

# Université Assane Seck De Ziguinchor



## UFR sciences et technologies

\*\*\*\*\*

### Département d'agroforesterie

### Mémoire de Master

**Spécialité :** Aménagement et Gestion Durable des Ecosystèmes Forestiers et Agroforestiers.

### Sujet :

*Arrière effet des précédents culturaux et de la fertilisation minérale sur la croissance et le rendement du mil sanio (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) en Moyenne Casamance (Sédhiou)*

Présenté par : **Yaye Yandé CISSE**

Sous la direction de **Pr Daouda Ngom, Maître de Conférences à l'UCAD**

Encadreur : **Dr Ousmane Ndiaye Maître-Assistant à l'UASZ**

Co-encadreur : **M. Boubacar Bamba Assistant de recherches à l'ISRA/Djibélor**

**Soutenu publiquement le 13 Décembre 2018 à l'université Assane Seck de Ziguinchor**

**Devant le jury composé de :**

<b>Dr Abdoulaye Gassama</b>	Maître de Conférences	Président de jury	<b>UASZ</b>
<b>Dr Ousmane NDIAYE</b>	Maître Assistant	Encadreur	<b>UASZ</b>
<b>Dr Mohamed Charahabil</b>	Maître Assistant	Examineur	<b>UASZ</b>
<b>Dr Aly DIALLO</b>	Assistant	Examineur	<b>UASZ</b>
<b>M. Boubacar BAMBA</b>	Assistant de recherches	Co-encadreur	<b>CRA /ISRA</b>

**Année Universitaire : 2017-2018**

# **DEDICACES**

## **JE DÉDIE CE TRAVAIL**

A mon papa Moussa Cissé et ma maman Maimouna Kane, qui ne se lassent pas de me soutenir et de m'encourager ;

A mes frères et sœurs Marième Tine, Matar CISSE, Mame Sadio CISSE, Mariama CISSE et Thillo Penda BA pour leur amour et soutien ;

A mes tantes, mon oncle, mes neveux, mes nièces.

## REMERCIEMENTS

Avant tout, je rends grâce à Dieu le Tout Puissant, de m'avoir accordé la force, le courage, la volonté, et la patience de terminer ce travail.

A mon encadreur Dr Ousmane Ndiaye, enseignant chercheur à l'Université Assane Seck de Ziguinchor pour ses conseils et sa disponibilité tout au long de notre stage.

A mon maître de stage Mr Baboucar Bamba, ingénieur agronome à l'ISRA/ Ziguinchor et son Directeur Saliou Djiba pour les orientations et le soutien mais également pour m'avoir accueilli dans leur structure.

Aux enseignants chercheurs du Département d'Agroforesterie, Pr Daouda Ngom, Dr Mohamed Mahamoud CHARAHABIL, Dr Ngor NDOUR, Dr Siré Diedhiou SALL, Dr Djibril SARR, Dr Ismaïla COLY, Dr Antoine SAMBOU et l'ensemble des vacataires dont Dr Boubacar CAMARA et Dr Maurice DASYLVA pour l'enseignement qu'ils m'ont donné.

Aux doctorants M. Seydou Ndiaye, M. Arfang Ousmane Kemo GOUDIABY, M. Mamadou Abdoul Ader DIEDHIOU, M. Paul DIOUF et M. Ababacar NDIAYE pour les conseils durant toutes ces années.

A Ibrahima Basséne technicien de l'ISRA basé à SEFA et à sa famille pour l'accueil et le soutien durant mon séjour.

A ma tutrice Aminata Niang, qui m'a accueillie et traitée comme une sœur.

A madame Fall, Khadim Badiane, Ibrahima Diédhiou, Maki Diédhiou, Mr Ndour qui m'ont soutenu tout au long du stage.

Ainsi que l'ensemble du personnel de l'ISRA basé à SEFA

A mes amies Oulimata Sané et Mouhamadou Lamine Diédhiou pour leur aide.

A tout le personnel de l'ANCAR, plus particulièrement Mr Souleymane Seydi pour son soutien et son aide.

Aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail, il s'agit de Dr Abdoulaye Gassama, Dr Mohamed Charahabil, Dr Aly Diallo, Dr Ousmane Ndiaye, M Baboucar Bamba.

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

<b>Cm :</b>	Centimètre
<b>CV :</b>	Coefficient de variation
<b>D :</b>	Densité (plant/ha).
<b>DAPSA :</b>	Direction de l'Analyse de la Précision et des Statistiques Agricoles
<b>DR :</b>	Dose recommandée
<b>FM :</b>	Fertilisation minérale
<b>Ha :</b>	Hectare
<b>HPSE :</b>	Hauteur des plants sans épis
<b>ISRA :</b>	Institut Sénégalais de Recherche Agricole
<b>JAS :</b>	Jour Après Semis
<b>Kg :</b>	Kilogramme
<b>LEN :</b>	Longueur des Entre-Nœuds (cm)
<b>N :</b>	Azote
<b>nN :</b>	Nombre de nœud
<b>NPK :</b>	Engrais ternaire contenant de l'Azote, du Phosphore et du Potassium
<b>NPL :</b>	Nombre de Plants Levés ;
<b>PC :</b>	Précédent Cultural
<b>S :</b>	Surface Petite Parcelle ;
<b>UASZ :</b>	Université Assane Seck de Ziguinchor
<b>UCAD :</b>	Université Cheikh Anta Diop de Dakar

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 : Dispositif expérimental .....	21
Tableau 2 : Variation de la densité de plants levés en fonction des facteurs étudiés.....	26
Tableau 3 : Tallage en fonction du précédent et de la fertilisation minérale .....	27
Tableau 4 : Effet du précédent cultural et de la fertilisation minérale sur la taille des plants .	29
Tableau 5 : Diamètre et longueur des épis en fonction du précédent et de la fertilisation .....	30
Tableau 6 : Variation de la longueur des entre-nœuds et du diamètre des tiges en fonction des facteurs étudiés.....	31
Tableau 7 : Variation du nombre d'épis, du rendement épi en fonction du précédent et de la fertilisation minérale. ....	32
Tableau 8 : Effet du précédent et de la fertilisation sur la biomasse aérienne sèche, le rendement grain et le poids mille grains .....	33

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: Schéma des phases de croissance et de développement du mil (Maiti et Bidinger, 1981).....	5
Figure 2 : Infestation de <i>Striga hermonthica</i> dans un champ de mil (Moumouni, 2014).....	12
Figure 3 : Le Travailleur à bec rouge ( <i>Quelea quelea</i> ) (Moumouni, 2014).....	13
Figure 4 : Larve du foreur de tige se nourrissant à l'intérieur d'une tige de mil en développement (a), larve en diapause dans une tige sèche (b) (Youm et al., 1996) cité par Moumouni 2014.	14
Figure 5: criquet pèlerin solitaire en état non grégaire (Moumouni, 2014).....	15
Figure 6 : Chenille de la mineuse de l'épi sur le mil (Moumouni, 2014).....	15
Figure 7 : Symptômes du mildiou <i>Sclerospora graminicola</i> sur l'épi de mil (Karimou et al., 2018).....	16
Figure 8 : Epi atteint de charbon (agropolis, 2015).....	16
Figure 9 : Pluviométrie saisonnière de la station de Séfa en 2016 et de normale de 1981 à 2010 .....	18
Figure 10 : Carte de localisation du site d'expérimentation.....	19
Figure 11: pied à coulisse.....	23
Figure 12 : Comptage du nombre d'épis.....	24
Figure 13 : Variation du rendement grains en fonction des précédents et de la fertilisation minéral.....	34

## TABLE DES MATIERES

Dédicaces .....	i
Remerciements .....	ii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES .....	v
Résumé .....	viii
Abstract .....	ix
Introduction .....	1
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1.1 Présentation du mil ( <i>Pennisetum glaucum</i> (L)).....	3
1.1.1 Origine et taxonomie.....	3
1.1.2 Stade de développement du plant de mil.....	3
1.1.2.1 La phase végétative .....	3
1.1.2.2 La phase reproductive.....	4
1.1.2.3 La phase de maturation.....	5
1.1.3 Morphologie du plant de mil.....	6
1.2 Importance et utilisation du mil.....	7
1.3 Exigences écologiques du mil .....	8
1.3.1 Nature du sol.....	8
1.3.2 Pluviométrie.....	8
1.3.3 Lumière .....	8
1.3.4 Température .....	8
1.4 Notion de précédent cultural et de fertilisation .....	9
1.5 Fertilisation minérale du mil.....	9
1.6 Importance de l'apport organique.....	10
1.7 Ravageurs et maladies du mil.....	12
1.7.1 Les bioagresseurs .....	12
a. Les mauvaises herbes.....	12
b. Les oiseaux granivores.....	13
c. Les insectes .....	13
1.7.2 Les maladies du mil .....	15
CHAPITRE 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	18
2.1 Site expérimental .....	18
2.2 Matériel végétal .....	19
2.3 Le dispositif expérimental .....	20

2.4 Conduite de l'essai.....	22
2.4.1 Préparation du sol .....	22
2.4.2 Le semis .....	22
2.5 Observations et mesures .....	23
2.5.1 Les données agro-morphologiques .....	23
a) Densité de plants levés.....	23
b) Nombre total de talles et nombre de talles productives .....	23
c) Hauteur des plants.....	23
d) Diamètres de la tige et de l'épi .....	23
e) Longueur des épis (cm).....	23
f) Longueur des entre -nœuds.....	23
g) Poids de la biomasse aérienne sèche.....	24
2.5.2 Données de production .....	24
1) Nombre d'épis récoltés .....	24
2) Poids sec des épis.....	24
3) Rendement en grains.....	24
4) Poids des mille grains .....	24
5) Analyse statistique .....	25
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....	26
3.1 Résultats.....	26
3.1.1 Densité de plants levés.....	26
3.1.2 Tallage.....	26
3.1.3 Hauteur des plants .....	28
3.1.4 Caractéristiques de l'épi .....	30
3.1.5 Longueur des entre-nœuds et diamètre de la tige au collet.....	30
3.1.6 Nombre d'épis récolté, poids épis.....	32
3.1.7 Productions de biomasse, de grains et calibre des grains.....	33
3.2 Discussion.....	35
Conclusion et perspectives .....	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	a

## Résumé

Au Sénégal, le mil constitue la seconde céréale la plus consommée en zones rurale et urbaine derrière le riz. Cependant la production est affectée par des contraintes d'ordre abiotique et biotique qui impactent négativement les rendements en milieu paysan. Dans le but d'augmenter les rendements, une expérimentation intégrant la fertilisation minérale et les précédents de légumineuses a été mise en place. Cette expérimentation a été conduite pendant l'hivernage 2017 dans la station de Séfa située en Moyenne Casamance au Sénégal. L'objectif de cette étude était de déterminer la meilleure combinaison entre le précédent cultural et la dose d'engrais minéral pour une productivité durable du mil sanio en Casamance. Les facteurs étudiés dans un dispositif en split plot avec trois répétitions, sont le précédent cultural (arachide, pois Mascate, mil sanio et jachère) et la fertilisation minérale avec trois modalités (0 kg/ha NPK+Urée ; 75 kg/ha NPK+50 kg/ha Urée ; 150 kg/ha NPK+100 kg/ha Urée). Les résultats ont montré que le tallage productif est plus développé dans les parcelles à précédents pois Mascate ( $11,0 \pm 1,5$  talles/poquet) et arachide ( $10,1 \pm 1,5$  talles/poquet) et fertilisées avec la dose d'engrais minéral recommandée ( $10,6 \pm 1,3$  talles/poquet) et avec la moitié de celle-ci ( $10,2 \pm 1,1$  talles/poquet). La hauteur des plants augmente significativement avec l'accroissement des doses d'engrais minéraux. La longueur des entre-nœuds est statistiquement égale quelle que soit la dose d'engrais minéral appliquée. La fertilisation minérale a affecté significativement les productions de biomasse aérienne sèche et de grains. Les rendements de biomasse aérienne les plus importants sont notés dans les parcelles fertilisées avec la dose recommandée d'engrais ( $7471 \pm 1759$  kg/ha) et avec la moitié de celle-ci ( $6700 \pm 935$  kg/ha). Les rendements en grain les plus élevés sont localisés dans les parcelles fertilisées avec la dose recommandée d'engrais ( $1136 \pm 249$  kg/ha) et avec la moitié de celle-ci ( $1030 \pm 165$  kg/ha). Le poids des mille grains n'est pas influencé ni par le précédent cultural ni par la fertilisation minérale. Dans l'optique d'une gestion durable de la fertilité des sols et de la disponibilité du fourrage pour l'alimentation du bétail dans la zone d'étude, la rotation pois Mascate-mil combinée avec la moitié de la dose d'engrais recommandée ou jachère améliorée mil serait une pratique à vulgariser.

**Mots clés** : Précédent cultural, fertilisation minérale, croissance, rendement, Séfa, Sénégal

## **Abstract**

In Senegal, millet is the second most consumed cereal in rural and urban areas behind rice. However, production is affected by abiotic and biotic constraints that negatively impact yields in the peasant environment. With the aim of increasing yields, an experiment integrating mineral fertilisation and pulse precedents has been implemented.

