

# UNIVERSITE ASSANE SECK DE ZIGUINCHOR



## UFR Sciences et Technologies

\*\*\*\*\*

## Département d'Agroforesterie

### Mémoire de Master

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

**Agroforestiers (AGDEFA)**

## **Effets de la fertilisation organo-minérale sur le développement et le rendement du riz (*Oryza sativa*. L)**

Présenté par :

**Papa samba SOKHNA**

Sous la supervision de **Dr Ngor NDOUR**, Maître de conférences (CAMES) (UASZ)

Encadreurs : **Dr Antoine SAMBOU**, Maître-Assistant CAMES, UASZ

**Dr Alpha CISSE**, Maître-Assistant CAMES, ISFAR UADB

Soutenu publiquement le 22 Octobre 2022 devant le jury composé de :

**Président : Dr Mohamed Mahmoud CHARAHABIL**, Maître de conférences UASZ/UFR-ST

**Membres : Dr Antoine SAMBOU**

Maitre-Assistant UASZ/UFR-ST

**Dr Djibril SARR**

Maitre-Assistant UASZ/UFR-ST

**Dr Saboury NDIAYE**

Assistant UASZ/UFR-ST

**Année Universitaire 2020-2021**

## **DEDICACES**

Je dédie ce modeste travail à :

- Mes chers parents qui m'ont toujours encouragé et soutenu sans relâche pendant mon cursus. Puisse Dieu le Tout Miséricordieux vous accorde santé, bonheur et longue vie.
- Mes adorables frères et sœurs pour leur appui, prières, soutien moral et encouragements permanent. Qu'ils trouvent à travers ce document toute ma gratitude et empathie.
- Toute ma famille, cousines, cousins, oncles et tantes, pour tout leur amour, tendresse, soutien et leurs prières tout au long de mes études. Que ce travail soit le fruit de votre soutien infallible.

## **REMERCIEMENT**

Je rends grâce à DIEU le Tout Puissant et le Miséricordieux de m'avoir donné la volonté, la bravoure et la patience pour effectuer ce travail. Je tiens à exprimer mes remerciements à tous ceux ou celles qui, de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce document. Mes remerciements vont à l'endroit de mes encadreurs, Dr Antoine SAMBOU, M. Pierre César Claver DIEDHIOU et Dr Alpha CISSE pour avoir accepté de diriger ce travail tout au long de sa réalisation, pour leurs interventions précieuses et les conseils qu'ils ont bien voulu consacrer à ce mémoire.

J'exprime ma reconnaissance aux membres de jury Pr Mohammed CHRAHABIL Dr Antoine SAMBOU Dr Djibril SARR et Dr SABOURY NDIAYE pour leur disponibilité.

Je tiens à remercier fortement tous les professeurs du département d'Agroforesterie, Dr Djibril SARR (Chef du département d'Agroforesterie), Pr Ngor NDOUR, Pr Mohammed CHRAHABIL, Pr Ismaïla COLY, Pr Aly DIALLO, Dr Boubacar CAMARA, Dr Joseph Saturnin DIEME, Pr Siré DIEDHIOU, Dr SOUMARE et Dr SABOURY NDIAYE pour leurs aides, orientations ainsi que la formation qu'ils m'ont prodiguée.

Je présente mes remerciements à l'ensemble des docteurs et doctorants du département d'Agroforesterie particulièrement M. Pierre Claver DIEDHIOU, pour ses précieux conseils, remarques et corrections qui ont facilité l'élaboration de ce manuscrit.

Je voudrais aussi exprimer ma reconnaissance à Alice Goulang BASSENE et toute la famille BASSENE à Ziguinchor pour m'avoir hébergée, mais aussi pour leur soutien permanent.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACES .....	I
REMERCIEMENT.....	II
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS .....	V
LISTE DES FIGURES .....	VI
RESUME .....	VII
ABSTRACT.....	VIII
INTRODUCTION.....	1
Chapitre 1 : Revue bibliographique.....	2
1.1. Généralités sur le riz.....	2
I.1.1 Description botanique.....	2
I.1.2 Contraintes liées à la production de riz en Casamance.....	4
1.2. Les différents types de fertilisants.....	6
1.2.1. Fertilisants organiques .....	6
1.2.2. Fertilisants minéraux.....	7
1.3. Présentation des Biofertilisants .....	7
Chapitre 2 : Matériel et Méthodes .....	9
2.1. Présentation de la zone d'étude .....	9
2.2. Matériel végétal.....	10
2.3. Les types de fertilisants utilisés.....	10
2.4. Dispositif expérimental et traitements .....	12
2.5. Conduite de la culture .....	13
2.6. Collecte des données .....	13
2.7. Traitement et analyse des données .....	14
Chapitre 3 : Résultats et discussion.....	15
3.1. Résultats.....	15
3.1.1. Germination.....	15
3.1.2. pH du sol.....	16
3.1.3. La teneur en chlorophylle .....	16
3.1.4. Hauteur .....	17
3.1.5. Hauteur au stade final tige panicule.....	18
3.1.6. Nombre de talles.....	19

<b>3.1.7.</b>	<b>Longueur des panicules .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1.8.</b>	<b>Nombre de graines par panicules .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.9.</b>	<b>Poids des 1000 graines .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.10.</b>	<b>Biomasse.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.11.</b>	<b>Rendement.....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.12.</b>	<b>Corrélation entre les paramètres.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.</b>	<b>Discussion.....</b>	<b>26</b>
	<b>Conclusion et perspectives .....</b>	<b>29</b>
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>30</b>

## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ACP** : Analyse en Composantes Principales

**ADRAO** : Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest

**APRAO** : Amélioration de la Production du Riz en Afrique de l'Ouest

**ANDS** : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

**CAH** : Classification Ascendante Hiérarchique

**FAO** : Food and Agriculture Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

**FO**: Fertinova Organova

**FER**: Fertinova

**g**: gramme

**GIFS** : Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols

**Ha** : hectare

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique

**IRRI** : International Rice Research Institute (Institut International de recherche sur le riz)

**JAS** : Jour Après Semis

**NERICA** : New Rice for Africa

**NPK** : Azote, Phosphore et Potassium

**PAPED** : Programme de l'Accord de Partenariat Economique pour le Développement

**pH** : Potentiel Hydrogène

**Pr** : Probabilité

**T** : tonne

**UNDS**: United Nations Development Programme

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : les phases de développement de plante de riz (APRAO 2011).....	2
Figure 2 : les différentes parties de la plante de riz .....	3
Figure 3 : variation de la pluviométrie de 1990 à 2020 .....	5
Figure 4 : carte de localisation du site expérimental.....	9
Figure 5 : biofertilisant Fertinova en granulé .....	10
Figure 6 : biofertilisant Organova.....	11
Figure 7 : dispositif expérimental de l'essai .....	12
Figure 8 : moyennes nombres de graines germées par jour.....	15
Figure 9 : variation du pH en fonction des dates de semis et des traitements .....	16
Figure 10 : évolution de la hauteur en fonction des traitements et de la date de semis .....	18
Figure 11 : hauteur au stade final tige plus panicule .....	19
Figure 12 : évolution du nombre de talles en fonction des traitements et de la date de semi..	20
Figure 13 : variation de la longueur de panicule en fonction des traitements .....	21
Figure 14 : variation du nombre de graines par panicule en fonction des traitements .....	21
Figure 15 : Evolution du poids des 1000 grains en fonction des traitements .....	22
Figure 16 : variation de la biomasse sèche et fraîche en fonction des traitements .....	23
Figure 17 : variation du rendement en fonction des traitements.....	24
Figure 18 : Répartition des traitements sur les axes F1 et F2 de l'ACP.....	25

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: composition en matière brute du fertilisant fertinova .....	7
Tableau 2: composition en matière brute du fertilisant organique organova.....	8
Tableau 3 : les différents traitements et leurs compositions .....	13
Tableau 4 : variation du taux de germination en fonction des traitements .....	15
Tableau 5 : variation de la teneur en chlorophylle au moment de l'initiation paniculaire .....	17

## RESUME

Le riz est une des céréales les plus importantes et les plus cultivées dans le monde. Malgré son importance, la culture de riz a connu une baisse de rendement liée à la fertilité des sols. C'est dans ce sens que cette étude dont l'objectif est d'évaluer l'effet des fertilisants organo-minéraux a été menée. Pour ce faire, des fertilisants organiques (fertinova et organova) et minérale (engrais chimique NPK) ont été testés pour évaluer leur effet sur la propriété chimique du sol (pH) ainsi que les paramètres de développement (croissance et différenciation), de physiologie (teneur en chlorophylle) et de rendement (poids, biomasse et rendement) du riz NERICA L19. Différents paramètres (germination, pH sol, teneur en chlorophylle, hauteur des plants, longueur des panicules, nombres de talles/plante, poids des 1000 Graines, Biomasse) ont été étudiés. Le taux de germination varie entre  $87.5 \pm 0,3$  et  $100 \pm 0,425\%$  avec une moyenne globale de  $92,5 \pm 0,42\%$ . Le pH du sol a diminué significativement en fonction du cycle de développement du riz. Les traitements n'ont pas influencé significativement ( $p > 0.05$ ) le pH du sol. Fertinova et organova+fertinova se distinguent des autres traitements par une croissance végétative (Hauteur, nombre de talles, biomasse et longueur panicule) et une teneur en chlorophylle au niveau des feuilles plus importantes. Néanmoins, en termes de poids des 1000 grains les résultats ne montrent pas de différences significatives entre les traitements. Le poids varie entre  $24,3 \pm 0,8$  et  $25,8 \pm 1,3g$ . Les traitements ont influencé significativement le rendement. En effet, les traitements fertinova et fertinova+organova ont produit plus de riz avec  $4,7 \pm 0,42$  t/ha et  $4,4 \pm 0,42$  t/ha respectivement. Les traitements fertinova et fertinova+organova favorisent plus le développement des paramètres de croissance et rendement du riz.

**Mots clés : riz, croissance, rendement, physiologie, fertilisants**

## ABSTRACT

Rice is one of the most important and most cultivated cereals in the world. Despite its importance, rice cultivation has experienced a drop in yield linked to soil fertility. It is in this sense that this study, the objective of which is to evaluate the effect of organo-mineral fertilizers, was carried out. To do this, organic (fertinova and organova) and mineral (NPK chemical fertilizers) fertilizers were tested to assess their effect on the chemical property of the soil (pH) as well as the parameters of development (growth and differentiation), physiology (chlorophyll content) and yield (weight, biomass and yield) of NERICA L19 rice. Different parameters (germination, soil pH, chlorophyll content, plant height, panicle length, number of tillers/plants, weight of 1000 seeds, biomass) were studied. The germination rate varies between  $87.5 \pm 0.3$  and  $100 \pm 0.425\%$  with an overall average of  $92.5 \pm 0.42\%$ . Soil pH decreased significantly depending on the development cycle of rice. The treatments did not significantly influence ( $p > 0.05$ ) the soil pH. Fertinova and organova+fertinova are distinguished from other treatments by vegetative growth (height, tiller number, biomass and panicle length) and a higher chlorophyll content in the leaves. However, in terms of 1000-seed weight, the results show no significant differences between the treatments. The weight varies between  $24.3 \pm 0.8$  and  $25.8 \pm 1.3\text{g}$ . The treatments significantly influenced the yield. Indeed, fertinova and fertinova+organova treatments produced more rice with  $4.7 \pm 0.42$  t/ha and  $4.4 \pm 0.42$  t/ha respectively. The fertinova and fertinova+organova treatments further promote the development of rice growth and yield parameters.

**Keywords:** Rice, growth, yield, physiology, fertilizer

## **INTRODUCTION**

Les cultures céréalières ont depuis longtemps occupé une place très importante dans l'agriculture. Elles constituaient même une monnaie d'échange, notamment le riz qui est la deuxième céréale la plus consommée dans le monde (Agri monde, 2009). Le riz est avant tout un produit pour l'autoconsommation avec une production mondiale de 479 200 000T/an (FAO, 2014). Le Sénégal est un des plus grands consommateurs de riz (90kg/habitant/an) en Afrique de l'Ouest. Sa production ne couvre environ que 25% de ses besoins ce qui l'oblige à une importation massive de cette céréale (MEFPS, 2014). Sa production jadis respectueuse de l'environnement naturel a nécessité une utilisation croissante des engrais chimiques et de pesticides. Ces efforts sont consentis pour accroître la production et protéger les cultures contre les bioagresseurs dans le but d'obtenir des rendements élevés pour satisfaire les demandes.

De nos jours, l'utilisation des produits chimiques très diversifiés dans la culture du riz s'avère toxique et dangereuse pour la santé de l'homme (INRA, 2014). Cette utilisation a pour conséquence la dégradation des sols, la pollution des nappes phréatiques, la destruction de certaines espèces non ciblées, la modification de l'environnement (Kayser, 2006). En plus de l'utilisation des produits chimiques, l'agriculture doit faire face à de nouveaux défis tels que la satisfaction d'une population qui est en continuelle expansion avec 9,8 milliards en 2050 (Vignal., 2018) en tenant compte des effets du changement climatique et le respect de l'environnement (Desfontaines., 2018). En Afrique, plus particulièrement en Afrique de l'Ouest où l'agriculture se caractérise depuis des années par la stagnation des rendements liée à la baisse de la fertilité des sols (Bationo, 1989) et aux bioagresseurs.

