce qui est de la floraison male, une variation de 58 à 64 jours a été observée pour la variété vis-à-vis au regard des traitements. Avec un p-value = 0.0003, une différence significative a été observée pour les parcelles traitées avec la matière organique. Elles paraissent comme étant les parcelles qui émettent plus de jours pour atteindre leurs floraisons mâles. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que cette différence obtenue pour le traitement fumier de bovin soit dû à une insuffisance d'azote qui selon la FAO, (1987) affirme que : en cas de carence aiguë, la floraison est fortement réduit pour une insuffisance d'azote. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.7578. Cela sous-entend que les blocs n'ont aucun effet sur le nombre de jour à la floraison mâle. En conclusion, l'hypothèse alternative (H_1) est acceptée, puisqu'il y a au moins un des fertilisants qui répond différemment à la variété pour la floraison mâle.

4.1.6.-Floraison femelle

Selon les données collectées sur le nombre de jour pris par les parcelles pour atteindre la floraison femelle, le nombre de jour est compris entre 62 à 66.5 jours avec une dispersion de 1.87. 75% des parcelles ont pris un nombre de jours supérieur ou égale à 65 pour émettre la fleur femelle. Les parcelles traitées avec la matière organique ont eu le nombre de jour le plus élevé, soit 66.5 et les parcelles traitées avec l'engrais urée enregistrent le nombre de jour le plus faible, soit 62. La figure ci-dessous présente le nombre de jour à la floraison femelle.

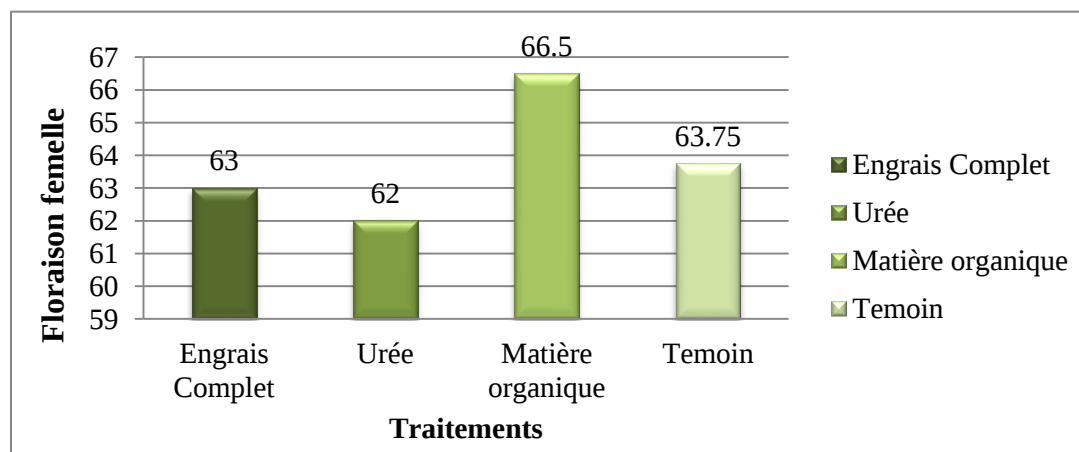


Figure 10: Floraison femelle

Pour vérifier s'il y a de différence significative entre le nombre de jours observé vis à vis des traitements pour le nombre de jour à la floraison femelle, un test ANOVA a été réalisé (**voir tableau 9**). Les hypothèses sont présentées ci-dessous.

Tableau 9: ANOVA de la floraison femelle

Traitements	Moyennes
Matière organique	66.50±0.40 C
Urée	62.00±0.40AB
Engrais complet	63.00± 0.40AB
Parcelle témoin	63.75±0.40B

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

Pour ce qui est de la floraison femelle, une variation de 62 à 66.5 jours a été observée pour la variété vis-à-vis des fertilisants. Avec un p-value = 0.0001, une différence significative a été observée pour les parcelles traitées avec la matière organique. Elle paraît comme étant les parcelles qui émettent plus de jours pour atteindre la floraison mâle. Nous pouvons donc émettre l'hypothèse que cette différence obtenue pour le traitement fumier de bovin soit dû à une insuffisance d'azote qui selon la FAO, (1987) qui affirme que : en cas de carence aiguë, la floraison est fortement réduite pour une insuffisance d'azote, ce même constat a été observé avec les parcelles témoins où elles ne font pas l'objet d'un apport. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.7675. En conclusion, l'hypothèse alternative (H_1) est acceptée, puisqu'il y a au moins un des fertilisants qui répond différemment à la variété pour la floraison femelle.

4.1.7.-Verse racinaire

Les données collectées sur la verse racinaire des parcelles ont montré un taux moyen de verse racinaire est compris entre 0 à 4.08% avec une dispersion de 2.33. 75% des parcelles ont un taux de verse racinaire supérieur ou égale à 4.08%. Les parcelles traitées avec l'engrais urée ont eu le taux de verse racinaire le plus élevé, soit 4.14. Tant disque les parcelles traitées avec la matière organique ont eu le taux de verse racinaire le plus élevé, soit, 0.96. La figure ci-dessous présente le taux de verse racinaire des parcelles.

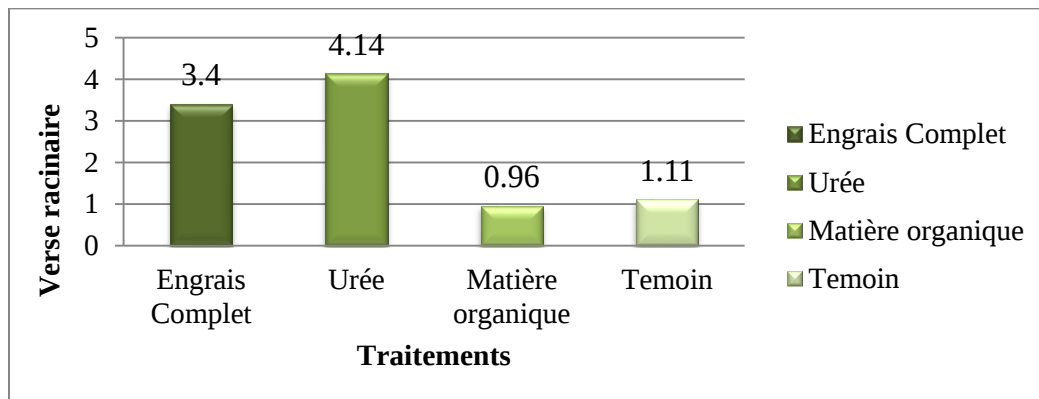


Figure 11: Verse racinaire

Pour vérifier s'il y a de différence significative entre le taux de verse racinaire observé et les traitements, un test ANOVA a été réalisé (**voir tableau 10**). Les hypothèses sont présentées ci-dessous.

Tableau 10: ANOVA du taux de verse racinaire

Traitements	Moyennes
Matière organique	0.96±1.03A
Urée	4.14±0.103A
Engrais complet	3.40± 1.03A
Parcelle témoin	1.11±1.03A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

En ce qui concerne la tendance à la verse racinaire, un taux moyen de verse racinaire compris entre 0 à 4.08% a été observé pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.1130, selon le teste Analyse de Variance, aucune différence significative n'a été observée pour les traitements. Ceci pourrait être lié au patrimoine génétique de la variété. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.4110. En guise de conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée, puisqu'il n'y a aucun des fertilisants qui répond différemment à la variété pour le taux de verse racinaire.

4.1.8.-Verse tige

Selon les données collectes sur la verse tige des parcelles, le taux moyen de verse tige est compris entre 0 à 2.05% avec une dispersion de 0.81. 75% des parcelles ont un taux de verse racinaire supérieur ou égale à 2.05%. Les parcelles traitées avec l'engrais urée figurent le taux de casse tige le plus élevé soit 0.96%, tandis que celles qui figurent le taux de verse racinaire les plus faibles sont les parcelles traitées avec l'engrais complet et matière organique soient 0.0%. La figure ci-dessous présente le taux de verse tige des parcelles.

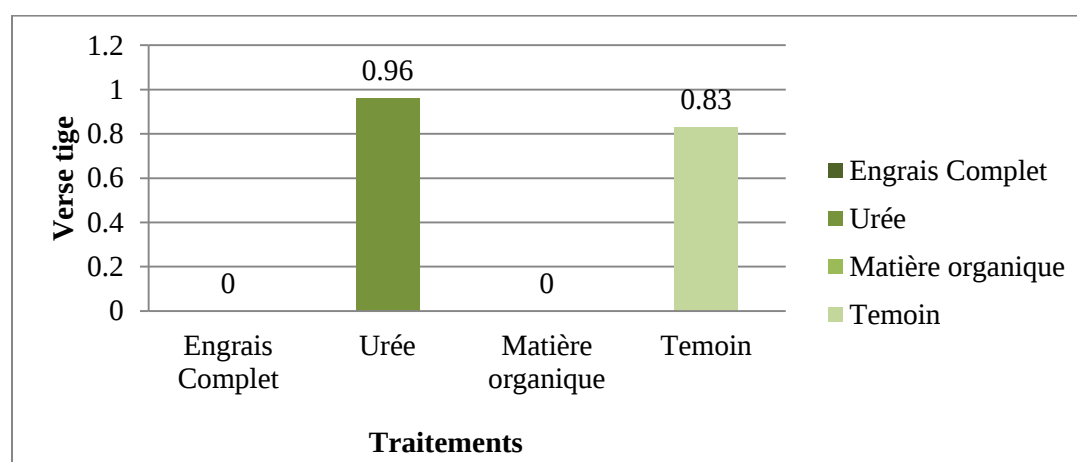


Figure 12: Verse tige

Pour vérifier s'il y a de différence significative entre le taux de verse tige observé vis-à-vis des traitements, un test ANOVA a été réalisé (**voir tableau 11**). Les hypothèses sont présentées ci-dessous.