This experiment was led during the wintering 2017 in the station of Séfa situated on average Casamance in Senegal. The objective of this study is to determine the best combination between the cultural precedent and the dose of mineral fertilizers for a long-lasting productivity of the t sanio millet in Casamance. The Factors studied in a device in Split contact with three repetitions, were the cultural precedent (peanut, mucuna, late one thousand and fallow) and the mineral fertilization with three modalities (0 kg / ha NPK+Urée; 75 kg / ha NPK+50 kg / ha Urea; 150 kg / ha NPK+100 kg / ha Urea). The results showed that the productive tallage is more developed in the plots of land with previous peas Muscat ( $11,0 \pm 1,5$  suckers / poquet) and peanut ( $10,1 \pm 1,5$ ) fertilized with the dose of mineral fertilizer recommended (  $10,6$   $1,3$  suckers / poquet ) and with half of this one ( $10,2 \pm 1,1$  suckers / poquet). The height of plants increases significantly with the increase of the doses of mineral fertilizers. The length of enters - knots is statisquement equal whatever is the dose of mineral fertilizers applied. The mineral fertilization affects significantly the productions of dry air biomass and beads. The yields on air biomass the most important are noted in the plots of land fertilized with the dose of fertilizer recommended ( $7471 \pm 1759$  kg / ha) and with the moitiée of this one ( $6700 \pm 935$  kg / ha). The yields(ef in bead the highest in the plots of land fertilized with the dose of fertilizer recommended (on  $1136 \pm 249$  kg / ha) and with half of this one (on  $1030 \pm 165$  kg / ha). The weight of the thousand beads is not influenced by the cultural precedent and by the mineral fertilization. In the optics of a sustainable management of the fertility of grounds and availability of the feed for the food of the cattle in the zone of study, the rotation one mucuna-thousand or improved fallow one thousand would be a practice to be popularized .

Keywords : the cultural Precedent, the mineral fertilization, the growth, the yield, Sefa, Senegal

## **Introduction**

Le mil est la quatrième céréale la plus cultivée derrière le blé, le riz et le maïs (Fao, 2018).

La production mondiale de mil, qui était de 32 millions de tonnes en 2016, est en baisse, après de fortes hausses enregistrées au début des années 2000. Elle est surtout concentrée en Afrique et en Asie. L'Afrique représente plus de 55 % de la production mondiale, suivie par l'Asie avec 41 % (Fao, 2018).

En Afrique, la culture du mil est pratiquée dans un grand nombre de pays, c'est la seule région du monde où la production du mil augmente. Plus de 30 millions d'hectares sont cultivés par an dans les zones arides et semi- arides d'Afrique et d'Asie (Sy et *al.*, 1997). Le mil pénicillaire est cultivé au sud du Sahara ainsi que dans les régions sèches de l'Afrique orientale et australe. En effet, plus de 50 % des surfaces emblavées en mil en Afrique se trouvent dans le Sahel (Mbaye, 1993).

Au Sénégal, le mil est la céréale la plus cultivée. Il représente plus de 60% des superficies céréalères emblavées, avec une production d'au moins 1 000 000 tonnes/an (Diakhaté, 2013). Selon la Fao (1997), citée par Siene et *al.*, (2010), le mil représente 75% des surfaces emblavées et 60% de la production agricole au Sénégal. Les rendements en grains sont plus faibles (400-600 Kg/ha) que ceux des autres céréales (environ 800 kg/ha) alors que son potentiel atteint 2500 à 3000 Kg/ha. Malgré cette importance, la production du mil est limitée par des contraintes d'ordres abiotique (déficit pluviométrique, baisse de la fertilité des sols, etc.), biotique (matériel végétal peu productif, maladies, insectes ravageurs, oiseaux, mauvaises herbes, etc.) et technique (inadaptation des pratiques culturales).

D'après Diouf (2001) en Afrique soudano-sahélienne et au Sénégal en particulier, la faiblesse et la variabilité des rendements, notamment des principales cultures comme le mil et l'arachide, sont le résultat des effets des deux contraintes principales : la sécheresse et la pauvreté des sols. Cette baisse est provoquée non seulement par la pratique de la monoculture mais aussi par le manque d'application des engrais minéraux ou organiques à la portée des paysans (Traoré et *al.*, 2015).

Il est avéré que l'utilisation des légumineuses est un moyen efficace qui procure à la culture les éléments essentiels pour sa croissance. La plupart des études ont montré les effets bénéfiques des systèmes de culture à base des légumineuses sur les rendements des cultures (Bougma, 2013). De ce fait, de nombreuses études ont été menées au cours des deux dernières décennies et ont démontré l'efficacité de la rotation des cultures combinée à des engrais chimiques et organiques pour augmenter le rendement des cultures (Bationo et *al.*, 2004 Saidou et *al.*, 2009

in Sangaré et *al*, 2016). Donc l'installation des légumineuses dans les champs de culture de mil permettra non seulement la diminution de la quantité d'engrais appliquée mais aussi une optimisation des rendements.

C'est dans cette optique que s'inscrit cette étude dont l'objectif est de contribuer à l'évaluation de l'effet des précédents culturaux sur la productivité du mil sanio en Casamance. Spécifiquement il s'agit de :

- Etudier les effets des précédents culturaux sur la croissance et le rendement du mil
- Moduler le plan de fumure minérale en fonction des arrières effets du précédent cultural

Ce mémoire est composé de trois chapitres. Le premier aborde la synthèse bibliographique, le second présente le matériel et méthodes utilisés. Et le troisième chapitre fait référence aux résultats obtenus et à la discussion.

# CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1.1 Présentation du mil (*Pennisetum glaucum* (L))

### 1.1.1 Origine et taxonomie

L'origine du mil est incertaine. Certains auteurs lui donnent comme berceau l'Afrique Centrale Occidentale (ELDIN, 1990). Pour d'autres le mil serait originaire d'Afrique de l'Ouest où l'on rencontre les diverses formes, cultivées et sauvages (Tostain et Marchais, 1993).

Le mil est une graminée annuelle diploïde ( $2n=14$ ), érigé, à tiges pleines. Selon les variétés, sa hauteur varie de 1 m à 5 m avec un métabolisme photosynthétique en C4 (Do, 1994).

Le mil pénnicilaire ou mil à chandelles (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) est une graminée céréalière annuelle qui se retrouve sous plusieurs noms scientifiques synonymes. Ces synonymes de *Pennisetum glaucum* sont : *P. typhoides* (Burm.) Stapf et Hubb., *P. typhoidum* Rich., *P. spicatum* (L.) Koem., *P. amjranum* (L.) Leeke. (Diouf, 2001)

Le mil appartient au genre *Pennisetum* (famille des poacées, sous-famille des *Panicoideae*, tribu des Paniceae) dont la soixantaine d'espèces est répartie dans les régions tropicales et subtropicales. Le mil appartient à la section Penicillaria, qui se caractérise par la présence d'une touffe de poils sur l'apex des étamines (Besançon et al, 1997).

NOMS ANALAGOGUES : mil pénicillaire, mil à chandelle, petit mil, millet.

### 1.1.2 Stade de développement du plant de mil

La croissance du mil se déroule en 3 phases que sont :

- La phase végétative
- La phase reproductive
- La phase de maturation

#### 1.1.2.1 La phase végétative

La phase végétative du mil dure entre 30 à 50 jours, elle va de l'émergence à la formation de la panicule sur la tige principale (Loumerem, 2004).

On distingue deux étapes :

- 1) **Feuillaison et tallage** : cette phase couvre sensiblement les deux premiers mois du cycle et se caractérise par la prédominance du développement de l'appareil foliaire qui représente 50% environ de la substance humide de la plante et 55 % de la substance sèche. L'importance relative des feuilles décroît légèrement à partir du vingt-cinquième jour alors que celle des tiges et des racines s'accroissent sensiblement. Le tallage débute très tôt, et le nombre définitif de talles est atteint vers 60 jours. A ce stade la plante se

présente en touffe feuillue compacte, d'où émergent les extrémités de la tige principale et de quelques tiges secondaires (Loumerem, 2004).

- 2) **Montaison** : elle se situe à la fin de la phase de tallage et se caractérise par un allongement considérable des tiges et par l'apparition des dernières feuilles. Cette phase se termine par l'apparition de l'épi à l'extrémité de la tige au niveau de la dernière gaine (Beninga, 1993).

La montaison débute par l'émergence de la coléoptile et continue jusqu'au point d'initiation de la panicule. La germination est hypogée et dure environ 24 heures. Après la levée les stades intermédiaires apparaissent la racine peu ramifiée, la tige et les premières feuilles, puis la multiplication des racines adventives. Les jeunes plantules prennent possession du sol, les bourgeons de la tige principale se multiplient et forment des talles (tiges secondaires). Le tallage suivant les variétés, peut se poursuivre tout au long de la croissance de la plante. Les nœuds à la base des tiges secondaires peuvent donner à leur tour des tiges tertiaires. L'initiation de la panicule se caractérise par l'élongation de la tige apicale de la tige principale et la formation d'une constriction à la base de l'apex, c'est le passage de la phase végétative à la phase reproductrice (Eldin, 1990).

#### 1.1.2.2 La phase reproductrice

Cette phase comprend l'épiaison, la floraison et la fructification

1. **Epiaison** : le développement de l'épi débute à l'intérieur de la tige au cours de la montaison, mais ce n'est qu'après l'allongement internodal de la tige que la croissance de l'épi devient active. La tige s'allonge légèrement par suite de l'élongation, à ce stade seulement, du méristème situé en-dessous de l'épi. Dès l'apparition de l'épi, le nombre définitif des feuilles est atteint (Beninga, 1993).
2. **Floraison** : par suite de son caractère progressif et étalé dans le temps, la floraison peut être confondue avec l'épiaison durant laquelle l'ensemble de l'épi se développe activement. Dès l'apparition complète de l'épi, se montrent du sommet la base d'abord les stigmates puis les étamines (Beninga, 1993).
3. **Fructification** : ce terme englobe l'ensemble des phénomènes post-floraux comprenant le développement de l'ovaire, la nouaison et la formation des grains. A partir de la floraison, on note l'arrêt du développement des organes végétatifs au profit exclusif de l'épi (Beninga, 1993).

Les premières feuilles sorties deviennent sénescents, l'élongation des tiges secondaires se poursuit ainsi que la multiplication de nouvelles talles. La feuille terminale de la tige principale apparaît, enroulée de la panicule qui se développe alors rapidement. Cette phase se termine par

la floraison de la panicule, floraison femelle tout d'abord, puis floraison mâle. Le stade 50 % de floraison est atteint lorsque l'inflorescence couvre la moitié de la hauteur de l'épi (Eldin ,1990).

### 1.1.2.3 La phase de maturation

Cette dernière phase conduit les grains du stade laiteux au stade durci et physiologiquement mûrs (Beninga ,1993). Durant cette période qui va de cent vingt-quatre à cent cinquante 124 jours à 150 jours, par rapport à la substance humide totale seule la tige accroît légèrement sa représentation, tandis que restent stationnaires celles des racines et des épis et que diminue encore celle des feuilles. Il en est sensiblement de même pour la substance sèche, si ce n'est que l'on note une élévation de la représentation de l'épi tandis que celles de la tige et des racines restent stationnaires et que se réduit celle des feuilles.

Bien que la maturité physiologique des grains soit atteinte à cent cinquante jours, l'ensemble de la plante est moins desséché que dans le cas d'une récolte normale (Vidal, 1963).

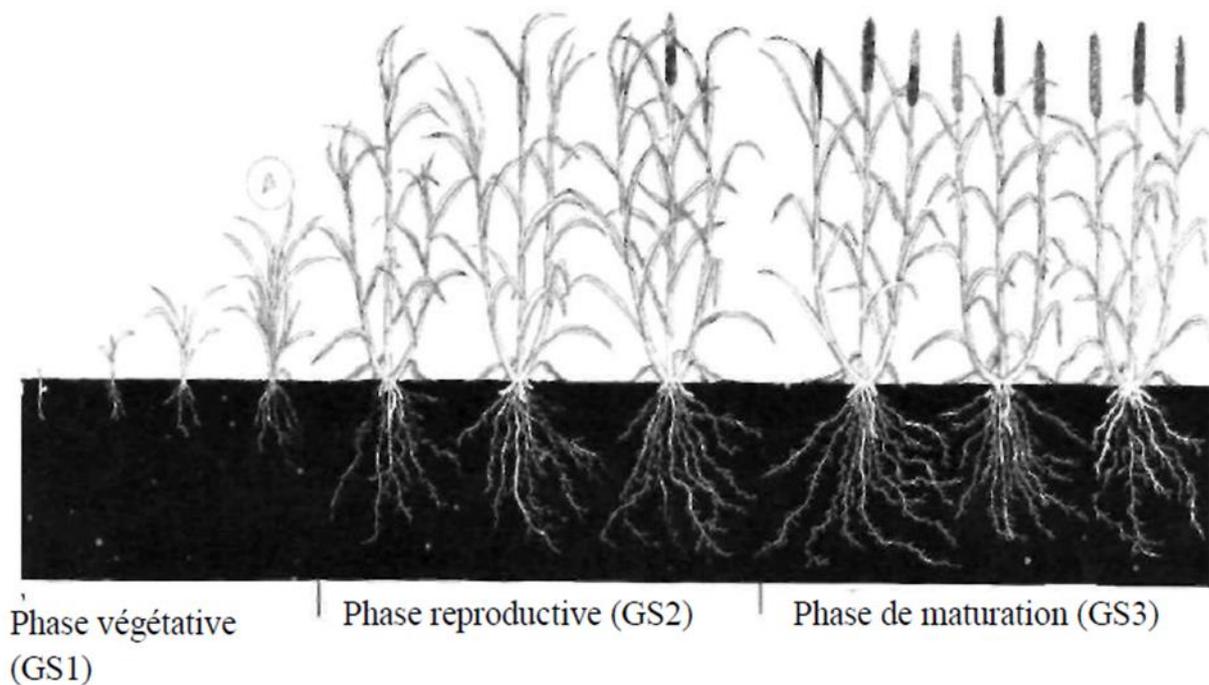


Figure 1: Schéma des phases de croissance et de développement du mil (Maiti et Bidinger, 1981).