Des projets ont été initiés dans une approche intégrée de la fertilité des sols (GIFS) pour garantir une productivité durable des activités agricoles (Bationo, 2012). C'est suite à ces constats que de nouvelles tendances ont vu le jour comme les pratiques agroforestières, l'agriculture biologique ou encore la création de biofertilisants. L'objectif de l'étude est de contribuer à une meilleure gestion de la fertilité des sols et une réduction des pesticides à travers l'utilisation des biofertilisants organiques. Il s'agit spécifiquement d'évaluer les effets de différents fertilisants sur les propriétés chimiques du sol (pH), les paramètres de développement, de physiologie et de rendement du riz NERICA L19. L'étude s'articule autour de trois chapitres. Le premier concerne la synthèse bibliographique. Le deuxième

aborde le matériel et les méthodes utilisés. Le dernier chapitre présente et discute les résultats obtenus.

## Chapitre 1 : Revue bibliographique

### 1.1. Généralités sur le riz

Le riz est une plante monocotylédone de la famille des poacées, cultivé dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes. Il est consommé par plus de la moitié de la population mondiale avec près de 50 millions de consommateurs en Afrique dont la plupart sont en milieu rural (Seck et al., 2012). Chaque année, le Sénégal consomme 1,2 millions de tonnes de riz et importe 75% du riz qu'il consomme (PAPED, 2012). Sa culture couvre environ 150 millions d'hectares et sa production a atteint 683,9 millions de tonnes de paddy en 2009 (FAO, 2010). Selon la même source, la consommation par habitant était estimée à 56,1 kg par an durant la même période.

#### I.1.1 Description botanique

Le riz est une plante annuelle d'origine tropicale appartenant à la famille des graminées et du genre *Oryzae*. La croissance de la plante du riz passe par trois phases qui sont les phases végétative, reproductive et de maturation des grains (ADRAO, 1992) avec différents stades de développement : germination plantule, tallage, initiation paniculaire, montaison épiaison, floraison, laiteux, pâteux, maturité (APRAO, 2011).

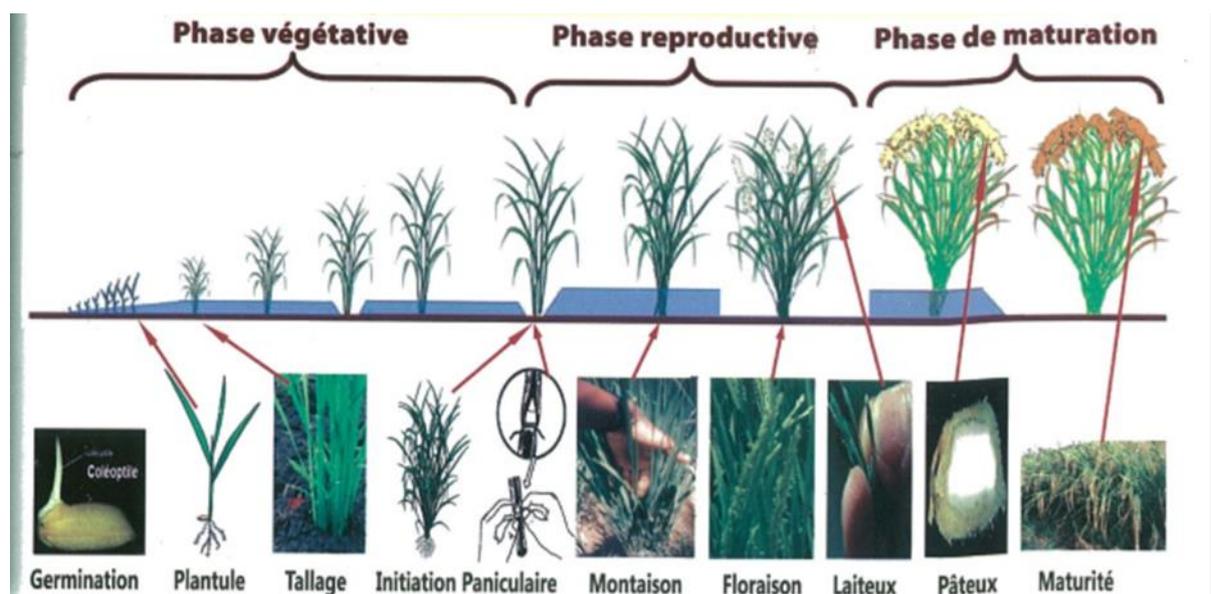


Figure 1 : les phases de développement de plante de riz (APRAO 2011)

C'est une plante très souple qui pousse aussi bien en zone inondée qu'en zone non inondée (Wopereis, 2008). Il existe plus de 25 espèces de riz (Ovono et al., 2013) qui sont bien répandues dans les régions d'Asie, d'Afrique, d'Australie, d'Amérique Centrale et du Sud. Parmi ces espèces, seulement deux sont cultivées : le riz asiatique *Oryza sativa* L. et le riz africain *Oryza glaberrima* Steud.

La plante de riz est constituée par des tiges rondes et creuses caractérisées de nœuds et d'entre nœuds dans un ordre successif. Chaque nœud porte une feuille et un bourgeon qui pourra donner naissance à une talle secondaire. Une touffe de riz de 3 à 60 tiges peut atteindre de 50 cm à 1,5 m de long selon les variétés (Lacharme, 2001). Les racines sont fasciculées et sont constituées de racines secondaires et de poils absorbants.

Les feuilles sont plates et la dernière feuille sous la panicule est appelée feuille paniculaire ou drapeau (Lacharme, 2001). Elle comprend des organes reproducteurs (panicule, fleur, grain ou paddy) (Figure 1 et 2).

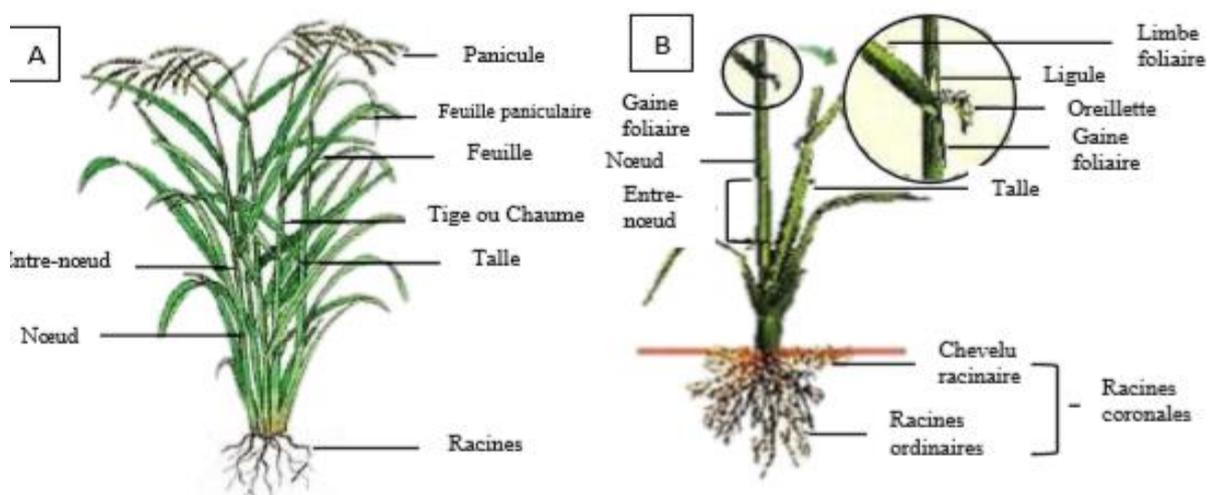


Figure 2 : les différentes parties de la plante de riz

### 1.1. Ecologie du riz

Le riz est une plante de climat chaud, cultivé dans les régions tropicales et subtropicales. La gamme de températures qu'il requiert s'étend de 13-14°C minimum à 38-40°C maximum avec un optimum à 25-30°C (GHEYSENS et BERTIN, 2009). Ses besoins en eau en termes d'évapotranspiration sont élevés et se situent généralement entre 400 et 800 mm suivant les conditions climatiques et la durée du cycle végétatif. La période critique concerne la floraison et la première moitié du stade reproductif qui nécessite notamment une humidité relative de l'air de 70 à 80 % (IRRI, 2008). L'ensoleillement joue également un rôle important sur la

croissance et le rendement de la plante. Un minimum de 400 heures d'insolation durant les deux derniers mois de culture est nécessaire pour une croissance optimale. Un sol meuble limoneux à argilo-limoneux est adapté à la culture sèche, tandis que des sols lourds avec faible perte en eau par percolation sont préférés par le riz irrigué. DUFEY (2012), affirme que le pH optimal du sol varie de 6,0 à 7,0. Grâce à une grande diversité des écotypes, le riz est cultivé dans des conditions écologiques très variées (UNDP, 2010). On peut distinguer, en fonction de l'alimentation en eau et de la topographie du site de production, quatre types d'écosystèmes rizicoles (Zones pluviales stricts, Zones inondées, Zones de bas-fonds et Zones irriguées) (SIE, 1982 ; KHUSH, 1997 ; UNDP, 2010).

### **I.1.2 Contraintes liées à la production de riz en Casamance**

La Casamance, une des principales zones rizicoles du pays, regorge d'énormes potentialités dans le domaine de la riziculture pluviale. La contribution de la Casamance à la production nationale est évaluée à 40% (ANSD, 2016). Dans la région de Ziguinchor, la demande est beaucoup plus importante en raison de l'accroissement de la population. Toutefois, la production de riz dans cette zone du pays reste faible et est confrontée à des contraintes d'ordres abiotiques (irrégularité de la pluviométrie, faible fertilité des sols, salinité, toxicité), biotique (matériel végétal peu productif, maladies, ravageurs, adventices etc.) et techniques (pratiques culturelles traditionnelles).

#### **➤ Les aléas pluviométriques**

En Basse Casamance, Le climat est de type tropical sub-guinéen marqué par une saison pluvieuse de 4 à 5 mois (juin à octobre) et une saison sèche de 7 à 8 mois (CSE, 2008). Le régime thermique de la région se caractérise par une température moyenne annuelle d'environ 27° C (Anonyme, 2012). La moyenne mensuelle maximale à Ziguinchor (37° C) se produit en Avril, et la minimale (15,50° C) en Janvier. De Janvier à Juin, les températures dépassent souvent 35° C pendant la journée et tombent en dessous de 20° C la nuit entre Décembre et Avril (ANSD, 2017). La température est un facteur de différenciation écologique (Giffard, 1974) qui agit sur toutes les phases de développement des plantes (photosynthèse, respiration, échanges entre sol et plante). Le vent est un facteur écologique important pour la croissance et la production des végétaux. Au-delà d'une vitesse de 2 m/s, il ralentit ou freine certaines fonctions physiologiques de ces 15 derniers comme la photosynthèse. On rencontre dans la région de Ziguinchor des vents chauds et secs (harmattan) de secteur nord-est de novembre à mai et des vents chauds et humides (mousson) de secteur sud-ouest de mai à novembre

(ANSD, 2017). Néanmoins l'alizé maritime qui est un vent de mer, frais et humide souffle aussi dans cette région entre janvier et février. La pluviométrie annuelle de Ziguinchor de 1990 à 2020 est caractérisée par variation avec une moyenne de 1377mm (Figure 4). Nous remarquons pour cette série de 1990 à 2020 des années excédentaires (1991, 1993, 1999, 2005, 2006 ; 2008, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2020) et des années déficitaires (1990, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2009, 2011, 2018 et 2019). Cependant l'année 2020 est la plus pluvieuse (2042 mm) et l'année 2002 est la plus déficitaire (812 mm) (Figure 3).