Tableau 11: ANOVA du taux de casse tige

Traitements	Moyennes
-------------	----------

Matière organique	0.00±0.0.37A
Urée	0.96±0.37A
Engrais complet	0.00± 0.37A
Parcelle témoin	0.83±0.37A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey.

En ce qui concerne la tendance à la verse tige, un taux moyen de casse tige compris entre 0 à 2.05% a été observée pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.1696, selon le teste Analyse de Variance, aucune différence significative n'a été observée pour les traitements. Ceci pourrait être lié au patrimoine génétique de la variété. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.4410. Pour conclure, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée, puisqu'il n'y a aucun des fertilisants qui répond différemment à la variété pour le taux de verse tige.

4.1.9.-Plantes malades

Les données collectées sur les plantes malades dans parcelles présentent un taux moyen compris entre 0 à 6.20% avec une dispersion de 2.03 dont 75% des parcelles ont un taux supérieure ou égale à 2.75%. Les parcelles traitées avec l'engrais urée ont eu le taux de plante malade le plus élevé, soit 2,48% et les parcelles témoins enregistrent le taux le plus faible, avec 1.25%. La figure ci-dessous présente le taux de plantes malades.

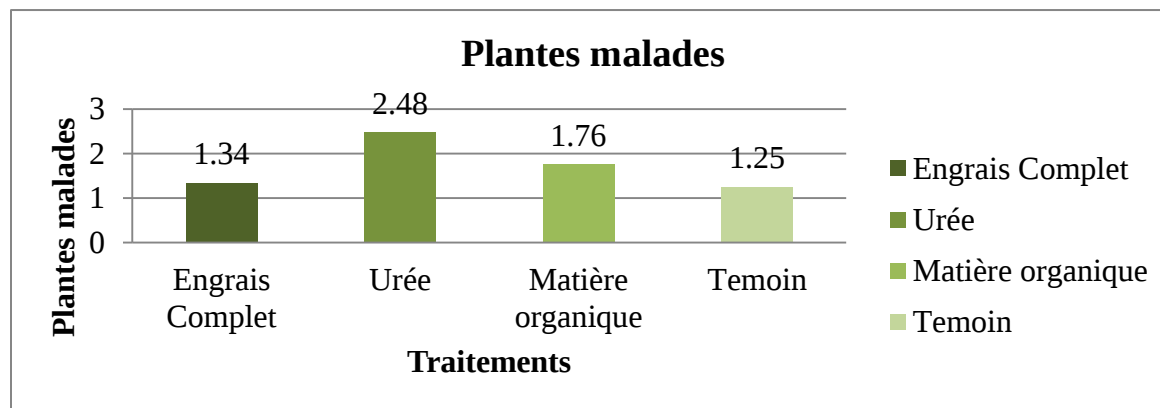


Figure 13: Plantes malades

Pour vérifier s'il y a de différence significative entre le taux des plantes malades entre les traitements, un test ANOVA a été réalisé (**voir tableau 12**). Les hypothèses sont présentées ci-dessous.

Tableau 12: ANOVA du taux de plantes malades

Traitements	Moyennes
Matière organique	1.76±1.10A
Urée	2.48±1.10A
Engrais complet	1.34± 1.10A
Parcelle témoin	1.25±1.10A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

En ce qui concerne le taux de plante malade, un taux moyen de ce dernière comprise entre 0 à 6.20% a été observée pour la variété au regard des traitements. Avec un p-value = 0.8546, selon le teste Analyse de Variance, aucune différence significative n'a été observée pour les traitements. Ceci pourrait être lié au patrimoine génétique de la variété et les traitements n'ont aucuns influencent sur le taux de plantes malades. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.0666. Cela sous-entend que les blocs n'ont aucun effet sur le taux des plantes malades des En termes de conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée, puisqu'il n'y a aucun des fertilisants qui répond différemment à la variété pour le taux de plante malade.

4.1.10.-Hauteur insertion des épis

Selon les données recueillies sur la hauteur insertion des épis des parcelles, la hauteur moyenne d'insertion des épis est comprise entre 69.20 à 95.40 cm avec une dispersion de 7. 14% des

parcelles ont un taux d'insertion des épis supérieur ou égale à 89.60%. Le traitement urée a eu la meilleure hauteur insertion épis, soit 89.53cm, tant disque, la plus faible hauteur insertion a été obtenu avec le traitement matière organique, soit 79.53 cm. La figure ci-dessous présente la hauteur moyenne insertion des épis

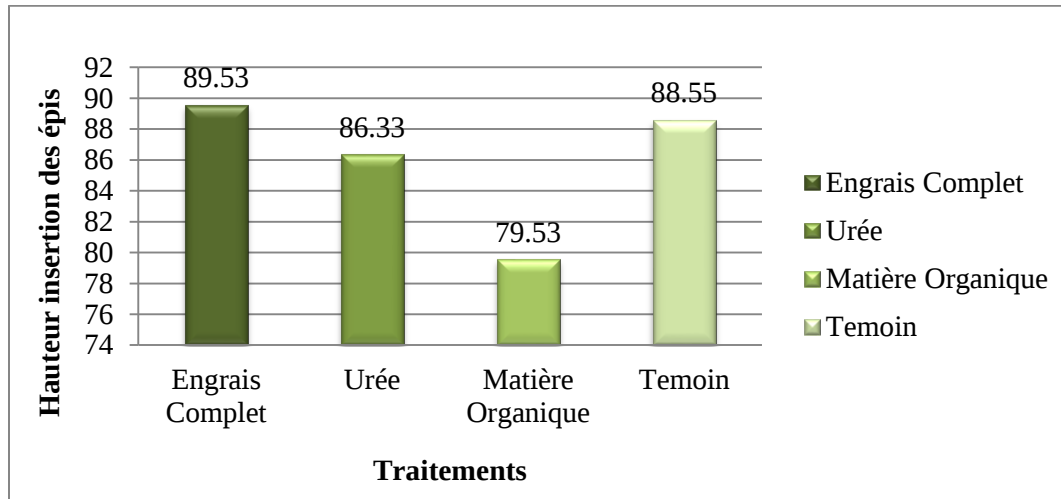


Figure 14: Hauteur insertion des épis

Tableau 13: ANOVA la hauteur moyenne insertion des épis

Traitements	Moyennes
Matière organique	79.53±3.30A
Urée	86.33±3.30A
Engrais complet	89.53± 3.30A
Parcelle témoin	88.55±3.30A

NB : *Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey*

En ce qui attrait à la hauteur insertion des épis, une hauteur insertion est compris entre 69.20 à 95.40 cm a été observée pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.1884, selon le teste ANOVA, aucune différence significative n'a été observée pour la hauteur insertion des épis. Ceci pourrait être lié au patrimoine génétique de la variété et les traitements n'ont aucuns influencent sur la hauteur insertion. Aucune différence significative n'a été observée

entre les blocs aussi avec un p-value = 0.1671. Cela sous-entend que les blocs n'ont aucun effet sur la hauteur insertion des épis. En conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée, puisqu'il n'y a aucun des fertilisants qui répond différemment à la variété pour le taux de plante malade.

4.1.11.- Nombre d'épis par pied

Selon les données recueillies sur le nombre d'épi des parcelles, le nombre d'épi moyen est compris entre 1.00 à 1.05 avec une dispersion de 0.14 dont 75% des parcelles ont un nombre d'épi moyen supérieur ou égal à 1.5. Le traitement engrais complet a eu le nombre d'épi par pied le plus élevé, soit 1.11, tant disque, le plus faible a été obtenu avec le traitement matière organique suivi des parcelles témoins. La figure ci-dessous présente le nombre d'épi par pied.

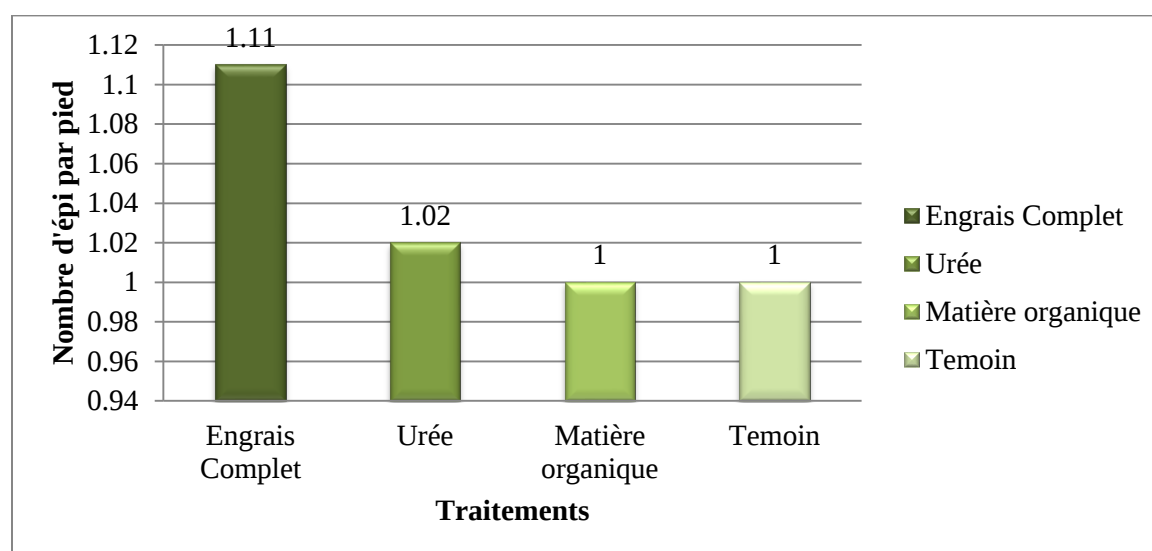


Figure 15: Nombre d'épi par pied

Tableau 14: ANOVA du nombre d'épi par pied

Traitements	Moyennes
Matière organique	1.00±0.07A
Urée	1.02±0.07A
Engrais complet	1.11± 0.07A
Parcelle témoin	1.00±0.07A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