### **1.1.3 Morphologie du plant de mil**

Le système végétatif aérien du mil est formé d'un certain nombre de talles qui partent d'une zone située au niveau du sol, appelée plateau de tallage. Chaque talle, après un développement complet, est formée d'une tige, de feuilles et d'une inflorescence appelée panicule. (Loumerem, 2004).

Les feuilles naissent le long de la tige en alternant sur deux lignes opposées et se composent d'une gaine, d'un limbe et d'une courte ligule. (Loumerem, 2004).

Le système racinaire est de type fasciculé. Les racines sont fibreuses ; la racine principale est fine, petite et rapidement remplacée par des racines secondaires qui se répandent très largement dans le sol (Loumerem, 2004).

#### **➤ Les racines**

Au cours de son développement, le mil dispose de deux systèmes racinaires successifs :

- le système de racine primaire est fonctionnel dès la germination ; et
- le système de racines secondaires ou du tallage qui est du type fasciculé.

Il apparaît au tallage et se substitue progressivement au système de racine primaire pour constituer le système racinaire principal de la plante. En outre, des racines adventives peuvent apparaître plus tard sur les nœuds inférieurs. Elles peuvent être nombreuses si le plant n'est pas en de bonnes conditions de culture. (Loumerem, 2004).

#### **➤ Les chaumes**

Le chaume ou la tige (principale et secondaire) est constitué de séries de nœuds alternant avec des entre-nœuds. Elle passe de grêle à très robuste, mesurant de 0,5 à 5 cm de diamètre près de la base, s'amenuisant vers l'extrémité terminale. Sa longueur peut varier de 0,5 m à 6 m au maximum. Le chaume est solide avec un cortex ou une écorce dure et une moelle plus molle. Les faisceaux vasculaires sont répartis dans la tige (typique pour les monocotyles), mais ils sont davantage concentrés dans la région périphérique où ils sont tellement rapprochés les uns des autres qu'ils forment presque un anneau continu (Loumerem, 2004).

#### **➤ Les feuilles**

Elles sont distribuées de façon variable le long de la tige du mil. Pour certains types, elles sont concentrées près de la base (mil nain), alors que pour d'autres elles sont plus ou moins uniformément disposées le long de la tige. Les feuilles sont disposées à des angles variables avec la tige pour donner des ports érigés, intermédiaires et pendants. Les feuilles naissent le long de la tige en alternant sur deux lignes et se composent d'une gaine, d'un limbe et d'une ligule. La gaine prend origine à un nœud et entoure l'entre-nœud, avant que le limbe ne s'étende vers l'extérieur. La surface extérieure peut être glabre ou duveteuse. La ligule (caractère

distinctif des poacées) est une petite languette membraneuse située à la jonction de la gaine et du limbe. Elle est très courte chez le mil (Loumerem, 2004).

➤ **L'inflorescence**

L'inflorescence du mil est un faux épi qui se présente sous forme d'une panicule cylindrique. Sa longueur comme son épaisseur varient beaucoup. La panicule peut être courte ou longue, compacte ou lâche. Elle mesure habituellement 20 à 45 cm de long (Loumerem, 2004).

La panicule est constituée par un rachis (l'axe central), droit, cylindrique, dur, et épais de 8 à 9 mm. Il s'étend sur toute la longueur de l'inflorescence. Il est recouvert de poils doux et courts. Sur ce rachis sont implantés, par l'intermédiaire des pédicelles, les involucre formés par un bouquet de soies contenant les épillets. On compte ordinairement 30 à 40 soies. Une ou deux soies sont parfois nettement plus longues que le reste du verticille. Elles peuvent également être plus épaisses et plus rigides sur certaines lignées (Loumerem, 2004).

## **1.2 Importance et utilisation du mil**

Au Sénégal la production de mil était de 612 563 tonnes et représentait environ 31% de la production céréalière nationale (DAPSA, 2016). Il représente la base de l'alimentation de la majorité des populations.

Deux types de mil sont cultivés au Sénégal :

- le mil précoce dit Souna ;
- le mil tardif dit Sanio.

Au Sahel, le mil représente environ un tiers de la consommation totale de céréales alimentaires au Burkina Faso, au Tchad et en Gambie, environ 40 % au Mali et au Sénégal et plus des deux tiers au Niger (Fao ,1995).

Il représente la base de l'alimentation et se consomme alors sous la forme de pâte, de bouillie, de couscous ou de galettes. Il peut également entrer dans la fabrication de boissons alcoolisées comme la bière de mil. Dans certaines régions, la paille est utilisée comme fourrage ou pour la fabrication de toitures et de clôtures traditionnelles. (Besançon et al, 1997). Selon Diallo (2012), le mil ne sert pas seulement à l'alimentation des hommes et du bétail, car ses tiges se prêtent à de nombreuses utilisations, dont la construction de murs, de barrières et de toits, et la confection de balais, de nattes, de paniers, d'ombrières, etc.

## **1.3 Exigences écologiques du mil**

### **1.3.1 Nature du sol**

Le mil est assez peu exigeant sur la nature du sol. Toutes les terres conviennent à sa culture, à condition qu'elles ne soient pas imperméables. Le mil ne tolère pas les excès d'eau, le sol doit être drainé et aéré. Les mils ne donnent leurs plus hauts rendements que sur des sols profonds, riches en humus et fertiles. Les mils sont également cultivés sur des terres dunaires, légères et sableuses de faible fertilité, comme parfois sur des terres sablo-argileuses (Saint-Clair, 1987 cité par Eldin, 1990).

### **1.3.2. Pluviométrie**

Il y a des degrés dans la résistance des mils à la sécheresse. Cette résistance varie entre certaines limites suivant les espèces et pour chacune, suivant les variétés, dont le besoin en eau augmente avec la durée du cycle de développement. Le mil à chandelle qui comprend les variétés les plus résistantes peut encore donner une production dans les zones de 200 mm à 300 mm d'eau par an. Les variétés tardives, plus exigeantes, ont besoin de 600 mm à 800 mm (Dancette, 1978). Selon Moumouni (2014), le mil peut résister à la sécheresse en début de végétation et les besoins en eau sont importants depuis la montaison jusqu'à la maturité avec un maximum à l'épiaison. Une sécheresse au cours de la montaison, de la floraison et de la maturation peut entraver la formation des grains.

### **1.3.3. Lumière**

La plupart des variétés de mil exigent une forte intensité lumineuse. Ce sont des plantes à jours courts. Suivant la détermination de certains types de millet, la photopériode est voisine de 12 heures. Néanmoins, en zone sahélienne ce n'est pas la lumière qui est le premier facteur limitant de la croissance du mil, mais l'eau et les éléments nutritifs (Eldin, 1990).

### **1.3.4. Température**

Le mil exige, pour son développement, une somme de température de 2050 à 2550°C. Ses températures de germination sont: 10-12°C (minimum), 37-44°C (optimum) et 44-50°C (maximum). Le développement floral et la formation des graines se déroulent normalement à des températures élevées à condition que la plante dispose de suffisamment d'eau dans le sol. En général, la plante est sensible à des températures basses (< 10°C) durant les phases de germination et de floraison (Loumerem, 2004).

La température moyenne pendant toute la végétation doit être d'environ 28°C (Eldin, 1990).

## **1.4 Notion de précédent cultural et de fertilisation**

Un précédent cultural est une culture qui précède une autre culture. La fertilisation recouvre toutes les techniques permettant d'accroître le niveau de fertilité d'un sol par action sur les facteurs limitants liés aux milieux physico-chimique, et biologique (Mbodj, 1987). L'effet précédent se définit comme la variation d'état du milieu (caractères physiques, chimiques et biologiques) entre le début et la fin de la culture sous l'influence combinée de la plante, des techniques culturales qui lui sont appliquées, l'ensemble étant soumis à l'action du climat (Castellanet et al, 1988).

## **1.5 Fertilisation minérale du mil**

La fertilisation minérale est la fourniture en éléments minéraux à la plante. Elle est généralement réalisée à travers les engrais minéraux azotés (NPK, urée, sulfate d'ammonium), phosphatés (phosphates naturels,), potassiques (chlorure de potassium, sulfate de potassium) (Ouatarra, 2014).

Dans les années à venir, les possibilités d'extension des superficies cultivées seront limitées, nécessitant l'augmentation de la productivité par unité de surface. Cette augmentation sera difficile à réaliser si les sols demeurent dégradés, fragiles et pauvres en éléments nutritifs. L'azote du sol et les amendements organiques ne suffisent pas pour atteindre des rendements optimums. Donc l'une des solutions est l'utilisation des engrais minéraux. Des engrais minéraux azotés sont utilisés comme complément d'azote pour augmenter les rendements et intensifier la production végétale (Bado, 2002 ; Bationo et Ntare, 2000 ; Bationo et al., 1998). De plus, il a été montré qu'une augmentation notable du stock organique du sol pour le riz s'observait que si l'apport de la matière organique était associé à une fumure minérale et azotée (Ganry et Feller, 1977).

L'utilisation d'engrais ne permet pas seulement d'augmenter la biomasse aérienne et de rendre disponible plus de résidus de culture mais elle est potentiellement susceptible d'augmenter la biomasse racinaire, permettant un accroissement de matière organique dans le sol (Bationo et Buerkert , 2001). Les engrais possèdent un intérêt logistique avantageux comparés aux apports organiques : ils sont des formes concentrées de nutriments et peuvent être transportés facilement (Dutordoir, 2006).

L'utilisation des engrais minéraux est relativement faible en Afrique de l'Ouest. Comparativement aux pays développés et aux autres pays en voie de développement où les doses annuelles d'engrais minéraux appliquées peuvent atteindre  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ , l'agriculture des

pays d'Afrique Subsaharienne utilise moins de 10 kg ha<sup>-1</sup> d'engrais minéraux (Van Reuler et Prins, 1993) cité par Bado (2002).

Malgré son importance, dans les sols sableux, l'utilisation d'engrais inorganiques peut causer une acidification du sol à cause du faible pouvoir tampon du sol d'où il faut diminuer les doses appliquées à la plante (Dutortoir, 2006).

## **1.6 Importance de l'apport organique**

Les apports de matières organiques au sol sont essentiellement assurés par les résidus de récoltes, les pailles, le compost, le fumier et les engrais verts. La fertilisation organique vise à maintenir et à améliorer le stock de matières organiques du sol (Ouatarra, 2014).

L'apport de matière organique permet non seulement de restaurer la fertilité au sol mais aussi d'apporter à la plante les éléments nécessaires à sa croissance. Les effets d'apports de matière organique sur le développement, la croissance et surtout l'enracinement des plantes dans les conditions pédoclimatiques de la zone soudano-sahélienne ont fait l'objet de très peu d'études (Cissé, 1988). Les résidus des récoltes précédentes peuvent être d'une grande utilité pour la plante. Parmi les espèces utilisées comme précédents figurent les légumineuses qui sont des plantes fixatrices d'azote. Elles sont reconnues pour augmenter la fertilité du sol à cause de la fixation symbiotique de l'azote (Bationo et al., 1998).

L'incorporation d'une légumineuse en rotation avec des céréales entraîne une augmentation marquée du rendement en céréales par rapport à la monoculture (Rafael et al., 2001).

Selon Bationo et Ntare (2000), la culture associée mil-légumineuse proprement dite est largement pratiquée. L'interculture de niébé est semée peu après le mil mais dans cette interculture traditionnelle, la densité du niébé est faible et sa contribution à la fixation biologique de N pourrait être négligeable. D'après l'auteur, il n'y a pas de preuve directe d'un transfert de N de la légumineuse vers le mil. Dans le cas d'une rotation, par contre, la culture suivante pourrait bénéficier d'effets résiduels de N fixé par la légumineuse.

Les résidus protègent la surface du sol de l'érosion, améliorent son contenu en matière organique, réduisent l'évaporation et améliorent l'infiltration de l'eau, augmentant ainsi la part de l'humidité utilisable par la culture (Hatfield et al., 2001) cité par (Fellahi et al., 2013).

L'utilisation de légumineuses dans un système de culture peut améliorer la structure du sol en modifiant la teneur en matière organique, l'activité microbienne du sol et la croissance racinaire profonde, ce qui facilite la pénétration des racines dans la culture céréalière suivante (Rafael et al., 2001). Il est aussi rapporté que, dans les conditions méditerranéennes, les légumineuses ont un effet positif sur le rendement en céréales. L'augmentation du rendement peut atteindre 50%,

en raison non seulement du N<sub>2</sub> biologiquement fixé, mais aussi d'autres facteurs, notamment l'amélioration des caractéristiques physiques du sol, la réduction de l'incidence des parasites et des maladies, et l'élimination des mauvaises herbes (Rafael et *al.*, 2001).