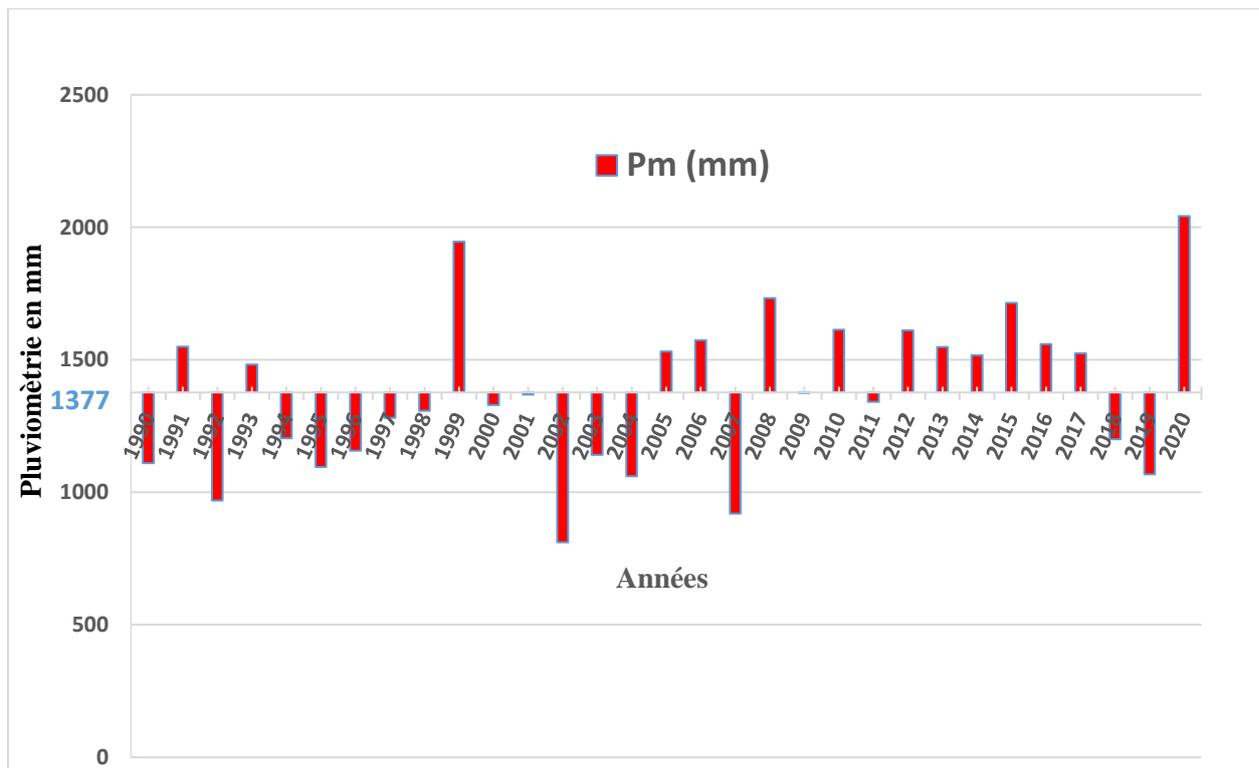


Figure 3 : variation de la pluviométrie de 1990 à 2020 (ANACIM, 2020)

### ➤ La salinisation des terres rizicoles

La salinisation des rizières est l'une des principales contraintes auxquelles la riziculture casamançaise est confrontée. Elle a entraîné un amenuisement de la mangrove et une disparition de la riziculture en domaine salé (Mougenot et al., 1990). Selon Pagès et Debenay (1987), ce phénomène s'explique par le régime hydrologique très déficitaire du fleuve Casamance qui fonctionne actuellement en estuaire inverse et la faible pente favorisant l'intrusion pratiquement permanente des eaux marines qui se concentrent pendant environ les huit mois de saison sèche. Ce qui a favorisé, entre autres, une augmentation de la salinité des nappes et des sols atteignant deux à trois fois plus l'eau de mer, une diminution du niveau

moyen du toit des nappes, de quelques centimètres à plusieurs mètres, sous le plateau et une acidification des sols de mangrove et certaines terrasses. Selon Sidy (2011), sur les 3 800 000 Ha cultivables au Sénégal, plus de 1 230 000 Ha sont affectés.

➤ **La baisse de la fertilité des sols**

De nombreuses études réalisées en Basse Casamance ont montré que la plupart des sols sont exploités depuis fort longtemps par les paysans et de manière traditionnelle. Ce type d'exploitation lié, d'une part, à une mauvaise pratique culturale et, d'autre part, à une utilisation abusée des engrais minéraux, a causé un appauvrissement très marqué des sols (Niane, 1984). Par ailleurs, les conditions climatiques actuelles qui sont à l'origine des phénomènes naturels tels que l'érosion hydrique, la salinisation des terres rizicoles et l'ensablement des bas-fonds expliquent en partie la dégradation de ces sols (Sane et Sall, 2010).

## **1.2. Les différents types de fertilisants**

Les fertilisants sont généralement à base de fumier, de produits chimiques et/ou de minéraux, et sont destinés à apporter des compléments d'éléments nutritifs aux plantes de façon à améliorer leur croissance et à augmenter le rendement. Selon la nature de leurs compositions, ils sont classés en plusieurs catégories. Parmi elles nous pouvons citer : les fertilisants organiques, où l'on regroupe les biofertilisants, et les fertilisants minéraux.

### **1.2.1. Fertilisants organiques**

Ils sont obtenus à partir des matières vivantes ou autrefois vivantes tels que les déchets des animaux (fumier), les résidus des cultures (comme les feuilles, tiges), le compost et de nombreux autres produits dérivés d'organismes vivants. Cependant, ils ne sont pas directement assimilables par la plante car ils ont besoin d'être d'abord transformés en ions minéraux par les microorganismes du sol. Les engrais organiques comme le fumier par exemple ont pour avantages de relever le niveau de fertilité du sol en améliorant la microflore du sol et en fournissant à la plante de façon prolongée les éléments nutritifs dont elle a besoin. Toutefois, selon Obasanjo (2012), la teneur en nutriments des engrais organiques est faible, autrement dit, on ne peut se limiter à leur seule utilisation pour accroître significativement les rendements agricoles. Par conséquent, ils doivent être utilisés en combinaison avec les engrais minéraux pour fournir à la plante des quantités suffisantes de nutriments efficaces et accessibles.

### 1.2.2. Fertilisants minéraux

Ils sont formés de substances d'origine minérale, autrement dit, produits par l'exploitation de gisements naturels de différentes roches. Ces substances sont généralement les éléments nutritifs primaires dont la plante a besoin que sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Selon la composition, ceux-ci peuvent être des engrais simples n'ayant qu'un seul de ces éléments nutritifs, ou des engrais composés avec au moins deux nutriments (Obasanjo, 2012). Malheureusement l'utilisation de ces engrais n'est pas exempte de conséquences néfastes pour le sol. Ils réduisent la quantité des micro-organismes, responsables de la décomposition de la matière organique, essentiels à la croissance de la plante. Cette destruction entraîne alors une dépendance aux engrais car plus le sol est pauvre en matière organique, plus les cultures ont besoin d'apports externes (Kayser, 2006).

### 1.3. Présentation des Biofertilisants

#### ➤ Fertinova

C'est un biofertilisant fabriqué par le groupe « Eléphant Vert » et est un engrais organique obtenu par séchage et hygiénisation de fientes de volailles qui est riche en matière organique, en éléments nutritifs et en oligo-éléments d'origine naturelle. Selon le fabricant, sa formulation granulée permet une libération lente assurant une diffusion efficace des éléments nutritifs tout au long du cycle de la culture (Tableau 1).

Tableau 1: composition en matière brute du fertilisant fertinova

<b>Composition Teneur (% sur matière brute)</b>	
Azote (N)	<b>4%</b>
Phosphate assimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	<b>3%</b>
Potassium soluble (K <sub>2</sub> O)	<b>3%</b>
Matière organique minimum	<b>68%</b>

#### ➤ Organova

**Organova** est un amendement organique issu de la valorisation par compostage de résidus végétaux, d'effluents d'élevage et de co-produits de l'agro-industrie avec une composition garantie (exempts de pathogènes et de graines de mauvaise herbe) et facile d'emploi (poudre

pouvant être épanchée à la main) (Tableau 2). Ce produit est utilisable en agriculture biologique conformément à la réglementation européenne en vigueur.

Tableau 2: composition en matière brute du fertilisant organique organova

Composition Teneur (% sur matière brute)	
Matière sèche ( $\pm 5\%$ ) >	<b>65%</b>
Matière organique	<b>24%</b>
C/N maximum	<b>15%</b>

## Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude

L'essai a été réalisé à la ferme expérimentale du département d'Agroforesterie de l'université Assane SECK dans la région de Ziguinchor. La ferme expérimentale du département d'Agroforesterie est située à 12°32'54.88'' de latitude Nord et à 16°16'40.89'' de longitude Ouest (Figure 4). La région de Ziguinchor est caractérisée par une pluviométrie moyenne annuelle de 1255 mm avec une saison pluvieuse qui s'étend de Juin en Octobre.

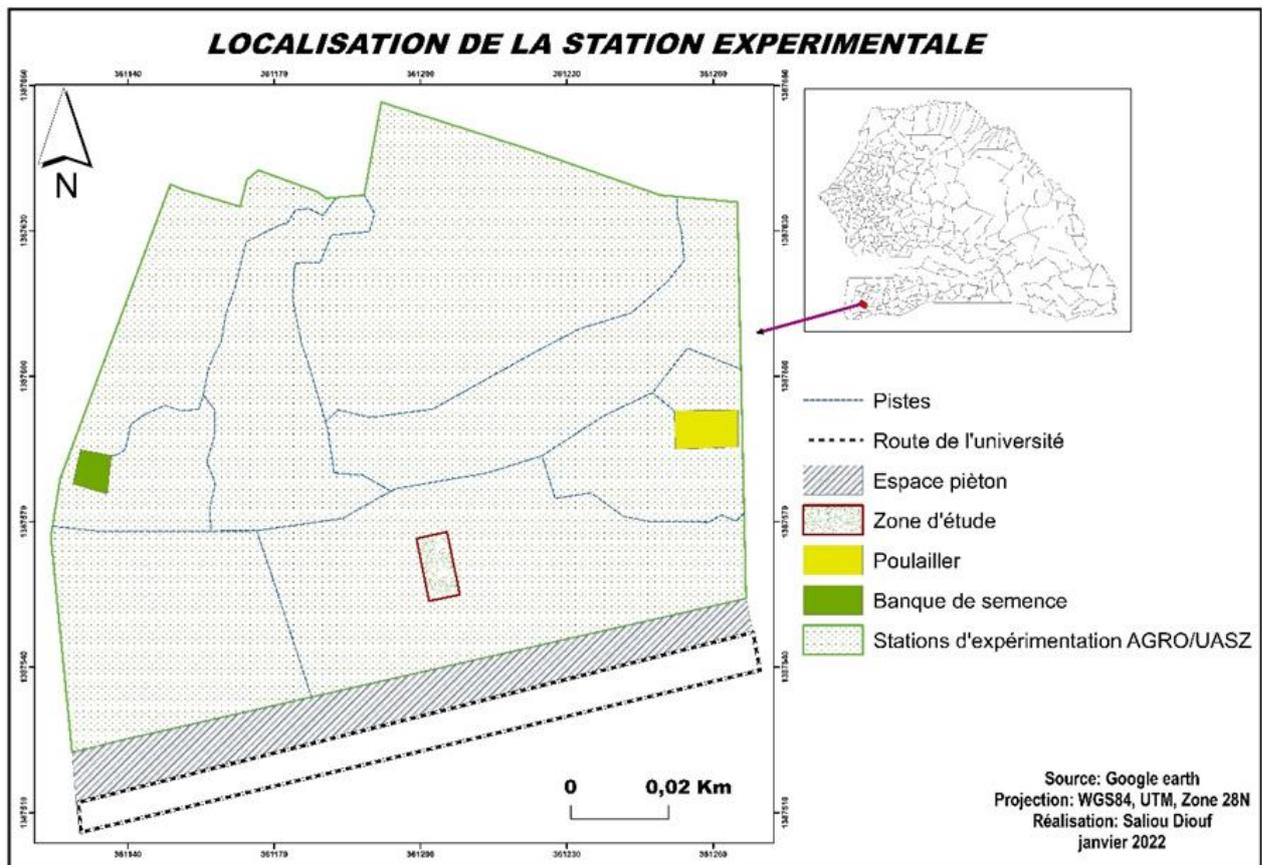


Figure 4 : carte de localisation du site expérimental

## 2.2. Matériel végétal

Dans le cadre de l'évaluation de l'efficacité des fertilisants organique et minérale sur la croissance et le développement du riz, le matériel végétal utilisé est la variété NERICA L19 (New Rice for Africa). La variété NERICA est un riz de bas-fond qui présente le double avantage qui fait défaut chez les deux parents (*O. sativa* et *O. glaberrima*). Elle combine la rusticité de l'espèce africaine et la productivité de l'espèce asiatique (ADRAO, 2008). Son cycle varie entre 70 et 100 jours après semis et peut atteindre un rendement de 5T à l'hectare (Siè, 2006).

## 2.3. Les types de fertilisants utilisés

Les fertilisants utilisés sont au nombre de trois : Fertinova, Organova et NPK et sont testés en l'état ou en combinaison entre eux par rapport à la dose recommandée.

- Fertinova : biofertilisant fabriqué par le groupe « Eléphant Vert », est un engrais organique obtenu par séchage et hygiénisation de fientes de volailles qui est riche en matière organique, en éléments nutritifs et en oligo-éléments d'origine naturelle (Figure 5).



Figure 5 : biofertilisant Fertinova en granulé

- Organova : est un amendement organique issu de la valorisation par compostage de résidus végétaux, d'effluents d'élevage et de co-produits de l'agro-industrie (Figure 6).