En ce qui concerne le nombre d'épi par pied, il est compris entre 1.00 à 1.05 pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.4142, selon le teste ANOVA, aucune différence significative n'a été observée pour la hauteur insertion des épis. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.4845 aussi. Les blocs n'ont aucun effet sur le nombre d'épis c'est-à-dire il existe une sorte d'homogénéité entre les blocs par pied

4.1.12.-Longueur moyenne des épis a spathes

Tout au long de l'expérience, les données collectées sur la longueur des épis avec spathes dans les parcelles montrent que la longueur moyenne des épis varie entre 20.80 à 22.90 cm avec une dispersion de 0.38 dont 75% des épis ont une longueur moyenne supérieure ou égale à 22.90 cm. Les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu la longueur moyenne la plus élevée, soit 24.08 cm tant disque les parcelles témoins ont eu la longueur moyenne la faible, soit 20.48 cm. La figure ci-dessous présente la longueur des épis avec spathes.

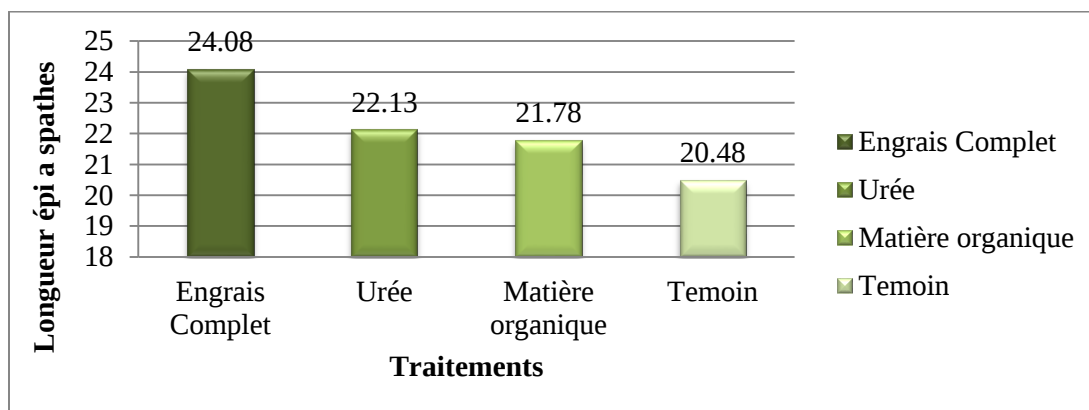


Figure 16: Longueur des épis avec spathes.

Tableau 15: ANOVA de la longueur des épis avec spathes.

Traitements	Moyennes
Matière organique	21.78±0.42A
Urée	22.13±0.42A

Engrais complet	24.08± 0.42B
Parcelle témoin	20.48±0.42A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

Les épis avec spathes ont une longueur comprise entre 20.80 cm à 22.90 cm a été observée pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.0005, selon le test ANOVA, une différence significative a été observée pour la longueur des épis avec spathes. Ceci pourrait être lié aux effets des fertilisants qui agissent sur la longueur des épis à spathes. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.6907.

4.1.13.-Longueur épi sans spathes

Les données collectées sur la longueur des épis sans spathes dans les parcelles montrent que la longueur moyenne des épis varie entre 12.5 15.3 avec une dispersion de 1.68% dont 75% des parcelles ont une longueur moyenne supérieure à 15.3%. Les parcelles avec engrais complet ont eu la longueur moyenne la plus élevée, soit 16.45%, tant dis que les parcelles traitées avec de la matière organique ont eu la longueur moyenne la plus faible, soit 13.13%. La figure ci-dessous présente la longueur des épis sans spathes.

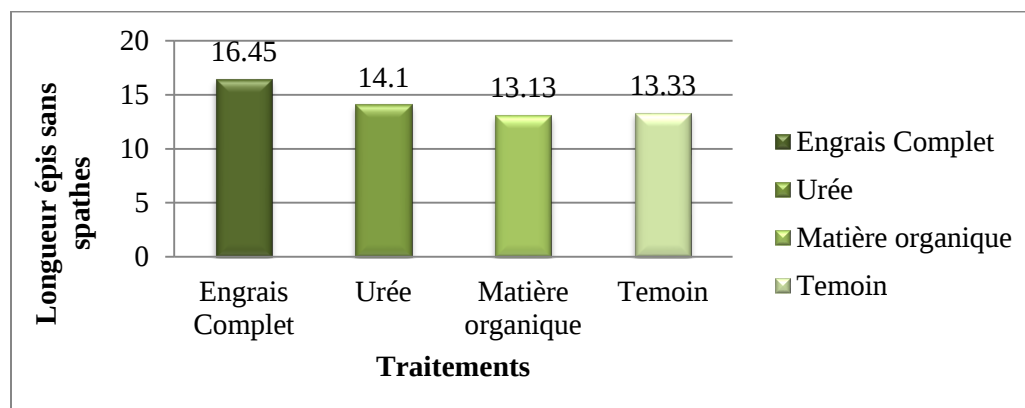


Figure 17: Longueur des épis sans spathe

Tableau 16: ANOVA de la longueur des épis sans spathe

Traitements	Moyennes
Matière organique	13.13±0.55A
Urée	14.10±0.55A
Engrais complet	16.45± 0.55B
Parcelle témoin	13.33±0.55A

NB : *Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey*

En ce qui concerne la longueur des épis sans spathes, une longueur comprise entre 12.50 cm à 15.30 cm a été observée pour la variété vis-à-vis des traitements. Avec un p-value = 0.0005, selon le teste ANOVA, une différence significative a été observée pour la longueur des épis avec spathes. Ceci pourrait être lié aux effets des traitements qui agissent sur la longueur des épis à spathes. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.4970. En conclusion, l'hypothèse alternative (H_1) est acceptée puisqu'il y a au moins un fertilisant qui répond différemment à la longueur des épis à spathes.

4.1.14.-Nombre de grain moyen par épi

Les données collectées sur le nombre de grain moyen par épi présentent un nombre de grain varie entre 211.60 à 355.20 avec une dispersion de 80.38. 75% des parcelles ont un nombre de grain par épi supérieur ou égale à 305.10. Le traitement engrais complet a eu le nombre de grain par épi le plus élevé, soit 298.53, tant disque, le plus faible a été obtenu avec le traitement matière organique 221.90. La figure ci-dessous présente le nombre de grain moyen des épis.

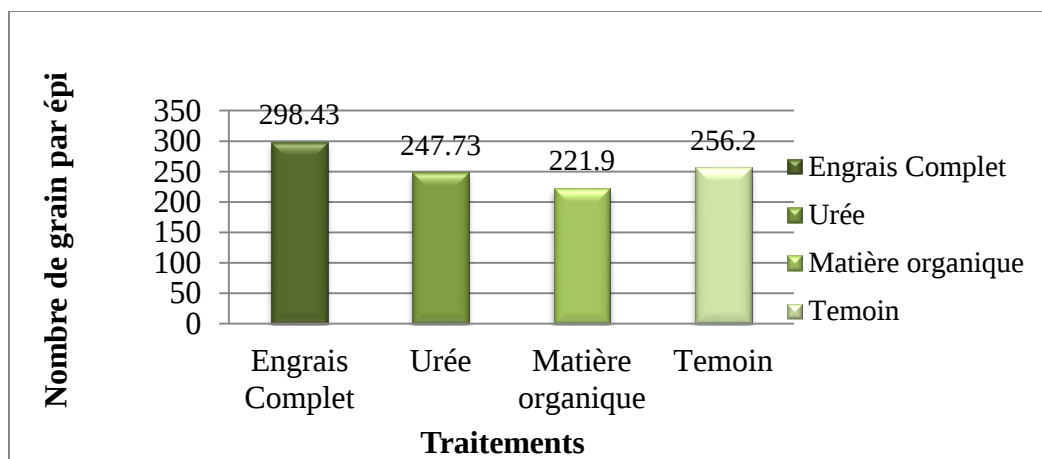


Figure 18 : Nombre de grain moyen des épis

Tableau 17: ANOVA du nombre de grain moyen des épis

Traitements	Moyennes
Matière organique	221.90±42.03A
Urée	247.73±42.03A
Engrais complet	298.43± 42.03A
Parcelle témoin	256.20±42.03A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

Les données collectées le nombre de grain moyen par épi montrent que le nombre de grain moyen par épi varie de 211.60 à 355.20. Selon l'ANOVA réalisée, avec un p-value = 0.6441, aucune différence significative n'a été observée entre le nombre de grain par épi. Ceci pourrait être lié à l'effet du génotype de la plantes. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.3774. En conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée puisqu'il y a aucune différence significative entre les fertilisants dans leurs réponses à la variété.