Selon Bougma (2013), grâce à la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, les légumineuses tropicales telles que le niébé (*Vigna unguiculata*) et l'arachide (*Arachis hypogaea*) peuvent contribuer à l'amélioration de la nutrition azotée des plantes subséquentes dans la rotation.

L'introduction des légumineuses dans les systèmes de culture offre aussi d'autres atouts environnementaux tels que l'enrichissement du sol, la réduction des maladies telluriques et des infestations d'adventices liées à la diversification des successions culturales (Fortas et *al.*, 2016).

En dehors des légumineuses, on peut citer l'effet de la jachère. Les jachères de courte durée sont utilisées de nos jours pour restaurer la fertilité des sols mais également pour le pâturage. Bationo et Ntare (2002) ont conclu que la rotation jachère–mil apporte plus d'azote minéral que la rotation légumineuse–mil. La rotation des cultures avec des jachères améliorées à base des espèces de légumineuses ligneuses et herbacées contribuent à l'augmentation des rendements des cultures. Les légumineuses contribuent efficacement à améliorer le niveau d'azote sans résoudre le problème de phosphore dans le sol. Des informations quantitatives sur les effets combinés des systèmes de culture, des jachères de courte durée et l'application de la fumure sont valorisées comme moyens de maintenir la productivité des cultures à long terme (Samaké et Kodio, 2004).

## 1.7 Ravageurs et maladies du mil

### 1.7.1 Les bioagresseurs

#### a. Les mauvaises herbes

Les mauvaises herbes constituent un réel problème dans la culture du mil. Le mil est généralement concurrencé par trois groupes d'adventices (Mbaye, 1993) :

- Les Dicotylédones annuelles à larges feuilles dont les plus importantes sont : *Cassia obtusifolia*, *Commelina benghalensis*, *Synedrella nodiflora*, *mitracarpus villosus*, *acanthospermum hispidum*, *Zornia glochidiata*, *Spermacoce stachydea*, *Borrea spp*, *Corchorus tridens* et *Sida spp*. Ces adventices apparaissent dès le début de la culture du mil.
- Les graminées annuelles constituent le groupe le plus important des herbes nuisibles du mil. Elles apparaissent dès les premiers stades de croissance du mil. Les plus importantes sont : *Cenchrus biflorus*, *Digitaria spp.*, *Brachiaria spp.*, *Dactyloctenium aegyptum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Eleusine indica*, *Eragrotis tremula*.
- Les cypéracées qui forment le groupe le moins important. Les espèces les plus fréquemment observées sont *Kyllingia squamulata*, *Cyperus amabilis*, *Bulbostylis barbata* et *Fimbristylis spp*.
- Parasites du mil : Parmi les espèces qui parasitent le mil, il faut citer *Striga hermonthica* qui est un parasite obligatoire. Cette espèce cause des dégâts appréciables. Elle s'attaque à la plante hôte en accrochant ses propres racines à celles de son hôte par l'intermédiaire d'un organe spécifique l'haustorium. Elle suce de ce fait la substance nutritive élaborée par la plante et réduit de ce fait toutes ses capacités (Ndoye et al, 1984).



Figure 2 : Infestation de *Striga hermonthica* dans un champ de mil (Moumouni, 2014)

### **b. Les oiseaux granivores**

Les ravages causés par les oiseaux granivores sont très graves et sont surtout importants dans les vallées et bassins des fleuves (fleuve Sénégal, boucle du Niger et bassin du Lac Tchad). Parmi les espèces les plus nuisibles, on peut citer *Quelea quelea* (travailleur à bec rouge). *Q. erythrops* (travailleur à tête rouge), *Ploceus cucumillatus* (le gendarme) et *Passer luteus* (moineau doré). Ces espèces sont polyphages et les pourcentages de dégâts sur mil, riz et sorgho varient de 10 à 30 % et parfois plus, surtout sur les variétés précoces qui mûrissent avant les autres (Mbaye, 1993).



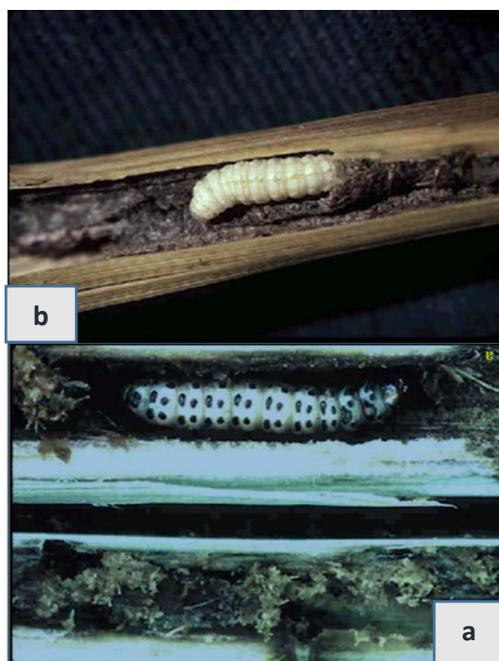
**Figure 3 : Le Travailleur à bec rouge (*Quelea quelea*) (Moumouni, 2014)**

### **c. Les insectes**

Les mêmes ravageurs se trouvent sur le mil dans tous les pays producteurs mais leur distribution varie selon la pluviométrie et l'importance des cultures ((Ndoye et al, 1984).).

- Le mil, généralement semé en sec, germe avec les premières pluies. Les jeunes plantules peuvent être immédiatement la proie de nombreux prédateurs. Une attaque précoce des iules (*Peridontopyge spp.*) nécessite des ressemis. Dans le groupe des sautereaux, *Scapsipedus marginatus* coupe les jeunes pousses à la base. Jusqu'à 6 semaines après levée, le mil est attaqué par des mouches mineuses parmi lesquelles *Atherigona soccata* est la plus fréquente surtout sur les semis tardifs. Les larves coupent le cœur transversalement, les feuilles centrales jaunissent et se dessèchent. En cas d'attaque tardive, la plante émet des talles non productives. Les chrysomèles (*Lema planifions*, *Chaetocnema tibialis*, etc.) se multiplient sur les feuilles en se nourrissant de l'épiderme et du parenchyme provoquant ainsi des tâches claires sur le feuillage. Les dégâts sont accentués par la sécheresse ; les feuilles se dessèchent et la plante meurt (Ndoye et al, 1984).

- Les pucerons (*Rhopalosiphum maidis*) deviennent importants quand la sécheresse se prolonge. Du fait de sa reproduction parthénogénétique, cette espèce peut développer une quarantaine de générations dans l'année. Les larves et adultes sucent la sève du cornet foliaire, des feuilles et des grains laitoux. Le développement de la plante est retardé. De plus, ce puceron est connu comme vecteur de maladies virales. Quelques punaises (*Aspavia armigera*, *Callidea spp.*, *Nezara viridula* et *Diploxys sp.*) sucent la sève des jeunes feuilles mais leur incidence est toujours faible. Au Burkina, le jaunissement des feuilles des plantes âgées est souvent causé par des larves du cercopide *Poophilus costalis* (Ndoye 1984).
- Une dizaine d'espèces de foreurs endommagent le mil, à partir d'un mois et demi jusqu'à la récolte. Parmi eux *Acigona ignefusalis* est important sur les variétés précoces tandis que *Sesamia calamistis* est remarquable sur les variétés tardives. Ces foreurs sont polyphages. Les larves d'*Acigona* rongent les feuilles du cornet et pénètrent dans les nervures principales ; elles creusent ensuite la tige au-dessus d'un nœud et se nourrissent de la moelle des tiges.



**Figure 4 : Larve du foreur de tige se nourrissant à l'intérieur d'une tige de mil en développement (a), larve en diapause dans une tige sèche (b) (Youm et al., 1996) cité par Moumouni 2014**

- Le **criquet pèlerin**, *Schistocerca gregaria* (Forsk.) est une locuste du désert. C'est probablement l'espèce la plus importante vu son aire de distribution très large couvrant l'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Asie du Sud. Il forme régulièrement des essaims dévastateurs qui peuvent migrer sur de très longues distances. Les migrations sont déclenchées quand la population atteint une certaine densité (Moumouni, 2014).



**Figure 5: criquet pèlerin solitaire en état non grégaire (Moumouni, 2014)**

- **Mineuse de l'épi** : *Heliocheilus albipunctella* (De Joannis) est un papillon commun au Sud du Niger. Il pond ses œufs au moment de l'émergence et de la floraison des épis de mil. Après éclosion, les chenilles restent sur l'épi et se nourrissent des grains avec création d'une mine autour du rachis de l'épi, pour compléter leur développement. À maturité, elles tombent à proximité de la plante et s'enfouissent dans le sol pour se transformer en nymphes (Moumouni, 2014).



**Figure 6 : Chenille de la mineuse de l'épi sur le mil (Moumouni, 2014)**

### **1.7.2 Les maladies du mil**

- Le **mildiou** (*Sclerospora graminicola*) est sans doute l'agent le plus fréquemment identifié comme le plus dangereux. Cette maladie est endémique au Sahel. L'infection primaire est due à des oospores restées au sol. Mais la maladie se propage par l'infection secondaire qui lui permet d'attaquer d'autres plantes par les sporanges produites en grand nombre durant la nuit et

transportées par les vents. Les conditions de forte humidité pendant le stade plantule favorisent l'expression et le développement de la phase foliaire (mildiou duveté) de la maladie (Ndoye, 1984). Parmi les facteurs qui ont permis le développement et la dissémination du mildiou dans le Sahel il faut citer le rétablissement des cycles pluviométriques normaux, le non-respect des techniques culturales préconisées, le transfert du matériel végétal d'une zone B une autre sans contrôle phytosanitaire, le rétrécissement et l'homogénéisation des bases génétiques des variétés nouvellement cultivées. (Mbaye ,1993).



Figure 7 : Symptômes du mildiou *Sclerospora graminicola* sur l'épi de mil (Karimou et al., 2018)

- Le **charbon** : Le charbon (*Tolyposporium peniciluriae* Bref.) occupe la deuxième place après le mildiou dans le Sahel. Cependant, son impact sur les rendements est variable d'une zone à une autre et d'une année à l'autre (Mbaye, 1993). Cette maladie intervient spécialement pendant les moments à temps couvert et combinés à une haute humidité atmosphérique au moment de la floraison. Les spores du champignon peuvent attaquer directement le stigma des fleurs dans la même saison avant la fécondation de l'ovaire. Les spores tombées sur le sol peuvent servir d'inoculum pour les années suivantes (Ndoye, 1984).



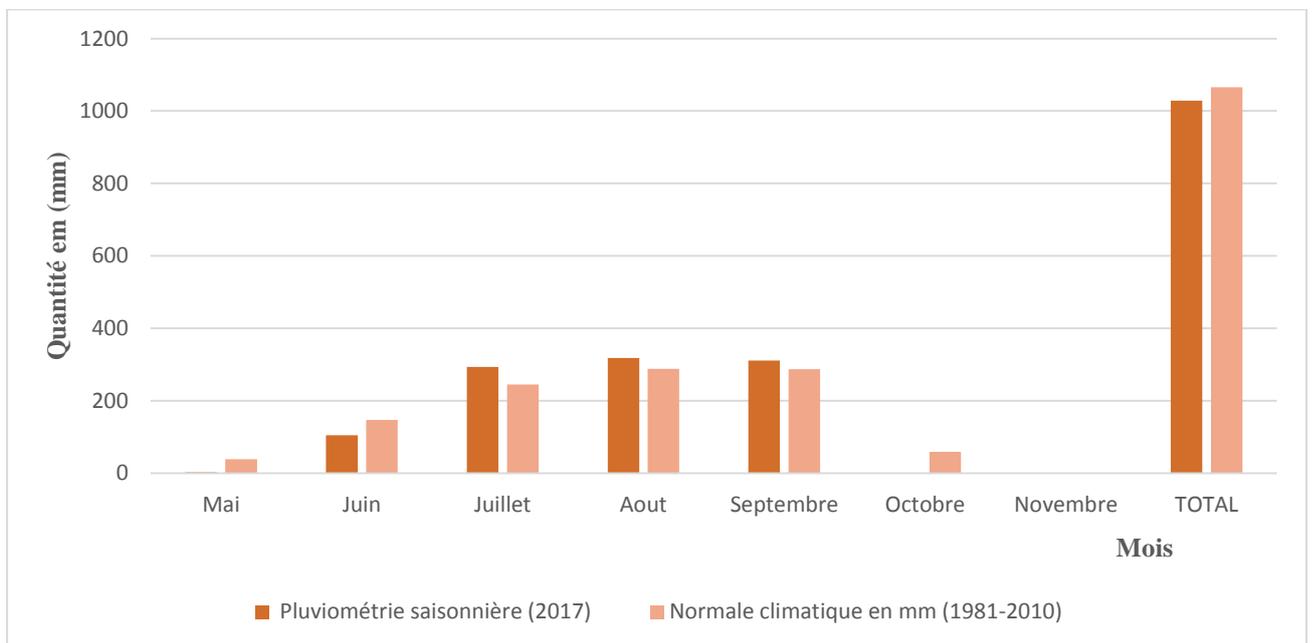
Figure 8 : Epi atteint de charbon (agropolis, 2015)

- **L'ergot** : c'est la troisième maladie la plus importante du mil dans le sahel. Avec le retour des cycles normaux de pluies, la maladie semble reprendre de l'intérêt. La maladie est redoutable à double titre :
  - Sur les chandelles, la place des graines, ils se forment de sclérotés. Le pourcentage de grains perdus peut atteindre 100% (Mbaye,1993)
  - les sclérotés renferment des substances toxiques pour l'homme et pour les animaux (Mbaye,1993)

## CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES

### 2.1 Site expérimental

L'expérimentation était conduite au niveau de la station de Séfa (latitude 12°47' N, et longitude 15°32' O à 10 m d'altitude), située en Moyenne Casamance (Région administrative de Sédhiou). Le sol est de type ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions sur grés argileux à structure deck dior (Gueye, 2016). Le climat est de type soudanien (Ardoin, 2004). La saison des pluies s'étale de Mai à Octobre avec un cumul annuel de 1029 mm en 2017 (Figure 9). Sur la période de 1981-2010, la normale pluviométrique était de 1034 mm.