Figure 6 : biofertilisant Organova

## 2.4. Dispositif expérimental et traitements

L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs complets randomisés avec cinq répétitions. Chaque bloc, représentant une répétition et comporte cinq parcelles élémentaires correspondant aux traitements étudiés (Tableau 3). Le dispositif est long de 15m et large de 4,5 m soit une superficie de 67,5 m<sup>2</sup> et est constitué de trois blocs distants de 0,5m. Chaque bloc est constitué de 5 parcelles élémentaires de 2,25m<sup>2</sup> soit au total 15 parcelles élémentaires. Les dimensions des parcelles élémentaires ont été de 2,25m de long et 1 m de large. L'écartement entre les lignes et entre les poquets est de 0,25m, ce qui fait une densité de 5 poquets par parcelle élémentaire (Figure 7).

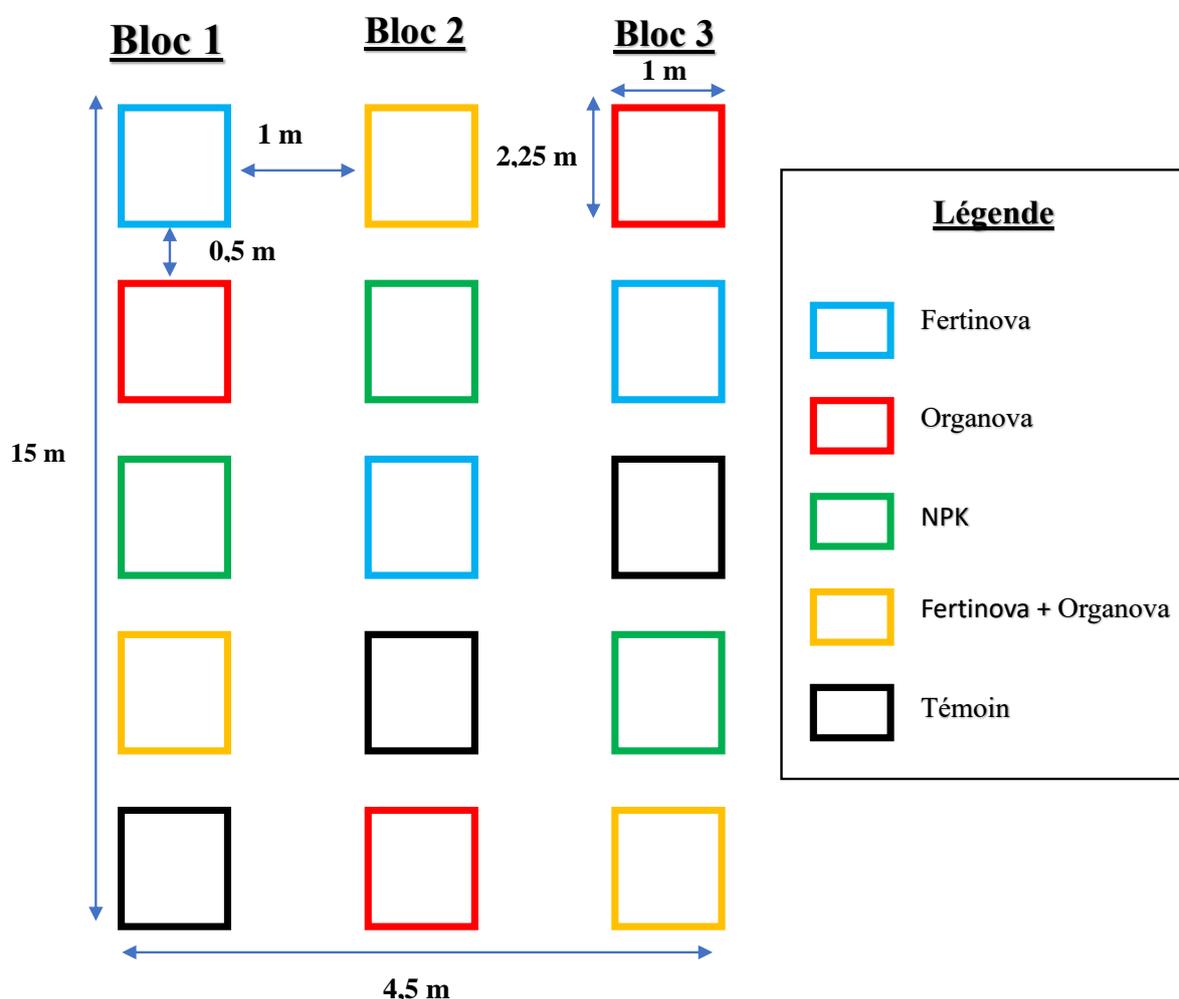


Figure 7 : dispositif expérimental de l'essai

Tableau 3 : les différents traitements et leurs compositions

Traitements	Composition
Organova	16g au semis + 16 g au tallage / poquets
Fertinova	6g au semis + 6 g au tallage / poquets
Org 50% + Fer 50%	8g Oganova + 3g Fertinova au semis idem au tallage / poquets
NPK 100 % 15-15-15	1,25 g au semis + 0,9 g d'uree au tallage / poquets
Témoin absolu	

### 2.5. Conduite de la culture

Les travaux de préparation du sol se résument au désherbage de la parcelle et à la confection des trous de transplantation de 0.25 m de diamètre. Un semis direct a été réalisé à raison de 8 graines par poquets. Ces trous sont espacés régulièrement de 0,25 m. En ce qui concerne l'engrais de fond le fertinova, organova et NPK 15-15-15 ont été utilisés respectivement à raison de 2 T/ha, 5 T/ha et 200kg/ha. Ces doses ont été rapportées à notre unité expérimentale et divisé par deux pour obtenir deux doses (tableau 3). La terre se trouvant sur place, le tout bien mélangé avec de la houe afin de rendre la parcelle homogène. Un démariage a été effectué au 15 JAS pour laisser une plante par poquet. Ensuite, une deuxième application d'engrais comme fumure d'entretien a été effectuée au tallage.

### 2.6. Collecte des données

Les données ont été collectées à travers certains paramètres morphologiques, phénologiques, agronomiques et physiologiques ainsi que la germination et le rendement.

#### ➤ Germination

Dans le cadre de cette étude, 8 graines ont été semées par poquet pour observer le taux de levée. Un comptage direct du nombre de levées par jour sera fait jusqu'à la fin de la levée. La germination a été évaluée selon Kabuyaya (2001).

#### ➤ Paramètre chimique du sol (pH)

Des échantillons de sol prélevés à 10 cm du sol pendant les différentes phases de développement du riz (initial, 35ième jas et sénescence) ont été analysées pour déterminer le pH du sol. Le pH du sol a été mesuré à eau déminéralisée.

➤ **Paramètre physiologique (chlorophylle)**

La teneur en chlorophylle des feuilles a été mesurée suivant le stade de développement du riz. Elle a été déterminée à l'aide du SPAD-502 plus. En effet des mesures ont été prises sur chaque plante choisie, matin et soir répété pendant sept (7) jours. Ces dernières ont été effectuées sur trois niveaux de feuilles différentes à savoir les jeunes feuilles, les vieilles feuilles et les feuilles intermédiaires.

➤ **Paramètres morphologiques**

En ce qui concerne les paramètres morphologiques, toutes les plantes ont été choisies dans chaque parcelle élémentaire. La hauteur a été mesurée au 15<sup>ème</sup>, 45<sup>ème</sup>, et 60<sup>ème</sup> jas à l'aide d'un centimètre. Le comptage du nombre de talles a été effectué au 21<sup>ème</sup>, 45<sup>ème</sup>, et 60<sup>ème</sup> jas. Le nombre de panicule et la longueur des panicules ont été évalués à la fin.

➤ **Paramètres de rendement**

Le comptage des graines par panicule a été effectué manuellement au stade de maturité physiologique c'est-à-dire dès que les graines changent de couleur pour virer au marron. Concernant la biomasse sèche et fraîche et le poids des 1000 graines ont été considérés pour chaque parcelle élémentaire pour déterminer le poids à l'aide d'une balance électronique de précision (0.0001).

## **2.7. Traitement et analyse des données**

Les données obtenues ont été saisies via un tableur Excel (2016) qui a permis l'élaboration des tableaux et graphiques. Une analyse de variance a été faite avec le logiciel XLSTAT version 2014 au seuil de significativité de 5% suivi d'une comparaison des moyennes avec le test de Newman-Keuls. Une analyse en composante principale (ACP) a été effectuée afin de comprendre la corrélation entre la croissance, le développement et le rendement.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

### 3.1. Résultats

#### 3.1.1. Germination

Le taux de germination varie entre  $87,5 \pm 0,3$  et  $100 \pm 0,425\%$ . Les observations de la germination montrent qu'il n'y a pas de différence significative ( $Pr = 0,485$ ) entre les traitements (Tableau 4). Les traitements fertinova et fertinova + organova (FO) ont les moyennes les plus élevées. En effet le taux de germination global est de  $92,5\%$  et la germination a débuté au 6<sup>es</sup> jas et elle s'est arrêtée au 8<sup>es</sup> jas soit un intervalle de temps de trois jours (figure 8).

Tableau 4 : Variation du taux de germination en fonction des traitements

Traitements	Taux de levés
Fertinova	$100 \pm 0,425 \%$
FO	$100 \pm 0,425 \%$
NPK	$87,5 \pm 0,425 \%$
Organova	$87,5 \pm 0,425 \%$
Témoin	$87,5 \pm 0,30 \%$
<b>Total</b>	<b>92,50%</b>
<b>Pr &gt; F</b>	<b>0,485</b>
<b>C.V %</b>	<b>6,4</b>

C.V. : coefficient de Variation.

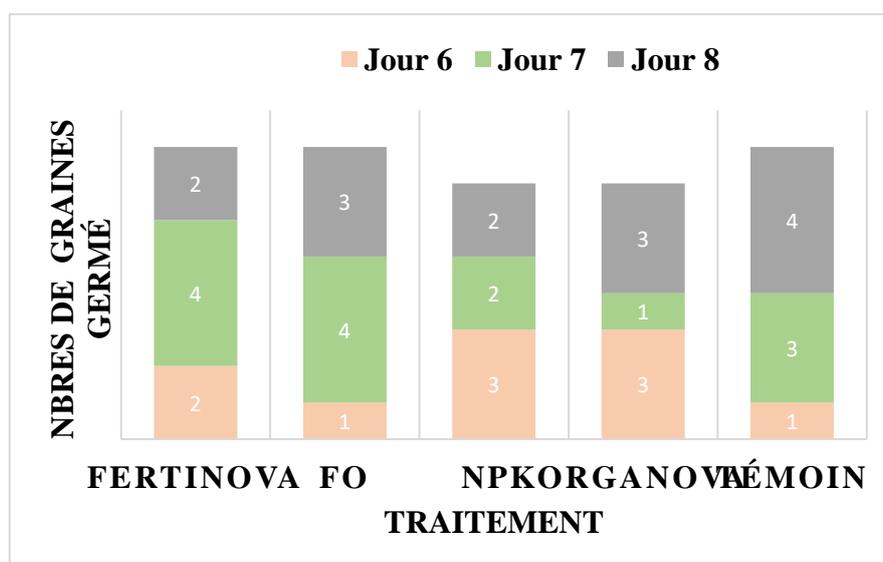


Figure 8 : Nombres de graines germées par jour

### 3.1.2. pH du sol

L'analyse des données de pH du sol en fonction du stade de développement du cycle de la plante montre l'existence d'une différence significative entre les traitements ( $P = 0,0001$ ). Cependant, l'analyse du pH initial ne montre pas de différence significative entre les traitements. Le pH des traitements non-amendés (témoin) a significativement baissé passant de 6,6 à 5,4 par rapport aux autres traitements amendés. Par ailleurs, il faut noter qu'au fil du temps le pH ne cesse de diminuer pour tous les traitements (Figure 9).