4.1.15.-Nombre de grain moyen par rang

Les données recueillies sur le nombre de grain moyen par épis, décèlent un nombre de grains par rang compris entre 24.01 à 29 .09 avec une dispersion de 4.17 dont 75% des parcelles ont un

nombre de grain par rang supérieur ou égale à 29.09. Le traitement engrais complet a eu le nombre de grain par rang le plus élevé, soit 29.48, tant dis que, le plus faible a été obtenu avec le traitement matière organique 23.57. La figure ci-dessous présente le nombre de grain moyen par rang.

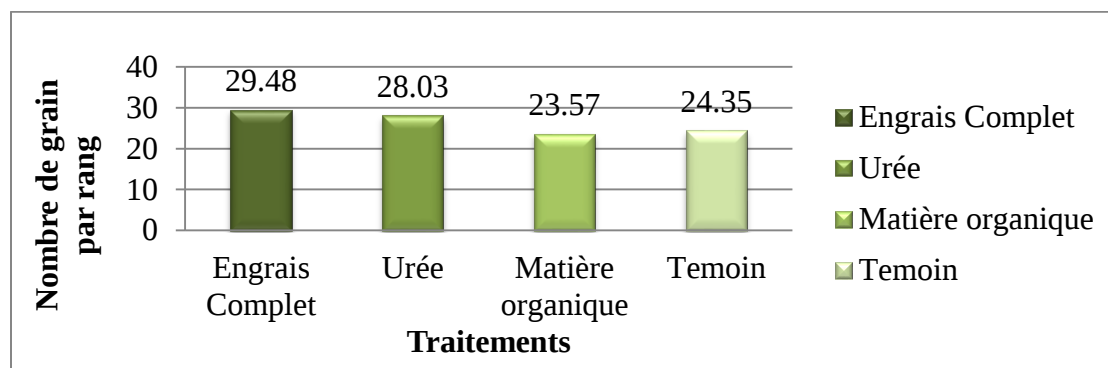


Figure 19 : Nombre de grain moyen par rang

Tableau 18: ANOVA du le nombre de grain moyen par rang

Traitements	Moyennes
Matière organique	23.57±1.85A
Urée	28.03±1.85A
Engrais complet	29.48± 1.85A
Parcelle témoin	24.35±1.85A

NB : *Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey*

Les données collectées montrent que le nombre de grain moyen par rang varie de 24.01 à 29.09. Selon l'ANOVA réalisée, avec un p-value = 0.1207, aucune différence significative n'a été observée entre le nombre de grain par rang pour les traitements. Ceci pourrait être un effet un effet variétal. Une différence significative a été observée entre les blocs avec un p-value = 0.0395. En conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée puisqu'il y a aucune différence significative entre les fertilisants dans leurs réponses à la variété.

4.1.16.-Nombre de rang moyen par épi

Selon les données recueillies sur le nombre de rang par épis, le taux moyen de rangé par épis est compris entre 9.08 10.10 avec une dispersion de 0.79 dont 75% des parcelles ont un nombre de rang par épi supérieur ou égale à 11.10. Le traitement engrais urée a eu le nombre de rang par épis le plus élevé, soit 10.75, tant disque, la plus faible a été obtenu avec la parcelle témoin, 10.53. La figure ci-dessous présente le nombre de rang moyen des épis.

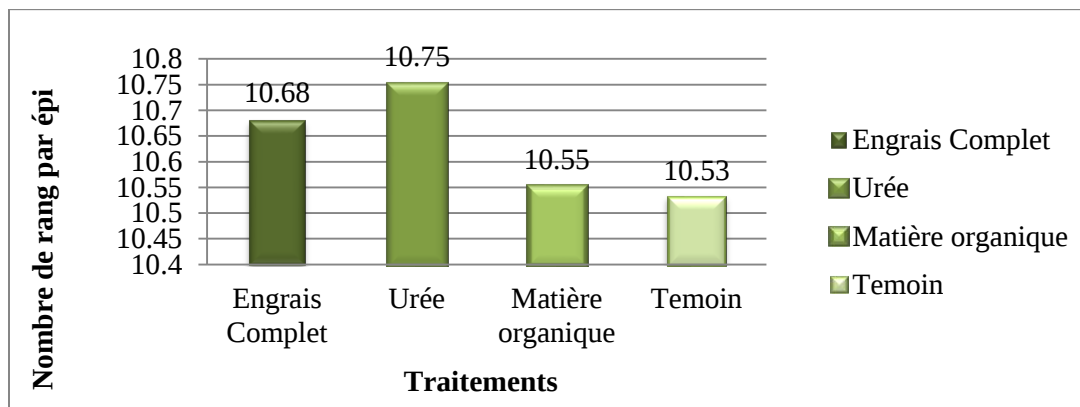


Figure 20: Nombre de rang moyen par épis

Tableau 19: ANOVA du nombre de rang moyen par épis

Traitements	Moyennes
Matière organique	10.55±0.44A
Urée	10.75±0.44A
Engrais complet	10.68± 0.44A
Parcelle témoin	10.53±0.44A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

Les données collectées montrent que le nombre de rang moyen par épi varie de 9.08 à 10.10. Selon l'ANOVA réalisée, avec un p-value = 0. 9816, les analyses statistiques ont montré qu'il n'existe aucune différence significative entre les résultats obtenus pour le nombre de rang moyen par épi concernant les traitements. Ceci pourrait être lié à l'effet du génotype de la

plantes. Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.7753. En conclusion, l'hypothèse nulle (H_0) est acceptée puisqu'il y a aucune différence significative entre les traitements dans leurs réponses à la variété.

4.1.16.-Poids moyen mille grains

Les données recueillies sur le poids moyen de mille grains présentent une variation entre 0.22 à 0.25 kg avec une dispersion de 0.03 dont 75% du rendement des parcelles ont un poids moyen supérieur ou égale à 0.25 kg. Le traitement avec engrais complet a eu le poids moyen le plus élevé, soit 0.28 kg tant disque, les plus faibles ont été obtenu avec la matière organique suivi de l'urée, soit 0.21 kg

La figure ci-dessous présente le poids moyen de mille grains.

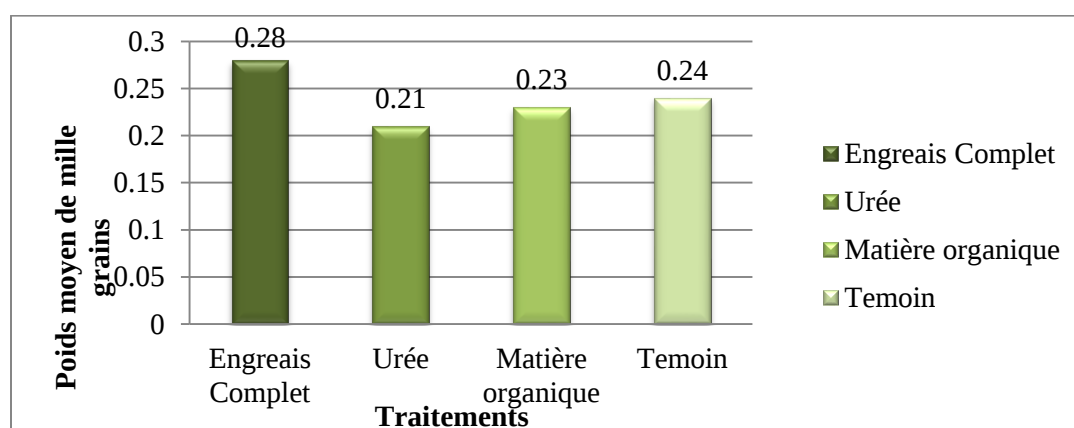


Figure 21: Poids moyen mille grains

Tableau 20: ANOVA du poids moyen de mille grains

Traitements	Moyennes
Matière organique	0.23±0.01A
Urée	0.21±0.01A
Engrais complet	0.28± 0.01B
Parcelle témoin	0.24±0.01A

NB : Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test de Tukey

Selon l'analyse de variance, une différence significative a été observée entre les fertilisants avec un p-value = 0.0078. Les parcelles traitées avec l'engrais complet présentent une différence significative par rapport aux autres parcelles. Cette différence observée pourrait s'expliquer par le fait que la fertilisation avec l'engrais complet affecte le poids moyen des graines. Le poids moyen des grains est influencé par les fertilisants, ce qui est un fait normal car les fertilisants fournissent d'éléments nutritifs nécessaires pour assurer le remplissage des grains. Comme le phosphore qui est responsable du stockage et du transport de l'énergie par l'entremise des ADP et ATP. (Whitehead, 2000). Le cation K^+ participe aussi au transport de photosynthétats vers les organes de réserve et constitue un activateur dans la synthèse de plusieurs enzymes (Blevins, 1994, cite par Aloudior, 2021). Aucune différence significative n'a été observée entre les blocs aussi avec un p-value = 0.9189. En conclusion, l'hypothèse alternative (H_1) est acceptée puisqu'il y a au moins un fertilisant qui répond différemment dans leurs réponse à la variété.

4.1.18.-Rendement en grain (T/ha)

Selon les données présent sur le rendement vis-à-vis des fertilisants, les parcelles traitées avec l'engrais complet donne un rendement minimum de 0.28 T/ha et un maximum de 0.31 T/ha, les parcelles traitées avec l'engrais urée donne un rendement minimum de 0.17 T/ha et un maximum de 0.26 T/ha, les parcelles traitées avec la matière organique (fumier de bovin) donne un rendement minimum de 0.21 T/ha et un maximum de 0.25 T/ha, les parcelles témoins donnent un rendement minimum de 0.22 T/ha et un maximum de 0.26 T/ha. Le tableau 16 présente la statistique descriptive du rendement en T/ha.