**Figure 9 : Pluviométrie saisonnière de la station de Séfa en 2016 et de normale de 1981 à 2010**

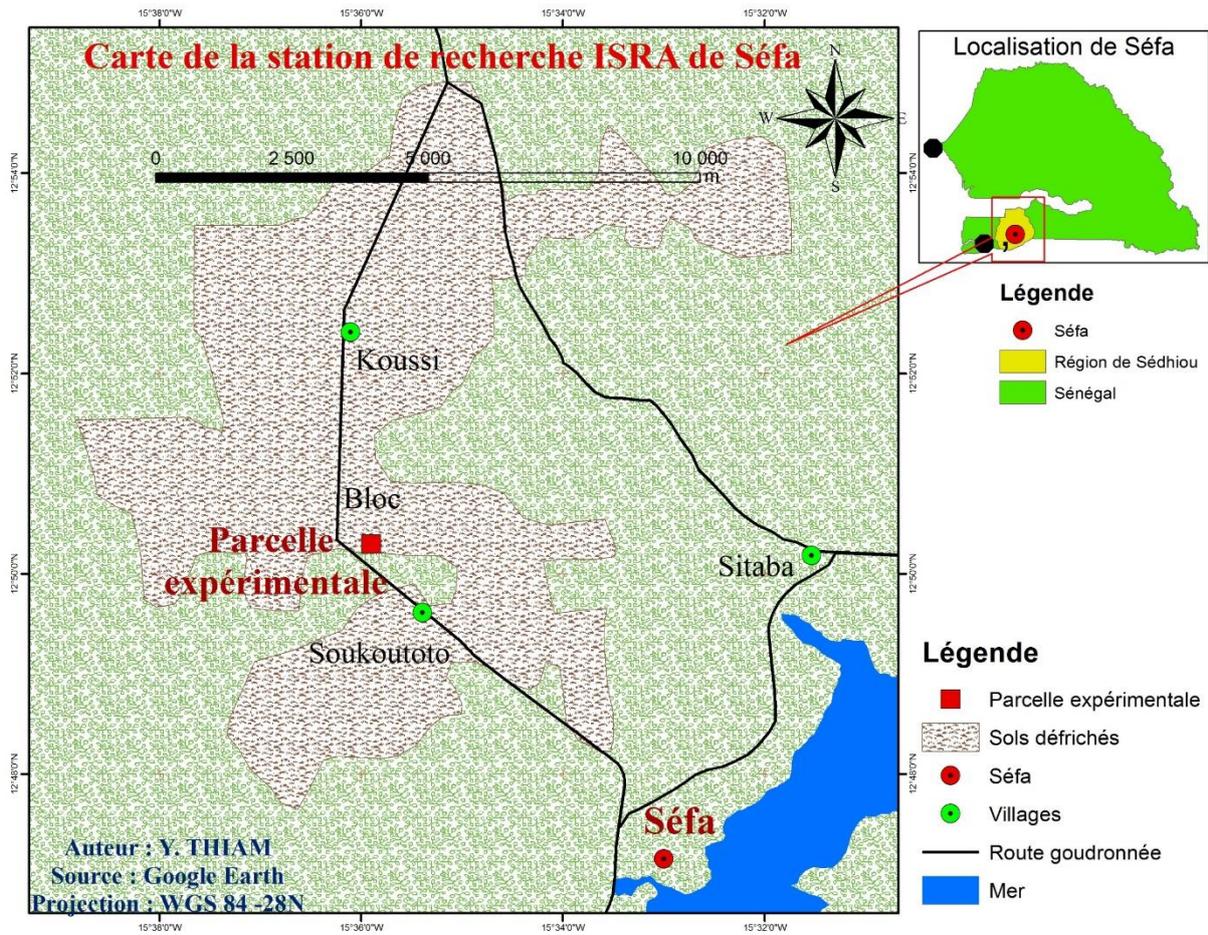


Figure 10 : Carte de localisation du site d'expérimentation

## 2.2 Matériel végétal

Le sanio de séfa a été utilisé comme matériel végétal. Son cycle végétatif est de 130 à 150 jours. Il est photopériodique et ses besoins en eau varient entre 544 et 600 mm (Dancette, 1983 ; Diouf, 2001)



### **2.3 Le dispositif expérimental**

Les facteurs étudiés sont le précédent cultural et la fertilisation minérale dans un dispositif en split-plot design (parcelles divisées) avec trois répétitions. Le facteur précédent cultural correspondant aux grandes parcelles et le facteur fertilisation minérale aux petites parcelles. Le facteur précédent cultural comprenait quatre (04) modalités (Arachide, Mucuna (pois Mascate), mil sanio et la jachère de courte durée) et la fertilisation minérale trois traitements ((Témoin sans engrais, 75kg/ha/NPK (15-15-15) + 50kg/ha urée (46% N), 150kg/ha/NPK (15-15-15-) et 100kg/ha urée (46% N). La superficie de la grande parcelle était de 20m \* 10m et les petites parcelles de 6m \* 10m (Tableau 1).

**Tableau 1 : Dispositif expérimental**

Bloc I	111 PC3 FM3	112 PC3 FM1	113 PC3 FM2	121 PC1 FM1	122 PC1 FM2	123 PC1 FM3	131 PC2 FM1	132 PC2 FM3	133 PC2 FM2	141 PC4 FM3	142 PC4 FM2	143 PC4 FM1
Bloc II	211 PC1 FM1	212 PC1 FM2	213 PC1 FM3	221 PC3 FM1	222 PC3 FM3	223 PC3 FM2	231 PC4 FM3	232 PC4 FM2	233 PC4 FM1	241 PC2 FM3	242 PC2 FM1	243 PC2 FM2
Bloc III	311 PC4 FM3	312 PC4 FM2	313 PC4 FM1	321 PC2 FM3	322 PC2 FM1	323 PC2 FM2	331 PC1 FM2	332 PC1 FM3	333 PC1 FM1	341 PC3 FM1	342 PC3 FM3	343 PC3 FM2

**Légende :**

<b>Bloc I, Bloc II, Bloc III</b> = répétition I, II, III	<b>111</b> = numéro d'unité expérimentale (sous parcelle n°1 de la grande parcelle n°1 dans le bloc I)
<b>Dimension d'une grande parcelle</b> : 20 m x 10 m <b>Dimension d'une petite parcelle</b> : 6 m x 10 m <b>Superficie totale essai</b> : 84,5 m X 33 m	<b>Distance entre blocs</b> = 1,5 m Distance entre unité expérimentale dans un bloc = 1 m
<b>PC1</b> : Arachide, <b>PC2</b> : Pois Mascate ( <i>Mucuna</i> sp.), <b>PC3</b> : Mil sanio, <b>PC4</b> : Jachère	<b>FM1</b> : sans engrais (témoin absolu), <b>FM2</b> : 75 kg NPK/ha et 50 kg/ha (50% de FM3) <b>FM3</b> : 150 kg NPK/ha et 100 kg urée/ha

## **2.4 Conduite de l'essai**

### **2.4.1 Préparation du sol**

L'expérimentation a été installée sur un terrain plat, homogène. Un labour simple ou grattage a été effectué. Les grandes parcelles ainsi que les sous parcelles ont été délimitées à l'aide de piquets. Les lignes de semis ont été tracées à l'aide d'un rayonneur.

### **2.4.2 Le semis**

Le semis en poquet a été effectué avec des écartements entre lignes et sur la ligne d'un mètre.

### **2.4.3 Opérations d'entretien**

L'engrais de fond NPK (15-15-15) a été apporté après semis. L'engrais de couverture (Urée) a été épandu au 20<sup>ième</sup> (tallage) et au 45<sup>ième</sup> (montaison) JAS. Le démariage à trois plants par poquet a été effectué 15 jours après levée (JAL). Trois désherbages ont été faits respectivement au 20 ; 45 et 60<sup>ième</sup> JAL. Un gardiennage a été assuré de l'épiaison à la maturité.

## 2.5 Observations et mesures

### 2.5.1 Les données agro-morphologiques

#### a) Densité de plants levés

Elle a été déterminée en comptant dans chaque sous parcelle le nombre de plant levés par poquet. La formule ci-dessous a été utilisée pour calculer la densité.

$$D = 10000 * NPL / S$$

Avec NPL= Nombre de plants levés ; S= Surface petite parcelle ; D= Densité (plant/ha).

#### b) Nombre total de talles et nombre de talles productives

Ils ont été obtenus à partir de la moyenne de 10 plants choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire.

#### c) Hauteur des plants

Elle a été obtenue en mesurant la hauteur des plants avec une règle graduée avant épiaison tous les 15 jours sur 10 plants pris au hasard dans la parcelle élémentaire. Au total quatre mesures ont été prises (60<sup>ième</sup>, 75<sup>ième</sup>, 90<sup>ième</sup> et 105<sup>ième</sup> JAS).

#### d) Diamètres de la tige et de l'épi

Ils ont été mesurés à l'aide d'un pied à coulisse sur 10 plants et sur 10 épis pris au hasard dans la parcelle élémentaire.



Figure 11: pied à coulisse

#### e) Longueur des épis (cm)

Elle a été mesurée avec une règle graduée sur 10 épis pris au hasard dans chaque parcelle élémentaire.

#### f) Longueur des entre-nœuds

Elle a été mesurée après épiaison. En ayant la hauteur des plants sans épis et le nombre de nœuds sur la tige, on a déduit la longueur des entre nœud suivant la formule ci-dessous :

$$LEN = HPSE / nN$$

LEN= longueur des entre-nœuds (cm)

HPSE= Hauteur des plants sans épis

nN= nombre de nœud

### **g) Poids de la biomasse aérienne sèche**

Il a été obtenu après séchage à 21 jours de la biomasse fraîche (tiges et feuilles) après la récolte.

## **2.5.2 Données de production**

Les données de production ont été collectées dans la parcelle utile d'une superficie de 40 m<sup>2</sup>. En effet la parcelle élémentaire étant composé de 7 lignes, une ligne à gauche et une ligne à droite ont été supprimées pour éviter l'effet de bordure. Ainsi la parcelle utile est constituée de 5 lignes centrales.

### **1) Nombre d'épis récoltés**

Il a été obtenu en comptant, le nombre d'épis de chaque carré utile (40m<sup>2</sup>).



**Figure 12 : Comptage du nombre d'épis**

### **2) Poids sec des épis**

Il a été obtenu en pesant le nombre d'épis séchés pendant 21 jours de chaque carré utile (40m<sup>2</sup>).

### **3) Rendement en grains**

Il a été obtenu à partir du poids sec des grains après séchage, battage et vannage. Le rendement en grains a été obtenu par la formule suivante :

$$R = PG * 10000 / S$$

Avec R= Rendement (Kg/ha) ; S= surface carré utile (m<sup>2</sup>) ; PG= poids grains(Kg)

### **4) Poids des mille grains**

Il a été obtenu en faisant la moyenne de trois lots de mille grains. Le compteur à grains de type numigral a été utilisé.

## **5) Analyse statistique**

Les données collectées ont été soumises à une analyse de la variance au seuil de probabilité de 5% afin de mettre en évidence les effets significatifs ou non les facteurs étudiés ou leurs interactions (Dagnelie, 2012). Le test de Turkey a été effectué pour la séparation des moyennes des traitements dans les cas où des effets significatifs ont été décelés (Gomez & Gomez, 1984). Ces analyses sont effectuées à l'aide du logiciel Genstat Discovery édition 4.

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 Résultats

#### 3.1.1 Densité de plants levés

Le Tableau 2 présente l'effet du précédent cultural et de la fertilisation minérale sur la densité des plants. L'analyse du tableau révèle aucun effet positif du précédent cultural ( $P= 0,455$ ) et des doses d'engrais minéraux ( $P= 0,436$ ) sur la densité de plants à la levée. En moyenne la densité de plants est de  $38\ 431 \pm 170$  plants/ha.