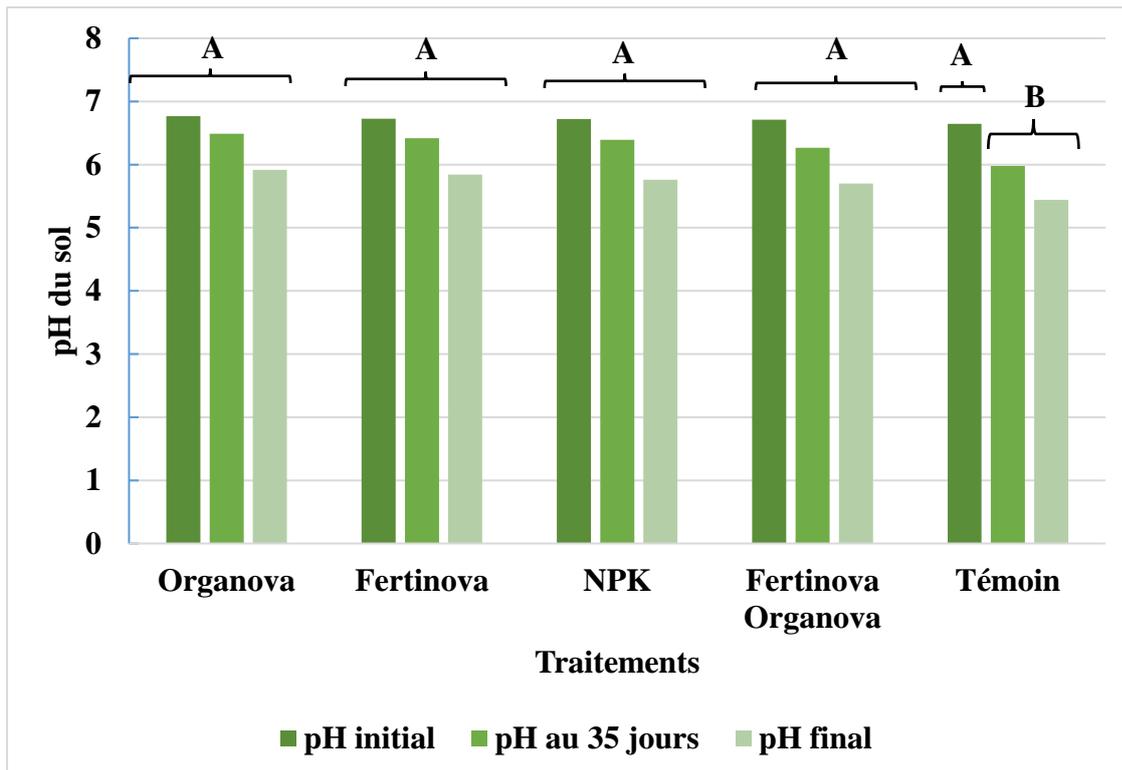


Figure 9 : Variation du pH en fonction des dates de semis et des traitements

### 3.1.3. La teneur en chlorophylle

L'analyse de variance de la teneur chlorophyllienne en fonction du temps montre globalement une différence significative entre les traitements ( $P = 0,0001$ ). La teneur en chlorophylle varie entre  $17 \pm 9,08$  pour le témoin et  $26 \pm 9,28$  pour NPK le matin contre  $21 \pm 8,32$  et  $32 \pm 8,32$  pour les mêmes traitements à midi. L'analyse montre que les traitements ne sont pas significativement différents au matin tandis qu'à midi, il existe une différence significative entre NPK, fertinova et FO qui enregistrent les valeurs les plus élevées. Toutefois, en termes de valeur absolue, le taux de chlorophylle enregistré à midi est supérieur à celui du matin sur tous les traitements (Tableau 5).

Tableau 5 : Variation de la teneur en chlorophylle au moment de l'initiation paniculaire

Traitements	Temps	
	7H	12H
NPK	26,36 ± 9,28 a	32,42 ± 8,32 a
Fertinova	24,24 ± 9,28 a	31,74 ± 8,32 a
FO	22,56 ± 9,28 a	30,42 ± 8,32 a
Organova	21,06 ± 9,28 a	23,85 ± 8,32 b
Témoin	17,40 ± 9,28 a	21,05 ± 8,32 b

Les chiffres suivis de la même lettre dans une même colonne ne sont pas statistiquement différents, au seuil de 5 %

#### 3.1.4. Hauteur

L'analyse de la variance de la hauteur du riz en fonction du temps montre une différence significative ( $P = 0,001$ ) entre les traitements sur toutes les périodes de mesures (Figure 8). Au 15<sup>ème</sup> jas, les résultats révèlent que la combinaison (fertinova + organova) a une hauteur plus élevée que le témoin avec une différence de 25%. Les traitements NPK, Organova et Fertinova ont une hauteur supérieure à celle du témoin. Cependant, ces traitements ne montrent pas de différence significative. Au 45<sup>ème</sup> jas, l'analyse comparative montre une différence significative ( $P = 0,0001$ ) entre les traitements. Les traitements NPK ( $58,60 \pm 0,131$  cm), fertinova + organova ( $56,16 \pm 0,131$  cm) et Fertinova ( $50,06 \pm 0,131$  cm) ont les moyennes les plus élevées.

Au 60<sup>ème</sup> jas, les traitements NPK ( $81 \pm 0,114$  cm), fertinova + organova ( $80 \pm 0,114$  cm) et Fertinova ( $72 \pm 0,114$  cm) ont les hauteurs les plus élevées (Figure 10).

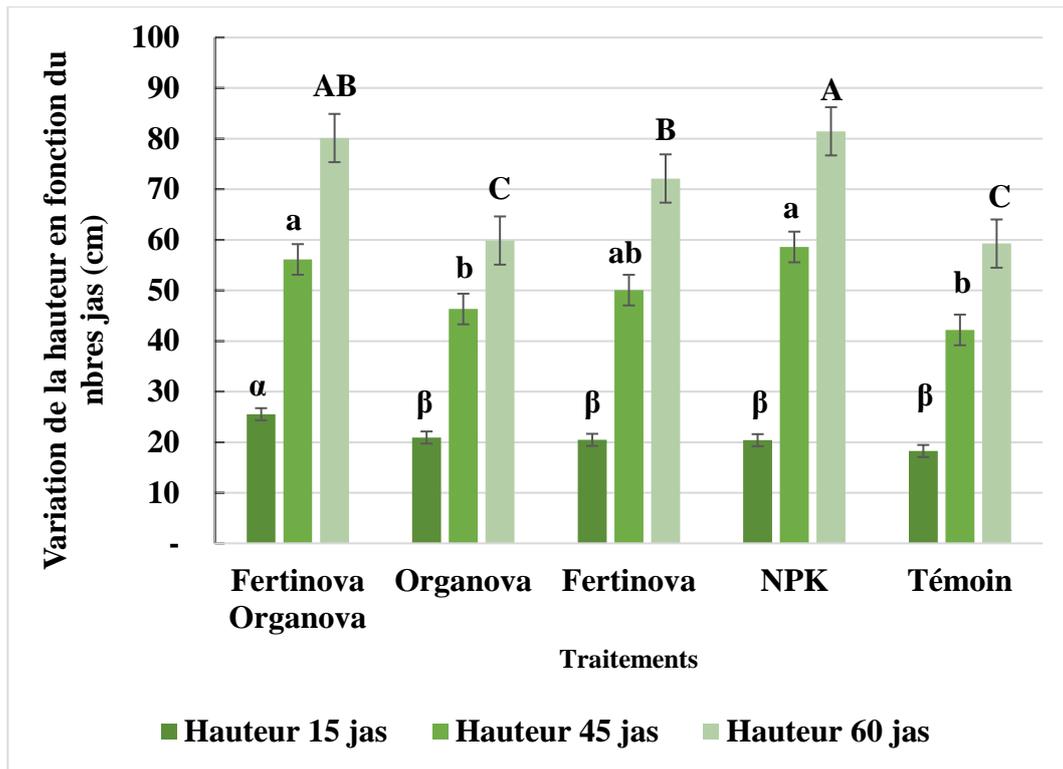


Figure 10 : Evolution de la hauteur en fonction des traitements et de la date de semis

### 3.1.5. Hauteur au stade final tige panicule

L'analyse des hauteurs montre une différence significative entre les traitements ( $P=0,0001$ ). Les traitements NPK ( $98,60 \pm 0,102 \text{ cm}$ ), fertinova + organova ( $94,73 \pm 0,112 \text{ cm}$ ) et Fertinova ( $92,6 \pm 0,114 \text{ cm}$ ) ont les hauteurs les plus élevées (Figure 11).

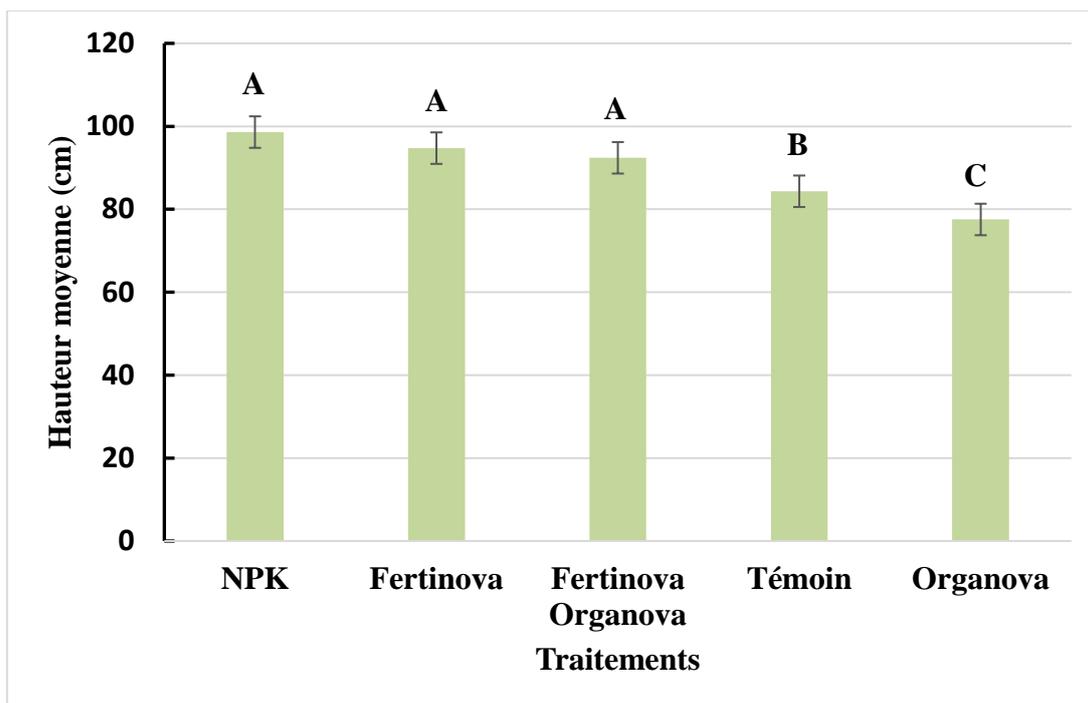


Figure 11 : Hauteur au stade final tige plus panicule

### 3.1.6. Nombre de talles

L'analyse de variance du nombre de talles en fonction du temps montre l'existence d'une différence significative ( $P = 0,0001$ ) entre les traitements sur toutes les périodes de mesures.

Au 21<sup>ème</sup> JAS, le nombre de talles de NPK ( $2,8 \pm 0,30$ ), et pour de fertinova+organova ( $2,5 \pm 0,30$ ) est significativement plus élevé que, fertinova ( $1,6 \pm 0,30$ ), pour organova ( $1,4 \pm 0,30$ ) et témoin ( $1 \pm 0,30$ ). En effet, cette différence de tallages continue de s'accroître en fonction du temps et des traitements jusqu'au 60<sup>ème</sup> JAS. Le nombre de talles de NPK ( $32 \pm 2,5$ ) et de fertinova + organova ( $23 \pm 0,21$ ) est significativement plus important que fertinova, organova et le témoin. Organova et témoin ont affiché le nombre de talles le plus faible de talles avec respectivement  $15 \pm 0,21$  et  $10 \pm 0,30$  (Figure 12).

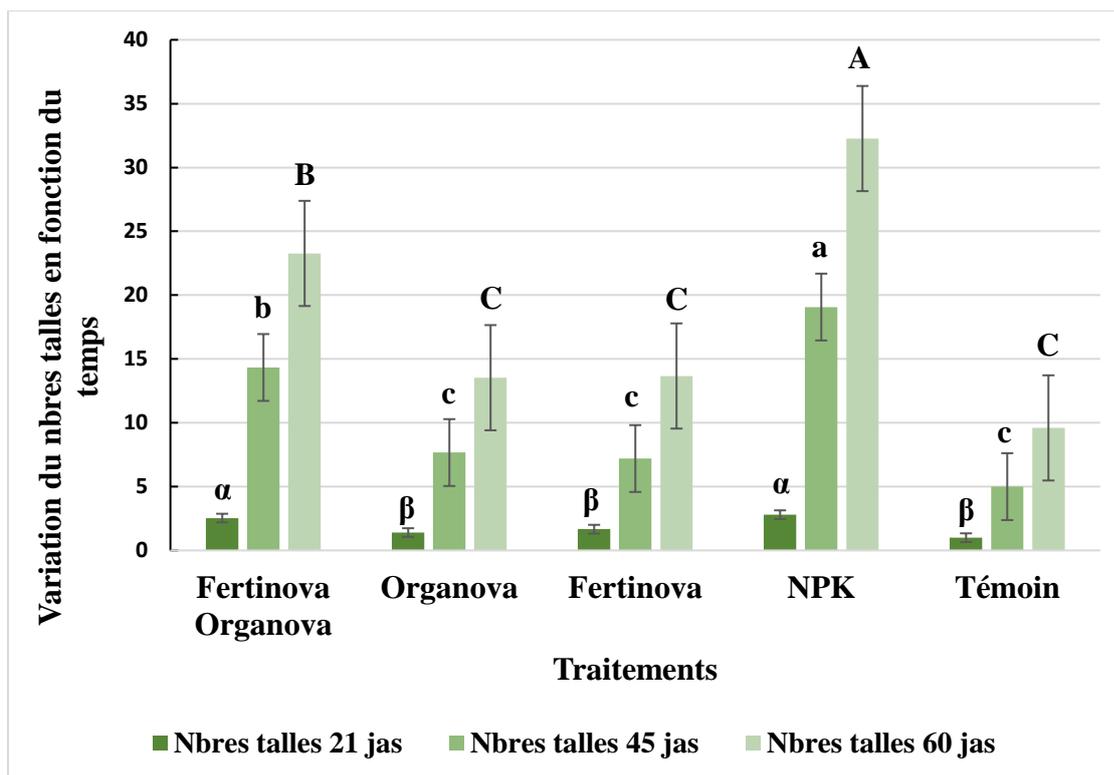


Figure 12 : Evolution du nombre de talles en fonction des traitements et de la date de semi

### 3.1.7. Longueur des panicules

Les résultats de l'analyse de la longueur des panicules ont montré l'existence d'une différence significative entre les traitements ( $Pr = 0,0001$ ). La longueur des panicules de NPK ( $28,6 \pm 4$  cm) et fertinova+organova ( $26,4 \pm 4$  cm) est significativement plus importante que fertinova ( $24,7 \pm 4$  cm), témoin ( $21,66 \pm 4$  cm) et organova ( $20,33 \pm 4$  cm) (Figure 13).