Tableau 21: Statistique descriptive du rendement (T/ha)

Variable	Traitements			
	Engrais complet	Urée	Matière organique	Témoin
Minimum	0.28	0.17	0.21	0.22
Maximum	0.31	0.26	0.25	0.26
1er Quartile	0.28	0.17	0.21	0.22
3ème Quartile	0.29	0.25	0.24	0.25
Moyenne	0.29	0.22	0.23	0.24

CV	3.48	16.22	8.31	7.94
----	------	-------	------	------

Tableau 22: ANOVA de la statistique descriptive du rendement (T/ha)

Traitements	Moyennes
Matière organique	0.23±0.01A
Urée	0.21.96±0.01A
Engrais complet	0.28± 0.01B
Parcelle témoin	0.24±0.01A

NB : *Les moyennes accompagnées d'une même lettre majuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité selon le test Tukey*

Selon le test ANOVA, une différence significative a été observée entre les traitements avec un p-value=0.0061 pour le rendement en t/ha. Les parcelles fertilisées avec l'engrais complet figurent le rendement le plus élevée. Par contre, les parcelles traitées avec l'engrais urée présente le rendement le plus faible. Cette différence significative constatée pourrait s'expliquer ainsi : par le fait que la fertilisation avec l'engrais complet a un effet sur le rendement grain du maïs. En conclusion, l'hypothèse alternative (H_1) est acceptée.

La fertilisation avec l'engrais complet a un effet significatif sur le rendement en grain. Il est évident que l'engrais complet fournit plus d'éléments nutritifs à la plante comme son nom indique pour exprimer son potentiel par rapport aux autres traitements. En effet, l'impact du P et de N en tant qu'éléments essentiels dans le développement de la plante mais aussi celui du K en tant qu'élément majeur dans la nouaison de la fructification sont important pour expliquer cette différence (FAO, 2003 cité par Alouidor, 2021). Ceci pourrait aussi expliquer par la

présence du NPK qui est facilement incorporable par les plantes, l'utilisation du NPK à un effet immédiat sur les rendements grains (Mahamadi, 2016).

Les parcelles traitées avec l'engrais urée (46-0-0) donnent un rendement moyen inférieur à celles des parcelles fertilisées avec le fumier de bovin et le témoin. Ceci pourrait expliquer par le fait que l'azote appliqué entre dans le système sol-plante où il est soumis aux multiples composantes du cycle de l'azote (Tremplay et coll, 2001). Il peut être absorbé par la plante (ce qui le rend utile), mais il peut aussi être perdu dans l'eau de drainage du sol ou être libéré dans l'air, car certaines des composantes du cycle de l'azote sont l'argument imprévisible parce qu'assujetties aux effets du climat (température et précipitation).

En plus les parcelles témoins donnent un rendement beaucoup plus élevé que les parcelles traitées avec le fumier de bovin mais supérieur à celui de l'urée. Ceci pourrait expliquer par le fait que le sol naturellement généreux à libérer de l'azote ou ayant reçu par le passé des cultures (précédents culturels) qui vont libérer d'azote en se décomposant (CRAAQ, 2007).

Les parcelles traitées avec le fumier de bovin donnent un rendement plus intéressant que les parcelles traitées avec l'engrais urée. Ceci pourrait expliquer par l'apport substantiel du fumier de bovin sur le rendement, car, selon Charbonnier, (2012), il stipule que les fumiers de bovin sont des produits assez bien équilibrés en éléments fertilisants. L'efficacité agronomique du phosphore et du potassium est identique à celle des engrais minéraux du commerce. Car, les teneurs en azote du fumier de bovin sont satisfaisantes et permettent un apport substantiel.

Selon certaines données de la littérature, les résultats obtenus ont permis de comprendre que la culture de maïs fait face à des variations de rendement qui seraient dues aux conditions de cultures dans les zones emblavées, les saisons et les itinéraires techniques adoptées .

4.2.- Effet des variables sur le rendement

Les effets des variables sur le rendement se portent sur :

4.2.1.- Corrélation entre le rendement et le taux de levée

Pour vérifier s'il y a une liaison entre le rendement et le taux de levée, un test de corrélation a été réalisé.

Le test montre l'existence d'une faible corrélation ($r = 0.13$) entre le taux de levée et le rendement.

4.2.2.-Corrélation entre le rendement et le taux d'attaque des chenilles

Pour vérifier s'il y a une liaison entre le rendement et le taux d'attaque des chenilles, un test de corrélation a été réalisé.

Le test prouve l'existence d'une liaison moyenne négative ($r = -0.39$) entre le taux d'attaque des chenilles et le rendement.

4.2.3.-Corrélation entre rendement et niveau de plantes malades

Pour déterminer s'il y a existence d'un lien entre le rendement et le niveau d'infestation des maladies, un test de corrélation a été réalisé.

Selon le résultat du test de corrélation ($r = 0.05$), il y a une faible corrélation entre le niveau d'infestation des maladies et le rendement.

4.2.4.-Corrélation entre rendement et nombre rang par épi

Pour déterminer s'il y a une liaison entre le rendement et le nombre de rang par épis, un test de corrélation a été réalisé.

Le résultat du test de corrélation décèle l'existence d'une faible corrélation entre le nombre de rang par épi et le rendement ($r = 0.14$).

4.2.4.-Corrélation entre rendement et nombre de grain par rang

Pour déterminer s'il y a une liaison entre le rendement et le nombre de grain par rang, un test de corrélation a été réalisé.

Le rendement et le nombre de grain/rang est moyennement corrélé entre eux ($r = 0.44$) selon le résultat du teste.

4.2.5.-Corrélation entre rendement et nombre épi par pied

Pour déterminer s'il y a une liaison entre le rendement et le nombre d'épi par pied, un test de corrélation a été réalisé.

Le test de corrélation prouve l'existence d'une corrélation négative entre le nombre d'épi par pied et le rendement ($r = -0.06$).

4.2.6.-Corrélation entre le rendement et le nombre de grains par épi

Pour vérifier s'il y a l'existence d'un lien entre le rendement et le nombre de grain par épi, un test de corrélation a été réalisé.

Le test prouve l'existence d'une corrélation moyenne ($r = 0.31$) entre le nombre de grains/épi et le rendement.

Les rendements des grains varient en fonction des options de fertilisation qui d'après le résultat obtenu dans cet essai et les tests statistiques effectués, tous les paramètres de rendement ne sont pas influencer significativement par les fertilisants utilisés. Selon les tests ANOVA (*Tukey*) sur ces derniers, ceux qui sont influencés sont le taux de levée, le diamètre au 40^{ème}, au 60^{ème} jour, le nombre de jour à la floraison mâle et femelle, la longueur des épis avec et sans spathes, enfin le poids moyen de 1000 grains. Les parcelles traitées avec l'engrais complet donne le meilleur rendement (0.28 T/ha), suivie des parcelles témoins (0,24 T/ha). Parmi ces trois fertilisants appliqués sur le maïs, seul le fertilisant engrais complet qui influence le plus le rendement agronomique. Selon une étude menée FONTIN (1995) et ROGER (1995), la variété Tibourik a donné, respectivement, un rendement de 3.94 T/ha et 3.94 T/ha sur la ferme de Damien.

Un essai a été mené par Pierre en 1999 à Léogane en condition irriguée et fertilisée, la variété Tibourik a donné un rendement de 5.76 T/ha. Selon un essai mené sur la ferme de Bas-Boën en 2013, des parcelles de démonstration réalisées ont montré que la variété Tibourik avait donné un rendement de 5.20 T/ha (Charlot Enock, 2016). Une étude a été menée par Ludger et al en 2020 sur l'évaluation collaborative de variétés de maïs en Haïti, ils ont obtenu un rendement de 0.234kg en condition irriguée et fertilisée. Le rendement du maïs à l'hectare est très variable tenant compte des caractéristiques des variétés et la situation agro-écologique des zones de production, il est compris entre 0.5 et 2 tonnes à l'hectare (FAO, 2015).

Le rendement obtenu lors de cet essai dans la commune de Hinche, plus précisément à Bas Papaye, une localité de la troisième section communale Aguahedionde Rive Droite au cours de la deuxième campagne agricole est nettement différent par rapport à ceux mentionnées ci-dessus. Ces variations pourraient être expliquées par une variation des conditions de culture dans ces

différentes zones, et la saison aussi pourrait jouer, l'ITK utilisée ainsi que le type de fertilisant appliquer, la sécheresse, les pestes...

CHAPITRE 5: CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a été menée sur l'essai de deux types d'engrais chimiques (12-12-20), (46-0-0) et organique (fumier de bovin) sur la culture de maïs (*Zea mays L.*), var dans la localité de Bas Papaye, 3^{ème} section communale Aguahédionde Rive Droite, commune de Hinche. Selon la question de recherche posée à savoir « Parmi les trois fertilisants, lequel/les quels permettrait (ent) d'obtenir de meilleur rendement du maïs et selon le résultat obtenu, on voit que l'obtention de meilleure rendement est fonction du type de fertilisant appliquer. Les paramètres de croissance et de développement mis en évidence et les tests statistiques utilisés à savoir l'analyse statistique descriptive des données quantitatives prouvent que les parcelles traitées avec l'engrais complet ont eu le meilleur rendement selon le test ANOVA et les parcelles traitées avec l'engrais urée enregistrent le rendement le plus faible.