**Tableau 2 : Variation de la densité de plants levés en fonctions des facteurs étudiés**

Facteurs	Densité de plants levés à l'hectare
<b>Précédent cultural (PC)</b>	
PC1 (Arachide)	$38\ 500 \pm 0$
PC2 (Pois mascate)	$38\ 333 \pm 354$
PC3 (Mil sanio)	$38\ 444 \pm 167$
PC4 (Jachère de courte durée)	$38\ 444 \pm 167$
<b>Fertilisation minérale (FM)</b>	
FM1 (Témoin non fertilisé)	$38\ 375 \pm 311$
FM2 (50% DR)	$38\ 500 \pm 0$
FM3 (100% DR)	$38\ 417 \pm 195$
<b>Moyenne <math>\pm</math> Ecart-type</b>	$38\ 431 \pm 170$
<b>Coefficient de variation</b>	0,6
<b>Probabilité de signification :</b>	
<b>PC</b>	0,455 <sup>ns</sup>
<b>FM</b>	0,436 <sup>ns</sup>
<b>PC*FM</b>	0,769 <sup>ns</sup>

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

#### 3.1.2 Tallage

L'effet du précédent cultural et de la fertilisation minérale sur le tallage est indiqué dans le tableau 3. Le nombre total de talles n'est pas influencé par le précédent cultural ( $P= 0,123$ ). Par contre, il est favorisé par l'apport d'engrais minéraux ( $P=0,026$ ).

Le tallage est plus important dans les parcelles à précédent arachide (13,8 talles/poquet) et pois mascate (13,1 talles/poquet). Les doses d'engrais minéraux FM2 et FM3 ont donné

statistiquement un nombre de talles similaire avec respectivement (13,3 et 13,6 talles/poquet) par rapport au témoin sans engrais ( $11,9 \pm 1,2$  talles/poquet).

Le tallage productif est affecté par le précédent cultural ( $P= 0,026$ ) et par la fertilisation minérale ( $P=0,035$ ). Il est plus important dans les parcelles à précédents arachide ( $11,0 \pm 1,5$  talles/poquet), pois mascate ( $10,1 \pm 1,5$  talles/poquet) et fertilisées avec 100% de la dose d'engrais minéraux recommandée ( $10,6 \pm 1,3$  talles/poquet) et 50% de cette dernière ( $10,2 \pm 1,4$  talles/poquet)

**Tableau 3 : Tallage en fonction du précédent et de la fertilisation minérale**

	<b>Tallage</b>	
	Nombre total de talles /poquet	Nombre de talles productif/poquet
<b>Précédent cultural (PC)</b>		
PC1 (Arachide)	$13,5 \pm 1,658$	$11,0 \pm 1,5^a$
PC2 (Pois Mascate)	$13,1 \pm 1,479$	$10,1 \pm 1,5^{ab}$
PC3 (Mil sanio)	$12,3 \pm 1,165$	$8,9 \pm 1,33^b$
PC4 (Jachère courte durée)	$12,7 \pm 1,392$	$9,8 \pm 1,1^{ab}$
<b>Fertilisation minérale (FM)</b>		
FM1 (Témoin non fertilisé)	$11,9 \pm 1,2^b$	$9,0 \pm 1,4^b$
FM2 (50% DR)	$13,3 \pm 1,3^a$	$10,2 \pm 1,4^{ab}$
FM3 (100% DR)	$13,6 \pm 1,1^a$	$10,6 \pm 1,3^a$
<b>Moyenne <math>\pm</math>Ecart type</b>	$12,9 \pm 1,3$	$10 \pm 1,3$
<b>Coefficient de variation:</b>	11,0	14,2
<b>Probabilité et signification:</b>		
<b>PC</b>	0,123 <sup>ns</sup>	0,026*
<b>FM</b>	0,026*	0,035*
<b>PC*FM</b>	0,932 <sup>ns</sup>	0,944 <sup>ns</sup>
<b>PPDS:</b>		
<b>PC</b>	-	1,17
<b>FM</b>	1,238	1,22
<b>PC*FM</b>	-	-

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

### 3.1.3 Hauteur des plants

Le Tableau 4 présente la variation de la hauteur des plants en fonction du précédent cultural et de la fertilisation minérale. Il montre que le précédent cultural n'a aucun effet sur la hauteur des plants alors que les apports d'engrais minéraux influencent fortement la taille des plants ( $P < 0,001$  au 60<sup>ième</sup> ; 75<sup>ième</sup> ; 90<sup>ième</sup> JAS et 0,003 au 105<sup>ième</sup> JAS).

La taille la plus importante est enregistrée dans les parcelles à précédent pois mascate au 105<sup>ième</sup> JAS (273,4cm), 75 JAS (223,1cm) et 60 JAS (128,2 cm) suivie de la jachère au 105<sup>ième</sup> JAS (268 cm).

Les hauteurs de plans les plus élevées ont été notées dans les parcelles fertilisées avec la dose recommandée d'engrais minéral et la moitié de celle-ci respectivement au 60<sup>ième</sup> JAS ( $120,4 \pm 14,9$  cm et  $122,9 \pm 14,5$  cm) au 75<sup>ième</sup> JAS ( $214,9 \pm 23,4$  cm ;  $212,8 \pm 12,6$  cm) au 90<sup>ième</sup> JAS ( $249,7 \pm 26,9$  cm ;  $241,7 \pm 20,40$  cm) et au 105<sup>ième</sup> JAS ( $272,2 \pm 20,6$  cm ;  $268,4 \pm 12,3$  cm).

**Tableau 4 : Effet du précédent cultural et de la fertilisation minérale sur la taille des plants**

Facteurs	Hauteur des plants (cm)			
	60 JAS	75 JAS	90 JAS	105 JAS
<b>Précédent cultural</b>				
PC1 (Arachide)	112,9 ± 16,4	199,7 ± 17,5	226,1 ± 29,3	263,8 ± 22,1
PC2 (Pois mascate)	128,2 ± 14,8	223,1 ± 22,0	243,6 ± 26,0	273,4 ± 14,4
PC3 (Mil sanio)	106,6 ± 14,7	199,6 ± 17,6	216,9 ± 22,8	253,5 ± 20,2
PC4 (Jachère de courte durée)	115,1 ± 12,8	205,2 ± 17,2	251,3 ± 30,0	268,0 ± 16,1
<b>Fertilisation minérale :</b>				
FM1 (Témoin non fertilisé)	103,9 ± 12,9 <sup>b</sup>	192,9 ± 17,1 <sup>b</sup>	212,1 ± 27,7 <sup>b</sup>	253,5 ± 19,4 <sup>b</sup>
FM2 (50% DR)	122,9 ± 14,5 <sup>a</sup>	212,8 ± 12,6 <sup>a</sup>	241,7 ± 20,4 <sup>a</sup>	268,4 ± 12,3 <sup>ab</sup>
FM3 (100% DR)	120,4 ± 14,9 <sup>a</sup>	214,9 ± 23,4 <sup>a</sup>	249,7 ± 26,9 <sup>a</sup>	272,2 ± 20,6 <sup>a</sup>
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	115,7 ± 14,4	206,8 ± 18,2	232,2 ± 26,2	225,8 ± 17,9
<b>Coefficient de variation :</b>	8,9	5,4	8,7	4,4
<b>Probabilité et signification :</b>				
PC	0,147 <sup>ns</sup>	0,338 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,527 <sup>ns</sup>
FM	<0,001 <sup>***</sup>	<0,001 <sup>***</sup>	<0,001 <sup>***</sup>	0,003 <sup>*</sup>
PC*FM	0,715 <sup>ns</sup>	0,645 <sup>ns</sup>	0,966 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>
<b>PPDS :</b>				
PC	-	-	-	-
FM	8,87	9,73	17,67	10,01
PC*FM	-	-	-	-

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

### 3.1.4 Caractéristiques de l'épi

Le tableau 5 indique l'effet du précédent cultural et de la fertilisation sur les caractéristiques des épis.

Le diamètre des épis n'est pas influencé par le précédent cultural ainsi que par la fertilisation minérale. Le diamètre le plus important est obtenu dans les parcelles à précédents mil sanio (1,6cm) et arachide (1,5cm).

Le précédent cultural (P= 0,126) n'affecte pas la longueur de l'épi, par contre la fertilisation (P= 0,006) favorise celle-ci. La longueur la plus élevée est observée dans les parcelles non fertilisées (42 cm) et dans celles fertilisées avec la moitié de la dose recommandée (40 cm).

**Tableau 5 : Diamètre et longueur des épis en fonction du précédent et de la fertilisation**

<b>Facteurs</b>	<b>Diamètre des épis (mm)</b>	<b>Longueur épis (cm)</b>
<b>Précédent cultural (PC):</b>		
PC1 (Arachide)	1,5 ± 0,09	39,7 ± 2,3
PC2 (Pois mascate)	1,5 ± 0,09	40,1 ± 2,9
PC3 (Mil sanio)	1,6 ± 0,09	40,6 ± 2,0
PC4 (Jachère de courte durée)	1,5 ± 0,05	42,1 ± 2,8
<b>Fertilisation minérale (FM) :</b>		
FM1 (Témoin non fertilisé)	1,5 ± 0,09	42,3 ± 2,8 <sup>a</sup>
FM2 (50% DR)	1,5 ± 0,10	40,2 ± 1,8 <sup>b</sup>
FM3 (100% DR)	1,5 ± 0,06	39,4 ± 2,2 <sup>b</sup>
<b>Moyenne ± Ecart type</b>	1,5 ± 0,08	40,7 ± 2,4
<b>Coefficient de variation (%) :</b>	5,3	4,9
<b>Probabilité et signification :</b>		
<b>PC</b>	0,19 <sup>ns</sup>	0,126 <sup>ns</sup>
<b>FM</b>	0,27 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>*</sup>
<b>PC*FM</b>	0,44 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
<b>PPDS :</b>		
<b>PC</b>	-	-
<b>FM</b>	-	1,731
<b>PC*FM</b>	-	-

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

### 3.1.5 Longueur des entre-nœuds et diamètre de la tige au collet

Le Tableau 6 met en exergue la variation de la longueur des entre nœuds et des diamètres des tiges en fonction des précédents culturaux et de la fertilisation minérale. Le précédent cultural n'a aucun effet sur la longueur des entre nœuds (P= 0,152) ; par contre la fertilisation influe significativement sur cette dernière (P= 0,01). La distance entre-nœuds la plus grande est

obtenue dans les parcelles fertilisées avec la dose recommandée (34,6 cm). Les parcelles à témoin non fertilisées et à la moitié de la dose recommandée ont donné statistiquement des longueurs équivalentes (30,7 cm et 31,9 cm).

Le diamètre de la tige au collet n'est pas influencé par le précédent cultural ( $P=0,57$ ) et la fertilisation minérale ( $P=0,14$ ). Les plus grandes valeurs sont enregistrées dans les parcelles à précédent jachère (1,14 cm) et fertilisées avec la dose recommandée (1,11 cm).

**Tableau 6 : Variation de la longueur des entre-nœuds et du diamètre des tiges en fonction des facteurs étudiés**

<b>Facteurs</b>	<b>Longueur des entre nœuds (cm)</b>	<b>Diamètre des tiges (cm)</b>
<b>Précédent cultural :</b>		
PC1 (Arachide)	31,3 ± 1,7	1,1 ± 0,1
PC2 (Pois mascate)	34,0 ± 3,9	1,2 ± 0,1
PC3 (Mil sanio)	31,6 ± 2,6	1,1 ± 0,1
PC4 (Jachère)	32,7 ± 4,4	1,1 ± 0,0
<b>Fertilisation minérale :</b>		
FM1 (Témoin non fertilisé)	30,7 ± 2,2 <sup>b</sup>	1,0 ± 0,1
FM2 (50% DR)	31,9 ± 1,5 <sup>b</sup>	1,1 ± 0,1
FM3 (100% DR)	34,6 ± 4,6 <sup>a</sup>	1,1 ± 0,1
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	<b>32,4 ± 3,015</b>	<b>1,1 ± 0,1</b>
<b>Coefficient de variation (%) :</b>	<b>8,5</b>	<b>6,8</b>
<b>Probabilité et signification :</b>		
<b>PC</b>	0,152 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>
<b>FM</b>	0,01 <sup>*</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
<b>PC*FM</b>	0,915 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>
<b>PPDS :</b>		
<b>PC</b>	-	-
<b>FM</b>	2,388	-
<b>PC*FM</b>	-	-

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

### 3.1.6 Nombre d'épis récolté, poids épis

L'effet des précédents culturaux et de la fertilisation minérale sur le nombre et le poids des épis est indiqué dans le tableau 7.

Le précédent cultural n'a aucun effet sur le nombre d'épis ( $P=0,19$ ) et sur le rendement des épis ( $P=0,144$ ). Les rendements les plus élevés sont localisés dans les parcelles à précédent Pois Mascate (2033 kg/ha), Jachère (1900 kg/ha) et Arachide (1869 kg/ha).

Par contre la fertilisation minérale influe significativement sur ces paramètres ( $P=0,001$  et  $P=0,009$ ). En effet, la production d'épis la plus élevée est obtenue avec les doses FM3 (14,48 épis/m<sup>2</sup>) et FM2 (13,84 épis/m<sup>2</sup>) et avec les précédent pois mascate (13,66 épis/m<sup>2</sup>) et Arachide (13,37 épis/m<sup>2</sup>). Les rendements épis les plus importants sont enregistrés dans les parcelles fertilisées avec les doses FM3 (2121 kg/ha) et FM2 (1865 kg/ha).