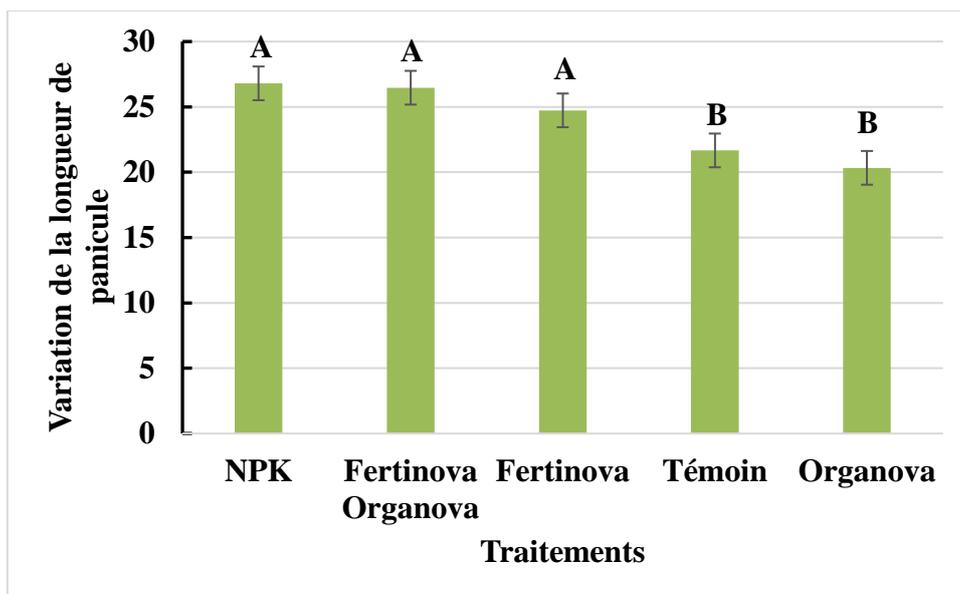


Figure 13 : Variation de la longueur de panicule en fonction des traitements

### 3.1.8. Nombre de graines par panicules

L'analyse de la variance a porté sur le nombre de graines par panicule et montre l'existence d'une différence significative entre les traitements ( $P= 0,0001$ ). Cette différence se traduit par un nombre de graines par panicule plus élevé au niveau du traitement Fertinova-Organova ( $177\pm 11,2$ ) que les autres traitements. Les traitements NPK ( $126\pm 14,2$ ) et Fertinova ( $126\pm 14,2$ ) ont enregistré un nombre de graines par panicule significativement plus important que le témoin ( $88\pm 10,9$ ) et organova ( $82\pm 10,2$ ) (Figure 14).

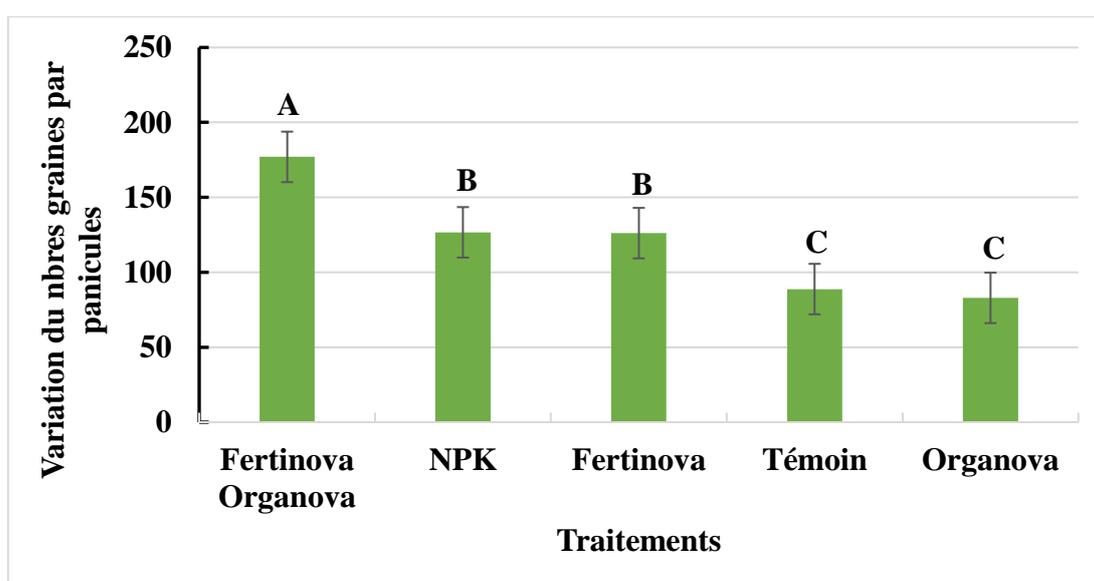


Figure 14 : Variation du nombre de graines par panicule en fonction des traitements

### 3.1.9. Poids des 1000 graines

L'analyse de variance du poids des 1000 graines ne montre pas de différence significative entre les traitements ( $P= 0,802$ ). Toutefois, NPK ( $25,8\pm 1,3$ g) a enregistré le poids le plus élevé en valeur absolue par rapport aux autres traitements (Figure 13). Par ailleurs, tous les autres traitements ont des poids variants entre  $24,3 \pm 0,8$ g et  $24,8 \pm 1,4$  g (figure 15).

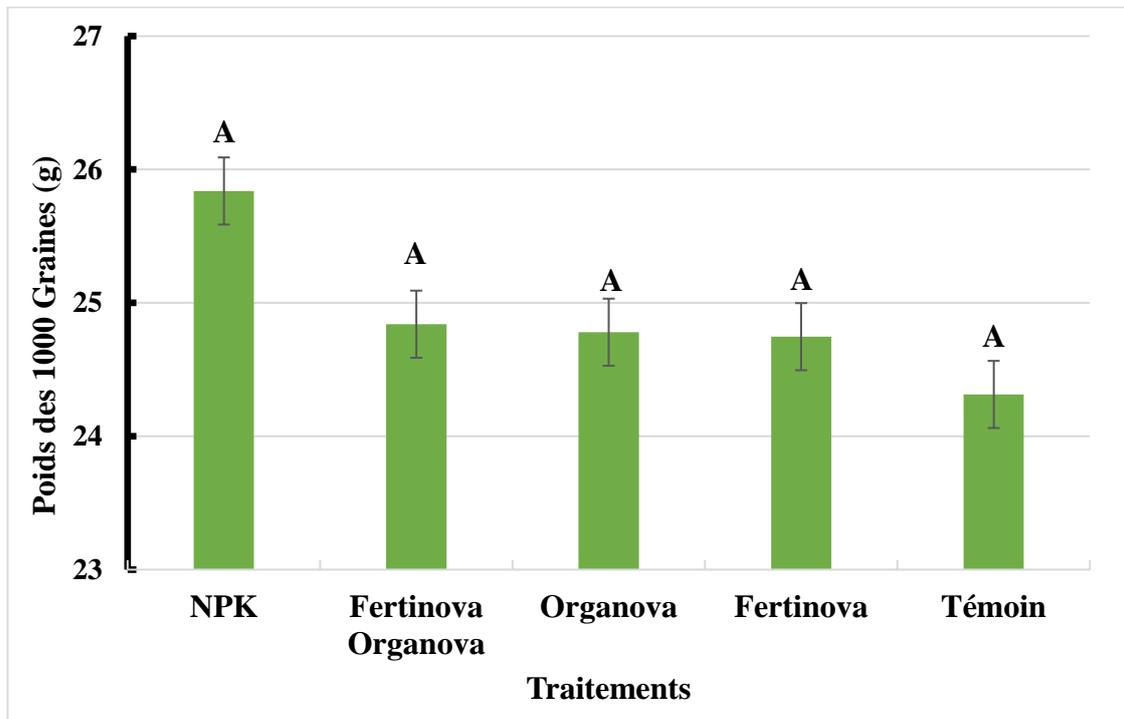


Figure 15 : Evolution du poids des 1000 grains en fonction des traitements

### 3.1.10. Biomasse

Le résultat de l'analyse de la biomasse sèche et fraîche a montré une différence significative entre les traitements ( $P = 0,0001$ ). En effet, la biomasse fraîche et sèche la plus élevée a été enregistrée au niveau des traitements NPK ( $814\pm 0,83$ g et  $488\pm 0,09$  g  $2,9$  g) (Figure 16). Il est suivi par les traitements FO ( $250\pm 0,168$ g et  $150\pm 0,09$  g), fertinova ( $195\pm 0,10$ g et  $117\pm 0,09$  g), organova ( $141\pm 0,09$  g et  $85\pm 0,09$  g) et témoin ( $107\pm 0,09$  g et  $64\pm 0,09$  g) (Figure 17).

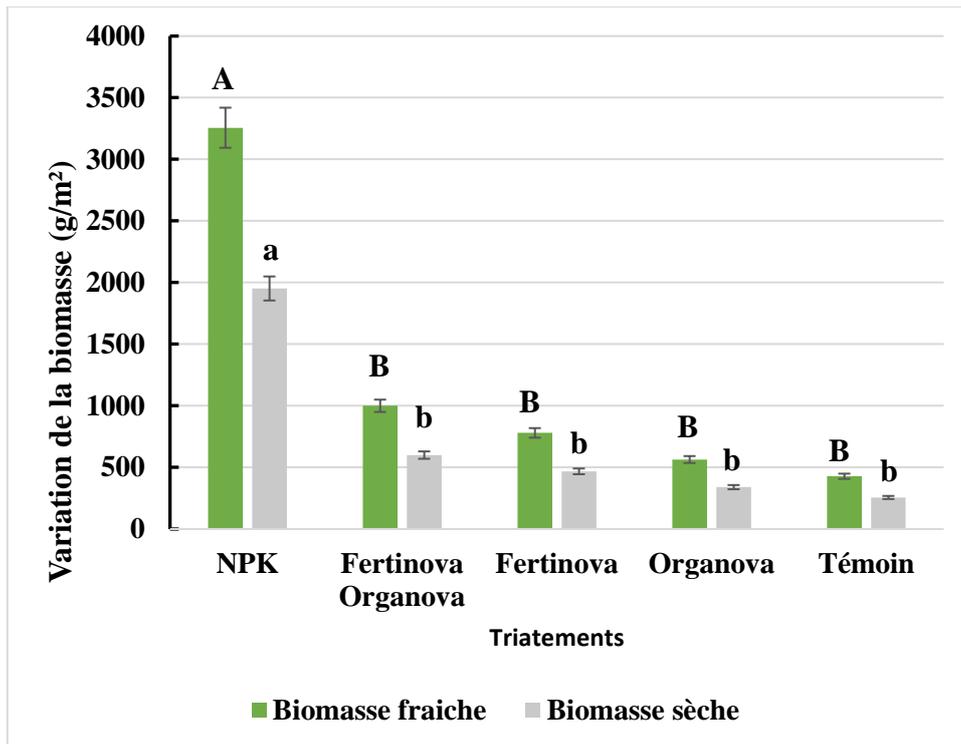


Figure 16 : Variation de la biomasse sèche et fraîche en fonction des traitements

### 3.1.11. Rendement

Les rendements varient entre  $1,1 \pm 0,1$  et  $4,7 \pm 0,3$  T/ha avec une moyenne de 2,5T/ha. L'analyse de variance du rendement montre l'existence d'une différence significative entre les traitements ( $P = 0,0001$ ). Le rendement maximum a été obtenu au niveau de NPK ( $4,7 \pm 0,3$ T/ha) suivie de fertinova + organova ( $4,4 \pm 0,3$  T/ha) (Figure 17).