En regard du rendement théorique de la variété mis à l'étude et celle obtenu dans d'autres essais, le rendement obtenu lors de cette présente étude est relativement faible. Ceci pourrait être lié à la variation pédoclimatique, la saison etc. Il en ressort de cette étude et selon l'ANOVA, les fertilisants ont un impact sur la précocité comme par exemple les parcelles traitées avec l'engrais complet émettent moins de jours pour atteindre leur floraison mâle et femelle.

Par contre, avec le fumier de bovin, les parcelles ont pris le nombre de jours le plus élevée pour atteindre leur floraison mâle et femelle. La grande majorité des paramètres étudiés dans cet essai ont été influencés avec le fertilisant engrais complet, ce qui confirme l'hypothèse de départ qui atteste que l'engrais complet (12-12-20) donnerait un rendement agronomique plus élevé que les autres.

Cette étude pourrait être utile aux chercheurs, aux producteurs pour prendre des décisions même si cette étude ne met pas en évidence le coût économique des fertilisants ainsi que les autres coûts effectués au cours de cet essai.

Toutefois, cette expérience à elle seule ne suffit pas de conclure que le maïs *Tibourik*, une variété locale donne le rendement le plus élevé et présente la meilleure performance agronomique vis-à-vis de l'engrais complet. Toutefois, il est recommandé de :

- Reprendre l'essai dans la zone en saison convenable de la culture ;
- Utiliser des systèmes d'irrigations parce que le maïs est sensible au stade de floraison

- Reprendre l'étude dans d'autres zones de la commune en tenant compte de micro-climats qui puissent exister ;
- Il est conseillé de répéter l'étude dans d'autres zones et dans d'autres périodes de culture, dans des meilleures conditions afin de confirmer l'adaptabilité de cette variété avec d'autres fertilisants ;
- Reprendre l'essai dans la zone en tenant compte de la performance agro-économique tout en déterminant la rentabilité économique des fertilisants ;

6-Reference bibliographie

- AGRICO'NOTES (2017). Les intérêts du labour, dossiers techniques mois Août, 1-2p.
- ALEJANDRO, Ortega C. (1988). Insectes ravageurs du maïs: Guide d'identification au champ. Mexico, 106p
- ANADER (2017). Fiche technique du maïs,
- ALOUIDOR, Ricualdo (2021). Etude du comportement du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) var. DPC-40 sous l'effet de trois fertilisants : engrais complet (12-12-20), fumier de bovins et leur combinaison au niveau de la localité Samana, 3^{eme} section Aguahédionde Rive Droite, Commun de Hinche. Mémoire de fin de fin d'étude UPC/FSAA, Hinche/Haïti.
- BANQUE MONDIALE, (2013). Statistique de la population mondiale et prévision
- BAMBARA Franck AbdelAziz, Detheme : Optimisation de la fertilisation azotée du maïs en culture pluviale dans l'ouest du BURKINA FASO: utilisation du modèle agronomique DSSAT
- BELEC, C.N.Tremplay,H.Perreault.(2006). Le lecteur de chlorophylle pour le juste d'ose d'azote dans le maïs-grain.
- BLAISE, Leclerc (2004) : Optimiser le compostage des fumiers de bovins selon le système de culture.
- BOLIVAR, (2011). Recensement Général de l'Agriculture Enquête Exploitation. Hinche : 2011, 2011. 34p.
- BOUKAR, Imane (2017). Comportement de quelques variete importee du maïs vis-à-vis des conditions du milieu de la region d'Adar 61p.
- BRASSEUR, G. (1980). Memento de l'agronome, Editions Quae.France.1683p.
- C, Whitehead (2000). Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships. CABI Publishing, New-York, NY. 369 pp.
- CHARCOSSET A., Gallais A., 2009. Emergence et développement du concept de variétés hybrides chez le maïs. "Le Sélectionneur Français". UMR Génétique Végétale. INRA–Université de Paris-Sud-CNRS- AgroParis TechFerm du moulin 91190GIF/YVETTE, 60 : 21-30.
- CHRISTIAN, Charbonnier (2012). Fumier de bovin et compost. 4p.
- CNSA, Haïti : Insécurité alimentaire 2011-2012.

- CRAAQ, (2003). Guide de référence en fertilisation. 1^{ère} édition. Centre de référence en agriculture et agro alimentation du Québec. 297p.
- FAES, (2007). Plan de développement communal de Hinche, sl, Hinche, 134 p.
- FAO, (1987). Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Bulletin FAO, engrais et nutrition végétale, 190p.
- FAO, (1992). Le système de stockage du maïs en milieu paysan Béninois : bilan et perspective, par Y.S. Fiagan. Rome. Chapitre 2.
- FAO, (1993). Le maïs dans la nutrition humaine, collection FAO : Alimentation et nutrition #25, Rome, Italie.
- FAO, (2000). Les engrais et leur application. précis à l'usage des vulgarisateurs, Rome, 156 p.
- FAO (2016). Rapport annuel, [En ligne], <http://www.fao.org/> (page consultée le 20 mai 2023).
- FAO (2017, 2018). Rapport sur la sécurité alimentaire, niveau de production agricole et Animale, Évaluation de la Campagne Agricole 2017- 2018 et Bilan Alimentaire du Pays
- FAO/CNUCED (2011). Les filières, le maïs.
- FAO/PAM, (2005). Mission FAO/Pam d'évaluation des récoltes et des disponibilités alimentaires en Haïti.
- FAO/PAM, (2010). Rapport spécial. Évaluation de la récolte et de la sécurité alimentaire en Haïti, 31- 61p.
- FLORADIN, Piterson (2014). Le maïs à haute valeur protéique (maïs QPM), pour une meilleure santé nutritionnelle haïtienne.
- FONTIN, N. (1995). Évaluation à la ferme de Damien de 24 hybrides de maïs provenant du CIMMYT. FAMV, 33 p.
- GRIET (1990). Manuel d'agronomie tropicale, Damien, FAMV, 283-287 p.
- IHSI (2015). Recensement de la population, [En ligne], <http://www.ihsi.ht.org/> (consultée le 25 avril 2023).
- INSTITUT DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, (1983). Physiologie du maïs.
- JACKSON, Jeudi (2015). Essai d'adaptation agronomiques de sept variétés de maïs (*Zea mays* L.) riches en protéine à Barbe Lalouère 4ème section de la commune de Saint Marc. UEH/FAMV Haïti mémoire, 43p.

- JOANIS, Yrvine (2018). Essai d'adaptation de douze (12) variétés de maïs QPM (*Zea mays* L.) introduites à Saint Marc (Localité Lalouère). UEH/FAMV, Haïti mémoire 38p.
- Maybelline Escalante-Ten Hoopen & Abdou Maïga (2012) Production et transformation du maïs COLLECTION PRO-AGRO 32p
- MEMENTO DE L'AGRONOME, (2002). CIRAD-GRET : ministères des affaires étrangères, 1698 p
- MILLEVILLE, Pierre (1986). Acte technique et itinéraire technique, méthode
- M. Cheikh Ahmadou Bamba Sokhna (2018). Évaluation de variétés hybrides de maïs dans les conditions de culture du sud du bassin arachidier du Sénégal, mémoire, p32.
- NOURA, Ziadi (2007). Utilisation des engrais minéraux an grandes cultures: description des differentes formes et leurs impacte en agroenvironnement. 29p
- NOVEMBRE, Eklesias (2021). Evaluation de la performance agronomique de trois (3) variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) avec et sans fertilisant minéral (12-12-20) dans la localité Bas-Papaye (commune de Hinche). Mémoire de fin de fin d'étude UPC/FSAA, Hinche/Haïti.
- NYABYENDA, Pierre (2005). Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique: généralités légumineuses alimentaires, Plantes à tubercules et racines, céréales. Presse agronomique de Gembloux, Bruxelles. 225p.
- PARENT, Léon Etienne (2013). Méta-analyse des essais fertilisation, Dép. des sols et de génie agroalimentaire, Université Laval, Québec, Canada.np
- PIERRE C. H. (1999). Essai d'adaptation de trois (3) variétés de maïs (*Zea mays* L.) A Santo, plaine de Léogane. UEH/FAMV, Haïti, mémoire 45p.
- PIERRE N. (2005). Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. P. 204
- PIERRE, Nixon (2014). Essai d'adaptation de cinq (5) variétés de maïs (*Zea mays* L.) dans la plaine de l'Archaie (1ère section Boucassin) UEH/FAMV HAITI mémoire.
- PLAN DE DÉVELOPPEMENT COMMUNALE, (2007) : Diagnostique participatif et les axes stratégiques de développement 112p
- PIERRE, N. (2016). Essai d'adaptation de cinq variétés de maïs (*Zea mays* L.) en provenance du CIMMYT en conditions de plaine (Cas de Cabaret). FAMV, Haïti, Mémoire 36p. `

- ROUANET, G. (1984). Le maïs Maisonneuve et Larousse. Paris, 142p.
- SAVADOGO, Mahamadi (2016). Evaluation de différentes options de fertilisation pour optimiser la production du maïs dans la province du Kenedogou : cas des villages de Tin, Sakouraba et Kotodeni. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de conception en vulgarisation agricole. 78p
- SAINTIL, Nadège et al (2018). Identification et Analyse des causes du faible rendement de la culture de maïs (Zea mays) dans la commune de Hinche : cas de la troisième section Aguahédionde rive droite » 102p
- YANNICK, U. S., et al. (2014). L'apport des faibles doses d'engrais minéraux permet-il d'accroître le rendement du maïs cultivé à forte densité. Un exemple avec deux variétés de maïs à Lubumbashi." Journal of Applied Biosciences 74 (1): 6131.