**Tableau 7 : Variation du nombre d'épis, du rendement épi en fonction du précédent et de la fertilisation minérale.**

Facteurs	Nombre d'épis/m <sup>2</sup>	Rendement épis (kg/ha)
<b>Précédent cultural :</b>		
PC1 (Arachide)	13,3 ± 2,3	1869 ± 474
PC2 (Pois mascate)	13,6 ± 1,9	2033 ± 420
PC3 (Mil sanio)	12,2 ± 2,2	1628 ± 320
PC4 (Jachère courte durée)	13,1 ± 2,8	1900 ± 390
<b>Fertilisation minérale :</b>		
FM1 (Témoin non fertilisé)	11,0 ± 1,8 <sup>b</sup>	1588 ± 363 <sup>c</sup>
FM2 (50% DR)	13,8 ± 1,5 <sup>a</sup>	1865 ± 284 <sup>ab</sup>
FM3 (100% DR)	14,4 ± 1,9 <sup>a</sup>	2121 ± 422 <sup>a</sup>
<b>Moyenne ± Ecart-type</b>	13,1 ± 2,1	1858 ± 382
<b>Coefficient de variation (%) :</b>	15,3	19,6
<b>Probabilité et signification :</b>		
<b>PC</b>	0,190 <sup>ns</sup>	0,144 <sup>ns</sup>
<b>FM</b>	0,001 <sup>*</sup>	0,009 <sup>*</sup>
<b>PC*FM</b>	0,655 <sup>ns</sup>	0,596 <sup>ns</sup>
<b>PPDS :</b>		
<b>PC</b>	-	-
<b>FM</b>	1,739	315,2
<b>PC*FM</b>	-	-

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

### 3.1.7 Productions de biomasse, de grains et calibre des grains

L'effet des précédents culturaux et de la fertilisation minérale sur la production de biomasse aérienne et de grains est consigné dans le tableau 8. Il ressort de l'analyse que le précédent cultural ( $P= 0,220$ ) n'a aucun effet sur la biomasse aérienne, alors que la fertilisation affecte cette dernière ( $P= 0,013$ ). La production de biomasse la plus élevée est enregistrée dans les parcelles à précédent pois mascate (7 028 kg/ha) et arachide (6 200kg/ha).

Les apports de fertilisants minéraux à la dose recommandée (7 471 kg/ha) et à la moitié de celle-ci (6700 kg/ha) ont statistiquement donné les rendements en biomasse équivalents.

La production de grains est affectée par le précédent cultural ( $P= 0,010$ ) et par la fertilisation minérale ( $P= 0,011$ ). Le rendement le plus élevé est obtenu dans les parcelles à précédents Pois Mascate (1168 kg/ha), arachide (1005 kg/ha) et fertilisées avec la dose d'engrais minéraux recommandée ( $1136 \pm 249$ ) et avec la moitié de celle-ci ( $1030 \pm 165$ ).

Le calibre des grains (poids 1000 grains) ne varie pas quel que soit le précédent et la dose d'engrais. En moyenne, le poids mille est de 4,8 grammes.

**Tableau 8 : Effet du précédent et de la fertilisation sur la biomasse aérienne sèche, le rendement grain et le poids mille grains**

Facteurs	Rendement biomasse aérienne (MS kg/h)	Rendement grains (kg/ha)	Poids 1000 grains (g)
<b>Précédent cultural (PC)</b>			
PC1(Arachide)	6200 ± 2078	1005 ± 264 <sup>ab</sup>	4,8 ± 0,118
PC2 (pois mascate)	7028 ± 1701	1168 ± 219 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,132
PC3 (mil sanio)	5461 ± 1796	854 ± 186 <sup>c</sup>	4,8 ± 0,0553
PC4 (jachère courte durée)	6117 ± 1993	935 ± 192 <sup>ab</sup>	4,8 ± 0,137
<b>Fertilisation minérale (FM)</b>			
FM1 (témoin non fertilisé)	4433 ± 1444 <sup>b</sup>	843 ± 201 <sup>c</sup>	4,8 ± 0,0923
FM2 (50% DR)	6700 ± 935 <sup>a</sup>	1030 ± 165 <sup>ab</sup>	4,9 ± 0,106
FM3 (100%DR)	7471 ± 1759 <sup>a</sup>	1136 ± 249 <sup>a</sup>	4,8 ± 0,135
<b>Moyenne ± écart-type</b>	6,201 ± 6,688	1003 ± 211	4,8 ± 0,0956
<b>Coefficient de variation(%) :</b>	24,2	20,9	2,5
<b>Probabilité et signification</b>			
<b>PC</b>	0,220 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>*</sup>	0,895 <sup>ns</sup>
<b>FM</b>	<0,001 <sup>*</sup>	0,011 <sup>*</sup>	0,357 <sup>ns</sup>
<b>PC*FM</b>	0,954 <sup>ns</sup>	0,845 <sup>ns</sup>	0,646 <sup>ns</sup>
<b>PPDS</b>			
<b>PC</b>	-	141,3	-
<b>FM</b>	1300,8	182	-
<b>PC*FM</b>	-	-	-

JAS : jour après semis. Dans chaque colonne, les valeurs représentent la moyenne et l'écart-type.; ns : différence non significatif au seuil de 5% ; \*, \*\* et \*\*\* = différences significatives au seuil de probabilité 5%, 1% et 0,1%, respectivement. Dans chaque colonne, les valeurs ayant des lettres identiques ne sont pas statistiquement différentes à 5%

La figure 13 montre l'effet de l'interaction précédent cultural\*fertilisation minérale sur la production en grains. Dans les parcelles à précédent arachide et mil sanio, le rendement le plus élevé est obtenu avec la dose d'engrais FM3. Par contre dans les parcelles à précédent jachère et pois mascate la production la plus forte est enregistrée avec la dose d'engrais FM2. Le rendement maximal (1380 kg/ha) est obtenu dans les parcelles à précédent mucuna et fertilisées avec la moitié de la dose d'engrais recommandée.

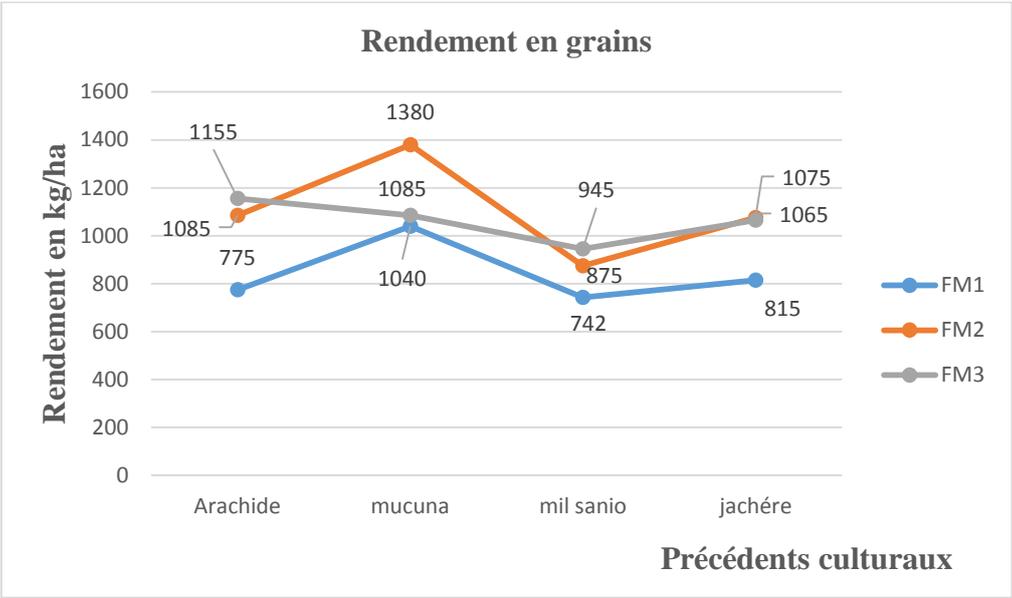


Figure 13 : Variation du rendement grains en fonction des précédents et de la fertilisation minéral

## 3.2 Discussion

L'objectif de cette étude est de déterminer la meilleure combinaison entre le précédent cultural et la dose d'engrais minéraux pour une productivité durable du mil sanio en Casamance et au Sénégal Oriental.

Le tallage augmente avec l'apport croissant d'engrais minéraux. Ces résultats sont en phase avec ceux de Vidal (1963) qui affirme que l'apport d'azote est bénéfique au tallage. Selon Bilquez (1970) et Diouf (1990), la fertilisation azotée est considérée comme le pivot de la fumure chez toutes les céréales. Les travaux de Guèye (2016) sur le fonio à Bandafassi en 2010 ont montré que la production de talles est statistiquement influencée par les apports d'amendements et/ou d'engrais chimiques. Le rendement en talles passe de 3,5 à 8,7 lorsque les doses d'engrais évoluent de 0 à 200 kg/ha de NPK (15-15-15).

Le tallage productif est affecté par la fertilisation minérale et par les précédents culturaux. Il est plus important dans les précédents en légumineuses (pois mascate et arachide) et jachère. En effet les légumineuses ont une capacité à fixer l'azote atmosphérique qui contribue au tallage et en général à la croissance et au développement de la plante. Selon Sarr (1986), la jachère fournit des éléments nutritifs qui sont minéralisables et utilisés par le mil.

La fertilisation minérale a affecté positivement la hauteur des plants. Ces résultats sont en phase avec ceux de Vidal (1963) qui affirme que l'apport d'azote est bénéfique au tallage et à la montaison chez le mil. L'effet positif de la fertilisation azotée sur la taille des plantes a été rapporté sur *Brachiaria ruziziensis* par Tendonkeng et al. (2011) sur le blé par Annabi et al. (2013) et sur le riz par Diouf et Fall (2005).

La longueur des épis est influencée par la fertilisation minérale, ce qui corrobore avec les résultats de Rabi (2013) qui a constaté une variation de la longueur des capsules à l'application de la dose 1,5g par poquet d'engrais NPK chez le sésame.

La biomasse aérienne sèche n'est pas affecté par le précédent cultural et varie significativement avec la fertilisation minérale, ce qui corrobore avec les résultats de Kanfany (2009) sur le fonio en Casamance ont montré que le facteur engrais minéral a induit des différences significatives sur la production de biomasse aérienne sèche.

Les meilleures productions en grains ont été localisées dans les parcelles à précédent pois Mascate, arachide et jachère de courte durée. Ces résultats sont similaires à ceux de Haddou et al. (2015). Ce dernier a montré que les légumineuses, fixatrices d'azote, agissent positivement sur la quantité et la qualité du blé dur par une meilleure disponibilité de cet élément au cours de sa croissance, permettant la synthèse des protéines qui seront accumulées dans les grains au

cours de la maturation. Par ailleurs Samaké et Kodio (2004) ont trouvé que les rendements du mil en culture continue sont nettement inférieurs à ceux du mil après jachère. La plus faible production (854kg/ha) est obtenue dans les parcelles à précédent mil. Ces résultats sont en phase avec ceux de Bado (2002) qui a trouvé qu'avec la monoculture de sorgho sur les deux années successives, les rendements en grains et en paille ont été très faibles en deuxième année. De même Ouattara (2014) au Mali a trouvé une diminution du rendement en grains plus importante dans la rotation riz-riz.

Les apports d'engrais minéraux ont eu un effet bénéfique sur la production en grains du mil sanio. Ces résultats corroborent ceux de Ganry et Feller (1977), Sarr (1986), Bationo et *al.*, (1998) ; Dutordoir (2006) et de Zeinabou et *al.*,(2014) qui ont montré que l'apport de fumures organiques et minérales accroît les rendements du mil. De même Bougma (2013) a démontré que les meilleurs rendements en grains du riz au Burkina sont obtenus avec les fumures organiques et minérales comparées au témoin.

Les précédents culturaux, la fertilisation minérale et l'interaction entre les deux facteurs n'ont pas eu d'effet significatif sur le poids des 1000 grains. Ces résultats corroborent les travaux de Traoré (2015) sur le riz qui confirme que les quantités d'azote fixé par les légumineuses n'ont pas été assez suffisantes pour entraîner des variations de poids.

## **Conclusion et perspectives**

L'expérimentation de l'effet du précédent cultural et de la fertilisation minérale sur la croissance et le rendement du mil sanio en Moyenne Casamance a montré que le précédent cultural n'a pas d'effet significatif sur les paramètres agro morphologiques (la densité de plants levés, la hauteur au 75<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 105<sup>ème</sup> JAS, le diamètre au collet des tiges, la longueur des entre-nœuds et la biomasse sèche). Le précédent cultural et la fertilisation minérale ont influencée la production en grains. Les légumineuses (pois mascate et arachide) combinées aux doses d'engrais FM2 et FM3 ont enregistré les meilleurs rendements en grains.