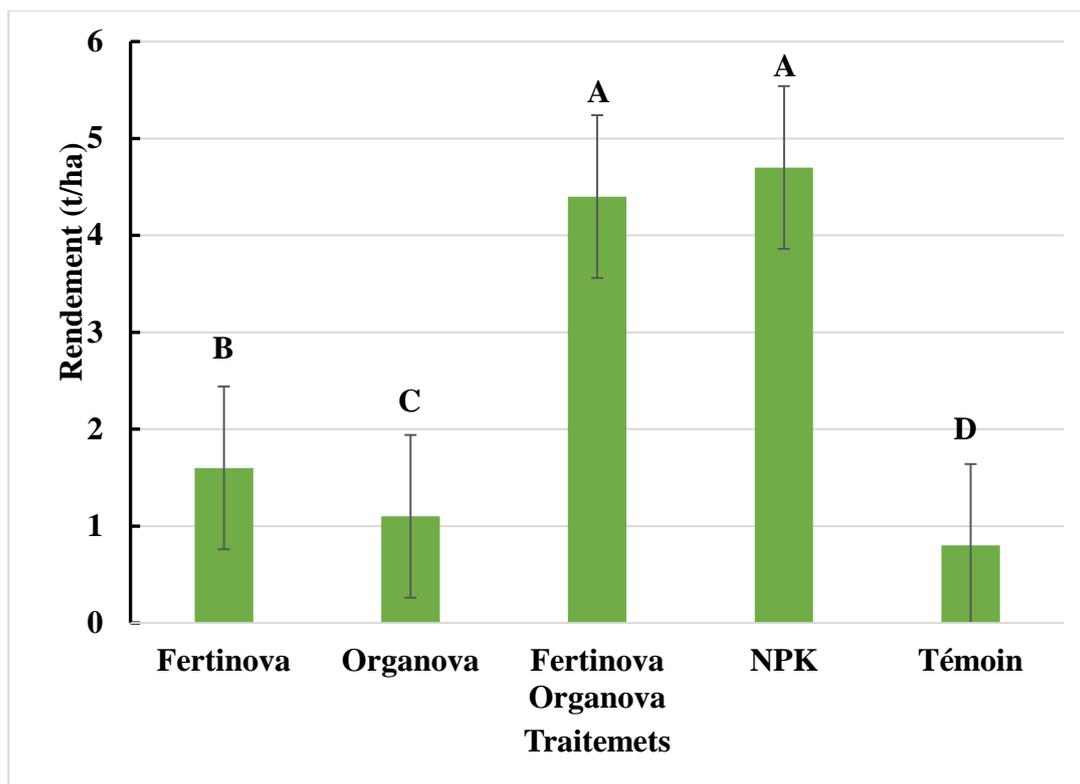


Figure 17 : Variation du rendement en fonction des traitements

### 3.1.12. Corrélation entre les paramètres

L'ACP a permis de discriminer les traitements en fonction des caractères agromorphologiques et de la nature chimique du sol. Cependant, le test d'accumulation de variance montre que les deux premiers axes sont les plus pertinents. Ces deux axes seront utilisés pour décrire la variabilité totale des traitements, permettant d'expliquer 91,76% de la variabilité. L'analyse a montré l'existence de trois groupes qui sont constitués des traitements NPK, fertinova+organova, fertinova et organova. Le traitement NPK est caractérisé par le poids de 1000 graines, biomasse, tallages, pH 35 jrs, 50% tallages à la floraison, hauteurs aux 45 jrs et finales élevés. Le traitement (fertinova+organova) est caractérisé par un pH référence, nombres de graines/panicules élevés. Les traitements fertinova et organova sont caractérisés par un pH final acide (Figure 18).

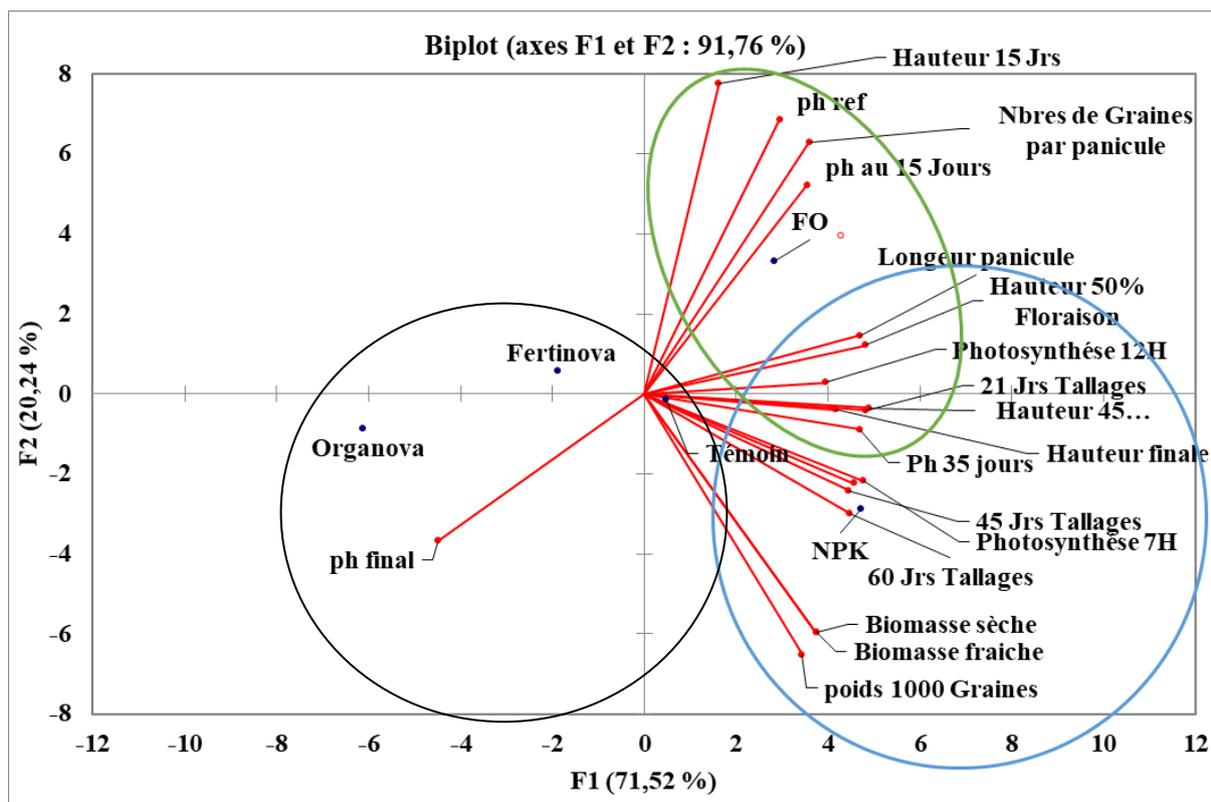


Figure 18 : Répartition des traitements sur les axes F1 et F2 de l'ACP

### 3.2. Discussion

L'étude consistait à évaluer les effets des engrais organo-minéraux sur la croissance, le développement du riz et les paramètres agro-morphologiques du sol. Il s'agit en effet du fertinova, organova et leur mélange ainsi que NPK qui ont été testés pour évaluer leur efficacité sur les propriétés physico-chimiques du sol et sur les paramètres de croissances et de développement. Une différence significative entre les cinq traitements sur la performance du NL19 de riz a été observée sur les caractères agro-morphologiques étudiés (hauteur, tallages, rendement grain, biomasse et longueur de panicule) mais aussi le pH du sol.

Le résultat relatif au pouvoir germinatif des grains des traitements par rapport au témoin indique que tous les traitements utilisés sont de bonne qualité car leur pouvoir germinatif est supérieur à 85% et répond aux normes de l'Institut International de Recherche sur le Riz (IRRI, 1980). En outre, l'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les traitements. Le pourcentage de germination global qui a été enregistré chez la lignée NL-19 est de (92,5%).

En ce qui concerne l'évolution des paramètres chimiques au cours du développement cultural, des variations ont été observées suivant les formules de fumure. Cependant, les résultats statistiques n'ont révélé aucune différence significative au seuil de 5 % entre les formules (traitements) d'engrais sur le pH initial du sol qui est plus ou moins neutre entre 6,8 et 6,6. En effet la terre était laissée au repos. Un pH voisin de la neutralité constitue un atout pour une meilleure absorption racinaire des éléments nutritifs (Ognalaga et al., 2015). Dans la présente étude, toutes les formules d'engrais ont donné un pH en fin de cycle inférieur à celui avant application de fumures organiques et chimique. En effet au fil du temps, avec l'engorgement en eau, dû à l'arrosage la décomposition de cette matière organique a acidifié beaucoup plus le milieu et a fait baisser le pH. C'est ce qui est noté après apport d'engrais et l'installation des cultures. Les résultats de l'étude révèlent une différence statistique hautement significative entre les traitements pour le cas des pH au 30ième jours et le pH final qui ne cesse de tendre vers l'acidité du sol se trouvant entre 6,4 et 5,2. L'utilisation d'engrais est un facteur très important car ils peuvent lutter efficacement contre le fer dans les plants de riz (Barry, 2015).

La feuille, par la présence des pigments chlorophylliens, est le siège des activités physiologiques intenses des métabolismes de la plante. La couleur verte des feuilles est proportionnelle à la teneur en azote assimilée par le plant du riz (Witt et al., 2002). Une

activité chlorophyllienne intense de couleur vive est notée pour les traitements NPK, fertinova et FO qui ont les teneurs en chlorophylle les plus importantes. La différence en fonction du temps peut être expliquée par les facteurs de l'environnement dont on peut citer la lumière qui a une influence sur la teneur en chlorophylle des feuilles. Ces résultats sont en phase avec ceux de Hikosaka et al., (2006), qui affirme que la quantité de la chlorophylle des feuilles peut être influencée par beaucoup de facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau.

Les données sur la hauteur des plantes recueillies tout au long de leurs phases de développement jusqu'à la maturation (soit 117 jours après semis) indiquent que la lignée NL-19 présentent une hauteur moyenne courte (77 et 98 cm) selon l'échelle de Kabuyaya (2001) et révèle une variabilité de la taille des plants. Les traitements NPK et fertinova ont montré les plus importants. Cependant, ces résultats ne sont pas conformes à ceux de Doumbia (2003) et Volvey et al., (2005) pour lesquels la grande taille de la variété NL 19 facilite la récolte qui se fait manuellement. La nature courte de la hauteur des plants pourrait s'expliquer que cette variété n'est pas dans son milieu écologique.

Les résultats ont montré que les fertilisants testées n'ont pas produit un même nombre de talles. En effet, les traitements NPK et organova+fertinova ont présenté un meilleur tallage que le témoin. Ces résultats sont conformes à ceux de Volvey et al. (2005) et Nadié, (2008) indiquant que l'expression du bon tallage de ces variétés Nerica résulte de l'effet des croisements interspécifiques réalisés entre *O. sativa* et *O. glaberrima*. Les variétés Nerica ont donc bénéficié des effets additifs intéressants des deux parents (l'utilisation de ces variétés permet de réduire la pression des mauvaises herbes et le temps des travaux de désherbage. Le paysan pourrait consacrer ce temps ainsi gagné à d'autres activités (Ernest, 2004 ; Sié, 2008). La hauteur des plants a augmenté avec la fumure à cause de la nutrition azotée qui s'est améliorée. Il en est de même en ce qui concerne le nombre de talles. Ces résultats ont été confirmés en 2009 par Diallo. Nous constatons que dans le cas de notre expérimentation, la fumure organique (organova+fertinova) et minérale (NPK) ont donné de meilleurs résultats. Cela pourrait s'expliquer par le fait que, dans les conditions naturelles, un sol n'est certainement pas parfaitement homogène et qu'il peut être plus fertile par endroits et ainsi participé à l'amélioration des propriétés hydriques du sol, comme l'indiquent Chevsova (1997) puis Brady et Weill (1999). Cette capacité de tallage peut permettre au NERICA L19 d'être tolérante à des conditions de sécheresse. En effet selon Kone et al., (2010), un bon

tallage permet à la plante de recouvrir le sol et de réduire l'évapotranspiration ainsi que le maintien de son potentiel hydrique.

Les dates d'initiation paniculaire et de la maturité ont permis d'identifier l'influence des traitements sur la précocité telle que la variété Nerica L19 qui présente une précocité 10 à 15 jours par rapport aux témoins. Il ressort de notre étude qu'on a obtenu 50% floraison au 65<sup>es</sup> jours et d'après l'échelle de cotation décrit par Kabuyaya (2001), que le matériel végétal utilisé à un cycle moyen (50% de floraison) compris entre 76 et 85 jours. Cette affirmation est en déphasage avec nos résultats qui ont montré que le semis direct, ou les traitements utilisés en zone plateau raccourcies le cycle de cette variété. Ce résultat est conforme aux travaux antérieurs (ADRAO, 2003) et permet de considérer les lignées de riz NERICA comme particulièrement intéressantes en termes de rendement et de gain de temps. La longueur des panicules de même que la biomasse ont montré l'existence d'une différence très hautement significative entre les traitements. En effet, le traitement NPK domine sur l'ensemble des traitements cela pourrait s'expliquer par la nature de l'engrais chimique directement assimilable par les plantes microorganismes du sol et accélère la décomposition de la matière organique du sol qui sera bénéfique pour la plante, suivi de FO ce mélange de deux engrais ayant un pourcentage en azote comme suit fertinova 4% azote et organova 15% C/N Eléphant vert 2000. Ceci corrobore les résultats de Bado et al. (2010) qui indiquent qu'il faudra mettre le NPK chaque saison pour maintenir les rendements élevés du riz. Toutefois l'application de N seulement pourrait diminuer le carbone organique du sol Bado et al. (2010) par le principe d'immobilisation.