<https://www.fertitrade.fr/engrais/mineraux/15-uree-46-granule.html>. Consulté le 23 mai 2023.

www.gnis-pedagogie.ora, le maïs son origine et ses caractéristiques. Consulté le 29 mars 2023

7-.ANNEXE

Annexe 1: Synoptique de la variété de maïs Tibourik cultivée dans la troisième section communale de Hinche

Variété de maïs	Origine	Période d'introduction	Forces	Faiblesses	Importance en termes de superficie emblavée
Ti Bourik	Obtenu e sur le marché	Depuis près d'une décennie	-Cycle très court (2 à 2 mois et demi) -Bonne farine -Peu exigeant en fumure	-Conservation possible jusqu'à 'a six mois en grenier. - Au-delà de cette période risque de détérioration élevée.	-Très cultivée -occupe environ 70% des emblavures des terres.

Source : Saintil Nadège et al. (2018)

Annexe 2: Base de données de la pluviométrie de la commune de Hinche

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
2006	23	38	160	290	231	130	110	216	118	62	22	17	1407
2007	40	70	100	120	200	160	170	180	200	150	70	45	1505
2008	40	70	100	120	200	160	170	180	200	150	70	40	1500
2009	13	19	46	137	290	209	191	170	207	179	56	15	1532
2010	17	23	38	136	292	231	176	189	222	197	62	23	1606
2011	30	40	50	100	200	150	180	190	191	150	60	35	1376
2012	43	18	45	120	150	110	190	200	78	184	63	49	1250
2013	27	37	61	105	194	145	182	183	191	154	67	34	1378
2014	9	13	20	24	130	45	90	70	27	100	30	12	570

Source : Saintil Nadège et al. (2018)

Annexe 3: Resultat du teste de normalité de Shapiro-Wilks

Shapiro-Wilks (modified)

Variable	n	Mean	S.D.	W*	p(one tail)
TL	16	94.08	6.86	0.81	0.0037
HJ20	16	26.69	5.19	0.93	0.4776
HJ40	16	71.95	17.03	0.91	0.2406
HJ60	16	162.30	14.24	0.92	0.3015
DJ20	16	5.30	0.73	0.91	0.2432
DJ40	16	6.66	0.54	0.86	0.0400
DJ60	16	7.16	0.58	0.92	0.3141
TACH	16	19.13	6.00	0.93	0.4950
VR/‰	16	2.40	2.33	0.84	0.0173
VT/‰	16	0.45	0.81	0.56	<0.0001
FM	16	60.56	1.97	0.89	0.1110
FF	16	63.81	1.87	0.88	0.0982
LEP	16	22.11	1.53	0.97	0.9010
LESP	16	14.25	1.68	0.91	0.2427
HI	16	85.98	7.14	0.93	0.4225
NE/P	16	1.03	0.14	0.78	0.0005
NG/R	16	26.36	4.17	0.96	0.8408
NR/E	16	10.62	0.79	0.96	0.8147
NG/E	16	256.06	80.38	0.89	0.1192
PM/1000	16	0.24	0.03	0.96	0.8349
RDT en Kg/ha	16	246.62	34.19	0.97	0.9141
RDT en T/HA	16	0.25	0.03	0.97	0.9141
Plantes malades/‰	16	1.71	2.03	0.79	0.0010

Annexe 4: Résultat de l'analyse sol

Méthode	Mélange sol/eau 1 :2 (hydromètre)			Méthode utilisée : Mehlich1/calorimétrie			
Analyse	Ph	C.E ds/m	Texture	N	P	K	MO
Résultat	7.25	1.2	Sable : 30% Limon : 36% Argile : 34%	10	11.5	90	
Interprétation	Neutralité	Très faible	Limoneuse	Très faible	Très faible	Très faible	Bas
Recommandation				100 kg/ha	34 kg/ha	53 kg/ha	

Source : CRDD de Bas Boën

Annexe 5: Resultat des tests statistiques

Annexe de la moyenne du taux de levee

New table : 10/1/2015 - 4:12:30 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	TL	4	96.92	2.90	1.45	2.99	93.33	100.00	97.17	93.33	98.33	387.66
Matiere organique	TL	4	84.59	6.72	3.36	7.94	76.67	91.67	85.00	76.67	88.33	338.34
Parcelle Temoin	TL	4	98.58	1.89	0.95	1.92	96.00	100.00	99.17	96.00	100.00	394.33
Uree	TL	4	96.25	3.69	1.85	3.84	91.67	100.00	96.67	91.67	98.33	385.00

Moyenne hauteur 20, 40, et 60 jour

New table : 10/2/2015 - 3:47:50 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	HJ20	4	30.65	4.20	2.10	13.70	24.60	34.30	31.85	24.60	32.10	122.60
Engrais complet	HJ40	4	86.93	6.94	3.47	7.98	81.10	97.00	84.80	81.10	84.80	347.70
Engrais complet	HJ60	4	176.00	4.20	2.10	2.39	170.50	180.60	176.45	170.50	177.20	704.00
Matiere organique	HJ20	4	23.00	5.54	2.77	24.09	17.40	30.60	22.00	17.40	22.70	92.00
Matiere organique	HJ40	4	61.83	23.66	11.83	38.28	40.20	95.50	55.80	40.20	57.50	247.30
Matiere organique	HJ60	4	152.53	12.07	6.04	7.91	145.50	170.60	147.00	145.50	147.00	610.10
Parcelle Temoi	HJ20	4	24.90	3.01	1.50	12.08	22.20	28.70	24.35	22.20	25.90	99.60
Parcelle Temoi	HJ40	4	61.68	3.98	1.99	6.45	56.90	66.50	61.65	56.90	62.50	246.70
Parcelle Temoi	HJ60	4	163.20	15.00	7.50	9.19	150.60	184.70	158.75	150.60	161.40	652.80
Uree	HJ20	4	28.20	5.58	2.79	19.77	21.60	34.90	28.15	21.60	29.70	112.80
Uree	HJ40	4	77.38	14.49	7.24	18.72	64.00	90.40	77.55	64.00	89.40	309.50
Uree	HJ60	4	157.48	14.71	7.35	9.34	139.10	174.20	158.30	139.10	162.20	629.90

Moyenne du diameter 20, 40, et 60 jours

New table : 10/1/2015 - 4:14:49 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	DJ20	4	5.58	0.83	0.41	14.84	4.48	6.44	5.70	4.48	5.90	22.32
Engrais complet	DJ40	4	7.16	0.18	0.09	2.50	7.00	7.40	7.12	7.00	7.18	28.63
Engrais complet	DJ60	4	7.78	0.25	0.13	3.22	7.50	8.10	7.75	7.50	7.80	31.10
Matiere organique	DJ20	4	5.08	0.92	0.46	18.08	3.86	5.90	5.28	3.86	5.66	20.32
Matiere organique	DJ40	4	6.27	0.36	0.18	5.76	5.87	6.70	6.25	5.87	6.40	25.07
Matiere organique	DJ60	4	6.58	0.45	0.22	6.84	5.92	6.91	6.75	5.92	6.80	26.33
Parcelle Temoi	DJ20	4	5.20	0.57	0.28	10.88	4.40	5.60	5.40	4.40	5.60	20.80
Parcelle Temoi	DJ40	4	6.13	0.13	0.06	2.05	6.00	6.30	6.10	6.00	6.10	24.50
Parcelle Temoi	DJ60	4	6.83	0.15	0.08	2.20	6.70	7.00	6.80	6.70	6.90	27.30
Uree	DJ20	4	5.36	0.80	0.40	14.88	4.20	6.00	5.61	4.20	5.72	21.42
Uree	DJ40	4	7.08	0.33	0.16	4.60	6.61	7.30	7.20	6.61	7.30	28.31
Uree	DJ60	4	7.45	0.45	0.23	6.05	6.80	7.80	7.60	6.80	7.70	29.80

Moyenne des plantes malades

New table : 10/2/2015 - 4:10:25 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	Plantes malades/%	4	1.34	1.58	0.79	118.35	0.00	3.10	1.13	0.00	2.25	5.35
Matiere organique	Plantes malades/%	4	1.76	2.36	1.18	134.17	0.00	5.00	1.03	0.00	2.05	7.05
Parcelle Temoi	Plantes malades/%	4	1.25	1.46	0.73	116.62	0.00	2.75	1.13	0.00	2.25	5.00
Uree	Plantes malades/%	4	2.48	3.03	1.52	122.61	0.00	6.20	1.85	0.00	3.70	9.90

Moyenne d'attaque par les chenilles

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	TACH	4	19.25	4.35	2.17	22.59	15.00	25.00	18.50	15.00	20.00	77.00
Matiere organique	TACH	4	19.50	4.20	2.10	21.55	15.00	25.00	19.00	15.00	20.00	78.00
Parcelle Temoi	TACH	4	17.50	4.93	2.47	28.19	12.00	23.00	17.50	12.00	20.00	70.00
Uree	TACH	4	20.25	10.66	5.33	52.63	10.00	35.00	18.00	10.00	20.00	81.00