Dans le cadre de la gestion de la fertilité des sols, de la disponibilité du fourrage pour l'alimentation du bétail et de l'amélioration durable de la productivité du mil sanio, il serait souhaitable de ;

- Reconduire l'essai en station et en milieu paysan pour confirmer ou infirmer les résultats obtenus
- Utiliser d'autres légumineuses tel que le niébé fourrager dans un système intégré agriculture élevage

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGROPOLIS., 2015.** Fascination of plants day. Le mil, une céréale des zones arides. 1p.
- ANNABI M. ; BAHRI H. ; BEHI O. ; SFAYHI D. ; CHEIKH MHAMED H., 2013.** La fertilisation azotée du blé en Tunisie: évolution et principaux déterminants. *Tropicultura*, 2013, 31, 4, 247-252.
- ARDOIN-BARDIN S., 2004.** Variabilité hydro-climatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. Thèse de l'Université Montpellier II, 440 p. A
- BADO B. V., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du burkina faso. Thèse présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval pour l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph. D.). 197p.
- BATIONO A. ; BUERKERT A., 2001.** Soil Organic matter management for sustainable land use in the West African Sudono- Sahlien Zone. *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 61: 131-142.
- BATIONO A. ; LOMPO F. ; KOALA S., 1998.** Research on nutrient flows and balances in West Africa: State-of-the-art. *Agriculture. Ecosystems & Environment*. 71:19-35.
- BATIONO A. ; NTARE B.R., 2000.** Rotation and nitrogen fertilizer effects on pearl millet, cowpea and groundnut yield and soil chemical properties in a sandy soil in the semi-arid tropics, West Africa. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* (2000), 134, 277–284. Printed in the United Kingdom 2000 Cambridge University Press.
- BENINGA M. B., 1993.** Bilan des travaux d'amélioration variétale en côte d'ivoire. Base I.D.E.S.S.A. Nord, BP 121 Ferkessedougou, Cote d'Ivoire. 12 p.
- BEZANÇON G. ; RENNO J.F. ; ANAND KUMAR K., 1997.** Le mil. L'amélioration des plantes tropicales. 26 p.
- BILQUEZ A. F., 1970.** Amélioration des mils au Sénégal. *Agronomie tropicale*, XXIV, 3, 259-262. Projet FED 215. 015. 25 contrat d'etude n°693 Convention n°549/SE ORSTOM – IRAT Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (I.S.R.A.horizon.documentation.ird.fr.
- BOUGMA B.A., 2013.** Effets des précédents culturaux et des fumures sur la fertilité du sol et les rendements du riz pluvial. Mémoire de fin de cycle de master en sciences du sol. Spécialité: gestion intégrée de la fertilité du sol (g.i.f.s) 46 p.

- CISSE L., 1988.** Influence d'apport de matière organique sur la culture de mil et d'arachide sur un sol sableux Nord-Sénégal. II.- Développement des plantes et mobilisations minérales. *Agronomie*, 8 (5), 411-417
- CASTELLANET C. ; AHMAD N. ; MATHIEU M. ; CHOTTE J.L., 1988.** Précédents culturaux fertilisation et productivité du maïs pour quelques types de sols. Article · January 1988. 32 p.
- DAGNELIE P., 2012.** Principes d'expérimentation. Planification des expériences et analyse de leurs résultats. LES PRESSES AGRONOMIQUES DE GEMBLoux, A.S.B.L. Passage des Déportés 2 – B-5030 Gembloux (Belgique) D/2012/1665/117 ISBN 978-2-87016-117-3.
- DANCETTE C., 1978.** Besoins en eau et adaptation du mil à la saison des pluies au Sénégal, in : Proc. Agroclimatological Res. Needs of the semi-arid tropics. ICRISAT. 211-226.
- DANCETTE C., 1983.** Besoins en eau du mil au Sénégal. Adaptation en zone semi-aride tropicale. *Agron. Trop.*, 38 (4): 267-280.
- DAPSA., 2016,** Rapport de performance 2015, 51 p.
- DIAKHATE M., 2013.** Caractéristiques de la chaîne de valeur du mil dans la région de Kaolack : détermination des coûts de production. Mémoire d'ingénieur agronome : Economie et sociologie Rurales : ENSA-Thiès-Sénégal, 43 p. + annexes.
- DIALLO S. 2012.** Caractérisation des cycles de développement de dix variétés de mil de diverses origines sur trois sites situés le long d'un gradient latitudinal. Mémoire de fin d'étude : Université de Thiès. [www.erails.net](http://www.erails.net)> senegal> ensathies> files. 11/03/2018, 55 p.
- DIOUF O., 2001.** La culture du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) en zone semi-aride : bases agrophysiologiques justificatives d'une fertilisation azotée. Mémoire de titularisation ISRA, 75 p.
- DIOUF T., FALL A. A., 2005.** Le riz. In Bilan de la recherche agricole et agro-alimentaire au Sénégal. ISRA-ITA-CIRAD. 233 p.
- DO, F., Winkel, T., Cournac, L., Louguet, P., 1994.** Impact of late-season drought on water relations in a sparse canopy of millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). *Field Crop Res.* 48, 103-113.
- DUTORDOIR C. D., 2006.** Impact de pratiques de gestion de la fertilité sur les rendements en mil dans le Fakara (Niger). Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du grade de bio-ingénieur : Université catholique de Louvain. <https://www.jircas.affre.go.jp>> Metadata. 11/03/2018, 214 p.

- ELDIN O., 1990.** Croissance et développement du mil (*Pennisetum typhoides*) sous deux conditions de fumure minérale. Rapport de stage. ISTOM / 78ème Promotion. Institut Supérieur Technique D'outre-Mer, 53 p.
- FAO., 2018.** Proposition relative à la célébration d'une Année internationale du mil. COAG/2018/17/Rev1. 9p.
- FAO., 1995.** Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine. Collection FAO: Alimentation et nutrition, no 27. 138 p.
- FELLAHI Z. ; HANNACHI A. ; CHENNAFI H. ; MAKHLOUF M. ; BOUZERZOUR H., 2013.** Effets des résidus et du travail du sol sur la production de la biomasse et le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf., variété MBB) en lien avec l'utilisation de l'eau dans les conditions semi-arides des Hautes Plaines Sétifiennes. *Revue Agriculture*. 06 (2013) 03 – 11.
- FORTAS B. ; MEKHLOUF A. ; BOUTEKRABT A., KARA D. ; AZZI A., 2016.** Étude de l'impact des précédents culturaux sur la culture de blé dur (*Triticum durum*, desf.), et propriétés physicochimiques du sol sous le système semis direct en zone semi- arides. *Revue Agriculture*. Numéro spécial 1 (2016) 106 – 119.
- GANRY F. ; FELLER C., 1977.** Effet de la fertilisation azotée (urée) et de l'amendement organique (compost) sur la productivité du sol et la stabilisation de la matière organique, en monoculture de mil dans les conditions des zones tropicales semi – arides. Communication présenté au Séminaire régional sur le recyclage organique en Agriculture, Buse, Cameroun 5-14 décembre 1977, Centre National de Recherches Agronomiques de BANBEY, 24 p.
- GUEYE M. (2016).** Amélioration des techniques de semis, de fertilisation et de récolte du fonio blanc (*Digitaria exilis* Stapf, Poaceae) au Sénégal. Thèse de doctorat en Biologie, Physiologie et Productions Végétales. Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 101 pages + Annexes.
- HADDOU M.; BOUBLAL S. ; DEROUICHE R. ; ABBES S., 2015.** Effet des précédents culturaux sur l'amélioration de production céréalière en Algérie. Workshop sur l'agriculture saharienne : céréaliculture dans les zones arides : Etat des lieux et perspectives : Université KASDI MERBAH Ouargla. 10 mars 2015.
- ISRA., 2017.** Base de données pluviométriques 2017.
- KANFANY G., 2009.** Effets de la fertilisation organo-minérale sur la croissance et le rendement du fonio. Ecole nationale supérieure d'agriculture de Thiès/Sénégal - DEA 2009, 36 p.

- KARIMOU I. ; ZAKARI M. O. ; ADAMOU I. ; ADAMOU H. ; HALILOU H. ; ADAM T. ; ADAMOU B., 2018.** Historique Et Perspectives De La Recherche Sur Le Mildiou Du Mil (*Sclerospora graminicola*(Sacc.) Schroet.)Au Niger : Revue De La Littérature. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)* e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 11, Issue 3 Ver. III (March 2018), PP 01-08.
- LOUMEREM M., 2004.** Etude de la variabilité des populations de mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Cultivées dans les régions arides tunisiennes et sélection de variétés plus performantes. Thèse de doctorat : faculteit Landbouwkundige en teogepasteBiologische wetenschappen. lib.urgente.be>fullxt>RUG01>RUG01. 08/10/2016, 266 p.
- MAITI R.K. ; BINDER F.R., 1981.** Growth and development of the pearl millet plant Research Bulletin No 6. Patancheru, A P., India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 17 p.
- MARCHAIS L., TOSTAIN., AMOUKOU S. 1993.** Signification taxonomique et evolution de la structure génétique des mils penicillaires Laboratoire de Ressources Génétiques et Amélioration des Plantes Tropicales ORSTOM ; B.P. 5045 - 34032 Montpellier Cedex.
- MBAYE D. F., 1993.** Contrainte phytosanitaire du mil dans le sahel : état des connaissances et perspectives. Colloques 2 : ISRA/CNRA de Bambey ; Sénégal. horizon.documentation.ird.fr, 14 p.
- MBODJ., 1987.** L'emploi des engrais et des pesticides au Sénégal : Bilan et perspectives. Premier congrès des Hommes de sciences en Afrique, Commission Sciences et conditions de vie et de travail en Afrique, Dakar, 19 p.
- MOUMOUNI K. H., 2014.** Construction d'une carte génétique pour le mil, *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br., par une approche de génotypage par séquençage (GBS). Maitrise en biologie végétale : Université LAVAL. [www.theses.ulaval.ca](http://www.theses.ulaval.ca) . 111p.
- NDOYE M. ; GAHUKAR R.T. ; CARSON A.G. ; SELVARAJ C.J. ; MBAYE D.F. ; DIALLO S., 1984.** Les problèmes phytosanitaires du mil dans le sahel, 17p.
- OUATTARA L.A., 2014.** Effet des rotations et des fumures à base du Burkina Phosphate sur la croissance et le rendement du riz pluvial strict dans la zone soudanienne du Burkina Faso. Mémoire master, université polytechnique de bobo-dioulasso. 59p.
- RAFAEL J. ; LOPEZ-BELLIDO GARRIDO. ; LUIS LOPEZ BELLIDO., 2001.** Effects of crop rotation and nitrogen fertilization on soil nitrate and wheat yield under rainfed

Mediterranean conditions. *Agronomie*, EDP Sciences, 2001, 21 (6-7), pp.509-516. <10.1051/agro:2001140>. <hal-00886136>.

**SAMAKE O. ; KODIO A., 2004.** Gestion intégrée de la fertilité des sols pour améliorer la productivité dans le Sahel : Effets des jachères, des légumineuses et du phosphate naturel sur le rendement du mil et le *Striga hermonthica*, Institut d'Economie Rurale (IER), 12p.

**SANGARE G. ; DOKA D.I. ; BARRAGE M. ; FATONDI D., 2016.** Contribution of previous legumes to soil fertility and millet yields in West African Sahel. Article Number: 191C44359403. ICRISAT Niamey, BP12404, Niamey, Niger. Ecole Normale Supérieure, University Adbou Moumouni, Niamey, Niger, Vol. 11(28), pp. 2486-2498, 14 July, 2016.

**SARR P. L., 1986.** Fertilisation minérale et organique du mil au Sénégal. Document présenté à la réunion d'évaluation du programme mil : Institut Sénégalais de recherches agricoles. [www.sist.sn](http://www.sist.sn). 13p.

**SIENE L.A.C. ; MULLER B. ; AKE S., 2010.** Etude du développement et de la répartition de la biomasse chez deux variétés de mil de longueur de cycle différente sous trois densités de semis. *Journal of Applied Biosciences* 35: 2260 - 2278 ISSN 1997–5902.

**SY O. ; FOFANA A. ; CISSE N. ; NOBA K. ; DIOUF D. ; NDOYE I. ; SANÉ D. ; KANE A. ; KANE N.A. ; HASH T. ; HAUSSMA B. ; ELWENGA E. 1997.** Etude de la variabilité agromorphologique des collections nationales de mil *Journal of Applied Biosciences* 87:8030– 8046

**TENDONKENG F., BOUKILA B., PAMO T.E., MBOKO A.V. and MATUMUINI N.E.F. (2011).** Effet direct et résiduel de différents niveaux de fertilization azotée sur la croissance et le rendement de *Brachiaria ruziziensis* à différents stades phénologiques: *Tropicultura* 29(4): 197-204.

**TRAORÉ A. ; TRAORÉ K. ; BADO B.V. ; TRAORÉ O. ; BISMARCK H.N. ; SEDOGO M.P., 2015.** Effet des précédents culturaux et de différents niveaux d'azote sur la productivité du riz pluvial strict sur sols ferrugineux tropicaux de la zone sud-soudanienne du Burkina Faso. Available online at <http://www.ifg-dg.org>, *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(6): 2847-2858, December 2015.

**VIDAL P., 1963.** Croissance et nutrition minérale du mil (*pennisetum*) cultivé au Sénégal. Thèses présenté pour obtenir le diplôme de docteur. Ingénieur : faculté des sciences de l'Université de Dakar, 150p.

**ZEINABOU H. ; MAHAMANE S. ; BISMARCK N.H. ; BADO B.V. ; LOMPO F. ; BATIONO A., 2014.** Effet de la combinaison des fumures organo-minérales et de la rotation niébé-mil sur la nutrition azotée et les rendements du mil au sahel. Available online at <http://ajol.info/index.php/ijbcs>; *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8(4): 1620-1632, 2014

**RABI H. M. L., 2013.** Effet de la fertilisation par microdose sur la productivité de deux variétés de Sésame (*Sesamum indicum* L.), la variation des teneurs et les bilans partiels des nutriments. Mémoire pour l'obtention diplôme de master en gestion intégrée de la fertilité des sols. N°: 00-2013/master gifs, 64p.