Pour le poids de 1000 grains, nos résultats n'ont pas révélé de différences significatives entre le poids de 1000 grains des traitements. Ces résultats s'expliquent par la taille des grains qui serait identique pour cette variété. Pour Nadie (2008), le poids des grains dépend de la taille du grain. Contrairement à nos résultats Lage et al. (2004) ont montré un effet significatif de la variété sur le poids de 1000 grains. Toutefois, le poids de 1000 grains des variétés testées a été supérieur à celui obtenu par ces auteurs. Quant aux composantes de rendement, le nombre de grains/panicule a été plus élevé pour les traitements Fertinova-Organova, NPK et Fertinova. La variété n'a pas d'incidence sur le poids de 1000 grains.

## **Conclusion et perspectives**

Les résultats ont montré une grande variabilité entre les traitements étudiés pour l'ensemble des caractères morphologiques, phénologiques, physiologiques ainsi que pour ceux des composantes de rendement. Par ailleurs les traitements NPK et la combinaison de fertinova plus organova se sont distingués des autres traitements par une croissance végétative rapide accompagnée d'une teneur en chlorophylle importante au niveau de ces feuilles et une production précoce ont amélioré la croissance et le développement des appareils végétatifs aériens sur la hauteur de la plante, la production des talles et le verdissement des feuilles qui sont des caractères physiologiques importants liés à la production. Les différents traitements effectués n'ont pas tous donné les mêmes valeurs en termes de rendement. L'utilisation de NPK est la plus rentable en termes de rendement. Fertinova+organova et NPK favorisent plus le développement et le rendement du riz.

Toutefois, on se rend compte de nos jours, de la nouvelle tendance vers une agriculture durable et respectueuse de l'environnement avec l'utilisation des biofertilisants aux propriétés réputées favorables pour la fertilité des sols et pour la défense des cultures. Cependant, il serait intéressant de reprendre l'étude pour mieux appréhender l'action des biofertilisants sur l'amélioration de la qualité de la fertilité des sols, le rendement et la résistance des cultures aux attaques des ravageurs. Ceci permettra à la recherche agricole de mieux s'assurer de l'efficacité de ces biofertilisants contre les insectes ravageurs en vue d'une recommandation.

Comme perspectives, il serait pertinent de :

- ✓ Faire une étude de confirmation afin de valider ces résultats ;
- ✓ On pourrait envisager d'apporter engrais NPK en une période critique comme par exemple au stade de l'initiation paniculaire pour augmenter le rendement.
- ✓ Conduire des essais multi-locaux afin de prendre en compte les variabilités environnementales.

Ces différentes études devront être complétées par un mélange d'engrais chimique et organique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ADRAO, 2008.** Guide pratique de la culture des NERICA de plateau. Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO).

**ADRAO 2003.** Compte rendu de la seconde revue régionale de la recherche rizicole (4Rs 2002). ADRAO, Bouaké, Côte d'Ivoire, 161 p

**ADRAO, 1992.** Manuel illustré de riziculture pluviale ; IRRI IRRAST -CIRAD. Montpellier, France, 284p.

**Agri monde, 2009.** Agricultures et alimentation du monde en 2050 : scénarios et défis pour un développement durable. Cirad.

**ANSD. (2017).** SITUATION ECONOMIQUE ET SOCIALE DE LA REGION DE ZIGUINCHOR 2014 154p

**ANSD, 2016.** Situation économique et sociale du Sénégal. 371p.

**APRAO, 2011.** Fiche Technique de la Riziculture. Réalisé par la Direction du Développement et de l'Aménagement Rural de la SAED. 6p.

**CSE. (2008).** Rapport sur l'établissement de la situation de référence du milieu naturel en Moyenne et Basse Casamance. CSE Dakar. Dakar, Sénégal 201p.

**Bado VB, Aw A. and Ndiaye M: 2010.** Long-term effect of continuous cropping of irrigated rice on soil and yield trends in the Sahel of West-Africa. Nutrient Cycling in Agroecosystems 88 : 133-141.

**Barry, 2015.** Criblage agrophysiologique des variétés de riz (28) en conditions de toxicité ferreuse sous différentes doses de silice dans les bas-fonds rizicoles en guinée conakry mémoire de fin de cycle diplôme pour l'obtention du diplôme de master professionnel en sélection et valorisation des ressources phytogenetiques (mp/svrpg) (uniformiser en minuscule si possible)

**Bationo, A., 2012.** Overview of long-term experiments in Africa. In Lessons Learned from Long Term Soil Fertility Management Experiments in Africa.

**Bationo, A., 1989.** Chapitre 11 - GESTION DE LA FERTILITÉ DES SOLS (uniformiser en minuscule si possible). [WWW Document]. URL <http://www.fao.org/docrep/w7304f/w7304f0b.htm> (accessed 11.9.18)

**Brady NC, Weill RR. 1999.** The Nature and Properties of Soils (12th edn). Printice Hall U.S.A. ISBN 0-13-852444-0 ; 881p.

**Chevsova LK. 1977.** Détermination des propriétés hydrophiles de l'humus sur sols longuement fertilisés. Acad. des Sc. de l'URSS. *Agropédol.*, 35 : 59-63.

**Diallo D. 2009.** Evaluation physiologique de la résistance au stress hydrique du riz NERICA (*Oryza* spp L.): cas de WAB 450 IBP 28HB et de WAB 450 IBP 91HB cultivés en République de Guinée. Thèse Doctorat Unique, Université d'Ouagadougou, 111p.

**Desfontaines, L., 2018.** Les Biostimulants : Qu'en savons-nous ? Quelles alternatives pour l'agriculture Guyanaise ? Innovations Agronomiques, pp. 31–46.

**Doumbia S., Bouet A., Karidioua G., Dépieu M.E et Gala B.T.J. 2003.** Bilan de 30 années de diffusion des variétés améliorées de riz à Saïoua. Rapport multigraphié. CNRA, Man, Côte d'Ivoire, 39 p

**DUFÉY, I., BERTIN, P. et MAHILLON, J. 2012.** Analyse QTL pour la résistance à la toxicité ferreuse chez le riz cultivé. Unité d'Ecophysiologie et d'Amélioration Végétale. Publication, Croix du Sud, 2 bte 1 B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique). 2p

**Ernest H. 2004.** Un riz 'miracle' africain. Des variétés de Nerica à haut rendement, contre la faim et la pauvreté rurale. Afrique Relance, Vol.17, N°4, 10 p

**FAO, 2014.** Statistique pour la production mondiale du riz, 10p

**FAO, 2010.** Suivi du marché du riz.

**GHEYSENS S. and BERTIN P, 2009.** Impact du silicium sur l'expression de la toxicité ferreuse chez le riz Cultivé (*Oryza sativa* L.). Mém. présenté en vue de l'obtention du grade de Bio-ingénieur. Université Catholique de LOUVAIN. Faculté d'ingénierie biologique, Agronomique et environnementale.100p.

**Hikosaka, K., Ishikawa, K., Borjigidai, A., Muller, O., & Onoda, Y. (2006).** Temperature acclimation of photosynthesis mechanisms involved in the changes in temperature dependence of photosynthetic. p: 292- 302.

- INRA, 2014.** Des risques pour l'homme et l'environnement. [WWW Document]. URL <http://www.inra.fr%2FGrand-public%2FAgriculture-durable%2FTous-lesdossiers%2FDependance-aux-pesticides%2FPesticides-des-risques-pour-l-homme-etl-environnement> (accessed 10.13.18)
- IRRI, 2008.** Nutritional recommendations for rice. Botanical name: *Oryza sativa* L. French: Riz. Spanish: Arroz; Italian: Riso; German: Reis. 84p.
- IRRI. 1980.** Standard Evaluation System for Rice. International Rice Testing Program (2nd edn). IRRI:Manila, Los Baños.
- Kabuyaya D. 2001.** Le Protocole « PRERP ». La mise en place d'un essai et la collecte des données. Coopération Agricole Italienne à la RDC, At.C/PNR, Kinshasa.
- Kayser, H., 2006.** La conséquence des composants des engrais NPK sur l'environnement. - le blog engrais [WWW Document]. URL <http://engrais.over-blog.com/article1958675.html> (accessed 9.7.18).
- Kone, B ; Etienne, J ; Amadji et Diatta, S. 2010.** Caractérisation de la tolérance de NERICA à la sécheresse de mi- saison en riziculture pluviale. *African Crop Science Journal* *African Crop Science Journal*,16(2), 133–145.
- Lacharme, 2001.** Le plant de riz : données morphologiques et cycle de la plante : Memento technique de riziculture, fascicule 2, mai 2001. 22
- Lage M., A. Bamouh, T. Badawi et M. El Mourid 2004.** Productivité de l'eau pour une culture du riz irrigué (*Oryza Sativa* L.) conduit sous différents modes d'irrigation dans la région du Gharb (Maroc). Actes du Séminaire « Modernisation de l'Agriculture Irriguée » Rabat, du 19 au 23 avril 2004, 14 p. N'Goran A., 1995. Intégration des légumineuse
- MEFPS, 2014.** Opportunités pour la filière du riz au Sénégal. 2p
- Mougenot, B., Zante, P., Jean-Pierre, Montoroi, 1990.** Détection et évolution saisonnière des sols salés et acidifiés du domaine fluvio-marin de basse Casamance au Sénégal, par imagerie satellitaire 173–179.
- Nadié G. 2008.** Evaluation multilocale de nouvelles variétés de riz en condition de bas-fonds et irrigués de l'ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle Diplôme d'ingénieur du développement rural, option agronomie. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso. Burkina Faso, 64 p.

**Niane, A.B., 1984.** Etudes cartographiques et agro-pédologiques des sols de plateau de basse Casamance (mémoire). Centre de recherches agricoles de DJIBELOR.

**Obasanjo, O., 2012.** To feed our people we must first feed our soil.

**Ognalaga M, Djegui PIO, Lekambou JM, Poligui RN, 2015.** Effet des écumes à cannes à sucre, de la poudre et du compost de à base de *Chromolaena odorata* (L.) King R.M. & H.E. Rob sur la croissance de l'oseille de Guinée (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9: 2507-2519, [https://www.ajol.info > index. Php](https://www.ajol.info/index.php)

**Ovono, P.O., M. MagangaLouembe, C. Kevers, J. Dommes, 2013.** Évaluation au champ des caractéristiques agro-morphologiques de certaines variétés de riz NERICA testées au sud-est du GABON. pp. 13–23.

**Pagès Jean, Debenay, 1987.** Evolution saisonnière de la salinité de la Casamance : description et essai de modélisation - fdi:25846 - Horizon [WWW Document]. URL <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:25846> (accessed 9.30.18).

**UNIFA, UNDP, 2010.** Green commodities facility. United Nations Development Program.19p.

**Sane, T., SALL O., B.A., 2010.** La Casamance face aux changements climatiques : enjeux et perspectives. Actes 23eme colloque AIC, Rennes 23eme.

**Seck, P.A., Diagne, A., Mohanty, S., Wopereis, M.C.S., 2012.** Crops that feed the world 7: Rice. *Food Sec.* 4, 7–24. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0168-1>

**Sidy, Abdoulaye., 2011.** Salinisation des sols au Sénégal : sur les 3 800 000 ha cultivables, plus de 1 230 000 ha sont affectés | Xalima.com.

**Sie, M., Drame, K., Dakouo, D., Traore, K., Dogbe, Y., Somado, E., Ogunbayo, A., Semon, M., Bamba, I., Futakuchi, K., Futakuchi, B., Ndjiondjop, M., 2008.** Conférence sur la Biodiversité et Amélioration Génétique du Riz en Afrique Subsaharienne. Agropolis International. Umeh, E.D.N., Joshi, R.C., Uk

**Sié M. 2008.** Biodiversité et amélioration génétique du riz en Afrique subsaharienne. 6-7 Octobre 2008. Agropolis International, Montpellier, France.

**SIE M., 1982.** Les différents types de rizicultures pratiquées en Haute Volta et leur amélioration. Rapport de synthèse, INERA, Station de Farako-Bâ, Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). 11p.

**Vignal, D.B.-J.-C., 2018.** La population mondiale au 1er janvier 2018. [WWW Document]. Economie durable. URL <http://economiedurable.over-blog.com/2017/01/la-populationmondiale-au-1er-janvier-2018.html> (accessed 7.17.18)

**Volvey A., Yveline D., Myriam H., Estienne R., Surun I. et Karine B. 2005.** L'ADRAO et le Nerica, « riz miracle africain ». L'Afrique, coll. Clefsconcours, Atlande, 288 p.

**Wopereis, 2008.** Connaissance de la plante de riz. Manuel technique