Moyenne du taux de verse racinaire

New table : 10/1/2015 - 4:15:32 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	VR/%	4	3.40	2.43	1.22	71.45	0.00	5.76	3.93	0.00	4.08	13.61
Matiere organique	VR/%	4	1.11	2.22	1.11	200.00	0.00	4.44	0.00	0.00	0.00	4.44
Parcelle Temoin	VR/%	4	0.96	1.11	0.55	115.47	0.00	1.92	0.96	0.00	1.92	3.84
Uree	VR/%	4	4.14	2.19	1.10	52.95	1.80	6.77	4.00	1.80	5.00	16.57

Moyenne du taux de verse racinaire

New table : 10/2/2015 - 4:18:43 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	VT/%	4	0.00	0.00	0.00	nd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Matiere organique	VT/%	4	0.00	0.00	0.00	nd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Parcelle Temoin	VT/%	4	0.83	0.96	0.48	116.42	0.00	1.80	0.75	0.00	1.50	3.30
Uree	VT/%	4	0.96	1.12	0.56	115.96	0.00	2.05	0.90	0.00	1.80	3.85

Moyenne du taux de jour a la floraison male

New table : 10/1/2015 - 4:16:11 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	FM	4	59.25	0.96	0.48	1.62	58.00	60.00	59.50	58.00	60.00	237.00
Matiere organique	FM	4	63.25	0.50	0.25	0.79	63.00	64.00	63.00	63.00	63.00	253.00
Parcelle Temoin	FM	4	60.75	0.96	0.48	1.58	60.00	62.00	60.50	60.00	61.00	243.00
Uree	FM	4	59.00	1.41	0.71	2.40	58.00	61.00	58.50	58.00	59.00	236.00

Moyenne de la Longueur des epis a spathes

New table : 10/1/2015 - 4:17:48 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	LEP	4	24.08	0.54	0.27	2.26	23.50	24.80	24.00	23.50	24.10	96.30
Matiere organique	LEP	4	21.78	0.87	0.43	3.97	20.80	22.80	21.75	20.80	22.10	87.10
Parcelle Temoin	LEP	4	20.48	1.19	0.59	5.81	19.30	22.10	20.25	19.30	20.50	81.90
Uree	LEP	4	22.13	0.61	0.31	2.77	21.50	22.90	22.05	21.50	22.30	88.50

Moyenne du taux de jour à la floraison femelle

New table : 10/1/2015 - 4:16:29 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	FF	4	63.00	0.82	0.41	1.30	62.00	64.00	63.00	62.00	63.00	252.00
Matiere organique	FF	4	66.50	0.58	0.29	0.87	66.00	67.00	66.50	66.00	67.00	266.00
Parcelle Temoin	FF	4	63.75	0.96	0.48	1.50	63.00	65.00	63.50	63.00	64.00	255.00
Uree	FF	4	62.00	0.82	0.41	1.32	61.00	63.00	62.00	61.00	62.00	248.00

Moyenne de la hauteur insertion des epis

New table : 10/1/2015 - 4:17:04 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	HI	4	89.53	5.95	2.98	6.65	84.30	95.40	89.20	84.30	93.90	358.10
Matiere organique	HI	4	79.53	10.19	5.10	12.82	69.20	93.60	77.65	69.20	77.70	318.10
Parcelle Temoin	HI	4	88.55	3.94	1.97	4.45	83.50	93.00	88.85	83.50	89.60	354.20
Uree	HI	4	86.33	4.35	2.18	5.04	80.00	89.20	88.05	80.00	89.20	345.30

Moyenne de la Longueur des epis sans spathes

New table : 10/1/2015 - 4:17:31 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	LESP	4	16.45	0.73	0.36	4.42	15.60	17.11	16.55	15.60	17.00	65.81
Matiere organique	LESP	4	13.13	1.32	0.66	10.09	12.00	15.02	12.75	12.00	13.00	52.52
Parcelle Temoin	LESP	4	13.33	1.51	0.76	11.34	12.00	15.30	13.00	12.00	13.70	53.30
Uree	LESP	4	14.10	0.56	0.28	3.97	13.40	14.60	14.20	13.40	14.50	56.40

Moyenne du nombre d'epis par pied

New table : 10/1/2015 - 4:18:09 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	NE/P	4	1.11	0.09	0.04	7.77	1.03	1.22	1.09	1.03	1.12	4.42
Matiere organique	NE/P	4	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00
Parcelle Temoin	NE/P	4	1.02	0.02	0.01	2.40	1.00	1.05	1.02	1.00	1.03	4.08
Uree	NE/P	4	1.00	0.29	0.14	28.45	0.60	1.21	1.10	0.60	1.20	4.01

Moyenne du nombre de grain par rang

New table : 10/1/2015 - 4:18:41 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	NG/R	4	29.48	3.17	1.58	10.75	25.81	33.28	29.41	25.81	30.46	117.91
Matiere organique	NG/R	4	23.57	5.57	2.79	23.64	17.48	30.75	23.02	17.48	24.40	94.26
Parcelle Temoin	NG/R	4	24.35	3.30	1.65	13.54	20.53	28.58	24.15	20.53	24.28	97.40
Uree	NG/R	4	28.03	1.62	0.81	5.79	25.85	29.43	28.42	25.85	29.09	112.12

Moyenne du nombre de rang par epis

New table : 10/1/2015 - 4:19:27 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	NR/E	4	10.68	0.55	0.28	5.15	10.20	11.20	10.65	10.20	11.10	42.70
Matiere organique	NR/E	4	10.55	0.93	0.46	8.77	9.80	11.90	10.25	9.80	10.30	42.20
Parcelle Temoin	NR/E	4	10.53	0.36	0.18	3.41	10.00	10.80	10.65	10.00	10.70	42.10
Uree	NR/E	4	10.75	1.34	0.67	12.46	9.08	12.10	10.90	9.08	11.50	42.98

Moyenne du nombre de grain par epis

New table : 10/2/2015 - 4:51:30 PM - [Version : 4/24/2018]

Summary statistics

Fertilisant	Variable	n	Mean	S.D.	S.E.	CV	Minimum	Maximum	Median	Q1	Q3	Sum
Engrais complet	NG/E	4	298.43	44.37	22.19	14.87	259.50	340.70	296.75	259.50	332.80	1193.70
Matiere organique	NG/E	4	221.90	43.74	21.87	19.71	175.30	280.70	215.80	175.30	220.00	887.60
Parcelle Temoin	NG/E	4	256.20	42.84	21.42	16.72	200.60	305.10	259.55	200.60	259.90	1024.80
Uree	NG/E	4	247.73	150.16	75.08	60.61	29.20	355.20	303.25	29.20	336.20	990.90

Anova du taux de levee entre les fertilisants

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=8.82916

Error: 17.6879 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.
Matiere organique	84.59	4	2.10 A
Uree	96.25	4	2.10 B

Engrais complet 96.92 4 2.10 B
 Parcelle Temoïn 98.58 4 2.10 B
 Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)
 New table : 10/1/2015 - 4:22:32 PM - [Version : 4/24/2018]

Anova du diametre au 40^{eme} jour entre les fertilisants

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.55936

Error: 0.0710 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Parcelle Temoïn	6.13	4	0.13	A
Matiere organique	6.27	4	0.13	A
Uree	7.08	4	0.13	B
Engrais complet	7.16	4	0.13	B

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Anova du diametre au 60^{eme} jour entre les fertilisants

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.73533

Error: 0.1227 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Matiere organique	6.58	4	0.18	A
Parcelle Temoïn	6.83	4	0.18	A B
Uree	7.45	4	0.18	B C
Engrais complet	7.78	4	0.18	C

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Anova de la floraison male entre les fertilisants

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=2.12109

Error: 1.0208 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Uree	59.00	4	0.51	A
Engrais complet	59.25	4	0.51	A
Parcelle Temoïn	60.75	4	0.51	A
Matiere organique	63.25	4	0.51	B

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Anova de la floraison femelle entre les fertilisants

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=1.68710

Error: 0.6458 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Uree	62.00	4	0.40	A
Engrais complet	63.00	4	0.40	A B
Parcelle Temoïn	63.75	4	0.40	B
Matiere organique	66.50	4	0.40	C

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Anova de la longueur des epis a spathes

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=1.76789

Error: 0.7092 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Parcelle Temoïn	20.48	4	0.42	A
Matiere organique	21.78	4	0.42	A
Uree	22.13	4	0.42	A
Engrais complet	24.08	4	0.42	B

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Anova de la longueur des epis sans spathes

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=2.31826

Error: 1.2194 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Matiere organique	13.13	4	0.55	A
Parcelle Temoïn	13.33	4	0.55	A
Uree	14.10	4	0.55	A
Engrais complet	16.45	4	0.55	B

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Anova du poids de 1000 grains entre les fertilisants

Test:Tukey Alpha:=0.05 LSD:=0.04710

Error: 0.0005 df: 12

Fertilisant	Means	n	S.E.	
Uree	0.21	4	0.01	A
Matiere organique	0.23	4	0.01	A
Parcelle Temoin	0.24	4	0.01	A
Engrais complet	0.28	4	0.01	B

Means with a common letter are not significantly different ($p > 0.05$)

Annexe 6: Photographies



Photo a: teste de germination



Photo b: Labourage



Photo c: prise de hauteur



Photo d: Épandage



Photo e : Phase végétatif



Photo f: prise de données



Photo g : Charbon du maïs



Photo h : Maturité séchage



Photo h : Récolte



Photo i : Dépourvue de spathes



Photo j : Marquage



Photo k : Humidimètre



Photo l : Echantillons



Photo m : Lecture avant pèse



Photo n : Prise de poids